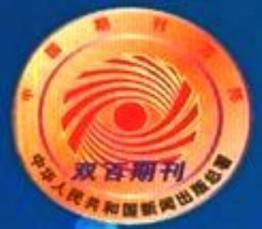


MATHS PHYSICS & CHEMISTRY FOR MIDDLE SCHOOL STUDENTS (SENIOR HIGH SCHOOL EDITION)

中学 生数理化

®

高中版



绿色印刷

全面配合教材，注重求实、创新、博学
精准对焦高考，指点方法、技巧、思路
本期刊蝉联全国优秀科技期刊
河南省一级期刊
中国基础教育知识仓库来源期刊
中国邮政校园核心报刊



扫描关注本刊微信
加入我们的俱乐部



2022年
第14期 · 总第917期
4月

“强基”考什么（2）

北京大学2021年强基计划，对高考成绩入围的考生，学科基础素质测试为语文、数学（与2020年相比有很大变化，2020年I组和医学组的学科基础素质测试是数理化三科），对破格入围的考生实施学科特长单独考核。

2021年高考后，于6月29日北京大学2021年强基计划校测笔试开考，考试时间为2小时，采用机考形式，在全国各地设有多个考点。数学部分为20道单选题，其中有一题为：若平面上有100条二次曲线，则过这些曲线可以把平面分成若干个连通区域，则连通区域数量最大值为（ ）；还有一题为：如果一个十位数 F 的各位数字之和为81，则称 F 是一个“小猿数”，“小猿数”的个数为（ ）。据考生反映，感到数学较难，试题达竞赛难度，有竞赛基础的考生也有一些试题不会做。语文部分为40道单选题，考查形式为阅读理解，共给出3篇现代文和3篇古诗文，现代文包括冯友兰的《论儒与侠的共同道德》，废名的《万寿宫》，穆旦的《城市之舞》，古诗文包括何逊的《咏早梅》，元好问的《市隐斋记》，还有一篇关于陶侃的短文。语文考查点主要集中在文意理解、字词解释和表达技巧等方面，对于多数考生来说，需要较强的古文理解能力和基础阅读量，才能较好答题。对于破格入围的考生面试题包括：（1）自我介绍，时间不超过2分钟；（2）列举几个图论中的概念并加以说明；（3）谈谈在数学学习中遇到了什么困难，自己是如何解决的。

2022年4月
第14期·总第917期
1981年10月创刊

Zhongxuesheng Shulihua

中学生数理化

(高中版) 高考理化

国际标准连续出版物号:
ISSN 1001-6953
国内统一连续出版物号:
CN 41-1099/O
定 价:6.00元

主管单位:河南教育报刊社
主办单位:河南教育报刊社
出版单位:河南教育报刊社
社 长:唐泽仓
总编辑:张保健

编辑:《中学生数理化》(高中版)编辑部
地址:(450044)郑州市惠济区月湖南路
17号1号楼
主 编:赵 平
副 主 编:刘钟华
责任编辑:谢启刚(0371-66310491)
E-mail:282200380@qq.com
张 巧(0371-66370630)
E-mail:120003292@qq.com
王琼霞(0371-66370630)
E-mail:371157227@qq.com

执行美编:张 衡
投稿-答疑信箱:zxsslh_gags@163.com
电话:0371-66370701
网址:www.shuren100.com
智慧支持:河南省教育学会创新教育专业委员会

发行单位:中国邮政集团有限公司河南省报刊发行局
发行范围:国内外公开发行人
国内订阅:全国各地邮局
国内发行代号:36-59
国际订阅:中国国际图书贸易集团有限公司
国际发行代号:C1068
自办订阅:河南教育读物发行总社
订阅热线:0371-67129573
发行服务:河南教育报刊社发行部
服务热线:400-659-7019
淘宝网购:



扫描二维码,订阅方便实惠

出版日期:4月16日
印 制:河南文达印刷公司
(450008 郑州市黄河路124号)
(如有印装问题,请寄该公司调换,
反馈电话13838080644)
广告发布登记证:郑惠济市监广发登字
[2019]002号
广告中心(郑州市教之喻文化传播有限
公司):0371-66327883

目次 Contents

知识篇

知识与拓展

3 化学实验方案的设计与评价知识梳理

王晓波

创新题追根溯源

7 化工工艺流程题中常涉及的考点

李晓峰

演练篇

核心考点 AB 卷

10 高考化学实验专项检测题

雷范军

15 2022年高考理综化学模拟试题 A 卷

谭 杰 叶 兰

19 2022年高考理综化学模拟试题 B 卷

冯存良

本 刊 承 诺

一、提高刊物质量:

1. 努力提高作者层次,坚决杜绝平庸稿。
2. 坚持稿件评审操作流程,严把稿件质量关。
3. 强化编校质量管理,精编细校,不出差错。

二、坚持办刊思路:

1. 高一注重核心考点剖析,强化核心考点训练。
2. 高二注重核心考点剖析,强化核心考点训练。
3. 高三突出专题,强化命题分析和演练。

三、强化服务意识:

1. 与作者密切联系,及时反馈稿件使用情况。
2. 对读者贴心交流,凡有疑难,及时回复。
3. 对杂志订阅周到服务,及时邮寄,方便快捷。

解题篇

高考命题新动向

- 23 湖北省 2021 年普通高中学业水平选择性考试
化学试题解析及备考启示

孟凡盛

经典题突破方法

- 34 化学实验的操作与评价考点归类和解题思路

米 凯 马善恒

核心考点 AB 卷参考答案

- 37 高考化学实验专项检测题参考答案
41 2022 年高考理综化学模拟试题 A 卷参考答案
45 2022 年高考理综化学模拟试题 B 卷参考答案

封面刊名题字:华罗庚

顾问单位:中国数学会 中国物理学会 中国化学会

学术顾问:任子朝 韩家勋 李 勇

委 员:(按拼音排序)

陈进前 戴儒京 狄振山 高慧明 郭统福 何万龄 黄干生 蒋天林
李 伟 李胜荣 李树祥 刘大鸣 孟卫东 施建昌 隋俊礼 王国平
王后雄 王星元 徐汉屏 余永安 袁竞成 张向东 张 援 张北春



封面人物

王晓波, 内蒙古鄂尔多斯市第一中学化学教师、国家二级心理咨询师、生涯规划教育讲师、家庭教育高级指导师。常年辅导学生化学奥林匹克竞赛, 并获得内蒙古自治区园丁奖。参与编著教学辅导图书 3 部, 发表教学论文百余篇。曾到内蒙古、山东、河南、陕西、四川等地学习和讲座, 参与报告 20 余场。

版权声明

本刊所有文字和图片作品, 未经许可, 不得转载、摘编。凡投稿本刊, 或允许本刊登载的作品, 均视为已授权本刊在刊物、增刊、图书上使用, 以及许可本刊授权合作网站(中国知网、万方数据库、维普资讯网等)以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬, 已包含授权费用。作者投稿给本刊即意味着同意上述约定, 如有异议请与本刊签订书面协议。

本社广告中心根据《中华人民共和国广告法》等国家有关法律法规审查及刊登广告, 若广告主有超过广告内容的后续行为, 均与本刊及广告中心无关。

化学实验方案的设计与评价知识梳理



■内蒙古鄂尔多斯市第一中学伊金霍洛校区 王晓波

化学实验方案的设计与评价是高考试题的热点、难点和创新点,更是高三复习备考的侧重点和成绩拔尖的突破口。每一年的复习备考中全国各地的一线备考师生,无不在此驻足,精打细磨、反复推敲和锤炼相关知识,甚至刷题练习、凝练规律和做题模板。本文从以下几点进行归纳总结,供师生借鉴和参考。

1. 实验方案设计的注意问题

(1)药品和仪器是部分给出还是多余。若药品和仪器只部分给出,则应做必要的补充,若多余,则应进行筛选和淘汰。

(2)条件有无特殊要求。如采用最简单或最合理的实验步骤等要求对考虑反应原理、选择药品和装置、确定操作步骤等都做了限定,应高度重视。

(3)实验过程中的隐蔽性操作。如某些必要的干燥、除杂、冷凝等,这些都是实验中必不可少的,往往被忽略。

(4)药品的描述。有些题目要求指出药品的名称,如有些药品的准确描述为硫酸铜粉末、澄清石灰水、酸性高锰酸钾溶液、浓硫酸、饱和碳酸氢钠溶液等,其中的“粉末”“澄清”“酸性”“浓”“饱和”等词不可省略。此外也应注意某些仪器的规格。

(5)其他注意事项。①冷凝回流的问题;②冷却问题;③防止倒吸问题;④具有特殊作用的实验改进装置。如为使分液漏斗中的液体能顺利流出,用橡皮管连接成连通装置;为防止气体从长颈漏斗中逸出,可在发生装置中的漏斗末端套一支小试管等。

2. 实验设计题答题策略

(1)细审题:明确实验目的和原理。实验原理是解答实验题的核心,是实验设计的依据和起点。实验原理可从题干给定的化学情境(或题目所给的实验目的)并结合元素及其

化合物等有关知识获取。在此基础上,遵循可靠性、简洁性、安全性的原则,确定符合实验目的、要求的方案。

(2)想过程:弄清实验操作的先后顺序。根据实验原理所确定的实验方案,确定实验操作的步骤,把握各步实验操作的要点,弄清实验操作的先后顺序。

(3)看准图:分析各项实验装置的作用。有许多综合实验题图文结合,思考容量大。在分析解答过程中,要认真细致地分析图中所示的各项装置,并结合实验目的和原理,确定它们在该实验中的作用。

(4)细分析:得出正确的实验结论。实验现象(或数据)是化学原理的外在表现。在分析实验现象(或数据)的过程中,要善于找出影响实验成败的关键以及产生误差的原因,或从有关数据中归纳出定量公式,绘制变化曲线等。

3. 化学实验评价的五大视角

(1)可行性视角。

只有合理且切实可行的实验方案才有意义。可行性是方案的第一要素,评价方案时应注意从实验原理和操作两个方面分析:

- ①理论上要科学合理;
- ②操作上要简单可行。

(2)经济效益视角。

评价一种实验方案,不仅要科学上判断是否可行,还要从经济效益上考虑是否切合实际。

(3)绿色化视角。

①分析实验药品是否有毒,是否会造成环境污染;

- ②仪器药品是否价格低廉、易得;
- ③反应是否充分,原子经济性是否较强。

(4)安全性视角。

①避免炸裂:受热不均匀、液体倒吸、气

流不畅、易燃气体中混有助燃气体等。

②防污染：有毒尾气未经处理、剩余药品随意丢弃，实验产生的废液肆意倾倒等。

③防失火：点燃或熄灭酒精灯的方法不正确，易燃试剂与明火接触等。

④防吸水：极易水解、吸水性强（潮解）的物质未密封保存或与潮湿空气接触，大量吸水导致液体溢出或反应变质等。

(5)规范性视角。

- ①仪器的安装与拆卸；
- ②试剂添加的顺序与用量；
- ③加热的方式方法和时机；
- ④仪器的查漏，气密性检验；
- ⑤温度计的规范使用，水银球的位置；
- ⑥实验数据的读取；
- ⑦冷却、冷凝的方法等。

4. 实验数据统计与整理的一般方法

(1)数据的表格化。

①根据实验原理确定应记录的项目：所测的物理量。

②注意数据的有效数字、单位及必要的注解。

③设计好的表格要便于数据的查找、比较，便于数据的计算和进一步处理，便于反映数据间的关系。

(2)数据的图像化。

图像化是用直线图或曲线图对化学实验结果进行处理的一种简明化形式，适用于一个量的变化引起另一个量的变化的情况。图像化的最大特点是直观、明了。

5. 实验数据筛选与处理策略

对实验数据筛选的一般方法和思路为“五看”：一看数据是否符合测量仪器的精确度，如用托盘天平测得的质量的精确度为0.1 g，若精确度值超过了这个范围，说明所得数据无效；二看数据是否在误差允许范围内，若所得的数据明显超出误差允许范围，要舍去；三看反应是否完全，是否少量或者过量的反应物作用下所得的数据，只有完全反应时所得的数据才能应用；四看所得数据的测量环境是否一致，特别是气体体积，只有在温度、压强一致的情况下才能进行比较、运算；

五看数据测量过程是否规范、合理，错误和违反测量规则的数据要舍去。

6. 实验数据综合分析策略

解决这类试题的关键是如何用好、选好数据。一般方法是比较数据，转变物质，分析利弊，确定实验数据处理方案。

例题 Na_2O_2 是常用的强氧化剂，CO 和 H_2 是常用的还原剂。某学习小组以“探究过氧化钠能否氧化 CO、 H_2 ”为目标开展下列研究：

【提出假设】假设 1：过氧化钠只氧化 CO。

假设 2：过氧化钠只氧化 H_2 。

假设 3：_____。

【查阅资料】赤热的焦炭能与水蒸气反应生成 CO 和 H_2 ，同时 CO 与水蒸气在高温下反应生成少量的 CO_2 。

【设计实验】学习小组的同学根据实验目标设计如图 1 所示实验（假设装置中药品都充足）。

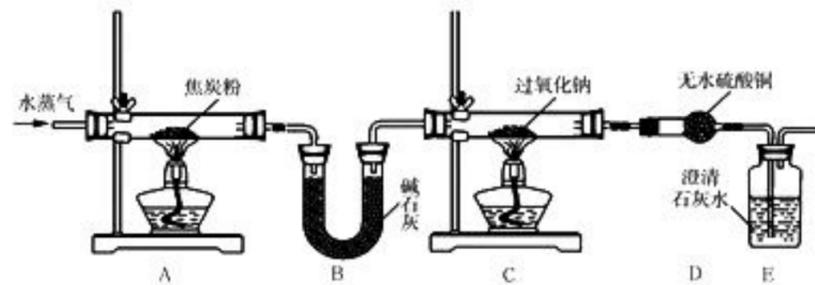


图 1

主要实验步骤：

- ①连接装置并检查装置气密性；
- ②点燃 A 处酒精灯，缓慢通入水蒸气，待装置内空气排尽后，点燃 C 处酒精灯；
- ③浅黄色的过氧化钠熔融完全变白色时，熄灭 C 处酒精灯；
- ④继续通入水蒸气至 C 处玻璃管冷却，停止通水蒸气并熄灭 A 处酒精灯。

实验过程中，无水硫酸铜没有变蓝色，澄清石灰水没有变浑浊。

【问题探究】(1)上述方案有不足之处，请你提出修改建议：_____。B 装置的作用是_____。

(2)确认步骤②“装置内空气排尽”的操作是_____。

(3)预测 C 处玻璃管里可能发生的化学反应,写出反应的化学方程式:_____。

(4)实验室提供如下试剂:酚酞溶液、氯化钡溶液、澄清石灰水、盐酸、硝酸银溶液、硫酸铁溶液、硫酸铜溶液。

请你设计实验方案确认 C 处玻璃管里白色固体的成分并填写实验报告(如表 1,可以补充,也可以不填满)。

表 1

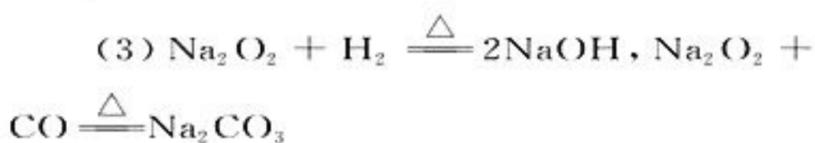
实验步骤	实验操作	实验现象和结论
1		
2		
3		

【应用拓展】设计一个简单实验确认白色固体中是否含有过氧化钠:_____。

参考答案:【提出假设】过氧化钠既能氧化 CO,又能氧化 H₂。

【问题探究】(1)在 E 装置后的导管处接一个气球(或放一盏点燃的酒精灯)吸收 CO、H₂ 混合气体中的水蒸气和二氧化碳

(2)在 E 处收集一试管气体,点燃,若气体安静燃烧或有轻微的爆鸣声,证明装置内空气已排尽



(4)如表 2。

表 2

实验步骤	实验操作	实验现象和结论
1	取少量白色固体溶于水,加入足量的氯化钡溶液	若产生白色沉淀,则说明白色固体中含有碳酸钠;若无现象,则说明白色固体中不含碳酸钠
2	在第 1 步的上层清液中滴加酚酞溶液	若溶液变红色,则说明白色固体中含有氢氧化钠;否则,不含氢氧化钠

【应用拓展】取少量白色固体溶于水,无气泡产生,则说明白色固体中不含过氧化钠(或向溶液中滴加酚酞溶液,若红色不褪色,则说明白色固体中不含过氧化钠,否则白色固体中含过氧化钠)

解析:Na₂O₂ 具有强氧化性,能氧化 H₂、

CO 中的一种或者两种,据此可提出假设 3。

(1)根据题给资料知,焦炭与水蒸气反应生成 CO、H₂ 和少量 CO₂,由于 CO₂ 和水蒸气都能与过氧化钠反应,故在 H₂ 和 CO 与过氧化钠反应之前必须除去水蒸气和 CO₂;如果装置空气不排出,空气中的 O₂ 与 H₂、CO 反应可能发生危险,并干扰实验。

(2)收集尾气验纯,可以确认装置内空气是否排尽。

(3)由于澄清石灰水没有变浑浊,无水硫酸铜没有变蓝色,说明 C 中反应无 CO₂、H₂O 生成,过氧化钠由浅黄色变成白色粉末,说明发生了化学反应,可能是 CO、H₂ 或 CO 和 H₂ 与过氧化钠发生了反应。

(4)证明白色固体是否含碳酸钠、氢氧化钠,不能用澄清石灰水检验碳酸钠,用澄清石灰水会引入 OH⁻,干扰氢氧化钠的检验。

根据 Na₂O₂ 能与 H₂O 反应或利用 Na₂O₂ 具有漂白性可设计出检验 Na₂O₂ 是否存在的实验方案。

错因分析:对于实验设计类的题目,一些考生不能正确结合实验目的和实验步骤,导致假设 3 无法写出,容易考虑不全面导致实验设计不合理。

秒杀技巧:方案评价题的基本流程:原理→反应物质→仪器装置→现象→结论→作用或意义→联想。

变式训练:硫酸亚铁铵[(NH₄)₂Fe(SO₄)₂]是分析化学中的重要试剂,在不同温度下加热分解产物不同。设计如图 2 所示实验装置(夹持装置略去),在 500 °C 时隔绝空气加热装置 A 中的硫酸亚铁铵至分解完全,确定分解产物的成分。

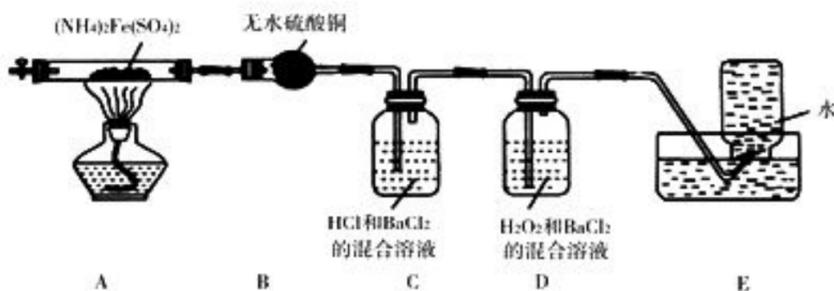


图 2

(1)装置 B 的作用是_____。

(2)实验中,观察到装置 C 中无明显现

象,装置 D 中有白色沉淀生成,可确定产物中一定有___气体产生,写出装置 D 中发生反应的离子方程式:___。若去掉装置 C,是否能得出同样结论并解释其原因___。

(3)装置 A 中固体完全分解后变为红棕色粉末,某同学设计实验验证固体残留物仅为 Fe_2O_3 ,而不含 FeO ,请完成表 3 中内容(试剂、仪器等自选)。

表 3

实验步骤	预期现象	结论
取少量装置 A 中残留物于试管中,加入适量稀硫酸,充分振荡使其完全溶解:___	___	固体残留物仅为 Fe_2O_3

(4)若装置 E 中收集到的气体只有 N_2 ,其物质的量为 $x \text{ mol}$,固体残留物 Fe_2O_3 的物质的量为 $y \text{ mol}$,装置 D 中沉淀的物质的量为 $z \text{ mol}$,根据氧化还原反应的基本规律推断, x 、 y 和 z 应满足的关系为___。

(5)结合上述实验现象和相关数据的分析,写出硫酸亚铁铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2]$ 在 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 时隔绝空气加热完全分解的化学方程式:___。

答案:(1)检验产物中是否有水生成

(2) SO_2 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}^+$ 否,若产物中有 SO_3 也会有白色沉淀生成

(3)将溶液分成两份,分别滴加高锰酸钾溶液、KSCN 溶液 若高锰酸钾溶液不褪色,加入 KSCN 溶液后变红

(4) $3x + y = z$

(5) $2(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \xrightarrow{500\text{ }^\circ\text{C}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{SO}_2 \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$

解析:(1)硫酸亚铁铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2]$ 在 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 时隔绝空气加热分解,H、O 结合有水生成,故装置 B 的作用是检验产物中是否有水生成。

(2)装置 C 中 BaCl_2 溶液的作用是为了检验分解产物中是否有 SO_3 气体生成,若含有该气体,会生成硫酸钡白色沉淀,观察到的现象为溶液变浑浊,但该装置中没有明显现象,可知产物中没有 SO_3 气体生成;装置 D

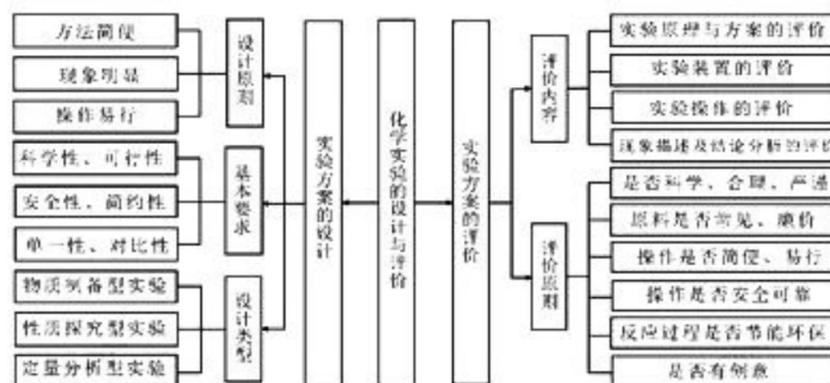
中有白色沉淀,说明产物中有 SO_2 气体生成,通入过氧化氢发生氧化还原反应,生成的硫酸和氯化钡反应生成硫酸钡沉淀,反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}^+$,若去掉装置 C,如果产物中有 SO_3 ,也会有白色沉淀生成,不能得出有 SO_2 而无 SO_3 的结论。

(3)根据 Fe^{2+} 的还原性,可以用高锰酸钾溶液检验,依据 Fe^{3+} 与 KSCN 溶液反应后变红可检验 Fe^{3+} 的存在,方法为取少量装置 A 中残留物于试管中,加入适量稀硫酸,充分振荡使其完全溶解,将溶液分成两份,分别滴加高锰酸钾溶液、KSCN 溶液(或依次滴加 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 溶液、KSCN 溶液或其他合理答案)并振荡,若高锰酸钾溶液不褪色,且加入 KSCN 溶液后变红(或加入 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 溶液无现象,加入 KSCN 溶液后变红,或其他合理答案),则残留物仅为 Fe_2O_3 而不含 FeO 。

(4)若产物中有氮气生成,则失去电子的元素是 Fe 和 N,得到电子的元素是 S, $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2]$ 分解,装置 E 中生成 $x \text{ mol N}_2$,失去电子的物质的量是 $6x \text{ mol}$,生成 $y \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$,失去电子的物质的量是 $2y \text{ mol}$,装置 D 中沉淀的物质的量为 $z \text{ mol}$,即生成的二氧化硫的物质的量是 $z \text{ mol}$,则得电子的物质的量是 $2z \text{ mol}$,根据得失电子守恒, $6x + 2y = 2z$ 即 $3x + y = z$ 。

(5)结合上述实验现象和相关数据的分析,硫酸亚铁铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2]$ 在 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 时隔绝空气加热完全分解的化学方程式为 $2(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \xrightarrow{500\text{ }^\circ\text{C}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{SO}_2 \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$ 。

化学实验方案的设计与评价:



(责任编辑 谢启刚)

化工工艺流程题中常涉及的考点

宁夏回族自治区固原市第一中学 李晓峰(正高级教师)

一、化工工艺流程中常涉及的考点及命题角度

化学工艺流程题是将化工生产中的生产流程用框图形式表示出来,并根据生产流程中有关的化学知识步步设问;试题贴近现实,体现化学的时代特色,从化学视角观察社会、科学、生活,强调将化学知识应用于生产、生活实践的意识;聚焦时代主题,弘扬核心价值,关注化学学科最新发展,用化学知识解决实际问题。常以现代工业生产为基础,与化工生产成本、产品提纯、环境保护等相融合,考查物质的制备、检验、分离提纯等基本实验原理在化工生产中的实际应用,要求考生依据流程图分析原理,紧扣信息,抓住关键,准确答题。这类试题具有较强的实用性和综合性,也是近几年高考化学命题的必考题型,主要考查物质的制备和提纯的工艺流程,一般以流程图为信息背景,以物质的性质、转化、分离等为考查点,其中涉及元素及其化合物的性质、离子反应、氧化还原反应、电池反应、化学平衡等。流程中近几年的高考命题角度主要有:①化学反应方程式(离子方程式)的书写;②原料的处理方法,改变反应速率及平衡移动的措施等;③实验基本操作,如加热、过滤、结晶、洗涤等;④应用化学反应原理分析问题;⑤常见离子的检验(Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 、 AlO_2^- 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 等);⑥计算问题(产率、样品纯度、 K_{sp} 、pH、沉淀离子浓度等)。

二、化工工艺流程中常涉及的总体化工生产流程路线图



三、化工工艺流程常涉及的化学基本理论、原理及化学思想

1. 元素及其化合物:物质转化及反应。
2. 沉淀溶解平衡原理的相关应用:形成沉淀时所需某种离子的最小浓度、沉淀转化的条件或溶度积常数的应用及 pH。
3. 反应速率及化学平衡、电离平衡原理在实际生产中的应用:(1)反应速率的控制;(2)化学平衡移动;(3)化学平衡常数的应用;(4)反应条件的控制。
4. 氧化还原反应规律:强弱律、守恒律、优先律及氧化还原化学方程式(或离子方程式)的书写或有关计算。
5. 盐类水解平衡原理的具体应用:水解规律和水解反应的控制(抑制或促进),及水解反应方程式(或离子方程式)的书写。
6. 绿色化学思想:物质的循环使用;副产物的回收与利用;原子利用率,能量充分利用;对“三废”的处理与利用。
7. 实验基本操作:(1)原料处理;(2)物质分离、提纯(过滤、分馏、萃取、酸化、沉淀、转化、氧化等)。
8. 反应条件的控制:温度、压强、催化剂、原料配比、pH、溶剂等。

四、化工工艺流程常涉及的指导思想

- ①所得产品更纯;
- ②产品产率更高;
- ③速率更快;
- ④来源更广泛;
- ⑤原料利用率更高;
- ⑥工艺流程更环保。

五、化工工艺流程中常涉及的操作名词及主要目的

1. 研磨:主要是为了增大反应物的接触面积,加快反应速率,提高原料利用率。
2. 焙烧:主要是为了高温下使固体原料氧化或分解、反应或改变结构。(注:有时条件为灼烧或煅烧)
3. 浸出:固体加入水或酸溶解得到离子。
(1)水浸:指使可溶性的有用成分从固体原料混合物中转移到溶液中,水浸时常采用

加热和搅拌操作使指定物质尽可能多或尽可能快地溶解于溶液中。

(2)酸浸:指在酸溶液中反应使金属、金属氧化物或盐溶解转化为可溶于水的物质进入溶液,不溶物通过过滤除去的过程。通常在电镀、搪瓷、轧制等工艺的前处理或中间处理,或调节 pH 抑制水解。

(3)碱浸:除去油污、溶解酸性氧化物(如二氧化硅)、铝及其氧化物,调节 pH 促进水解(形成沉淀);对于非金属矿物,通常用稀醇溶液浸取,水中加入乙醇主要是为了降低溶剂的极性,提高非金属单质的溶解程度。

(4)酸洗:通常指清洁金属表面的一种方法。一般指将制件浸入硫酸等的水溶液,以除去金属表面的氧化物等薄膜。

4. 煮沸:除去溶解在溶液中的气体(如氧气);促进水解,聚沉后利于过滤分离;趁热过滤,减少结晶损失,提高纯度。

5. 结晶:注意不同类型结晶时的操作表述。

(1)当溶液是单一溶质时:①所得晶体不带结晶水(如 NaCl、KNO₃)时采用蒸发,结晶;②所得晶体含结晶水(如 CuSO₄·5H₂O)时采用蒸发浓缩,冷却结晶,过滤。

(2)当溶液中有两种或以上溶质时:①要得到溶解度受温度影响小的溶质,采用浓缩(结晶),趁热过滤;②要得到溶解度受温度影响大的,采用蒸发浓缩,冷却结晶,过滤。

6. 过滤:过滤是为了得到产品或除去杂质,在除杂时,有些产品在温度较低时会结晶析出,从而混在杂质中,造成损失,所以“趁热”是为了让产品溶解,防止其结晶析出,因此回答趁热过滤的目的时可从这两方面回答:一是提高纯度,二是减少结晶损失。

7. 洗涤:

(1)水洗:通常是为了除去水溶性杂质,适用于不溶于水的固体物质或液体物质的洗涤。

(2)冰水洗涤:通常是为了洗去晶体表面的杂质离子,并减少晶体在洗涤过程中的溶解损耗。

(3)有机物(乙醇)洗涤:通常是为了减少

晶体在洗涤过程中的溶解损失,同时便于固体的干燥。

注意:①洗涤沉淀的方法:向漏斗中加入蒸馏水至浸没沉淀,等水自然流下后,重复以上操作 2~3 次。②判断沉淀是否洗涤干净的方法:取少量最后一次洗涤液于试管中,向其中滴入某试剂,若产生某现象,则沉淀洗涤干净。

六、化工工艺流程中常涉及的化工生产条件的选择

化工生产选择适宜条件的目的是尽可能加快反应速率和提高反应进行的程度,依据外界条件对化学反应速率和化学平衡影响的规律确定,其原则是:

(1)控制用量:对可逆反应,增大某种反应物浓度,提高反应速率和转化率。故生产中通常将廉价易得的原料适当过量,以提高另一原料的利用率。

(2)控制压强:改变速率,影响平衡。对气体分子数减少的反应,增大总压强使平衡向增加生成物的方向移动。但压强太大,动力消耗、设备要求等成本均增高,所以必须综合考虑。

(3)控制温度:根据需要升温或降温,改变反应速率或使平衡向需要的方向移动。对放热反应,升温能提高反应速率,但转化率降低,若温度太低,反应速率又太慢,故需使用适当的催化剂,选择催化剂活性较强时对应的温度。对吸热反应,升温能加快反应速率,又能提高转化率,但要避免反应物或生成物的过热分解。

(4)使用合适的催化剂:加快反应速率,缩短达到平衡所需要的时间。使用催化剂可大大提高反应速率且不影响化学平衡,但使用时必须注意其活性温度范围,且防止催化剂“中毒”。

(5)调节溶液的 pH:常用于使某些金属离子形成氢氧化物沉淀。注意调节 pH 时所需的物质一般应满足两点:①能与 H⁺ 反应,使溶液 pH 变大;②不引入新杂质。例如若要除去 Cu²⁺ 中混有的 Fe³⁺ 即可加入 CuO、Cu(OH)₂ 或 Cu₂(OH)₂CO₃

等物质来调节溶液的 pH,不可加入 NaOH 溶液、氨水等。

(6)外界条件中的温度还可以从以下几个方面来考虑:

①防止副反应的发生。②使化学平衡移动;控制化学反应的方向。③控制反应速率;使催化剂达到最大活性。④趁热过滤;减少溶质因降温而结晶析出。⑤升温:促进溶液中的气体逸出,使某物质达到沸点挥发。⑥加热煮沸:促进水解,聚沉后利于过滤分离。⑦若题中要求温度控制在具体的一个温度范围内(可用水浴或油浴来控制),一般有以下几个目的:a.防止某种物质温度过高时会分解或挥发,也可能是为了使某物质达到沸点挥发出来,具体问题要具体分析。b.使催化剂的活性达到最高。c.防止副反应的发生。d.对于一些工艺来说,降温或减压:防止物质高温分解或挥发;都可以减少能源成本,降低对设备的要求,达到绿色化学的目的。

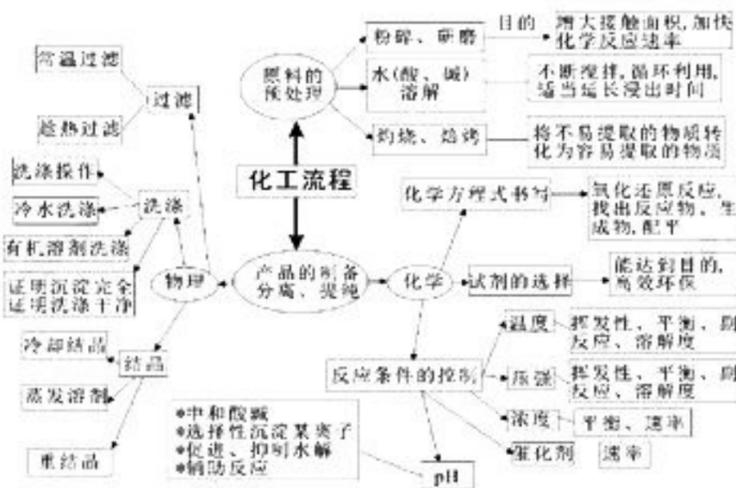
(7)在空气中或在其他气体中进行的反应或操作:要考虑 O_2 、 H_2O 、 CO_2 或其他气体是否参与反应或能否达到隔绝空气,防氧化、水解、潮解等目的。

(8)蒸发、反应时的气体氛围:为抑制某离子的水解,如加热蒸发 $AlCl_3$ 溶液时,为获得 $AlCl_3$ 需在 HCl 气流中进行。

七、化工工艺流程中常涉及的解题方法及策略

明确整个流程及每一部分的目的→仔细分析每步发生的反应及得到的产物→结合基础理论与实际问题思考→注意答题的模式与要点。①浏览全题,确定该流程的目的——由何原料获得何产物(副产物),对比原料和产物;②了解流程以外的文字描述、表格信息、后续设问中的提示性信息,并在下一步分析和解题中随时进行联系和调用;③解析流程并思考:从原料到产品依次进行的化学反应、利用的原理(如:氧化还原、溶解度、溶液中的平衡)、每一步操作进行的最佳程度、每一步除目标物质外还有什么杂质或副产物、杂质或副产物如何除去等。

八、化工工艺流程中常涉及的解题方法思维导图



例题 用粗锌(含少量铁等杂质)与稀硫酸反应制氢气,其废液中含有大量的硫酸锌。同学们用制氢气的废液来制取皓矾(化学式为 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$),并探究其性质。

(1)制备皓矾其实验流程如下所示:



已知:氢氧化物沉淀的 pH 范围(见表 1)。

表 1

氢氧化物	$Fe(OH)_3$	$Fe(OH)_2$	$Zn(OH)_2$
开始沉淀 pH	2.7	7.6	5.7
完全沉淀 pH	3.7	9.6	8.0

请回答下列问题:

①加入的试剂 a,供选择的试剂有:氨水、 $NaClO$ 溶液、20%的 H_2O_2 、浓硫酸、浓硝酸等,应选用____,其理由是_____。

②加入的试剂 b,供选择的试剂有:锌粉、 ZnO 、 $Zn(OH)_2$ 、 $ZnCO_3$ 、 $ZnSO_4$ 等,应选用____,其理由是_____。

③从晶体 1→晶体 2,该过程的名称是_____。

④在得到皓矾时,向晶体中加入少量酒精洗涤而不用水洗涤的原因是_____。

(2)探究皓矾的性质。

⑤称取 28.7 g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$,研细后置于坩埚中小心加热,残留固体质量与温度的对应数据如表 2 所示。

表 2

温度($^{\circ}C$)	60	240	930	1 000
残留固体质量(g)	19.7	16.1	8.1	8.1

则 1 000 $^{\circ}C$ 时加热皓矾的反应方程式为_____。

高考化学实验专项检测题

■广东省佛山市高明区教师发展中心 雷范军

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12

O 16 Na 23 S 32 Cl 35.5 Fe 56

Ba 137

一、选择题:本题共 14 个小题,每小题 3 分,共 42 分,在每小题给出的四个选项中,只有一项符合题目要求。

1. 下列实验操作正确的是()。

A. 使用容量瓶之前,进行检漏、水洗和润洗

B. 分离 CCl_4 和水,将水从分液漏斗下口放出

C. 配制银氨溶液时,向硝酸银溶液逐滴加入氨水

D. 标准盐酸溶液滴定待测氨水,用酚酞作指示剂

2. 下列说法正确的是()。

A. 液溴需贮存在带橡胶塞的棕色细口瓶中,并进行水封

B. 洗净的滴定管和容量瓶应放入烘箱中烘干

C. 可以将高锰酸钾固体和无水乙醇放在一个药品柜里保存

D. 滴定接近终点时,滴定管的尖嘴可以接触锥形瓶内壁

3. 利用图 1 所示装置,可完成对应实验的是()。

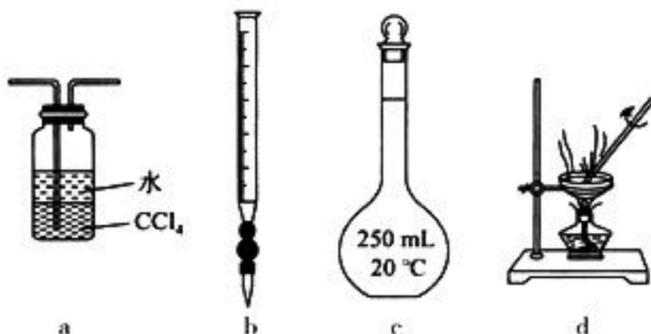


图 1

A. 图 1 a: 除 NH_3 尾气并防倒吸

B. 图 1 b: 量取 15.00 mL 酸性高锰酸钾溶液

C. 图 1 c: 配制 250 g 10% 氯化钠溶液

D. 图 1 d: 将氯化铵溶液蒸干制氯化铵晶体

4. 下列除杂试剂选取不合理的是()。

选项	物质(括号内为杂质)	所用试剂
A	FeCl_3 溶液(Fe^{2+})	Cl_2
B	Cl_2 (HCl)	饱和 NaCl 溶液
C	C_2H_4 (C_2H_2)	H_2
D	乙酸乙酯(乙酸)	饱和 Na_2CO_3 溶液

⑥取少量 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 配成溶液,向其中逐滴加入 NaOH 溶液,发现先产生白色沉淀后又逐渐溶解。查资料得知 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 具有两性,则 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 溶于 NaOH 溶液的离子方程式为_____。

解析:在废液中加入 20% 的 H_2O_2 , 将其中的 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 由于 H_2O_2 被还原后的产物是 H_2O , 能避免引入新的杂质。将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 后, 向溶液中加入 ZnO 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 或 ZnCO_3 , 用于调节溶液的 pH 为 3.7~5.7, 使 Fe^{3+} 全部转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 同时能避免 Zn^{2+} 损失和引入其他杂质。从晶体 1→晶体 2 的操作目的是进一步提高所得晶体的纯度, 该操作过程的名称为重结晶。在得到皓矾后, 向晶体中加入少量酒精洗涤而不用水洗涤的原因是防止晶体在水中

大量溶解而影响产率, 用酒精洗涤可以冲洗掉晶体表面的杂质离子。

答案:(1) ① 20% 的 H_2O_2 将废液中的 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 同时避免引入新的杂质

② ZnO [$\text{Zn}(\text{OH})_2$ 或 ZnCO_3] 调节溶液的 pH 为 3.7~5.7, 使 Fe^{3+} 全部转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 同时避免 Zn^{2+} 的损失和引入其他杂质

③ 重结晶

④ 为了冲洗掉晶体表面的杂质离子, 同时防止晶体溶解, 从而影响产率

(2) ⑤ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{1000\text{ }^\circ\text{C}} \text{ZnO} + \text{SO}_3 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O} \uparrow$

⑥ $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

(责任编辑 谢启刚)

5. 用下列装置进行实验,能达到目的的是()。

A	B	C	D
验证浓硫酸的吸水性	制备溴苯	证明非金属性 Cl > C > Si	制备并收集 NH ₃

6. 用下列实验装置能达到相关实验目的的是()。

选项	A	B	C	D
实验装置				
实验目的	用 NaOH 标准液滴定盐酸(锥形瓶中)	除去 CO ₂ 气体中混有的 HCl 杂质	由 CuSO ₄ 溶液制取胆矾	检查装置气密性

7. 实验室制备苯甲酸乙酯,装置如图 2 所示,原理是在环己烷中发生如下反应: $C_6H_5COOH + C_2H_5OH \xrightarrow[\Delta]{浓硫酸} C_6H_5COOC_2H_5 + H_2O$ 。已知:环己烷沸点为 80.8 °C,可与水形成共沸物,其混合物沸点为 62.1 °C。下列说法错误的是()。

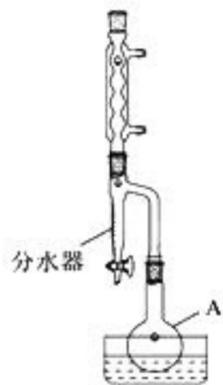


图 2

- A. 水浴加热具有受热均匀,便于控制温度的优点
- B. 加入的环己烷可提高苯甲酸乙酯产率
- C. 向仪器 A 中加药品顺序:苯甲酸、浓硫酸、无水乙醇、环己烷
- D. 反应后向 A 中的溶液加入碳酸钠以除去硫酸和剩余的苯甲酸

8. 用图 3 所示实验装置进行有关实验,能达到实验目的的是()。

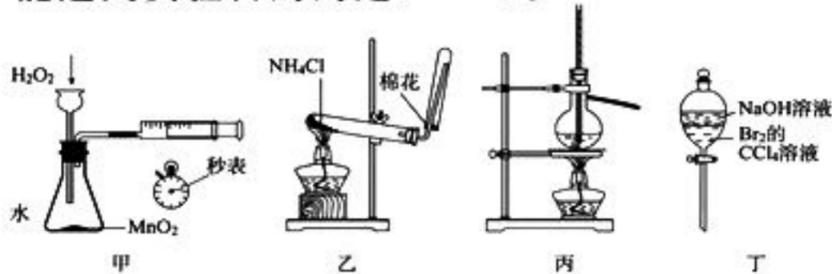


图 3

- A. 用甲装置定量测定化学反应速率
- B. 用乙装置加热 NH₄Cl 固体制取少量氨气

C. 用丙装置分离甲醇(沸点 64.7 °C)与水的混合物

D. 用丁装置除去溶在 CCl₄ 中的 Br₂

9. 某小组按图 4 所示装置探究氯气和双氧水的反应。将注射器中的浓盐酸注入试管中,在盛有 NaOH 溶液的试管中收集到无色气体,该气体可以使带火星的木条复燃。下列说法错误的是()。

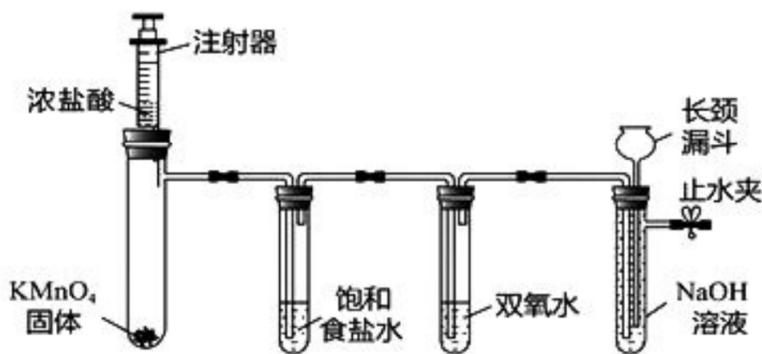


图 4

- A. 饱和食盐水的作用是除去氯气中的 HCl
- B. NaOH 溶液不可用水代替
- C. 由反应 $H_2O_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + O_2$ 可证明非金属性: Cl > O
- D. 仅根据此实验现象无法证明一定是氯气氧化了 H₂O₂

10. 根据下列实验操作和现象所得到的结论正确的是()。

选项	操作和现象	结论
A	向久置的 Na ₂ O ₂ 粉末中滴加过量的盐酸,产生无色气体	Na ₂ O ₂ 未变质
B	向碘水中加入少量四氯化碳,振荡后静置,上层接近无色,下层显紫红色	碘在 CCl ₄ 中的溶解度大于在水中的溶解度
C	向过量铁粉中加入一定量的稀硝酸,充分反应后向溶液中滴加 KSCN 溶液,溶液未变成红色	氧化性: Fe ³⁺ > 稀硝酸
D	向久置的 Na ₂ SO ₃ 溶液中滴加 BaCl ₂ 溶液,出现白色沉淀	该白色沉淀为 BaSO ₄

11. 实验小组设计如下页图 5 所示装置,验证 SO₂ 性质,对实验现象分析不正确的

是()。

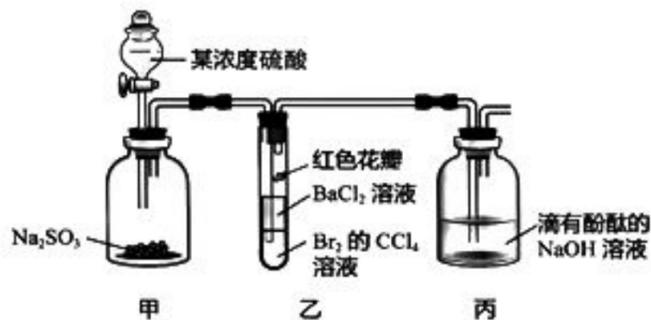


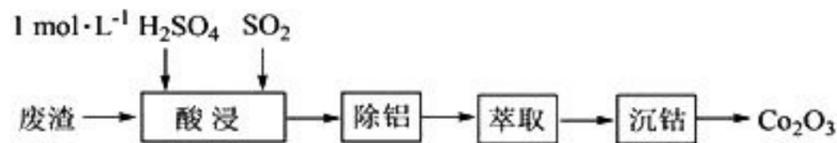
图 5

- A. 甲中制备 SO₂, 利用了硫酸的强氧化性
- B. 乙中红色花瓣褪色, 说明 SO₂ 具有漂白性
- C. 丙中溶液红色变浅, 说明 SO₂ 能与碱溶液反应
- D. 若验证 SO₂ 具有还原性, 可在甲、乙装置间增加盛有饱和 NaHSO₃ 溶液的洗气瓶

12. 下列对相关实验的解释或结论正确的是()。

选项	操作与现象	解释与结论
A	取少量某钾盐固体, 加入足量盐酸, 产生使澄清石灰水变浑浊的无色气体	钾盐一定是 K ₂ CO ₃ 或 KHCO ₃
B	将几滴浓硝酸滴到鸡皮上, 一段时间后, 鸡皮变黄	脂肪发生颜色反应
C	向盛有 Fe(NO ₃) ₂ 溶液试管中滴入稀硫酸, 管口出现红棕色气体	酸性条件下 Fe ²⁺ 将 NO ₃ ⁻ 还原为 NO, 遇空气变为 NO ₂
D	将 SO ₂ 气体通入棕黄色 FeCl ₃ 溶液中, 溶液变为浅绿色	SO ₂ 具有漂白性

13. 以含钴废渣(主要成分为 CoO、Co₂O₃, 还含有 Al₂O₃、ZnO 等杂质)为原料制备 Co₂O₃ 的一种实验流程如下。



下列与流程相关的装置(见图 6)和原理能达到实验目的的是()。

- A. 用装置甲制备“酸浸”所需的 SO₂
- B. 用装置乙配制“酸浸”所需的 1 mol · L⁻¹ H₂SO₄ 溶液
- C. 用装置丙过滤“沉钴”所得悬浊液
- D. 用装置丁灼烧 CoCO₃ 固体制 Co₂O₃

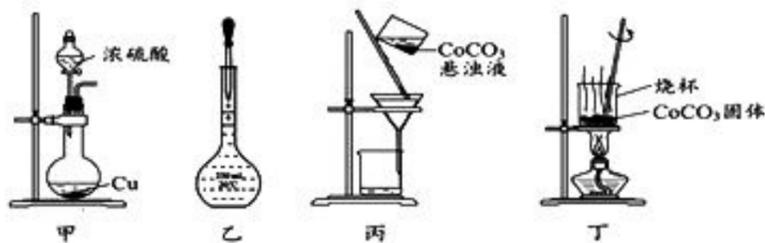


图 6

14. 证据推理是化学学科重要的核心素养。由下列实验现象推出的结论正确的是()。

选项	实验	现象	结论
A	某溶液中滴加 K ₃ [Fe(CN) ₆] 溶液	产生蓝色沉淀	原溶液中有 Fe ²⁺ , 无 Fe ³⁺
B	① 某溶液中加入 Ba(NO ₃) ₂ 溶液 ② 再加足量盐酸	① 产生白色沉淀 ② 仍有白色沉淀	原溶液中一定有 SO ₄ ²⁻
C	向含有 ZnS 和 Na ₂ S 的悬浊液中滴加 CuSO ₄ 溶液	生成黑色沉淀	K _{sp} (CuS) < K _{sp} (ZnS)
D	将 NaAlO ₂ 溶液与 NaHCO ₃ 溶液混合	有白色絮状沉淀生成	AlO ₂ ⁻ 结合质子的能力强于 CO ₃ ²⁻

二、本大题共有 4 个小题, 共 58 分。请按题目要求作答。

15. (15 分) 某化学兴趣小组探究 84 消毒液(含 10.5% NaClO 和少量 NaOH) 与 75% 医用酒精能否反应, 进行如图 7 所示实验:

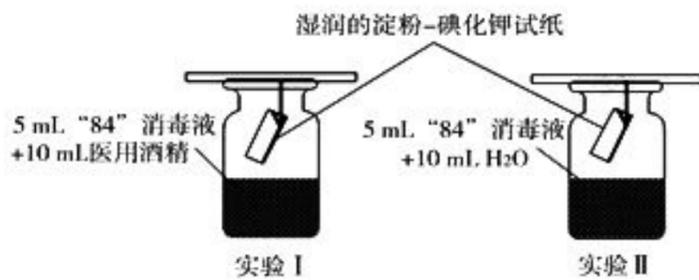


图 7

(1) 将 25 mL 无水乙醇配成 75% 医用酒精, 图 8 所示仪器中不需要使用的有() (填名称)。



图 8

(2) 实验 I 的淀粉-碘化钾试纸在 3 min 时变蓝, 21 min 后蓝色褪去, 实验 II 则在 8 min 时变蓝, 49 min 后褪色。

① 实验中, 使淀粉-碘化钾试纸变蓝的物质是____, 而后碘被____(填“氧化”或“还原”)导致蓝色褪去。

② 对比实验 I 和实验 II 的现象可以说明乙醇被 NaClO 氧化, 理由是_____。

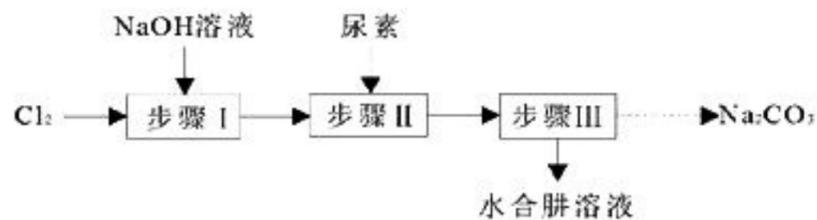
③ 实验过程测得实验 I 中混合溶液的 pH 由 12.38 逐渐增大至 12.80, 说明乙醇与 NaClO 反应可能生成_____。

(3) 为了测定“84”消毒液与医用酒精 1:1 反应后溶液中剩余 NaClO 含量: 取 5.00 mL 反应后溶液(密度约 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$)于锥形瓶中, 加入过量 KI 溶液和适量硫酸, 在冷暗处静置 4~5 min 后, 再加入少量淀粉指示剂, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准液滴定, 消耗标准液体积为 14.80 mL。

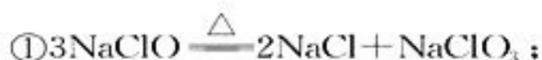
① 滴定前, 将锥形瓶置于“冷暗处”的目的是____, 写出 NaClO 与 KI 反应的离子方程式:_____。

② 滴定终点溶液的颜色是____, “84”消毒液与医用酒精 1:1 反应后溶液中 NaClO 的质量分数为____(结果保留 3 位有效数字; $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$)。

16. (14 分) 水合肼($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)是一种重要的化工原料, 工业上用尿素 [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$]、NaOH 和 NaClO 溶液反应制备水合肼的实验流程如下。据此某化学兴趣小组设计了下列实验制备 $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。



查阅资料:



② $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 易溶于水, 熔点为 -40°C , 沸点为 118°C , 具有强还原性, 能与 NaClO 剧烈反应生成 N_2 ; 属于二元弱碱, 在空气中可吸收 CO_2 而产生烟雾。

[实验一] 制备 NaClO 溶液(装置如图 9)。

回答下列问题:

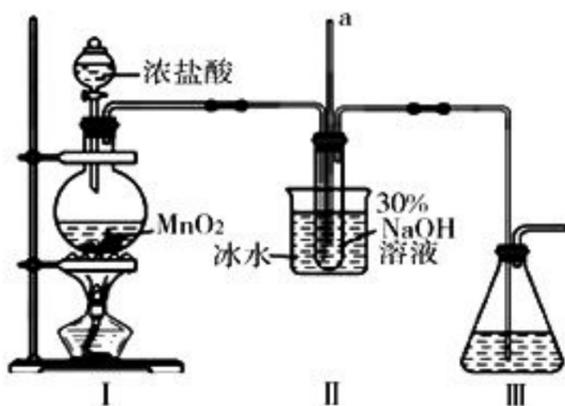


图 9

(1) 盛装浓盐酸仪器的名称是____, 加入实验药品之前必须进行的操作是_____。

(2) 装置 II 中为了提高 NaClO 的产率, 用冰水浴控制温度在 30°C 以下, 其主要原因是_____。

(3) 装置 III 的作用是_____。

[实验二] 制备水合肼(装置如图 10)。

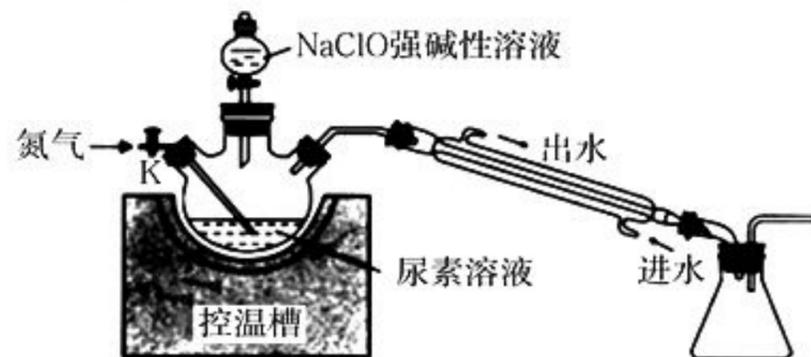


图 10

(4) 装置中的直形冷凝管____(填“能”或“不能”)用球形冷凝管代替。

(5) 三颈烧瓶中生成水合肼的化学反应方程式为_____。

(6) 滴加 NaClO 溶液时不能过快、过多的原因是_____。

(7) 有同学认为该实验收集装置有缺陷, 请你写出改进措施:_____。

17. (14 分) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ (三氯六氨合钴) 是一种重要的化工产品, 常用于合成其他 Co(III) 配合物。以下是一种制备三氯六氨合钴的实验方法, 回答下列问题:

I. 氯化钴的制备。

已知氯化钴(CoCl_2)易潮解, Co(III) 的氧化性强于 Cl_2 , 可用高熔点金属钴与氯气反应制取。实验室提供下列装置(如下页图 11)进行组合(连接用橡胶管省略):

(1) 盛放碱石灰的仪器名称是____。用上



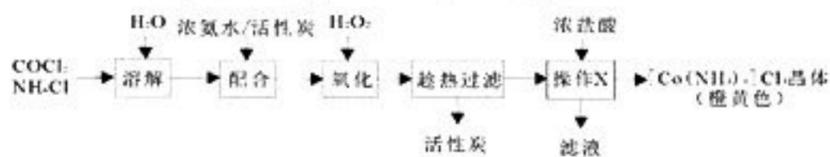
图 11

图中的装置组合制备氯化钴,连接顺序为:A→_____。

(2)装置 A 产生氯气的化学方程式为_____。

(3)用正确的连接装置进行实验,D 的作用是_____。

II. 三氯六氨合钴晶体的制备(流程如下)。



(4)“氧化”应控温在 60 °C 进行,控温方式可采取_____。“操作 X”包括冷却结晶、过滤,并依次用少量冷的稀盐酸和无水乙醇对晶体进行洗涤,无水乙醇洗涤的目的是_____。

(5)制备 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 总反应的化学方程式为_____。反应中活性炭的作用是(填标号)_____。

- a. 脱色剂
- b. 氧化剂
- c. 还原剂
- d. 催化剂

18. (15 分)连二亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)也称为保险粉,在空气中极易被氧化,不溶于乙醇,易溶于水,在碱性介质中较稳定,是用途广泛的无机精细化学品。某科研小组设计两种方法制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 。回答下列问题:

(1)电解 NaHSO_3 溶液制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$,装置如图 12 所示。

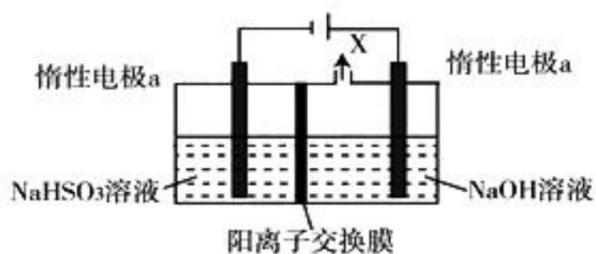


图 12

- ①X 为_____ (填化学式)。
- ②电极 a 的电极反应式为_____。
- ③装置若无阳离子交换膜,_____ (填“能”或“不能”)得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 。

(2)锌粉法制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$,装置(部分夹持仪器已省略)如图 13 所示。

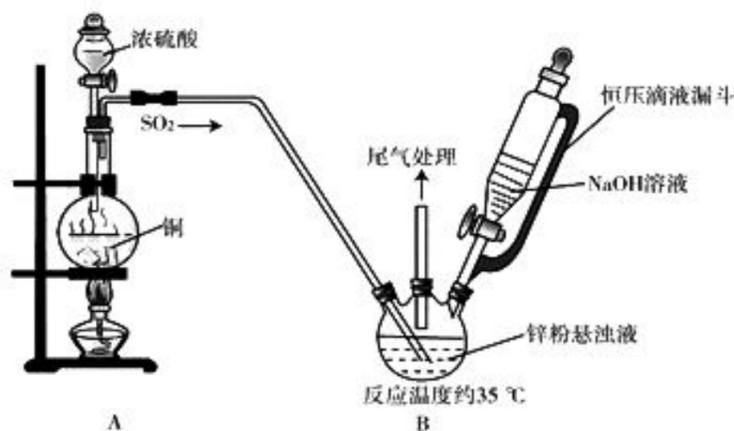


图 13

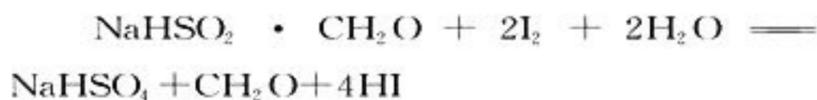
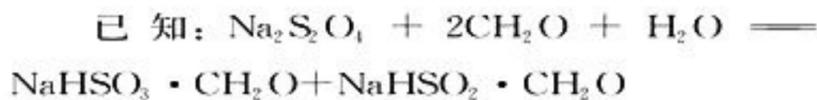
①盛放浓硫酸的仪器名称为_____;写出装置 A 烧瓶内反应的化学方程式:_____。

②通入 SO_2 前,装置 B 的三颈烧瓶内应先通入 N_2 ,目的是_____。通入 SO_2 ,控制反应温度约为 35 °C,反应一段时间后,再滴加 NaOH 溶液,将有 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 和 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 生成。控制反应温度约为 35 °C 的方法是_____,写出生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 和 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 总反应离子方程式:_____。

③将反应后的悬浊液过滤后,在微热下加入氯化钠,冷却至 20 °C,析出 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 结晶,过滤后,再用乙醇洗涤几次,置于真空干燥箱中干燥即得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 。简述用乙醇洗涤的原因:_____。

(3)产品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 纯度的测定。

称取 $m \text{ g}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 样品溶于冷水中,配成 100 mL 溶液,取出 10 mL 该溶液置于预先盛有 20 mL 中性甲醛溶液的烧杯中,搅拌至完全溶解,转移至 250 mL 容量瓶中,用水稀释至刻度,摇匀。移取 25 mL 该溶液于 250 mL 锥形瓶中,加入 4 mL 盐酸溶液,用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的碘标准溶液滴定,近终点时,加入 3 mL 淀粉溶液,继续滴定至溶液呈浅蓝色,在 30 s 内颜色不消失,用去碘标准溶液 $V \text{ mL}$ 。产品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 的质量分数为_____。



(责任编辑 谢启刚)

2022 年高考理综化学模拟试题 A 卷

■湖南省长沙县实验中学

谭杰

■湖南省长沙市雨花区教育科学研究所

叶兰

可能用到的相对原子质量: H 1 B 11 Na 23 Cl 35.5 Sn 119 Cd 112

一、选择题: 本题共 7 小题, 每小题 6 分, 共 42 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. 2020 年 11 月“嫦娥五号”成功着陆月球, 展示了以芳纶为主制成的五星红旗, 用 SiC 增强铝基材料钻杆“挖土”, 实现了中国首次月球无人采样返回。研究表明月球表面的“土壤”主要含有氧、硅、铝、铁、镁、钙和钠等元素。下列有关说法不正确的是()。

A. 月球表面的“土壤”所含金属元素镁和铝均可以通过电解其熔融氯化物进行冶炼

B. 制造探测器中的瞄准镜时使用光导纤维, 其主要成分是 SiO₂

C. “嫦娥五号”使用的望远镜的某些部件由 SiC 制成, 硬度高, 耐高温

D. “嫦娥五号”使用的碳纤维被誉为“新材料之王”, 是一种新型无机非金属材料

2. 用图 1 所示装置进行下列实验, 将分液漏斗中溶液 X 加入圆底烧瓶中与 Y 反应, 对试管 B 中现象描述不正确的是()。

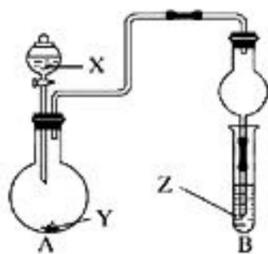
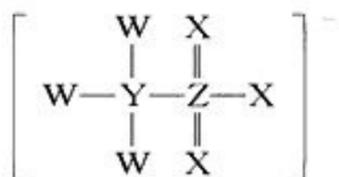


图 1

选项	X 溶液	固体 Y	Z 溶液	现象
A	70% 硫酸	Na ₂ SO ₃	H ₂ S 溶液	产生浑浊
B	浓氨水	CaO	酚酞试剂	溶液变红
C	盐酸	大理石	Na ₂ SiO ₃ 溶液	出现白色沉淀
D	浓盐酸	MnO ₂	NaOH 溶液	黄绿色气体被吸收

3. 我国科学家使用某种电解液提高了水系锌锰电池的性能。该电解液阴离子结构如下所示, 其中 W、X、Y、Z 为原子半径依次增大的短周期元素, 且最外层电子数之和为 23。下列说法正确的是()。



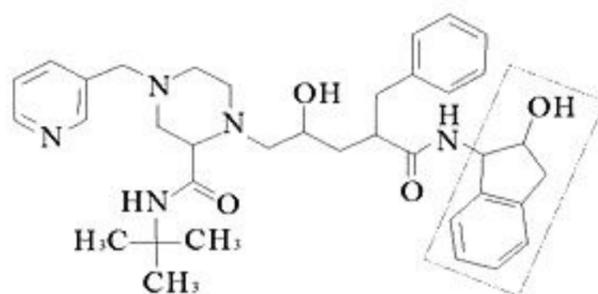
A. 元素的非金属性: X > Z > Y > W

B. 该离子中 X 都满足 8 电子稳定结构

C. 最高价氧化物水化物的酸性 Y 强于 Z

D. W 单质不能通过置换反应生成 X 单质

4. 茚地那韦被用于新型冠状病毒肺炎的治疗, 其结构简式如下所示。下列说法正确的是()。



A. 茚地那韦含氧官能团为酮羰基和羟基

B. 1 mol 茚地那韦最多与 11 mol 氢气发生加成反应

C. 虚线框内所有的 C、O 原子可能共平面

D. 茚地那韦可以使酸性高锰酸钾溶液褪色, 不与 FeCl₃ 溶液显色

5. 下列反应的离子方程式表达不正确的是()。

A. 用惰性电极电解 MgCl₂ 溶液: $\text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^{-} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$

B. 某消毒液的主要成分为 NaClO, 加白醋可增强消毒效果: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{ClO}^{-} \longrightarrow \text{HClO} + \text{CH}_3\text{COO}^{-}$

C. 向草酸溶液中逐滴加入酸性高锰酸钾溶液, 溶液褪色: $2\text{MnO}_4^{-} + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^{+} \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

D. 向碳酸氢钡溶液中加入过量氢氧化钾溶液: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{HCO}_3^{-} + 2\text{OH}^{-} \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

6. 利用 CH₄ 燃料电池电解制备 Ca(H₂PO₄)₂ 并得到副产物 NaOH、H₂、Cl₂,

装置如图 2 所示。下列说法中不正确的是 ()。

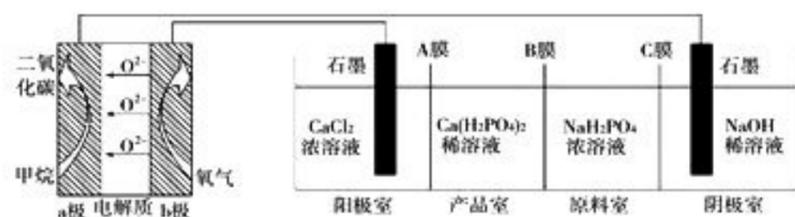


图 2

- A. a 极反应: $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 4\text{O}^{2-} = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. A 膜和 C 膜均为阴离子交换膜
- C. 可用铁电极替换阴极的石墨电极
- D. a 极上通入标准状况下 2.24 L 甲烷, 阳极室的物质的量减少 0.4 mol

7. 向废水中加入硫化物可以依次获得 CuS 、 ZnS 纳米粒子。常温下, H_2S 的 $K_{a1} = 1.3 \times 10^{-7}$, $K_{a2} = 7.1 \times 10^{-15}$, 溶液中平衡时相关离子浓度的关系如图 3 所示。下列说法错误的是 ()。

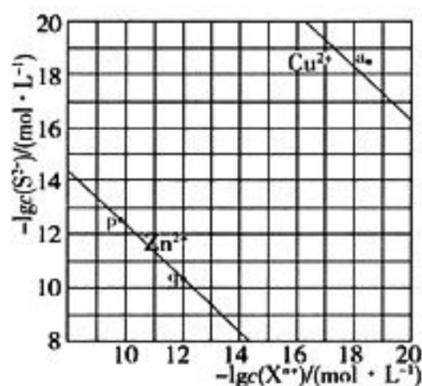


图 3

- A. $K_{sp}(\text{CuS})$ 的数量级为 10^{-37}
- B. a 点对应的 CuS 溶液为不饱和溶液
- C. 向 p 点的溶液中加入少量 Na_2S 固体, 溶液组成由 p 向 q 方向移动
- D. 反应 $\text{H}_2\text{S} + \text{Zn}^{2+} \rightleftharpoons \text{ZnS} + 2\text{H}^+$ 的平衡常数很大, 反应趋于完全

二、非选择题: 共 58 分, 第 8~10 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 11~12 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 43 分。

8. (14 分) FTO 导电玻璃为掺杂氟的 SnO_2 透明导电玻璃, 广泛用于液晶显示屏、薄膜太阳能电池基底等方面, SnCl_4 可用于制作 FTO 导电玻璃。实验室可用熔融的锡与 Cl_2 反应制备 SnCl_4 , 此反应放热, 生成的

SnCl_4 易水解生成 $\text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 。有关物理性质如表 1 所示。

表 1

物质	颜色、状态	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	沸点/ $^{\circ}\text{C}$
Sn	银白色固体	231.9	2 260
SnCl_4	无色液体	-33	114
SnCl_2	无色晶体	246	652

回答下列问题:

(1) 图 4 所示装置 II 中发生反应的离子方程式为_____。

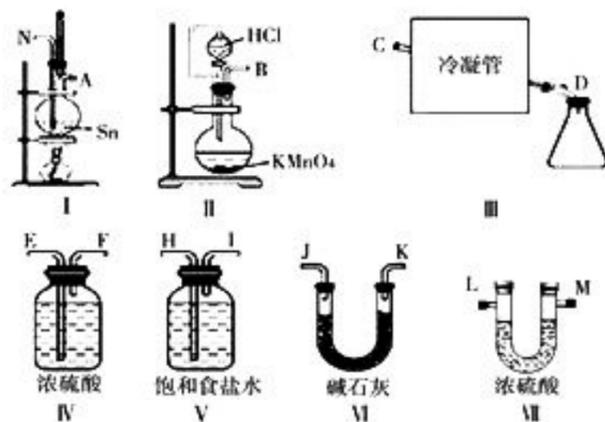


图 4

(2) 将图 4 所示装置用玻璃管连接, 组装成一套制备 SnCl_4 的实验装置(每个装置最多使用一次), 正确的顺序是(填各接口字母序号): $\text{B} \rightarrow \underline{\quad} \text{N} \rightarrow \text{A} \rightarrow \underline{\quad}$ 。装置 III 处中应选用的冷凝管为图 5 中的_____ (填选项字母):

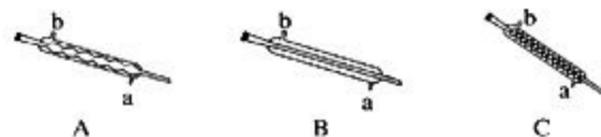


图 5

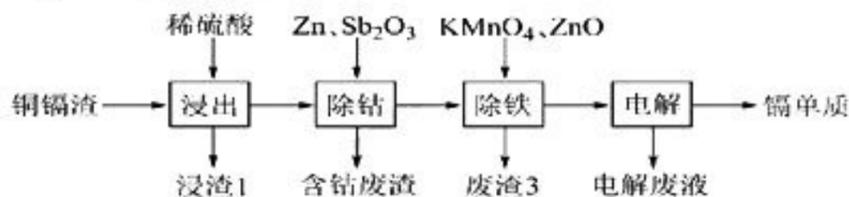
(3) 检查装置气密性并装好药品后, 应先打开装置 II 中的分液漏斗活塞, 待出现_____现象后, 再点燃装置 I 处的酒精灯。

(4) 装置 VI 的作用是_____。若没有装置 VI, 可能发生的化学反应方程式为_____。

(5) 实验制得 30 g 溶有氯气的 SnCl_4 , 其中氯气质量分数为 13.0%, 则至少需向装置 I 中通入氯气的物质的量为_____ (保留 2 位小数)。提纯该 SnCl_4 的方法是_____ (填序号)。

- a. 用 NaOH 溶液洗涤再蒸馏
- b. 升华
- c. 重结晶
- d. 蒸馏
- e. 过滤

9. (14 分) 镉可用于制造体积小和容量大的电池, 可利用铜镉渣[主要成分为镉, 还含有少量锌、铜、铁、钴(Co)等杂质]来制备, 工艺流程如下。



已知: 镉(Cd)的金属活动性介于锌、铁之间。

回答下列问题:

(1)“浸出”中, 镉的浸出率结果如图 6 所示。当镉的浸出率为 80% 时, 所采用的实验条件为____, “浸渣 1”是____(填名称)。

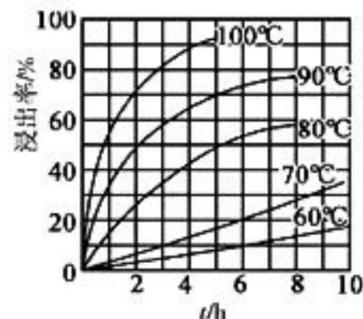


图 6

(2)“除钴”过程中, 含 Co^{2+} 的浸出液中需要加入 Zn 、 Sb_2O_3 产生合金 CoSb , 写出“除钴”过程的离子方程式:_____。

(3)“除铁”时先加入适量的 KMnO_4 溶液, 其目的是____; 再加入 ZnO , 调节溶液的 pH 的范围是____, “滤渣 3”的主要成分是____(填化学式)和 MnO_2 。

室温下相关金属离子 [$c_0(\text{M}^{n+}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$] 形成氢氧化物沉淀的 pH 范围如表 2 所示。

表 2

金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Cd^{2+}
开始沉淀的 pH	1.9	6.3	7.2
沉淀完全的 pH	3.2	8.3	9.5

(4)“电解”步骤中, 若阴极生成 11.2 g 金属 Cd, 阳极生成的气体在标准状况下的体积为____ L。

(5)根据室温下 $K_{sp}[\text{Cd}(\text{OH})_2] = 2.0 \times 10^{-16}$, 若采用生石灰处理含镉电解废液, 当测得室温下溶液的 pH 为 10 时, 溶液中的 Cd^{2+} 是否已沉淀完全? ____ (填“是”或“否”), 列

式计算:_____。(已知离子浓度小于 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 即可认为该离子已沉淀完全)。

10. (15 分) H_2S 的转化是资源利用和环境保护的重要研究课题。请回答下列问题:

(1) 苯硫酚($\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$)是一种重要的有机合成中间体, 工业上常用氯苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$)和硫化氢(H_2S)来制备苯硫酚。已知下列两个反应的能量关系如图 7 所示, 则 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ 与 H_2S 反应生成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$ 的热化学方程式为_____。

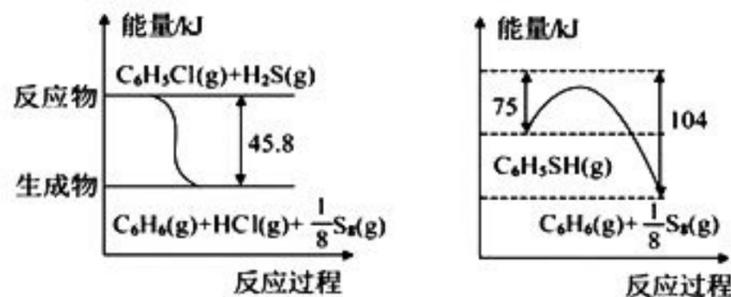


图 7

(2) H_2S 与 CO_2 在高温下反应制得的羰基硫(COS)可用于合成除草剂。在 610 K 时, 将 0.40 mol H_2S 与 0.10 mol CO_2 充入 2.5 L 的空钢瓶中, 发生反应 $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COS}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = +35 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应达平衡后水蒸气的物质的量分数为 0.02。

①在 610 K 时, 反应经 2 min 达到平衡, 则 0~2 min 的反应速率 $v(\text{H}_2\text{S}) =$ _____。

②实验测得上述反应的速率方程为 $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot c(\text{H}_2\text{S}) \cdot c(\text{CO}_2)$, $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot c(\text{COS}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})$, $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 分别为正、逆反应速率常数, 速率常数 k 随温度升高而增大。则达到平衡后, 仅升高温度, $k_{\text{正}}$ 增大的倍数____(填“>”“<”或“=”) $k_{\text{逆}}$ 增大的倍数。

③该条件下, 容器中反应达到化学平衡状态的依据是____(填字母序号)。

- A. 容器内混合气体密度不再变化
- B. $v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{S}) = v_{\text{逆}}(\text{COS})$
- C. 容器内的压强不再变化
- D. H_2S 与 CO_2 的质量之比不变

(3) 工业上可以通过硫化氢分解制得 H_2 和硫蒸气。在密闭容器中充入一定量 H_2S 气体, 反应原理为 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$, H_2S 气体的平衡转化率与温度、压强

的关系如图 8 所示。

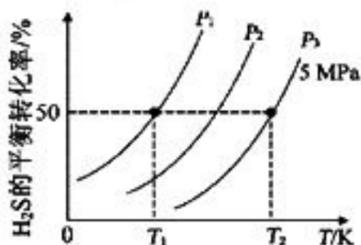


图 8

①图中压强 (P_1 、 P_2 、 P_3) 由大到小的顺序为____, 理由是_____。

②如果要进一步提高 H_2S 的平衡转化率, 除改变温度、压强外, 还可以采取的措施有_____。

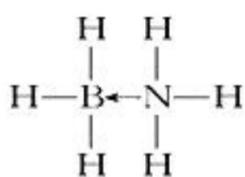
③在温度 T_2 、 $P_3 = 5 \text{ MPa}$ 条件下, 该反应的平衡常数 $K_p =$ ____ MPa (已知: 用平衡分压代替平衡浓度计算, 分压 = 总压 \times 物质的量分数)。

(二) 选考题: 共 15 分。请从两道题中任选一题作答。如果多做, 则按所做的第一题计分。

11. 【选修 3: 物质结构与性质】(14 分)

硼及其化合物广泛应用于开发新型储氢材料、超导材料、复合材料等高新材料领域。回答下列问题:

(1) 氨硼烷 (NH_3BH_3) 是一种新型储氢材料, 其分子中与 N 原子相连的 H 呈正电性 ($H^{\delta+}$), 与 B 原子相连的 H 呈负电性 ($H^{\delta-}$), 结构式如下。



氨硼烷分子所含元素中第一电离能最小的元素是____ (填元素符号, 下同), 电负性最大的元素为____; 分子内存在的作用力有_____。

(2) $Ti(BH_4)_3$ 是一种复合材料, 可由 $TiCl_4$ 和 $LiBH_4$ 反应制得。

①基态 Ti 原子的核外电子排布式为_____。

② $LiBH_4$ 由 Li^+ 和 BH_4^- 构成, 其中 BH_4^- 的空间构型为_____。

(3) 硼酸 (H_3BO_3) 是一种结构为片层状的白色晶体。层内的 H_3BO_3 分子间通过氢键相连 (如图 9 所示), H_3BO_3 分子中 B 的杂化轨道类型为____, $0.6 \text{ mol } H_3BO_3$ 晶体中有____ mol 氢键。

(4) 硼氢化钠是一种常用的还原剂, 其晶

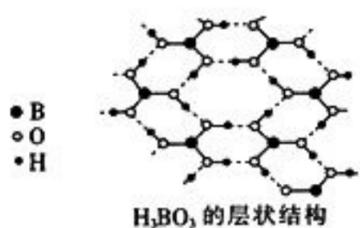


图 9

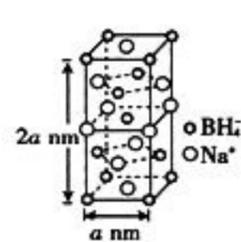


图 10

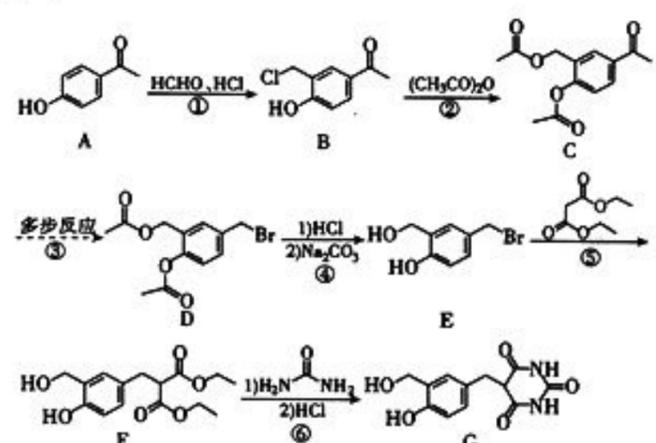
胞结构如图 10 所示。

①该晶体中 BH_4^- 的配位数为_____。

②设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 则硼氢化钠晶体的密度 $\rho =$ ____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (用含 a 、 N_A 的最简式表示)。

12. 【选修 5: 有机化学基础】(15 分)

化合物 G 是重要的药物中间体, 合成路线如下:

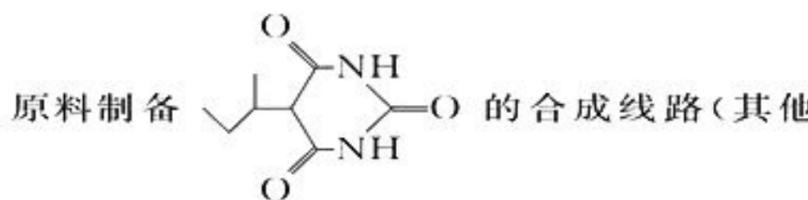


回答下列问题:

- (1) A 的分子式为_____。
- (2) B 中含氧官能团的名称为_____。
- (3) D \rightarrow E 的反应类型为_____。
- (4) 已知 B 与 $(CH_3CO)_2O$ 的反应比例为 1 : 2, B \rightarrow C 的反应方程式为_____。
- (5) 路线中②④的目的是_____。
- (6) 满足下列条件的 B 的同分异构体有____种 (不考虑立体异构)。
 - ① 苯环上只有 2 个取代基;
 - ② 能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应且能发生银镜反应。

其中, 核磁共振氢谱为五组峰的物质的结构简式为_____。

(7) 参考上述合成线路, 写出以 1-溴丁烷、丙二酸二乙酯、尿素 [$CO(NH_2)_2$] 为起始



原料制备 _____。 (责任编辑 谢启刚)

2022 年高考理综化学模拟试题 B 卷

■河南省鄢陵县第一高级中学 冯存良

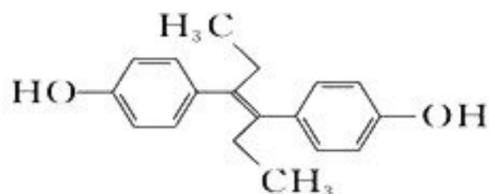
可能用到的相对原子质量: H 1 Li 7
 C 12 N 14 O 16 F 19 Al 27 Cl 35.5
 Cr 52 Fe 56 I 127

一、选择题: 本题共 7 个小题, 每小题 6 分, 共 42 分。每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. 生活中处处有化学, 合理正确应用化学物质会使生活更加丰富多彩。下列物质应用错误的是()。

- A. 用生铁铸造下水井盖
- B. 用聚氯乙烯制作食品包装袋
- C. 用石墨烯制作超级电容器
- D. 用钛合金制作发动机的火花塞

2. 己烯雌酚是人工合成的非甾体雌激素物质, 其结构简式如下所示。下列关于己烯雌酚说法错误的是()。



- A. 分子中所有碳原子可能共平面
- B. 与溴水既能发生取代反应又能发生加成反应
- C. 苯环上的一元取代物有 4 种
- D. 它的分子式是 $C_{18}H_{20}O_2$

3. 三元锂电池的“三元”指的是包含镍(Ni)、钴(Co)、锰(Mn)三种金属元素(用 M 表示)的聚合物。三元锂电池大量用于新能源汽车上, 工作原理为 $LiMO_2 + C_6 \xrightleftharpoons[放电]{充电} Li_{1-x}MO_2 + Li_xC_6$ 。下列说法错误的是()。

- A. Li_xC_6 为负极材料
- B. 放电时, 正极的反应式为 $Li_{1-x}MO_2 + xLi^+ + xe^- \rightleftharpoons LiMO_2$
- C. 充电时, 电解液中 Li^+ 向阴极迁移
- D. 放电时, 当转移 1 mol 电子, 负极材料减轻 $\frac{72+7x}{x}$ g

4. 某种含二价铜微粒 $[Cu^{II}(OH)(NH_3)]^+$ 的催化剂可用于汽车尾气脱硝, 催化机理如

图 1 所示, 反应过程中不同态物质体系所具有的能量如图 2 所示。下列说法错误的是()。

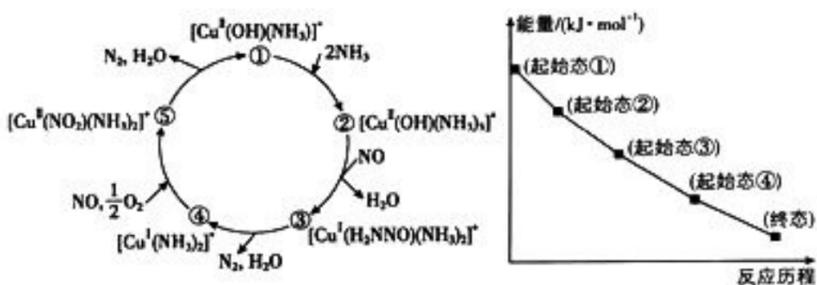
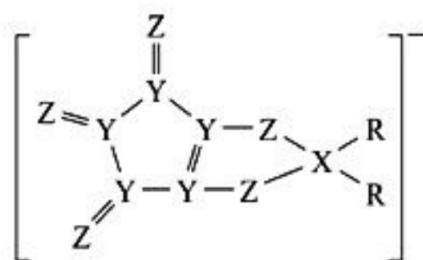


图 1 图 2

- A. 总反应的化学方程式为 $4NH_3 + 2NO + 2O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 6H_2O + 3N_2$
- B. 该脱硝过程总反应的焓变 $\Delta H < 0$
- C. 由状态②到状态③发生了氧化还原反应
- D. 状态③到状态④的变化过程中有 O—H 键的形成

5. 锂离子电池的一种电解质电离出来的阴离子如下所示, 该阴离子是由同周期元素 X、Y、Z、R 构成, Y 是构成物质种类最多的元素, Z 的最外层电子数等于 Y 的核外电子数, 四种元素的最外层电子数之和为 20。下列说法错误的是()。



- A. 四种元素的原子半径: $X > Y > Z > R$
- B. Y 与 Z 会形成有毒的化合物
- C. Z 的简单氢化物沸点比 R 的简单氢化物高
- D. 化合物 XR_3 各原子最外层均为 8 电子稳定结构

6. 某同学用如图 3 所示的装置制备乙酸乙酯, 并设计了如下步骤进一步分离, 得到较为纯净的乙酸乙酯, 并回收乙醇、乙酸。下列说法错误的是()。

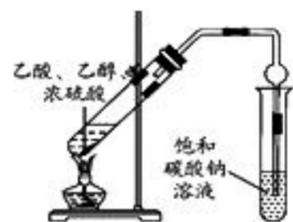
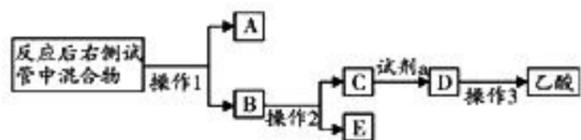
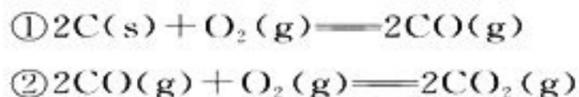


图 3



- A. 球形干燥管具有防倒吸的作用
- B. 操作 1 是分液, 操作 2 和操作 3 是蒸馏
- C. A 是乙酸乙酯, E 是乙醇, 试剂 a 可以是硫酸
- D. 该实验迅速升温到 170 °C

7. 焦炭常用于冶炼工业。已知反应:



反应①和反应②的反应趋势与温度关系如图 4 所示。下列说法错误的是()。

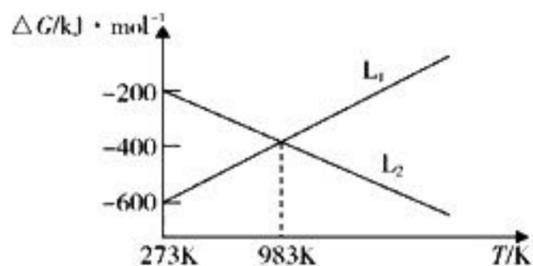


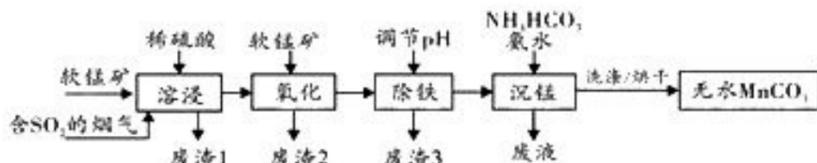
图 4

- A. 反应② $2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g)$ 的 $\Delta S < 0, \Delta H < 0$
- B. 983 K 是反应趋势变化的转折点
- C. L_1 对应反应①
- D. 当温度低于 983 K 时, 过量焦炭的氧化产物以 CO_2 为主

二、非选择题: 共 58 分。第 8~10 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 11~12 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 43 分。

8. (14 分) 工业上利用软锰矿(主要成分为 MnO_2 , 含少量 SiO_2 、 FeO 和 Fe_2O_3 等杂质)和含 SO_2 的烟气为主要原料制备无水碳酸锰的工艺流程如下所示。



已知: ① $MnCO_3$ 难溶于水和乙醇, 潮湿时易被空气氧化, 100 °C 时开始分解, 在空气中高温加热所得固体产物为 Mn_2O_3 。

② 不同金属离子生成氢氧化物沉淀的 pH 如表 1 所示。

表 1

离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Mn^{2+}
开始沉淀的 pH	2.7	7.5	7.8
沉淀完全的 pH	3.7	9.7	9.8

回答下列问题:

(1) 下列说法正确的是___(填序号)。

- A. 溶浸时将软锰矿粉碎能提高 SO_2 的吸收率
- B. 提纯废渣 1 的产品可用于制造 CPU 芯片
- C. 溶浸时稀硫酸可改用浓盐酸
- D. 废液经处理可用于灌溉农作物

(2) “除铁”步骤中, 在加入石灰调节溶液的 pH 前, 加入适量的软锰矿, 发生反应的离子方程式为___。

(3) 调节 pH 的范围为___。

(4) “沉锰”过程中加入氨水的目的是___(从化学平衡移动的角度解释)。“沉锰”过程宜在较低温度下进行, 可能原因是___(写两条即可)。

(5) 工业上可用石墨为电极电解硫酸锰和硫酸的混合溶液制备二氧化锰, 其阳极的电极反应式为___。

(6) 写出由 $MnCO_3$ 为原料制备金属锰的过程中所涉及的化学反应方程式:___。

9. (14 分) 三氯化铬($CrCl_3$) 是常用的媒染剂和催化剂, 易潮解, 易升华, 高温下易被氧气氧化。实验室制取 $CrCl_3$ 的反应为 $Cr_2O_3(s) + 3COCl_2(g) \xrightarrow{高温} 2CrCl_3(s) + 3CO_2(g)$, 其实验装置如图 5 所示。

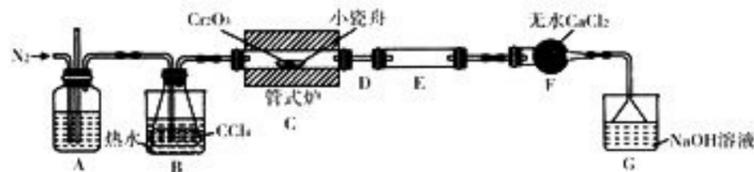


图 5

已知: ① $COCl_2$ (俗称光气) 有毒, 遇水发生水解: $COCl_2 + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + 2HCl$ 。

② 碱性条件下, H_2O_2 可将 Cr^{3+} 氧化为 CrO_4^{2-} ; 酸性条件下, H_2O_2 将 $Cr_2O_7^{2-}$ 还原为 Cr^{3+} 。

(1) A 中的试剂为___; 无水 $CaCl_2$ 的作用是___; 反应结束后要继续通入一段时间

氮气,主要目的是_____。

(2)装置 E 用来收集产物。实验过程中若 D 处出现堵塞,可观察到的现象是_____;可通过_____ (填操作)使实验继续进行。

(3)装置 G 中发生反应的离子方程式为_____。

(4)测定产品中 CrCl_3 质量分数的实验步骤如下:

I. 取 $m \text{ g}$ CrCl_3 产品,在强碱性条件下,加入过量的 30% H_2O_2 溶液,小火加热使 CrCl_3 完全转化为 CrO_4^{2-} ,继续加热一段时间。

II. 冷却后加适量的蒸馏水,再滴入适量的浓硫酸和浓磷酸,使 CrO_4^{2-} 转化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (加浓磷酸的目的是为了防止提前变色)。

III. 用新配制的 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液滴定至终点,消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液 $V \text{ mL}$ (已知 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被 Fe^{2+} 还原为 Cr^{3+})。

①产品中 CrCl_3 质量分数表达式为_____。

②下列操作将导致产品中 CrCl_3 质量分数测定值偏高的是_____ (填字母标号)。

- A. 步骤 I 中未继续加热一段时间
- B. 步骤 III 中所用 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液已变质
- C. 步骤 II 中未加浓磷酸
- D. 步骤 III 中读数时,滴定前俯视,滴定后平视

10. (15 分)掺杂硒的纳米氧化亚铜催化剂可用于工业上合成甲醇,其反应为 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H$ 。

回答下列问题:

(1) 已知 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -58 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = +41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

部分化学键的键能如表 2 所示。

表 2

化学键	H—H	C—O	C=O	H—O	C—H
$E/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	436	351	1 076	463	x

则 $x =$ _____。

(2) 若按 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})} = 1$ 投料,将 H_2 与 CO

充入 $V \text{ L}$ 恒容密闭容器中,在一定条件下发生反应,测得 CO 的平衡转化率与温度、压强的关系如图 6 所示。

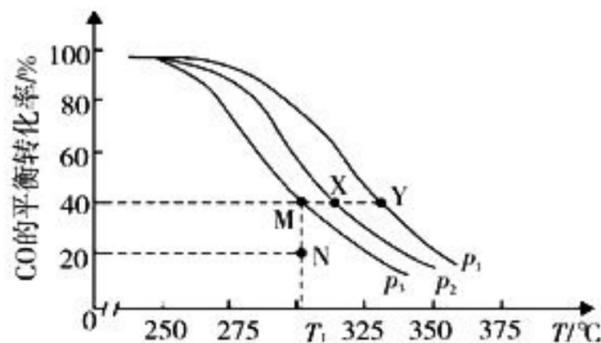


图 6

已知: $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} c(\text{CO}) \cdot c^2(\text{H}_2)$, $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} c(\text{CH}_3\text{OH})$, 其中 $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 为速率常数,只与温度有关。

①压强 p_1 、 p_2 、 p_3 由小到大的顺序是_____。

② T_1 °C、压强为 p_3 时,若向该容器中充入 3 mol H_2 和 3 mol CO 发生反应,5 min 后反应达到平衡(M 点),则 0~5 min 内, $v(\text{H}_2) =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, N 点时的 $\frac{k_{\text{逆}}}{k_{\text{正}}} =$ _____。

③ X、Y、M、N 四点对应的平衡常数从大到小的顺序是_____。

(3) 若向起始温度为 325 °C 的 10 L 恒容密闭容器中充入 2 mol CO 和 3 mol H_2 ,发生反应,体系总压强(p)与时间(t)的关系如图 7 中曲线 I 所示,曲线 II 为只改变某一条件的变化曲线。平衡时温度与起始温度相同。

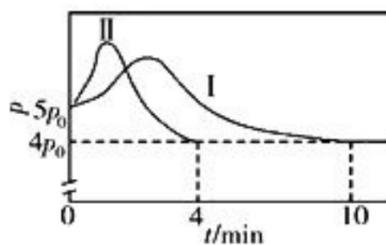


图 7

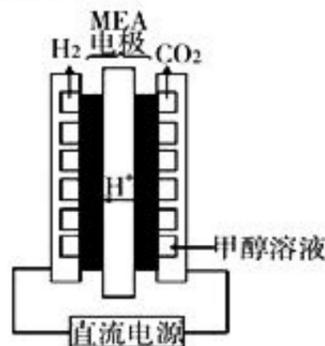


图 8

①曲线 II 所对应的改变的条件可能为_____。
②体系总压强先增大后减小的原因为_____。

③该条件下 H_2 的平衡转化率为_____ % (结果保留三位有效数字)。

(4) 电解甲醇溶液制取氢气的方法由于

可使用低压电源而逐渐替代了传统的电解水制氢气的方法。其中一种以 MEA 作电极的电解甲醇溶液制氢气的装置如图 8 所示, 总反应为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 3\text{H}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

①阳极反应式为_____。

②维持电流强度为 0.5 A, 电源工作 5 min, 理论上可生成氢气_____g(结果保留两位有效数字)。(已知 $F = 96\,500\text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(二) 选考题: 共 15 分。请考生从 2 道化学题中任选一题作答。如果多做, 则按所做的第一题计分。

11. 【选修 3: 物质结构与性质】(15 分)

超导材料的研究方兴未艾, 该材料可用于超导输电、超导计算机、磁悬浮列车等。超导材料有铜氧超导体(如 $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$ 、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 等)、 C_{60} 为基本材料的超导体等。回答下列问题:

(1) 基态 Hg 原子的价层电子排布为 $5d^{10}6s^2$, 则 Hg 在元素周期表中的位置为_____。

(2) 构成 $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$ 超导材料的 O 与 N、F 均为第二周期元素, 其部分电离能 (I) 数据如表 3 所示。

表 3

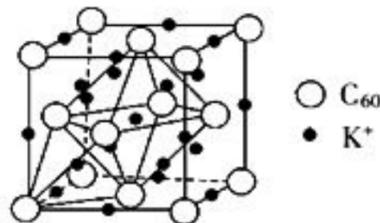
元素		N	O	F
电离能/($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	I_1	1 402.23	1 313.9	1 681.0
	I_2	2 856.0	a	b

由表格数据可知: $I_1(\text{N}) > I_1(\text{O})$, 解释原因:_____。判断 a _____ b (填“>”或“<”)。

(3) 制备 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 的方法是将一定比例的 Y_2O_3 (氧化钇)、 CuO 、 BaCO_3 在一定温度下加热一段时间, 其中 Y_2O_3 熔点为 $2\,415\text{ }^\circ\text{C}$, 其晶体类型为_____, 构成 BaCO_3 的 CO_3^{2-} 的空间构型为_____, 碳原子的杂化轨道类型为_____。

(4) 在 C_{60} 晶胞中插入 K^+ , 可制备出超导体, 其中 C_{60} 位于晶胞顶点、面心处, K^+ 插入到 C_{60} 围成的正八面体空隙和_____空隙中, 属于一个晶胞中的 K^+ 为_____个; C_{60} 分子的坐标参数为 $(0, 0, 0)$ 、 $(\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$ 、 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$ 、 $(0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$, 则 K^+ 的坐标参数有 $(0, 0,$

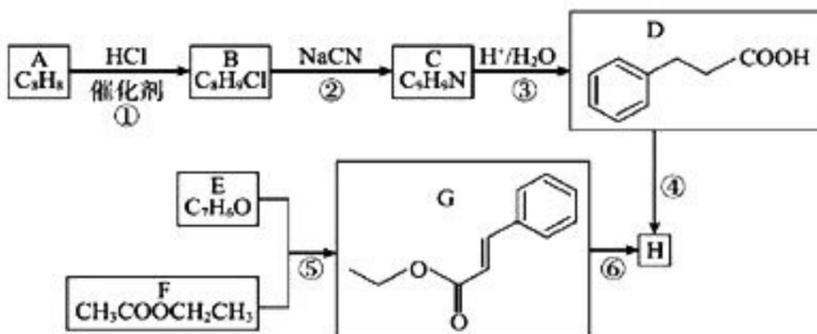
$\frac{1}{2})$ 、 $(\frac{1}{2}, 0, 0)$ 、 $(0, \frac{1}{2}, 0)$ 、 $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ 、_____ (已知晶胞的顶点均为坐标的原点)。



12. 【选修 5: 有机化学基础】(15 分)

苯丙酸乙酯 $\text{H}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5)$ 是一种

重要的化工产品, 常用作医药中间体, 实验室制备苯丙酸乙酯的合成路线如下:



已知: $\text{RCl} \xrightarrow{\text{NaCN}} \text{RCN} \xrightarrow{\text{H}^+/\text{H}_2\text{O}} \text{RCOOH}$ (R 表示烃基)。

回答下列问题:

(1) A 的化学名称为_____, B 的结构简式为_____。

(2) 反应②的反应类型为_____。

(3) 反应④需要的试剂及条件分别为_____。

(4) 反应⑤的化学方程式为_____。

(5) 写出一种同时满足下列条件的 D 的同分异构体:_____。

i. 苯环上含 3 个取代基。

ii. 既能发生银镜反应, 又能发生水解反应。

iii. 核磁共振氢谱有 4 个吸收峰, 峰面积之比为 6 : 2 : 1 : 1。

(6) 参照上述合成路线及信息写出以乙烯为原料制备丁二酸 ($\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$) 的合成路线:_____ (无机试剂任选)。

(责任编辑 谢启刚)

湖北省 2021 年普通高中学业水平选择性考试 化学试题解析及备考启示

■湖北省武汉外国语学校 孟凡盛(特级教师)

[试题部分]

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12
N 14 O 16 F 19 S 32 Cl 35.5 K 39
Ga 70 In 115 Sb 122

一、选择题: 本题共 15 小题, 每小题 3 分, 共 45 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

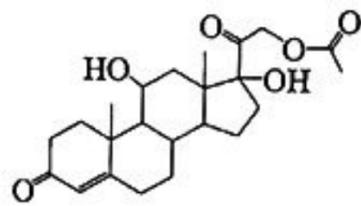
1. “碳中和”有利于全球气候改善。下列有关 CO_2 的说法错误的是()。

- A. CO_2 是 V 形的极性分子
- B. CO_2 可催化还原甲酸
- C. CO_2 晶体可用于人工增雨
- D. CO_2 是侯氏制碱法的原料之一

2. “乌铜走银”是我国非物质文化遗产之一。该工艺将部分氧化的银丝镶嵌于铜器表面, 艺人用手边捂边揉搓铜器, 铜表面逐渐变黑, 银丝变得银光闪闪。下列叙述错误的是()。

- A. 金属活动性铜大于银
- B. 通过揉搓可提供电解质溶液
- C. 银丝可长时间保持光亮
- D. 用铝丝代替银丝, 铜也会变黑

3. 氢化可的松乙酸酯是一种糖皮质激素, 具有抗炎、抗病毒作用, 其结构简式如下所示。有关该化合物叙述正确的是()。



- A. 分子式为 $\text{C}_{23}\text{H}_{33}\text{O}_6$
- B. 能使溴水褪色
- C. 不能发生水解反应
- D. 不能发生消去反应

4. 对于下列实验, 不能正确描述其反应的离子方程式是()。

- A. 向氢氧化钡溶液中加入盐酸: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
- B. 向硝酸银溶液中滴加少量碘化钾溶

液: $\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \text{AgI} \downarrow$

C. 向烧碱溶液中加入一小段铝片: $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

D. 向次氯酸钙溶液中通入少量二氧化碳气体: $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$

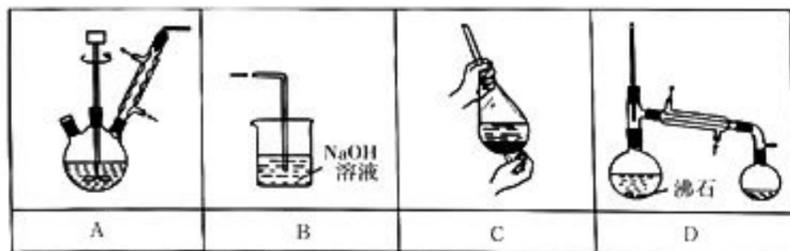
5. 下列实验现象与实验操作不相匹配的是()。

	实验操作	实验现象
A	将盛有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的烧杯置于暗处, 用红色激光笔照射烧杯中的液体	在与光束垂直的方向看到一条光亮的“通路”
B	向盛有少量 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀的试管中加入适量饱和 NH_4Cl 溶液, 振荡	白色沉淀溶解
C	向盛有 3.0 mL 无水乙醇的试管中加入一小块金属钠	有气泡产生
D	向盛有 2.0 mL 甲苯的试管中加入 3 滴酸性 KMnO_4 溶液, 用力振荡	紫色不变

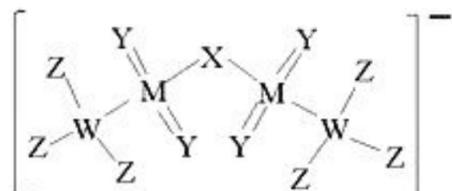
6. N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是()。

- A. 23 g $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 中 sp^3 杂化的原子数为 N_A
- B. 0.5 mol XeF_4 中氙的价层电子对数为 $3N_A$
- C. 1 mol $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 中配位键的个数为 $4N_A$
- D. 标准状况下, 11.2 L CO 和 H_2 的混合气体中分子数为 $0.5N_A$

7. 某兴趣小组为制备 1-氯-2-甲基丙烷(沸点 69°C), 将 2-甲基-1-丙醇和 POCl_3 溶于 CH_2Cl_2 中, 加热回流(伴有 HCl 气体产生)。反应完全后倒入冰水中分解残余的 POCl_3 , 分液收集 CH_2Cl_2 层, 无水 MgSO_4 干燥, 过滤、蒸馏后得到目标产物。上述过程中涉及的装置或操作错误的是(夹持及加热装置略)()。



8. 某离子液体的阴离子的结构如下所示,其中 W、X、Y、Z、M 为原子序数依次增大的短周期非金属元素, W 是有机分子的骨架元素。下列说法正确的是()。



- A. Z 元素的最高价态为 +7
- B. 基态原子未成对电子数: $W > Y$
- C. 该阴离子中 X 不满足 8 电子稳定结构
- D. 最简单氢化物水溶液的 pH: $X > M$

9. 下列有关 N、P 及其化合物的说法错误的是()。

- A. N 的电负性比 P 的大,可推断 NCl_3 分子的极性比 PCl_3 的大
- B. N 与 N 的 π 键比 P 与 P 的强,可推断 $\text{N}=\text{N}$ 的稳定性比 $\text{P}=\text{P}$ 的高
- C. NH_3 的成键电子对间排斥力较大,可推断 NH_3 的键角比 PH_3 的大
- D. HNO_3 的分子间作用力较小,可推断 HNO_3 的熔点比 H_3PO_4 的低

10. 某立方晶系的锑钾(Sb-K)合金可作为钾离子电池的电极材料,图 1 为该合金的晶胞结构图,图 2 表示晶胞的一部分。下列说法正确的是()。

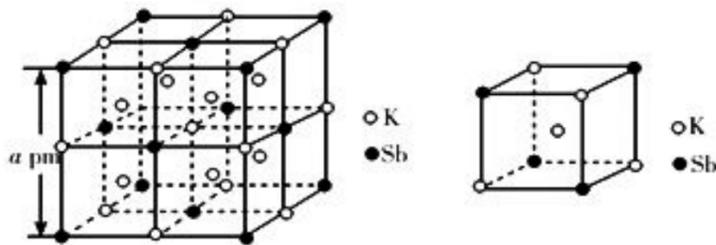


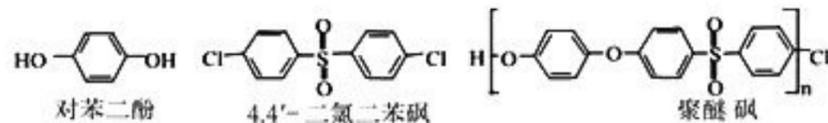
图 1

图 2

- A. 该晶胞的体积为 $a^3 \times 10^{-36} \text{ cm}^3$
- B. K 和 Sb 原子数之比为 3 : 1
- C. 与 Sb 最邻近的 K 原子数为 4
- D. K 与 Sb 之间的最短距离为 $\frac{1}{2}a \text{ pm}$

11. 聚醚砜是一种性能优异的高分子材

料。它由对苯二酚和 4,4'-二氯二苯砜在碱性条件下反应,经酸化处理后得到。下列说法正确的是()。



- A. 聚醚砜易溶于水
- B. 聚醚砜可通过缩聚反应制备
- C. 对苯二酚的核磁共振氢谱有 3 组峰
- D. 对苯二酚不能与 FeCl_3 溶液发生显色反应

反应

12. 甲烷单加氧酶(s-mmo)含有双核铁活性中心,是 O_2 氧化 CH_4 生成 CH_3OH 的催化剂,反应过程如图 3 所示。下列叙述错误的是()。

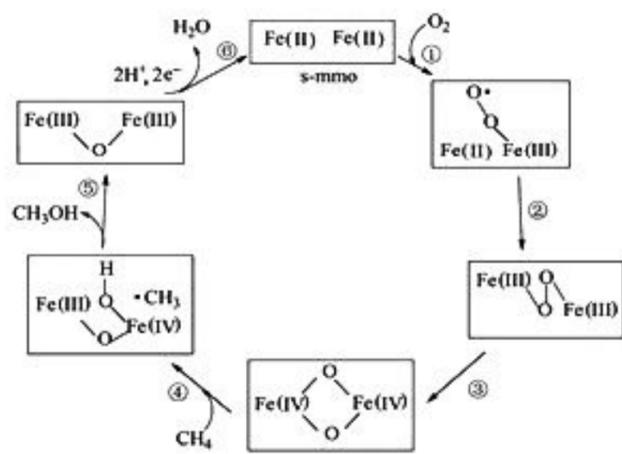


图 3

- A. 基态 Fe 原子的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$
- B. 步骤③有非极性键的断裂和极性键的形成
- C. 每一步骤都存在铁和氧元素之间的电子转移
- D. 图中的总过程可表示为 $\text{CH}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \xrightarrow{\text{s-mmo}} \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

13. 金属 Na 溶解于液氨中形成氨合钠离子和氨合电子,向该溶液中加入穴醚类配体 L,得到首个含碱金属阴离子的金黄色化合物 $[\text{NaL}]^+ \text{Na}^-$ 。下列说法错误的是()。

- A. Na^- 的半径比 F^- 的大
- B. Na^- 的还原性比 Na 的强
- C. Na^- 的第一电离能比 H^- 的大
- D. 该事实说明 Na 也可表现出非金属性

14. 常温下,已知 H_3PO_3 溶液中含磷物种的浓度之和为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,溶液中各含

磷物种的 pc - pOH 关系如图 4 所示。图中 pc 表示各含磷物种的浓度负对数 ($pc = -\lg c$)， pOH 表示 OH^- 浓度的负对数 [$pOH = -\lg c(OH^-)$]； x 、 y 、 z 三点的坐标： $x(7.3, 1.3)$ 、 $y(10.0, 3.6)$ 、 $z(12.6, 1.3)$ 。下列说法正确的是()。

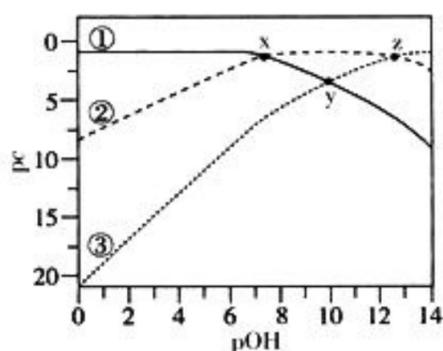


图 4

A. 曲线①表示 $pc(H_3PO_3)$ 随 pOH 的变化

B. H_3PO_3 的结构简式为 $HO-\overset{OH}{\underset{|}{P}}-OH$

C. $pH = 4$ 的溶液中： $c(H_2PO_3^-) < 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} - 2c(HPO_3^{2-})$

D. $H_3PO_3 + HPO_3^{2-} \rightleftharpoons 2H_2PO_3^-$ 的平衡常数 $K > 1.0 \times 10^5$

15. $Na_2Cr_2O_7$ 的酸性水溶液随着 H^+ 浓度的增大会转化为 CrO_3 。电解法制备 CrO_3 的原理如图 5 所示，下列说法错误的是()。

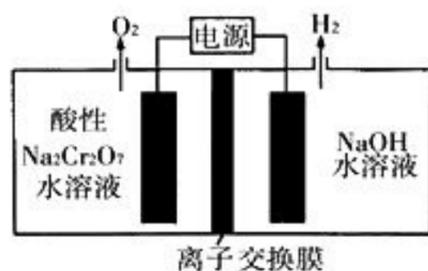


图 5

A. 电解时只允许 H^+ 通过离子交换膜

B. 生成 O_2 和 H_2 的质量比为 8 : 1

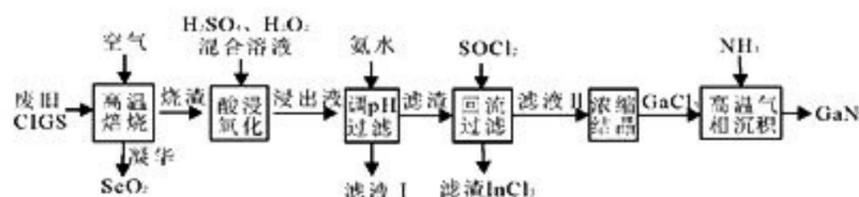
C. 电解一段时间后阴极区溶液 OH^- 的浓度增大

D. CrO_3 的生成反应为 $Cr_2O_7^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons 2CrO_3 + H_2O$

二、非选择题：本题共 4 小题，共 55 分。

16. (14 分) 废旧太阳能电池 CIGS 具有较高的回收利用价值，其主要组成为 $CuIn_{0.5}Ga_{0.5}Se_2$ 。某探究小组回收处理流程

如下。



回答下列问题：

(1) 硒 (Se) 与硫为同族元素，Se 的最外层电子数为____；镓 (Ga) 和铟 (In) 位于元素周期表第三主族， $CuIn_{0.5}Ga_{0.5}Se_2$ 中 Cu 的化合价为____。

(2) “酸浸氧化”发生的主要氧化还原反应的化学方程式为____。

(3) 25 °C 时，已知： $K_b(NH_3 \cdot H_2O) \approx 2.0 \times 10^{-5}$ ， $K_{sp}[Ga(OH)_3] \approx 1.0 \times 10^{-35}$ ， $K_{sp}[In(OH)_3] \approx 1.0 \times 10^{-33}$ ， $K_{sp}[Cu(OH)_2] \approx 1.0 \times 10^{-20}$ ，“浸出液”中 $c(Cu^{2+}) = 0.01 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 。当金属阳离子浓度小于 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 时沉淀完全， In^{3+} 恰好完全沉淀时溶液的 pH 约为____ (保留一位小数)；若继续加入 $6.0 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 氨水至过量，观察到的实验现象是先有蓝色沉淀，然后____；为探究 $Ga(OH)_3$ 在氨水中能否溶解，计算反应 $Ga(OH)_3(s) + NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons [Ga(OH)_4]^- + NH_4^+$ 的平衡常数 $K =$ ____。

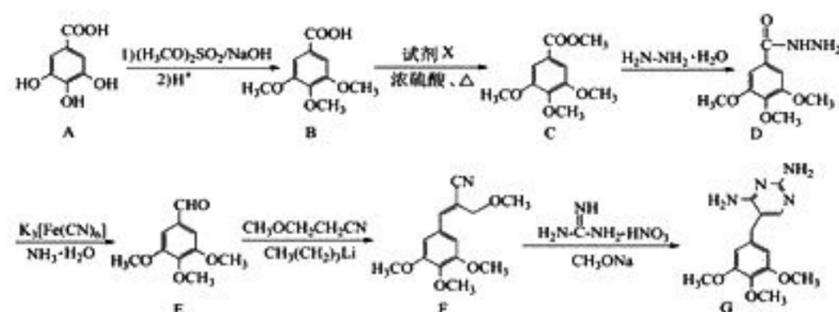
(已知： $Ga^{3+} + 4OH^- \rightleftharpoons [Ga(OH)_4]^-$)

$$K' = \frac{c([Ga(OH)_4]^-)}{c(Ga^{3+}) \cdot c^4(OH^-)} \approx 1.0 \times 10^{31}$$

(4) “滤渣”与 $SOCl_2$ 混合前需要洗涤、干燥，检验滤渣中 SO_4^{2-} 是否洗净的试剂是____；“回流过滤”中 $SOCl_2$ 的作用是将氢氧化物转化为氯化物和____。

(5) “高温气相沉积”过程中发生的化学反应方程式为____。

17. (13 分) 甲氧苄啶 (G) 是磺胺类抗菌药物的增效剂，其合成路线如下。



回答下列问题：

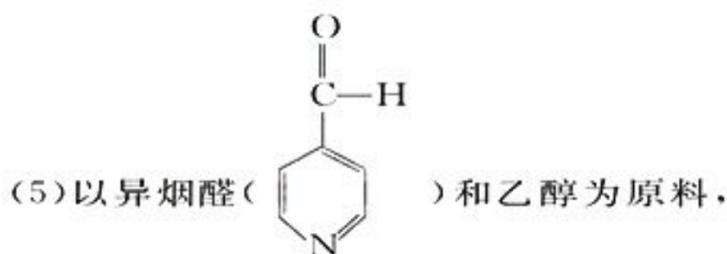
(1)E中的官能团名称是____、____。

(2)B→C的反应类型为____;试剂X的结构简式为____。

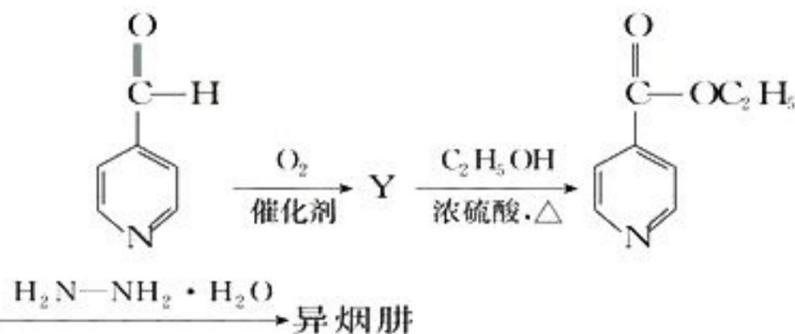
(3)若每分子F的碳碳双键加上了一分子Br₂,产物中手性碳个数为____。

(4)B的同分异构体中能同时满足以下三个条件的有____种(不考虑立体异构)。

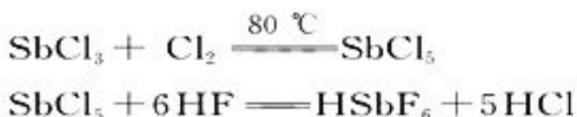
- ①属于A的同系物;
- ②苯环上有4个取代基;
- ③苯环上一氯代物只有一种。



制备抗结核杆菌药异烟肼的合成路线如下。



18. (14分)超酸是一类比纯硫酸更强的酸,在石油重整中用作高效催化剂。某实验小组对超酸HSbF₆的制备及性质进行了探究。由三氯化锑(SbCl₃)制备HSbF₆的反应如下。



制备SbCl₅的初始实验装置如图6(毛细管连通大气,减压时可吸入极少量空气,防止液体暴沸;夹持、加热及搅拌装置略)。

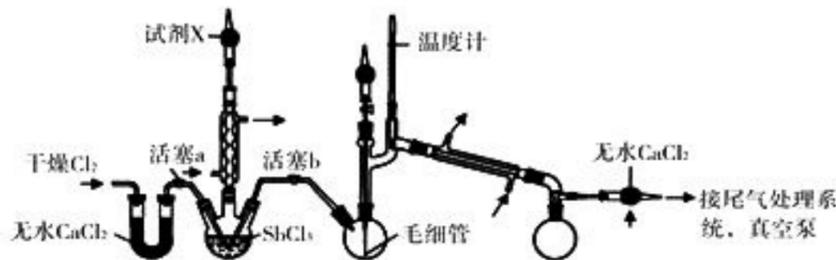


图6

相关性质如表1所示。

表1

物质	熔点	沸点	性质
SbCl ₃	73.4 °C	220.3 °C	极易水解
SbCl ₅	3.5 °C	140 °C分解 79 °C/2.9 kPa	极易水解

回答下列问题:

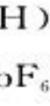
(1)实验装置中两个冷凝管____(填“能”或“不能”)交换使用。

(2)试剂X的作用为____、____。

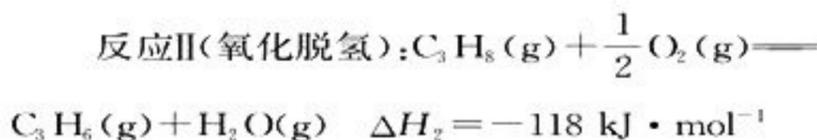
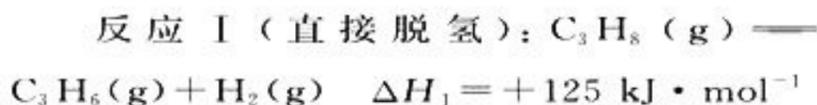
(3)反应完成后,关闭活塞a,打开活塞b,减压转移____(填仪器名称)中生成的SbCl₅至双口烧瓶中。用真空泵抽气减压蒸馏前,必须关闭的活塞是____(填“a”或“b”);用减压蒸馏而不用常压蒸馏的主要原因是____。

(4)实验小组在由SbCl₅制备HSbF₆时,没有选择玻璃仪器,其原因是____(写化学反应方程式)。

(5)为更好地理解超酸的强酸性,实验小组查阅相关资料了解到:弱酸在强酸性溶剂中表现出碱的性质,如冰醋酸与纯硫酸之间的化学反应方程式为CH₃COOH + H₂SO₄ = [CH₃C(OH)₂]⁺ [HSO₄]⁻。以此类推,H₂SO₄与HSbF₆之间的化学方程式为____。

(6)实验小组在探究活动中发现蜡烛可以溶解于HSbF₆中,同时放出氢气。已知烷烃分子中碳氢键的活性大小顺序为:甲基(-CH₃) < 亚甲基(-CH₂-) < 次甲基()。写出2-甲基丙烷与HSbF₆反应的离子方程式:____。

19. (14分)丙烯是一种重要的化工原料,可以在催化剂作用下,由丙烷直接脱氢或氧化脱氢制备。



(1)已知键能: E(C-H) = 416 kJ·mol⁻¹, E(H-H) = 436 kJ·mol⁻¹,由此计算生成1 mol 碳碳π键放出的能量为____ kJ。

(2)对于反应 I,总压恒定为 100 kPa,在密闭容器中通入 C_3H_8 和 N_2 的混合气体(N_2 不参与反应),从平衡移动的角度判断,达到平衡后“通入 N_2 ”的作用是____;在温度为 T_1 时, C_3H_8 的平衡转化率与通入气体中 C_3H_8 的物质的量分数的关系如图 7 所示,计算 T_1 时反应 I 的平衡常数 $K_p =$ ____ kPa (以分压表示,分压 = 总压 \times 物质的量分数,保留一位小数)。

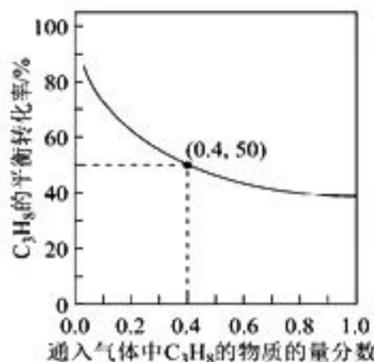


图 7

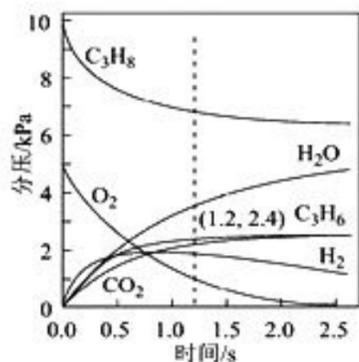
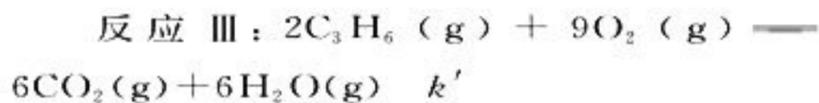
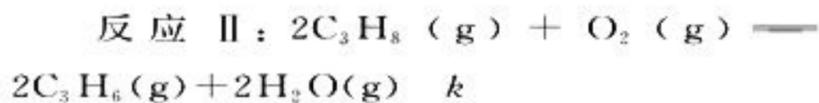


图 8

(3)在温度为 T_2 时,通入气体分压比为 $p(C_3H_8) : p(O_2) : p(N_2) = 10 : 5 : 85$ 的混合气体,各组分气体的分压随时间的变化关系如图 8 所示。 $0 \sim 1.2$ s 生成 C_3H_6 的平均速率为____ $kPa \cdot s^{-1}$;在反应一段时间后, C_3H_8 和 O_2 的消耗速率比小于 2 : 1 的原因是____。

(4)恒温刚性密闭容器中通入气体分压比为 $p(C_3H_8) : p(O_2) : p(N_2) = 2 : 13 : 85$ 的混合气体,已知某反应条件下只发生如下反应(k, k' 为速率常数):



实验测得丙烯的净生成速率方程为 $v(C_3H_6) = kp(C_3H_8) - k'p(C_3H_6)$,可推测丙烯的浓度随时间的变化趋势为____,其理由是____。

[解析及备考启示]

1. A

解析:根据价层电子对互斥理论, CO_2 中心原子 C 的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2}(4 - 2 \times 2) = 2$,无孤电子对, CO_2 是直线形分子,故 A

项错误。 CO_2 (C 为 +4 价)可以被 H_2 在催化剂作用下还原为甲酸($HCOOH$, C 为 +2 价),故 B 项正确。 CO_2 晶体即固体干冰,升华时吸热,可用于人工增雨,故 C 项正确。侯德榜联合制碱法的原理为 $NaCl + H_2O + NH_3 + CO_2 \rightleftharpoons NaHCO_3 \downarrow + NH_4Cl$, CO_2 是原料之一,故 D 项正确。

备考启示:关注 2021 年 6 月到 2022 年与化学有关的重大政策及科技进展。

2. D

解析:根据金属活动性顺序表,可知金属活动性铜大于银,A 项正确。通过揉搓,手上的汗水可提供电解质溶液,B 项正确。该工艺中应用了原电池原理,第一阶段铜作负极,部分氧化的银丝作正极,部分氧化的银丝发生还原反应转化为单质银,使得银丝变得银光闪闪;第二阶段铜作负极(阳极),银做正极(阴极),在电解质溶液中构成了原电池,因铜比银活泼,作为正极的银就被保护了下来,故可长时间保持光亮,实际为牺牲阳极的阴极保护法在日常生活中的不自觉应用,C 项正确。根据金属活动性顺序表可知,铜的活泼性比铝弱,氧化铝不能被铜还原为单质铝,因此铜不会变黑,D 项错误。

备考启示:平时要注重从化学角度看世界。

3. B

解析:该有机物分子式为 $C_{23}H_{32}O_6$,A 项错误。有机物结构中含有碳碳双键,能与溴水发生加成反应而使溴水褪色,B 项正确。有机物中含有酯基,能发生水解反应,C 项错误。有机物中含有羟基,并且满足醇羟基的消去反应条件,D 项错误。

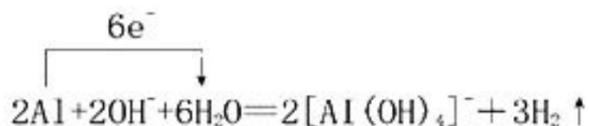
备考启示:烃和烃的含氧衍生物分子中,氢原子数目都是偶数,据此可快速淘汰 A 选项。

4. D

解析:强酸和强碱反应生成易溶盐和水的离子方程式均为 $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$,A 项正确。银离子与碘离子反应生成难溶盐 AgI ,B 项正确。 Al 与 $NaOH$ 反应生成易溶的四羟基铝酸钠和氢气,C 项正确。少量 CO_2 与 $Ca(ClO)_2$ 反应产物为难溶的碳酸

钙: $2\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$, 故 D 项错误。

备考启示:新高考命题强调真实情境,在溶液中实际存在的是 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 而不是 AlO_2^- (偏铝酸根),该选项既体现新高考强调真实情境命题要求,又体现模块三与模块一整合的综合性命题要求。真实情境的方程式能表示电子转移的方向和数目:



经过处理的方程式 ($2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$) 不能表示电子转移的方向和数目。

5. D

解析: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒使光线发生“散射”产生丁达尔效应, A 项正确。考查沉淀的溶解: $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$, NH_4^+ 与 OH^- 结合形成弱电解质 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 使溶解平衡正向移动, 白色 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀溶解, B 项正确。无水乙醇与钠反应产生氢气: $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$, C 项正确。甲苯能被酸性 KMnO_4 溶液氧化为苯甲酸, 溶液紫色变浅(或消失), D 项错误。

备考启示:高三复习备考时,一定要把教材实验从目的、原理、操作、现象等方面弄懂、弄熟、弄透。

6. A

解析: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 中发生 sp^3 杂化的原子包括两个饱和碳原子和羟基中的氧原子, $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{23 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, sp^3 杂化原子数为 $1.5N_A$, A 项错误。 XeF_4 中 Xe 的价层电子对数 = σ 键数 + 孤电子对数 = $4 + \frac{8 - 1 \times 4}{2} = 6$, 所以 0.5 mol XeF_4 中 Xe 的价层电子对数为 $3N_A$, B 项正确。 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 中 4 个 H_2O 提供孤电子对填充到铜离子的空轨道中形成 4 个配位键, 所以 $1 \text{ mol } [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 中配位键的个数为 $4N_A$, 故 C 项正确。标准状况下, 11.2 L CO 和 H_2 混合气体为 0.5 mol , 分子数为 $0.5N_A$, D 项正确。

备考启示:“ N_A ”试题因难度适中,知识覆盖面广,既能表现基础性和综合性,又能表现应用性和创新性,而成为生命力最强的高考试题。备考时要注重选修 3 和选修 5 模块中微观知识的定量考查。

7. B

解析:将 2-甲基-1-丙醇和 POCl_3 溶于 CH_2Cl_2 中,以三颈烧瓶为容器边搅拌边加热回流以制备目标产物,球形冷凝管用于冷凝回流,冷凝水下进上出,故 A 项正确。氯化氢是极易溶于水的气体,导气管直接插入 NaOH 溶液中易倒吸,吸收 HCl 气体时要用倒置漏斗或干燥管防倒吸,故 B 项错误。分液漏斗用于分液收集 CH_2Cl_2 层,需要倒置分液漏斗振荡使溶质与萃取剂充分接触提高萃取效率,振荡过程中两手分别握住上口活塞和下口旋塞防止液体漏出,故 C 项正确。蒸馏烧瓶用于蒸馏得到目标产物,温度计应置于蒸馏烧瓶支管口处,加入沸石防止液体暴沸,蒸馏应使用直形冷凝管,冷凝水下进上出,故 D 项正确。

备考启示:复习时重视分离提纯、防倒吸等基本实验操作在新情境中的正确应用。

8. D

解析:由有机分子的骨架元素可知 W 为碳;由阴离子结构可知, Y 形成一个双键, Y 最外层有 6 个电子, M 形成 6 个键, 则其最外层电子数也为 6, 结合原子序数关系可知, Y 为氧, M 为硫; X 是位于碳和氧中间的氮; Z 位于 O 和 S 中间且形成 1 个单键, 则 Z 为氟。氟元素没有正化合价, 故 A 项错误。碳的基态原子电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$, 未成对电子数为 2, 氧的基态原子电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$, 未成对电子数也为 2, 故 B 项错误。该阴离子中氮形成 2 个单键, 还得到 1 个电子(整个阴离子带的一个单位负电荷就是氮原子得到的一个电子), 满足 8 电子稳定结构, 故 C 项错误。氮的最简单氢化物为 NH_3 , 水溶液呈碱性; 硫的最简单氢化物为 H_2S , 水溶液呈酸性, 故 D 项正确。

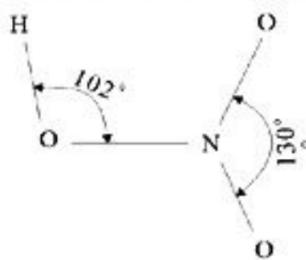
备考启示:这类题型涉及的模型认知可归纳为: 形成一个单键的原子为氢或卤族元素的原子; 形成两个单键或一个双键的原子

一般是氧族元素原子;形成三个单键或一个双键和一个单键的原子一般为氮族元素的原子;形成四个单键、一个三键和一个单键、一个双键和两个单键或两个双键的原子一般是碳族元素的原子。

9. A

解析:教材中 N 与 Cl 的电负性均为 3.0,因此 N—Cl 键的极性很小, NCl_3 分子的极性也很小;P 和 Cl 的电负性差值比 N 和 Cl 的电负性差值大,因此 PCl_3 分子极性比 NCl_3 的大,故 A 项错误。原子半径氮小于磷,因此氮氮原子间肩并肩重叠程度大于磷磷原子间肩并肩重叠程度,N 与 N 的 π 键比 P 与 P 的强,键能越大键越稳定,因此 $\text{N}\equiv\text{N}$ 的稳定性比 $\text{P}\equiv\text{P}$ 的高,故 B 项正确。N 的电负性比 P 的大,因此 NH_3 中成键电子对距离 N 比 PH_3 中成键电子对距离 P 近, NH_3 的成键电子对间斥力较大,因此 NH_3 键角比 PH_3 大,故 C 项正确。 HNO_3 与 H_3PO_4 都是分子晶体,相对分子质量 $\text{HNO}_3 < \text{H}_3\text{PO}_4$,范德华力 $\text{HNO}_3 < \text{H}_3\text{PO}_4$,且 HNO_3 形成分子内氢键, H_3PO_4 形成分子间氢键,因此分子间作用力(包括范德华力和分子间氢键) $\text{HNO}_3 < \text{H}_3\text{PO}_4$,所以 HNO_3 的熔点比 H_3PO_4 的低,故 D 项正确。

备考启示:不少考生对硝酸易挥发难以理解,因为他们认为硝酸分子中含有羟基,应该形成分子间氢键而使硝酸的沸点升高。事实上由于氮原子半径小,硝酸分子中的羟基与硝基中的氧原子形成分子内氢键:



D 选项的设计关注了学习过程中常见的疑惑,备考时要重视物质结构与物质性质之间的逻辑关系。

10. B

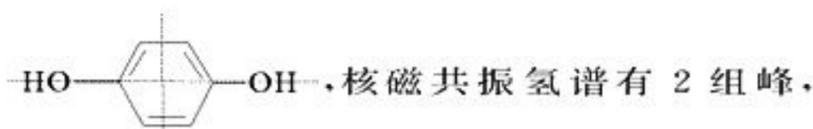
解析:晶胞的边长 $a \text{ pm} = a \times 10^{-10} \text{ cm}$,所以该晶胞的体积为 $a^3 \times 10^{-30} \text{ cm}^3$,故 A 项错误。K 位于晶胞的 12 条棱心,8 个 $\frac{1}{8}$ 晶胞的体心和该晶胞的体心,晶胞中 K 的原子数

为 $12 \times \frac{1}{4} + 8 + 1 = 12$,Sb 位于 8 个顶角和 6 个面心,晶胞中 Sb 的原子数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,所以 K 和 Sb 原子数之比为 3:1,故 B 项正确。以顶角的 Sb 原子为例,距该原子最近的 K 原子位于 $\frac{1}{8}$ 晶胞的体心,所以有 8 个 K 与 Sb 最邻近,所以与 Sb 最邻近的 K 原子数为 8,故 C 项错误。K 与 Sb 之间的最短距离为体对角线的 $\frac{1}{4}$,即 $\frac{\sqrt{3}}{4}a \text{ pm}$,故 D 项错误。

备考启示:原子的坐标参数、空间利用率和晶体密度的计算值得重视。物质结构与性质(选修 3)主要在选择题中考查,符合当前湖北省教改实际。

11. B

解析:聚醚砜是高分子化合物,不溶于水,故 A 项错误。对苯二酚和 4,4'-二氯二苯砜生成聚醚砜,还有小分子 HCl 生成,是缩聚反应,故 B 项正确。对苯二酚结构对称:



核磁共振氢谱有 2 组峰,故 C 项错误。对苯二酚中有酚羟基,能与 FeCl_3 溶液发生显色反应,故 D 项错误。

备考启示:含有大量亲水基的高分子化

合物能溶于水,例如 $[\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})]_n$ (聚乙烯醇)和 $[\text{CH}_2-\text{CH}(\text{COONa})]_n$ (聚丙烯酸钠)等。

12. C

解析:基态 Fe 原子的核外有 26 个电子,其核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$,故 A 项正确。步骤③中有 O—O 非极性键的断裂,O—Fe(IV)极性键的形成,B 项正确。步骤④中电子转移发生在铁和碳元素之间,不是铁和氧元素之间,故 C 项错误。根据图示,总过程的反应为 $\text{CH}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \xrightarrow{\text{s-mmO}} \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$,故 D 项正确。

备考启示:考查考生在阅读催化历程的文献过程中,对断裂和形成共价键类型、电子

转移方向等化学基础知识的理解。

13. C

解析:钠原子比氟离子多了一个能量最高的3s电子,其运动区域离核远,使得钠原子半径大于氟离子半径,钠阴离子与钠原子核内质子数相同,核外电子数多一个,电子之间的斥力增加使钠阴离子半径大于钠原子,故钠阴离子半径大于氟离子半径,A项正确。 Na^- 半径比Na大,原子核对最外层电子的引力小,更易失电子,还原性更强,B项正确。金属钠与氢气化合生成氢化钠,由还原剂的还原性强于还原产物说明钠的还原性强于 H^- ,结合B选项知还原性 $\text{Na}^- > \text{Na} > \text{H}^-$,通常还原性强易失去电子,第一电离能小,故 H^- 的第一电离能比 Na^- 的大,C项错误。Na可以形成 Na^- 说明Na在一定条件下可以得到电子表现出非金属性,D项正确。

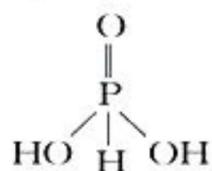
备考启示:(1)辩证认识化学知识和规律。例如,活泼金属钠主要表现出金属性,但一定条件下也能表现出得电子的非金属性。活泼非金属氧主要表现出非金属性,但六氟合铂酸氧($\text{O}_2^+ \text{PtF}_6^-$)的室温合成表明氧也能表现出失电子的金属性。(2)第一电离能是指气态基态电中性原子失去一个电子转化为气态基态正离子所需要的最低能量,如果死抠字眼 Na^- 和 H^- 不存在第一电离能,应该比较的是二者的电子亲和能大小,据此可以快速判断C项错误。

14. D

解析:图像中含磷物种只有3种,说明 H_3PO_3 为二元弱酸。随着 $c(\text{OH}^-)$ 逐渐增大,pOH减小,根据 $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{PO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HPO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$,可知 $c(\text{H}_3\text{PO}_3)$ 逐渐减小, $c(\text{H}_2\text{PO}_3^-)$ 先增大后减小, $c(\text{HPO}_3^{2-})$ 逐渐增大, $\text{pc} = -\lg c$,则 $\text{pc}(\text{H}_3\text{PO}_3)$ 逐渐增大, $\text{pc}(\text{H}_2\text{PO}_3^-)$ 先减小后增大, $\text{pc}(\text{HPO}_3^{2-})$ 逐渐减小,故曲线③表示 $\text{pc}(\text{H}_3\text{PO}_3)$,曲线②表示 $\text{pc}(\text{H}_2\text{PO}_3^-)$,曲线①表示 $\text{pc}(\text{HPO}_3^{2-})$ 。x点的 $c(\text{HPO}_3^{2-}) = c(\text{H}_2\text{PO}_3^-)$, $\text{pOH} = 7.3$, $\text{pH} = 14 - 7.3 = 6.7$, $c(\text{H}^+) = 10^{-6.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 H_3PO_3 的 $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HPO}_3^{2-})}{c(\text{H}_2\text{PO}_3^-)} = c(\text{H}^+) = 10^{-6.7}$ 。

z点 $c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) = c(\text{H}_3\text{PO}_3)$, $\text{pOH} = 12.6$, $\text{pH} = 14 - 12.6 = 1.4$, $c(\text{H}^+) = 10^{-1.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 H_3PO_3 的 $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{H}_2\text{PO}_3^-)}{c(\text{H}_3\text{PO}_3)} =$

$c(\text{H}^+) = 10^{-1.4}$ 。随着 $c(\text{OH}^-)$ 逐渐增大, $c(\text{H}_3\text{PO}_3)$ 逐渐减小。因此曲线③表示 $\text{pc}(\text{H}_3\text{PO}_3)$ 随pOH的变化,故A项错误。 H_3PO_3 是二元酸,结构中含有两个羟基:



,故B项错误。 $\text{pH} = 4$ 时,溶液的 $\text{pOH} = 10$,此时 $c(\text{HPO}_3^{2-}) = c(\text{H}_3\text{PO}_3)$,根据题干中“ H_3PO_3 溶液中含磷物种的浓度之和为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ”有: $c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) + c(\text{HPO}_3^{2-}) + c(\text{H}_3\text{PO}_3) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,整理这两个等式得到 $c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 2c(\text{HPO}_3^{2-})$,故C项错误。将亚磷酸的第一步电离方程式减去第二步电离方程式得到 $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{HPO}_3^{2-} \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{PO}_3^-$,则平衡常数 $K = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{10^{-1.4}}{10^{-6.7}} = 10^{5.3} > 1 \times 10^5$,故D项正确。

备考启示:亚磷酸(H_3PO_3)是二元酸,这与考生从分子式判断是三元酸的认知存在冲突,复习时应搞清磷的多种含氧酸结构与“元”的关系。从非金属元素的简单氢化物的结构式推断氧化物对应水化物的结构式,以磷元素为例,思路如表2所示。

表2

	磷化氢 (PH_3)	次磷酸 (H_3PO_2)	亚磷酸 (H_3PO_3)	磷酸 (H_3PO_4)
结构式	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{P}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$
思路		P原子提供孤电子对,与氧形成磷氧双键(P=O),P-H键之间插入O原子形成羟基,是一元酸	P-H键之间再插入O原子形成第2个羟基,是二元酸	P-H键之间还插入O原子形成第3个羟基,是三元酸

15. A

解析:根据左侧电极上生成 O_2 知,左侧电极上发生放氧生酸的氧化反应 $2H_2O - 4e^- = 4H^+ + O_2 \uparrow$,左侧电极为阳极;根据右侧电极上生成 H_2 知,右侧电极上发生放氢生碱的还原反应 $4H_2O + 4e^- = 4OH^- + 2H_2 \uparrow$,右侧电极为阴极。由题意知,左室中 $Na_2Cr_2O_7$ 随着 H^+ 浓度增大转化为 CrO_3 : $Cr_2O_7^{2-} + 2H^+ = 2CrO_3 + H_2O$,因此阳极生成的 H^+ 不能通过离子交换膜,通过离子交换膜的是 Na^+ ,故 A 项错误。阴极发生的电极反应为 $4H_2O + 4e^- = 4OH^- + 2H_2 \uparrow$,结合阳极反应方程式,可知生成的 O_2 与 H_2 的物质的量之比为 1:2,质量比为 8:1。故 B 项正确。阴极反应为 $4H_2O + 4e^- = 4OH^- + 2H_2 \uparrow$,电解一段时间后阴极区溶液 OH^- 的浓度增大,故 C 项正确。 $Na_2Cr_2O_7$ 的酸性水溶液随着 H^+ 浓度的增大会转化为 CrO_3 : $Cr_2O_7^{2-} + 2H^+ = 2CrO_3 + H_2O$,故 D 项正确。

备考启示:“证据推理与模型认知”解电化学试题的一般步骤:(1)根据实验现象或原理图中的信息和文字信息,判断电极名称(电解池要判断是否为活泼阳极);(2)依据信息写出电极反应式和总反应式;(3)判断电解质中离子的移动方向或根据电子守恒的相关计算。

16. (1)6 +1

(2) $Cu_2O + H_2O_2 + 2H_2SO_4 = 2CuSO_4 + 3H_2O$

(3)4.7 蓝色沉淀溶解,溶液变为深蓝色 2×10^{-6}

(4)盐酸和氯化钡溶液 作溶剂(或溶解 $GaCl_3$,利于与 $InCl_3$ 分离)

(5) $GaCl_3 + NH_3 \xrightarrow{\text{高温}} GaN + 3HCl$

解析:根据题干信息可知,要以 $CuIn_{0.5}Ga_{0.5}Se_2$ 为原料生产 GaN ,就是要在整个流程中将杂质元素 Cu 、 In 、 Se 进行转化去除。

(1)硒(Se)与硫同为 VI A 族元素,最外层有 6 个电子,类比硫化物,在该化合物中 Se 化合价为 -2; Ga 和 In 同为 III A 族元素,类比铝元素在化合物中为 +3,根据化合物中正

负化合价代数和为 0,设 $CuIn_{0.5}Ga_{0.5}Se_2$ 中 Cu 的化合价为 x ,则 $x + 3 \times 0.5 + 3 \times 0.5 - 2 \times 2 = 0$,解得 $x = +1$ 。

(2) $CuIn_{0.5}Ga_{0.5}Se_2$ 在高温焙烧时 Se 元素转化为 SeO_2 分离出去, Ga 和 In 在流程中化合价没有变化,都为 +3 价, $CuIn_{0.5}Ga_{0.5}Se_2$ 在与空气高温焙烧时生成更稳定的 Cu_2O (高温时氧化铜会分解为氧化亚铜),故酸浸氧化时发生的主要氧化还原反应为 $Cu_2O + H_2O_2 + 2H_2SO_4 = 2CuSO_4 + 3H_2O$ 。

(3)当 In^{3+} 恰好完全沉淀时,即 $c(In^{3+}) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$,根据 $K_{sp}[In(OH)_3]$,计算得 $c(OH^-) = \sqrt[3]{\frac{1 \times 10^{-33}}{1 \times 10^{-5}}} \text{ mol} \cdot L^{-1} = 1 \times 10^{-\frac{28}{3}} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, $c(H^+) = \frac{K_w}{c(OH^-)} \approx 1 \times 10^{-4.7} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, $pH = 4.7$ 。继续加入 $6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的氨水与 Cu^{2+} 反应,先生成 $Cu(OH)_2$ 蓝色沉淀,氨水过量,蓝色沉淀溶解生成 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$,溶液变为深蓝色。

① $Ga(OH)_3(s) \rightleftharpoons Ga^{3+}(aq) + 3OH^-(aq)$

$K_{sp}[Ga(OH)_3]$

② $NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$K_b(NH_3 \cdot H_2O)$

③ $Ga^{3+} + 4OH^- \rightleftharpoons [Ga(OH)_4]^-$ K'

计算反应 $Ga(OH)_3(s) + NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons [Ga(OH)_4]^- + NH_4^+$ 的平衡常数可通过 ① + ② + ③ 得到目标反应, $K = K_{sp}[Ga(OH)_3] \times K_b(NH_3 \cdot H_2O) \times K' = 2 \times 10^{-6}$ 。

(4)检验滤渣中的 SO_4^{2-} 是否洗净,可加入盐酸和 $BaCl_2$ 溶液,得到的滤渣是 $In(OH)_3$ 和 $Ga(OH)_3$ 的混合物,加入 $SOCl_2$ 后他们分别转化为 $InCl_3$ 、 $GaCl_3$,同时在流程中显示 $InCl_3$ 为难溶物,作为滤渣被分离,而 $GaCl_3$ 留在滤液中,所以 $SOCl_2$ 在此步骤中另一作用为溶解 $GaCl_3$ 利于与 $InCl_3$ 分离(或作溶剂)。

(5)高温气相沉积时, $GaCl_3$ 和 NH_3 反应生成 GaN ,同时得到 HCl ,化学方程式为 $GaCl_3 + NH_3 \xrightarrow{\text{高温}} GaN + 3HCl$ 。

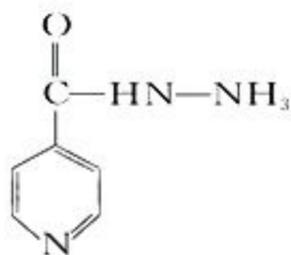
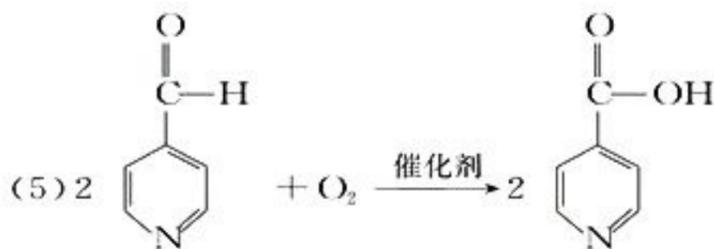
备考启示:高三复习时要学会利用多重平衡规则计算可逆反应的平衡常数,多重平衡规则是指如果某一可逆反应可以由几个可逆反应相加(或相减)得到,则该可逆反应的平衡常数等于几个可逆反应的平衡常数的乘积(或商)。

17. (1) 醛基 醚键

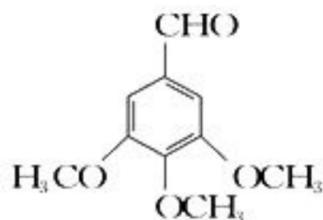
(2) 酯化反应(取代反应) CH_3OH

(3) 2

(4) 10

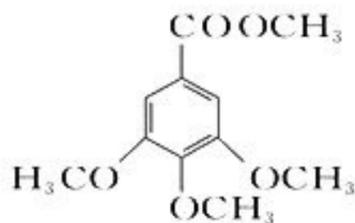
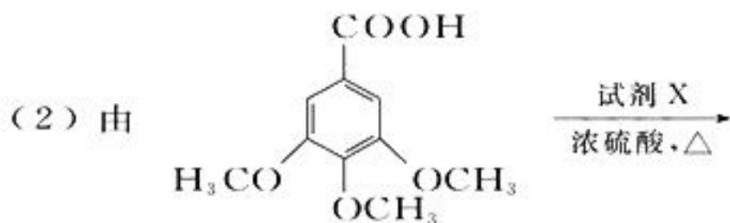


解析: (1) 由 E 的结构简式



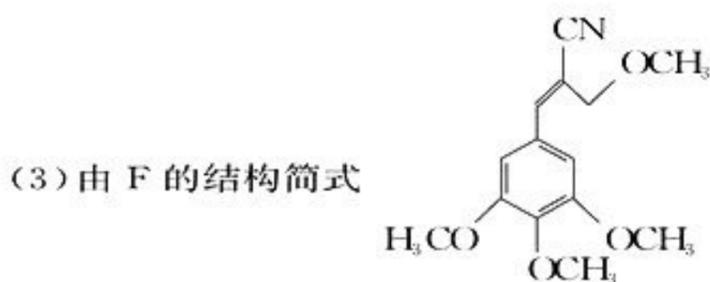
可知, E 中的官能团名称

是醛基和醚键。

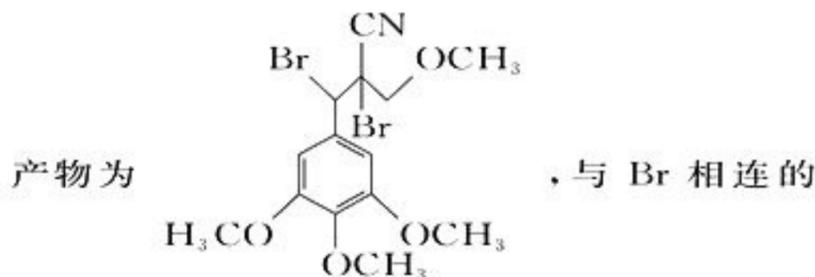


可知, B→C 是羧基发

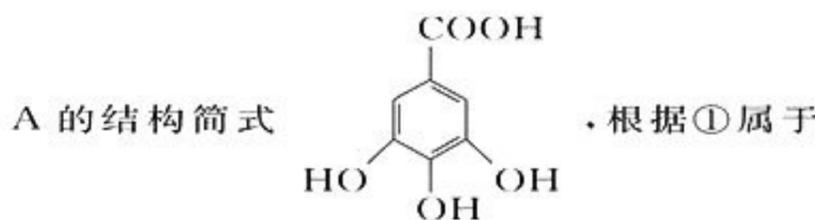
生了酯化反应生成了酯基;试剂 X 为甲醇,其结构简式为 CH_3OH 。



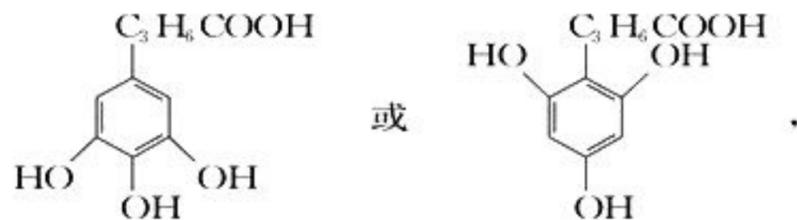
可知,每分子 F 的碳碳双键加上一分子 Br_2 ,



两个碳原子为手性碳。

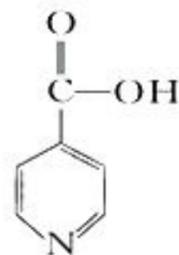


A 的同系物,知含有 3 个酚羟基、1 个羧基;根据②苯环上有 4 个取代基,知 4 个取代基分别为 $-\text{OH}$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{C}_3\text{H}_6\text{COOH}$;根据③苯环上一氯代物只有 1 种,知该同分异构体为

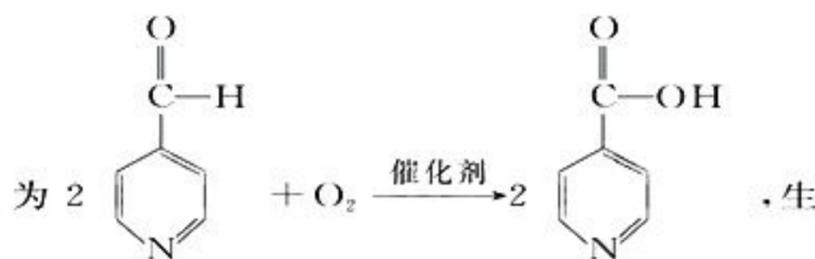


又 $-\text{C}_3\text{H}_6\text{COOH}$ 有 5 种异构,分别为 $[-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ 、 $-\text{CH}(\text{COOH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{COOH}]$,所以满足条件的同分异构体有 10 种。

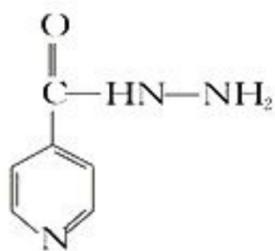
(5) 根据转化关系可知, Y 为



,则生成 Y 的化学反应方程式



成异烟肼发生类似流程中催化剂 C→D 的反应,



故异烟肼的结构简式为

备考启示:与 2021 年全国卷的有机主观题比较,湖北卷没有考查有机物的命名,值得关注。

18. (1)不能

(2)吸收多余的氯气,防止污染空气 防止空气中水蒸气进入三颈烧瓶

(3)三颈烧瓶 b 防止 SbCl_5 分解

(4) $4\text{HF} + \text{SiO}_2 = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(5) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HSbF}_6 = [\text{SO}(\text{OH})_3]^+ [\text{SbF}_6]^-$
或 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HSbF}_6 = [\text{S}(\text{OH})_4]^{2+} [\text{SbF}_6]_2^-$

(6) $\text{CH}(\text{CH}_3)_3 + \text{H}^+ = \text{H}_2 \uparrow + [\text{C}(\text{CH}_3)_3]^+$

解析:(1)回流的是球形冷凝管,蒸馏的是直形冷凝管,若交换使用,部分馏分会残留在球形冷凝管中,故二者不能交换使用。

(2)根据表中提供信息, SbCl_5 、 SbCl_3 极易水解,知试剂 X 的作用是防止空气中水蒸气进入三颈烧瓶,同时吸收多余的氯气,防止污染空气。

(3)读实验装置图知,反应完成后,关闭活塞 a,打开活塞 b,减压转移三颈烧瓶中生成的 SbCl_5 至双颈烧瓶中;减压蒸馏前,必须关闭活塞 b,以保证装置密封,便于后续抽真空;根据表中提供信息“ SbCl_5 140 °C 分解”知,用减压蒸馏而不用常压蒸馏,可以防止 SbCl_5 分解。

(4)在由 SbCl_5 制备 HSbF_6 时,需用到 HF,而 HF 可与玻璃中的 SiO_2 反应,故不能选择玻璃仪器,反应的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) H_2SO_4 与超强酸 HSbF_6 反应时, H_2SO_4 表现出碱的性质,则化学方程式为 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HSbF}_6 = [\text{SO}(\text{OH})_3]^+ [\text{SbF}_6]^-$ 或 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HSbF}_6 = [\text{S}(\text{OH})_4]^{2+} [\text{SbF}_6]_2^-$ 。

(6)根据题中所给碳氢键的活性大小顺序,次甲基($-\overset{|}{\text{C}}\text{H}-$)碳氢键活性最大,

$\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ 中次甲基上的氢与超酸 HSbF_6 电离出的氢离子结合生成氢气,根据质量守恒和电荷守恒写出反应离子反应方程式: $\text{CH}(\text{CH}_3)_3 + \text{H}^+ = \text{H}_2 \uparrow + [\text{C}(\text{CH}_3)_3]^+$ 。

备考启示:复习时重视教材涉及气体(氯气、氨气、一氧化氮、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢、乙烯、乙炔等)的实验室制备及其拓展;关注减压蒸馏、减压过滤、减压升华等考生能理解教材未涉及的基本实验操作及其应用。

19. (1)271

(2)使平衡向气体分子数增大的正向移动,提高 C_3H_8 的转化率 16.7

(3)2.0 有消耗 O_2 的副反应发生

(4)先增大后减小 先以反应 II 为主,后以反应 III 为主。

解析:(1)由 $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H_1 = +125 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 知,反应断裂 2 mol C—H 键,形成 1 mol 碳碳 π 键和 1 mol H—H 键, $416 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 - E(\text{碳碳} \pi \text{键}) - 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +125 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $E(\text{碳碳} \pi \text{键}) = 271 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,所以形成 1 mol 碳碳 π 键放出的能量为 271 kJ。

(2)达到平衡后,通入 N_2 ,由于总压恒定为 100 kPa,则容器体积增大,平衡向气体分子数增大的正反应方向移动, C_3H_8 的转化率增大;根据图 7, C_3H_8 的物质的量分数为 0.4 时,其平衡转化率为 50%。假设混合气体为 1 mol,则起始时 C_3H_8 为 0.4 mol, N_2 为 0.6 mol,运用三段式法计算:

	C_3H_8	\rightleftharpoons	$\text{H}_2(\text{g})$	$+$	$\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})$
开始量/mol	0.40		0		0
变化量/mol	0.20		0.20		0.20
平衡量/mol	0.20		0.20		0.20

由于总压恒定为 100 kPa,平衡时 C_3H_8 为 0.2 mol, C_3H_6 为 0.2 mol, H_2 为 0.2 mol, N_2 为 0.6 mol,则 $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$ 、 $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 的分压均为 $100 \text{ kPa} \times \frac{0.2 \text{ mol}}{1.2 \text{ mol}} = \frac{100}{6} \text{ kPa}$,故 T_1 时反应 I 的平衡常数 $K_p = \frac{100}{6} \text{ kPa} \times \frac{100}{6} \text{ kPa}}{\frac{100}{6} \text{ kPa}} = 16.7 \text{ kPa}$ 。

化学实验的操作与评价

考点归类和解题思路

■安徽省巢湖市第二中学 米凯

■安徽省合肥市第六中学 马善恒



以实验为基础是化学学科的重要特征之一,在化学试题中化学实验的操作与评价充分体现学习化学实验的重要价值和现实意义。化学实验的操作与评价试题充分考查考生对常用化学仪器的使用和操作;根据实验原理,设计实验、实施实验、分析实验;对化学仪器的组装、化学试剂的选择、化学实验的规范操作、化学实验现象的准确描述等进行科学的评价;发展学生在化学学习中“科学探究与创新意识”的学科素养,体现安全、绿色、环保向上的价值观。现就常见考点举例分析。

考点一:仪器使用、操作——描述判断型

例1 下列实验操作不当的是()。

- A. 用稀硫酸和锌粒制取 H_2 时,加几滴 $CuSO_4$ 溶液以加快反应速率
- B. 用标准 HCl 溶液滴定 $NaHCO_3$ 溶液来测定其浓度,选择酚酞为指示剂
- C. 用铂丝蘸取某碱金属的盐溶液灼烧,火焰呈黄色,证明其中含有 Na^+
- D. 常压蒸馏时,加入液体的体积不超过

(3) $0 \sim 1.2$ s 内 C_3H_6 的分压由 0 增大为 2.4 kPa,则生成 C_3H_6 的平均速率为 $\frac{2.4 \text{ kPa}}{1.2 \text{ s}} = 2.0 \text{ kPa} \cdot \text{s}^{-1}$;若只发生反应 I、II, C_3H_6 的分压应大于 H_2 和 H_2O 的分压,但由图 8 知,随着反应进行,分压 $p(H_2O) > p(C_3H_6) > p(H_2)$,且有 CO_2 生成, H_2 分压降低,故体系中还发生副反应: $C_3H_6 + \frac{9}{2} O_2 = 3CO_2 + 3H_2O$, $H_2 + \frac{1}{2} O_2 = H_2O$,消耗 O_2 ,因此 C_3H_6 和 O_2 的消耗速率比小于 $2:1$ 。

(4) 由“丙烯的净生成速率方程为 $v(C_3H_6) = k p(C_3H_8) - k' p(C_3H_6)$ ”推知,反

圆底烧瓶容积的 $\frac{2}{3}$

解析:加几滴 $CuSO_4$ 溶液会发生反应 $Zn + Cu^{2+} = Zn^{2+} + Cu$, Zn 与置换出来的 Cu 及稀硫酸构成 $Cu-Zn$ 原电池,加快了放出 H_2 的速率, A 项正确。用标准盐酸滴定 $NaHCO_3$ 溶液,滴定至终点时溶液呈弱酸性,应选用甲基橙作指示剂, B 项错误。黄色是 Na^+ 的焰色, C 项正确。常压蒸馏时,加入液体的体积既不能太少,也不能超过圆底烧瓶容积的 $\frac{2}{3}$, D 项正确。

答案:B

例2 下列实验操作能达到实验目的的是()。

- A. 用长颈漏斗分离出乙酸与乙醇反应的产物
- B. 用向上排空气法收集铜粉与稀硝酸反应产生的 NO
- C. 配制氯化铁溶液时,将氯化铁溶解在

应 II 生成丙烯的速率方程为 $v(C_3H_6) = k p(C_3H_8)$,反应 III 消耗丙烯的速率方程为 $v(C_3H_6) = k' p(C_3H_6)$,反应开始 $p(C_3H_8)$ 大、 $p(C_3H_6)$ 小,以反应 II 生成丙烯为主;随着反应进行, $p(C_3H_8)$ 减小、 $p(C_3H_6)$ 增大,以反应 III 消耗丙烯为主,因此丙烯的浓度随时间的变化趋势为先增大后减小。

备考启示:焓变与键能的估算、分压平衡常数 (K_p) 和速率的计算等,没有复杂的数据计算,重在化学问题定量思维的考查;重视对坐标图像和净速率方程中隐藏信息提取能力的考查。

(责任编辑 谢启刚)

较浓的盐酸中再加水稀释

D. 将 Cl_2 与 HCl 混合气体通过饱和食盐水可得到纯净的 Cl_2

解析: A 项, 在浓硫酸、加热条件下, 乙醇和乙酸发生酯化反应生成乙酸乙酯, 用饱和 Na_2CO_3 溶液吸收, 由于乙酸乙酯难溶于 Na_2CO_3 溶液, 吸收液中出现分层现象, 最后用分液漏斗进行分液。B 项, NO 易与空气中的 O_2 反应生成 NO_2 , 故不能用向上排空气法收集 NO , 应用排水法收集。C 项, FeCl_3 易发生水解反应, 故配制 FeCl_3 溶液时, 应将其固体溶于较浓的盐酸中再加水稀释, 以抑制 FeCl_3 的水解反应。D 项, 将 Cl_2 和 HCl 的混合气体通过饱和食盐水, 可除去其中的 HCl , 但同时会混入水蒸气, 欲得到纯净的 Cl_2 , 应先通过饱和食盐水, 再通过盛有浓硫酸的洗气瓶进行干燥。

答案: C

启示: 在中学化学学习中, 同学们需要熟悉常见的化学仪器, 如坩埚、蒸发皿、酒精灯、漏斗、玻璃棒、滴定管、容量瓶、量筒、烧瓶、温度计、冷凝管等; 熟悉常见化学仪器的使用, 能根据常见元素化合物的性质, 选取合适试剂对化学仪器进行科学操作。要求同学们在化学实验中, 能规范、娴熟操作常见的化学仪器, 能科学准确地描述操作过程, 能用化学知识分析常用化学仪器在使用过程中的注意事项等。

考点二: 实验设计、目的——表格评价型

例 3 下列实验现象与实验操作不匹配的是()。

	实验操作	实验现象
A	向盛有酸性高锰酸钾溶液的试管中通入足量的乙烯后静置	溶液的紫色逐渐褪去, 静置后溶液分层
B	将镁条点燃后迅速伸入集满 CO_2 的集气瓶	集气瓶中产生浓烟并有黑色颗粒产生
C	向盛有饱和硫代硫酸钠溶液的试管中滴加稀盐酸	有刺激性气味气体产生, 溶液变浑浊
D	向盛有 FeCl_3 溶液的试管中加过量铁粉, 充分振荡后加 1 滴 KSCN 溶液	黄色逐渐消失, 加 KSCN 后溶液颜色不变

解析: 乙烯中含有双键, 可以使酸性高锰酸钾溶液褪色, 静置后溶液不分层, A 项不匹配。镁条与二氧化碳在点燃条件下发生反应的化学方程式为 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$, 所以集气瓶中产生浓烟, 并有黑色颗粒产生, B 项匹配。根据反应 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, SO_2 为有刺激性气味的气体, 硫是淡黄色沉淀, 可使溶液变浑浊, C 项匹配。根据反应 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$, 可得随 Fe^{3+} 逐渐消耗, 黄色逐渐消失, 加 KSCN 溶液后, 溶液颜色不变, D 项匹配。

答案: A

例 4 下列实验不能达到目的的是()。

选项	目的	实验
A	制取较高浓度的次氯酸溶液	将 Cl_2 通入碳酸钠溶液中
B	加快氧气的生成速率	在过氧化氢溶液中加入少量 MnO_2
C	除去乙酸乙酯中的少量乙酸	加入饱和碳酸钠溶液洗涤、分液
D	制备少量二氧化硫气体	向饱和亚硫酸钠溶液中滴加浓硫酸

解析: A 项, 将 Cl_2 通入碳酸钠溶液中发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + 2\text{NaHCO}_3$, 不能制取较高浓度的次氯酸溶液。B 项, 在过氧化氢溶液中加入少量二氧化锰作催化剂, 可加快氧气的生成速率。C 项, 加入饱和碳酸钠溶液可以消耗乙酸, 降低乙酸乙酯在水中的溶解度, 便于析出。D 项, 向饱和亚硫酸钠溶液中滴加浓硫酸, 符合强酸制弱酸的原理, 可以制备二氧化硫气体。

答案: A

启示: 该考点通过表格的形式, 要求考生通过表格快速读取化学信息。主要对化学实验中实验过程、实验操作、实验现象、实验目的进行科学评价。基于实验目的, 综合考查实验原理的准确性(试剂的选择和使用), 实验设计的合理性、科学性, 实验操作的规范性, 实验现象描述的准确性等。

考点三: 实验探究、方案——套装分析型

例 5 实验室用 H_2 还原 WO_3 制备金

属 W 的装置如图 1 所示 (Zn 粒中往往含有硫等杂质, 焦性没食子酸溶液用于吸收少量氧气)。下列说法正确的是 ()。

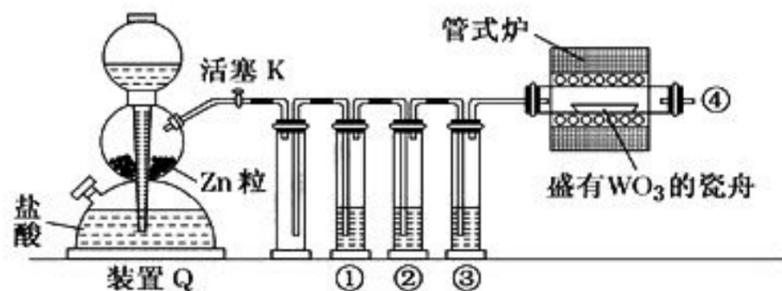


图 1

- A. ①②③中依次盛装 KMnO_4 溶液、浓硫酸、焦性没食子酸溶液
- B. 管式炉加热前, 用试管在 ④ 处收集气体并点燃, 通过声音判断气体纯度
- C. 结束反应时, 先关闭活塞 K, 再停止加热
- D. 装置 Q (启普发生器) 也可用于二氧化锰与浓盐酸反应制备氯气

解析: 制得的氢气中含有 H_2S 、 O_2 、 HCl 、 H_2O 等杂质, 由于酸性高锰酸钾溶液氧化氯化氢生成氯气, 所以, 应先用焦性没食子酸溶液吸收氧气, 同时除去氯化氢 (易溶于水), 再用酸性高锰酸钾溶液吸收硫化氢, 最后用浓硫酸干燥, A 项错误。氢气中混有空气, 加热易发生爆炸, 故加热管式炉前需对氢气进行验纯, 其操作为在 ④ 处收集气体点燃, 发出“噗”声, 则证明制取的氢气较纯, B 项正确。类似氢气还原氧化铜, 实验完毕后, 先停止加热, 再继续通入氢气一段时间, C 项错误。启普发生器不能加热, 适合块状固体与液体在常温下反应, 而实验室用二氧化锰与浓盐酸反应制氯气需要加热, 且二氧化锰是粉末状固体, 故不能用装置 Q 制备氯气, D 项错误。

答案: B

例 6 某同学设计用图 2 所示的装置制备少量的 AlCl_3 (易水解)。下列说法错误的是 ()。

- A. 装置 B 中所装试剂为饱和的 NaCl 溶液, 其作用是除去氯气中的 HCl
- B. 装置 C 和 F 中的试剂均为浓硫酸, 其作用是防止水蒸气进入 E 中
- C. 用 $50\text{ mL } 12\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸与足量

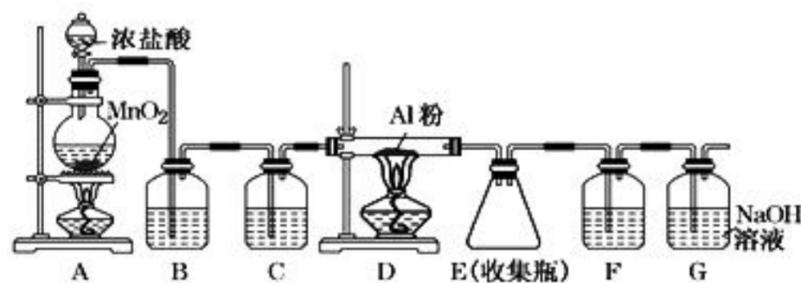


图 2

的 MnO_2 反应, 所得氯气可以制取 26.7 g AlCl_3

D. 实验过程中应先点燃 A 处酒精灯, 待装置中充满黄绿色气体时再点燃 D 处酒精灯

解析: 实验室利用二氧化锰和浓盐酸加热反应制备 Cl_2 , 其中含有杂质气体 HCl 和水蒸气, HCl 易溶于水, 而 Cl_2 在饱和食盐水中溶解度很小, 因此装置 B 中所装试剂为饱和的 NaCl 溶液, 其作用是除去 Cl_2 中的 HCl , A 项正确。因为 AlCl_3 易水解, 所以 Al 和 Cl_2 反应必须在干燥的环境中进行, 因此装置 C 和 F 中的试剂均为浓硫酸, 其作用是防止水蒸气进入 E 中, B 项正确。用 $50\text{ mL } 12\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸与足量的 MnO_2 反应, 由于浓盐酸不断消耗, 变为稀盐酸, 与二氧化锰不反应, 所以 $50\text{ mL } 12\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸产生 Cl_2 小于 0.15 mol , 因此 Cl_2 与 Al 反应生成的 AlCl_3 少于 0.1 mol , 质量小于 13.35 g , C 项错误。实验过程中应先点燃 A 处的酒精灯, 反应产生 Cl_2 , 利用 Cl_2 排净装置内的空气, 待装置中充满黄绿色气体时再点燃 D 处的酒精灯, D 项正确。

答案: C

启示: 该考点考查考生实验探究和创新意识, 考生要熟练掌握常见气体制备的实验装置, 如实验制备氢气、氧气、二氧化碳、氯气、二氧化硫、氨气等。考生在平时的化学实验中要学会绘制实验装置并亲自组装实验装置, 进行实验操作。了解常见物质制备的整个过程, 实验原理、实验发生装置、实验净化装置、实验收集装置、实验尾气处理装置等。在解决实验探究和实验方案方面的试题时, 注重科学探究和创新意识, 利用实验知识, 分析整套装置, 从而解决问题。

(责任编辑 谢启刚)

高考化学实验专项检测题参考答案

1. C 提示:使用容量瓶之前,进行检漏、水洗,但不能用待盛溶液润洗,A项错误。 CCl_4 的密度大于水的密度,分离 CCl_4 和水,先将 CCl_4 从分液漏斗下口放出,再将水从分液漏斗上口倒出,B项错误。配制银氨溶液时,向硝酸银溶液逐滴加入氨水,先产生沉淀,滴至沉淀刚好溶解,C项正确。标准盐酸溶液滴定待测氨水,生成的氯化铵是强酸弱碱盐,水解后溶液呈酸性,应用甲基橙作指示剂,D项错误。

2. D 提示:液溴能使橡胶腐蚀,A项错误。滴定管和容量瓶不能烘干,B项错误。乙醇易挥发,高锰酸钾具有强氧化性,两者发生反应使高锰酸钾变质,C项错误。滴定接近终点时,滴定管尖端可以接触锥形瓶壁,使液体滴入锥形瓶中,D项正确。

3. A 提示:氨气易溶于水,不溶于四氯化碳,将导管插入四氯化碳中,从四氯化碳中逸出的氨气被上层的水吸收,能防倒吸,A项正确。酸性高锰酸钾溶液具有强氧化性,能腐蚀橡胶,碱式滴定管下端有橡胶管,应用酸式滴定管,B项错误。配制250 g 10%氯化钠溶液,不是精确配制,不用容量瓶,容量瓶用于配制一定物质的量浓度溶液,该实验所需仪器:天平、量筒、烧杯、玻璃棒即可,C项错误。氯化铵受热易分解生成氨气和氯化氢气体,将氯化铵溶液蒸干,得不到氯化铵晶体,D项错误。

4. C 提示: FeCl_3 溶液中含有 Fe^{2+} ,通入 Cl_2 ,发生反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$,从而除去 Fe^{2+} 且不会引入新的杂质,A项合理。 HCl 极易溶于水,而饱和 NaCl 溶液中氯离子浓度较大,抑制反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$,从而达到除杂的作用,B项合理。 C_2H_4 和 C_2H_2 在一定条件下均能与 H_2 发生加成反应,很难控制反应的程度,无法起到除杂的作用,C项不合理。乙酸乙酯在饱和 Na_2CO_3 溶液中析出,而乙酸能与 Na_2CO_3 溶液反应,从而起到除杂的作

用,D项合理。

5. A 提示:浓硫酸吸收装置中挥发的水分,使得饱和硫酸铜溶液中析出蓝色的硫酸铜晶体,因此可用于证明浓硫酸的吸水性,A项正确。制取溴苯的原料为液溴和苯,液溴与铁反应生成的溴化铁起催化作用,使溴与苯反应生成溴苯;而溴水与苯发生萃取,分层后与铁隔离,不能制备溴苯,B项错误。最高价含氧酸的酸性越强,元素的非金属性越强,要证明 $\text{Cl} > \text{C} > \text{Si}$,必须通过高氯酸与石灰石反应生成二氧化碳气体,然后二氧化碳与硅酸钠溶液反应有白色胶状沉淀产生,C项错误。浓氨水滴在生石灰上可迅速产生氨气,滴在熟石灰上不能快速产生氨气,D项错误。

6. D 提示:氢氧化钠是碱性物质,需要装在碱式滴定管中,A项错误。二氧化碳能溶于水,导致二氧化碳的量也会减小,B项错误。胆矾属于晶体,应通过结晶的方法制取,C项错误。根据压强差检查溶液的气密性,D项正确。

7. C 提示:水的比热容高,水浴加热具有受热均匀,便于控制温度的优点,A项正确。环己烷作溶剂,使反应物充分接触,加入的环己烷可提高苯甲酸乙酯产率,B项正确。浓硫酸密度大,且稀释时放出大量的热,应该在加入无水乙醇后再加入浓硫酸,C项错误。碳酸钠可以和硫酸、苯甲酸反应生成易溶于水的盐,反应后向A中的溶液加入碳酸钠以除去硫酸和剩余的苯甲酸,D项正确。

8. D 提示:生成的氧气可从长颈漏斗逸出,不能测定反应速率,应改为分液漏斗,A项错误。氯化铵分解后,在试管口化合生成氯化铵,应选铵盐与碱加热制备,B项错误。温度计应处于圆底烧瓶的支气管处,C项错误。溴和氢氧化钠溶液反应生成可溶性的钠盐,和四氯化碳不反应,四氯化碳和水不互溶,四氯化碳密度大于水,所以水溶液在上方,四氯化碳在下方,再通过分液即可除去,

D 项正确。

9. C 提示:发生装置为高锰酸钾和浓盐酸反应制备氯气: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \text{---} 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。经过饱和食盐水除去挥发出来的 HCl 气体,由于在盛 NaOH 溶液的试管中收集到无色气体,该气体可以使带火星的木条复燃,说明氯气与双氧水发生核心反应产生 O_2 ,用 NaOH 溶液吸收多余的氯气,防止污染环境,并且收集产生的 O_2 。根据分析可知饱和食盐水的作用是除去氯气中的 HCl, A 项正确。水吸收氯气的效果不好,所以 NaOH 溶液不可用水代替, B 项正确。由反应 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cl}_2 \text{---} 2\text{HCl} + \text{O}_2$ 可说明该条件下氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{O}_2$,但不可证明非金属性 $\text{Cl} > \text{O}$,客观事实是 O 的非金属性大于 Cl, C 项错误。实验产生的 O_2 有可能是 H_2O_2 分解所得,不一定是氯气氧化了 H_2O_2 产生了 O_2 , D 项正确。

10. B 提示: Na_2O_2 粉末久置会生成碳酸钠,过氧化钠和碳酸钠与盐酸反应都可产生无色气体, A 项错误。向碘水中加入少量四氯化碳,振荡后静置,上层接近无色,下层显紫红色,说明碘从水中转移至四氯化碳中,则碘在 CCl_4 中的溶解度大于在水中的溶解度, B 项正确。向过量铁粉中加入一定量的稀硝酸,充分反应后溶液中只含有亚铁离子,亚铁离子遇 KSCN 溶液不变色,不能证明 Fe^{3+} 与稀硝酸的氧化性强弱, C 项错误。向久置的 Na_2SO_3 溶液中滴加 BaCl_2 溶液,出现白色沉淀,该沉淀可能为亚硫酸钡和硫酸钡的混合物, D 项错误。

11. A 提示:甲中制备 SO_2 ,是利用了硫酸的强酸性, A 项错误。乙中红色花瓣褪色,说明 SO_2 具有漂白性, B 项正确。丙中溶液红色变浅,是因为 SO_2 和 NaOH 发生反应,消耗了 NaOH, C 项正确。在乙中,用 Br_2 的 CCl_4 溶液验证 SO_2 的还原性;甲中制备 SO_2 使用的是浓硫酸,浓硫酸具有吸水性,使得制备的 SO_2 较为干燥。如果将制得的 SO_2 通过 NaHSO_3 溶液,可以减少 SO_2 在水中溶解的量,还能湿润 SO_2 ,便于发生反应 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \text{---} \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$, D 项正确。

12. C 提示:某钾盐中滴加盐酸,产生使澄清石灰水变浑浊的无色气体,该气体可能为二氧化硫,该钾盐可能为 K_2SO_3 或 KHSO_3 ,不一定是 K_2CO_3 、 KHCO_3 , A 项错误。应该是蛋白质发生了颜色反应, B 项错误。向盛有 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 溶液试管中滴入稀硫酸,酸性溶液中硝酸根把亚铁离子氧化,自身被还原为 NO,在试管口被氧化为 NO_2 ,因此管口出现红棕色气体, C 项正确。将 SO_2 气体通入棕黄色 FeCl_3 溶液中,溶液变为浅绿色,铁离子被还原为亚铁离子,体现二氧化硫的还原性, D 项错误。

13. C 提示:浓硫酸与铜反应需要加热,甲装置没有酒精灯,无法反应制取 SO_2 , A 项错误。滴定管使用时应悬于容量瓶上方,不能伸入容量瓶内,会污染试剂, B 项错误。用装置丙可以过滤“沉钴”所得悬浊液,且装置中操作规范, C 项正确。灼烧 CoCO_3 固体应用坩埚,不能在烧杯中直接灼烧固体, D 项错误。

14. D 提示:实验现象只能说明含有 Fe^{2+} ,无法证明是否含有 Fe^{3+} , A 项错误。若原溶液中含有 SO_3^{2-} ,加入硝酸钡、盐酸后,酸性环境中硝酸根会将亚硫酸根氧化为硫酸根,从而生成硫酸钡沉淀, B 项错误。 Na_2S 在溶液中会电离出大量 S^{2-} ,加入硫酸铜后和 Cu^{2+} 结合成 CuS 沉淀,该过程中没有发生沉淀的转化,无法比较溶度积, C 项错误。根据实验现象可知发生反应 $\text{AlO}_2^- + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \text{---} \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$,说明 HCO_3^- 的酸性强于 HAlO_2 ,即 AlO_2^- 结合质子的能力强于 CO_3^{2-} , D 项正确。

15. (1) 100 mL 容量瓶、托盘天平(2 分)

(2) ① Cl_2 (1 分) 氧化(1 分)

② 实验 I 中淀粉-碘化钾试纸变蓝及褪色的时间更短,说明乙醇将 NaClO 还原为 Cl_2 (2 分)

③ NaOH(2 分)

(3) ① 避免碘单质升华(2 分) $\text{ClO}^- + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \text{---} \text{Cl}^- + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (2 分)

② 无色(1 分) 1.10%(2 分)

提示:(1)将无水乙醇配制成 75% 医用

酒精,需要加一定量的水稀释,故所用仪器为量筒和烧杯,不需要 100mL 容量瓶、托盘天平。

(2)①能使淀粉-碘化钾试纸变蓝,说明反应生成了 I_2 ,结合乙醇具有还原性,NaClO 具有强氧化性,则该实验原理为:首先乙醇和 NaClO 反应生成了 Cl_2 ,然后发生 $Cl_2 + 2KI = 2KCl + I_2$, I_2 遇淀粉溶液变蓝,过量的 Cl_2 又将 I_2 氧化,导致蓝色褪去。

②对比实验 I 和实验 II 的现象,实验 I 中淀粉-碘化钾试纸变蓝及褪色的时间更短,说明乙醇将 NaClO 还原为 Cl_2 。

③实验过程测得实验 I 中混合溶液的 pH 由 12.38 逐渐增大至 12.80,溶液碱性增强,说明乙醇与 NaClO 反应可能生成了 NaOH。

(3)①单质碘在常温下易升华,因此滴定前,要将锥形瓶置于“冷暗处”;NaClO 与 KI 反应时, I^- 被 ClO^- 氧化生成 I_2 , ClO^- 本身被还原为 Cl^- ,根据得失电子守恒、电荷守恒及原子守恒配平,反应的离子方程式为 $ClO^- + 2I^- + 2H^+ = Cl^- + I_2 + H_2O$ 。

②滴定前溶液为蓝色,滴定终点时 I_2 被消耗完,溶液的颜色变为无色。根据 $ClO^- + 2I^- + 2H^+ = Cl^- + I_2 + H_2O$, $I_2 + 2S_2O_3^{2-} = 2I^- + S_4O_6^{2-}$,得到关系式: $ClO^- \sim 2I^- \sim I_2 \sim 2S_2O_3^{2-}$, $n(ClO^-) = \frac{1}{2}n(S_2O_3^{2-}) = \frac{1}{2} \times 0.1000 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 14.80 \times 10^{-3} L = 7.40 \times 10^{-4} \text{ mol}$,则 $m(NaClO) = 7.40 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.05513 \text{ g}$,5.00 mL 反应后溶液的质量为 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 5.00 \text{ mL} = 5.00 \text{ g}$,则 NaClO 的质量分数 $= \frac{0.05513 \text{ g}}{5.00 \text{ g}} \times 100\% = 1.10\%$ 。

16. (1)分液漏斗(1分) 检查装置气密性(1分)

(2)防止温度高,使 NaClO 分解(2分)

(3)吸收尾气,防止污染空气(2分)

(4)不能(1分)

(5) $NaClO + CO(NH_2)_2 + 2NaOH = N_2H_4 \cdot H_2O + NaCl + Na_2CO_3$ (3分)

(6)防止水合肼被 NaClO 氧化(2分)

(7)在锥形瓶导管上连接装有碱石灰的干燥管,防止空气中二氧化碳进入收集装置(2分)

提示:(1)根据装置特点,盛装浓盐酸仪器的名称是分液漏斗;连接装置后,应先检验装置的气密性。

(2)已知加热 NaClO 溶液可生成氯酸钠,则用冰水浴控制温度在 30°C 以下,可防止温度过高导致 NaClO 分解。

(3)氯气有毒,则装置 III 的作用是吸收未反应的氯气,防止污染空气。

(4)球形冷凝管一般用于合成装置中的冷凝回流,直形冷凝管用于蒸馏实验的冷凝,则装置中的直形冷凝管不能用球形冷凝管代替。

(5)三颈烧瓶中 NaClO、NaOH 与尿素反应生成水合肼和碳酸钠,化学反应方程式为 $NaClO + CO(NH_2)_2 + 2NaOH = N_2H_4 \cdot H_2O + NaCl + Na_2CO_3$ 。

(6)水合肼具有强还原性,能与 NaClO 剧烈反应生成 N_2 ,滴加 NaClO 溶液时不能过快、过多。

(7)水合肼在空气中可吸收 CO_2 而产生烟雾,则需在锥形瓶后加装有碱石灰的干燥管,防止空气中二氧化碳进入收集装置。

17. (1)干燥管(1分) D→C→E→B(2分)

(2) $2KMnO_4 + 16HCl(\text{浓}) = 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$ (2分)

(3)除去氯气中的 HCl 气体(2分)

(4)水浴加热(1分) 减少晶体表面水分,加快晶体干燥(2分)

(5) $2CoCl_2 + 10NH_3 + 2NH_4Cl + H_2O_2 \xrightarrow{\text{活性炭}} 2[Co(NH_3)_6]Cl_3 + 2H_2O$ (2分) d(2分)

提示:(1)已知氯化钴($CoCl_2$)易潮解, $Co(III)$ 的氧化性强于 Cl_2 ,可用高熔点金属钴与氯气反应制取;装置 A 用于制备氯气,装置 D 中饱和食盐水用于除去氯气中的氯化氢气体,装置 C 中浓硫酸可干燥氯气,装置 E 中 Co 与 Cl_2 反应以制备 $CoCl_2$,装置 B 用于尾

气吸收。盛放碱石灰的仪器名称是干燥管。用图 11 中的装置组合制备氯化钴,连接顺序为 A→D→C→E→B。

(2)装置 A 产生氯气时不需要加热,则采用 KMnO_4 固体和 HCl (浓)反应以制备氯气,化学方程式为 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)氯气难溶于饱和食盐水,但氯化氢极易溶于水,故用正确的连接装置进行实验,D 的作用是除去氯气中 HCl 气体。

(4)氧化剂为双氧水,双氧水受热易分解,“氧化”应控温在 $60\text{ }^\circ\text{C}$ 进行,控温方式可采取水浴加热。由于乙醇与水互溶,且易挥发,故用无水乙醇洗涤晶体的目的是减少晶体表面水分,加快晶体干燥。

(5)由流程知,反应过程中活性炭既不是氧化剂,又不是还原剂,实验中的含钴物质均为有色物质,故并不需要脱色,因此活性炭起催化剂作用。制备 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的反应物有 CoCl_2 、 NH_3 、 NH_4Cl 和 H_2O_2 ,则化学方程式为 $2\text{CoCl}_2 + 10\text{NH}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{活性炭}} 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

18. (1)① O_2 (1 分)

② $2\text{HSO}_3^- + 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{OH}^-$ (2 分)

③ 不能 (1 分)

(2)① 分液漏斗 (1 分) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

② 排除装置内的空气(氧气),防止氧气氧化生成的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (1 分) 水浴加热 (1 分) $\text{Zn} + 2\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \xrightarrow{35\text{ }^\circ\text{C}} \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ (2 分)

③ 连二亚硫酸钠不溶于乙醇,故可以用乙醇洗涤,且乙醇易挥发,容易干燥 (1 分)

(3) $\frac{8.7cV}{m} \times 100\%$ (3 分)

提示:(1)①图中装置为亚硫酸氢钠电解池,其中阳极为氢氧根失电子生成氧气,故 X

为 O_2 。

②电极 a 为阴极,其中亚硫酸氢根得电子,生成 $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$,介质为碱性,故电极 a 的电极反应式为 $2\text{HSO}_3^- + 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{OH}^-$ 。

③由已知可知,连二亚硫酸钠极易被氧化,阳极有氧气放出,所以若没有阳离子交换膜,连二亚硫酸钠会被氧气氧化,不能得到产品 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 。

(2)①盛放浓硫酸的仪器名称为分液漏斗;装置 A 烧瓶内,铜和浓硫酸在加热下生成硫酸铜、二氧化硫和水,反应的化学方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

②连二亚硫酸钠极易被氧化,所以应通入氮气,排除装置内的空气,防止氧气氧化生成物;控制恒定反应温度约为 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 的方法为水浴加热;由已知可得,反应物为 Zn 和 SO_2 ,在碱性条件下反应,有 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 和 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 生成。则总反应的离子方程式为 $\text{Zn} + 2\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \xrightarrow{35\text{ }^\circ\text{C}} \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ 。

③由已知可得,连二亚硫酸钠不溶于乙醇,故可以用乙醇洗涤,且乙醇易挥发,容易干燥。

(3)已知: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 + 2\text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHSO}_3 \cdot \text{CH}_2\text{O} + \text{NaHSO}_2 \cdot \text{CH}_2\text{O}$, $\text{NaHSO}_2 \cdot \text{CH}_2\text{O} + 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NaHSO}_4 + \text{CH}_2\text{O} + 4\text{HI}$, 可得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \sim \text{NaHSO}_3 \cdot \text{CH}_2\text{O} \sim 2\text{I}_2$, $n(\text{I}_2) = cV \times 10^{-3} \text{ mol} = 2n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4)$, 则 $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4) = \frac{cV \times 10^{-3}}{2} \text{ mol}$, $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4) = \frac{cV \times 10^{-3}}{2} \text{ mol} \times 174 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 连二亚硫酸钠的质量分数为 $\frac{87cV \times 10^{-3} \text{ g}}{m \text{ g}} \times \frac{250 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} \times \frac{100 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} \times 100\% = \frac{8.7cV}{m} \times 100\%$ 。

(责任编辑 谢启刚)



2022 年高考理综化学模拟试题 A 卷参考答案

1. A 提示: AlCl_3 是由分子构成的共价化合物,不能用于电解制取金属 Al,而要采用电解熔融 Al_2O_3 的方法冶炼 Al,故 A 项错误。

2. D 提示: Na_2SO_3 和浓硫酸反应生成 SO_2 ,通入 H_2S 溶液中,生成 S,出现浑浊,A 项正确。浓氨水滴入 CaO 中,产生 NH_3 ,通入酚酞试剂中,溶液变红,B 项正确。盐酸与大理石反应生成 CO_2 (含挥发出的 HCl),通入 Na_2SiO_3 溶液中,生成硅酸沉淀,C 项正确。浓盐酸与 MnO_2 需加热才能反应,D 项不正确。

3. B 提示:根据题给阴离子结构可知,W 为 F,X 为 O,Y 为 C,Z 为 S,最外层电子数之和为 $7+6+4+6=23$ 。同周期元素从左到右非金属性逐渐增强,同主族元素从上到下非金属性逐渐较弱,故元素非金属性 $W>X>Z>Y$,A 项错误。该离子中 O 元素均满足 8 电子结构,B 项正确。非金属性 Z 强于 Y,故最高氧化物对应水化物酸性 $\text{H}_2\text{SO}_4>\text{H}_2\text{CO}_3$,C 项错误。由于氧化性 F_2 强于 O_2 ,故可置换出水中的氧, $2\text{F}_2+2\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons 4\text{HF}+\text{O}_2$,D 项错误。

4. D 提示:由茛地那韦的结构简式可知,茛地那韦分子中含有羟基,不含有酮羰基,故 A 项错误。酰胺键与氢气不反应,则 1 mol 茛地那韦最多与 9 mol 氢气发生加成反应,故 B 项错误。虚线框中五元环有 3 个饱和碳原子,则所有的碳、氧原子不在同一平面内,故 C 项错误。由题干信息可知,该有机物不含酚羟基,则不与氯化铁溶液发生显色反应,故 D 项正确。

5. C 提示:草酸是二元弱酸,不能拆成离子形式,故草酸与酸性高锰酸钾溶液反应的离子方程式应为 $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4+2\text{MnO}_4^-+6\text{H}^+\rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+}+10\text{CO}_2\uparrow+8\text{H}_2\text{O}$,C 项错误。

6. B 提示:装置左侧为原电池,a 极为原电池的负极,电极反应式为 $\text{CH}_4-8\text{e}^-+4\text{O}^{2-}\rightleftharpoons \text{CO}_2+2\text{H}_2\text{O}$,b 极为正极,电极反应

式为 $\text{O}_2+4\text{e}^-\rightleftharpoons 2\text{O}^{2-}$,A 项正确。装置右侧为电解池,阳极的电极反应为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2\uparrow$,阳极室的 Ca^{2+} 通过 A 膜(阳离子交换膜)进入产品室,阴极的电极反应为 $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{H}_2\uparrow+2\text{OH}^-$,原料室的 Na^+ 通过 C 膜(阳离子交换膜)进入阴极室,原料室的 H_2PO_4^- 通过 B 膜(阴离子交换膜)进入产品室,在产品室中得到产品 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$,B 项错误。阴极发生还原反应,电极材料本身不参与反应,可以用铁电极替换石墨电极,C 项正确。a 极上通入 2.24 L(标准状况)甲烷,转移电子的物质的量为 0.8 mol,根据得失电子守恒,阳极室中 Cl^- 失去电子的物质的量也为 0.8 mol,所以消耗 0.8 mol Cl^- ,阳极室中有 0.4 mol Ca^{2+} 移向产品室,即阳极室 Ca^{2+} 的物质的量减少 0.4 mol,D 项正确。

7. D 提示:由图中数据可知当 $c(\text{Cu}^{2+})=10^{-18}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, $c(\text{S}^{2-})\approx 10^{-18.3}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $K_{\text{sp}}(\text{CuS})=c(\text{Cu}^{2+})\cdot c(\text{S}^{2-})\approx 10^{-36.3}$,则 $K_{\text{sp}}(\text{CuS})$ 的数量级为 10^{-37} ,故 A 项正确。由图可知,a 点时 $Q_c(\text{CuS})=c(\text{Cu}^{2+})\cdot c(\text{S}^{2-})=10^{-18.5}\times 10^{-18.5}=10^{-37}<K_{\text{sp}}(\text{CuS})$,则 a 点为 CuS 的不饱和溶液,故 B 项正确。向 p 点的溶液中加入少量 Na_2S 固体,溶液中 $c(\text{S}^{2-})$ 增大,则 $c(\text{Zn}^{2+})$ 减小,故 C 项正确。反应 $\text{H}_2\text{S}+\text{Zn}^{2+}\rightleftharpoons \text{ZnS}+2\text{H}^+$ 的平衡常数 $K=\frac{c^2(\text{H}^+)}{c(\text{Zn}^{2+})\cdot c(\text{H}_2\text{S})}=\frac{c^2(\text{H}^+)\cdot c(\text{HS}^-)\cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{Zn}^{2+})\cdot c(\text{H}_2\text{S})\cdot c(\text{S}^{2-})\cdot c(\text{HS}^-)}=\frac{K_{\text{a1}}\times K_{\text{a2}}}{K_{\text{sp}}(\text{ZnS})}=\frac{1.3\times 10^{-7}\times 10^{-15}}{10^{-14}\times 10^{-8.3}}\approx 30$,平衡常数不是很大,反应不趋于完全,故 D 项错误。

8. (1) $2\text{MnO}_4^-+10\text{Cl}^-+16\text{H}^+\rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+}+5\text{Cl}_2\uparrow+8\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

(2) $\text{H}\rightarrow\text{I}\rightarrow\text{E}\rightarrow\text{F}$ (1 分) $\text{C}\rightarrow\text{D}\rightarrow\text{J}$ (或 K)(1 分) B(1 分)

(3) I 中蒸馏烧瓶中充满黄绿色气体(2 分)

(4) 吸收多余的氯气,并防止水蒸气进入



锥形瓶(2分) $\text{SnCl}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{HCl} \uparrow$ (2分)

(5) 0.25 mol (2分) d (1分)

提示:(1)在装置 II 中 KMnO_4 与浓盐酸反应产生 KCl 、 MnCl_2 、 Cl_2 和 H_2O 。

(2)制得的氯气中含有氯化氢杂质,先洗气再干燥。然后在装置 I 中反应后,蒸馏得到产物 SnCl_4 ,为防止 SnCl_4 水解,应再接一个干燥装置,顺便还可以除去多余的氯气,故选用碱性干燥剂。为避免冷凝产生的液体 SnCl_4 滞留在冷凝管中,要采用直形冷凝管。

(3)为了防止反应过程中 Sn 与空气反应,以及生成的 SnCl_4 在空气中发生水解,故通入氯气排除蒸馏烧瓶中的其他气体。

(4)若不接干燥管,可能会有空气中的水蒸气进入到 D 中发生反应。

(5) $m(\text{Cl}) = 30 \text{ g} \times 0.13 + 30 \text{ g} \times 0.87 \times \frac{35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4}{35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4 + 119 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 18.1 \text{ g}$,

$n(\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{Cl})}{M(\text{Cl}_2)} = \frac{18.1 \text{ g}}{71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.25 \text{ mol}$ 。

9. (1) 100°C , 3 h (1分) 铜 (1分)

(2) $2\text{Co}^{2+} + \text{Sb}_2\text{O}_3 + 5\text{Zn} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{CoSb} + 5\text{Zn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (2分)

(3)将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} (2分) 3.2~7.2 之间(2分) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (1分)

(4) 1.12 (2分)

(5) 是 (1分) 根据 $K_{\text{sp}}[\text{Cd}(\text{OH})_2] = 2.0 \times 10^{-16}$, 已知 $c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{Cd}^{2+}) = 2.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 Cd^{2+} 已经沉淀完全(2分)

提示:(1)由图可知,当镉的浸出率为 80% 时,所采用的实验条件为: 100°C , 3 h。由流程分析可知,滤渣 1 为铜。

(2)“除钴”过程中,含 Co^{2+} 的浸出液需要加入 Zn 、 Sb_2O_3 产生合金 CoSb , 锌粉会与 Sb_2O_3 等形成微电池,该电池中, Sb_2O_3 是正极,得电子被还原,化合价降低,正极反应式为 $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 2\text{Co}^{2+} + 6\text{H}^+ + 10\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{CoSb} + 3\text{H}_2\text{O}$, 负极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}$, 故整个过程中反应的离子方程式是 $2\text{Co}^{2+} +$

$\text{Sb}_2\text{O}_3 + 5\text{Zn} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{CoSb} + 5\text{Zn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)由分析可知,除铁时先加入 KMnO_4 溶液的目的是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 在氧化过程中,高锰酸钾被还原成二氧化锰。加入 ZnO 控制反应液的 pH, 目的是沉淀铁离子, 则“滤渣 3”的主要成分是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和二氧化锰。由表可知, pH 大于 3.2 时, 铁离子沉淀完全, 但不能沉淀 Cd^{2+} , 故 pH 应小于 7.2, 则 pH 的范围是 3.2~7.2。

(4)阴极生成 $\frac{11.2 \text{ g}}{112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$ 的 Cd , 转移了 $0.1 \text{ mol} \times 2 = 0.2 \text{ mol}$ 电子, 故阳极产生 O_2 为 $\frac{0.2 \text{ mol}}{4} = 0.05 \text{ mol}$, 即标准状况下体积为 1.12 L。

(5) pH 为 10 时, 即 $c(\text{OH}^-) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据 $K_{\text{sp}}[\text{Cd}(\text{OH})_2] = c(\text{Cd}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = 2.0 \times 10^{-16}$, 则 $c(\text{Cd}^{2+}) = 2.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $2.0 \times 10^{-8} < 1.0 \times 10^{-5}$, 故溶液中的 Cd^{2+} 已沉淀完全。

10. (1) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{SH}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -16.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2分)

(2) ① $0.002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (2分) ② $>$ (2分) ③ B、D (2分)

(3) ① $P_3 > P_2 > P_1$ (1分) 该反应的正反应是气体分子数增大的反应, 其他条件不变时, 减小压强使平衡正向移动, H_2S 的平衡转化率增大, 由图像可以看出, 相同温度, P_1 条件下 H_2S 的平衡转化率最大, P_3 条件下 H_2S 的平衡转化率最小(2分)

② 及时分离出产物 H_2 或 S_2 (2分)

③ 1 (2分)

提示:(1)根据图像可知 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ 与 H_2S 反应生成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$ 的热化学方程式为:

① $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) + \frac{1}{8}\text{S}_8(\text{g}) \quad \Delta H = -45.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

② $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{g}) + \frac{1}{8}\text{S}_8(\text{g}) \quad \Delta H = -29 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

① - ② 得到: $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{SH}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H =$

-16.8 kJ · mol⁻¹。

(2)①设达到平衡时, H₂S 转化的物质的量为 a mol, 列出三段式:

	$\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COS}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$			
初始/mol	0.4	0.1	0	0
改变/mol	a	a	a	a
平衡/mol	0.4-a	0.1-a	a	a

反应达平衡后水蒸气的物质的量分数为 0.02, 则 $\frac{a}{0.5} = 0.02$, 所以 a = 0.01, 则 0 ~ 2 min 的反应速率 $v(\text{H}_2\text{S}) = \frac{0.01 \text{ mol}}{2.5 \text{ L} \times 2 \text{ min}} = 0.002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

②该反应为吸热反应, 温度升高, 平衡往正向移动, $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$, 所以仅升高温度, $k_{\text{正}}$ 增大的倍数大于 $k_{\text{逆}}$ 增大的倍数。

③A 项, $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COS}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 该反应气体总质量不变, 容器的体积不变, 所以容器内混合气体密度一直不变化, 不能够判断该反应是否到达平衡, A 项错误。

B 项, 根据化学反应速率之比等于化学计量数之比可以得到 $v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{S}) = v_{\text{正}}(\text{COS})$, 又因为 $v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{S}) = v_{\text{逆}}(\text{COS})$, 所以 $v_{\text{正}}(\text{COS}) = v_{\text{逆}}(\text{COS})$, 可以说明反应到达平衡, B 项正确。

C 项, 该反应前后气体总物质的量不变, 又因为反应体系的温度和体积也不变, 所以容器内的压强一直不变化, 不能够判断该反应是否到达平衡, C 项错误。

D 项, H₂S 与 CO₂ 的质量之比为 $\frac{0.4-a}{0.1-a}$, H₂S 与 CO₂ 的质量之比不变说明 a 不变, 说明各组分含量不再改变, 可以说明反应到达平衡, D 项正确。

(3)①根据反应 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ 可知, 压强增大, 平衡往逆向移动, H₂S 气体的平衡转化率降低, 即压强越大, H₂S 气体的平衡转化率越低, 所以 $P_3 > P_2 > P_1$ 。

②及时分离出产物 H₂ 或 S₂, 可以使平衡往正向移动, 提高转化率。

③设往容器中通入 1 mol 的 H₂S, 在温度 T₂、P₃ = 5 MPa 条件下, H₂S 的平衡转化

率为 50%, 即消耗了 0.5, 列出三段式:

	$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$		
初始/mol	1	0	0
改变/mol	0.5	0.5	0.25
平衡/mol	0.5	0.5	0.25

则 H₂S、H₂、S₂ 的分压分别为 $\frac{0.5}{1.25} \times 5 \text{ MPa} = 2 \text{ MPa}$, $\frac{0.5}{1.25} \times 5 \text{ MPa} = 2 \text{ MPa}$, $\frac{0.25}{1.25} \times 5 \text{ MPa} = 1 \text{ MPa}$, 所以 $K_p = \frac{5 \text{ MPa} \times 1 \text{ MPa}}{5 \text{ MPa}} = 1 \text{ MPa}$ 。

11. (1)B(1 分) N(1 分) 极性共价键和配位键(2 分)

(2)① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ (或 $[\text{Ar}]3d^2 4s^2$) (2 分) ②正四面体形(2 分)

(3)sp²(2 分) 1.8(2 分)

(4)①8(1 分) ② $\frac{76}{a^3 \times N_A} \times 10^{21}$ (2 分)

提示:(1)一般情况下, 元素的非金属性越强, 元素的第一电离能越大, 元素的电负性越大, 在氨硼烷中与 N 原子相连的 H 呈正电性, 与 B 原子相连的 H 呈负电性, 则非金属性 N > H > B, 氨硼烷分子所含元素中第一电离能最小的元素是 B, 电负性最大的元素是 N。根据氨硼烷的结构式可知, 氨硼烷分子内存在 B—H、N—H 极性共价键和 N→B 配位键。

(2)①Ti 的原子序数为 22, Ti 原子核外有 22 个电子, 基态 Ti 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ (或 $[\text{Ar}]3d^2 4s^2$)。

②BH₄⁻ 中中心原子 B 上的孤电子对数为 $\frac{3+1-1 \times 4}{2} = 0$, σ 键电子对数为 4, 价层电子对数为 4, 空间构型为正四面体形。

(3)根据硼酸的层状结构, 每个 B 形成 3 个 B—O 键, B 上没有孤电子对, 即 B 的价层电子对数为 3, B 的杂化轨道类型为 sp²。根据图示, H₃BO₃ 分子与氢键的物质的量之比为 1 : 3, 则 0.6 mol H₃BO₃ 晶体中有 1.8 mol 氢键。

(4)①根据 NaBH₄ 的晶胞结构, 以体心的 BH₄⁻ 为研究对象, 与其等距离(距离为

$\frac{\sqrt{2}}{2}a$ nm)最近的 Na^+ 有 8 个,即 BH_4^- 的配位数为 8。

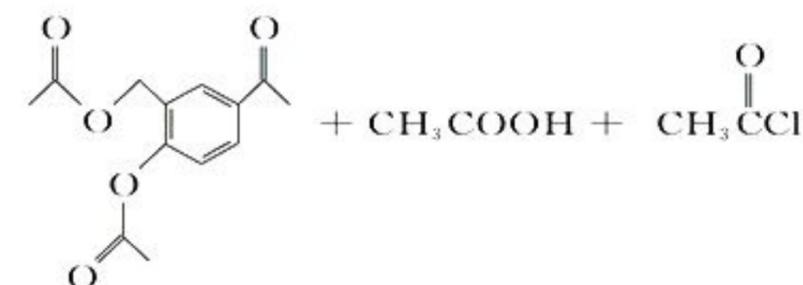
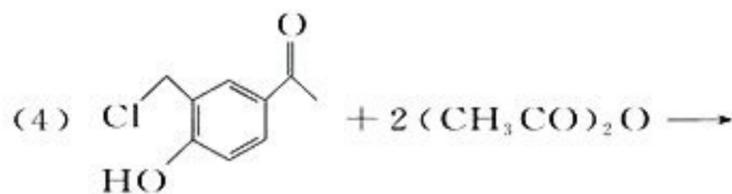
②用均摊法,1 个晶胞中含 Na^+ 数目为 $6 \times \frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4} = 4$, BH_4^- 数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{2} + 1 = 4$,1 个晶胞的质量为 $\frac{4 \times 23 + 4 \times 15}{N_A}$ g $= \frac{4 \times 38}{N_A}$ g,晶胞的体积为 $2a^3 \text{ nm}^3$,则硼氢化

钠晶体的密度 $\rho = \frac{\frac{4 \times 38}{N_A} \text{ g}}{2a^3 \text{ nm}^3} = \frac{76}{a^3 \times N_A} \times 10^{21} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

12. (1) $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ (1 分)

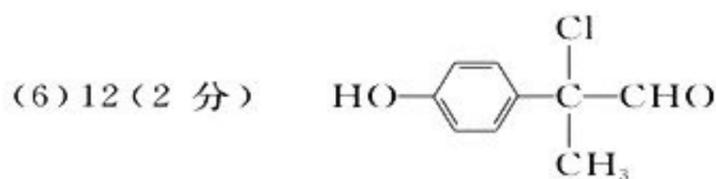
(2) 羰基、羟基 (2 分)

(3) 取代反应(或水解反应) (1 分)



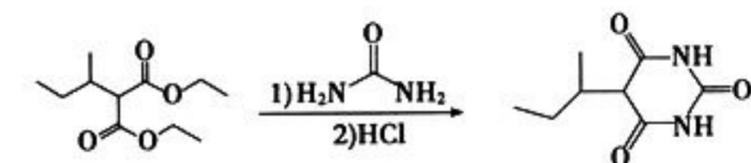
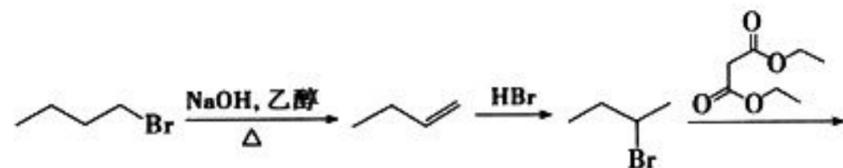
(2 分)

(5) 保护酚羟基 (2 分)



(2 分)

(7)



(3 分)

提示:(1)由 A 的结构简式可知 A 的分子式为 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ 。

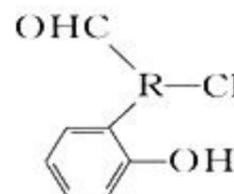
(2)由 B 的结构简式可知 B 中含氧官能团为羰基和羟基。

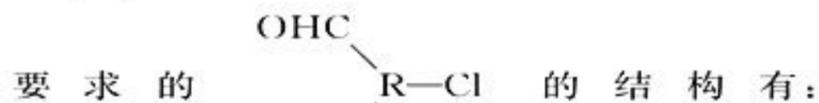
(3)对比 D 与 E 的结构简式可知,D 中酯基均转化为羟基,说明该反应为取代反应(或水解反应)。

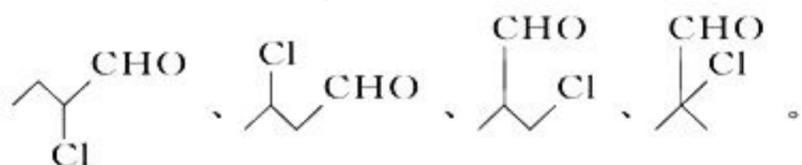
(4)对比 B 与 C 的结构简式,联系反应物可知, $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 与 B 中的 Cl 原子和羟基中的 H 原子发生取代反应,其断键位置位于 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 中的 C—O 键。

(5)反应②将酚羟基转化为其他不易发生氧化反应的原子团,反应④将原子团转化成酚羟基,由此可知,步骤②④的目的是保护酚羟基。

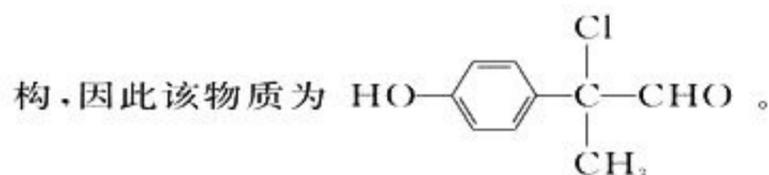
(6)能与 FeCl_3 溶液发生显色反应且能发生银镜反应,说明有机物中含有酚羟基、醛基,B 的不饱和度为 5,此要求下的结构中苯环与醛基已将不饱和度占用,因此其他原子团均为饱和原子团,该有机物基本框架为



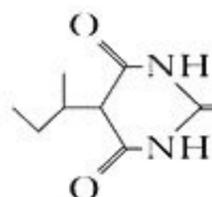
要求的  的结构有:



另外  与酚羟基存在邻、间、对三种位置异构。一共有 $4 \times 3 = 12$ 种结构。核磁共振氢谱为五组峰说明苯环具有对称结构,因此该物质为



(7)由题干中⑤⑥反应可知,若要合成



⑤⑥反应达到目的。(责任编辑 谢启刚)

2022 年高考理综化学模拟试题 B 卷参考答案

1. B 提示:聚氯乙烯(PVC)含有 Cl 元素,能释放出有毒的含氯物质,不能用于包装食品。

2. C 提示:该分子为中心对称,苯环上的一元取代物有 2 种。

3. D 提示:根据电池总反应式可知,放电时 Li 在反应中失去电子变为 Li^+ ,所以 Li_xC_6 为负极材料,A 项正确。放电时,正极材料 $\text{Li}_{1-x}\text{MO}_2$ 上发生得电子的还原反应,生成 LiMO_2 ,其电极反应为 $\text{Li}_{1-x}\text{MO}_2 + x\text{Li}^+ + xe^- = \text{LiMO}_2$,B 项正确。充电时, Li^+ 向阴极迁移,在阴极获得电子生成 Li,C 项正确。在放电过程中,负极材料上的 Li 失去电子变为 Li^+ , C_6 不发生变化,所以减少的质量为 Li,当转移 1 mol 电子,负极材料上减少 1 mol Li,其质量为 7 g,D 项错误。

4. A 提示:根据图 1 可知,整个过程加入 2NH_3 、 2NO 、 $\frac{1}{2}\text{O}_2$,生成 2N_2 、 $3\text{H}_2\text{O}$,则该脱硝过程的总反应的方程式为 $4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{N}_2$,A 项错误。由图②可知,反应物的总能量大于生成物的总能量,总反应的 $\Delta H < 0$,B 项正确。状态②到状态③ $[\text{Cu}^{\text{II}}(\text{OH})(\text{NH}_3)]^+ + \text{NO} \rightarrow [\text{Cu}^{\text{I}}(\text{H}_2\text{NNO})(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{H}_2\text{O}$,Cu 及部分 N 的化合价发生变化,是氧化还原反应,C 项正确。状态③到状态④发生反应 $[\text{Cu}^{\text{I}}(\text{H}_2\text{NNO})(\text{NH}_3)_2]^+ \rightarrow [\text{Cu}^{\text{I}}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$,有 O—H 键的形成,D 项正确。

5. D 提示:根据题设条件可推出 X、Y、Z、R 分别为 B 元素、C 元素、O 元素、F 元素。同周期原子半径随着原子序数的递增逐渐减小,A 项正确。 CO 为有毒气体, CO_2 为无毒气体,B 项正确。 H_2O 分子间氢键比 HF 分子间氢键数目多, H_2O 的沸点更高,C 项正确。 BF_3 分子中 B 原子最外层不满足 8 电子稳定结构,D 项错误。

6. D 提示:球形干燥管容量较大,具有防倒吸的作用,A 项正确。反应后右侧试管

中混合物先经过分液操作,获得上层乙酸乙酯和下层水溶液,故 A 是乙酸乙酯,下层水溶液经过蒸馏可得到乙醇,C 中溶有乙酸钠,加入高沸点的硫酸酸化后,再蒸馏,可获得乙酸,B、C 项均正确。在实验时,为防止乙醇和乙酸挥发,加热温度应该在 77°C 左右,而不能迅速升温到 170°C ,D 项错误。

7. C 提示:反应②的气体分子数减少, $\Delta S < 0$,该反应为一氧化碳的燃烧, $\Delta H < 0$,A 项正确。 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$,根据图像随温度升高的变化趋势可知, L_1 对应的反应 $\Delta S < 0$, L_2 对应的反应 $\Delta S > 0$,且反应① $\Delta S > 0$,反应② $\Delta S < 0$,C 项错误。983 K 是反应趋势变化的转折点,当温度低于 983 K 时,反应②的趋势较大,过量焦炭的氧化产物以 CO_2 为主,高于 983 K 时,反应①的趋势较大,过量焦炭的氧化产物以 CO 为主,B、D 选项均正确。

8. (1) A、D(2 分)

(2) $\text{MnO}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

(3) $3.7 \leq \text{pH} < 7.8$ (1 分)

(4) $\text{Mn}^{2+} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{MnCO}_3 + \text{H}^+$,氨水消耗了 H^+ ,促进平衡正向移动,有利于 MnCO_3 的生成(2 分) 防止氨水挥发;防止碳酸氢铵和碳酸锰分解(2 分)

(5) $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2e^- = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ (2 分)

(6) $4\text{MnCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Mn}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2$ (2 分), $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Mn}$ (1 分)

提示:(1)溶浸时将软锰矿粉碎,能增加 SO_2 与 MnO_2 的接触面积,从而提升其吸收率,A 项正确。废渣 1 的主要成分为 SiO_2 ,而 CPU 芯片为高纯硅,B 项错误。在加热条件下浓盐酸能与 MnO_2 反应生成 Cl_2 ,污染环境,C 项错误。废液中的主要成分为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,废液经处理可用于灌溉农作物,D 项正确。

(2)“溶浸”时 SO_2 将 $\text{Fe}(\text{III})$ 还原成 $\text{Fe}(\text{II})$, 根据题给金属离子生成氢氧化物沉淀的 pH 可知:“除铁”时需将 Fe^{2+} 全部氧化为 Fe^{3+} , 软锰矿的主要成分为 MnO_2 , 具有较强的氧化性, 发生反应的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)根据表格数据, 调节 pH 时 Fe^{3+} 需沉淀完全, Mn^{2+} 不能沉淀, 则 pH 范围为: $3.7 \leq \text{pH} < 7.8$ 。

(4)“沉锰”过程中发生反应 $\text{Mn}^{2+} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{MnCO}_3 + \text{H}^+$, 氨水能与氢离子反应, 由平衡移动原理可知, 减少生成物, 平衡向正反应方向移动, 即氨水消耗了 H^+ , 促进平衡正向移动, 有利于 MnCO_3 的生成。由于氨水易挥发, NH_3HCO_3 、 MnCO_3 在温度较高时都易分解, 所以宜在较低温度下进行。

(5)在酸性条件下, Mn^{2+} 在阳极失去电子生成 MnO_2 , 其电极反应为 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ 。

(6)欲得到单质锰需借助铝热反应(即 Al 与锰的氧化物在高温下发生置换反应), 题给 MnCO_3 高温下与氧气反应生成 Mn_2O_3 , 所以反应方程式为 $4\text{MnCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Mn}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2$, $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Mn}$ 。

9. (1)浓硫酸(1分) 防止 G 中水蒸气进入 E 及 C 装置(2分) 将 COCl_2 排入装置 G 中并被充分吸收(2分, 合理即给分)

(2)A 中导管内液面上升(1分) 对 D 处稍加热(1分)

(3) $\text{COCl}_2 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ (2分)

(4) ① $\frac{15.85cV}{3m}\%$ (或 $\frac{5.28cV}{m}\%$)(3分)

② B、D(2分)

提示:(1)因三氯化铬易潮解, 因此在制备装置的前后均应防止水蒸气进入制备装置。浓硫酸和氯化钙起到了这样的作用。实验开始前通入氮气, 排除空气, 实验结束通入氮气, 使尾气被吸收。

(2)长导管便于观察装置是否发生堵塞, 若有堵塞通入的氮气使 A 中压强增大导致

长导管中液面升高。D 处出现堵塞是因为 CrCl_3 冷凝所致, 对 D 处稍加热使 CrCl_3 受热升华即可解除危机。

(3)光气被吸收将有碳酸根离子、氯离子生成。

(4) ①根据关系式 $2\text{CrCl}_3 \sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 6(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 可得: $3(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \sim \text{CrCl}_3$, 求出 $m \text{ g CrCl}_3$ 产品的纯度为 $\frac{15.85cV}{3m}\%$ 。

② A 项, 步骤 I 继续加热一段时间的目的是排除过量的过氧化氢, 若不排除过氧化氢在步骤 II 加酸时会有部分 6 价铬离子转化为 3 价铬离子, 消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 的量减少, 进而计算的纯度偏低。B 项, 步骤 III 中所用 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液已变质, 消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 的量增多, 进而计算的纯度偏高。C 项, 步骤 II 中未加浓磷酸, 提前变色消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 的量减少, 进而计算的纯度偏低。D 项, 步骤 III 中读数时, 滴定前俯视, 滴定后平视, 计算所用溶液的体积偏大, 进而计算的纯度偏高。

10. (1)411(2分)

(2) ① $p_3 < p_2 < p_1$ (1分)

② $\frac{0.48}{V}$ (2分) $\frac{0.54}{V^2}$ (2分)

③ $K(\text{M}) = K(\text{N}) > K(\text{X}) > K(\text{Y})$ (1分)

(3) ①加入催化剂(1分)

②反应初始阶段温度为主导因素, 反应放热, 气体膨胀使压强增大; 之后气体总物质的量为主导因素, 气体总物质的量减小使压强减小(2分)

③ 33.3(1分)

(4) ① $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- \rightleftharpoons 6\text{H}^+ + \text{CO}_2 \uparrow$ (2分)

② 0.001 6(1分)

提示:(1)根据盖斯定律知 $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -58 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -99 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $1\ 076 + 2 \times 436 - 351 - 463 - 3x = -99$, 解得 $x = 411$ 。

(2) ①该反应的正反应是气体分子数减小的反应, 其他条件相同时增大压强, 平衡正向移动, $\alpha(\text{CO})$ 增大, 根据图示, 相同温度下,

CO 的平衡转化率 $\alpha(p_3) < \alpha(p_2) < \alpha(p_1)$, 故压强 $p_3 < p_2 < p_1$ 。

② $T_1^\circ\text{C}$ 、压强为 p_3 时, 若向该容器中充入 3 mol H_2 和 3 mol CO 发生反应, 5 min 后反应达到平衡(M 点), 此时 CO 的平衡转化率是 40%。列三段式计算:

	$\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$		
起始量/mol	3	3	0
变化量/mol	1.2	2.4	1.2
平衡量/mol	1.8	0.6	1.2

则 0 ~ 5 min 内, $v(\text{H}_2) = \frac{2.4 \text{ mol}}{5 \text{ min} \cdot V \text{ L}} = \frac{0.48}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。当反应达到平衡

时, 正、逆反应速率相等, 则 $\frac{k_{\text{逆}}}{k_{\text{正}}} = \frac{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{CH}_3\text{OH})} = \frac{1.8}{V} \times \left(\frac{0.6}{V}\right)^2 = \frac{0.54}{V^2}$ 。因

$k_{\text{正}}、k_{\text{逆}}$ 只与温度有关, 且 M 点和 N 点的温度相同, 故 N 点的 $\frac{k_{\text{逆}}}{k_{\text{正}}} = \frac{0.54}{V^2}$ 。

③ 平衡常数 K 是温度的函数, 该反应为放热反应, 升高温度, 平衡逆向移动, K 值减小, 故 $K(\text{M}) = K(\text{N}) > K(\text{X}) > K(\text{Y})$ 。

(3) 由题图知, 与曲线 I 相比, 曲线 II 对应反应的速率较大, 化学平衡不移动, 故改变的条件可能为加入催化剂。

② 该反应体系为恒容体系, 影响压强的因素有温度和总物质的量。该反应的正反应放热, 会使体系压强增大, 但正反应方向气体分子数减小, 会使体系压强减小, 体系压强“先增大”是因为反应的初始阶段温度为主导因素, 反应放热, 气体膨胀使压强增大; “后减小”是因为总物质的量为主导因素, 气体总物质的量减小使压强减小。

③ 设反应过程中转化的 CO 的物质的量为 a mol, 列三段式计算:

	$\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$		
起始量/mol	2	3	0
变化量/mol	a	$2a$	a
平衡量/mol	$2-a$	$3-2a$	a

恒温恒容时, 气体的物质的量之比等于压强之比, 则 $\frac{2-a+3-2a+a}{5} = \frac{4p_0}{5p_0}$, 解得 $a = 0.5$, H_2 的平衡转化率为 $\frac{2 \times 0.5}{3} \times 100\% \approx 33.3\%$ 。

(4) ① 分析图 8 知, 右侧 $\overset{-2}{\text{C}}\text{H}_3\text{OH} \rightarrow \overset{+4}{\text{C}}\text{O}_2$, 失去电子, 发生氧化反应, 则阳极的电极反应式为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- = 6\text{H}^+ + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

② 电子转移的物质的量为 $\frac{0.5 \times 5 \times 60}{96500} \text{ mol} \approx 0.0016 \text{ mol}$, 则生成氢气的物质的量为 0.0008 mol, 质量为 0.0016 g。

11. (1) 第六周期 II B 族 (2 分)

(2) N 的 2p 轨道为 3 个电子, 从半充满状态失去 1 个电子较难, 而 O 的 2p 轨道为 4 个电子, 易失去 1 个电子变为半充满的稳定状态, 前者消耗能量大 (合理即可, 2 分) > (1 分)

(3) 原子晶体 (2 分) 正三角形 (1 分) sp^2 杂化 (2 分)

(4) 正四面体 (1 分) 12 (2 分) $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ (2 分)

提示: (1) 由 Hg 原子的价层电子排布 $5\text{d}^{10}6\text{s}^2$ 中“6s”可知其位于第六周期, 由 5d 轨道排满电子, 且 6s 为 2 个电子可知其位于 II B 族。

(2) N 的价层电子排布为 $2\text{s}^22\text{p}^3$, 2p 轨道为半充满状态, 较为稳定, 从半充满状态失去 1 个电子消耗能量较高; 而 O 的价层电子排布为 $2\text{s}^22\text{p}^4$, 2p 轨道为 4 个电子, 失去 1 个电子变为半充满状态, 消耗能量较小。O 原子失去一个电子后的价层电子排布为 $2\text{s}^22\text{p}^3$, 2p 轨道为半充满状态, 较为稳定, 从半充满状态失去 1 个电子消耗能量较高; 而 F 原子失去一个电子后的价层电子排布为 $2\text{s}^22\text{p}^4$, 2p 轨道为 4 个电子, 失去 1 个电子变为半充满状态, 消耗能量较小。

(3) Y_2O_3 熔点高 (2415°C), 故为原子晶体。 CO_3^{2-} 的中心碳原子有 3 对价层电子, 采

用 sp^2 杂化, 无孤电子对, 空间构型为正三角形。

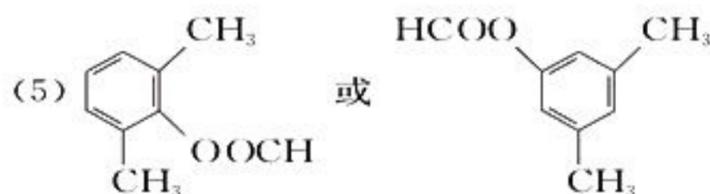
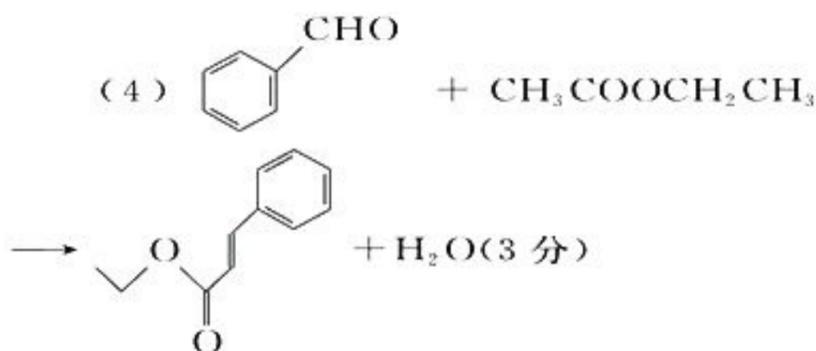
(4) 由图可知, K^+ 除插入 6 个面上的 C_{60} 形成的八面体内外, 还在顶点与相连 3 个面面心的 C_{60} 形成的四面体内。晶胞内有 C_{60} 形成的 8 个四面体和 1 个八面体, 共插入 9 个 K^+ ; 12 条棱上的 K^+ 属于该晶胞的为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$ 个, 故 1 个晶胞中 K^+ 为 12 个; 处于八面体体心的 K^+ 坐标参数为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ 。

12. (1) 苯乙烯 (1 分)

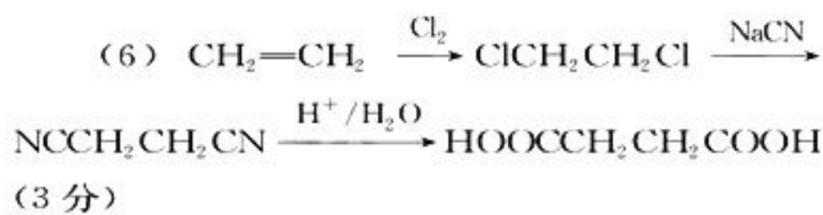


(2) 取代反应 (2 分)

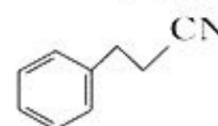
(3) 乙醇、浓硫酸、加热 (3 分)

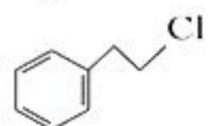


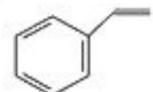
(2 分)

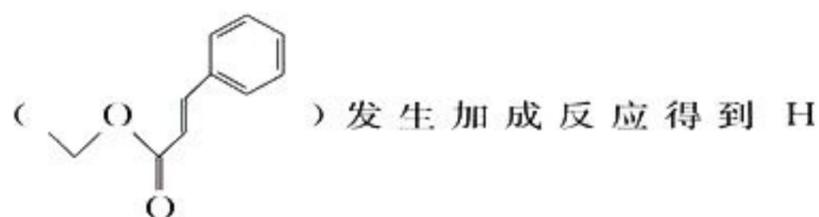
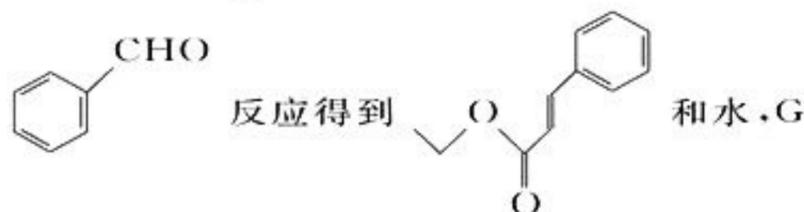


提示: 根据信息和 D 的结构可得出 C 的

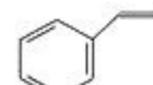
结构为 , 再根据信息得到 B 的

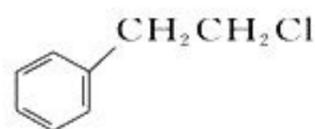
结构为 , A 到 B 发生加成反应,

则 A 为 , $CH_3COOCH_2CH_3$ 和



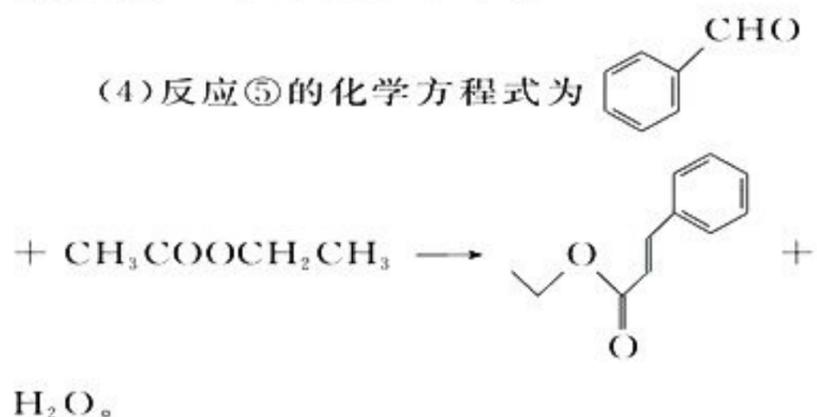
乙醇发生酯化反应得到 H。

(1) 根据前面分析可知: A () 的名称为苯乙烯, B 的结构简式为

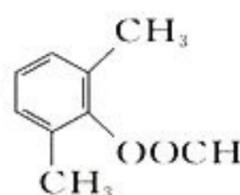


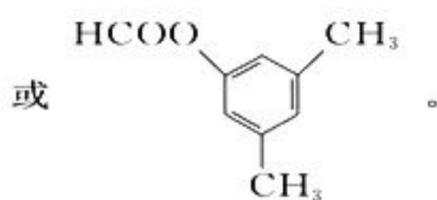
(2) 由信息可知反应②为取代反应。

(3) 反应④为酯化反应, 需要的试剂及条件分别为乙醇、浓硫酸、加热。



(5) D 的同分异构体的苯环上含 3 个取代基, 既能发生银镜反应, 又能发生水解反应, 说明含甲酸酯; 核磁共振氢谱有 4 个吸收峰, 峰面积之比为 6:2:1:1。同时满足题

中条件的 D 的同分异构体为 



(6) 乙烯先与氯气发生加成反应生成 $ClCH_2CH_2Cl$, 根据信息 $ClCH_2CH_2Cl$ 和 HCN 发生取代反应生成 $NCCH_2CH_2CN$, 根据信息 $NCCH_2CH_2CN$ 在酸性条件反应生成丁二酸 ($HOOCCH_2CH_2COOH$)。

(责任编辑 谢启刚)

2022年高考,

《中学生数理化(高中版)》高考理化与您同行



考场如战场,每一道试题都是一个战略高地,拦在您面前,阻挡您通往心仪的大学。2022年高考,中学生数理化(高中版)高考理化与您同行,助您攻克难题,做高考赢家!

中学生数理化(高中版)高考理化从2021年第9期至2022年第8期为一个学年,全面配合2022年高考物理、化学学科的复习,主要栏目有高考命题新动向,高考新考向分析,科学应试与策略,实验探究与展望,创新题追根溯源,易错题归类剖析,经典题突破方法,核心考点AB卷等。单月为物理专题复习,双月为化学专题复习,为密切配合新高考,2022年第5、6期于2022年3月中旬提前出版,第7、8期于2022年4月中旬提前出版。

《中学生数理化(高中版)》高考理化2021.9-2022.8学年编辑计划一览表

月份	进度配合	每期重点内容
9	物理第一轮复习	必修1(运动的描述、直线运动、牛顿运动定律)、必修2(曲线运动、动能定理、机械能守恒定律、能量守恒定律)、选修3-5(动量定理、动量守恒定律、波粒二象性、原子结构、原子核)
10	化学第一轮复习	化学反应原理专题,包括化学反应的热效应、化学反应速率与化学平衡、水溶液中的离子反应与平衡、化学反应与电能
11	物理第一轮复习	选修3-1(静电场、恒定电流、磁场)、选修3-2(电磁感应、交变电流、传感器)
12	化学第一轮复习	物质结构与性质:①原子结构与性质,②分子结构与性质,③晶体结构与性质;物质结构 元素周期律
1	物理第二轮复习	选择题、实验题,高考物理模拟试题
2	化学第二轮复习	有机化学专题,包括有机化合物的结构特点与研究方法,烃,烃的衍生物,生物大分子,合成高分子
3	物理第二轮复习	解答题,高考物理模拟试题
4	化学第二轮复习	元素化合物和化学实验专题
5	物理第二轮复习	选做题,高考物理模拟试题
6	化学第二轮复习	高考热点专题:化学与生活、科技、环境、诺贝尔奖,科学应考,审题要领,选择题解题技巧,填空题答题规范等
7-8	物理、化学考前冲刺	“强基计划”政策解读与真题展示,高考物理模拟试题;高考化学模拟测试

预防新型冠状病毒知识

注意卫生

科学预防

勤洗手

戴口罩

多通风

打疫苗

一米线

分餐制

用公筷



国内发行代号:36-59
国外发行代号:C1068

国际标准连续出版物号:ISSN 1001-6953
国内统一连续出版物号:CN 41-1099/O

定价:6.00元

ISSN 1001-6953

