

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

中学生数理化

®



绿色印刷

高中版

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



扫码关注本刊微信
加入我们的俱乐部



2022年

第22期 · 总第925期

6月

“强基”考什么(4)

西安交通大学2021年强基计划招生专业主要有数学类、物理学类、生物技术、哲学、核工程与核技术、工程力学。在非高考综合改革省份，哲学专业招收文科生，其他专业招收理科生。对实行高考综合改革省份的考生，选考科目须满足要求：数学类、物理学类、生物技术，新高考“3+3”省份物理必选，新高考“3+1+2”省份物理和化学必选；核工程与核技术、工程力学，新高考“3+3”省份和“3+1+2”省份都是物理必选；哲学，新高考“3+3”省份历史、政治至少选一科，新高考“3+1+2”省份历史和政治必选。

西安交通大学校测在2021年7月初进行，测试项目包括笔试、面试和体育测试。据考生回忆，笔试试题（创新设计卷）有7道大题，共100分，创意新颖，如有一题为：假如你是一名基层部队指挥员，现有一个隐秘的敌军炮兵阵地在不间断开炮，导致我军损失很大。上级要求你消灭敌军炮兵阵地。由于气象原因，无法进行空中侦测，你只有不到十名士兵，也无法进行地毯式搜索。但是你能确定敌方离你不远，因为你能听见开炮声。你有若干走时精确的电子表，能进行准确同步。请你设计一个行动方案，并说明详细步骤。再有一题为：钢的价格是每吨6000元，铜的价格是每吨70000元，为什么枪管用钢制造，子弹用铜制造？为什么要往子弹头里铸铅？还有一题为：水和二氧化碳都是由可燃性元素组成的，为什么它们都不可燃？可燃性元素这种说法准确吗？为什么？

面试分5个环节：英文自我介绍，每人2分钟，如果2分钟没用完，考官会就你的自我介绍进行全英文提问；人文素养问题，每人3分钟（1道题）；科学素养问题，每人4分钟（1道题）；小组辩论，3对3自由辩论，共8分钟；心理测试，与心理老师交流，共8分钟。面试题也很新颖，如有一科学素养问题为：宇宙在不停膨胀，从宏观角度观测，远距离天体在不停远离我们，而且远离我们的速度在不停加快，这似乎违背了引力定律，问：这是否违背了引力定律，为什么？

2022年6月
第22期·总第925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

科学应试与策略

3 高考化学试题解答有效争分策略 刘 宇

知识结构与拓展

6 氢氧化亚铁的考点分析和制备总结 米 凯

9 同分异构体的常见考查形式及解答方法 栾厚福

创新题追根溯源

12 主因意识下一类图像问题的解答 王开山

演练篇

核心考点 AB 卷

14 2022年高考理综化学模拟试题 A 卷
陈 飞 郭 丹

18 2022年高考理综化学模拟试题 B 卷
江已舒

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

22 河北省 2021 年普通高中学业水平选择性考试
化学试题及考查目标分析

张福根 关小华 肖红 周海欧

经典题突破方法

35 新高考背景下对催化剂知识的考查

卓飞 汤伟

37 图像型选择题的解答策略

杨庆涛 神祥强

核心考点 AB 卷参考答案

40 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



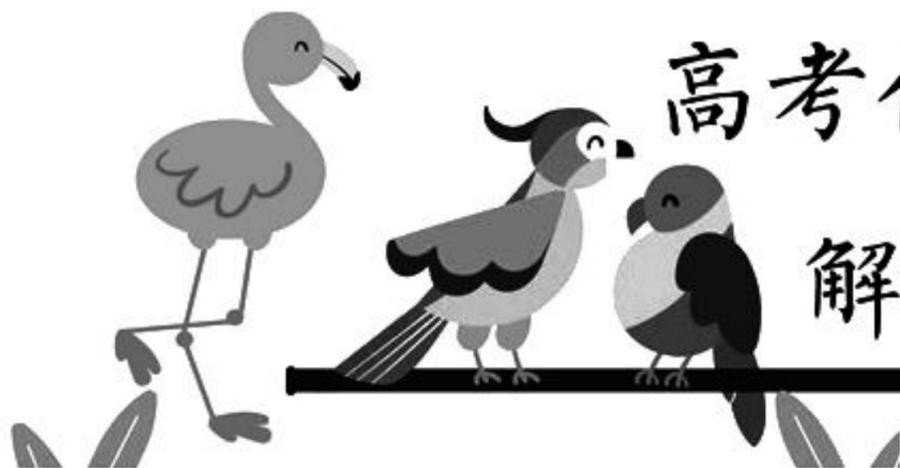
封面人物

江已舒,安徽省安庆市骨干教师、望江县先进教研个人、华中师范大学考试研究院特聘研究员、九江学院兼职研究员。曾获第二届中国教育学会全国微课程大赛三等奖,安徽省教育论文评比三等奖,安庆市普通高中化学新课程新教材优质课二等奖。辅导学生参加化学奥赛获省二三等奖 32 人次,主持安庆市教育科学规划重点课题一项。在各类杂志发表文章数百篇,主编参编教辅资料数百部,命制试卷数百份。

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。



高考化学试题

解答有效争分策略

四川省泸县第二中学 刘宇

有些化学试题的题干信息丰富,解题时我们需通过阅读题干中的关键文字、表格以及图片等信息,再对这些信息进行合理分析、推理得出正确答案。部分同学在审题和答题时粗枝大叶,没有关注到题干或者设问中的关键信息(很多时候命题者还使用着重符号强调),没能给出完整的答案,导致不同程度的失分,成为很多考生分数提升的瓶颈。本文通过几例加以说明,以期引起同学们的重视。

一、电离理论的完全解读

电解质能在水溶液或者熔融状态下离解成对应的阴、阳离子。究其本质,部分电解质在水溶液中破坏离子键(离子化合物)或者极性较强的共价键(极性较强的共价化合物)离解成对应的阴、阳离子,部分电解质在熔融状态下破坏了离子键(离子化合物)离解成对应的阴、阳离子。

例1 下列物质中含有共价键且熔化时共价键不被破坏的是_____。

- ①冰醋酸 ②晶体氦 ③铝 ④金刚石
 ⑤碳化硅 ⑥氢氧化钠 ⑦冰 ⑧过氧化钠

答案:①⑥⑦⑧

解析:含有共价键的晶体包括:(1)原子晶体,其构成粒子间均通过共价键连接,因此熔化时会破坏共价键;(2)部分含有共价键的分子晶体,粒子间的作用力为分子间作用力,除稀有气体外,分子内还含有共价键,即熔化时破坏分子间作用力,①⑦符合;(3)部分含有共价键的离子晶体,如复杂阴(阳)离子形成的盐、碱、过氧(硫)化物等,粒子间作用力

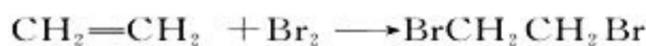
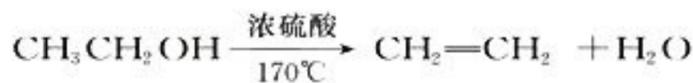
为离子键,同时阴(阳)离子内部还存在共价键,熔化时破坏离子键,⑥⑧符合。

点拨:本题的解答中,主要在于将各种不同构成的晶体进行全面分析,了解粒子之间的相互作用,答题过程中主要问题在于多选原子晶体或者漏选含有共价键的离子晶体。

二、化学实验原理的全面分析

化学实验仪器的连接、试剂的选择等,需要全面关注化学反应原理(发生装置中的主、副反应),物质的性质及其差异(除杂时试剂的选择和多种试剂使用的先后顺序)等。

例2 实验室制备1,2-二溴乙烷的反应原理如下:



用少量的溴和足量的乙醇制备1,2-二溴乙烷的装置如图1所示。

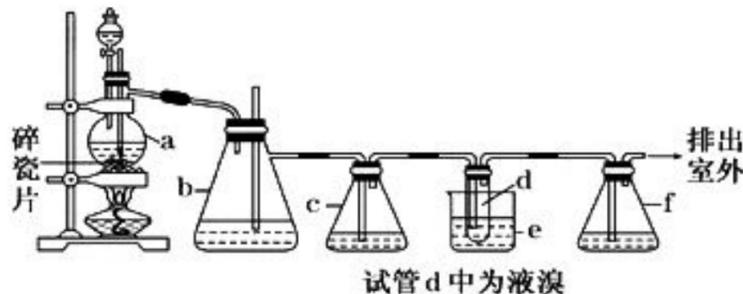


图1

有关数据如表1所示。

表1

	乙醇	1,2-二溴乙烷	乙醚
状态	无色液体	无色液体	无色液体
密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	0.79	2.2	0.71
沸点/ $^\circ\text{C}$	78.5	132	34.6
熔点/ $^\circ\text{C}$	-130	9	-116

回答下列问题:

(1)在装置c中应加入____(选填序号),其目的是吸收反应中可能生成的酸性气体。

- ①水 ②浓硫酸 ③氢氧化钠溶液
④饱和碳酸氢钠溶液

(2)反应过程中需用冷水冷却(装置e),其主要目的是____。但不用冰水进行过度冷却,原因是____。

答案:(1)③

(2)乙烯与溴反应时放热,冷却可避免溴、1,2-二溴乙烷的大量挥发。1,2-二溴乙烷的凝固点较低(9℃),过度冷却会使其凝固而使气路堵塞。

解析:结合题干信息以及实验装置图知,装置a是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 制备 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 的预反应装置,装置b为一安全瓶(检测装置是否堵塞,若堵塞锥形瓶b中直导管会形成水柱,需要停止反应),装置c可除去装置a中反应的副反应产生的杂质,装置d中液溴与 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 制备1,2-二溴乙烷,用装置f进行尾气吸收后排放。

(1)乙醇与浓硫酸混合加热,在170℃时的主反应是分子内脱水消去成乙烯,副反应包括分子间脱水取代生成乙醚,浓硫酸还能使有机物碳化,进一步发生氧化还原反应生成 SO_2 、 CO_2 等,浓硫酸也可能与乙醇发生酯化反应等。结合分析,碱性物质氢氧化钠溶液可完成对杂质的除去。

(2)加入冷却水的目的是降温,避免溴和1,2-二溴乙烷大量挥发;但不能过度冷却,结合1,2-二溴乙烷的熔点为9℃,过度降温会使1,2-二溴乙烷固化堵塞导管而发生危险。

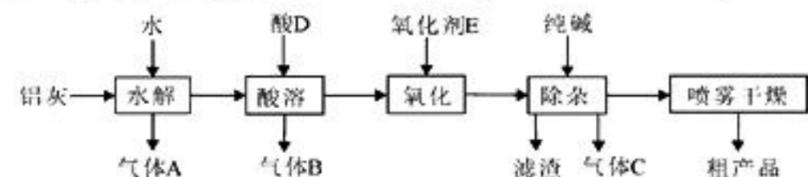
点拨:对于问题(1),在相同条件下发生的副反应较多,未分析出脱水碳化和氧化还原反应就不能分析出酸性气体,不能选出最佳洗涤剂。对于问题(2)的第二空,除结合装置b作为安全瓶进行防堵塞分析,还应确定堵塞的根本原因在于1,2-二溴乙烷的熔点是9℃,温度过低会使1,2-二溴乙烷固化堵塞导管,全面分析方能完整地解答问题。

三、反应温度控制范围的全面解析

化学反应过程中常常对体系的温度进行

控制,目的是为了控制化学反应速率、化学反应限度,调整浸取率,提升催化剂的效率等,时常要求温度的上下限范围。不同要求时温控都有差异,具体问题应具体分析。

例3 铝鞣剂在皮革工业有广泛应用。某学习小组以铝灰为原料制备铝鞣剂 $[\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}]$,设计如下化工流程(提示:铝灰的主要成分是 Al 、 Al_2O_3 、 AlN 、 FeO 等):



“酸溶”温度控制在30℃~35℃,不宜太低,也不宜太高,其原因是_____。

答案:温度太低,反应慢;温度太高,盐酸挥发快

解析:结合铝鞣剂 $[\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}]$ 中含有的氯元素,制备过程中为了不引入杂质离子,酸溶时选择的酸为盐酸,控制温度:高于30℃是为了升温加快化学反应速率,低于35℃是防止温度过高导致盐酸挥发降低酸溶效果。

点拨:在化学实验过程中温度的控制、催化剂的使用等均会考虑温度控制在某个恰当的范围,不能过低也不能过高,答题时应从过高过低具体分析引起的后果去分析。

四、有机物同分异构体的有序完整书写

有机物的同分异构包括碳链异构、官能团异构(官能团种类异构、官能团位置异构)。在书写有机物的同分异构体时,就应该依据书写要求有序地完成书写,先书写题干要求的部分,再将剩余的基团进行有序排列。

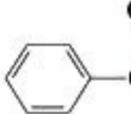
例4 结构简式为 $\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 的有机物有多种同分异构体,其中符合下列条件的同分异构体有_____种。

- ①苯环上只有1个取代基;
②能与 NaOH 溶液发生反应。

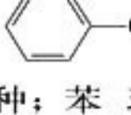
答案:8

解析:有机物 $\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 除苯环外还有1个不饱和度,能与 NaOH 溶液发生反应的可能为羧酸或者酯。(1)酯(基本结构

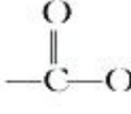
—C—O—), 苯环在构成酯类的羧酸一侧, 即



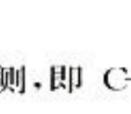
余下 1 个碳原子可以插在



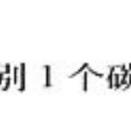
之间, 也可以插在 O—C 之间, 计 2 种; 苯环在构成酯类的醇一侧, 即



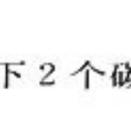
余下 2 个碳以乙基插在羧酸一



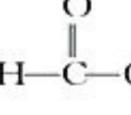
侧, 即 C—C—C(=O)—O—C₆H₅, 计 1 种; 羧酸和醇分



别 1 个碳原子, C—C(=O)—O—C—C₆H₅, 计 1 种; 余

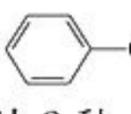


下 2 个碳均在醇一侧, H—C(=O)—O—C—C—C₆H₅,



H—C(=O)—O—O—C—C₆H₅, 计 2 种。(2)羧酸(基本

结构—COOH), 即—COOH 接在



—C—C, 分别接在苯环 α—C 和 β—C, 计 2 种。共计 8 种。

点拨:有机物同分异构体数目判断的关键在于有序完成书写, 避免错漏和重复, 我们可尝试残基法进行书写。将有机物分子中拆掉题干设计需满足条件的部分原子或者原子团后余下的基团称为残基, 通过分析物质分子式中的碳原子数、氧原子数(或氮原子数)和不饱和度数(避免使用氢原子数带来复杂的计算), 书写时先写出构成分子的必要原子(团), 再将余下的部分作为残基, 将其作为一个或者多个取代基按照一定的位置和顺序关系连接起来即可写出该物质的多种同分异构体。

五、电极方程式的完整书写

电极方程式是放电粒子在电极上放电的过程表述, 电极方程式包括放电粒子在电极得失电子的过程, 也包括放电生成的粒子继续与环境中粒子反应的过程。书写时应完整表达出过程的全部变化, 且注意前后的比例关系。

例 5 一种新型燃料电池, 一极通入空气, 另一极通入丁烷气体; 电解质是掺杂氧化钇(Y_2O_3)的氧化锆(ZrO_2)晶体, 在熔融状态下能传导 O^{2-} 。下列对该燃料电池说法正确的是()。

- A. 在熔融电解质中, O^{2-} 由负极移向正极
- B. 电池的总反应是 $2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$
- C. 通入空气的一极是正极, 电极反应为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
- D. 通入丁烷的一极是负极, 电极反应为 $C_4H_{10} + 13O^{2-} + 26e^- \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$

答案: B

解析:燃料电池通入空气(O_2 得电子被还原)的一极作正极, 电极反应式为 $O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}$, C 项错误。通入丁烷(C_4H_{10} 失电子被氧化)的一极作负极, C^{-1} 转变成 C^{+4} , 由于“电解质是掺杂氧化钇(Y_2O_3)的氧化锆(ZrO_2)晶体, 在熔融状态下能传导 O^{2-} ”, C 与 O^{2-} 结合形成 CO_2 , 脱离出的 H^+ 与 O^{2-} 结合形成 H_2O , 即负极电极反应式为 $C_4H_{10} + 13O^{2-} - 26e^- \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$, D 项错误。正极产生 O^{2-} , 负极消耗 O^{2-} , 熔融电解质中, O^{2-} 由正极移向负极, A 项错误。将正负极电极反应式相加得到总反应式 $2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$, B 项正确。

点拨:电极反应式的书写一般错在书写不完整, 掌握书写步骤即可避免, 可采用连带反应进行有序书写。所谓的连带反应, 是指电化学反应过程中, 放电粒子得失电子后形成的粒子与电解质溶液(熔融电解质)环境中的粒子直接接触并发生的反应, 将放电实质反应与连带反应叠加即得该电极的电极方程式。

六、电解质溶液中守恒关系的多重性

电解质溶液中的粒子众多, 确定溶液中粒子关系可通过元素关系建立物料守恒, 通过离子浓度建立电荷守恒, 通过水的电离建立质子守恒等, 等式间通过替换、叠加又可以出现新的等式关系, 解题时需全面分析讨论。

氢氧化亚铁的

考点分析和制备总结



■安徽省巢湖市第二中学 米 凯

氢氧化亚铁是铁的重要化合物。根据氧化还原反应知识,我们了解二价铁是铁元素的中间价态,化合价可以升高和降低,既有氧化性又有还原性,在化学反应中可以做氧化剂或还原剂。有关氢氧化亚铁的制备是中学化学考试的热点问题,现就氢氧化亚铁的制备做典型例题分析,并对其制备方法做总结,建立解题模型,发展学科思维。

一、典型例题分析

例 1 如图 1 所示装置,可用来制取 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和观察 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中被氧化时的颜色变化。实验提供的试剂:铁屑、 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸溶液、 NaOH 溶液。下列说法错误的是()。

A. B 中盛有一定量的 NaOH 溶液,A 中

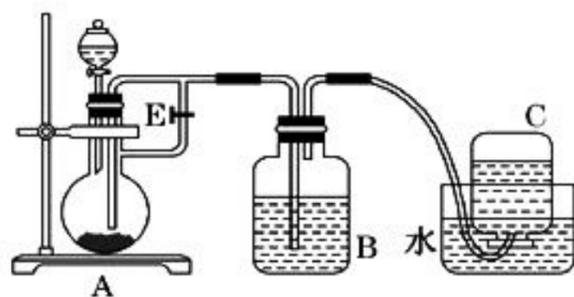


图 1

应预先加入的试剂是铁屑

B. 实验开始时应先将活塞 E 关闭

C. 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的操作为关闭 E,使 A 中溶液压入 B 瓶中

D. 取下装置 B 中的橡皮塞,使空气进入,有关反应的化学方程式为 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

解析:制取硫酸亚铁需要铁屑,所以在烧

例 6 工业生成硫酸过程中,通常用氨水吸收尾气。如果在 25°C 时,相同物质的量的 SO_2 与 NH_3 溶于水,所得溶液中 $c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) = \underline{\hspace{2cm}}$ (填序号)。

- A. $c(\text{SO}_3^{2-}) - c(\text{H}_2\text{SO}_3)$
- B. $c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{SO}_3^{2-}) - c(\text{NH}_4^+)$
- C. $c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) - c(\text{H}_2\text{SO}_3)$
- D. $c(\text{HSO}_3^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) - c(\text{NH}_4^+)$

答案:CD

解析:相同物质的量的 SO_2 与 NH_3 溶于水,发生反应 $\text{SO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{HSO}_3$,结合电荷守恒, $c(\text{HSO}_3^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+)$,得 $c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) = c(\text{HSO}_3^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) - c(\text{NH}_4^+)$,D 项正确。结合 N、S 元素守恒,

$c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3) = (\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{NH}_4^+)$,与电荷守恒方程式叠加,得 $c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}_2\text{SO}_3) - c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{H}^+)$,即 $c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) = c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) - c(\text{H}_2\text{SO}_3)$,C 项正确。

点拨:电解质溶液中的三大守恒包括电荷守恒(阴阳离子带有的电荷数关系)、物料守恒(元素与粒子之间的关系)、质子守恒(水电离出离子浓度关系),电荷守恒和物料守恒的书写和理解简单,质子守恒或者电荷守恒与物料守恒方程式叠加关系较复杂,易遗漏,解题时需要结合实际情况变形,全面给予正确答案。

(责任编辑 谢启刚)

瓶中应该先加入铁屑,所以 A 装置中应预先加入的试剂是铁屑,故 A 项正确。稀硫酸和铁反应生成硫酸亚铁和氢气,实验开始时应打开活塞 E,用氢气排出装置中的空气,B 项错误。铁和硫酸反应有氢气生成,关闭活塞 E,导致 A 装置中压强逐渐增大,将 FeSO_4 溶液压入 B 瓶中进行反应,生成氢氧化亚铁,C 项正确。氢氧化亚铁不稳定,容易被空气中的氧气氧化生成红褐色的氢氧化铁,反应方程式为 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$,D 项正确。

答案:B

例 2 下列各图示(如图 2)中,能较长时间观察到 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀的是_____。

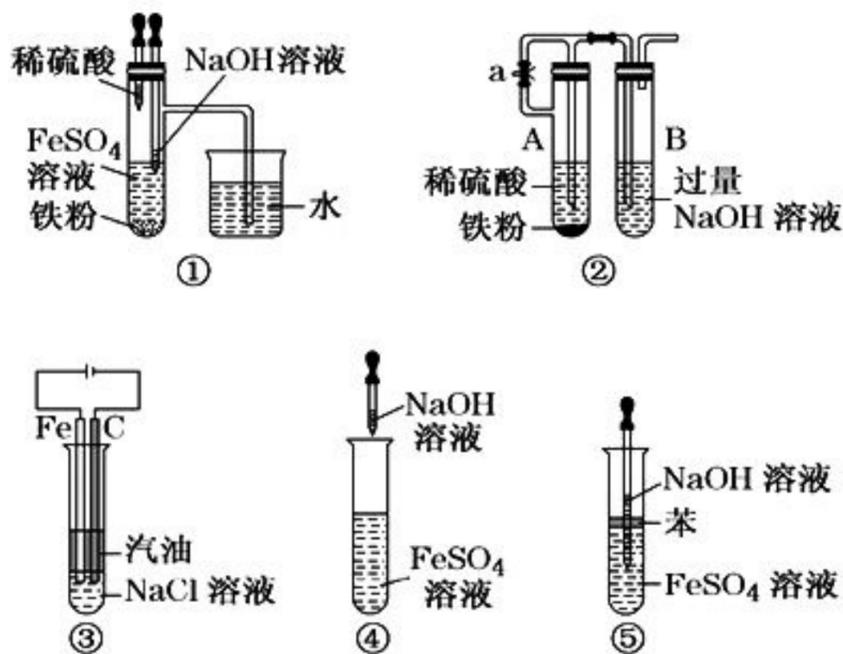


图 2

解析:因为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中容易被氧化为红褐色的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,因此要较长时间看到 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀,就要排除装置中的氧气或空气。装置①和②原理相同,都是先用氢气将装置中的空气排尽,并使生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 处在氢气的保护中;装置③的原理为铁作阳极产生 Fe^{2+} ,与电解水产生的 OH^- 结合生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,且液面用汽油保护,能防止空气进入;装置⑤中液面加苯阻止了空气进入;装置④中由于带入空气中的氧气,能迅速将 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 氧化,因而不能较长时间看到白色沉淀。

答案:①②③⑤

例 3 用下列方法可制得白色的

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀:用不含 Fe^{3+} 的 FeSO_4 溶液与不含 O_2 的蒸馏水配制的 NaOH 溶液反应制备。

(1)用硫酸亚铁晶体配制上述 FeSO_4 溶液时还需加入_____。

(2)除去蒸馏水中溶解的 O_2 常采用_____的方法。

(3)生成白色 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀的操作是用长滴管吸取不含 O_2 的 NaOH 溶液,插入 FeSO_4 溶液液面下,再挤出 NaOH 溶液。这样操作的理由是_____。

解析:(1) Fe^{2+} 易水解,要加入稀硫酸防止其水解; Fe^{2+} 易被空气中的 O_2 氧化,要加 Fe 粉防止 Fe^{2+} 被氧化。(2)气体的溶解度随温度升高而降低,所以煮沸后的水中溶解的 O_2 较少。(3)这样操作是为了避免生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀接触 O_2 。

答案:(1)稀硫酸、铁屑 (2)煮沸
(3)避免生成的氢氧化亚铁沉淀接触氧气

例 4 某化学兴趣小组利用药品:铁粉、稀硫酸、氢氧化钠溶液,用图 3 所示装置制备氢氧化亚铁并观察其颜色。下列有关说法不正确的是()。

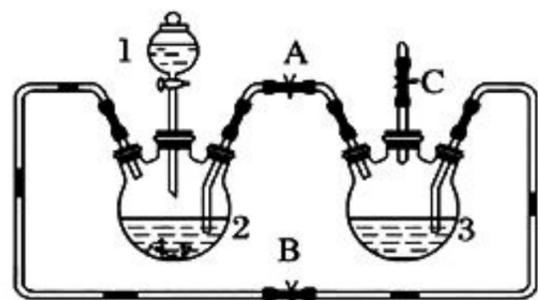


图 3

- A. 仪器 1 中应该盛放稀硫酸
- B. 本实验通过控制 A、B、C 三个开关,将仪器中的空气排尽后,先关闭开关 A,再打开开关 B 就可观察到氢氧化亚铁的颜色
- C. 实验时为防止仪器 2 中铁粉通过导管进入仪器 3 中,可在仪器 2 底部放上一块吸铁石
- D. 本实验制备的氢氧化亚铁可以相对较长时间保持白色状态

解析:反应开始时,打开开关 B、C,关闭开关 A,将分液漏斗中稀硫酸滴入仪器 2 中,稀硫酸与 Fe 粉反应产生 FeSO_4 、 H_2 ,产生的



H₂ 通过导气管经开关进入装置 3 中,当将整个装置中的空气由 C 口排尽后,关闭开关 B,开启开关 A、C,利用生成的 H₂ 在仪器 2 中压强增大,把 FeSO₄ 溶液压入装置 3 的 NaOH 溶液中,反应生成 Fe(OH)₂ 白色沉淀,防止生成的 Fe(OH)₂ 被空气中的氧气氧化。

根据上述分析可知,仪器 1 中应该盛放的试剂是稀硫酸,A 项正确。本实验通过控制 A、B、C 三个开关,将仪器中的空气排尽后,先关闭开关 B,再打开开关 A,就可观察到反应产生的氢氧化亚铁的颜色,B 项错误。Fe 可以被磁铁吸引,实验时为防止仪器 2 中铁粉通过导管进入仪器 3 中,可在仪器 2 底部放上一块吸铁石,这样铁粉就不能随 NaOH 溶液进入到仪器 3 中,C 项正确。Fe(OH)₂ 是白色固体,具有强的还原性,由于整个装置处于 H₂ 的还原性环境,因此可以防止 Fe(OH)₂ 被氧化变为红褐色 Fe(OH)₃ 沉淀,因此可以相对较长时间保持白色状态,D 项正确。

答案:B

二、氢氧化亚铁的制备

1. 氢氧化亚铁的制备原理。

(1)制备原理:Fe²⁺ + 2OH⁻ = Fe(OH)₂ ↓。

(2)成功关键:溶液中不含氧气等氧化性物质,制备过程中保证生成的 Fe(OH)₂ 在密闭无空气的体系中。

2. 常用方法。

(1)有机层隔离法。

①反应在试管底部进行(这是唯一一种把胶头滴管插入反应溶液的实验)。

②加隔氧剂,如加入汽油、苯等比水轻的有机溶剂。如图 4 所示,由于苯的液封作用,可防止生成的 Fe(OH)₂ 被氧化,因而可较长时间观察到白色的 Fe(OH)₂ 沉淀。

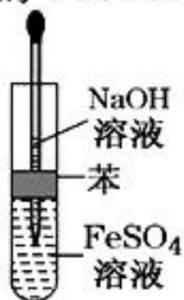


图 4

(2)还原性气体保护法(如图 5)。

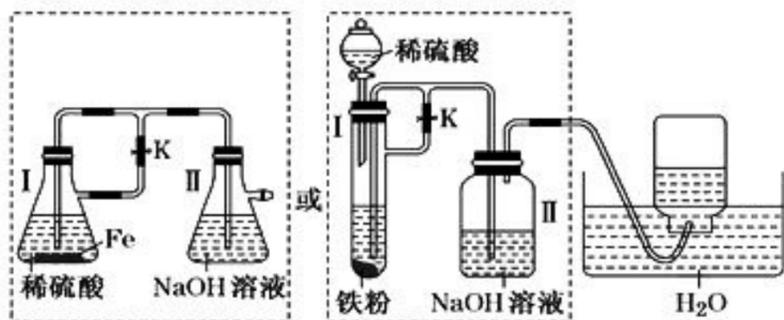


图 5

该方法是先在装置 I 中产生 FeSO₄ 溶液,并利用产生的 H₂ 排尽整个装置中的空气,待检验 H₂ 的纯度后,再关闭止水夹 K,利用产生的 H₂ 把 FeSO₄ 溶液压入装置 II 中与 NaOH 溶液进行反应。

(3)电解法(如图 6)。

该方法中铁作电解池的阳极,电极反应为 Fe - 2e⁻ = Fe²⁺,阴极反应为 2H⁺ + 2e⁻ = H₂ ↑,生成的氢气可以赶走溶液中的氧气,溶液中 c(OH⁻)增大,与 Fe²⁺ 结合生成 Fe(OH)₂ 沉淀,汽油起“液封”作用。

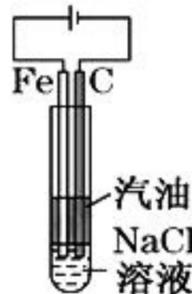


图 6

电解时,在两极间最先观察到白色沉淀。

三、防止氢氧化亚铁氧化的方法

氢氧化亚铁极易被氧化,制备氢氧化亚铁的关键是防止氢氧化亚铁被氧化。根据反应原理、试剂选择、装置特点等,总结常用的防止氢氧化亚铁氧化的方法有:①将配制溶液的蒸馏水煮沸,驱除溶液中的氧气。②将盛有 NaOH 溶液的胶头滴管尖端插入盛有亚铁盐溶液的试管底部,并慢慢挤出 NaOH 溶液。③在亚铁盐溶液上面充入保护气,如 H₂、N₂、稀有气体等。④在亚铁盐溶液上面加保护层,如苯、植物油等。⑤用 Fe 作阳极,石墨作阴极,电解 NaCl 溶液,利用新产生的 Fe²⁺ 与 OH⁻ 反应制取。

通过氢氧化亚铁试题的典例分析和制备总结,帮助考生依据证据推理建立模型认知,同时可通过知识的迁移去解决氯化亚铁、绿矾等含二价铁物质的制备以及相关试题。

(责任编辑 谢启刚)

同分异构体的常见考查形式及解答方法

■黑龙江省黑河市第九中学 栾厚福

同分异构体是历年高考必考知识点之一,在高考中约占4~10分,通过对近几年全国各省市高考试题的研究,不难看出该考点在选择题中一般有两种考查形式,在非选择题中主要结合多个限定条件等考查同分异构体数目,并写出符合特定结构的同分异构体。对同分异构体的考查中渗透着证据推理与模型认知的学科素养,只要能掌握每类试题的解答方法,判断同分异构体的数目或书写都是有规律可循的。

一、直接考查同分异构体的数目

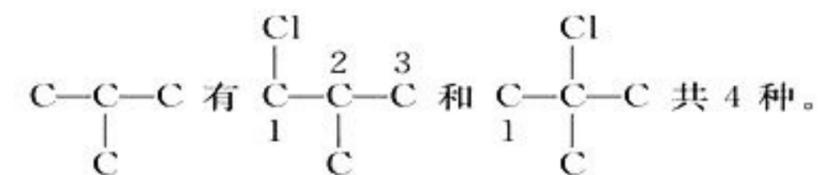
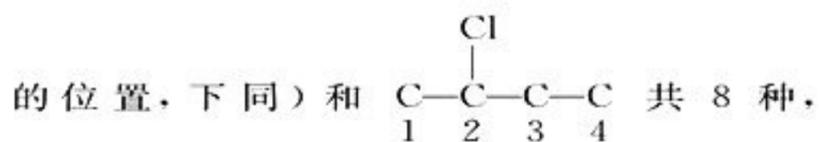
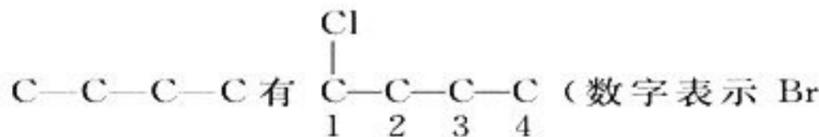
新课标卷选择题中比较注重同分异构体的考查,连续多年都有一道单独考查同分异构体数目判断的试题,试题中往往含有较简单的限定条件,要求找出符合限定条件的有机物种类,试题难度相对较小。

例1 分子式为 C_4H_8BrCl 的有机物共有(不含立体异构)()。

- A. 8种 B. 10种
C. 12种 D. 14种

解析: C_4H_8ClBr 可看成 C_4H_{10} 中2个H原子分别被1个Cl和1个Br原子取代, C_4H_{10} 有2种结构,Cl、Br原子可以取代同一碳原子上的H原子,可以取代不同碳原子上的H原子,据此书写判断。 C_4H_{10} 的碳骨架分别为 $C-C-C-C$ 与 $C-C-C$,分别对2

种碳骨架采用“定一移一”法分析,其中

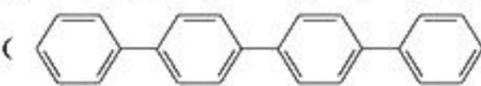


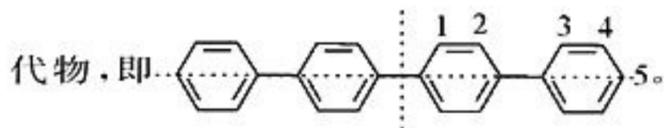
结合上述分析可知,分子式为 C_4H_8BrCl 的

有机物共有 $8+4=12$ 种。

答案: C

点拨: 解答这类较简单的同分异构体数目的试题,要掌握判断同分异构体数目的常用方法和一般思路。

(1)对称法(又称等效氢法)。分析时注意:①同一甲基上的H原子等效,②同一C原子上所连甲基上的H原子等效,③处于对称位置上的H原子等效。如分析四联苯()的一氯代物时,可画出对称轴,根据对称性判断,有5种一氯



(2)基元法。有机物可看作是基团连接而成的,由基团的异构体数目可判断有机物的异构体数目。如分析分子式为 $C_5H_{12}O$ 且可与金属钠反应放出氢气的有机物时,该物质中一定含—OH,可改写为 $C_5H_{11}-OH$,其中 $C_5H_{11}-$ 有8种结构,即符合条件的有机物有8种。需牢记甲、乙、丙、丁、戊基的种类分别为1、1、2、4、8种。

(3)替换法。将有机物分子中的不同原子或基团换位思考。如由二氯苯 $C_6H_4Cl_2$ 有3种同分异构体,可知四氯苯也有3种同分异构体。

(4)定一移一法。判断二元取代物的同分异构体时,可先固定一个取代基的位置,再移动另一个取代基,即可确定同分异构体的数目。如利用该法可知分子式为 $C_4H_8Cl_2$ 的有机物共有9种。

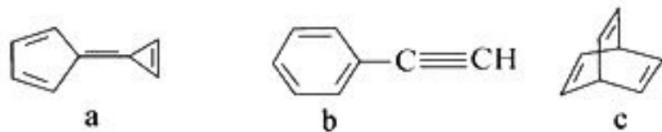
(5)组合法。如饱和酯 R_1COOR_2 , $-R_1$ 有 m 种, $-R_2$ 有 n 种,则该酯共有 $m \times n$ 种。如分析“分子式为 $C_5H_{10}O_2$ 的有机物在酸性条件下可水解为酸和醇,若不考虑立体异构,这些醇和酸重新组合可形成的酯种类”时,根据水解规律先分析可能生成甲酸1种、乙酸1种、丙酸1种、丁酸2种共5种酸,生成丁醇4种、丙醇2种、乙醇1种、甲醇1种,共8种醇,由这些酸和醇重新

组合可形成 $5 \times 8 = 40$ 种酯。

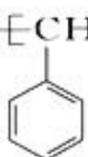
二、结合有机物的结构性质考查同分异构体

近几年的高考试题中,大多结合有机物的结构性质或有机物间反应等,设置1个或2个选项考查同分异构体的种类判断。试题综合性较强。

例2 有机物 a、b、c 的结构如下。下列说法正确的是()。



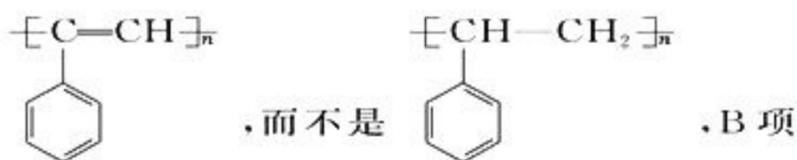
A. a 的一氯代物有 3 种

B. b 是  的单体

C. c 中碳原子的杂化方式均为 sp^2

D. a、b、c 互为同分异构体

解析: 有机物 a 的分子结构上下对称,分子中含 3 种类型的 H 原子,其一氯代物有 3 种,A 项正确。有机物 b 经加聚反应得到



错误。有机物 c 含有的饱和碳原子为 sp^3 杂化,碳碳双键两端的碳原子为 sp^2 杂化,C 项错误。由 a、b 的结构简式可确定其分子式均为 C_8H_8 ,而 c 的分子式为 C_8H_8 ,D 项错误。

答案: A

点拨: 根据物质 a 的对称性,即找出分子中等效氢原子数目可判断其一氯代物的种类。通过对本题的解答,需明确同分异构体的特点——同一不同。

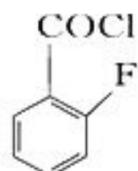
(1) 同一:分子式相同。同分异构体的相对分子质量相同,但相对分子质量相同的化合物不一定是同分异构体,如 C_3H_8 和 C_2H_4O ;同分异构体的最简式相同,但最简式相同的化合物不一定是同分异构体,如 C_2H_2 和 C_6H_6 。

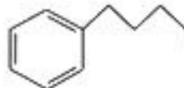
(2) 一不同:结构不同,即分子中原子的连接方式不同。同分异构体可以是同一类物质,也可以是不同类物质。判断几种物质是

否为同分异构体,可通过分子式确定,若分子式相同而结构不同一定互为同分异构体。

三、结合限定条件考查同分异构体

历年有机合成与推断试题中,均有 1 小题考查符合 2~4 个限定条件的同分异构体的数目,试题难度较大,往往结合核磁共振氢谱中吸收峰面积之比写出具体物质的结构简式等。

例3 (1) 有机物 A() 的同分异构体中,含有苯环并能发生银镜反应的化合物共有____种。

(2) 有机物 B() 有多种同分异构体,同时满足下列条件的同分异构体有____种(不考虑立体异构)。

- ① 苯环上有 2 个取代基;
- ② 能够发生银镜反应;
- ③ 与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应。

其中核磁共振氢谱有五组峰,且峰面积之比为 6 : 2 : 2 : 1 : 1 的结构简式为_____。

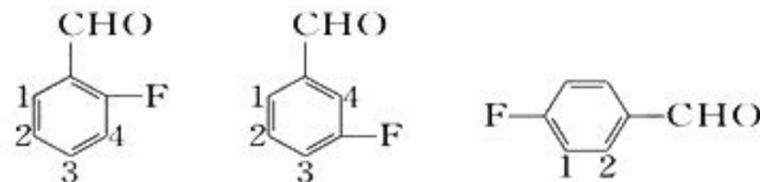
(3) 化合物 C() 的同分异构体中能同时满足以下三个条件的有____个(不考虑立体异构体,填标号)。

- i. 含有两个甲基;
- ii. 含有酮羰基(但不含 $C=C=O$);
- iii. 不含有环状结构。

a. 4 b. 6 c. 8 d. 10

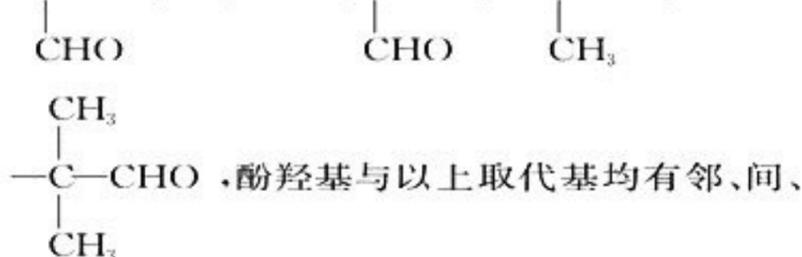
其中,含有手性碳(注:连有四个不同的原子或基团的碳)的化合物的结构简式为_____。

解析: (1) 含有苯环且能发生银镜反应的同分异构体中一定含有醛基($-CHO$),结合有机物 A 的结构简式可知另外 2 个取代基分别为 $-F$ 原子和 $-Cl$ 原子。使 $-CHO$ 和 $-F$ 分别在苯环的邻位、间位和对位,再确定 $-Cl$ 的位置(其中数字表示 $-Cl$ 的位置):

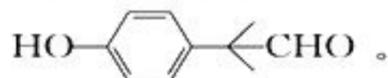


故符合条件的同分异构体共有 $4+4+2=10$ 种。

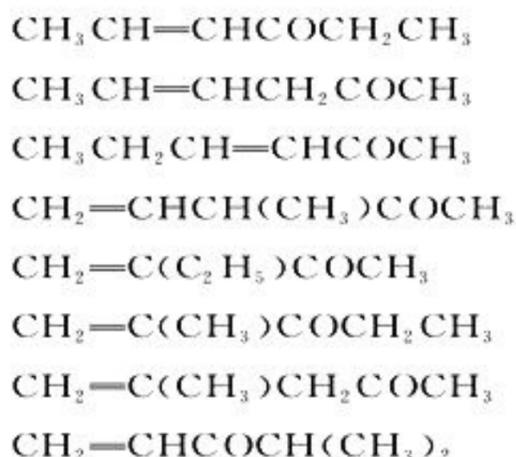
(2)由 B 的结构简式可确定其分子式为 $C_{10}H_{12}O_2$ 。B 的同分异构体中,由②能发生银镜反应,说明分子含醛基;由③与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应,说明含酚羟基;根据①苯环上有 2 个取代基,酚羟基占据苯环上的 1 个取代位置,则另一取代基的分子式为 C_9H_7O 且含醛基,该取代基有 5 种结构,分别为 $-CH_2CH_2CH_2CHO$ 、 $-CHCH_2CH_3$ 、 $-CH_2CHCH_3$ 、 $-CHCH_2CHO$ 、



对 3 种位置,即符合条件的同分异构体共有 $5 \times 3=15$ 种。同分异构体中符合核磁共振氢谱中有五组峰,且峰面积比为 $6:2:2:1:1$ 的结构简式一定具有对称性,且分子中含有 2 个等效甲基,该同分异构体的结构简式为

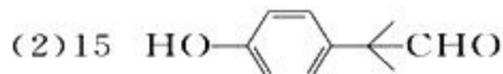


(3)C 中含 2 个不饱和度,根据其同分异构体含酮羰基但不含环状结构,则分子中含 1 个碳碳双键、1 个酮羰基和 2 个甲基,符合条件的结构有 8 种:



其中含有手性碳的化合物的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{COCH}_3$ 。

答案:(1)10



点拨:通过该例题应掌握符合限定条件的同分异构体数目的判断方法。

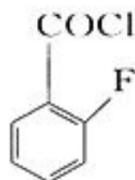
1. 判断可能的官能团。根据所给的限定

条件分析同分异构体中可能含有的官能团,如表 1 所示。

表 1

限定条件	官能团或物质类别
能使溴水或酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色	碳碳双键或碳碳三键
遇 $FeCl_3$ 溶液呈紫色或加入溴水产生白色沉淀	酚羟基
能发生银镜反应或能和新制 $Cu(OH)_2$ 浊液反应	醛基
分子中含 2 个氧原子,既能发生银镜反应又能发生水解反应	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{R} \end{array}$ (甲酸酯,R 表示烃基)
与 $NaHCO_3$ 溶液反应生成气体	羧基

2. 官能团的组装。根据含有的各种官能团和数目,经分析和讨论对其进行可能的组装,即得到相应同分异构体的数目。如确定



的同分异构体时,先确定任意 2 个取代基在苯环上的可能位置,再讨论另一取代基的可能位置,由此可确定符合限定条件的同分异构体数目。在苯环上组装各官能团时也要考虑支链数目可能导致的同分异构问题。

3. 写出具体物质的结构简式。根据核磁共振氢谱中吸收峰的面积之比,书写可能的结构简式。一般来说该物质均具有较好的对称性,面积之比中出现 3、6 等,应首先考虑是 $-\text{CH}_3$ 或连接在同一位置上的 2 个 $-\text{CH}_3$ 。

总结:从近两年全国卷来看,有机合成与推断试题中同分异构体的考查,难度略有降低,有些试题已由原来的同分异构体数目判断改成选择题,或许这也是今后有关同分异构体试题的考向。同分异构体在高考中主要就是以上几种考查形式,在解题时要根据不同的类型或不同的限定条件等,进行综合分析,掌握典型试题的解答方法和分析问题的一般思路。

(责任编辑 谢启刚)

主因意识下一类图像问题的解答

宁夏育才中学 王开山

一、主因意识

意识是人的头脑对于客观物质世界的反映,是感觉、思维等各种心理过程的总和。解答试题也需要一定的意识。好的解题意识具有针对性、完整性、高效性等特点。

解答化学反应试题的主因意识是指:

1. 外界条件的改变可以影响化学反应;
2. 化学反应往往受多个因素同时影响;
3. 化学反应在不同的时间段往往受其中某一个主要因素的影响。

二、一类近年高频考查的图像

图像题具有简明、直观、综合性强等特点,能很好地考查考生对图表等信息的获取和处理应用能力。纵观近年化学高考试题,有一类图像高频出现,成为高考考查的重点和热点。

该类图像的基本形态为:因变量(y)随自变量(x)的改变先增大至最高点后又开始减小(如图1)。

在化学反应中, y 随 x 改变的主要类型有:转化率—温度、速率—温度、速率—溶液酸碱性、产率—温度、溶解度—温度等。

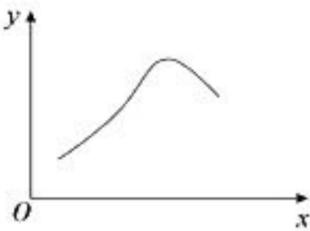


图1

主因意识下分析曲线变化的主要原因:

1. 多个因素同时在影响化学反应过程中 y 的变化, x 是其中一个因素;
2. x 的变化对 y 的主要影响可能是最高点之前,也可能是最高点之后;
3. 影响因素分段主导着化学反应,即该影响因素是该反应时间段的主因。

三、与图像有关的常见考点及解答策略分析

考点1:考查随着 x 的不断增加, y 先增加后降低的原因。

思考角度:要根据具体的化学反应分析清楚 x 在影响着 y 的增加部分还是降低部分。(1)如 x 影响着增加部分,即前半段 x 是影响 y

的主因,最高点后另一个因素主导着反应的进行。另一个影响因素一般要考虑:浓度的降低、催化剂的活性、副反应的发生、溶液酸碱性的变化等。(2)如 x 的变化是后半段的主因,前半段的主因可考虑浓度、催化剂等。

考点2:考查根据曲线变化选择反应的最佳条件。

思考角度:化学反应的最佳条件主要有温度、溶液酸碱性等。根据曲线变化,最高点一般为速率最大或转化率最高或产率最高的点,此时的条件一般为反应的最佳条件。

考点3:考查根据曲线变化,确定后续实验的具体操作。

思考角度:围绕该考点的曲线主要是溶解度随温度变化的曲线。确定后续实验的具体操作主要是根据溶解度随温度的变化确定是对热饱和溶液进行过滤还是冷却热饱和溶液后进行过滤等。注重实验原理的理解和实验方案的设计。

四、典型例题赏析

例1 硫酸是一种重要的基本化工产品,接触法制硫酸生产中的关键工序是 SO_2 的催化氧化: $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{钒催化剂}} \text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

研究表明, SO_2 催化氧化的反应速率方程为 $v = k \left(\frac{\alpha}{\alpha'} - 1 \right)^{0.8} (1 - n\alpha')$,式中 k 为反应速率常数,随温度 t 升高而增大; α 为 SO_2 平衡转化率, α' 为某时刻 SO_2 转化率, n 为常数。在 $\alpha' = 0.90$ 时,将一系列温度下的 k 、 α 值代入上述速率方程,得到 $v-t$ 曲线,如图2所示。

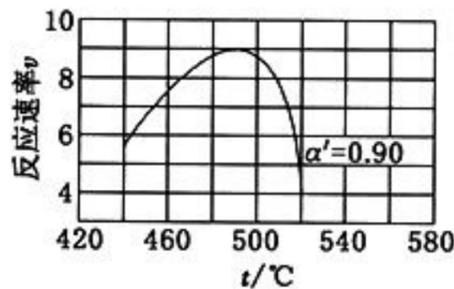


图2

曲线上 v 最大值所对应温度称为该 α' 下反应的最适宜温度 t_m 。 $t < t_m$ 时, v 逐渐提高; $t > t_m$ 后, v 逐

渐下降。原因是_____。

解析:分析题目可知影响化学反应速率 v 的因素有 α 和 k 。该反应是放热反应,温度升高后 α 降低,但 k 在增大。升高温度, k 增大使 v 逐渐提高,但 α 降低使 v 逐渐下降。当 $t < t_m$, k 是主因, k 增大对 v 的提高大于 α 引起的降低;当 $t > t_m$, α 是主因, k 增大对 v 的提高小于 α 引起的降低。

答案:升高温度, k 增大使 v 逐渐提高,但 α 降低使 v 逐渐下降。 $t < t_m$ 时, k 增大对 v 的提高大于 α 引起的降低; $t > t_m$ 后, k 增大对 v 的提高小于 α 引起的降低

例 2 丁烯是一种重要的化工原料,可由丁烷催化脱氢制备。回答下列问题:

(1)正丁烷(C_4H_{10})脱氢制1-丁烯(C_4H_8)的热化学方程式为 $C_4H_{10}(g) \rightleftharpoons C_4H_8(g) + H_2(g) \quad \Delta H = +123 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

丁烷和氢气的混合气体以一定流速通过填充有催化剂的反应器(氢气的作用是活化催化剂),出口气中含有丁烯、丁烷、氢气等。

图3为丁烯产率与进料气中 $\frac{n(\text{氢气})}{n(\text{丁烷})}$ 的关系。图中曲线呈现先升高后降低的变化趋势,其降低的原因是_____。

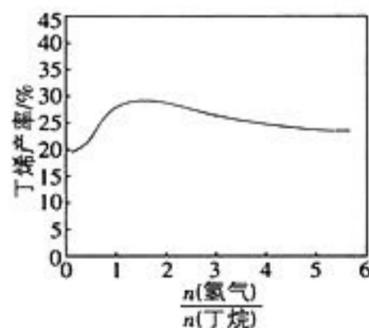


图 3

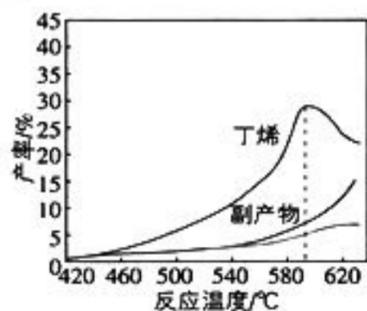


图 4

(2)图4为反应产率和反应温度的关系曲线,副产物主要是高温裂解生成的短碳链烃类化合物。

丁烯产率在 590°C 之前随温度升高而增大的原因可能是_____; 590°C 之后,丁烯产率快速降低的主要原因可能是_____。

解析:(1)刚开始,主因是丁烷的浓度比较大,平衡向正反应方向移动,丁烯的产率增大。随着 $\frac{n(\text{氢气})}{n(\text{丁烷})}$ 的增大,主因是氢气的浓度比较大,平衡向逆反应方向移动,丁烯的产率减小。

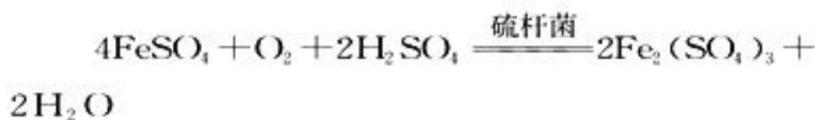
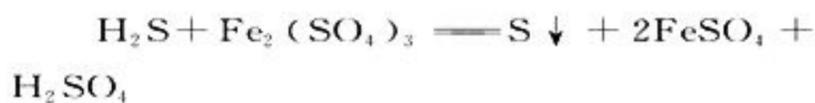
(2)该反应为吸热反应, 590°C 之前,主因是温度。随着温度的升高,平衡向正反应方向移动,丁烯的产率增大。超过 590°C ,主因是丁烷裂解生成短链烃类,丁烷的浓度降低,丁烯的产率降低。

答案:(1)因为氢气是产物之一,随着 $\frac{n(\text{氢气})}{n(\text{丁烷})}$ 增大,平衡向逆反应方向移动,丁烯的产率降低。

(2)该反应正反应方向为吸热反应, 590°C 之前,随着温度的升高,平衡向正反应方向移动,丁烯的产率增大。 590°C 之后,丁烷裂解生成短链烃类,丁烷的浓度降低,丁烯的产率随之降低

例 3 H_2S 和 SO_2 会对环境和人体健康带来极大的危害,工业上采取多种方法减少这些有害气体的排放。

生物脱 H_2S 的原理如下:



由图5判断使用硫杆菌的最佳条件为_____。若反应温度过高,反应速率下降,其原因是_____。

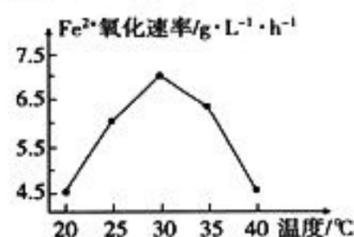


图 5

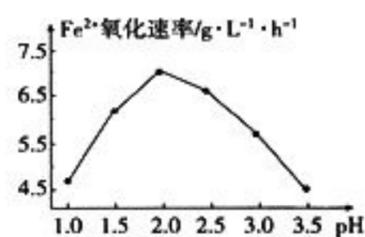


图 6

解析:根据图5可以分析,温度为 30°C 左右时, Fe^{2+} 的氧化速率最大;根据图6可知,当pH为2.0左右时, Fe^{2+} 的氧化速率最大。所以硫杆菌的最佳条件为 30°C 、 $\text{pH}=2.0$ 。

硫杆菌作为反应的催化剂,若反应温度过高,硫杆菌会失去活性造成反应速率下降

答案: 30°C 、 $\text{pH}=2.0$ 温度过高,硫杆菌失去活性,反应速率下降。

例 4 以 Cl_2 、 $NaOH$ 、 $(NH_2)_2CO$ (尿素)和 SO_2 为原料可制备 $N_2H_4 \cdot H_2O$ (水合肼)和无水 Na_2SO_3 ,其主要实验流程如下:

2022 年高考理综化学模拟试题 A 卷

■河南省卢氏县第一高级中学

陈 飞(特级教师) 郭 丹

可能用到的相对原子质量: H 1 D 2
C 12 N 14 O 16 Na 23 Mg 24 Co 59
Br 80

- A. 18 g D_2O 中, 含有中子数为 $10N_A$
B. 14 g 聚乙烯与聚丙烯的混合物中, 含 C—H 键的数目为 $2N_A$
C. 电解饱和食盐水, 当阴极产生 11.2 L H_2 时, 转移的电子数为 N_A
D. 5.6 g Fe 发生吸氧腐蚀, 最终生成 $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$, 电极反应中转移的电子数为 $0.3N_A$

一、选择题: 本题包括 7 小题, 每小题 6 分, 共 42 分。每小题只有一个选项符合题意。

1. 从古至今化学与生产、生活密切相关。下列说法不正确的是()。

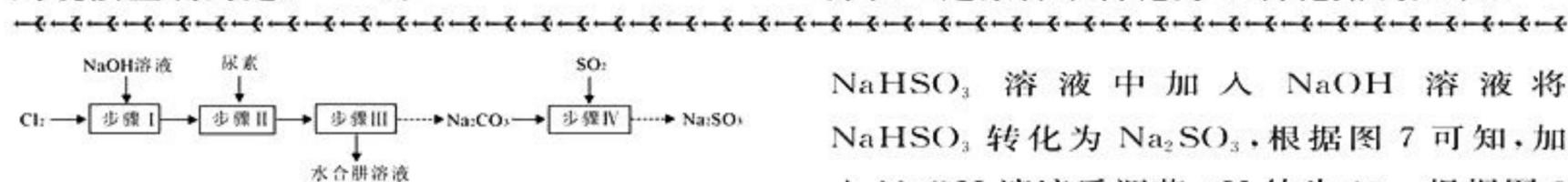
- A. “熟鸡蛋返生”引发网络热议, 天然蛋白质在高温条件下会发生变性
B. 王羲之的《兰亭集序》保存完好、字迹清晰的原因是墨的主要成分是碳, 碳在常温下化学性质稳定
C. 新型冠状病毒可以通过气溶胶传播, 飞沫直径在 1~100 nm 之间
D. 宋代张杲《医说》记载: “每每外出, 用雄黄(As_4S_4) 桐子大, 在火中烧烟熏……以消毒灭菌……”古代烟熏的消毒原理与酒精相同, 都是利用其强氧化性

3. 一种矿石 [$Z_2W_2Y_5(YX)_4$] 的组成元素 X、Y、Z、W 为原子序数依次增大的短周期元素, X、Y、W 分别位于不同周期, 其中 W 核外最外层电子数是 Y 核外电子数的一半, 1 个 X_2Y 分子含有 10 个电子。下列说法正确的是()。

- A. W 的最高价氧化物不能与酸、碱反应
B. 原子半径: $Z > W > Y > X$
C. Y 与 Z 可形成共价化合物
D. 简单氢化物的稳定性: $W > Y$

2. 已知 N_A 是阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是()。

4. 一种有机物 b 可由 a 通过电解合成, 并在一定条件下转化为 c, 转化路线如下:



步骤 IV 用步骤 III 得到的副产品 Na_2CO_3 制备无水 Na_2SO_3 (水溶液中 H_2SO_3 、 HSO_3^- 、 SO_3^{2-} 随 pH 的分布如图 7 所示, Na_2SO_3 的溶解度曲线如图 8 所示)。

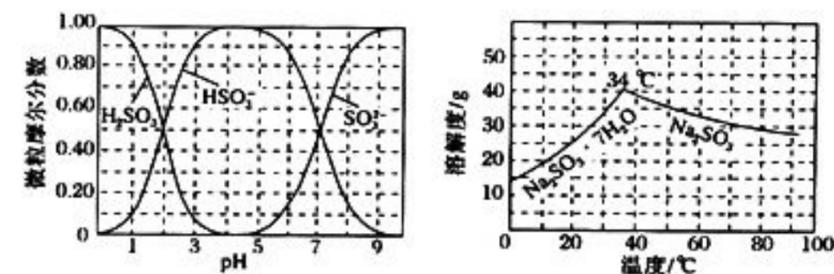


图 7

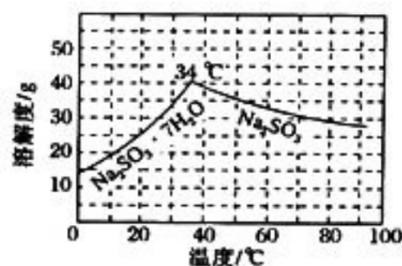


图 8

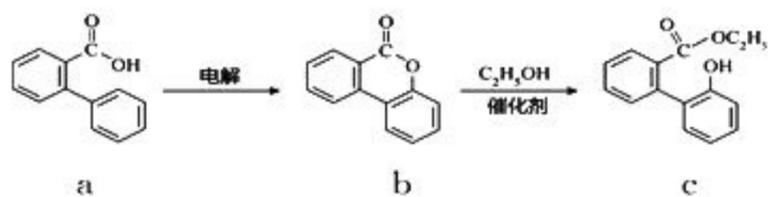
请补充完整由 $NaHSO_3$ 溶液制备无水 Na_2SO_3 的实验方案: _____, 用少量无水乙醇洗涤, 干燥, 密封包装。

解析: 制备无水 Na_2SO_3 , 首先要向

$NaHSO_3$ 溶液中加入 $NaOH$ 溶液将 $NaHSO_3$ 转化为 Na_2SO_3 , 根据图 7 可知, 加入 $NaOH$ 溶液后调节 pH 约为 10。根据图 8 中 Na_2SO_3 的溶解度曲线, 温度高于 $34^\circ C$ 析出 Na_2SO_3 , 低于 $34^\circ C$ 析出 $Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$, 所以从 Na_2SO_3 溶液中获得无水 Na_2SO_3 应控制温度高于 $34^\circ C$ 。所以由 $NaHSO_3$ 溶液制备无水 Na_2SO_3 的实验方案为: 边搅拌边向 $NaHSO_3$ 溶液中滴加 $NaOH$ 溶液, 使其 pH 约为 10 时, 停止滴加 $NaOH$ 溶液, 然后加热浓缩溶液至有大量晶体析出, 在高于 $34^\circ C$ 条件下趁热过滤, 用少量无水乙醇洗涤, 干燥, 密封包装。

答案: 边搅拌边向 $NaHSO_3$ 溶液中滴加 $NaOH$ 溶液, 使其 pH 约为 10 时, 停止滴加 $NaOH$ 溶液, 然后加热浓缩溶液至有大量晶体析出, 在高于 $34^\circ C$ 条件下趁热过滤

(责任编辑 谢启刚)



- 下列说法不正确的是()。
- A. a、b、c 都能与 NaOH 溶液反应
- B. b→c 反应的类型是取代反应
- C. a 苯环上的一氯代物有 9 种
- D. 在催化剂作用下 c 可与甲醛发生反应
5. 由下列实验及现象能推出相应结论的是()。

选项	实验	现象	结论
A	向盛有 2 mL 一定浓度的 $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ 溶液的试管中,滴入 5 滴 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KI 溶液	产生黄色沉淀	$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 具有较强的还原性
B	向溶液中先滴加双氧水,再滴加 KSCN 溶液	溶液变红色	原溶液中含有 Fe^{2+}
C	将某溶液滴在 KI-淀粉试纸上	试纸变蓝	原溶液中一定含有 Cl_2
D	将金属钠放在燃烧匙中点燃,迅速伸入集满 CO_2 的集气瓶	集气瓶中产生大量白烟,瓶内有黑色颗粒产生	CO_2 具有氧化性

6. 高能 LiFePO_4 电池多应用于公共交通,电池中间是聚合物的隔膜,主要作用是在反应过程中只让 Li^+ 通过,结构如图 1 所示。

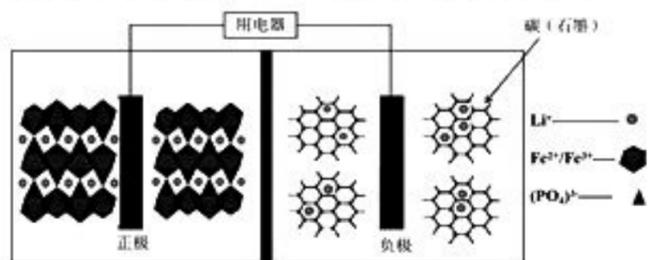


图 1

工作原理: $(1-x)\text{LiFePO}_4 + x\text{FePO}_4 + \text{Li}_x\text{C}_n \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{LiFePO}_4 + n\text{C}$ 。

- 下列说法不正确的是()。
- A. 充电时,阴极电极反应式为 $x\text{Li}^+ + xe^- + n\text{C} = \text{Li}_x\text{C}_n$
- B. 放电时,电子由负极经导线、用电器、导线到正极
- C. 充电时, Li^+ 向左移动
- D. 放电时,正极电极反应式为 $x\text{FePO}_4 + x\text{Li}^+ + xe^- = x\text{LiFePO}_4$

7. 25°C 时,往 $10 \text{ mL } 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH

溶液中滴加 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的一元弱酸 HA 溶液,溶液中 $\lg \frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)}$ 与 pOH [$\text{pOH} = -\lg c(\text{OH}^-)$] 的关系如图 2 所示。

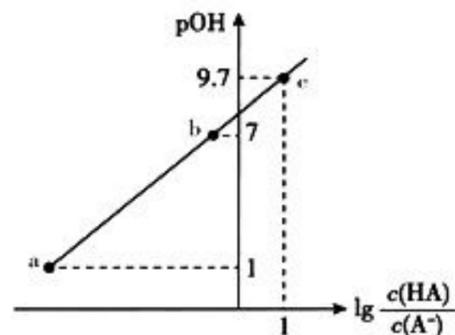


图 2

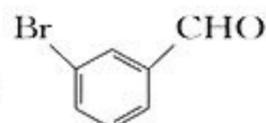
- 下列说法正确的是()。
- A. a、b 两点水的电离程度: $a < b$
- B. 25°C 时, HA 的电离常数为 $1.0 \times 10^{-8.7}$

C. b 点时, $c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^-)$

D. 加水稀释 c 点溶液, $\frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)}$ 不变

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)间溴苯甲醛()

是香料、染料、有机合成中间体,常温比较稳定,高温易被氧化。相关物质的沸点如表 1 所示(101 kPa)。

表 1

物质	溴	苯甲醛	1,2-二氯乙烷	间溴苯甲醛	无水 AlCl_3
沸点/ $^\circ\text{C}$	58.8	179	83.5	229	178
溶解性	微溶于水	微溶于水	难溶于水	难溶于水	遇水水解
相对分子质量	160	106	—	185	—

其实验装置(如图 3)与制备步骤如下:

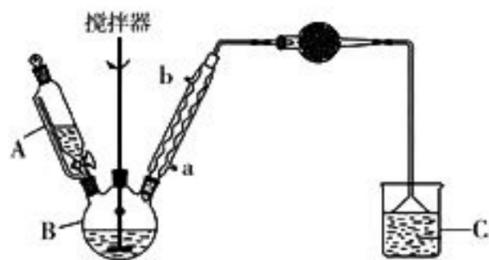


图 3

步骤 1:在仪器 B 中将一定配比的无水 AlCl_3 (作催化剂)、1,2-二氯乙烷和 10.6 g 苯甲醛充分混合后,升温至 60°C ,缓慢滴加经浓硫酸干燥过的足量液溴,保温反应一段时

间,冷却。

步骤 2:将反应混合物缓慢加入一定量的稀盐酸中,搅拌、静置、分液。有机相用 10%NaHCO₃ 溶液洗涤后再水洗。

步骤 3:经洗涤的有机相加入适量无水 MgSO₄ 固体,放置一段时间后过滤。

步骤 4:减压蒸馏收集 122~124 °C 的馏分。

回答下列问题:

(1)仪器 B 的名称为____,仪器 A 支管的作用是____。

(2)实验装置中冷凝管的主要作用是____,进水口为____(填“a”或“b”)。

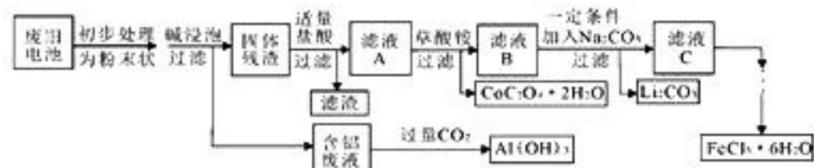
(3)步骤 1 中的反应方程式为____。

(4)步骤 2 中 10% NaHCO₃ 溶液洗涤有机相,是为了除去溶于有机相的____(填化学式)。

(5)步骤 4 中采用减压蒸馏技术,是为了防止____。

(6)若实验得到 11.1 g 间溴苯甲醛,则间溴苯甲醛产率为____。

9. (15 分)钴酸锂(LiCoO₂)电池是一种应用广泛的新型电源,电池中含有少量的铝、铁、碳等单质。实验室尝试对废旧钴酸锂电池回收再利用。实验过程如下:



已知:①还原性:Cl⁻ > Co²⁺。

②Fe³⁺ 和 C₂O₄²⁻ 结合生成较稳定的 [Fe(C₂O₄)₃]³⁻, [Fe(C₂O₄)₃]³⁻ 在强酸性条件下分解重新生成 Fe³⁺。

回答下列问题:

(1)铁元素在周期表中的位置为____。废旧电池初步处理为粉末状的目的是____。

(2)从含铝废液得到 Al(OH)₃ 的离子反应方程式为____。

(3)滤液 A 中的溶质除 HCl、LiCl 外,还有____(填化学式)。写出 LiCoO₂ 和盐酸反应的化学方程式:____。

(4)滤渣的主要成分为____(填化学式)。

(5)在空气中加热一定质量的 CoC₂O₄ · 2H₂O 固体样品时,其固体失重率数

据见表 2,请补充完整表中问题。

已知:①CoC₂O₄ 在空气中加热时的气体产物为 CO₂。

$$\text{②固体失重率} = \frac{\text{对应温度下样品失重的质量}}{\text{样品的初始质量}} \times 100\%$$

表 2

序号	温度范围/°C	化学方程式	固体失重率
I	120~220	CoC ₂ O ₄ · 2H ₂ O $\xrightarrow{\Delta}$ CoC ₂ O ₄ + 2H ₂ O	19.67%
II	300~350	_____	59.02%

(6)已知 Li₂CO₃ 的溶度积常数 K_{sp} = 8.64 × 10⁻⁴, 将浓度为 0.1 mol · L⁻¹ 的 Li₂SO₄ 和浓度为 0.16 mol · L⁻¹ 的 Na₂CO₃ 溶液等体积混合,则溶液中的 Li⁺ 浓度为____ mol · L⁻¹。

(7)从 FeCl₃ 溶液得到 FeCl₃ · 6H₂O 固体的操作关键是____。

10. (14 分)丙烯是重要有机化工原料,丙烷脱氢制丙烯具有显著的经济价值和社会意义。

(1)已知: I. 2C₃H₈(g) + O₂(g) = 2C₃H₆(g) + 2H₂O(g) ΔH = -238 kJ · mol⁻¹

II. 2H₂(g) + O₂(g) = 2H₂O(g) ΔH = -484 kJ · mol⁻¹

则丙烷脱氢制丙烯反应的热化学方程式为____。

(2)一定温度下,向刚性密闭容器中充入 1 mol C₃H₈,开始压强为 p kPa,发生丙烷脱氢制丙烯反应。

①下列情况不能说明丙烷脱氢制丙烯反应达到平衡状态的是____(填字母)。

- A. 气体平均摩尔质量保持不变
- B. 该反应的焓变保持不变
- C. 气体密度保持不变
- D. C₃H₈ 分解速率与 C₃H₆ 消耗速率相等

②丙烷脱氢制丙烯反应过程中,C₃H₈ 的气体体积分数与反应时间的关系如下页图 4 所示。此温度下该反应的平衡常数 K_p = ____ kPa(用含字母 p 的代数式表示,K_p 是用反应体系中气体物质的分压表示的平衡常数,平衡分压 = 总压 × 物质的量分数)。

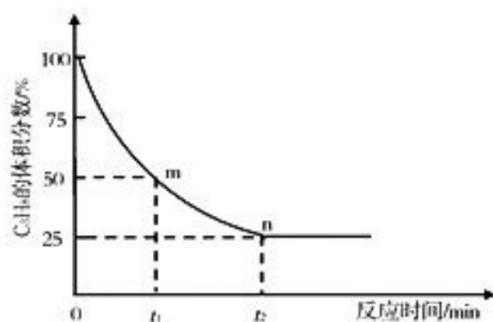


图 4

③已知上述反应中, $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot p(\text{C}_3\text{H}_6)$, $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot p(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot p(\text{H}_2)$, 其中 $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 为速率常数, 只与温度有关, 则图 4 中 m 点处 $\frac{v_{\text{正}}}{v_{\text{逆}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3)保持相同反应时间, 在不同温度下, 丙烯产率如图 5 所示, 丙烯产率在 425 °C 之前随温度升高而增大的原因可能是 、 ; 425 °C 之后, 丙烯产率快速降低的主要原因可能是 。

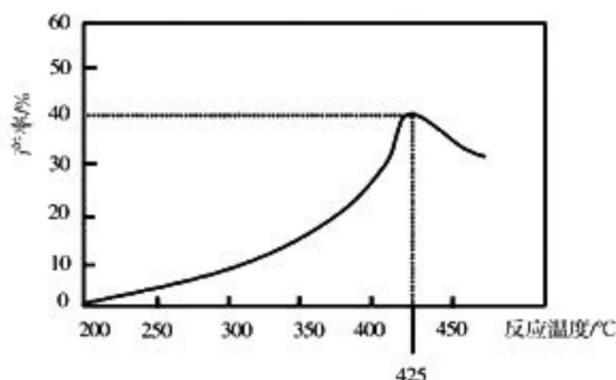


图 5

(4)以丙烷为燃料制作新型燃料电池, 若电解质是 KOH 溶液, 请写出电池的负极电极反应式: 。若电解质为熔融的碳酸盐, 放电时 CO_3^{2-} 移向电池的 (填“正”或“负”)极。

(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】(15 分)

很多元素在生产生活中有很多应用, 请回答下列问题:

(1)基态 Cr 原子的价电子排布式为 , 基态 Ni 原子核外占据最高能层电子的电子云轮廓图的形状为 。

(2) $[\text{Co}(\text{NO}_2)_4]^{2-}$ 中 Co^{2+} 的配位数为 4, 配体中 N 的杂化方式为 , 该配离子中各元素的第一电离能由小到大的顺序为 (填元素符号), 1 mol 该配离子中含 σ 键数目为 N_A 。

(3)硼的卤化物的沸点如表 3 所示, 解释表中卤化物之间沸点差异的原因: 。

表 3

卤化物	BF_3	BCl_3	BBr_3
沸点/°C	-100.3	12.5	90

(4)金刚砂(SiC)的硬度为 9.5, 其晶胞结构如图 6 所示, 则金刚砂晶体类型为 , 在 SiC 中, 每个 C 原子周围最近的 C 原子数目为 个; 若晶胞的棱长为 a,

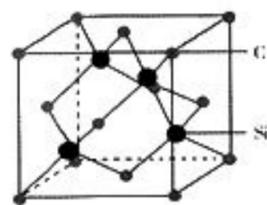
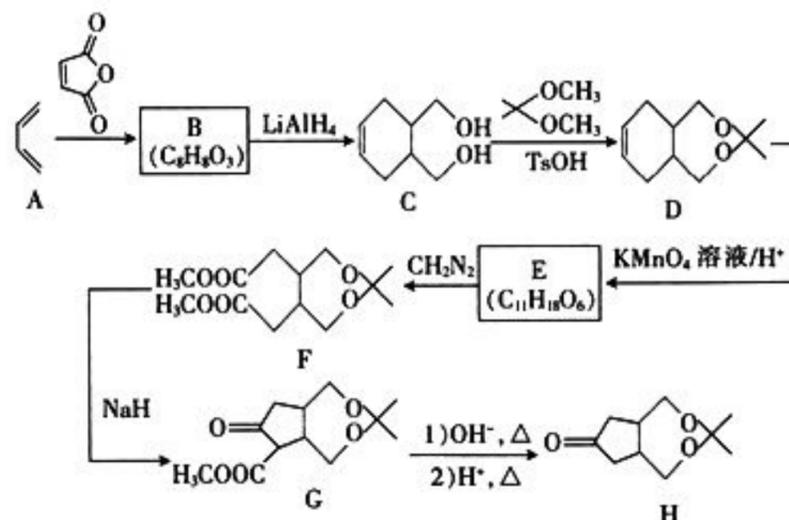


图 6

碳和硅原子半径分别为 $r(\text{C})$ 和 $r(\text{Si})$, 则该晶胞中原子的空间占有率为 (列出计算表达式)。

12. 【选修 5: 有机化学基础】(15 分)

化合物 H 是某香料的成分之一, 其合成路线如下:



(1)C 的分子式为 。

(2)H 含有的官能团名称为 。

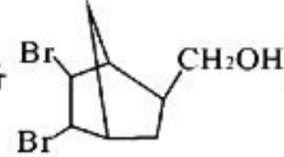
(3)C 生成 D 的化学方程式为 , A 生成 B 的反应类型为 。

(4)E 的结构简式为 。

(5)B 有多种同分异构体, 同时满足下列条件的同分异构体为 。

- a. 遇 FeCl_3 溶液发生显色反应
- b. 能发生水解反应
- c. 核磁共振氢谱有 5 种峰

(6)写出以 1,2-二氯环戊烷和丙烯酸甲

酯为原料制备  的合成路线: (其他试剂任选)。(责任编辑 谢启刚)

2022 年高考理综化学模拟试题 B 卷

安徽省望江县第二中学 江已舒

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12
N 14 O 16 Na 23 Al 27 Cl 35.5 Fe
56 Zn 65

一、选择题: 本题包括 7 小题, 每小题 6 分, 共 42 分。每小题只有一个选项符合题意。

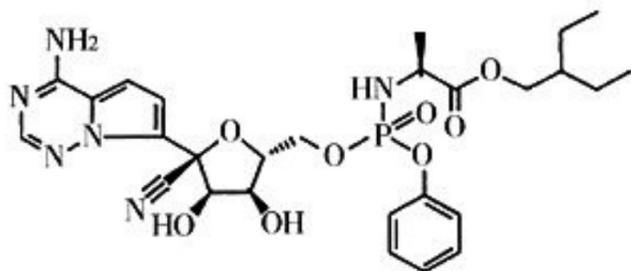
1. 第 22 届冬奥会于 2022 年 2 月 4 日在北京开幕, 科技部提出了“科技冬奥”理念, 并重点着力于做好此次冬奥会的科技支撑保障工作。下列说法不正确的是()。

- A. 北京冬奥会使用二氧化碳跨临界制冰机组, 与传统制冷剂氟利昂相比更加环保
- B. 轻质高强度的碳纤维有舵雪橇中的碳纤维是一种高分子材料
- C. 冬奥会上采用紫外线杀菌技术对手机和笔记本电脑进行消毒, 这是利用紫外线使蛋白质变性
- D. 冬奥会采用氢燃料电池车, 还开发了全新的车载光伏发电系统, 体现了“绿色出行”的理念

2. 下列指定反应的离子方程式正确的是()。

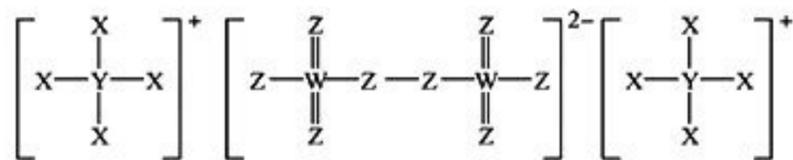
- A. 向氯化铝溶液中加入过量氢氧化钠溶液: $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 向明矾溶液中滴加碳酸钠溶液: $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 \downarrow$
- C. 向 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中滴加少量 NaOH 溶液: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 向 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中加入过量的 HI 溶液: $2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ + 6\text{I}^- \longrightarrow 3\text{I}_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

3. 某种核苷类似物具有抗病毒活性, 对于新型冠状病毒有很好的抑制作用。其结构如下所示。下列说法错误的是()。



- A. 该药物可以使紫色的酸性高锰酸钾溶液褪色
- B. 该药物属于有机高分子化合物
- C. 该药物可以和盐酸发生反应
- D. 该药物可以和氢氧化钠溶液反应

4. X、Y、Z、W 均是短周期主族元素, Z 和 W 同主族, 且 X、Y、Z 的原子序数之和等于 W 的原子序数。它们组成的某种化合物的结构如下所示。下列叙述正确的是()。



- A. 最简单氢化物的稳定性: $\text{Y} > \text{Z} > \text{W}$
- B. 简单离子半径: $\text{W} > \text{Y} > \text{Z}$
- C. Y 的最简单氢化物能使湿润的蓝色石蕊试纸变红
- D. WZ_2 能使滴有酚酞的氢氧化钠溶液褪色, 体现了其漂白性

5. 下列有关说法正确的是()。

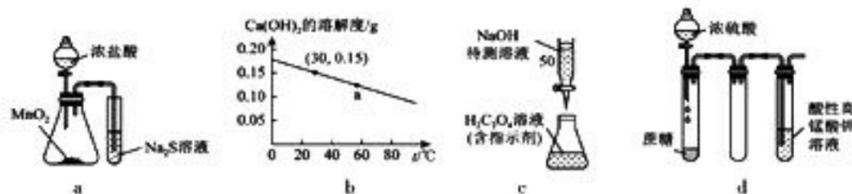


图 1

- A. 图 1a 装置可用于比较 MnO_2 、 Cl_2 、S 的氧化性
- B. 由图 1b 可知: 30°C 时 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液的浓度一定大于 60°C 时 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液的浓度
- C. 图 1c 装置可用于已知浓度的 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液测定未知浓度的 NaOH 溶液
- D. 图 1d 中实验现象: 酸性 KMnO_4 溶液中有气泡出现, 且溶液颜色逐渐变浅乃至褪去

6. 钙钛矿太阳能电池被称为是第三代太阳能电池, 下页图 2 是钙钛矿太阳能电池的示意图, 若用该电池作电源, 电解酸性硫酸铬溶液获取铬单质和硫酸(如下页图 3)。下列说法正确的是()。

- A. 当太阳能电池有 6 mol 电子转移时,

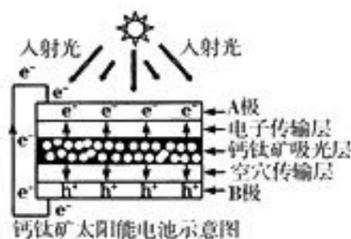


图 2

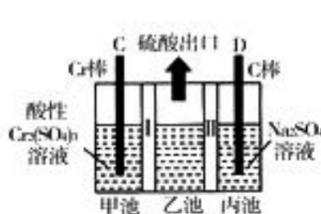


图 3

Cr 棒上增重的质量为 104 g

B、D 电极发生的电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

C. 图 3 中的离子交换膜 I 为质子交换膜，II 为阴离子交换膜

D. C 电极接钙钛矿太阳能电池的 A 极

7. 实验室用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液滴定 20 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HAuCl_4 溶液。溶液中，含氯微粒 a、b 的分布系数 δ 、NaOH 溶液体积 $V(\text{NaOH})$ 与 pH 的关系如图 4 所示 [比如 HAuCl_4 的分布系数，

$$\delta(\text{HAuCl}_4) = \frac{c(\text{HAuCl}_4)}{c(\text{HAuCl}_4) + c(\text{AuCl}_4^-)}]$$

下列叙述错误的是()。

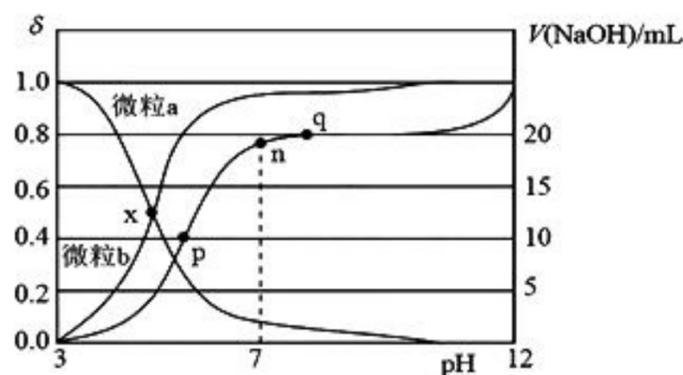


图 4

A. x 点对应溶液的 pH 约为 5

B. p 点对应的溶液中， $c(\text{HAuCl}_4) + 2c(\text{H}^+) = c(\text{AuCl}_4^-) + 2c(\text{OH}^-)$

C. 微粒 b 为 AuCl_4^- ，该滴定可选酚酞作指示剂

D. 滴定到 q 点时，溶液中 $c(\text{HAuCl}_4) > c(\text{AuCl}_4^-)$

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) NOCl(名为亚硝酰氯，熔点为 $-64.5 \text{ }^\circ\text{C}$ ，沸点为 $-5.5 \text{ }^\circ\text{C}$) 是有机物合成中的重要试剂，为红褐色液体或黄色气体，遇水

发生反应 $2\text{NOCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{HCl}$ ，某学习小组在实验室用 Cl_2 和 NO 按如图 5 所示装置制备 NOCl，并测定其纯度。请回答下列问题：

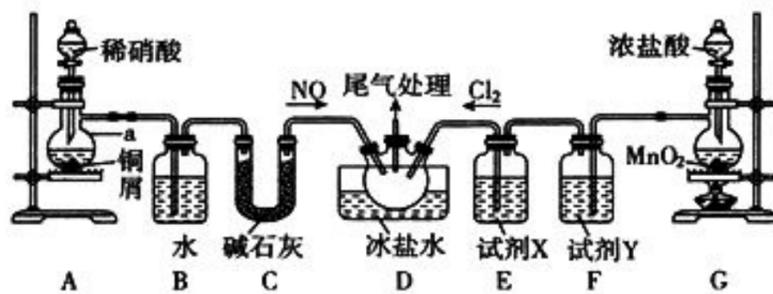


图 5

(1) 仪器 a 的名称是___，a 中反应的离子方程式为___。

(2) 实验时，先在三颈烧瓶内通入 Cl_2 ，待其中充满黄绿色气体时，再通入 NO，这样做的目的是___。

(3) 从三颈烧瓶逸出的尾气先通入浓硫酸再通入 NaOH 溶液吸收，需要先通入浓硫酸的原因是___。

(4) NOCl 与 NaOH 溶液反应的化学方程式为___ (已知： $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)。

(5) 反应完成后，测量产物 NOCl 纯度：取三颈烧瓶中所得产物 $m \text{ g}$ 溶于水，配制成 250 mL 溶液，取出 25.00 mL，用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ AgNO_3 标准溶液滴定至终点，消耗标准溶液的体积为 $V \text{ mL}$ 。

已知(见表 1)：

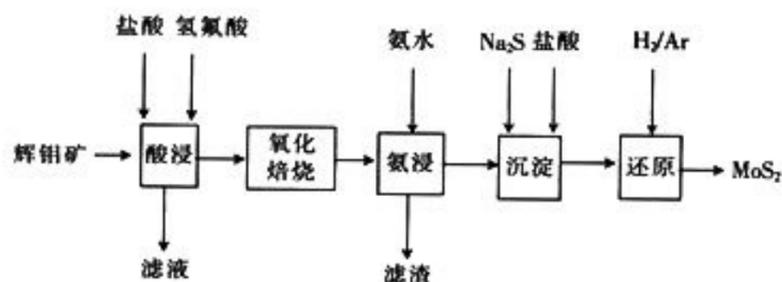
表 1

银盐	AgCl	AgBr	AgCN	Ag_2CrO_4	AgSCN
性质					
颜色	白	浅黄	白	砖红	白
溶解度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	1.34×10^{-6}	7.1×10^{-7}	1.1×10^{-8}	6.5×10^{-5}	1.0×10^{-9}

① 可选用___作滴定指示剂，滴定终点的现象是___。

② 产物中 NOCl 纯度的计算式为___。

9. (14 分) 二硫化钼(MoS_2 ，其中 Mo 的化合价为 +4) 被誉为“固体润滑剂之王”，利用低品质的辉钼矿(含 MoS_2 、 SiO_2 以及 CuFeS_2 等杂质) 制备高纯二硫化钼的一种生产工艺如下：



回答下列问题:

(1)“酸浸”中加入氢氟酸是为了除去杂质 SiO_2 , 该反应的化学方程式为_____。

(2)在“氧化焙烧”过程中主要是将 MoS_2 转化为 MoO_3 , 在该反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____。

(3)若氧化焙烧产物产生烧结现象, 在“氨浸”前还需进行粉碎处理, 其目的是_____, “氨浸”后生成 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ 反应的化学方程式为_____。

(4)向“氨浸”后的滤液中加入 Na_2S 后, 钼酸铵转化为硫代钼酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{MoS}_4]$, 加入盐酸后, $(\text{NH}_4)_2\text{MoS}_4$ 与盐酸反应生成 MoS_3 沉淀, 沉淀反应的离子方程式为_____。

(5)高纯 MoS_2 中仍然会存在极微量的非整比晶体 $\text{MoS}_{2.8}$ 等杂质, 在该杂质中为保持电中性, Mo 元素有 +4、+6 两种价态, 则 MoS_2 中 Mo^{4+} 所占 Mo 元素的物质的量分数 $\frac{n(\text{Mo}^{4+})}{n(\text{Mo})}$ 为_____。

(6)钼酸钠晶体 ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 是一种无公害型冷却水系统金属缓蚀剂, 可以由 MoS_2 制备。在制备过程中需加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 固体除去 SO_4^{2-} , 若溶液中 $c(\text{MoO}_4^{2-}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 常温下, 当 BaMoO_4 即将开始沉淀时, SO_4^{2-} 的去除率为_____ [忽略溶液体积变化。已知: 259°C , $K_{\text{sp}}(\text{BaMoO}_4) = 4.0 \times 10^{-8}$, $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = 1.1 \times 10^{-10}$]。

10. (15 分) 工业硅是我国有色金属行业的重要组成部分, 其细分产品主要分为单晶硅、多晶硅、有机硅和合金硅, 其下游应用已经渗透到国防军工、信息产业、新能源等相关行业中, 在我国经济社会发展中具有特殊的地位, 是新能源、新材料产业发展不可或缺的重要材料, 展现了广阔的应用前景。

(1) 已知反应 a: $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$

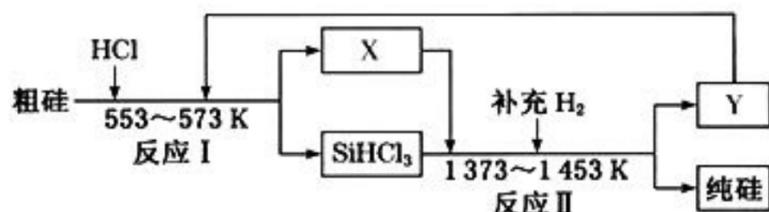
$$\Delta H_1 = -221.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$



$$\Delta H_2 = -911.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

① 写出工业上用过量碳与 $\text{SiO}_2(\text{s})$ 制备粗硅的热化学方程式:_____. 在_____ (填“高温”或“低温”) 下利于该反应进行。

② 粗硅中主要含有 Si、焦炭、 SiO_2 , 工业上可以通过如下流程制取纯硅:



反应 II 的化学方程式为_____。

(2) 硅烷法制备多晶硅的核心反应是 SiHCl_3 的歧化: $2\text{SiHCl}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SiH}_2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{SiCl}_4(\text{g})$ $\Delta H =$

$Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 在 323 K 和 343 K 时 SiHCl_3 的转化率随时间变化的关系如图 6 所示。

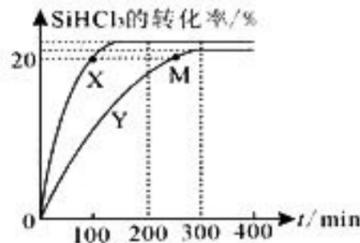


图 6

已知(见表 2):

表 2

温度/K	323	343	400
平衡常数	0.01	0.02	1

① 该反应的 ΔH _____ (填“>”或“<”) 0, 代表 343 K 的曲线是_____ (填“X”或“Y”)。

② 反应速率 $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot x_{\text{SiHCl}_3}^2$, $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot x_{\text{SiH}_2\text{Cl}_2} \cdot x_{\text{SiCl}_4}$, $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 分别为正、逆向反应速率常数, x 为物质的量分数, M 点的 $\frac{v_{\text{正}}}{v_{\text{逆}}} =$ _____ (填数值)。

③ 400 K 下, 向一容积为 2 L 的恒容容器中通入 0.3 mol SiH_2Cl_2 和 0.3 mol SiCl_4 发生反应, 达到平衡时 SiHCl_3 的浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(3) 冷氢化技术是国内多晶硅技术开发的核心。在催化剂作用下, 将 SiCl_4 氢化为 SiHCl_3 : 起始反应物投料相同, 不同温度下在某恒容密闭容器中, 发生反应 $3\text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{Si}(\text{s}) \rightleftharpoons 4\text{SiHCl}_3(\text{g})$ $\Delta H < 0$, 反应相同时间后测得 SiCl_4 的转化率与温度的

关系如图 7 所示。

①图 7 中已达到平衡的点是_____。

②B 点的 $v_{\text{逆}}$ _____ (填“大于”“小于”或“等于”)D 点的 $v_{\text{正}}$ 。

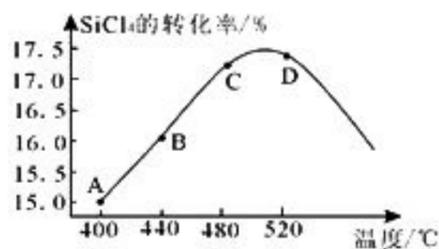


图 7

(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】(15 分)

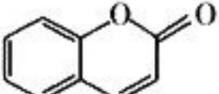
TiO_2 是环境友好材料,能光催化降解有机物。请回答以下问题:

(1)基态 Ti 原子价电子中未成对电子有_____个。

(2)二氧化钛与 COCl_2 、 SOCl_2 等氯化试剂反应可用于制取四氯化钛。

① SOCl_2 的立体结构为_____, SOCl_2 中 σ 键和 π 键的数目之比为_____。

② COCl_2 是_____分子(填“极性”或“非极性”)。

(3)香豆素  是一种天然香料,能被 TiO_2 光降解。

①香豆素分子中 C、O 元素的第一电离能大小关系是_____,理由是_____。

②分子中 C 原子的杂化类型是_____。

③已知单双键交替的共轭结构可以形成大 π 键,大 π 键可用符号 Π_n^m 表示,其中 n 代表参与形成大 π 键的原子数, m 代表参与形成大 π 键的电子数(如香豆素中的大 π 键可表示为 Π_{10}^{10}),则苯分子中的大 π 键应该表示为_____。

(4)研究表明, TiO_2 通过氮掺杂反应生成 $\text{TiO}_{2-x}\text{N}_x$,能使 TiO_2 对可见光具有活性,反应如图 8 所示。

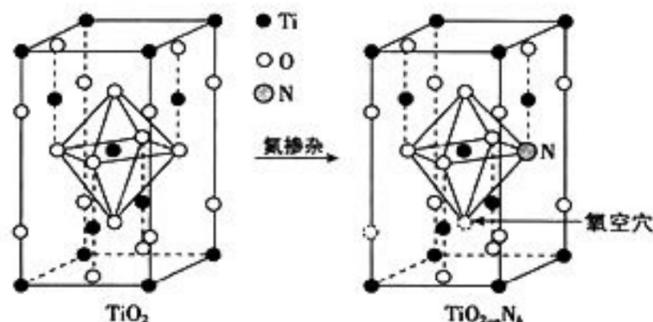
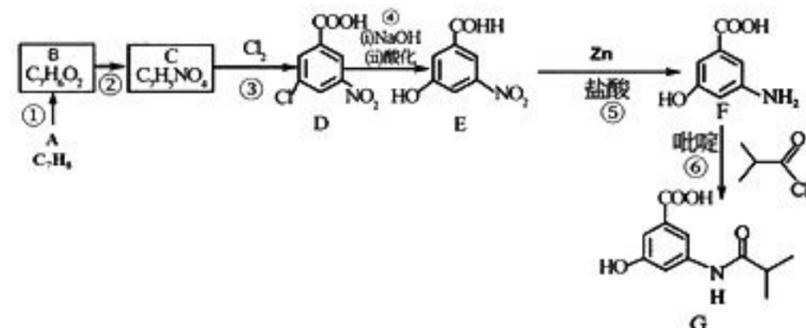


图 8

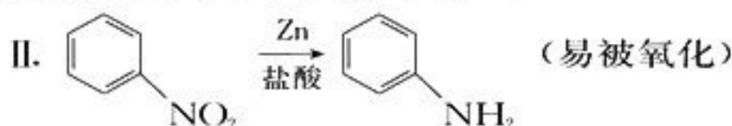
$\text{TiO}_{2-x}\text{N}_x$ 晶体中 $a : b =$ _____。

12.【选修 5:有机化学基础】(15 分)

氟他胺 G 是一种可用于治疗肿瘤的药物,实验室由芳香烃 A 制备 G 的合成路线如下(部分反应条件省略):



已知: I. 苯环上连有烷基时,再引入一个取代基,常取代在烷基的邻、对位;而当苯环上连有羧基时,则取代在间位。



回答下列问题:

(1)A 的名称_____。

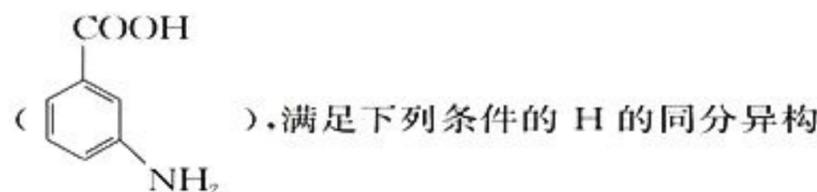
(2)F 中含氧官能团的名称为_____,F 到 G 的反应类型为_____。

(3)B 到 C 的化学反应方程式为_____。

(4)下列关于上述合成路线说法正确的是_____。

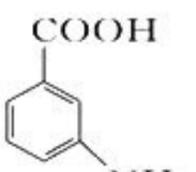
- a. C 到 D 反应条件为光照
- b. A 到 B 是氧化反应
- c. 步骤②与③顺序可以互换
- d. G 的分子式为 $\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{O}_4\text{N}$

(5)以 A 为原料可以合成 H



①— NH_2 直接连在苯环上;

②能发生银镜反应。

(6)参照以上合成路线及信息,写出以 A 为原料制备  的合成路线:_____ (其他无机试剂任选)。(责任编辑 谢启刚)

河北省2021年普通高中学业水平选择性考试

化学试题及考查目标分析

■广东省佛山市南海区石门中学 张福根

■广东省佛山市高明区第一中学 肖红

【试题部分】

可能用到的相对原子质量：H 1 Li 7

B 11 C 12 O 16 Na 23 P 31 S 32 Cl

35.5 K 39 Pb 207

一、单项选择题：本题共9小题，每小题3分，共27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. “灌钢法”是我国古代劳动人民对钢铁冶炼技术的重大贡献，陶弘景在其《本草经集注》中提到“钢铁是杂炼生铁作刀镰者”。“灌钢法”主要是将生铁和熟铁（含碳量约0.1%）混合加热，生铁熔化灌入熟铁，再锻打成钢。下列说法错误的是（ ）。

- A. 钢是以铁为主的含碳合金
- B. 钢的含碳量越高，硬度和脆性越大
- C. 生铁由于含碳量高，熔点比熟铁高
- D. 冶炼铁的原料之一赤铁矿的主要成分为 Fe_2O_3

2. 高分子材料在生产生活中应用广泛。下列说法错误的是（ ）。

- A. 芦苇可用于制造黏胶纤维，其主要成分为纤维素
- B. 聚氯乙烯通过加聚反应制得，可用于制作不粘锅的耐热涂层
- C. 淀粉是相对分子质量可达几十万的天然高分子物质
- D. 大豆蛋白纤维是一种可降解材料

3. 下列操作规范且能达到实验目的是（ ）。



A. 测定醋酸浓度



B. 测定中和热

■广东省佛山市佛山市实验中学 关小华

■广东省佛山市顺德区华侨中学 周海欧



C. 稀释浓硫酸



D. 萃取分离碘水中的碘

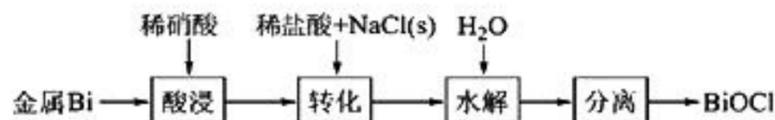
4. 硫和氮及其化合物对人类生存和社会发展意义重大，但硫氧化物和氮氧化物造成的环境问题也日益受到关注，下列说法正确的是（ ）。

- A. NO_2 和 SO_2 均为红棕色且有刺激性气味的气体，是酸雨的主要成因
- B. 汽车尾气中的主要大气污染物为 NO 、 SO_2 和 $PM_{2.5}$
- C. 植物直接吸收利用空气中的 NO 和 NO_2 作为肥料，实现氮的固定
- D. 工业废气中的 SO_2 可采用石灰法进行脱除

5. 用中子轰击 N_ZX 原子产生 α 粒子（即氦核 4_2He ）的核反应为： ${}^N_ZX + {}^1_0n \rightarrow {}^A_ZY + {}^4_2He$ 。已知元素Y在化合物中呈+1价。下列说法正确的是（ ）。

- A. H_3XO_3 可用于中和溅在皮肤上的 $NaOH$ 溶液
- B. Y单质在空气中燃烧的产物是 Y_2O_2
- C. X和氢元素形成离子化合物
- D. 6Y 和 7Y 互为同素异形体

6. $BiOCl$ 是一种具有珍珠光泽的材料，利用金属 Bi 制备 $BiOCl$ 的工艺流程如下：



下列说法错误的是（ ）。

- A. 酸浸工序中分次加入稀硝酸可降低反应剧烈程度
- B. 转化工序中加入稀盐酸可抑制生成

BiONO_3

C. 水解工序中加入少量 $\text{CH}_3\text{COONa}(\text{s})$ 可提高 Bi^{3+} 水解程度

D. 水解工序中加入少量 $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ 有利于 BiOCl 的生成

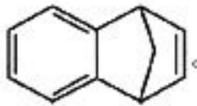
7. N_A 是阿伏加德罗常数的值, 下列说法错误的是()。

A. 22.4 L(标准状况) 氟气所含的质子数为 $18N_A$

B. 1 mol 碘蒸气和 1 mol 氢气在密闭容器中充分反应, 生成的碘化氢分子数小于 $2N_A$

C. 电解饱和食盐水时, 若阴阳两极产生气体的总质量为 73 g, 则转移电子数为 N_A

D. 1 L $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 溴化铵水溶液中 NH_4^+ 与 H^+ 离子数之和大于 N_A

8. 苯并降冰片烯是一种重要药物合成中间体, 结构简式为 。关于该化合物, 下列说法正确的是()。

- A. 是苯的同系物
- B. 分子中最多 8 个碳原子共平面
- C. 一氯代物有 6 种(不考虑立体异构)
- D. 分子中含有 4 个碳碳双键

9. K-O_2 电池结构如图 1, a 和 b 为两个电极, 其中之一为单质钾片。关于该电池, 下列说法错误的是()。

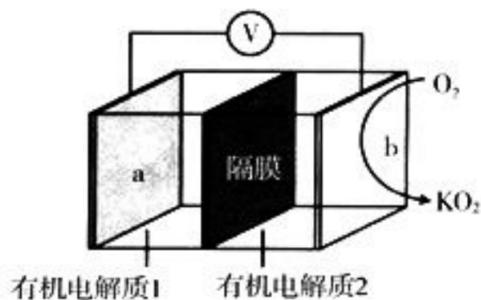


图 1

- A. 隔膜允许 K^+ 通过, 不允许 O_2 通过
- B. 放电时, 电流由 b 电极沿导线流向 a 电极; 充电时, b 电极为阳极
- C. 产生 1 Ah 电量时, 生成 KO_2 的质量与消耗 O_2 的质量比值约为 2.22
- D. 用此电池为铅酸蓄电池充电, 消耗 3.9 g 钾时, 铅酸蓄电池消耗 0.9 g 水

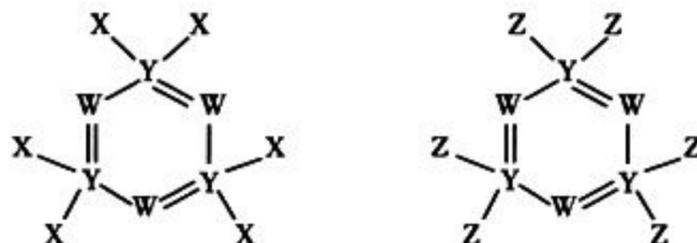
二、不定项选择题: 本题共 4 小题, 每小题 4 分, 共 16 分。在每小题给出的四个选项

中, 有一项或两项符合题目要求。若正确答案只包括一个选项, 多选时, 该小题得 0 分; 若正确答案包括两个选项, 只选一个且正确的得 2 分, 选两个且都正确的得 4 分, 但只要选错一个, 该小题得 0 分。

10. 关于非金属含氧酸及其盐的性质, 下列说法正确的是()。

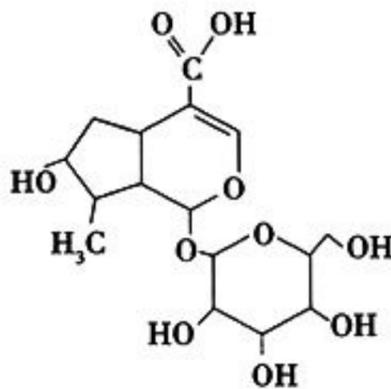
- A. 浓硫酸具有强吸水性, 能吸收糖类化合物中的水分并使其炭化
- B. NaClO 、 KClO_3 等氯的含氧酸盐的氧化性会随溶液的 pH 减小而增强
- C. 加热 NaI 与浓磷酸混合物可制备 HI , 说明 H_3PO_4 比 HI 酸性强
- D. 浓硝酸和稀硝酸与 Cu 反应的还原产物分别为 NO_2 和 NO , 故稀硝酸氧化性更强

11. 下面两种化合物可应用于阻燃材料和生物材料的合成。其中 W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素, X 和 Z 同主族, Y 原子序数为 W 原子价电子数的 3 倍。下列说法正确的是()。



- A. X 和 Z 的最高化合价均为 +7 价
- B. HX 和 HZ 在水中均为强酸, 电子式可表示为 $\text{H}:\ddot{\text{X}}:$ 与 $\text{H}:\ddot{\text{Z}}:$
- C. 四种元素中, Y 原子半径最大, X 原子半径最小
- D. Z、W 和氢三种元素可形成同时含有离子键和共价键的化合物

12. 番木鳖酸具有一定的抗炎、抗菌活性, 结构简式如下。下列说法错误的是()。



A. 1 mol 该物质与足量饱和 NaHCO_3 溶液反应,可放出 22.4 L(标准状况) CO_2

B. 一定量的该物质分别与足量 Na 、 NaOH 反应,消耗二者物质的量之比为 5 : 1

C. 1 mol 该物质最多可与 2 mol H_2 发生加成反应

D. 该物质可被酸性 KMnO_4 溶液氧化

13. 室温下,某溶液初始时仅溶有 M 和 N 且浓度相等,同时发生以下两个反应:① $\text{M} + \text{N} = \text{X} + \text{Y}$; ② $\text{M} + \text{N} = \text{X} + \text{Z}$ 。反应①的速率可表示为 $v_1 = k_1 c^2(\text{M})$,反应②的速率可表示为 $v_2 = k_2 c^2(\text{M})$ (k_1 、 k_2 为速率常数)。反应体系中组分 M、Z 的浓度随时间变化情况如图 2,下列说法错误的是()。

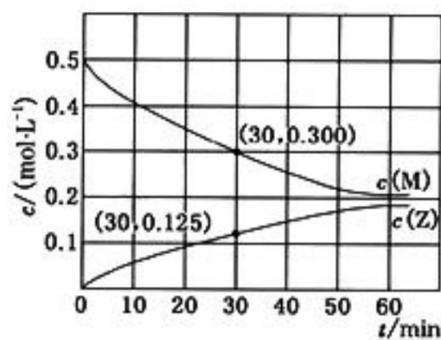


图 2

A. 0 ~ 30 min 时间段内, Y 的平均反应速率为 $6.67 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

B. 反应开始后,体系中 Y 和 Z 的浓度之比保持不变

C. 如果反应能进行到底,反应结束时 62.5% 的 M 转化为 Z

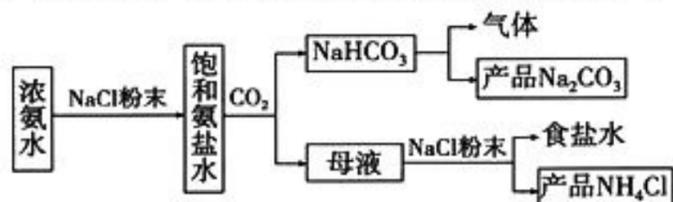
D. 反应①的活化能比反应②的活化能大

三、非选择题:共 57 分。第 14 ~ 16 题为必考题,每个试题考生都必须作答。第 17 ~ 18 题为选考题,考生根据要求作答。

(一)必考题:共 42 分。

14. (14 分)

化工专家侯德榜发明的侯氏制碱法为我国纯碱工业和国民经济发展做出了重要贡献。某化学兴趣小组在实验室中模拟并改进侯氏制碱法制备 NaHCO_3 ,进一步处理得到产品 Na_2CO_3 和 NH_4Cl ,实验流程如下:



回答下列问题:

(1)如图 3,从 A ~ E 中选择合适的仪器制备 NaHCO_3 ,正确的连接顺序是____(按气流方向,用小写字母表示)。为使 A 中分液漏斗内的稀盐酸顺利滴下,可将分液漏斗上部的玻璃塞打开或_____。

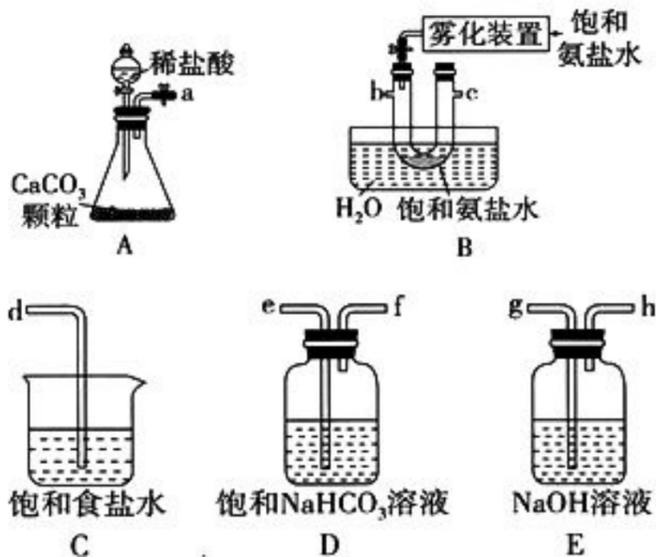


图 3

(2)B 中使用雾化装置的优点是_____。

(3)生成 NaHCO_3 的总反应的化学方程式为_____。

(4)反应完成后,将 B 中 U 形管内的混合物处理得到固体 NaHCO_3 和滤液:

①对固体 NaHCO_3 充分加热,产生的气体先通过足量浓硫酸,再通过足量 Na_2O_2 , Na_2O_2 增重 0.14 g,则固体 NaHCO_3 的质量为_____ g。

②向滤液中加入 NaCl 粉末,存在 $\text{NaCl}(\text{s}) + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 过程。为使 NH_4Cl 沉淀充分析出并分离,根据 NaCl 和 NH_4Cl 溶解度曲线(如图 4),需采用的操作为____、____、洗涤、干燥。

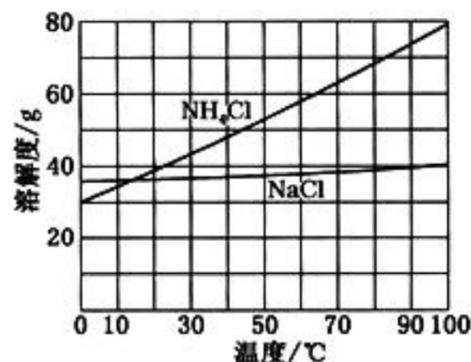


图 4

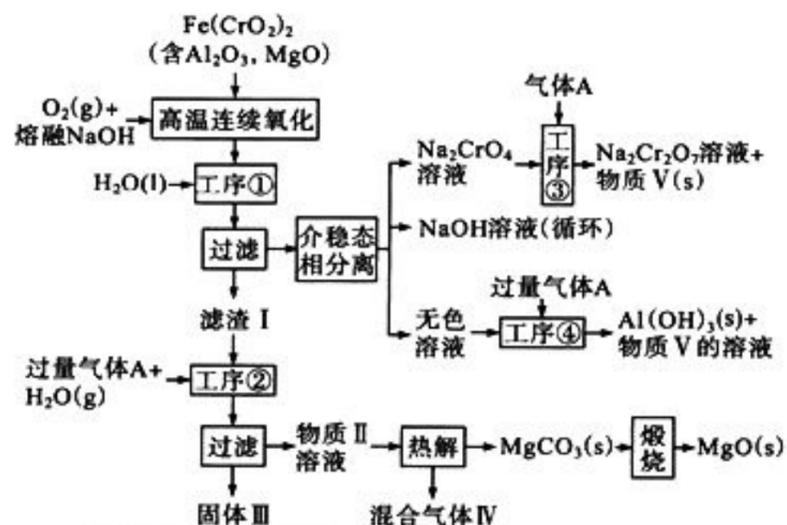
(5)无水 Na_2CO_3 可作为基准物质标定盐酸浓度。称量前,若无水 Na_2CO_3 保存不

当,吸收了一定量水分,用其标定盐酸浓度时,会使结果____(填标号)。

- A. 偏高 B. 偏低 C. 不变

15. (14分)

绿色化学在推动社会可持续发展中发挥着重要作用。某科研团队设计了一种熔盐液相氧化法制备高价铬盐的新工艺,该工艺不消耗除铬铁矿、氢氧化钠和空气外的其他原料,不产生废弃物,实现了Cr—Fe—Al—Mg的深度利用和Na⁺内循环。工艺流程如下:



回答下列问题:

(1) 高温连续氧化工序中被氧化的元素是____(填元素符号)。

(2) 工序①的名称为_____。

(3) 滤渣的主要成分是____(填化学式)。

(4) 工序③中反应的离子方程式为_____。

(5) 物质V可代替高温连续氧化工序中的NaOH,此时发生的主要反应的化学方程式为_____,可代替NaOH的化学试剂还有_____(填化学式)。

(6) 热解工序产生的混合气体最适宜返回工序____(填“①”或“②”或“③”或“④”)参与内循环。

(7) 工序④溶液中的铝元素恰好完全转化为沉淀的pH为____。(通常认为溶液中离子浓度小于10⁻⁵ mol·L⁻¹为沉淀完全; Al(OH)₃ + OH⁻ ⇌ Al(OH)₄⁻, K = 100.63, K_w = 10⁻¹⁴, K_{sp}[Al(OH)₃] = 10⁻³³)

16. (14分)

当今,世界多国相继规划了碳达峰、碳中和的时间节点。因此,研发二氧化碳利用技术,降低空气中二氧化碳的含量成为研究热点。

(1) 大气中的二氧化碳主要来自于煤、石

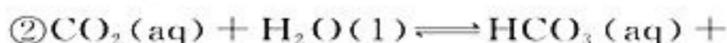
油及其他含碳化合物的燃烧。已知25℃时,相关物质的燃烧热数据如表1所示。

表1

物质	H ₂ (g)	C(石墨,s)	C ₆ H ₆ (l)
燃烧热 ΔH(kJ·mol ⁻¹)	-285.8	-393.5	-3267.5

则25℃时H₂(g)和C(石墨,s)生成C₆H₆(l)的热化学方程式为_____。

(2) 水中含有来自大气中的CO₂,溶于水中的CO₂进一步和水反应,发生电离:



H⁺(aq)

25℃时,反应②的平衡常数为K。

溶液中CO₂的浓度与其在空气中的分压成正比(分压=总压×物质的量分数),比例系数为y mol·L⁻¹·kPa⁻¹。当大气压强为p kPa,大气中CO₂(g)的物质的量分数为x时,溶液中H⁺浓度为____ mol·L⁻¹(写出表达式,考虑水的电离,忽略HCO₃⁻的电离)。

(3) 105℃时,将足量的某碳酸氢盐(MHCO₃)固体置于真空恒容容器中,存在如下平衡:

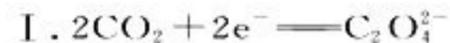


上述反应达平衡时体系的总压为46 kPa。

保持温度不变,开始时在体系中先充入一定量的CO₂(g),再加入足量的MHCO₃,欲使平衡时体系中水蒸气的分压小于5 kPa,CO₂(g)的初始压强应大于____ kPa。

(4) 我国科学家研究Li-CO₂电池,取得了重大科研成果。回答下列问题:

① Li-CO₂电池中,Li为单质锂片,则该电池中的CO₂在____(填“正”或“负”)极发生电化学反应。研究表明,该电池的反应产物为碳酸锂和单质碳,且CO₂电还原后与锂离子结合形成碳酸锂按以下4个步骤进行,写出步骤Ⅲ的离子方程式。



III. _____



②研究表明,在电解质水溶液中,CO₂ 气体可被电化学还原。

I. CO₂ 在碱性介质中电还原为正丙醇(CH₃CH₂CH₂OH)的电极反应方程式为_____。

II. 在电解质水溶液中,三种不同的催化剂(a、b、c)上 CO₂ 电还原为 CO 的反应进程中(H⁺电还原为 H₂ 的反应可同时发生),相对能量变化如图 5。由此判断,CO₂ 电还原为 CO 从易到难得顺序为_____ (用 a、b、c 字母排序)。

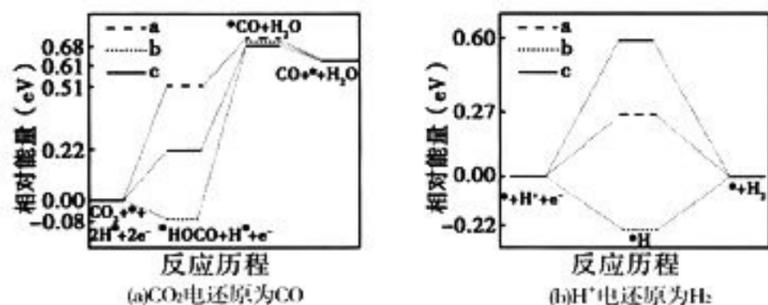


图 5

(二) 选考题:共 15 分。请考生从 2 道题中任选一题作答。

17. 【选修 3:物质结构与性质】(15 分)

KH₂PO₄ 晶体具有优异的非线性光学性能。我国科学工作者制备的超大 KH₂PO₄ 晶体已应用于大功率固体激光器,填补了国家战略空白。回答下列问题:

(1) 在 KH₂PO₄ 的四种组成元素各自所能形成的简单离子中,核外电子排布相同的是_____ (填离子符号)。

(2) 原子中运动的电子有两种相反的自旋状态,若一种自旋状态用 + $\frac{1}{2}$ 表示,与之相反的用 - $\frac{1}{2}$ 表示,称为电子的自旋量子数。对于基态的磷原子,其价电子自旋磁量子数的代数之和为_____。

(3) 已知有关氮、磷的单键和三键的键能(kJ·mol⁻¹)如表 2 所示。

表 2

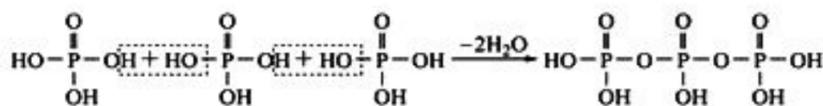
N—N	N≡N	P—P	P≡P
193	946	197	489

从能量角度看,氮以 N₂, 而白磷以 P₄ (结构式可表示为) 形式存在的原因是_____。

(4) 已知 KH₂PO₂ 是次磷酸的正盐, H₃PO₂ 的结构为_____, 其中 P 采用_____ 杂化方式。

(5) 与 PO₄³⁻ 电子总数相同的等电子体的分子式为_____。

(6) 磷酸通过分子间脱水缩合形成多磷酸, 如:



如果有 n 个磷酸分子间脱水形成环状的多磷酸, 则相应的酸根可写为_____。

(7) 分别用 ○、● 表示 H₂PO₄⁻ 和 K⁺, KH₂PO₄ 晶体的四方晶胞如图 6a 所示, 图 6b、图 6c 分别显示的是 H₂PO₄⁻、K⁺ 在晶胞 xz 面、yz 面上的位置。

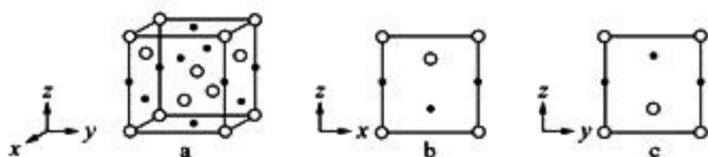


图 6

① 若晶胞底边的边长均为 a pm, 高为 c pm, 阿伏加德罗常数的值为 N_A, 晶体的密度为_____ g·cm⁻³ (写出表达式)。

② 晶胞在 x 轴方向的投影图(见图 7)为_____ (填标号)。

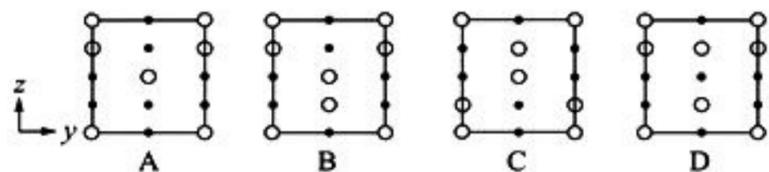
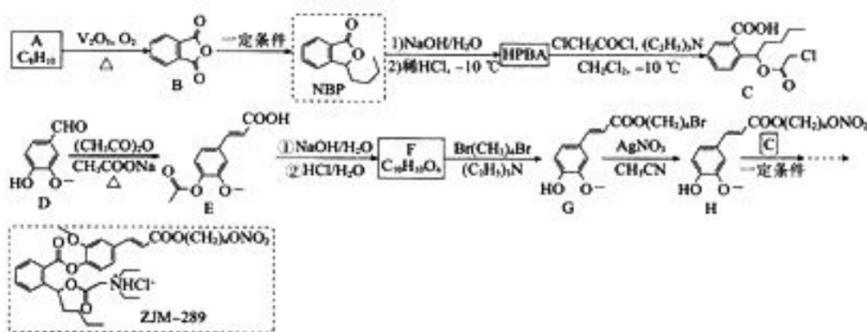


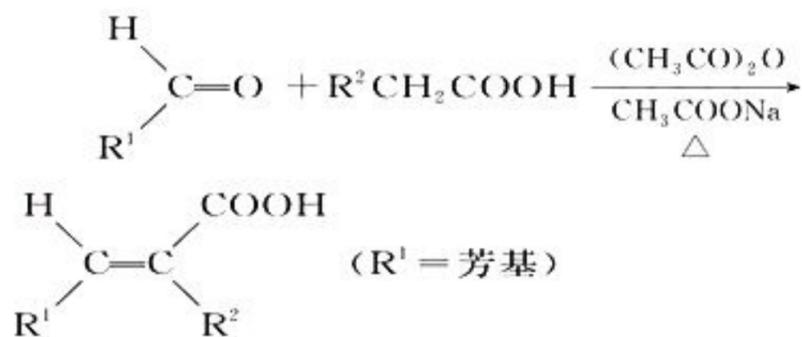
图 7

18. 【选修 5:有机化学基础】(15 分)

丁苯酞(NBP)是我国拥有完全自主知识产权的化学药物,临床上用于治疗缺血性脑卒中等疾病。ZJM-289 是一种 NBP 开环体(HP-BA)衍生物,在体内外可经酶促或化学转变成 NBP 和其他活性成分,其合成路线如下:



已知信息:



回答下列问题:

(1) A 的化学名称为_____。

(2) D 有多种同分异构体, 其中能同时满足下列条件的芳香族化合物的结构简式为_____、_____。

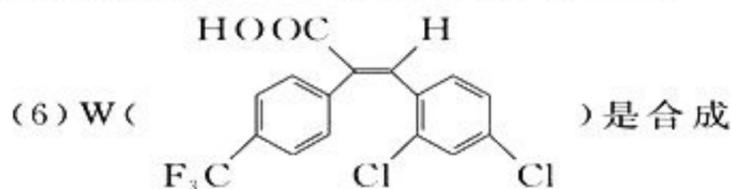
①可发生银镜反应, 也能与 FeCl_3 溶液发生显色反应;

②核磁共振氢谱有四组峰, 峰面积比为 $1:2:2:3$ 。

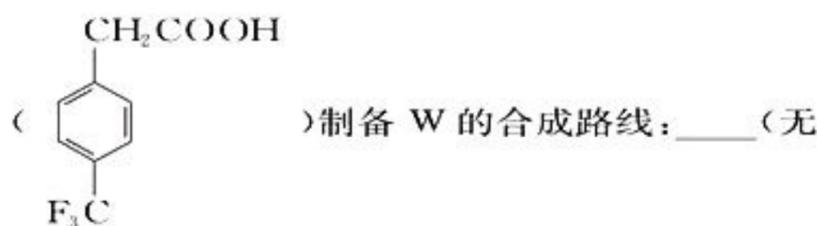
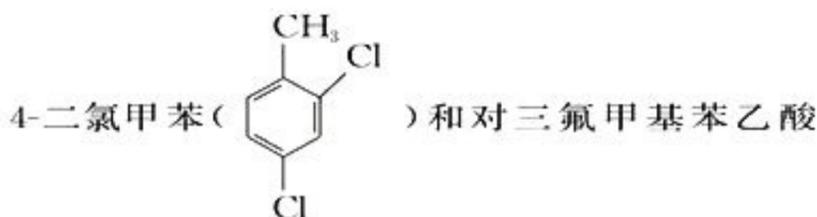
(3) $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 中步骤①的化学方程式为_____。

(4) $\text{G} \rightarrow \text{H}$ 的反应类型为_____。若以 NaNO_3 代替 AgNO_3 , 则该反应难以进行, AgNO_3 对该反应的促进作用主要是因为_____。

(5) HPBA 的结构简式为_____。通常酯化反应需要在酸催化、加热条件下进行, 对比 HPBA 和 NBP 的结构, 说明常温下 HPBA 不稳定、易转化为 NBP 的主要原因:_____。



某种抗疟疾药物的中间体类似物。设计由 2,



机试剂和四个碳以下的有机试剂任选)。

【参考答案与解析部分】

1. C

考查目标及解析:

本题以古籍中钢铁冶炼技术“灌钢法”为素材, 考查了铁合金的性质、氧化铁的用途等

知识, 以及获取有效信息的能力。

选项 A 正确, 钢是铁碳合金。

选项 B 正确, 钢的硬度和脆性随着含碳量增大而增大。

选项 C 错误, 结合题目知, “灌钢法”是生铁熔化灌入熟铁, 再锻打成钢, 说明生铁的熔点比熟铁低。

选项 D 正确, 赤铁矿的主要成分是 Fe_2O_3 , 可用于冶炼铁。

2. B

考查目标及解析:

本题以高分子材料在生活中的应用为素材, 考查对常见高分子材料的认识水平以及应用学科知识解释现象和问题的能力。

选项 A 正确, 用化学方法可将农林产品中的纤维素等天然高分子加工成黏胶纤维, 芦苇的主要成分是纤维素。

选项 B 错误, 聚氯乙烯热稳定性较差, 高温条件下会产生有毒物质, 不可用作不粘锅涂层。

选项 C 正确, 淀粉属于天然高分子, 相对分子质量可达到几十万。

选项 D 正确, 大豆蛋白纤维的主要成分为蛋白质, 可被分解成小分子, 因此可降解。

3. A

考查目标及解析:

本题考查酸碱中和滴定、中和热的测定、用容量瓶配制溶液和萃取分液等四个基础实验方案的可行性分析与评价, 结合图像获取信息并进行判断的能力。

选项 A 正确, 用 NaOH 标准溶液滴定一定量的醋酸, 滴定终点时生成醋酸钠, 溶液呈碱性, 可选酚酞做指示剂。

选项 B 错误, 测定中和热时小烧杯的杯口应与大烧杯相平, 且用碎泡沫塑料填充至杯口高度, 以减少热量散失, 同时温度计不应与小烧杯内壁接触。

选项 C 错误, 浓硫酸溶于水会放热, 应先将浓硫酸适当稀释冷却后再注入容量瓶中。

选项 D 错误, 分液时分液漏斗下端应紧靠烧杯内壁, 防止液体溅出。

4. D

考查目标及解析:

本题以氮氧化物和硫氧化物为素材,考查氮氧化物和硫氧化物的物理性质和化学性质、汽车尾气的主要成分、二氧化硫的防治等基础知识,应用学科知识解释化学问题的能力。

选项 A 错误, SO_2 是无色、有刺激性气味的气体。

选项 B 错误, 汽车尾气中一般不含 SO_2 。

选项 C 错误, 氮的固定是指将游离态的氮元素转化成化合态, NO 和 NO_2 不是游离态的氮。

选项 D 正确, 石灰石或石灰乳在高温条件下可与 SO_2 反应, 用于除去 SO_2 。

5. A

考查目标及解析:

本题以核反应为素材, 考查质量守恒定律的应用和根据原子结构推断常见元素的能力, 以及对硼、锂的常见化合物性质和用途的理解。

根据题干信息“Y 元素在化合物中显 +1 价”“ ${}^7_p\text{Y}$ ”说明 Y 元素应为 I A 族元素, 且质量数为 7, 推断出 Y 为 Li, $p=3$ 。

根据题干信息“ ${}^N_Z\text{X} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^7_p\text{Y} + {}^4_2\text{He}$ ”, 结合质量守恒定律推断出 $N=10$, $Z=5$ 。因此 X 为 B。

选项 A 正确, H_3BO_3 的酸性很弱, 可用于中和溅在皮肤上的 NaOH 溶液。

选项 B 错误, Li 不存在过氧化物, 因此在空气中燃烧生成的是 Li_2O 。

选项 C 错误, 硼和氢元素形成硼氢化合物, 硼和氢元素之间形成的键为共价键, 为共价化合物。

选项 D 错误, ${}^6_3\text{Li}$ 和 ${}^7_3\text{Li}$ 质子数均为 3, 中子数不同, 应互为同位素。

6. D

考查目标及解析:

本题以金属 Bi 制备 BiOCl 的工艺流程为素材, 考查工业中反应速率的调控、盐类水解的影响因素、平衡移动等学科核心知识。阅读流程获取信息, 并结合盐类水解知识, 对平衡移动原理进行迁移、应用, 从而解决问题。

选项 A 正确, 酸浸时分次加入稀硝酸, 减小了酸的浓度, 从而降低反应剧烈程度。

选项 B 正确, 转化时要防止发生副反应 $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BiONO}_3 + 2\text{HNO}_3$, 加入稀盐酸, 增大了 H^+ 浓度, 使上述平衡逆向移动, 可抑制 BiONO_3 的生成。

选项 C 正确, 水解时发生反应 $\text{BiCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BiOCl} + 2\text{HCl}$, 加入 CH_3COONa , CH_3COO^- 能与 H^+ 结合生成弱电解质 CH_3COOH , 减小了 H^+ 浓度, 促使上述平衡正向移动, 提高 Bi^{3+} 水解程度。

选项 D 错误, NH_4^+ 水解产生 H^+ , 增大了 H^+ 的浓度, 使平衡 $\text{BiCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BiOCl} + 2\text{HCl}$ 逆向移动, 不利于 BiOCl 的生成。

7. C

考查目标及解析:

结合微粒结构、可逆反应、电解食盐水、电荷守恒等学科核心知识, 考查阿伏加德罗常数的应用和计算。

选项 A 正确, 标准状况下, 22.4 L 氟气的物质的量为 1 mol, 含有质子数为 $18N_A$ 。

选项 B 正确, $\text{I}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$, 由于该反应是可逆反应, 1 mol 碘蒸气和 1 mol 氢气充分反应, 无法完全转化成 2 mol HI, 即生成的碘化氢分子数小于 $2N_A$ 。

选项 C 错误, 电解饱和食盐水时, 当发生反应 $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 生成 73 g 气体, 即 1 mol Cl_2 和 1 mol H_2 时, 转移电子数为 $2N_A$ 。

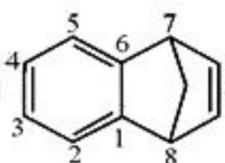
选项 D 正确, 1 L $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4Br 溶液中存在电荷守恒, $n(\text{NH}_4^+) + n(\text{H}^+) = n(\text{Br}^-) + n(\text{OH}^-)$, 其中 $n(\text{Br}^-) = 1 \text{ mol}$, 因此 $n(\text{Br}^-) + n(\text{OH}^-) = n(\text{NH}_4^+) + n(\text{H}^+) > 1 \text{ mol}$, 1 L $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4Br 溶液中 NH_4^+ 与 H^+ 离子数之和大于 N_A 。

8. B

考查目标及解析:

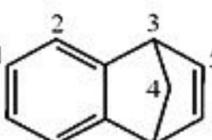
本题以苯并降冰片烯为素材, 考查有机物的结构、官能团的性质、同系物等学科核心知识, 以及获取、整合信息, 根据结构推断性质的能力。

选项 A 错误,同系物是指结构相似,组成上相差 n 个 CH_2 的化合物,结构相似是指官能团的类别和数目均相同,苯并降冰片烯中含有碳碳双键,而苯中不含碳碳双键,因此苯并降冰片烯不是苯的同系物。

选项 B 正确,如  标记的 8 个

碳原子共面。

选项 C 错误,该分子有一定的对称性,因

此一氯代物数目如  标记,共 5 种。

选项 D 错误,左侧苯环中不含碳碳双键,因此该分子中仅含一个碳碳双键。

9. D

考查目标及解析:

本题以 K-O_2 电池为素材,考查电化学原理、电极反应式的书写和计算等核心知识,以及结合图像获取信息,对教材基础知识铅蓄电池进行迁移应用的能力。

根据题干,电极 b 上 O_2 转化成 KO_2 ,发生还原反应,为电源正极,因此 a 为负极。

选项 A 正确,a 极上 K 失电子转化成 K^+ ,移向 b 极,生成 KO_2 。

选项 B 正确,放电时,电子从 a 极移向 b 极,因此电流从 b 极沿导线流向 a 极;放电时,b 极发生还原反应,充电时,b 极发生氧化反应,为阳极。

选项 C 正确,根据反应 $\text{K} + \text{O}_2 = \text{KO}_2$ 知,生成的 KO_2 和消耗的 O_2 的质量比为 $71 \div 32 \approx 2.22$ 。

选项 D 错误,用该电池给铅蓄电池充电,消耗 3.9 g 钾,即 0.1 mol K,转移 0.1 mol 电子,铅蓄电池充电时反应为 $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$,转移 2 mol 电子,消耗 2 mol H_2O ,因此转移 0.1 mol 电子时应消耗 0.1 mol H_2O ,即消耗 1.8 g H_2O 。

10. B

考查目标及解析:

本题考查氮、磷、硫、氯等重要非金属元

素的常见化合物的性质,以及运用元素化合物知识解释问题的能力。

选项 A 错误,浓硫酸吸收糖类化合物中的水分并使其炭化,说明浓硫酸有脱水性,而不是吸水性。

选项 B 正确,酸性条件有利于增强 NaClO 和 KClO_3 的氧化性。

选项 C 错误,加热 NaI 与浓磷酸混合物可制备 HI ,是利用 H_3PO_4 沸点比 HI 的高,高沸点酸制备低沸点酸。

选项 D 错误,根据浓硝酸与铜反应比稀硝酸剧烈,知浓硝酸的氧化性比稀硝酸的强。

11. CD

考查目标及解析:

本题以阻燃材料和生物材料的合成为素材,考查从图中辨析原子的成键数目和根据原子结构推断常见元素,应用元素周期律解决问题的能力。

结合题目信息,X 和 Z 分别与 Y 形成 1 个共价键,且 W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素,X 和 Z 同主族,推断 X 为 F,Z 为 Cl;Y 与其他元素形成 5 个共价键,W 与其他元素形成 3 个共价键,且 Y 原子序数为 W 原子价电子数的 3 倍,因此 W 为 N,Y 为 P。

选项 A 错误,F 的最高化合价为 0。

选项 B 错误,HF 为弱酸。

选项 C 正确,四种元素原子半径从大到小依次为 $\text{P} > \text{Cl} > \text{N} > \text{F}$ 。

选项 D 正确,Cl、N 和 H 三种元素可形成 NH_4Cl ,既含有离子键又含有共价键。

12. BC

考查目标及解析:

本题以番木鳖酸为素材,考查有机物官能团的性质、常见物质间的定量反应等知识,以及获取、整合信息,根据结构进行简单计算的能力。

选项 A 正确,1 mol 该物质中含有 1 mol 羧基,能与 1 mol NaHCO_3 反应,生成 1 mol CO_2 ,标准状况下为 22.4 L。

选项 B 错误,1 mol 该物质中含有 1 mol 羧基和 5 mol 羟基,能与 6 mol Na 反应;其

中只有羧基能与 NaOH 反应,消耗 1 mol NaOH,因此消耗 Na 与 NaOH 物质的量之比为 6:1。

选项 C 错误,1 mol 该物质中含有 1 mol 碳碳双键,能与 1 mol H₂ 发生加成反应。

选项 D 正确,该物质中含有碳碳双键和羟基,能被酸性高锰酸钾溶液氧化。

13. A

考查目标及解析:

本题以浓度—时间图像为素材,考查竞争反应的速率和转化率计算、浓度变化的分析、活化能等基本概念和方法,以及图像信息阅读、分析和整合并进行数学论证的能力。

由题知,初始时仅溶有 M 和 N 且浓度相等,同时发生以下两个反应:①M+N=X+Y;②M+N=X+Z。0~30 min 内, $\Delta c(M)=0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\Delta c(Z)=0.125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则对反应②有 $\Delta c_2(M)=0.125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,对反应①有 $\Delta c_1(M)=0.075 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\Delta c(Y)=0.075 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

选项 A 错误, $v(Y)=\frac{0.075}{30} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}=0.0025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

选项 B 正确,反应①的速率可表示为 $v_1=k_1c^2(M)$,反应②的速率可表示为 $v_2=k_2c^2(M)$ (k_1 、 k_2 为速率常数), $\frac{v_1}{v_2}=\frac{k_1}{k_2}=\frac{\Delta c(Y)}{\Delta c(Z)}$, k_1 、 k_2 为常数,则 Y 和 Z 的浓度变化量之比为常数,初始时 Y 和 Z 的浓度为 0,因此反应开始后,任何时刻 Y 和 Z 的浓度之比为常数。

选项 C 正确,由 B 选项知,反应开始后任何时刻 Y 和 Z 的浓度之比为常数,代入得 $\frac{v_1}{v_2}=\frac{\Delta c(Y)}{\Delta c(Z)}=\frac{k_1}{k_2}=\frac{0.075}{0.125}=\frac{3}{5}$,因此参与反应的 M 转化成 Z 的转化率为 $\frac{5}{8} \times 100\%=62.5\%$ 。

选项 D 正确,0~30 min 内, $\Delta c(Z)=0.125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\Delta c(Y)=0.075 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,说明反应①比②慢,其他条件相同时,活化能越大的反应,速率越慢,因此反应①的活化能大于反应②的活化能。

14. 考查目标及解析:

本题考查实验操作与设计,以及处理和加工信息的能力。

(1)a、e、f、b、c、d 将玻璃塞上的凹槽正对漏斗口侧面的小孔

本问考查了实验仪器的连接顺序和分液漏斗的使用。A 为制备原料气体 CO₂ 的装置,B 为发生核心反应制备 NaHCO₃ 的装置,但制备的 CO₂ 中混有易挥发的 HCl,因此需要 D 装置中的饱和 NaHCO₃ 溶液除去 CO₂ 中的 HCl,最后由 C 装置中饱和食盐水处理尾气中的 NH₃。为使 A 中分液漏斗内的稀盐酸顺利滴下,应该使分液漏斗内液体的上下压强相等。方法是将分液漏斗上部的玻璃塞打开或将玻璃塞上的凹槽正对漏斗口侧面的小孔。

(2)增大接触面积,加快反应速率,使反应更充分

本问考查特殊装置的作用和增大接触面积对化学反应速率的影响。B 装置将饱和氨盐水雾化,可以增大反应物之间的接触面积,加快反应速率,使反应更充分。

(3) $\text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 或 $\text{NaCl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$

本问考查侯氏制碱法反应原理方程式以及通过题中信息书写反应方程式的能力。由实验流程不难分析出反应物和生成物,由“母液”和第(4)小题中信息可知 NaHCO₃ 为沉淀。

(4)①0.84 ②降温结晶 过滤

本问考查 NaHCO₃ 和 Na₂O₂ 的化学性质,与化学反应方程式有关的计算和产物分离提纯的方法。第①小问,由反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 可知,每 2 mol CO₂ 参加反应,固体由 2 mol Na₂O₂ 转化为 2 mol Na₂CO₃,质量增加 56 g。由固体增重 0.14 g,得出参加反应 $n(\text{CO}_2) = \frac{0.14 \text{ g}}{56 \text{ g}} \times 2 \text{ mol} = 0.005 \text{ mol}$ 。再由反应 $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 可得 $n(\text{NaHCO}_3) = 2n(\text{CO}_2) = 0.01 \text{ mol}$,继而得出 $m(\text{NaHCO}_3) = 0.01 \text{ mol} \times 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.84 \text{ g}$ 。第②小问,由图中 NaCl

和 NH_4Cl 溶解度随温度变化曲线, NH_4Cl 溶解度随温度降低明显减小, 而 NaCl 溶解度随温度降低变化不大, 因此选择降温结晶的方法, 操作为降温结晶、过滤、洗涤、干燥。

(5) A

本问考查滴定误差分析。无水 Na_2CO_3 保存不当, 吸收了一定量水分, 使得所配标准液浓度偏低, 导致标准液在标定时体积用量偏大, 因此, 标定的盐酸浓度偏高。

15. 考查目标及解析:

本题以一种熔盐液相氧化法制备高价铬盐的新工艺为背景, 考查氧化还原反应原理、物质的分离和提纯、元素化合物性质、物质的循环利用、借助平衡常数对 pH 的计算等内容, 问题设计层层递进, 难度适中。

由题给流程可知, 在熔融氢氧化钠作用下, $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 被氧气高温氧化生成铬酸钠和氧化铁, 氧化铝与熔融氢氧化钠反应转化为偏铝酸钠, 氧化镁不反应; 将氧化后的固体加水溶解, 过滤得到含有氧化镁、氧化铁的滤渣 I 和含有过量氢氧化钠、铬酸钠、偏铝酸钠的滤液; 将滤液在介稳态条件下分离得到铬酸钠溶液、氢氧化钠溶液和偏铝酸钠溶液; 向铬酸钠溶液中通入过量的二氧化碳得到重铬酸钠和碳酸氢钠沉淀; 向偏铝酸钠溶液中通入过量的二氧化碳气体得到氢氧化铝沉淀和碳酸氢钠; 向滤渣 I 中通入二氧化碳和水蒸气, 氧化镁与二氧化碳和水蒸气反应转化为碳酸氢镁溶液; 碳酸氢镁溶液受热分解得到碳酸镁固体和二氧化碳、水蒸气, 二氧化碳、水蒸气可以在工序②循环使用; 碳酸镁高温煅烧得到氧化镁。

(1) Fe、Cr

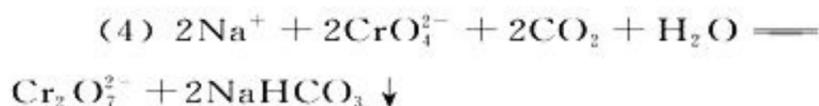
由流程分析可知, $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 中 Fe 和 Cr 元素的化合价分别为 +2 价和 +3 价, 反应后变为 Fe_2O_3 和 Na_2CrO_4 , 所以高温连续氧化工序中被氧化的元素是铁元素和铬元素。

(2) 溶解浸出

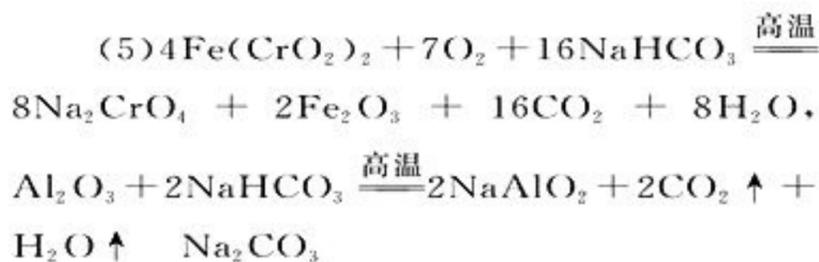
由分析可知, 工序①后面的操作是过滤, 所以工序①是将氧化后的固体加水溶解浸出可溶性物质。

(3) MgO 、 Fe_2O_3

由分析可知, 氧化铝与熔融氢氧化钠反应转化为偏铝酸钠, 氧化镁和氧化铁不反应。将氧化后的固体加水溶解, 过滤得到含有氧化镁、氧化铁的滤渣 I 和含有过量氢氧化钠、铬酸钠、偏铝酸钠的滤液, 所以滤渣 I 的主要成分是氧化铁和氧化镁。



工序③中发生的反应为铬酸钠溶液与过量的二氧化碳反应生成重铬酸钠和碳酸氢钠沉淀。



碳酸氢钠代替高温连续氧化工序中的氢氧化钠发生的主要反应为高温下, $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 与氧气和碳酸氢钠反应生成铬酸钠、氧化铁、二氧化碳和水, 反应的化学方程式为 $4\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + 7\text{O}_2 + 16\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 8\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 16\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ 。同时, Al_2O_3 也能发生反应 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NaAlO}_2 + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow$ 。若将碳酸氢钠换为碳酸钠也能发生类似的反应。

(6) ②

热解工序产生的混合气体为二氧化碳和水蒸气, 将混合气体通入滤渣 I 中可以将氧化镁转化为碳酸氢镁溶液, 而氧化铁不反应, $\text{MgO} + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, 则混合气体最适宜返回工序为工序②。

(7) 8.37

工序④溶液中的铝元素以 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 存在, 依题意, 其完全转化为沉淀时, $c[\text{Al}(\text{OH})_4^-]$ 不大于 $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_4^-$, $K = 10^{0.63}$, 令 $c[\text{Al}(\text{OH})_4^-] = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K = \frac{10^{-5}}{c(\text{OH}^-)} = 10^{0.63}$, 所以 $c(\text{OH}^-) = 10^{-5.63}$, $c(\text{H}^+) = 10^{-8.37}$, $\text{pH} = 8.37$ 。

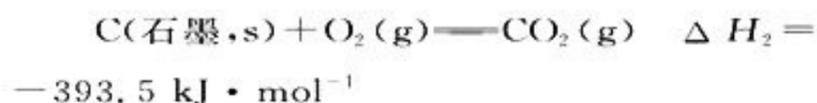
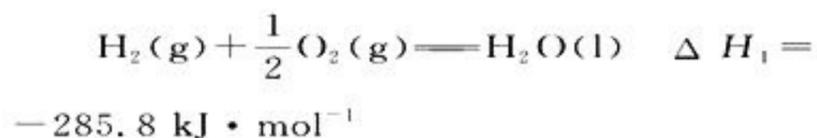
16. (14 分)

本题以二氧化碳的利用技术和对大气中二氧化碳的有关研究为题目背景,考查化学反应原理。考查内容包括热化学方程式的书写、电离平衡及有关计算、电极判断、电极方程式的书写、 K_p 及有关计算和化学历程—能量图分析。



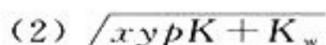
$$\Delta H = +49.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

本问考查燃烧热、盖斯定律、反应热的计算和热化学方程式的书写。



$$\Delta H_3 = -3267.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}。$$

根据燃烧热的定义得: $3\text{H}_2(\text{g}) + 6\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) \quad \Delta H = 3\Delta H_1 + 6\Delta H_2 - \Delta H_3 = +49.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}。$



本问考查分压的计算、弱电解质的电离平衡、水的电离平衡、电离平衡常数和水的离子积常数的有关计算。空气中二氧化碳的分压为 $x\rho \text{ kPa}$, 溶液中二氧化碳的浓度为 $xy\rho \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。设溶于水中的 CO_2 与水反应电离出的 HCO_3^- 和 H^+ 的物质的量浓度均为 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由水电离出的 OH^- 和 H^+ 的物质的量浓度均为 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 H^+ 总浓度为 $(a+b) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

由电离方程式 $\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$ 得:

$$\textcircled{1} K = \frac{c(\text{HCO}_3^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{CO}_2)} = \frac{a(a+b)}{xy\rho - a} \approx \frac{a(a+b)}{xy\rho}。$$

由水的电离平衡 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$ 可得:

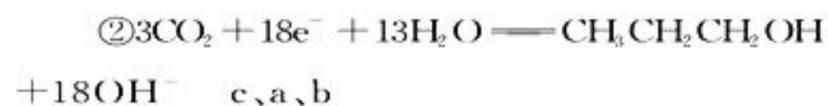
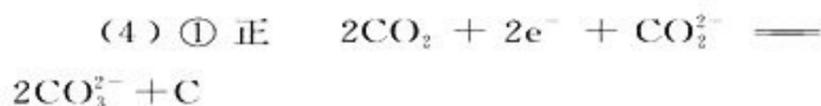
$$\textcircled{2} K_w = c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+) = b(a+b)。$$

$$\text{由} \textcircled{1}\textcircled{2}\text{得: } (a+b)^2 = xy\rho K + K_w。$$

$$c(\text{H}^+)_{\text{总}} = a+b = \sqrt{xy\rho K + K_w} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

$$(3) 100.8$$

本问考查影响化学平衡常数的因素及 K_p 有关计算。第一次加入 MHCO_3 固体, 平衡时总压为 46 kPa , 二氧化碳和水的分压均为 23 kPa 。求得 $K_p = 23 \text{ kPa} \times 23 \text{ kPa} = 529 \text{ kPa}^2$ 。温度不变则 K_p 不变, 如果水蒸气的分压为 5 kPa , 设 CO_2 的初始压强为 $x \text{ kPa}$, 由 $K_p = 5 \text{ kPa} \times (5 \text{ kPa} + x \text{ kPa}) = 529 \text{ kPa}^2$, 得 $x = 100.8 \text{ kPa}$ 。所以, 由化学平衡移动原理欲使水蒸气分压小于 5 kPa , 二氧化碳的分压应大于 100.8 kPa 。



本问考查原电池正负极判断、电极方程式的书写以及由化学历程—能量图比较反应活化能的相对大小。第①小题, 二氧化碳化合价降低变为碳, 所以在正极反应。步骤Ⅲ的离子方程式为 $2\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{CO}_3^{2-} + \text{C}$ 。

第②小题中, CO_2 在碱性条件下得电子生成正丙醇, 电极反应式为 $3\text{CO}_2 + 18\text{e}^- + 13\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + 18\text{OH}^-$ 。在催化剂 c 条件下, CO_2 电还原的活化能小于 H^+ 电还原活化能, 更容易发生 CO_2 的电还原; 在催化剂 a 和 b 的条件下, CO_2 电还原的活化能均大于 H^+ 电还原活化能, 更容易发生 H^+ 的电还原。在催化剂 b 条件下, 发生 CO_2 电还原第二步的能垒很高, 故在催化剂 b 上发生 CO_2 电还原最难。

17. 考查目标及解析:

本题以 KH_2PO_4 晶体为主题, 考查离子核外电子排布、键能、分子的立体结构、杂化、等电子体、晶体的结构、密度计算等问题, 难度中等。



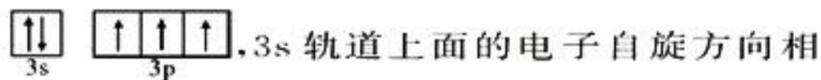
本问考查离子的核外电子排布。

四种元素对应的简单离子分别为 K^+ 、 H^+ 、 P^{3-} 、 O^{2-} 。其中 K^+ 、 P^{3-} 的核外电子排布相同。

$$(2) +\frac{3}{2} \text{ 或 } -\frac{3}{2}$$

本问利用题目有关自旋量子数的信息考查原子价电子排布。

基态磷原子的价电子的轨道表示式为



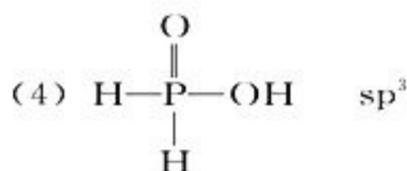
, 3s 轨道上面的电子自旋方向相反, 代数之和为 0, 3p 轨道上的电子自旋方向相同, 单个电子的自旋状态可以用 $+\frac{1}{2}$ 表示, 也

可以用 $-\frac{1}{2}$ 表示, 所以 3 个电子的代数之和可以

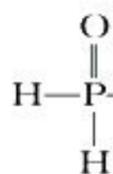
以为 $+\frac{3}{2}$ 或 $-\frac{3}{2}$ 。

(3) N_2 中 $N \equiv N$ 的键能明显增大, 分子更稳定; P_4 中有 6 个 P—P 键, 总键能大于 P=P 的键能, 分子更稳定

本问考查如何利用键能判断物质结构及其稳定性。物质的总键能越大, 该物质越稳定。通过比较表中的数据可得, $N \equiv N$ 的键能 ($946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) 相对 3 个 $N-N$ 的键能之和 ($579 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$), 有明显增大的趋势, 使氮以 N_2 形式存在更加稳定, 而 P=P 的键能 ($489 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) 小于 3 个 P—P 的键能之和 ($591 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$), 白磷以 P_4 形式存在有 6 个 P—P 键, 总键能更大更稳定。



本问考查利用信息判断含氧酸为几元酸, 并书写其结构, 判断中心原子的杂化类型。 KH_2PO_2 是次磷酸的正盐, 说明 H_3PO_2 为一元酸, 只含有一个羟基, 剩余的氧原子、氢原子与磷原子成键, 其结构为



根据 VSEPR 理论计算, 价层电子对数 = σ 成键电子对数 + 孤电子对数 = $4 + \frac{5-2-3 \times 1}{2} = 4$ 。所以 P 采用 sp^3 杂化。

(5) SiF_4

本问考查等电子体的书写。

书写 PO_4^{3-} 电子总数相同的等电子体的

分子式, 包含 3 个要求: 电子总数相等、等电子体、分子式。书写分子式所以不含有电荷, 电子总数相等所以元素平移时最好进行左右平移。如果只移动中心 P 原子, 则变为 Ar 元素, 不易构建物质。转变方式, 4 个配位原子 O 向周期表右方移动变为 F, P 向左移动变为 Si, 则可以得到 SiF_4 。

(6) $\text{P}_n\text{O}_{3n}^{n-}$

本问考查脱水缩合后高聚物的书写。

n 个 H_3PO_4 可理解为 $(\text{H}_3\text{PO}_4)_n$, 分子间脱水形成环状的多磷酸, 总共失去 n 个 H_2O , 多磷酸的分子式为 $\text{H}_n\text{P}_n\text{O}_{3n}$, 对应的酸根离子为 $\text{P}_n\text{O}_{3n}^{n-}$ 。

$$(7) \textcircled{1} \frac{4 \times 136 \times 10^{30}}{N_A \times a^2 \times c} \quad \textcircled{2} \text{ B}$$

本问考查晶胞图像的观察及密度的计算。

① 观察晶胞发现, H_2PO_4^- 位于顶点、体心、 xz 面和 zy 面的面上, 按均摊法计算晶胞中含有 4 个 H_2PO_4^- , 根据 KH_2PO_4 化学式可知, K^+ 也有 4 个, 密度计算公式为: $\rho = \frac{m}{V} =$

$$\frac{4 \times 136}{N_A \times a^2 \times c \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

② 沿着 x 轴观察晶胞中 H_2PO_4^- 和 K^+ 的位置, 可得 x 轴方向的投影图。

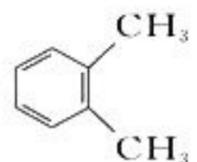
18. 考查目标及解析:

本题以 ZJM-289 的合成路线为素材, 考查有机物的命名、反应方程式的书写、同分异构体推导、反应类型判断、官能团性质、合成路线的推断等常见考点, 难度中等。

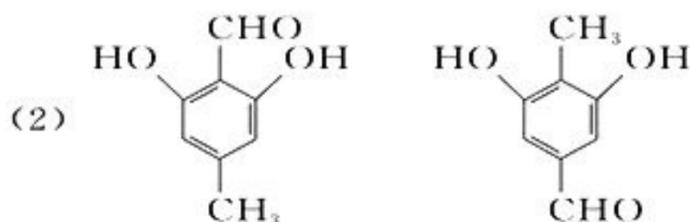
(1) 1,2-二甲基苯或邻二甲苯

本问考查有机物的结构判断及命名。

A 的分子式为 C_8H_{10} , 不饱和度为 4, 除苯环外, 其他 2 个碳为饱和状态, 结合 B 物质的结构, 推导出为处于邻位的两个甲基, 则 A

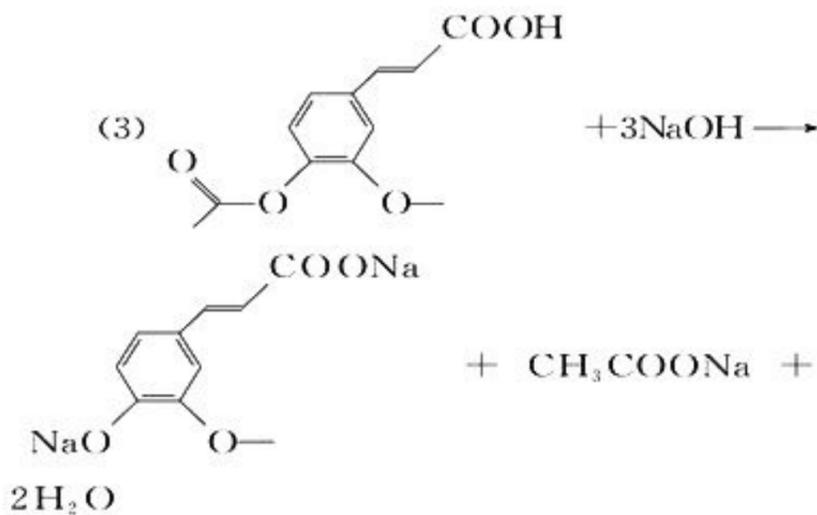
的结构简式为 , 其化学名称为

1,2-二甲基苯或邻二甲苯。



本题考查同分异构体的书写。

根据可发生银镜反应,说明含有醛基,可与 FeCl_3 溶液发生显色反应,说明含有酚羟基,氢谱峰面积为 1:2:2:3,说明有 4 种氢,并且含有 1 个甲基,据此可写出满足条件的同分异构体的结构简式。



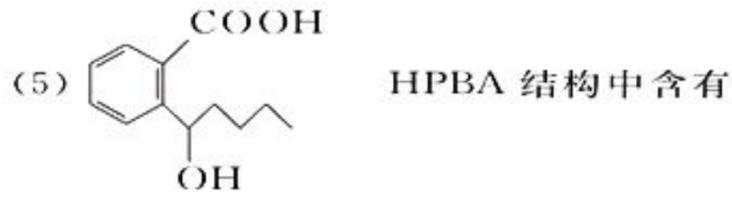
本问考查官能团的性质及其方程式的书写。

E 中的羧基和酯基可以与 NaOH 发生反应,注意酯基水解后得到的酚羟基也可以与 NaOH 反应。

(4) 取代反应 生成难溶物 AgBr , 有利于反应正向移动

本问考查反应类型,及结合平衡知识解释反应条件。侧重考查考生对陌生反应机理中断键、成键的方式和条件的理解。

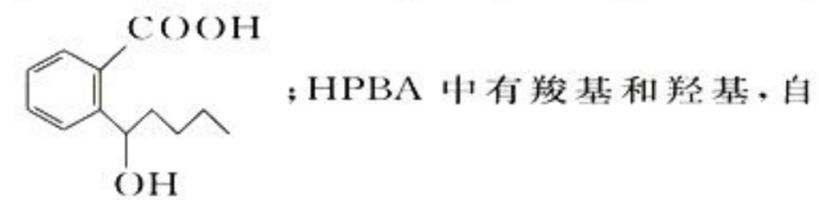
对比 G、H 结构简式发现,G 中的 Br 原子被取代,反应类型为取代反应。 Ag^+ 可与取代下来的 Br 原子反应生成难溶的 AgBr ,可促使反应的平衡正向移动,有利于反应的发生。



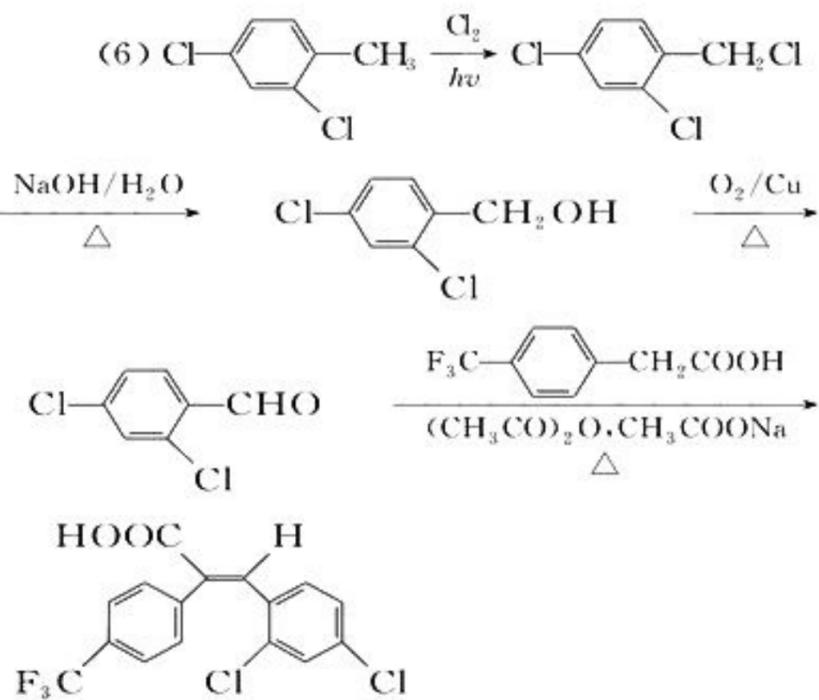
羟基和羧基,自身可以发生酯化反应成环,比较容易转化成 NBP

本问考查官能团的性质。
NBP 在碱性环境下酯基发生水解,得到

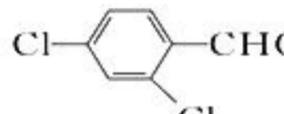
羧酸钠和羟基,进一步酸化后可得

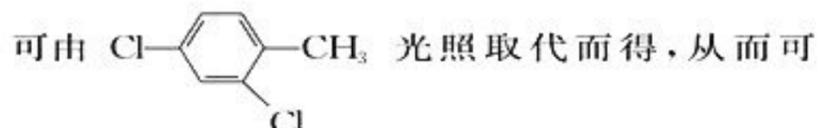
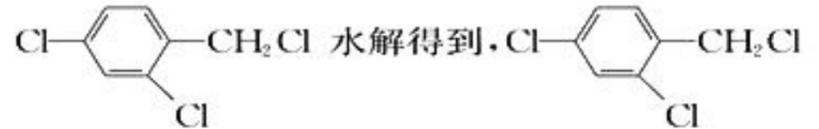
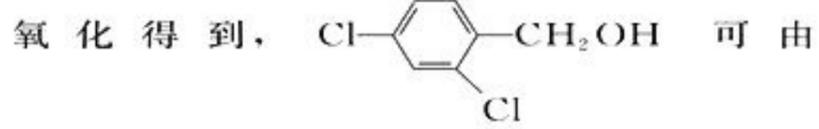
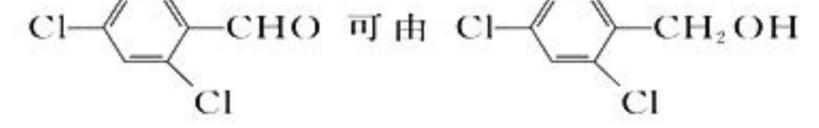


;HPBA 中有羧基和羟基,自身可发生酯化反应重新成环变成 NBP。



本问考查反应机理的综合运用,利用逆合成分析推导目标产物的合成路线。

根据题目中已知信息,对 W 进行逆合成分析可知,需要  和



得合成路线。
(责任编辑 谢启刚)



新高考背景下对催化剂知识的考查

■安徽省灵璧实验学校 卓 飞
■安徽省灵璧中学 汤 伟

催化剂知识是高考化学试题中常见的一个考点,过去注重基础知识,偏重于从催化剂加快反应速率角度考查,随着新教材、新高考的不断推进,现在的新高考更加注重能力的测试。新高考试题中多以有机化学中一些有机物为载体,以图像、图表融合,考查考生的信息获取能力。下面我们通过实例分析催化剂在有机化学反应中的应用。

一、有机反应历程与催化剂的关系

催化剂在众多有机反应过程中,常常参与反应,改变有机反应的基本历程,催化剂会生成中间产物。高考中常常通过物质间相互转化,考查化学相关知识。

例 1 铑的配合物离子 $[\text{Rh}(\text{CO})_2\text{I}_2]^-$ 可催化甲醇羰基化,反应过程如图 1 所示。

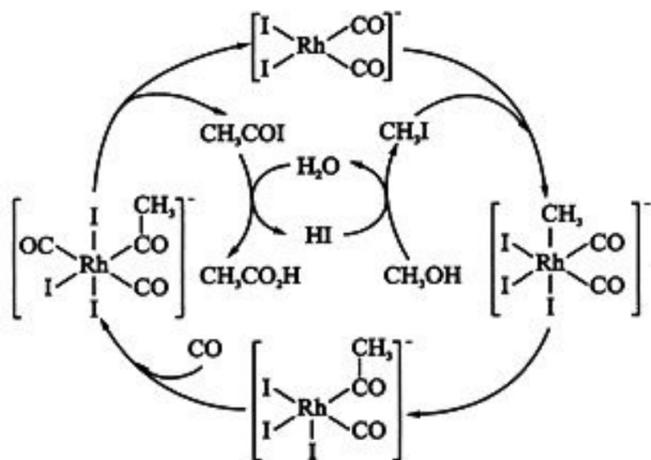


图 1

下列叙述错误的是()。

- A. CH_3COI 是反应中间体
- B. 甲醇羰基化反应为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$
- C. 反应过程中 Rh 的成键数目保持不变
- D. 存在反应 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HI} \longrightarrow \text{CH}_3\text{I} + \text{H}_2\text{O}$

解析:该试题通过催化剂参与反应的历程考查化学反应原理的分析、物质结构特点的推断等。根据试题提供的信息,铑的配合物离子 $[\text{Rh}(\text{CO})_2\text{I}_2]^-$ 起催化剂的作用,用于催化甲醇羰基化,借助图示,可以得出 CH_3COI 属于反应中间体,A 选项正确。借

助图示,可以得出反应物为 CH_3OH 、 CO ,最终生成物为 $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$,说明甲醇羰基化反应为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$,B 项正确。根据图示,可以得出 Rh 的成键数目有时是 4,有时是 5,有时是 6,成键数目可以发生改变,C 项错误。根据图示,初始加入 CH_3OH 时,参与的反应为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HI} \longrightarrow \text{CH}_3\text{I} + \text{H}_2\text{O}$,D 项正确。

答案:C

二、反应热中焓变、活化能与催化剂的关系

催化剂在参与化学反应过程中,能够加快反应速率,加快反应速率的本质原因是降低反应物的活化能,但是并不能改变反应的焓变。

例 2 水煤气变换 $[\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})]$ 是重要的化工过程,主要用于合成氨、制氢以及合成气加工等工业领域中。我国学者结合实验与计算机模拟结果,研究了在金催化剂表面上水煤气变换的反应历程,如图 2 所示,其中吸附在金催化剂表面上的物种用 * 标注。

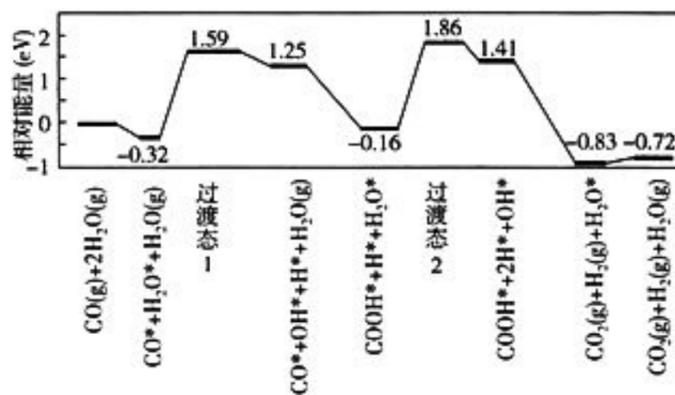


图 2

可知水煤气变换的 ΔH _____ 0 (填“大于”“等于”或“小于”),该历程中最大能垒(活化能) $E_{\text{正}} =$ _____ eV,写出该步骤的化学方程式:_____。

解析:根据图像,可以得出水煤气变换过程中,能量降低,为放热过程,即 ΔH 小于 0;

根据图示中能量变化数据,该历程中最大能垒为 $1.86 \text{ eV} - (-0.16 \text{ eV}) = 2.02 \text{ eV}$ 。由图示所示的物质转化,可以得出其反应方程式。

答案:小于 2.02 $\text{COOH}^* + \text{H}^* + \text{H}_2\text{O}^* \longrightarrow \text{COOH}^* + 2\text{H}^* + \text{OH}^*$ (或 $\text{H}_2\text{O}^* \longrightarrow \text{H}^* + \text{OH}^*$)

三、反应物的转化率与催化剂的选择性

催化剂能够加快反应速率,但是针对反应限度而言,是否能够提高反应物的转化率是众多考生易出错的地方。注意:催化剂因为能够加快反应速率,所以单位时间内,反应物消耗量会增多,即可以增大反应物的转化率(非平衡状态),但是若处于平衡状态下,催化剂不能够使平衡发生移动,所以不能够提高平衡转化率。

例 3 我国科研人员提出了由 CO_2 和 CH_4 转化为高附加值产品 CH_3COOH 的催化反应历程。该历程如图 3 所示。

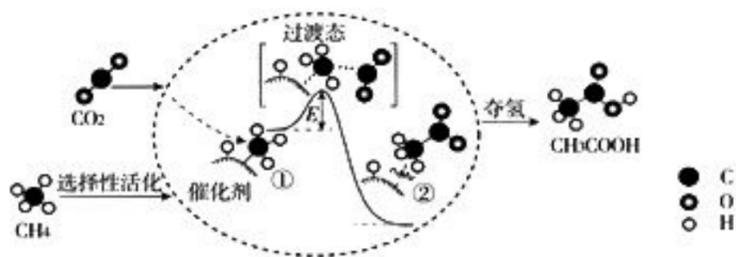


图 3

下列说法不正确的是()。

- A. 生成 CH_3COOH 总反应的原子利用率为 100%
- B. $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ 过程中,有 C—H 键发生断裂
- C. ① \rightarrow ②放出能量并形成了 C—C 键
- D. 该催化剂可有效提高反应物的平衡转化率

解析:根据图示可以得出,在催化剂作用下, $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{COOH}$,显然原子利用率为 100%,A 项正确。根据反应历程,可以得出 CH_4 选择性活化变为①过程中,存在 C—H 键断裂过程,B 项正确。根据图示反应历程可以得出① \rightarrow ②放出能量并形成了 C—C 键,C 项正确。因为催化剂不能使化学平衡发生移动,即该催化剂不可能有效提高

反应物的平衡转化率,D 项错误。

答案:D

例 4 二氧化碳催化加氢合成乙烯是综合利用 CO_2 的热点研究领域。回答下列问题:

(1) 理论计算表明,原料初始组成 $n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2) = 1 : 3$,在体系压强为 0.1 MPa,反应达到平衡时,四种组分的物质的量分数 x 随温度 T 的变化如图 4 所示。

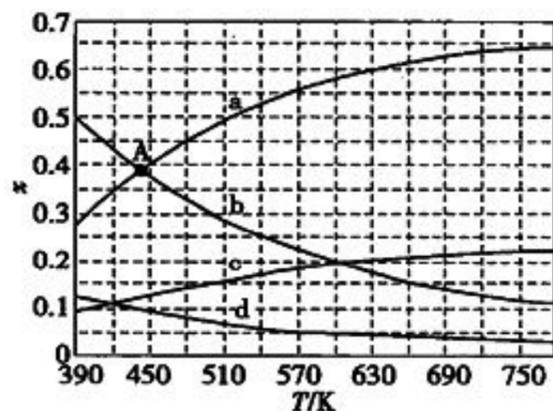


图 4

图中,表示 C_2H_4 、 CO_2 变化的曲线分别是____、____。 CO_2 催化加氢合成 C_2H_4 反应的 ΔH ____ 0(填“大于”或“小于”)。

(2) 二氧化碳催化加氢合成乙烯反应往往伴随副反应,生成 C_3H_6 、 C_3H_8 、 C_4H_8 等低碳烃。一定温度和压强条件下,为了提高反应速率和乙烯选择性,应当____。

解析:(1) 根据试题提供的信息及反应物比例关系,可以得出曲线 c 和 a 表示的物质的物质的量分数之比为 1 : 3,曲线 d 和 b 表示的物质的物质的量分数之比为 1 : 4,可以推理得出曲线 d 表示的物质是乙烯,曲线 c 表示的物质是二氧化碳。根据温度影响平衡移动的结果可以得出,升高温度,乙烯的物质的量分数减小,平衡逆向移动,所以该反应的 ΔH 小于 0。

(2) 化工生产中常常通过选择合适催化剂加快化学反应速率,根据催化剂具有选择性,为了制备某种物质,减少副产物的生成,需要选取合适的催化剂。在一定温度和压强下,为了提高反应速率和乙烯的选择性,应当选择合适的催化剂。

答案:(1)d c 小于

(2) 选择合适的催化剂

(责任编辑 谢启刚)

图像型选择题的解答策略

山东省沂水县第一中学

杨庆涛 神祥强

图像型选择题具有形象直观、简明清晰、知识面广、综合性强等特点,不仅能考查考生对化学基础知识的掌握情况,而且能考查考生观察、分析、综合应用知识的能力,因此备受高考命题者的青睐。同时对考生而言,这也是最棘手的一类试题。就其内容而言,主要有溶解度、溶液稀释、溶液的导电性、沉淀量、化学反应过程、化学平衡、实验装置等图像题。本文结合高考试题,就图像型选择题进行归类,针对每种类型总结解题的规律和方法,供参考。

类型一:实验装置的合理性分析

解题策略:弄清楚各类基本实验装置是解决此类问题的基石,如气体发生装置、净化装置、干燥装置、尾气处理装置、防倒吸装置、随用随停装置等。此外,在解题时注意装置与实验是否相符,能否达到实验目的等。

例 1 利用下列装置(如图 1,夹持装置略)进行实验,能达到实验目的的是()。

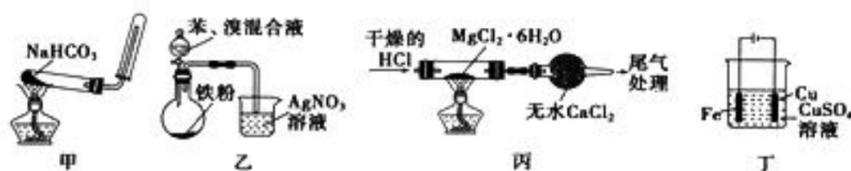


图 1

- A. 用甲装置制备并收集 CO_2
- B. 用乙装置制备溴苯并验证 HBr 产生
- C. 用丙装置制备无水 MgCl_2
- D. 用丁装置在铁上镀铜

解析: CO_2 密度大于空气,应采用向上排空气法收集,A项错误。苯与溴在溴化铁作用下反应,反应较剧烈,反应放热,且溴易挥发,挥发出来的溴单质能与水反应生成氢溴酸,所以验证反应生成的 HBr ,应先将气体通过四氯化碳,将挥发的溴单质除去,B项错误。 MgCl_2 能水解,在加热时通入干燥的 HCl ,能抑制 MgCl_2 的水解,防止生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,C项正确。电解时,阳极发生氧

化反应,阴极发生还原反应,所以丁装置中铁为阳极,失去电子,生成 Fe^{2+} ,铜为阴极,溶液中的 Cu^{2+} 得到电子,生成铜,D项错误。

答案: C

点拨:解答此类题目时,应注意装置是否科学合理,选用仪器、试剂是否正确,操作是否合理。

类型二:化学反应中物质变化图像分析

解题策略:化学反应中的物质变化图像形象地描述了化学反应中相关物质的量的变化,解题时应先弄清楚图像描述了哪些物质的量的变化,再研究图像变化对应的化学反应有哪些,找出相应物质的量的关系,最后利用这些关系作出正确判断。

例 2 室温下,在 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中,逐滴加入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液,实验测得溶液 pH 随 NaOH 溶液体积变化曲线如图 2 所示。下列有关说法正确的是()。

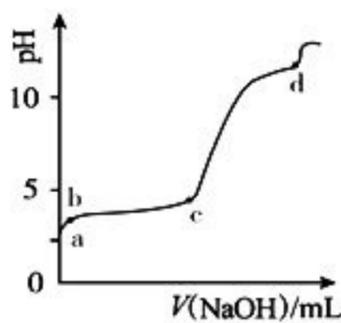


图 2

- A. a 点溶液呈酸性的原因是 Al^{3+} 水解,离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3$
- B. c 点铝元素主要以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的形式存在
- C. a~b 段,溶液 pH 增大, Al^{3+} 浓度不变
- D. d 点 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀开始溶解

解析: 硫酸铝为强酸弱碱盐,铝离子水解导致溶液显酸性,水解离子反应为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$,故 A 项错误。b~c 段溶液的 pH 变化不大,主要发生反应 $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$,则加入的 OH^- 主要用于生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀;c~d 段溶液 pH 变化较大,c 点后 pH 发生突变,

NaOH 过量, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀开始溶解, 生成 NaAlO_2 , 所以 c 点铝元素主要以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的形式存在, 故 B 项正确。a~b 段, 发生反应 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, 但加入 NaOH 溶液, 总体积增大, 则 Al^{3+} 浓度减小, 故 C 项错误。c 点后 pH 发生突变, NaOH 过量, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀开始溶解, 生成 NaAlO_2 , 碱性较强, 而 d 点 $\text{pH} > 10$, NaOH 远远过量, 故 D 项错误。

答案: B

点拨: 解答此类题应认真分析图像, 弄清图像的意义和特点, 再结合化学原理及有关性质, 综合分析即可。

类型三: 电化学图像分析

解题策略: 图像是电化学的“形象大使”, 而分析电化学相关图像更是解决电化学问题的基石。分析过程为: 确定两个电极, 分析电解质溶液中存在的离子, 分析电极反应物及其产物, 然后根据电极反应式进行综合分析。

例 3 微生物脱盐电池是一种高效、经济的能源装置, 利用微生物处理有机废水获得电能, 同时可实现海水淡化。现以 NaCl 溶液模拟海水, 采用惰性电极, 用如图 3 所示装置处理有机废水(以含 CH_3COO^- 的溶液为例)。下列说法错误的是()。

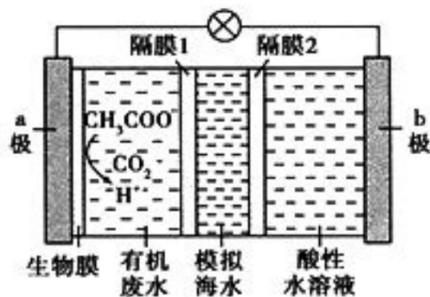


图 3

A. 负极反应为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- = 2\text{CO}_2 \uparrow + 7\text{H}^+$

B. 隔膜 1 为阳离子交换膜, 隔膜 2 为阴离子交换膜

C. 当电路中转移 1 mol 电子时, 模拟海水理论上除盐 58.5 g

D. 电池工作一段时间后, 正、负极产生气体的物质的量之比为 2 : 1

解析: a 极为负极, CH_3COO^- 失电子被氧化成 CO_2 和 H^+ , 结合电荷守恒可得电极反应式为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- = 2\text{CO}_2 \uparrow + 7\text{H}^+$, 故 A 项正确。为了实现海水的淡化, 模拟海水中的氯离子需要移向负极, 即 a 极, 则隔膜 1 为阴离子交换膜, 钠离子需

要移向正极, 即 b 极, 则隔膜 2 为阳离子交换膜, 故 B 项错误。当电路中转移 1 mol 电子时, 根据电荷守恒可知, 海水中会有 1 mol Cl^- 移向负极, 同时有 1 mol Na^+ 移向正极, 即除去 1 mol NaCl, 质量为 58.5 g, 故 C 项正确。b 极为正极, 水溶液为酸性, 所以 H^+ 得电子产生氢气, 电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$, 所以当转移 8 mol 电子时, 正极产生 4 mol 气体, 根据负极反应式可知负极产生 2 mol 气体, 物质的量之比为 4 : 2 = 2 : 1, 故 D 项正确。

答案: B

点拨: 解答有关电极反应式书写的题目时, 应先写出总化学方程式, 再找出电解质溶液的成分, 最后分别写出正极反应式和负极反应式, 从而作出合理的判断。原电池是将化学能转化为电能的装置。负极失电子, 被氧化, 正极得到电子被还原。注意原电池中的正负极的反应, 氧气肯定在正极得到电子, 金属肯定在负极失去电子, 结合原电池的电解质的环境分析其电极反应的书写。在电解质溶液中, 阴离子向负极运动, 阳离子向正极运动, 电子从负极经导线流向正极。

类型四: 化学反应速率、化学平衡移动的图像分析

解题策略: 有关化学反应速率、化学平衡移动图像的经典分析方法为“标、点、线、面”分析法, 即分析横坐标轴表达意义, 找到起点、折点、平衡点、终点, 分析线的走向(即“四点一向”), 分析曲线所围成区域的物理含义。

例 4 一定条件下, CH_4 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 发生反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$, 设起始 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CH}_4)} = Z$, 在恒压下,

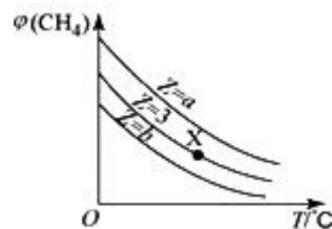


图 4

平衡时 $\varphi(\text{CH}_4)$ 的体积分数与 Z 和 T(温度) 的关系如图 4 所示。下列说法正确的是()。

A. 该反应的焓变 $\Delta H > 0$

B. 图中 Z 的大小为 $a > 3 > b$

C. 图中 X 点对应的平衡混合物中
 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CH}_4)} = 3$

D. 温度不变时, 图中 X 点对应的平衡在加压后 $\varphi(\text{CH}_4)$ 减小

解析: 从图分析, 随着温度升高, 甲烷的体积分数逐渐减小, 说明升高温度平衡正向移动, 则正反应为吸热反应, A 项正确。

$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CH}_4)}$ 的比值越大, 则甲烷的体积分数越小, 故 $a < 3 < b$, B 项错误。起始加入量的比值为 3, 但随着反应的进行甲烷和水是按等物质的量反应, 所以达到平衡时比值不是 3, C 项错误。温度不变时, 增大压强, 平衡逆向移动, 甲烷的体积分数增大, D 项错误。

答案: A

点拨: 化学平衡图像题的解题技巧:

①“先拐先平数值大”: 在含量—时间曲线中, 先出现拐点的则先达到平衡, 说明该曲线对应的温度或压强较大。

②“定一议二”: 在含量与 T (或 P) 曲线中, 图像中有三个变量, 先确定一个量不变, 再讨论另外两个量的关系 (因平衡移动原理只适用于“单因素”的改变)。即确定横坐标所示的量后, 讨论纵坐标与曲线的关系或确定纵坐标所示的量后, 讨论横坐标与曲线的关系。

类型五: 微粒浓度大小比较中的图像分析

解题策略: 有关离子浓度大小比较的图像题, 应巧抓“四点”: ①抓反应“一半”点, 判断是什么溶质等量混合; ②抓“恰好”反应点, 生成什么溶质, 溶液呈什么性, 是什么因素造成的; ③抓溶液“中性”点, 生成什么溶质, 哪种反应物过量或不足; ④抓反应“过量”点, 溶质是什么, 判断谁多、谁少还是等量。

例 5 以酚酞为指示剂, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液滴定 20.00 mL 未知浓度的二元酸 H_2A 溶液。溶液中, pH、分布系数 δ 随滴加 NaOH 溶液体积 V_{NaOH} 的变化关系如图 5 所示 [比如 A^{2-} 的分布系数: $\delta(\text{A}^{2-}) = \frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})}$]。下列叙述正

确的是()。

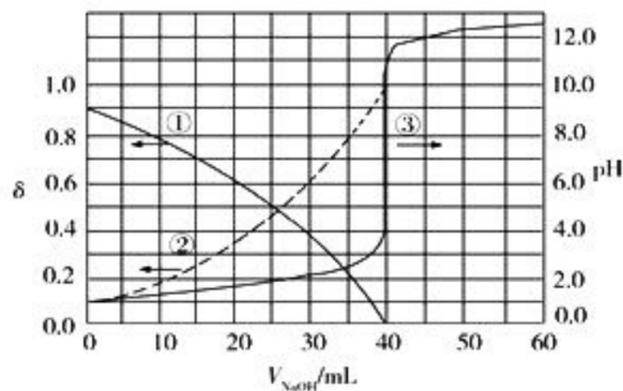


图 5

A. 曲线①代表 $\delta(\text{H}_2\text{A})$, 曲线②代表 $\delta(\text{HA}^-)$

B. H_2A 溶液的浓度为 $0.2000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. HA^- 的电离常数 $K_a = 1.0 \times 10^{-2}$

D. 滴定终点时, 溶液中 $c(\text{Na}^+) < 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{HA}^-)$

解析: 根据图像, 曲线①代表的粒子的分布系数随着 NaOH 的滴入逐渐减小, 曲线②代表的粒子的分布系数随着 NaOH 的滴入逐渐增大; 当加入 40 mL NaOH 溶液时, 溶液的 pH 在中性发生突变, 且曲线②代表的粒子达到最大值接近 1; 没有加入 NaOH 时, pH 为 1, 说明 H_2A 第一步完全电离, 第二步部分电离, 曲线①代表 $\delta(\text{HA}^-)$, 曲线②代表 $\delta(\text{A}^{2-})$, 根据反应 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{A} = \text{Na}_2\text{A} + 2\text{H}_2\text{O}$, $c(\text{H}_2\text{A}) = \frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ mL}}{2 \times 20.00 \text{ mL}} = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 据此分析作答。

根据分析, 曲线①代表 $\delta(\text{HA}^-)$, 曲线②代表 $\delta(\text{A}^{2-})$, A 项错误。当加入 40.00 mL NaOH 溶液时, 溶液的 pH 发生突变, 说明恰好完全反应, 结合分析, 根据反应 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{A} = \text{Na}_2\text{A} + 2\text{H}_2\text{O}$, $c(\text{H}_2\text{A}) = \frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ mL}}{2 \times 20.00 \text{ mL}} = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

B 项错误。由于 H_2A 第一步完全电离, 则 HA^- 的起始浓度为 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据图像, 当 $V_{\text{NaOH}} = 0$ 时, HA^- 的分布系数为 0.9, 溶液的 $\text{pH} = 1$, A^{2-} 的分布系数为 0.1, 则 HA^- 的电离平衡常数 $K_a = \frac{c(\text{A}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HA}^-)} =$

$$\frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \times 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.9} \approx$$

2022 年高考理综化学模拟试题 A 卷参考答案

1. D 提示:酒精的消毒原理是利用其渗透性使蛋白质变性。

2. B 提示: D_2O 的摩尔质量为 $20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $18 \text{ g } D_2O$ 的物质的量小于 1 mol , 所以含有的中子数小于 $10N_A$, A 项错误。聚乙烯和聚丙烯的实验式都为 CH_2 , 相当于 14 g 该混合物中含有 $1 \text{ mol } CH_2$, 所含 C—H 键的数目为 $2N_A$, B 项正确。由于未说明标准状况, 故 $11.2 \text{ L } H_2$ 不一定为 0.5 mol , 无法进行计算, C 项错误。铁在发生吸氧腐蚀时, 电极反应为 $Fe - 2e^- \rightarrow Fe^{2+}$, $5.6 \text{ g } Fe$ 反应转移电子数为 $0.2N_A$, 故 D 项错误。

3. B 首先分析出 X、Y、Z、W 分别为 H、O、Al、Si。W 为 Si 元素, Si 的最高价氧化物为 SiO_2 , 可以与氢氟酸反应, 也可以与碱反

1×10^{-2} , C 项正确。用酚酞作指示剂, 酚酞变色 pH 范围为 $8.2 \sim 10$, 终点时溶液呈碱性, $c(OH^-) > c(H^+)$, 溶液中的电荷守恒为 $c(Na^+) + c(H^+) = 2c(A^{2-}) + c(HA^-) + c(OH^-)$, 则 $c(Na^+) > 2c(A^{2-}) + c(HA^-)$, D 项错误。

答案:C

点拨:离子浓度大小比较遵循的原则是“两个微弱三个守恒”。“两个微弱”即:弱电解质(弱酸、弱碱、水)的电离是微弱的, 弱酸根离子或弱碱根离子的水解是微弱的。“三个守恒”即电荷守恒、物料守恒和质子守恒。

类型六:化学反应机理图像分析

例 6 理论研究表明, 在 101 kPa 和 298 K 下, $HCN(g) \rightleftharpoons HNC(g)$ 异构化反应过程的能量变化如图 6 所示。下列说法错误的是()。

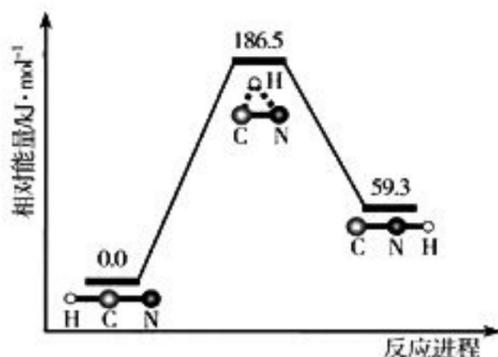


图 6

应, A 项错误。同一周期, 从左到右, 原子半径逐渐减小, 同一主族, 从上到下, 原子半径逐渐增大, 则原子半径 $Al > Si > O > H$, B 项正确。Z 为 Al 元素, 为活泼的金属元素, Y 为 O 元素, 是活泼的非金属性元素, Y 与 Z 形成的 Al_2O_3 为离子化合物, C 项错误。简单氢化物的稳定性 $H_2O > SiH_4$, D 项错误。

4. C 提示:a 有羧基, b 有酯基, c 有酯基和酚羟基, 都能和 NaOH 溶液反应, A 项正确。b→c 是酯交换反应, 属于取代反应, B 项正确。a 物质中右下方的苯环存在着对称结构, 其上只有 3 种一氯取代, 左上方的苯环上一氯代物有 4 种, 共 7 种, C 项错误。c 有酚类结构, 可与甲醛在一定条件下发生缩合

A. HCN 比 HNC 稳定

B. 该异构化反应的 $\Delta H = +59.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. 正反应的活化能大于逆反应的活化能

D. 使用催化剂, 可以改变反应的反应热

解析:根据图中信息得到 HCN 能量比 HNC 能量低, 再根据能量越低越稳定, 因此 HCN 比 HNC 稳定, 故 A 项正确。根据焓变等于生成物总能量减去反应物总能量, 因此该异构化反应的 $\Delta H = 59.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 0 = +59.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故 B 项正确。根据图中信息得出该反应是吸热反应, 因此正反应的活化能大于逆反应的活化能, 故 C 项正确。使用催化剂, 不能改变反应的反应热, 只改变反应路径, 反应热只与反应物和生成物的总能量有关, 故 D 项错误。

答案:D

点拨:解决此类题目时, 认真观察每种中间体的结构, 即每个基元反映的反应物和生成物在结构上的不同, 找出断裂的化学键和生成的化学键, 结合能量变化即可顺利解答。

(责任编辑 谢启刚)

反应, D 项正确。

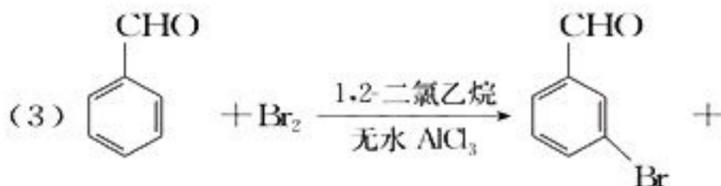
5. D 提示: 黄色沉淀为 AgI, 说明 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 能电离出银离子, 不能说明具有较强还原性, A 项错误。若溶液中含有 Fe^{3+} , 先加入 H_2O_2 不发生反应, 再加入 KSCN, 溶液也变为红色, 故不能判断溶液中是否含有 Fe^{2+} , 因此需先加 KSCN 没有现象, 再加氧化剂出现红色, 才能证明原溶液中含有 Fe^{2+} , B 项错误。溶液中可能含碘单质, 也可能含有 Cl_2 , 均出现相同现象, C 项错误。瓶内有黑色颗粒产生, 黑色颗粒为碳, 碳元素化合价降低, 体现了 CO_2 的氧化性, D 项正确。

6. C 提示: 充电时, 阴极为放电时的逆过程, Li^+ 变化为 Li_xC_n , 电极反应式: $x\text{Li}^+ + xe^- + n\text{C} = \text{Li}_x\text{C}_n$, A 项正确。原电池中电子流向是负极 \rightarrow 导线 \rightarrow 用电器 \rightarrow 导线 \rightarrow 正极, 放电时, 电子由负极经导线、用电器、导线到正极, B 项正确。充电时, 作为电解池, 阳离子向阴极移动, Li^+ 向右移动, C 项错误。由以上分析可知, 放电时, 正极上 FePO_4 得到电子, 发生还原反应生成 LiFePO_4 , 正极电极反应式为 $x\text{FePO}_4 + x\text{Li}^+ + xe^- = x\text{LiFePO}_4$, D 项正确。

7. A 提示: 由图可知 a 点溶液显碱性, 主要溶质为 NaOH, 抑制水的电离, b 点溶液显中性, 溶质为 NaA 和 HA, NaA 促进水的电离, HA 抑制水的电离, 两者相当, 因此水的电离程度 $a < b$, A 项正确。 $\lg \frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)} = 1$ 时, $\text{pOH} = 9.7$, 可得 $\frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)} = 10$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-9.7}$, $c(\text{H}^+) = 10^{-4.3}$, HA 的电离常数 $K_a = \frac{c(\text{A}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HA})} = 10^{-5.3}$, B 项错误。根据电荷守恒 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$, b 点溶液呈中性, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 因此得 $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-)$, C 项错误。 $\frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)} = \frac{c(\text{H}^+)}{K}$, c 点溶液显酸性, 加水稀释时 $c(\text{H}^+)$ 减小, 则 $\frac{c(\text{H}^+)}{K}$ 减小, $\frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)}$ 减小, D 项错误。

8. (1) 三颈烧瓶或三口烧瓶 (1 分) 平衡气压, 便于液体顺利滴下 (2 分)

(2) 冷凝回流 (1 分) a (1 分)



HBr (2 分)

(4) Br_2 (2 分)

(5) 间溴苯甲醛因温度过高被氧化 (2 分)

(6) 60% (3 分)

提示: (1) 由仪器 A 的构造可知其为恒压分液漏斗, 恒压分液漏斗能够起到连接漏斗和烧瓶, 平衡上下的气压, 有利于液体顺利流下。

(2) 反应物溴单质的沸点较低, 在反应过程中易挥发, 应进行冷凝回流, 冷凝水的方向是低进高出, 则进水口为 a。

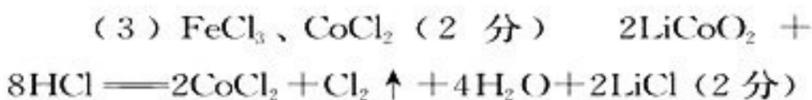
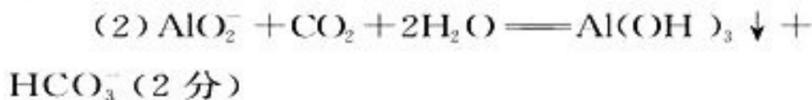
(3) 步骤 1 中加入的苯甲醛和溴单质发生反应生成间溴苯甲醛和 HBr。

(4) 有机相用 10% NaHCO_3 溶液洗涤可以除去溶解在有机相中的 Br_2 , 同时也能吸收生成的 HBr。

(5) 由题干信息可知间溴苯甲醛常温比较稳定, 高温易被氧化, 采用减压蒸馏可在较低温度下实现产物的分离, 防止其高温下被氧化。

(6) 10.6 g 苯甲醛的物质的量为 $\frac{10.6 \text{ g}}{106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 由反应可知理论上生成的间溴苯甲醛的物质的量为 0.1 mol, 质量为 $0.1 \text{ mol} \times 185 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 18.5 \text{ g}$, 则间溴苯甲醛产率为 $\frac{11.1 \text{ g}}{18.5 \text{ g}} \times 100\% = 60\%$ 。

9. (1) 第四周期第 VIII 族 (1 分) 增大接触面积, 加快反应速率, 提高浸出率 (答两条即可, 2 分)



(4) C (1 分)

(5) $2\text{CoC}_2\text{O}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CoO} + 4\text{CO}_2$ (2 分)

(6) 0.1 (2 分)

(7) 加入适量盐酸(或通入适量氯化氢气体)(1 分)

提示:(1)废旧电池初步处理为粉末状,可以增大固体的接触面积,加快反应速率,同时提高浸出率。

(2)由流程图可知,含铝废液中含有 AlO_2^- ,通入过量 CO_2 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 HCO_3^- 。

(3)由题中信息可知,还原性 $\text{Cl}^- > \text{Co}^{2+}$,又因为还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$,所以 LiCoO_2 中的+3价 Co 将 Fe^{2+} 和 Cl^- 氧化,自身被还原成+2价 Co,所以溶质还有 FeCl_3 、 CoCl_2 。根据上述分析可知, LiCoO_2 和盐酸反应的化学方程式为 $2\text{LiCoO}_2 + 8\text{HCl} = 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{LiCl}$ 。

(4)因单质碳不溶于碱、盐酸和水,所以滤渣的主要成分是单质碳。

(5)设有 1 mol $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 受热分解,由题中信息可知,在 $300 \sim 350^\circ\text{C}$ 时,固体失重率为 59.02%,所以固体的残留率为 40.98%,质量为 75 g,因为 1 mol Co 全部留在固体中,所以 O 的质量为 16 g,Co 和 O 的原子个数比为 1:1,固体产物为 CoO ,已知气体产物为 CO_2 ,根据得失电子守恒和原子守恒,该反应的化学方程式为 $2\text{CoC}_2\text{O}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CoO} + 4\text{CO}_2$ 。

(6)将浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Li_2SO_4 溶液和浓度为 $0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液等体积混合,溶液体积变为原来的 2 倍, $Q_c = c(\text{Li}^+)^2 \times c(\text{CO}_3^{2-}) = (0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2 \times 0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 8 \times 10^{-4} < K_{sp}$,所以两溶液混合后不产生沉淀, Li^+ 的浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(7)加热蒸发 FeCl_3 溶液得 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 固体时,会促进 Fe^{3+} 的水解,最终得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 固体,因此在加热蒸发 FeCl_3 溶液时,要加入适量的盐酸(或通入适量氯化氢气体)抑制 Fe^{3+} 的水解。

10. (1) $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$

$\Delta H = +123 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2 分)

(2) ① BC (2 分) ② $0.9p$ (2 分)

③ 5.4 (2 分)

(3)温度升高反应速率加快(1 分) 升高温度有利于反应向吸热方向进行(1 分) 催化剂失活(或者发生副反应,或者丙烷分解成其他产物)(1 分)

(4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 + 26\text{OH}^- - 20\text{e}^- = 3\text{CO}_3^{2-} + 17\text{H}_2\text{O}$ (2 分) 负(1 分)

提示:(1)根据盖斯定律(反应 I - 反应 II) $\times \frac{1}{2}$ 即得到丙烷脱氢制丙烯反应

$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 的 ΔH 为 $\frac{1}{2} \times [-238 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-484 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1})] = +123 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)①该反应正向是气体体积增大的反应,各物质均为气体,所以气体平均摩尔质量保持不变的状态是平衡状态,A 项不符合题意。焓变只与化学反应有关,所以反应的焓变始终保持不变,即反应的焓变保持不变不能说明反应达到平衡状态,B 项符合题意。反应体系中,各物质均为气体,恒容条件下,气体密度始终不变,所以气体密度保持不变的状态不一定是平衡状态,C 项符合题意。 C_3H_8 分解速率与 C_3H_6 消耗速率相等,正逆反应速率符合反应的计量关系之比,所以 C_3H_8 分解速率与 C_3H_6 消耗速率相等的状态是平衡状态,D 项不符合题意。

②由图可知,反应达到平衡状态时 C_3H_8 的气体体积分数为 25%,反应三段式为:

	$\text{C}_3\text{H}_8 \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6 + \text{H}_2$		
初始/mol	1	0	0
变化/mol	x	x	x
平衡/mol	$1-x$	x	x

$\frac{1-x}{1+x} \times 100\% = 25\%$,解得 $x = 0.6 \text{ mol}$,

总物质的量 $(1+x) \text{ mol} = 1.6 \text{ mol}$,恒温恒容条件下,气体的压强之比等于物质的量之比,所以平衡时气体的压强为 $1.6p \text{ kPa}$, $K_p =$

$$\frac{0.6}{1.6} \times 1.6 \times \frac{0.6}{1.6} \times 1.6 \div \frac{0.4}{1.6} \times 1.6 = 0.9p$$

③已知上述反应中, $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot p(\text{C}_3\text{H}_8)$, $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot p(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot p(\text{H}_2)$, 其中 $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 为速率常数, 只与温度有关, 则图中 m 点处

$$\frac{v_{\text{正}}}{v_{\text{逆}}} = \frac{k_{\text{正}} \cdot p(\text{C}_3\text{H}_8)}{k_{\text{逆}} \cdot p(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot p(\text{H}_2)}$$

平衡时 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$, 即 $k_{\text{正}} \cdot p(\text{C}_3\text{H}_8) = k_{\text{逆}} \cdot p(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot p(\text{H}_2)$, 所以 $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} = \frac{p(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot p(\text{H}_2)}{p(\text{C}_3\text{H}_8)} = k_p = 0.9p \text{ kPa}$, m 点处反应三段式为:

	C_3H_8	\rightleftharpoons	C_3H_6	+	H_2
初始/mol	1		0		0
变化/mol	y		y		y
平衡/mol	1-y		y		y

图中 m 点处 C_3H_8 的气体体积分数为 50%, 即 $\frac{1-y}{1+y} \times 100\% = 50\%$, 解得 $y = \frac{1}{3}(\text{mol})$, 恒温恒容条件下, 气体的压强之比等于物质的量之比, m 点处气体的压强为 $\frac{4}{3}p \text{ kPa}$, 所以 m 点处 $\frac{v_{\text{正}}}{v_{\text{逆}}} = \frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} \times$

$$\frac{p(\text{C}_3\text{H}_8)}{p(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot p(\text{H}_2)} = 0.9 \times \frac{\frac{2}{3} \times \frac{4}{3}}{\frac{1}{3} \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{4}{3}} = 5.4$$

(3)丙烯产率在 425 °C 之前随温度升高而增大的原因可能是升温速率加快, 单位时间内生成丙烯更多, 或升温丙烷脱氢制丙烯反应的平衡正向移动, 丙烯产率增加; 425 °C 之后, 丙烯产率快速降低的主要原因可能是催化剂失去活性, 也可能丙烯发生分解生成其他产物或发生副反应等。

(4)电解质是 KOH 溶液, 丙烷在燃料电池的负极发生氧化反应 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 + 26\text{OH}^- - 20\text{e}^- = 3\text{CO}_3^{2-} + 17\text{H}_2\text{O}$, 原电池

中阴离子向负极移动, CO_3^{2-} 移向电池的负极。

11. (1) $3\text{d}^5 4\text{s}^1$ (1 分) 球形 (1 分)

(2) sp^2 (1 分) Co、O、N (1 分)

16 (2 分)

(3)均为分子晶体, 相对分子质量不同 (2 分)

(4)原子晶体 (2 分) 12 (2 分)

$$\frac{16}{3}\pi[r^3(\text{C}) + r^3(\text{Si})] \div a^3 \times 100\% \text{ (3 分)}$$

提示: (1)基态 Cr 原子的价层电子排布式为 $3\text{d}^5 4\text{s}^1$, 基态 Ni 的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^8 4\text{s}^2$, 最高能层电子排布在 4s 能级, s 电子云轮廓图的形状为球形。

(2) NO_3^- 中价层电子对数为 $\frac{5+0+1}{2} =$

3, 故为 sp^2 杂化; 一般情况下非金属性越强第一电离能越大, 但由于 N 原子中最外层为半充满状态, 比较稳定, 故第一电离能大于 O, 所以第一电离能由小到大的顺序为 Co、O、N; 一个 NO_3^- 中有 3 个 σ 键, 配位键也为 σ 键, 故 σ 键数目为 $3 \times 4 + 4 = 16$, 则 1 mol 该配离子中含 σ 键数目为 $16N_A$ 。

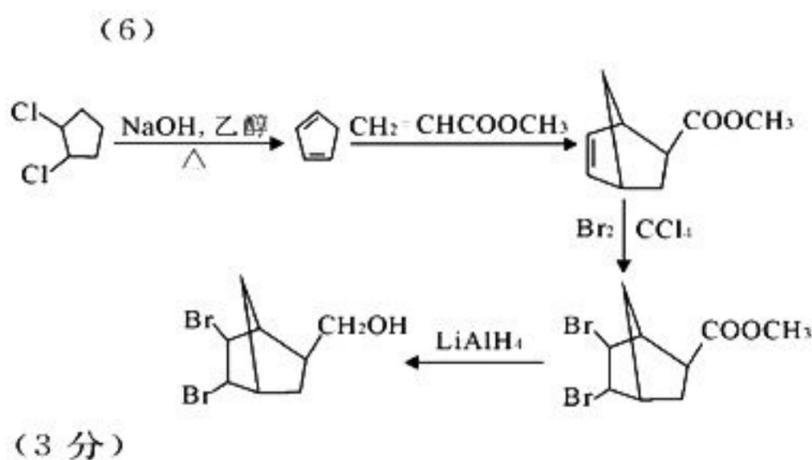
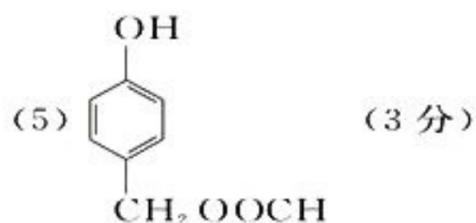
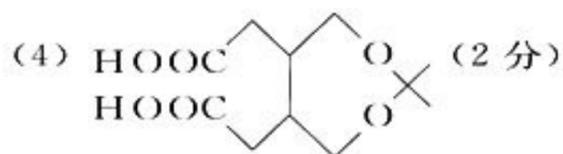
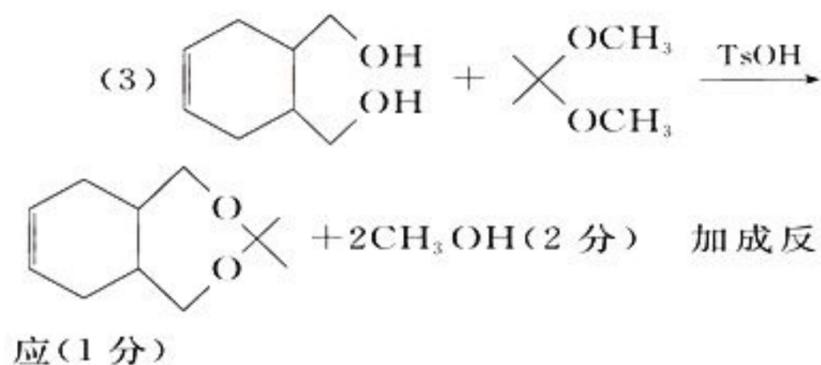
(3)三者沸点都较低, 三者均为分子晶体, BF_3 、 BCl_3 、 BBr_3 的相对分子质量逐渐增大, 分子间作用力逐渐增强, 沸点逐渐升高。

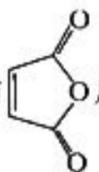
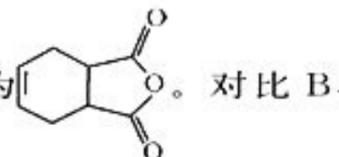
(4)金刚砂 (SiC) 的硬度为 9.5, 属于原子晶体; 由晶胞结构图可以看出, 每个碳原子周围距离最近且相等的碳原子有 12 个, 该晶胞中 C 原子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, Si 原子个数为 4, 1 个碳原子的体积为 $\frac{4}{3}\pi r^3(\text{C})$, 4

个 C 原子的体积为 $4 \times \frac{4}{3}\pi r^3(\text{C})$, 同理 4 个硅原子的体积为 $4 \times \frac{4}{3}\pi r^3(\text{Si})$, 晶胞的体积为 a^3 , 所以晶胞中原子的空间占有率为 $[4 \times \frac{4}{3}\pi r^3(\text{C}) + 4 \times \frac{4}{3}\pi r^3(\text{Si})] \div a^3 \times 100\% = \frac{16}{3}\pi[r^3(\text{C}) + r^3(\text{Si})] \div a^3 \times 100\%$ 。

12. (1) $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2$ (2 分)

(2) 羰基和醚键 (2 分)

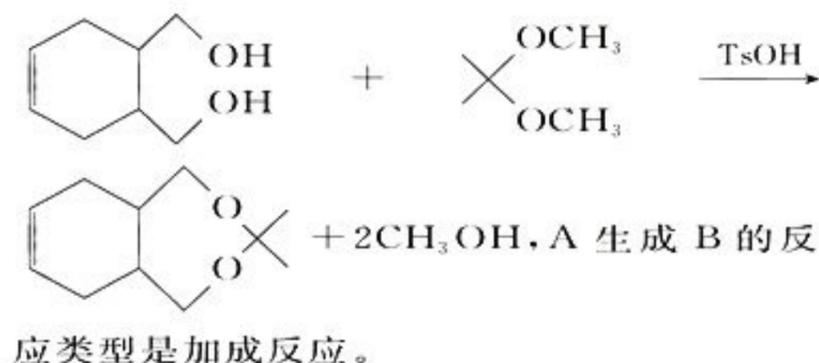


提示:1,3-丁二烯与  反应生成 B, 结合 B 的分子式可知应是发生加成反应, 再结合 C 的结构简式可知 B 为 。对比 B、C 的结构, 从组成上 B 去氧加氢得到 C, 属于还原反应。对比 C、D 的结构, 可知 C 发生取代反应生成 D, 同时还生成甲醇。结合 F 的结构可知, D 发生氧化反应生成 E, 可知 E 的结构简式为 。对比 F、G 的结构可知, F 反应生成 G 同时有甲醇生成。对比 G、H 的结构, G 发生酯的水解反应, 然后酸化、脱羧得到 H。

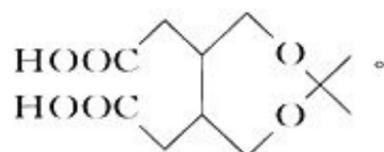
(1)C 的分子式为 C₈H₁₄O₂。

(2)化合物 H 中官能团为羰基和醚键。

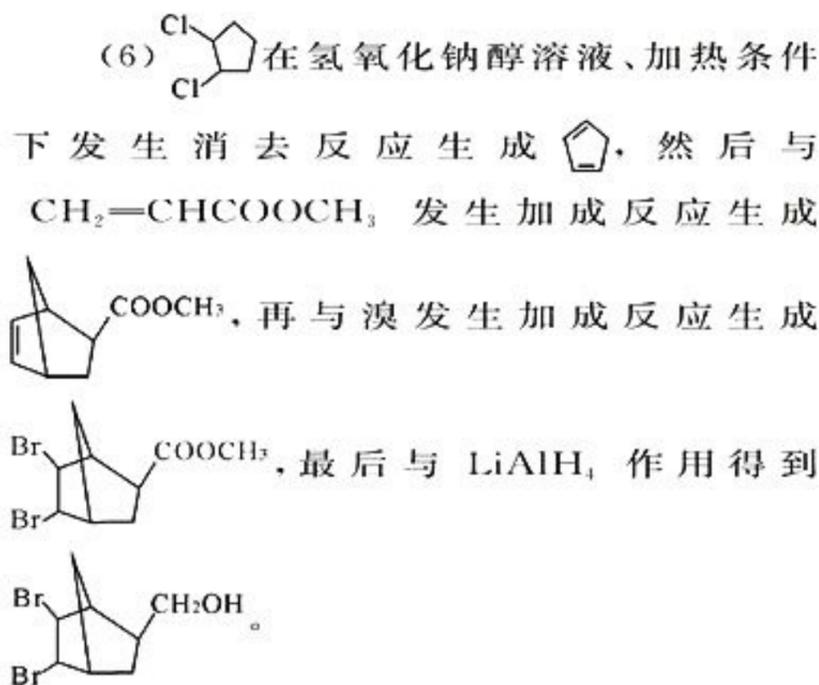
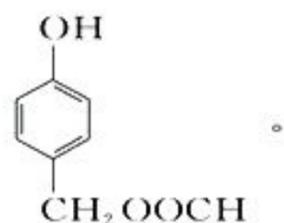
(3) C 生成 D 的化学方程式为



(4) 有机化合物 E 的结构简式为



(5)C₈H₈O₃ 的同分异构体, 满足遇氯化铁发生显色反应, 说明分子中含有酚羟基; 能发生水解反应, 说明含有酯基。则满足条件的有机物结构为苯环连接 3 个取代基—OH、—CH₃、—OOCH, 有 10 种; 连接 2 个取代基—OH、—COOCH₃, 有 3 种; 连接 2 个取代基—OH、—CH₂OOCH, 有 3 种; 连接 2 个取代基—OH、—OOCCH₃ 有 3 种。共 19 种。其中核磁共振氢谱有 5 种峰的为



(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:碳纤维是一种碳单质,不是有机高分子化合物。

2. A 提示:向氯化铝溶液中加入过量氢氧化钠溶液,最后产生无色溶液,即 $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$, A 项正确。向明矾溶液中滴加碳酸钠溶液,铝离子与碳酸根离子发生双水解反应,正确的离子方程式为 $2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$, B 项错误。向 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中滴加少量 NaOH 溶液,反应生成碳酸钙沉淀、碳酸氢钠和水,正确的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, C 项错误。向 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中加入过量的 HI 溶液,铁离子和硝酸根离子都参与反应,正确的离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{I}^- \rightleftharpoons 5\text{I}_2 + 3\text{NO} \uparrow + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Fe}^{2+}$, D 项错误。

3. B 提示:该药物不属于有机高分子化合物,属于低分子化合物。

4. B 提示:由结构式分析,W 形成了两个单键和两个双键,推测其最外层具有 6 个电子,短周期元素中可判断为 S 元素;Z 与 W 同主族,判断为 O 元素;X、Y、Z 的原子序数之和等于 W 的原子序数,即 X、Y 的原子序数之和等于 8, X 形成单键, Y 可形成四个单键,判断 X 为 H 元素, Y 为 N 元素。

Y、Z、W 最简单氢化物分别是 NH_3 、 H_2O 、 H_2S , H—O 键键能最大, H_2O 最稳定, S 原子半径最大, H—S 键最长, H—S 键能最小, H_2S 最不稳定, 故稳定性 $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{S}$, A 项错误。W、Y、Z 的简单离子分别为 S^{2-} 、 N^{3-} 、 O^{2-} , S^{2-} 有 3 个电子层, 半径最大; N^{3-} 、 O^{2-} 有 2 个电子层, 而 O^{2-} 核电荷数较大, 半径较小, 故简单离子半径 $\text{S}^{2-} > \text{N}^{3-} > \text{O}^{2-}$, B 项正确。Y 的最简单氢化物是 NH_3 , 能使湿润的红色石蕊试纸变蓝, C 项错误。 WZ_2 是 SO_2 , 能使滴有酚酞的氢氧化钠溶液褪色, 是其与氢氧化钠溶液反应, 使溶液碱性减弱而褪色, 体现了 SO_2 酸性氧化物的性质, D 项错误。

5. D 提示:实验室用 MnO_2 和浓盐酸反应制取氯气应该加热, 常温不反应, 故图 1a 不能比较 MnO_2 、 Cl_2 、S 的氧化性, A 项错误。由图 1b 可知, 随温度升高, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度逐渐减小, 但 30°C 时 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液和 60°C 时 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液不一定是饱和溶液, 所以无法比较二者的浓度, B 项错误。酸式滴定管不能盛装 NaOH 溶液, C 项错误。第一支试管中蔗糖和浓硫酸会反应生成二氧化硫和二氧化碳, 第二支试管可以防倒吸, 气体通入酸性 KMnO_4 溶液中有气泡出现, 且酸性高锰酸钾溶液和二氧化硫会发生氧化还原反应, 溶液颜色逐渐变浅乃至褪去, D 项正确。

6. A 提示:由钙钛矿太阳能电池的工作原理图可知, 电子从 B 极流出, 说明 B 极为负极, A 极为正极, 图 3 为电解池, 由该装置可电解酸性硫酸铬溶液获取铬单质和硫酸可知, C 极为阴极, 电极反应式为 $\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}$, D 极为阳极, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ 。

当太阳能电池有 6 mol 电子转移时, 根据得失电子守恒可知, Cr 棒上有 2 mol Cr 单质生成, 则增重的质量为 $52 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 \text{ mol} = 104 \text{ g}$, A 项正确。D 极为阳极, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, B 项错误。电解池中, 阴离子移向阳极, 则应为甲池的 SO_4^{2-} 向乙池移动, 图 3 中的离子交换膜 I 为阴离子交换膜, D 电极为阳极, 产生 H^+ , 阳离子移向阴极, 故 II 为质子交换膜, C 项错误。电解池的阴极接电源的负极, 由钙钛矿太阳能电池的工作原理图可知, B 极为负极, 故 C 电极为阴极, 接钙钛矿太阳能电池的 B 极, D 项错误。

7. D 提示:由图像可知, 当 $V(\text{NaOH}) = 0$ 时, 对应溶液的 $\text{pH} = 3$, 此时溶液中的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{AuCl}_4^-)}{c(\text{HAuCl}_4)} = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{0.1 - 10^{-3}} \approx 10^{-5}$, x 点时, 根据图像有 $c(\text{AuCl}_4^-) = c(\text{HAuCl}_4)$, 则此时

的 $K_a = c(\text{H}^+) \approx 10^{-5}$, $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) \approx 5$, A 项正确。p 点时, $V(\text{NaOH}) = 10 \text{ mL}$, 根据电荷守恒知 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{AuCl}_4^-) + c(\text{OH}^-)$, 根据物料守恒知 $2c(\text{Na}^+) = c(\text{HAuCl}_4) + c(\text{AuCl}_4^-)$, 两式联立方程消去 $c(\text{Na}^+)$, 解得 $c(\text{HAuCl}_4) + 2c(\text{H}^+) = c(\text{AuCl}_4^-) + 2c(\text{OH}^-)$, B 项正确。随着 NaOH 的加入, HAuCl_4 逐渐减少, AuCl_4^- 逐渐增多, 结合图像可知, 微粒 a 为 HAuCl_4 , 微粒 b 为 AuCl_4^- , 滴定到 q 点时, $V(\text{NaOH}) = 20 \text{ mL}$, 两者恰好完全反应, 生成 NaAuCl_4 溶液, 此时溶液呈碱性, 所以选酚酞作指示剂, C 项正确。滴定到 q 点时, $V(\text{NaOH}) = 20 \text{ mL}$, 由图可知 $c(\text{AuCl}_4^-) > c(\text{HAuCl}_4)$, D 项错误。

8. (1) 蒸馏烧瓶(1分) $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (1分)

(2) 排尽装置内空气, 避免 NO 与 O_2 反应(2分)

(3) NaOH 溶液中的水蒸气进入三颈烧瓶中会与 NOCl 反应, 导致产品不纯(2分)

(4) $\text{NOCl} + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (2分)

(5) ① K_2CrO_4 (2分) 滴入最后一滴标准溶液, 生成砖红色沉淀, 且半分钟内不溶解

(2分) ② $\frac{0.655cV}{m} \times 100\%$ (2分)

提示: 在实验室用 Cl_2 和 NO 按题图装置制备 NOCl , 并测定其纯度。用 A 装置制取 NO , 因为硝酸具有挥发性, 导致生成的 NO 中含有硝酸, 故用 B 装置除去硝酸, 用 C 装置干燥 NO 。用 G 装置制取氯气, 因为浓盐酸具有挥发性, 所以生成的氯气中含有 HCl , 且还含有水蒸气, 用 F 装置中的饱和食盐水除去 HCl , 用 E 装置中的浓硫酸干燥氯气, NO 和氯气通入 D 装置发生反应生成 NOCl 。

(1) 由图知仪器 a 的名称是蒸馏烧瓶; a 中 Cu 和稀硝酸反应生成硝酸铜、 NO 和水, 离子方程式为 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) NO 不稳定, 易被空气中的氧气氧化

成二氧化氮, 所以先通入氯气, 排尽装置中的空气, 防止 NO 和 O_2 反应。

(3) 从三颈烧瓶中逸出的尾气不能直接通入 NaOH 溶液中, 因为 NOCl 易水解, NaOH 溶液中的水蒸气会进入三颈烧瓶与 NOCl 反应, 导致产品不纯。

(4) 由 $2\text{NOCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{HCl}$, HCl 和 NaOH 反应生成氯化钠和水, 结合 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 可知 NOCl 和 NaOH 溶液反应的化学方程式为 $\text{NOCl} + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(5) ①根据滴定的原理, 在本实验中, 应该是先生成氯化银沉淀, 然后是硝酸银和指示剂反应, 通过题给的信息可以知道应该生成 Ag_2CrO_4 , 即指示剂应该是易溶于水的铬酸盐, 比如说铬酸钾, 滴定终点的现象应该是: 最后一滴硝酸银滴下时, 生成砖红色沉淀, 且半分钟不溶解。②由题意可知 250 mL 溶液中含有 $n(\text{Cl}^-) = cV \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{250 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} = cV \times 10^{-2} \text{ mol}$, 根据 Cl 原子守恒得 $n(\text{NOCl}) = n(\text{Cl}^-) = cV \times 10^{-2} \text{ mol}$, $m(\text{NOCl}) = cV \times 10^{-2} \text{ mol} \times 65.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.655cV \text{ g}$, 产物中 NOCl 的纯度为 $\frac{0.655cV \text{ g}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{65.5cV}{m}\%$ 。

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

(2) 7 : 2(2分)

(3) 增大反应物的接触面积, 提高浸出速率(2分) $\text{MoO}_3 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (2分)

(4) $\text{MoS}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{MoS}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ (2分)

(5) 1 : 5(2分)

(6) 97.8%(2分)

提示: (1) 杂质 SiO_2 与氢氟酸反应产生 SiF_4 、 H_2O , 反应方程式为 $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 高温焙烧, MoS_2 与 O_2 反应产生 MoO_3 和 SO_2 , 反应方程式为 $2\text{MoS}_2 + 7\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{MoO}_3 + 4\text{SO}_2$, 在该反应中 Mo 、 S 元素化合价升高,

失去电子,所以 MoS_2 作还原剂,O 元素化合价降低,获得电子,被还原, O_2 作氧化剂,则在该反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 7:2。

(3)“氧化焙烧”进行“氨浸”前需对焙烧物进行粉碎,目的是增大反应物的接触面积,使反应充分,提高浸出速率;“氨浸”后生成 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ 和 H_2O ,该反应的化学方程式是 $\text{MoO}_3 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) $(\text{NH}_4)_2\text{MoS}_4$ 在溶液中应该电离出 NH_4^+ 和 MoS_4^{2-} , MoS_4^{2-} 在酸性环境下生成 MoS_3 沉淀,另外的生成物只能是 H_2S 气体,所以离子方程式为 $\text{MoS}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{MoS}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。

(5) 设在 1 mol 的 $\text{MoS}_{2.8}$ 中 Mo^{4+} 与 Mo^{6+} 的物质的量分别是 x mol 和 y mol,则 $x + y = 1$,根据化合价代数之和为 0,则有 $4x + 6y = 2.8 \times 2$,解得 $x = 0.2, y = 0.8$,所以该杂质中 Mo^{4+} 与 Mo^{6+} 的物质的量之比 $\frac{n(\text{Mo}^{4+})}{n(\text{Mo})} = 0.2 : (0.2 + 0.8) = 1 : 5$ 。

(6) 当 BaMoO_4 即将开始沉淀时,溶液中 $c(\text{Ba}^{2+}) = \frac{K_{sp}(\text{BaMoO}_4)}{c(\text{MoO}_4^{2-})} = \frac{4.0 \times 10^{-8}}{0.4} = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,由于 $K_{sp}(\text{BaSO}_4) = 1.1 \times 10^{-10}$,则此时溶液中 SO_4^{2-} 的浓度为 $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{K_{sp}(\text{BaSO}_4)}{c(\text{Ba}^{2+})} = \frac{1.1 \times 10^{-10}}{1.0 \times 10^{-7}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,所以 SO_4^{2-} 的去除率为 $\frac{0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 1.1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 97.8\%$ 。

10. (1) ① $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + \text{Si}(\text{s}) \quad \Delta H = +690 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2分) 高温 (1分) ② $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1373 \sim 1453 \text{ K}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ (2分)

(2) ① > (1分) X (1分) ② 0.64 (2分) ③ 0.1 (2分)

(3) ① D (2分) ② 小于 (2分)

提示:(1) ① 已知反应 a: $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -221.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

反应 b: $\text{Si}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SiO}_2(\text{s})$

$\Delta H_2 = -911.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

利用盖斯定律:反应 a - 反应 b,可得 $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + \text{Si}(\text{s}) \quad \Delta H = +690 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

反应 $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + \text{Si}(\text{s}) \quad \Delta H = +690 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 为焓增、熵增的反应,在高温下利于该反应进行。

② 反应 II 是 SiHCl_3 与 H_2 反应生成硅和 Y,根据质量推知为 HCl ,其化学方程式为 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1373 \sim 1453 \text{ K}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ 。

(2) ① 根据曲线 X 先达到平衡,可知曲线 X 表示的温度更高,表示 343 K 下 SiHCl_3 的转化率更大,则升高温度平衡正向移动,该反应正向 $\Delta H > 0$ 。根据曲线 X 先达到平衡,可知曲线 X 表示的温度更高,表示 343 K 下 SiHCl_3 的转化率的曲线为 X。

② 根据达到平衡时,反应的正、逆速率相等,可知 $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} = K$,M 点的 $\frac{v_{\text{正}}}{v_{\text{逆}}} = \frac{K \times x_{\text{SiHCl}_3}^2}{x_{\text{SiH}_2\text{Cl}_2} \times x_{\text{SiCl}_4}} = \frac{0.01 \times 0.8^2}{0.1^2} = 0.64$ 。

③ 400 K 时,平衡常数 $K = 1$,根据三段式有:

	$2\text{SiHCl}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SiH}_2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{SiCl}_4(\text{g})$		
初始/mol · L ⁻¹	0	0.15	0.15
转化/mol · L ⁻¹	2x	x	x
平衡/mol · L ⁻¹	2x	0.15 - x	0.15 - x

$K = \frac{(0.15 - x) \times (0.15 - x)}{(2x)^2} = 1, x = 0.05(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}), \text{SiHCl}_3$ 的浓度为 $2x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(3) ① 根据图中信息可知,点 C 还未达到平衡,最高点反应达平衡,图中已达到平衡的点是 D。

② B 点反应没达到平衡状态,正反应速率大于逆反应速率, $v_{\text{逆}} < v_{\text{正}}$ 。且随着温度升高反应速率增大,D 点温度高,故 B 点的 $v_{\text{逆}}$ 小于 D 点的 $v_{\text{正}}$ 。

11. (1) 2 (2分)

(2) ① 三角锥形 (1分) 3:1 (2分)

② 极性 (1分)

(3) ① $\text{O} > \text{C}$ (1分) O 原子半径比 C 原

子小,对最外层电子吸引力较大(2分)

② sp^2 (2分) ③ Π_6^0 (2分)

(4) 7 : 2 (2分)

提示:(1) Ti 原子价电子排布式为 $3d^2 4s^2$, 因此未成对电子数为 2。

(2) ① 根据杂化轨道理论, $SOCl_2$ 以 S 为中心, 根据 VSEPR 理论可求得价层电子对数为 $\frac{6+0+1 \times 2}{2} = 4$, 而成键数为 4, 应为 sp^3 杂化, 但是 S 有一对孤对电子, 故 $SOCl_2$ 为三角锥形。S 与 O 之间是双键, S 与 Cl 之间是单键, 则 σ 键和 π 键的数目之比为 3 : 1。

② $COCl_2$ 是平面三角形分子, 但不是正三角形, 正电中心和负电中心不在同一位置, 为极性分子。

(3) ① C 和 O 相比, O 原子核内质子数多, 核电荷数大, 半径小, 对核外电子的吸引力强, 不易失去电子, 所以 O 第一电离能大于 C 的第一电离能。

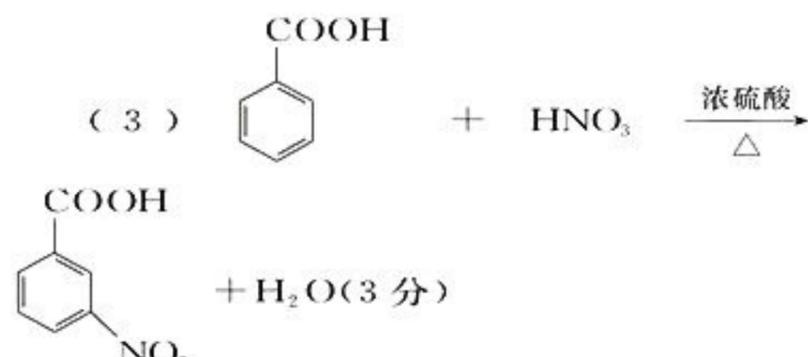
② 分子中的 C 原子均成三个 σ 键且无孤对电子, 则采用 sp^2 杂化。

③ 苯中 6 个碳原子均成三个 σ 键, 6 个碳原子均有 1 个孤电子, 则形成 6 中心, 6 电子的大 π 键, 可表示为 Π_6^0 。

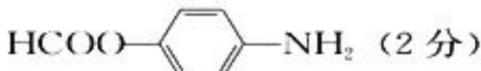
(4) 图示结构含有 4 个 TiO_2 , 氮掺杂后, 每个 $TiO_{2-x}N_x$ 中氧原子数为 $(\frac{1}{4} \times 7 + \frac{1}{2} \times 7 + 1) \div 4 = \frac{25}{16}$, 氮原子数 $= \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$; $2 - a = \frac{25}{16}$, 则 $a = \frac{7}{16}$, $b = \frac{2}{16}$ 。 $a : b = 7 : 2$ 。

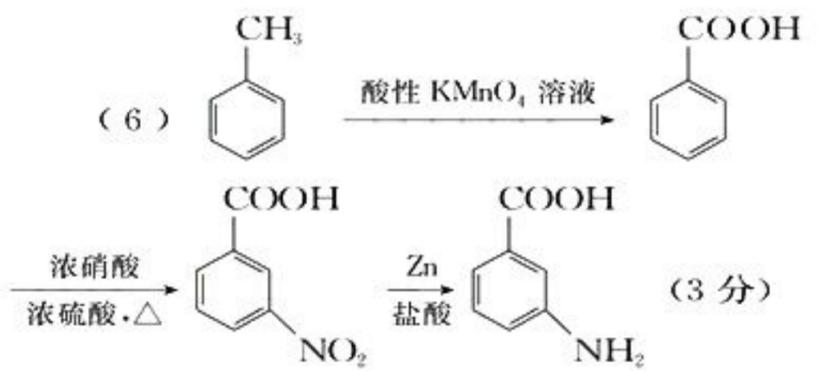
12. (1) 甲苯(1分)

(2) 羟基、羧基(1分) 取代反应(1分)

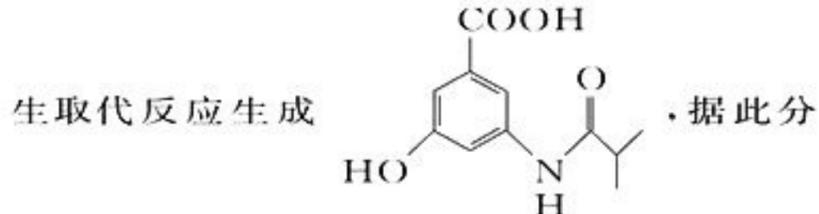
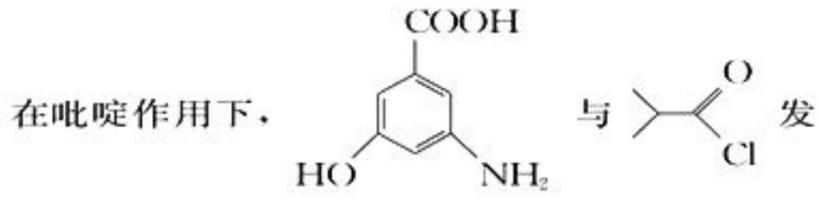
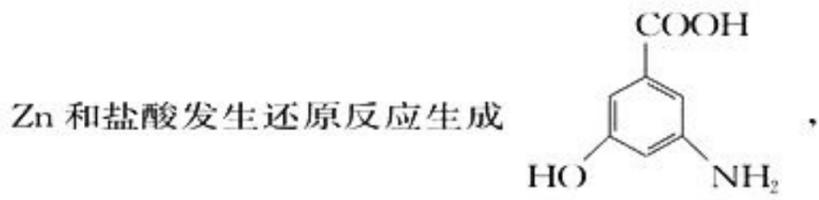
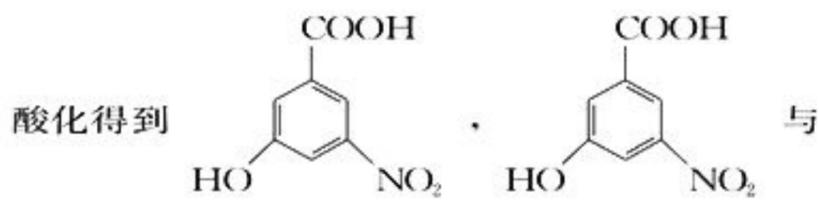
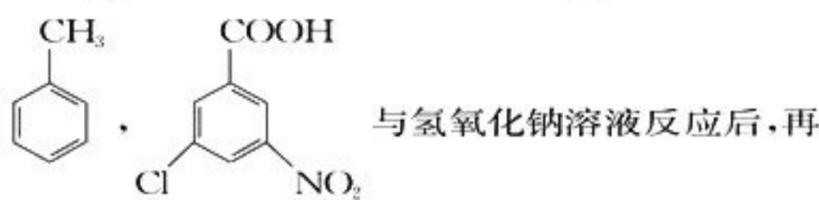
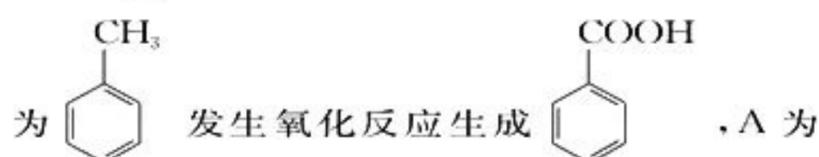
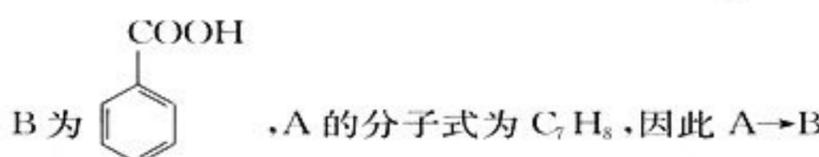
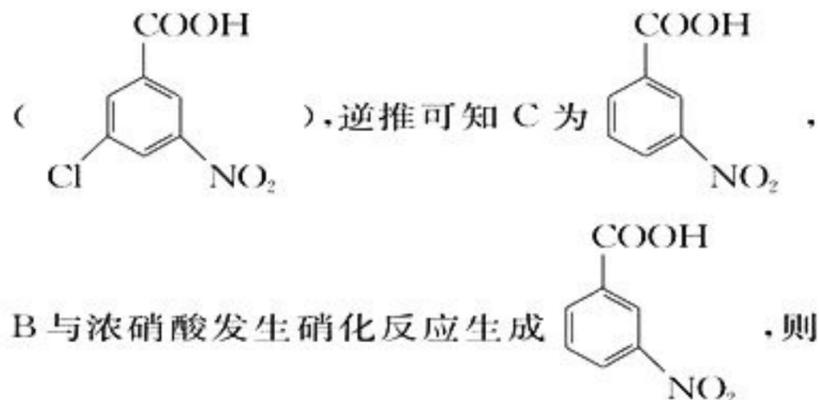


(4) b, c (2分)

(5) 13 (2分)  (2分)



提示: C 与氯气发生反应生成 D



析解答。

(责任编辑 谢启刚)

高校新增专业浏览

2012年以来，国家教育部聚焦全面提高人才培养能力这个核心点，主动适应经济社会发展需求变化，一直在推动高等教育专业结构不断优化。教育部在本科专业设置调整工作中，支持高校主动服务国家战略、区域经济社会和产业发展需要，设置符合办学定位和办学特色的专业；引导高校用好学科交叉融合的“催化剂”，推进新工科、新医科、新农科、新文科建设，增设文理、理工、医工等交叉融合的新专业。

近日，国家教育部公布了2021年度普通高等学校本科专业备案和审批结果，新增1961个专业点、撤销804个专业点，有31种新专业列入了《普通高等学校本科专业目录》，新增的31种专业具体为：

（经济学）国际税收、国际经济发展合作，（法学）纪检监察、铁路警务，（教育学）劳动教育，（历史学）科学史，（理学）行星科学，（工学）光电信息材料与器件、氢能科学与工程、可持续能源、智慧能源工程、智能建造与智慧交通、智慧水利、智能地球探测、资源环境大数据工程、碳储科学与工程、生物质能源与材料、智能运输工程、智慧海洋技术、空天智能电推进技术、木结构建筑与材料，（农学）生物育种科学、湿地保护与恢复、智慧林业，（管理学）海关稽查、慈善管理，（艺术学）曲艺、音乐剧、科技艺术、美术教育、珠宝首饰设计与工艺。

这31种新专业都是根据近年国家经济社会最新需要增加的，都是很有发展潜力和良好就业前景的，将列入相关高校2022年本科招生计划。同学们对这些新增专业如有感兴趣的，可以到教育部网站或相关高校网站详细了解一下，以便在高考报志愿时参考。



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

