



华语教育◎组编

课程标
同步导练

化 学
必修 第二册

湖南师范大学出版社 · 长沙

编写说明

PREFACE

全面实施基础教育课程改革以来,如何编写有利于落实课标要求、实现学练结合的助学练习用书众所关心。经过广泛调研和可行性分析,并充分听取有关教学教研专家的意见和建议,我们探索确立了依据课程标准并紧扣教学实际要求编写助学练习用书的思路。按此思路,本书体现了如下特色:

一、突出学生发展为本,适应新的课程观、学习观。本书凸显以学生发展为本,强化自主助学功能,根据课标给定的知识要点并结合学科教学实际,分主题、专题或单元精心编排训练内容,针对“怎么学”设计“怎么练”,从学生需要出发创设体例结构和栏目内容,通过对知识点的演练,主题(专题、单元)内容的整合及知能拓展内容的增设,充分发挥学生的主体性,引导学生适应课标要求,促进自主成长,彰显全新的课程观和学习观。

二、着眼学生素养训练,准确把握出发点、落脚点。本书力求依据课标对知识点的学习要求,以能力发展为主线,从具体的“课标导向”出发,在合理控制练习时量的前提下优化练习内容,着重帮助学生及时巩固和消化基础知识,同时注意知识与技能、过程与方法以及情感态度与价值观三个维度的有机融合,引导学生知能拓展,实现对所学知识的融会贯通、迁移整合和基本技能的逐步提升,进而落脚于学生核心素养的提高。

三、满足学生多样需求,充分体现亲和力、实用性。本书注意避免题海式训练和说教式表达,精编练习内容,并适量植入活动、案例、情景等,同时力求版式设计紧凑而富于变化,使本书增强新鲜感和亲和力。为求实用,本书按课时分课前预习、课堂探究、课后巩固三环相扣形式展开编写,力求做到:优化梯度设置,结合学情分层设置基础题、能力题和拓展题,强化“双基”的同时,适当设计探究题,以激发学生兴趣;精选新颖素材,注意结合学科特点并联系社会生活实际,保持练习素材气息鲜活;科学控制容量,根据教学实际对练习题量进行合理划分与控制,以切实减轻学生学业负担;发挥评价作用,适量配置自我评价、检测评估卷,便于学生及时学习总结,促进自我提高。

新课标教辅用书的编写具有很强的探索性和实践性。在长沙市教育学会有关专家的精心组织 and 一线教学教研人员的具体参与下,本书尽最大可能地适应了课程改革的需要,配合了课程教学的有效开展,在此我们深表谢意。需要说明的是,编写过程中我们适当参考或引用了相关作品的某些内容,因暂时无法联系或难以及时与相关出版单位逐一对接核实作品权属,对于应当支付报酬的,敬请相关出版单位和作者随时与我们联系(邮箱:mikeywp@126.com 2138195118@qq.com 电话:0731-85515368),以便我们妥善处理。热忱期盼广大师生结合使用实际提出宝贵意见和优化建议,以便我们进一步修订完善。

编者
2022年12月



讲练测评 四位一体

精准施策 实用好用

课时导学

彰显课标理念
创设高效课堂
讲究方法技巧
讲透重点难点

课后作业

聚焦夯基固本
凸显拓展迁移
练习精要适当
练就超群本领

参考答案

及时答疑解惑
助力查漏补缺
评点解题思路
评析经验得失

综合测试

剑指学考高考
讲求命题质量
测定知识盲区
测验阶段学情

心之所向
世界之大

飞扬青春
不惧笑话

逆着光行走
任风吹雨打

恰会风起时
与你共逐它

CONTENTS

目录

第五章 化工生产中的重要非金属元素

一、课标导向	001
二、精讲精练	002
第一节 硫及其化合物	002
第 1 课时 硫和二氧化硫	002
第 2 课时 硫酸 硫酸根离子的检验	006
第 3 课时 不同价态含硫物质的转化	011
第二节 氮及其化合物	015
第 1 课时 氮气与氮的固定	015
第 2 课时 氮的氧化物	017
第 3 课时 氨和铵盐	020
第 4 课时 硝酸 酸雨及防治	024
第三节 无机非金属材料	028
第 1 课时 硅酸盐材料	028
第 2 课时 新型无机非金属材料	030
三、知能拓展	033

第六章 化学反应与能量

一、课标导向	039
二、精讲精练	040
第一节 化学反应与能量变化	040
第 1 课时 化学反应与热能	040
第 2 课时 化学反应与电能	044
第 3 课时 发展中的化学电池	048
第二节 化学反应的速率与限度	052
第 1 课时 化学反应的速率	052
第 2 课时 化学反应的限度	056
三、知能拓展	059

目录

CONTENTS

第七章 有机化合物

一、课标导向	065
二、精讲精练	066
第一节 认识有机化合物	066
第1课时 有机化合物中碳原子的成键特点 烷烃的结构	066
第2课时 烷烃的性质	070
第二节 乙烯与有机高分子材料	073
第1课时 乙烯	073
第2课时 烃	076
第3课时 有机高分子材料	079
第三节 乙醇与乙酸	082
第1课时 乙醇	082
第2课时 乙酸	086
第3课时 官能团与有机化合物的分类	090
第四节 基本营养物质	092
第1课时 糖类	092
第2课时 蛋白质	095
第3课时 油脂	098
三、知能拓展	102

第八章 化学与可持续发展

一、课标导向	107
二、精讲精练	108
第一节 自然资源的开发利用	108
第1课时 金属矿物的开发利用	108
第2课时 海水资源的开发利用	111
第3课时 煤、石油和天然气的综合利用	114
第二节 化学品的合理使用	117
第三节 环境保护与绿色化学	121
三、知能拓展	125

第五章 化工生产中的重要非金属元素

一、课标导向

课标要求

内容要求	<p>1. 非金属及其化合物 结合真实情境中的应用实例或通过实验探究,了解氮、硫及其重要化合物的主要性质,认识这些物质在生产中的应用和对生态环境的影响。</p> <p>2. 物质性质及物质转化的价值 结合实例认识非金属及其化合物的多样性,了解通过化学反应可以探索物质性质、实现物质转化,认识物质及其转化在促进社会文明进步、自然资源综合利用和环境保护中的重要价值。</p> <p>3. 化学科学在材料科学等方面的重要作用 知道无机非金属材料等常见材料类型,结合实例认识材料组成、性能及应用的联系。</p> <p>4. 化学促进可持续发展 结合实例认识化学原理、化工技术对于节能环保、清洁生产、清洁能源等产业发展的重要性。树立“绿色化学”的观念,形成资源全面节约、物能循环利用的意识。</p> <p>5. 化学在自然资源和能源利用方面的重要价值 结合合成氨、工业制硫酸、石油化工等实例了解化学在生产中的具体应用,认识化学工业在国民经济发展中的重要地位。</p>
重点难点	<p>重点:</p> <p>1. 硫及其化合物的性质与相互转化;浓硫酸的特性,硫酸根离子的检验;可逆反应。</p> <p>2. 氮及其重要化合物的性质与相互转化,硝酸的不稳定性和强氧化性,酸雨的概念。</p> <p>3. 玻璃、水泥、硅、二氧化硅、新型陶瓷等无机非金属材料的主要性能和用途,普通玻璃的主要成分。</p> <p>难点:</p> <p>1. 浓硫酸的特性。</p> <p>2. 二氧化氮的化学性质,硝酸的强氧化性。</p>
学习建议	<p>1. 注意新旧知识的联系,充分利用初中相关的知识进行知识的归纳和迁移。</p> <p>2. 注意知识模型的构建,掌握学习非金属及其化合物的思路。</p> <p>3. 注意课本实验的作用,实验是学习化学的基础和手段,要注意实验科学素养的培养。</p> <p>4. 注意学科思维的培养,如利用变化观念理解涉及硫酸、硝酸的性质变化。</p> <p>5. 从分类的角度理解重要物质的性质,重点是理解反应实质。</p>

本章导学

火山喷发时岩浆喷涌、浓烟滚滚,不仅释放出巨大的能量,而且产生了许多含有氮、硫元素的气体,在火山口还有硫单质出现。此外,在自然界中也存在大量的含氮和硫的化合物,它们在工农业生产上有着重要的应用。你知道自然界中有哪些含硫、氮的化合物吗?它们主要有哪些性质?接下来让我们一起进入本章的学习吧。

二、精讲精练

第一节 硫及其化合物

第1课时 硫和二氧化硫

自主预习



知新导学

1. 硫

(1) 硫原子的结构

硫元素位于元素周期表的第 三 周期、第 ⅥA 族,其常见的化合价有 -2、0、+4 和 +6,其原子结构示意图为:



(2) 物理性质

硫(俗称 硫黄)是一种 黄色 晶体,质 脆,易研成粉末。硫 难 溶于水, 微 溶于酒精, 易 溶于二硫化碳。

(3) 化学性质

与许多金属单质反应	与 Fe 反应: $S + Fe \xrightarrow{\Delta} FeS$
	与 Cu 反应: $S + 2Cu \xrightarrow{\Delta} Cu_2S$
与许多非金属单质反应	与 H ₂ 反应: $S + H_2 \xrightarrow{\Delta} H_2S$
	与 O ₂ 反应: $S + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} SO_2$

2. 二氧化硫

(1) 物理性质

二氧化硫是一种 无 色、有刺激性气味的有毒气体,密度比空气的 大, 易 溶于水。在通常情况下,1 体积的水可以溶解约 40 体积的二氧化硫。

(2) 化学性质

①SO₂ 是一种酸性氧化物,溶于水的反应可表示为 $SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$ (可逆反应:在同一条件下,既能向 正反应 方向进行,同时又能向 逆反应 方向进行的反应)。

②还原性:SO₂ 与 O₂ 的反应为 $2SO_2 + O_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2SO_3$ 。

③氧化性:SO₂ 与 H₂S 的反应为 $SO_2 + 2H_2S \rightleftharpoons 3S + 2H_2O$ 。

④漂白性:SO₂ 能与某些有色物质生成 不稳定的无色物质,这些无色物质容易分解而使有色物质恢复原来的颜色。



小试牛刀

1. 下列说法正确的是

(A)

- A. 硫是一种难溶于水的黄色晶体
- B. 硫与非金属反应时一定作还原剂
- C. 硫与铁反应时生成硫化铁
- D. 硫在自然界中仅以化合态存在

【解析】A. 硫是一种难溶于水的黄色晶体,微溶于酒精,易溶于二硫化碳,正确;B. 硫与非金属反应时不一定作还原剂,比如硫和氢气反应,硫作氧化剂,错误;C. 硫与铁反应时生成硫化亚铁,错误;D. 硫在自然界主要以化合态存在,也能以游离态存在,游离态主要存在于火山喷口处,D 错误。

2. 下列说法正确的是

(C)

- A. SO₂ 作纸浆的漂白剂时没有发生化学变化
- B. SO₂ 和 SO₃ 的混合气体通入 BaCl₂ 溶液中可得到 BaSO₃ 和 BaSO₄
- C. SO₂ 和 CO₂ 都可用向上排空气法收集
- D. SO₂ 使酸性 KMnO₄ 溶液褪色的原理与使品红溶液褪色的原理相同

【解析】A. 二氧化硫作纸浆的漂白剂是二氧化硫结合有色物质生成不稳定的无色物质,属于化学变化,错误;B. 二氧化硫和氯化钡不反应,错误;C. NO₂、SO₂、CO₂ 三种气体的密度都比空气的大,并且与空气都不反应,所以都可用向上排空气法收集,正确;D. SO₂ 能使品红褪色,体现了 SO₂ 的漂白性,SO₂ 使酸性 KMnO₄ 溶液褪色,是因为 SO₂ 的还原性,二者原理不同,错误。

3. 将 SO₂ 通入不同溶液中,下列相应的实验现象和结论均正确的是

(C)

选项	溶液	现象	结论
A	溴水	溶液褪色	SO ₂ 具有氧化性
B	紫色石蕊溶液	溶液先变红后褪色	SO ₂ 具有漂白性
C	酸性 KMnO ₄ 溶液	溶液由紫色逐渐变为无色	SO ₂ 具有还原性
D	滴有酚酞的 NaOH 溶液	溶液由红色逐渐变为无色	SO ₂ 溶于水生成强酸

【解析】SO₂ 中 S 元素的化合价为 +4 价, 是 S 元素的中间价态, 所以 SO₂ 既有氧化性, 又有还原性, 另外 SO₂ 还有漂白性、酸性等。A. SO₂ 通入溴水, 溶液褪色, SO₂ 表现出来的是还原性, 错误; B. SO₂ 通入紫色石蕊溶液, SO₂ 与水反应生成了亚硫酸, 溶液只变红不褪色, 错误; C. SO₂ 通入酸性 KMnO₄ 溶液, SO₂ 将 KMnO₄ 还原导致其褪色, SO₂ 表现出还原性, 正确; D. SO₂ 通入滴有酚酞的 NaOH 溶液, SO₂ 与 NaOH 反应生成 Na₂SO₃, 溶液碱性减弱, 溶液由红色逐渐变为无色, 说明 SO₂ 水溶液呈酸性, 不能说明反应生成了强酸, 错误。

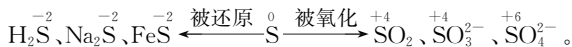
互动课堂



合作探究

探究 1 硫的化学性质

1. 从元素化合价角度理解硫的化学性质。



2. 硫在一定条件下与大多数金属反应生成相应的金属硫化物, 与变价金属反应生成相应的低价态金属硫化物, 如 $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ 、 $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}$ 。

3. 硫与氧气反应, 不论氧气是否足量、浓度如何, 其一步反应都只能生成 SO₂, 不能生成 SO₃, 化学方程式为 $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ 。

4. 硫与热碱反应, 既表现氧化性, 又表现还原性。化学方程式为 $3\text{S} + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。实验室中, 常用热的 NaOH 溶液溶解除去附着在试管内壁的单质硫。

【例 1】下列叙述错误的是 ()

- A. 自然界中的硫都是以化合态存在
- B. 硫既有氧化性, 又有还原性
- C. 附着在试管壁上的硫, 可用 CS₂ 洗涤
- D. 硫黄主要用于制造硫酸、化肥等

【答案】A

【解析】A. 自然界中的硫既能以化合态存在又能以游离态(如火山喷口附近)存在, 错误; B. 单质硫中, 硫元素呈 0 价, 既能得电子表现氧化性, 又能失电子表现还原性, 正确; C. 硫单质易溶于 CS₂, 所以附着在试管壁上的硫, 可用 CS₂ 洗涤, 正确; D. 硫黄燃烧生成二氧化硫, 二氧化硫的氧化产物用水吸收可制得硫酸, 硫酸与氨反应生成化肥硫酸铵, 正确。

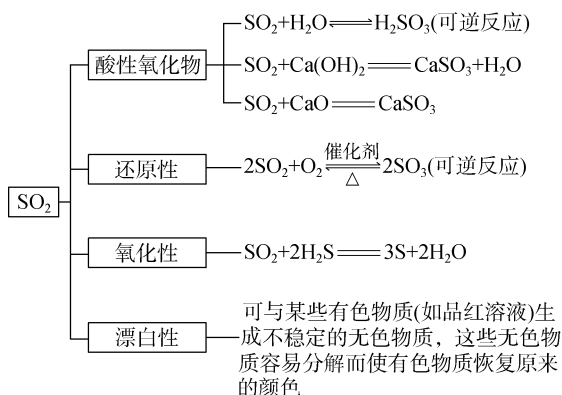
【点睛】自然界中能以游离态存在的元素有氢、碳、氮、氧、硫和铁等, 游离态的硫存在于火山口附近或地壳的岩层中。

【变式训练 1】下列说法不正确的是 ()

- A. 硫是一种难溶于水的黄色晶体
- B. 在自然界中既有化合态的硫, 又有游离态的硫
- C. 硫与铁反应生成硫化亚铁
- D. 硫在空气中的燃烧产物是三氧化硫

【解析】硫在空气中的燃烧产物是二氧化硫。

探究 2 二氧化硫的化学性质



注意: (1) SO₂ 的漂白具有选择性, 它可以漂白品红溶液, 以及纸浆、丝等物品, 但不能漂白酸碱指示剂, 如石蕊、酚酞溶液等。

(2) SO₂ 能使溴水、酸性 KMnO₄ 溶液褪色, 是因为 SO₂ 的还原性。

(3) 利用氯水、SO₂ 的漂白性, 可以鉴别 Cl₂ 和 SO₂。方法是将两种气体分别通入品红溶液中, 品红溶液均褪色, 然后再加热, 恢复红色的溶液中通入的是 SO₂, 不恢复红色的溶液中通入的是 Cl₂。

【例 2】下列根据 SO₂ 通入不同溶液中的实验现象, 所得的结论错误的是 ()

选项	溶液	现象	结论
A	H ₂ O ₂ 溶液	无明显现象	SO ₂ 与 H ₂ O ₂ 不反应
B	H ₂ S 溶液	产生淡黄色沉淀	SO ₂ 有氧化性
C	酸性 KMnO ₄ 溶液	紫色褪去	SO ₂ 有还原性
D	滴有酚酞的 NaOH 溶液	溶液红色褪去	SO ₂ 有酸性氧化物的性质

【答案】A

【解析】A. SO₂ 与 H₂O₂ 反应生成 H₂SO₄, 结论错误; B. SO₂ 与 H₂S 反应生成 S 沉淀, SO₂ 中 S 元素化合价降低, SO₂ 表现氧化性, 正确; C. SO₂ 有还原性, 能被高锰酸钾氧化, 使高锰酸钾褪色, 正确; D. SO₂ 与氢氧化钠反应生成亚硫酸钠, 氢氧化钠溶液碱性减弱, 溶液红色褪去, 正确。

【点睛】二氧化硫的化学性质可归纳为“四性”, 即酸性氧化物的通性、氧化性、还原性和漂白性。注意漂白性是指对有机物的漂白, 不能把褪色都理解为漂白。

【变式训练 2】把少量的 SO₂ 气体通入下列物质的溶液中, 溶液不变浑浊的是 ()

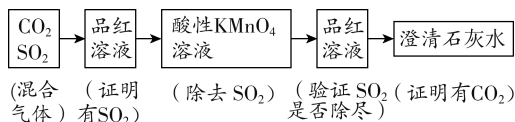
- A. H₂S
- B. BaCl₂
- C. Na₂S
- D. Ba(OH)₂

【解析】A. 二氧化硫气体通入 H₂S 溶液中生成硫沉淀, 溶液变浑浊, 错误; B. 由于亚硫酸的酸性比盐酸的弱, 故二氧化硫通入氯化钡溶液不反应, 正确; C. 向硫化钠溶液中通入少量二氧化硫, 反应生成硫沉淀, 错误; D. 把少量的 SO₂ 气体通入 Ba(OH)₂ 溶液, 生成 BaSO₃ 沉淀和水, 错误。

探究3 SO₂与CO₂的比较

物质	SO ₂	CO ₂
相同点	常温下都是气体;密度均大于空气;酸性氧化物;非电解质,溶于水的溶液均可导电	
不同点	易溶于水(1体积的水可溶解约40体积的SO ₂)	能溶于水
	具有还原性	无还原性
	能使品红溶液褪色	不能使品红溶液褪色
应用(除杂)	CO ₂ 里混有少量SO ₂ ,将气体通入饱和NaHCO ₃ 溶液中洗气	

注意:SO₂和CO₂都能使澄清石灰水变浑浊,检验二者同时存在的一般流程如下图所示。



可将除去SO₂和验证SO₂是否除尽合并为一个装置,方法是使用较浓的酸性KMnO₄溶液,现象是酸性KMnO₄溶液颜色变浅,但不褪成无色。

【例3】下列溶液中能区别SO₂和CO₂气体的是 ()

①氯水 ②品红溶液 ③酸性KMnO₄溶液 ④澄清石灰水 ⑤H₂S溶液

- A. ①②④ B. ②③④
C. ①②③⑤ D. ①②③④⑤

【答案】C

【解析】①SO₂具有还原性,能被氯水氧化(溶液褪色),而CO₂没有此性质,所以能利用氯水区别SO₂和CO₂;②SO₂具有漂白性,能使品红溶液褪色,而CO₂没有此性质,所以能利用品红溶液区别SO₂和CO₂;③SO₂具有还原性,能被酸性KMnO₄溶液氧化(溶液褪色),而CO₂没有此性质,所以能利用酸性KMnO₄溶液区别SO₂和CO₂;④SO₂和CO₂都属于酸性氧化物,它们都能使澄清石灰水变浑浊,所以不能利用澄清石灰水来区别SO₂和CO₂;⑤SO₂具有氧化性,能将H₂S溶液氧化生成硫单质(有黄色沉淀生成),而CO₂没有此性质,所以能利用H₂S溶液区别SO₂和CO₂。

【点睛】作为酸性氧化物,二氧化碳和二氧化硫的性质相同,鉴别二者时只能利用二氧化硫的特性,如还原性和漂白性等。

【变式训练3】除去CO₂中混有的少量SO₂气体,最好选用的试剂是 ()

- A. 澄清石灰水 B. 品红溶液
C. 水 D. 饱和NaHCO₃溶液

【解析】A. 澄清石灰水与CO₂、SO₂均能发生反应,错误; B. 品红可以用来检验SO₂,但不能用来除去SO₂,错误; C. CO₂、SO₂均能溶于水,错误; D. 饱和NaHCO₃溶液能与SO₂反应,但不吸收CO₂,正确。

随堂小练

1. 下列关于硫的叙述中,不正确的是 ()

- A. 试管内壁附着的硫可用二硫化碳溶解除去
B. 硫在自然界中只能以硫化物和硫酸盐的形态存在
C. 化石燃料的大量燃烧是空气中二氧化硫含量升高的主要原因
D. 硫单质既有氧化性又有还原性

【解析】A. 硫是一种难溶于水的黄色晶体,易溶于二硫化碳,试管内壁附着的硫可用二硫化碳溶解除去,A不符合题意; B. 在自然界中硫的存在形式有游离态和化合态,单质硫主要存在于火山喷口处,以化合态存在的硫多为矿物,可分为硫化物矿和硫酸盐矿,B符合题意; C. 化石燃料中含有大量硫元素,在空气中燃烧的过程中会释放大量二氧化硫气体,因此化石燃料的大量燃烧是空气中二氧化硫含量升高的原因,C不符合题意; D. 硫单质中硫为0价,为硫的中间价态,既有氧化性又有还原性,D不符合题意。

2. (双选)将过量SO₂气体通入下列溶液中,能生成白色沉淀且沉淀不溶解的是 ()

- A. Ba(OH)₂溶液 B. Ba(NO₃)₂溶液
C. BaCl₂溶液 D. Ba(ClO)₂溶液

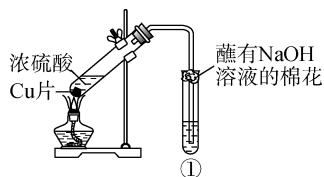
【解析】SO₂与Ba(OH)₂溶液反应生成亚硫酸钡沉淀,气体过量时沉淀溶解,故不选A; SO₂与Ba(NO₃)₂溶液发生氧化还原反应生成硫酸钡沉淀,沉淀不溶解,故选B; SO₂与BaCl₂溶液不反应,不能生成沉淀,故不选C; SO₂与Ba(ClO)₂溶液发生氧化还原反应生成硫酸钡沉淀,沉淀不溶解,故选D。

3. 下列离子方程式正确的是 ()

- A. 向NaOH溶液中通入少量SO₂: $\text{SO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HSO}_3^-$
B. 向氯水中通入少量SO₂: $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$
C. 将SO₂通入饱和NaHCO₃溶液中: $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
D. 将SO₂通入BaCl₂溶液中: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$

【解析】A. 向NaOH溶液中通入少量的SO₂,离子方程式: $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_4^{2-}$,故A错误; B. 向氯水中通入少量的SO₂,离子方程式: $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$,故B正确; C. 将SO₂通入到饱和的NaHCO₃溶液中,离子方程式: $\text{SO}_2 + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{SO}_3^{2-}$,故C错误; D. 将SO₂通入到BaCl₂溶液中不发生反应,故D错误。故选B。

4. 用如图所示装置进行实验,下列对试管①中的试剂及实验现象的解释不合理的是 (C)



选项	试剂	现象	解释
A	品红溶液	溶液褪色	SO ₂ 具有漂白性
B	紫色石蕊溶液	溶液变红	SO ₂ 与水反应生成酸
C	Ba(NO ₃) ₂ 溶液	产生白色沉淀	SO ₃ ²⁻ 与 Ba ²⁺ 生成 BaSO ₃ 沉淀
D	酸性 KMnO ₄ 溶液	溶液褪色	SO ₂ 具有还原性

【解析】A. 二氧化硫与品红反应生成无色物质,SO₂ 具有漂白性,溶液褪色,正确;B. 二氧化硫为酸性氧化物,与水反应生成酸,使紫色石蕊溶液变红,正确;C. 在酸性溶液中二氧化硫与硝酸根离子发生氧化还原反应生成硫酸根离子,硫酸根离子与钡离子结合生成硫酸钡沉淀,故 C 错误;D. 二氧化硫被高锰酸钾氧化,溶液褪色可知 SO₂ 具有还原性,正确。

5. 利用化合价推测物质的性质是化学研究的重要手段。

(1)SO₂ 的性质 C (填字母)。

- A. 只有氧化性 B. 只有还原性
C. 既有氧化性又有还原性

(2)将 SO₂ 通入酸性 KMnO₄ 溶液中,溶液由紫色变成无色(Mn 元素以 Mn²⁺ 形式存在)。反应结束后,硫元素的存在形式合理的是 D (填字母)。

- A. S²⁻ B. S
C. SO₃²⁻ D. SO₄²⁻

(3)将 SO₂ 通入氯水中,因发生氧化还原反应生成 H₂SO₄,写出该反应的化学方程式: SO₂ + Cl₂ + 2H₂O = H₂SO₄ + 2HCl。

【解析】(1)硫元素常见化合价为-2、+4、+6,SO₂ 中硫元素为+4 价,因此化合价既可以升高,又可以降低,因此既有氧化性又有还原性;(2)将 SO₂ 通入酸性 KMnO₄ 溶液中,溶液由紫色变成无色(Mn 元素以 Mn²⁺ 形式存在),锰元素化合价降低,则 SO₂ 是还原剂,硫元素化合价从+4 价升高到+6 价转化为硫酸根离子;(3)将 SO₂ 通入氯水中,因发生氧化还原反应生成 H₂SO₄,则 SO₂ 被氧化,氢元素来自水,水也参加反应,氯气作氧化剂,转化为盐酸,则该反应的化学方程式为 SO₂ + Cl₂ + 2H₂O = H₂SO₄ + 2HCl。



温馨提示:请自主完成课后作业(一)

课后作业·单独成册



第2课时 硫酸 硫酸根离子的检验

自主预习



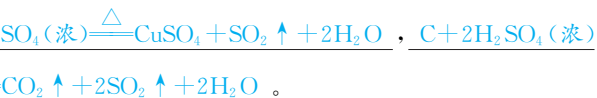
知新导学

1. 硫酸的制法

硫酸可用于生产化肥、农药、炸药、染料和盐类等。工业上一般以 硫黄 或其他含硫矿物(如黄铁矿)为原料来制备硫酸。

2. 浓硫酸的性质

硫酸在水里很容易电离出 氢离子, 具有 酸 性。浓硫酸具有很强的 吸水 性和 脱水 性等特殊的性质。浓硫酸还具有很强的 氧化 性, 能氧化大多数金属单质和部分非金属单质。分别写出浓硫酸与铜、木炭反应的化学方程式: $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。



3. 硫酸盐

自然界中的硫酸钙常以 石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 的形式存在。石膏被加热到 150°C 时, 会失去所含大部分结晶水而变成 熟石膏 ($2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)。自然界中的硫酸钡以 重晶石 (BaSO_4) 的形式存在, 在医疗上俗称“钡餐”。硫酸铜结合水后变成蓝色晶体, 俗称 胆矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)。

4. 在溶液中, SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。



小试牛刀

- 下列关于稀硫酸的叙述正确的是 (B)
 - 稀硫酸具有强氧化性
 - 稀硫酸能与铁等活泼金属反应
 - 稀硫酸能使蔗糖脱水
 - SO_2 溶于水, 可得到稀硫酸

【解析】A. 浓硫酸才具有强氧化性, 错误; B. 稀硫酸能与铁等活泼金属发生置换反应, 正确; C. 稀硫酸没有脱水性, 不能使蔗糖脱水, 错误; D. SO_2 溶于水, 可得到亚硫酸, 错误。

- 下列关于浓硫酸的叙述正确的是 (B)
 - 浓硫酸具有吸水性, 因而能使蔗糖炭化
 - 向蓝色胆矾晶体滴加浓硫酸时蓝色晶体会变为白色固体
 - 浓硫酸是一种干燥剂, 能够干燥氨、氢气等气体
 - 常温下, 浓硫酸不与铁、铝反应, 所以可以用铁、铝制容器盛装浓硫酸

【解析】A. 浓硫酸具有脱水性, 因而能使蔗糖炭化, 错误。B. 蓝色胆矾晶体为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 浓硫酸具有吸水性, 蓝色胆矾晶体滴加浓硫酸会失去结晶水变成白色的 CuSO_4 , 正确。C. 浓硫酸具有吸水性, 可以用来作干燥剂, 可干燥一些不与浓硫酸反应的气体, 如中性或酸性气体, 不能用来干燥碱性及具有还原性的气体。氨为碱性气体, 不能用浓硫酸

进行干燥, C 错误。D. 常温下, 浓硫酸使铁、铝等金属快速生成致密氧化膜隔离反应物而钝化, 所以可以用铁制、铝制容器盛装浓硫酸, 而不是浓硫酸不与铁、铝反应, 错误。

- 用可溶性钡盐检验硫酸根离子的存在时, 先在待测溶液中加入盐酸, 其作用是 (C)
 - 形成较多的白色沉淀
 - 形成的沉淀纯度更高
 - 排除硫酸根离子以外的其他阴离子及银离子的干扰
 - 排除钡离子以外的其他阳离子的干扰

【解析】加盐酸可以排除银离子、碳酸根离子等的干扰, C 正确。

互动课堂



合作探究

探究1 浓硫酸的三大特性

1. 吸水性

浓硫酸常用于干燥中性和酸性气体, 如 H_2 、 O_2 、 Cl_2 、 HCl 等, 但不能干燥碱性气体(如 NH_3)和常温下具有还原性的气体(如 H_2S 、 HBr 、 HI 等)。因为浓硫酸具有吸水性, 所以不可将其暴露于空气中。

2. 脱水性

浓硫酸能使蔗糖、纸张、木材等有机物中的氢和氧按水的组成比脱去。浓硫酸可用作脱水剂。

3. 强氧化性

(1) 常温下使 Fe、Al 钝化。

(2) 与金属活动性顺序中位于氢之前的活泼金属(如 Zn 等)反应。

规律: ①浓硫酸既表现氧化性, 又表现酸性。

②浓硫酸一旦变稀, 就发生置换反应, 如 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(3) 与金属活动性顺序中位于氢之后的不活泼金属(除 Au、Pt 外)反应。

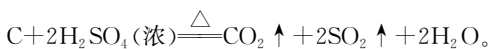
规律: ①反应需加热, 否则不反应。

②氧化产物是硫酸盐, 变价金属显高价, 还原产物为 SO_2 。

③浓硫酸既表现氧化性, 又表现酸性。

④随反应进行, 硫酸浓度变小, 一旦变为稀硫酸, 反应就会停止。

(4) 与非金属单质反应。



规律: ①反应要加热, 否则不反应。

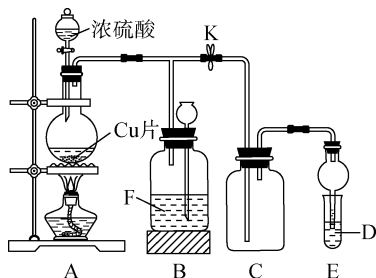
②氧化产物是含氧酸或非金属氧化物, 还原产物为 SO_2 。

③浓硫酸只表现氧化性。

④随反应进行, 硫酸浓度变小, 一旦变为稀硫酸, 反应就会停止。

⑤不能氧化 H_2 、 N_2 、 O_2 、 Si 、 Cl_2 、 F_2 、 Br_2 等。

【例 1】某化学兴趣小组为探究铜与浓硫酸的反应,用如图所示装置进行有关实验。实验中甲同学将 $a \text{ g}$ Cu 片和 12 mL $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓硫酸放入圆底烧瓶中加热,直到反应完毕,最后发现烧瓶中还有一定量的 H_2SO_4 和 Cu 剩余。请回答下列问题:



(1)写出 Cu 与浓硫酸反应的化学方程式:_____。

(2)试管 D 内盛品红溶液,当 C 中气体集满后,D 中有可能观察到的现象是_____。实验装置 E 有可能造成环境污染,试用最简单的方法解决(实验用品自选):_____。

(3)装置 B 的作用是储存多余的气体。当 D 中有明显现象后,关闭止水夹 K,移去酒精灯,但由于余热的作用,A 处仍有气体产生,此时装置 B 中的现象是_____。

(4)F 中应盛放的液体是_____ (填字母)。

- A. 饱和 Na_2SO_3 溶液 B. 酸性 KMnO_4 溶液
C. 浓溴水 D. 饱和 NaHSO_3 溶液

(5)为什么有一定量的余酸,但未能使 Cu 完全溶解?你认为原因是_____。

(6)下列足量药品能够用来证明反应结束后的烧瓶中有余酸的是_____ (填字母)。

- A. Fe 粉 B. BaCl_2 溶液
C. Ag D. Na_2CO_3 溶液

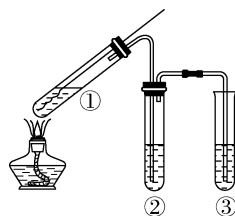
【答案】(1) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2)品红溶液褪色 将浸有 NaOH 溶液的棉花团塞在试管口
(3)F 中液面下降,长颈漏斗中液面上升 (4)D (5)随着反应的进行,浓硫酸的浓度不断减小,稀硫酸与 Cu 不反应 (6)AD

【解析】浓硫酸与 Cu 反应产生的 SO_2 可以使品红溶液褪色, SO_2 可以用 NaOH 溶液吸收。装置 B 的作用是储存多余的气体,所以 F 中应盛放饱和 NaHSO_3 溶液,以减少 SO_2 的溶解。随着反应的进行,浓硫酸的浓度逐渐减小,稀硫酸与 Cu 不反应,所以虽然有一定量的余酸,但未能使 Cu 完全溶解。

【点睛】铜与浓硫酸常温下不反应,加热生成硫酸铜和二氧化硫。随着反应的进行,浓硫酸浓度减小,铜与稀硫酸不能再继续反应。

【变式训练 1】用如图所示实验装置(夹持仪器已略去)探究铜丝与过量浓硫酸的反应。下列有关叙述不合理的是 (D)



- A. 抽动①中铜丝可控制 SO_2 的量
B. ②中选用品红溶液验证 SO_2 的生成
C. ③中选用 NaOH 溶液吸收多余的 SO_2
D. 为确认有 CuSO_4 生成,向①中加水,观察颜色

【解析】A. 当铜丝与浓硫酸接触时才能反应,当往上抽动铜丝时,铜丝与硫酸不接触,反应停止,故通过上下移动①中铜丝控制 SO_2 的量,正确;B. 二氧化硫可使品红溶液褪色,可用品红检验是否有二氧化硫生成,正确;C. 二氧化硫有毒,需要进行尾气处理,二氧化硫为酸性氧化物,可以与碱反应,所以可以用氢氧化钠溶液吸收多余的二氧化硫,正确;D. 试管①中有剩余的浓硫酸,直接加水,会放出大量的热,会发生暴沸危险,错误。

探究 2 浓硫酸与稀硫酸

物质		浓硫酸	稀硫酸
溶质的主要存在形式		H_2SO_4	H^+ 、 SO_4^{2-}
导电性		几乎不导电	强
酸性	遇碱	反应	
	遇 NaCl 固体	$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$ (用于制 HCl 气体)	不反应
氧化性	强弱	强氧化性,属于氧化性酸,还原产物为 SO_2	弱氧化性,属于非氧化性酸,还原产物为 H_2
	遇 Fe 、 Al (常温)	钝化	反应
	遇 Cu 、 C (加热)	反应	不反应
脱水性		有	无
吸水性		有	无

【例 2】某研究小组成员设计鉴别浓硫酸和稀硫酸的如下方案,其中不合理的是 ()

选项	操作	结论
A	将火柴梗伸入溶液中	使火柴梗变黑者为浓硫酸
B	分别加入金属铝片	产生刺激性气味者为稀硫酸
C	分别加入盛水的试管中	放热者为浓硫酸
D	分别加入 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体中	使晶体变白者为浓硫酸

【答案】B

【解析】向稀 H_2SO_4 中加入金属铝片后,产生无色、无臭的气体,B 错误。

【点睛】根据浓硫酸和稀硫酸性质上的差别,可归纳出鉴别二者的 6 种方法:

各取少量试样,进行以下实验,即可鉴别。

(1)密度法:取等体积的两种试样,质量大者为浓硫酸。

(2)放出 H_2 法:分别加入盛有 Fe 片的试管中,放出气体者为稀硫酸。

(3)脱水性:用玻璃棒分别蘸取试样在纸上写字,在常温下,使纸变黑者为浓硫酸,也可用木材、蔗糖等做相似的实验。

(4)吸水性:加入 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体中,使晶体变白者为浓硫酸,得蓝色溶液者为稀硫酸;各取等质量试样,敞口放置一段时间后称量,质量增加者为浓硫酸。

(5)氧化性:分别加入盛有 Cu 片的试管中,加热,放出刺激性气味气体者为浓硫酸。

(6)酸碱指示剂:在蓝色石蕊试纸上滴 1~2 滴试样,使试纸变红色者为稀硫酸;使试纸先变红,过一会儿变黑者为浓硫酸。

【变式训练 2】下列关于浓硫酸和稀硫酸的叙述中正确的是 (C)

- A. 常温下都能与铁发生反应,放出气体
- B. 加热都能与铜发生反应
- C. 硫元素的化合价都是 +6 价
- D. 都能作为气体的干燥剂

【解析】A. 常温下浓硫酸遇到金属铁会发生钝化,稀硫酸和铁发生反应产生氢气,错误;B. 金属铜和稀硫酸不反应,加热金属铜可以和浓硫酸发生反应,错误;C. 浓硫酸和稀硫酸中 H 元素的化合价是 +1 价, O 元素的化合价是 -2 价,根据化合物中正、负化合价代数和为 0 可确定 S 元素的化合价都是 +6 价,正确;D. 浓硫酸具有吸水性,常用作干燥剂,但是稀硫酸不具有吸水性,错误。

探究 3 硫酸根离子的检验

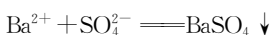
1. 实验探究

在三支试管中分别加入少量稀硫酸、 Na_2SO_4 溶液和 Na_2CO_3 溶液,然后各滴入几滴 BaCl_2 溶液,观察现象;再分别加入少量稀盐酸,振荡,观察现象。

实验操作	稀硫酸	Na_2SO_4 溶液	Na_2CO_3 溶液
滴入几滴 BaCl_2 溶液	有白色沉淀生成	有白色沉淀生成	有白色沉淀生成
分别加入少量稀盐酸,振荡	白色沉淀不溶解	白色沉淀不溶解	白色沉淀溶解

2. 实验结论

在溶液中, SO_4^{2-} 可与 Ba^{2+} 反应,生成不溶于稀盐酸的白色 BaSO_4 沉淀。



3. 检验 SO_4^{2-} 的正确操作方法

被检液 $\xrightarrow{\text{加足量稀盐酸酸化}}$ 取清液 $\xrightarrow{\text{滴加 BaCl}_2 \text{ 溶液}}$ 观察有

无白色沉淀产生(有白色沉淀产生则证明有 SO_4^{2-})。

注意:先加稀盐酸的目的是防止 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Ag^+ 的干扰。整个检验过程中可能发生反应的离子方程式: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow$ 、 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

【例 3】下列检验某溶液中是否含有 SO_4^{2-} 的方法中,正确的是 ()

- A. 向该溶液中加入酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液出现白色沉淀,说明该溶液中一定有 SO_4^{2-}
- B. 向该溶液中加入 BaCl_2 溶液出现白色沉淀,说明该溶液中一定有 SO_4^{2-}
- C. 向该溶液中加入足量 HCl ,无现象,再加入 BaCl_2 溶液出现白色沉淀,说明该溶液中一定有 SO_4^{2-}
- D. 向该溶液中加入 BaCl_2 溶液,产生白色沉淀,再加入 HCl 沉淀不溶解,说明该溶液中一定有 SO_4^{2-}

【答案】C

【解析】A. 酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液有氢离子和硝酸根离子,稀硝酸能把 SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} ,从而干扰 SO_4^{2-} 的检验,错误;B. 沉淀可能为氯化银,原溶液可能含有银离子,错误;C. 首先在溶液中加入盐酸酸化,再加入 BaCl_2 溶液,若有 BaSO_4 白色沉淀产生,则证明有 SO_4^{2-} ,操作正确;D. 沉淀可能为氯化银,原溶液可能含有银离子,错误。

【点睛】检验 SO_4^{2-} 时的易错点

(1)只加可溶性钡盐,不酸化。误将 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 等干扰离子判断成 SO_4^{2-} 。因上述离子与 Ba^{2+} 结合会产生 BaCO_3 、 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 BaSO_3 白色沉淀。

(2)向待测液中滴加 BaCl_2 溶液,再加稀盐酸有白色沉淀产生便判定含 SO_4^{2-} 。其错误是未考虑到溶液中如果不含 SO_4^{2-} ,而含 Ag^+ 或 Pb^{2+} 时也会产生同样的现象: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow$ (白色), $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{PbCl}_2 \downarrow$ (白色)。

(3)向待测液中滴加用稀盐酸酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液生成白色沉淀,便误以为有 SO_4^{2-} 。其错误是未考虑到 NO_3^- 具有强氧化性,在酸性环境中会发生反应: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_3 \downarrow$ (白色), $3\text{BaSO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{BaSO}_4 \downarrow$ (白色) + $2\text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

【变式训练 3】检验某溶液中是否含有 SO_4^{2-} 时,为防止 Ag^+ 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 等离子的干扰,下列实验方案比较严密的是 (A)

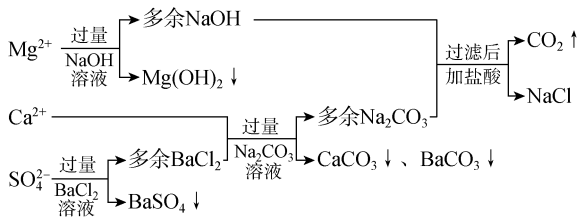
- A. 先加稀盐酸将溶液酸化,再滴加 BaCl_2 溶液,看是否生成白色沉淀
- B. 先加稀硝酸将溶液酸化,再滴加 BaCl_2 溶液,看是否生成白色沉淀
- C. 向溶液中滴加稀盐酸酸化的 BaCl_2 溶液,看是否生成白色沉淀
- D. 向溶液中滴加稀硝酸酸化的 BaCl_2 溶液,看是否生成白色沉淀

【解析】A. 先加稀盐酸将溶液酸化,排除 Ag^+ 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 干扰,然后加入氯化钡溶液,如果生成白色沉淀,可证明

溶液中含有硫酸根离子,正确;B.加稀硝酸将溶液酸化,不能排除银离子的干扰,如果溶液中含有亚硫酸根离子, HNO_3 能将亚硫酸根离子氧化成硫酸根离子,因此也无法检验原溶液中是否含有硫酸根离子,错误;C.向溶液中滴加稀盐酸酸化的 BaCl_2 溶液,不能排除银离子的干扰,错误;D.向溶液中滴加稀硝酸酸化的 BaCl_2 溶液,不能排除银离子、亚硫酸根离子的干扰,错误。

探究4 除去粗盐中可溶性杂质的原理

1.除杂(可溶性硫酸盐及 CaCl_2 、 MgCl_2 等)流程



2.除杂原理

杂质	加入的试剂	离子方程式
可溶性硫酸盐	过量 BaCl_2 溶液	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
CaCl_2 和多余的 BaCl_2	过量 Na_2CO_3 溶液	$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ 、 $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$
MgCl_2	过量 NaOH 溶液	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$
多余的 NaOH 、 Na_2CO_3	适量盐酸	$\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

3.化学方法分离提纯物质的“四原则”和“三必须”

(1)“四原则”:一不增(不增加新的杂质);二不减(不减少被提纯的物质);三易分离(被提纯的物质与杂质易分离);四易复原(被提纯的物质要易复原)。

(2)“三必须”:一是除杂试剂必须过量;二是过量试剂必须除尽;三是除杂途径必须最佳。

【例4】为了除去粗盐中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 及泥沙,将粗盐溶于水,然后进行下列五项操作:①过滤;②加过量 NaOH 溶液;③加适量盐酸;④加过量 Na_2CO_3 溶液;⑤加过量 BaCl_2 溶液。正确的操作顺序是 ()

- A. ①④②⑤③ B. ④①②⑤③
C. ②⑤④③① D. ⑤②④①③

【答案】D

【解析】要先除 SO_4^{2-} ,然后再除 Ca^{2+} ,碳酸钠可以除去过量的 Ba^{2+} ,如果物质加入的顺序反了,过量的 Ba^{2+} 就没法除去,至于加氢氧化钠除去 Mg^{2+} 顺序不受限制,因为过量的氢氧化钠加盐酸就可以调节了,只要将三种离子除完再过滤就行了,最后加盐酸除去过量的 OH^- 、 CO_3^{2-} ,所以操作顺序可以为:②⑤④①③或⑤②④①③或⑤④②①③,正确答案为D。

【点睛】除去多种杂质时,要考虑加入试剂的顺序,为了保证将杂质除尽,所加试剂必须过量,为了不引进新的杂质,后面加入的试剂要能够除去前面所加入的过量试剂。

【变式训练4】关于粗盐提纯,下列说法错误的是 (C)

- A. 粗盐提纯过程包括了除杂和结晶过程
B. 粗盐提纯过程中利用沉淀反应除去了 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-}
C. 粗盐提纯过程中为防止引入杂质,加入的除杂试剂不能过量
D. 粗盐提纯过程中过滤操作之后需加入盐酸调节溶液的pH

【解析】A.粗盐提纯除去可溶性杂质过程包括了溶解、加入除杂试剂、过滤、加入盐酸调节溶液和蒸发结晶,正确;B.粗盐提纯过程中,先后加入氢氧化钠溶液、氯化钡溶液、碳酸钠溶液,利用沉淀反应除去了 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} ,正确;C.粗盐提纯过程中为了使杂质离子完全除去,加入的除杂试剂必须过量,错误;D.粗盐提纯过程中,加入氢氧化钠溶液、氯化钡溶液、碳酸钠溶液,过滤操作之后需加入盐酸调节溶液的pH除去过量的氢氧化钠和碳酸钠,正确。

随堂小练

- 1.下列现象或用途与浓硫酸的脱水性有关的是 (C)
A. 浓硫酸可作氯气的干燥剂
B. 浓硫酸加到胆矾上,蓝色晶体变成白色粉末
C. 浓硫酸加到蔗糖中,蔗糖变黑
D. 浓硫酸在加热条件下可与铜等不活泼金属反应

【解析】A.浓硫酸和氯气不反应,浓硫酸作氯气的干燥剂体现的是其吸水性,错误;B.浓硫酸加到胆矾上,蓝色晶体变成白色粉末,体现的是浓硫酸的吸水性,错误;C.浓硫酸将蔗糖中的H、O元素按水的组成比2:1脱去而体现其脱水性,正确;D.在加热条件下,浓硫酸和铜等不活泼金属反应体现其强氧化性和酸性,错误。

- 2.(双选)下列关于硫酸性质的描述中,正确的是 (BD)
A. 浓 H_2SO_4 有强氧化性,稀 H_2SO_4 完全没有氧化性
B. 由于浓 H_2SO_4 具有吸水性,所以可用作干燥剂
C. 稀 H_2SO_4 不与铜反应,但把铜片放在浓 H_2SO_4 中立即发生激烈反应
D. 在受热的情况下浓 H_2SO_4 也能与铁、铝发生反应

【解析】A.浓 H_2SO_4 和稀 H_2SO_4 都有氧化性,浓 H_2SO_4 的氧化性是S元素体现的,稀 H_2SO_4 的氧化性是H元素体现的,错误;B.浓 H_2SO_4 作干燥剂是利用浓 H_2SO_4 的吸水性,正确;C.稀 H_2SO_4 和铜不反应,在加热条件下,浓 H_2SO_4 和铜发生氧化还原反应生成硫酸铜、二氧化硫和水,错误;D.常温下,浓 H_2SO_4 和铁、铝发生钝化现象,加热条件下能发生氧化还原反应生成硫酸盐、二氧化硫和水,正确。

- 3.下列检验试样中是否有 SO_4^{2-} 的操作及结论正确的是 (D)
A. 滴加 BaCl_2 溶液有白色沉淀生成,一定有 SO_4^{2-}
B. 滴加盐酸酸化的 BaCl_2 溶液有白色沉淀生成,一定有 SO_4^{2-}
C. 滴加硝酸酸化的 AgNO_3 溶液没有白色沉淀生成,一定没有 SO_4^{2-}

D. 先加盐酸无明显现象,再加 BaCl_2 溶液有白色沉淀生成,一定有 SO_4^{2-}

【解析】A 中可能为 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 或 Ag^+ ; B 中可能为 Ag^+ ; Ag_2SO_4 是微溶物,只有当浓度较大时才出现沉淀,所以 C 选项中不能排除有 SO_4^{2-} 存在的可能。

4. 下列事实与浓硫酸具有强氧化性有关的是 (C)

① 常温时用铁制容器运输浓硫酸 ② 实验室中,用浓硫酸与亚硫酸钠固体反应制取 SO_2 ③ 浓硫酸使蔗糖炭化变黑并有大量气体产生 ④ 浓硫酸使胆矾变为白色 ⑤ 浓硫酸不能用来干燥 NH_3

A. ①③④

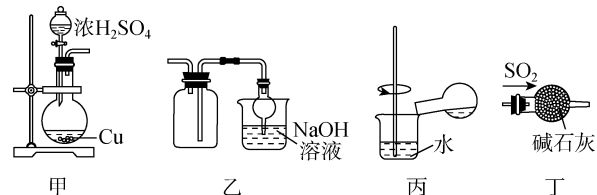
B. ①②③

C. ①③

D. ②③⑤

【解析】浓硫酸具有酸的通性,浓硫酸具有强氧化性、吸水性、脱水性,且是高沸点酸。与浓硫酸具有强氧化性有关,说明二者发生氧化还原反应。① 常温时,浓硫酸将铁氧化为一层致密的氧化物薄膜而阻止铁进一步被氧化,所以常温下用铁制容器运输浓硫酸是利用浓硫酸的强氧化性,正确;② 实验室中,用浓硫酸与亚硫酸钠固体反应制取 SO_2 ,是利用浓硫酸是强酸,与浓硫酸的强氧化性无关,错误;③ 浓硫酸使蔗糖炭化变黑并有大量气体产生,浓硫酸使蔗糖中的 H、O 按水的组成比 2:1 脱去,且将碳氧化为二氧化碳,浓硫酸体现了脱水性和强氧化性,正确;④ 浓硫酸能使胆矾变为白色,是利用浓硫酸的吸水性,错误;⑤ 浓硫酸不能用来干燥 NH_3 ,是因为浓硫酸有酸性,错误。

5. 探究浓硫酸和铜的反应,下列装置或操作正确的是 (C)



A. 用装置甲进行铜和浓硫酸的反应

B. 用装置乙收集二氧化硫并吸收尾气

C. 用装置丙稀释反应后的混合液

D. 用装置丁干燥 SO_2

【解析】A. 浓硫酸和 Cu 反应表现出强氧化性需要加热,错误; B. 二氧化硫的密度比空气的密度大,所以集气瓶中要长进短出,用向上排气法收集,错误; C. 向烧杯中加水,将烧瓶中反应后的混合液倒入烧杯中,用玻璃棒不断搅拌,正确; D. 碱石灰能与二氧化硫反应,不能用于干燥二氧化硫,错误。



温馨提示:请自主完成课后作业(二)

课后作业·单独成册



第3课时 不同价态含硫物质的转化

自主预习

知新导学

1. 自然界中硫的存在与转化

(1) 硫元素广泛存在于自然界中,是 植物 生长不可缺少的元素,组成生命体的 蛋白质 中就含有硫。

(2) 自然界中 游离 态的硫存在于火山口附近或地壳的岩层中。

(3) 自然界中 化合 态的硫广泛存在于硫酸盐、硫化物、火山喷发时释放的气体中。

2. 实验室中研究不同价态含硫物质的转化

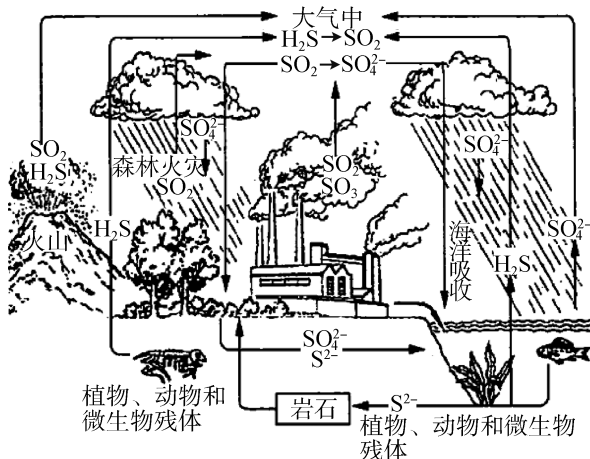
(1) 通过 氧化还原 反应实现不同价态含硫物质的相互转化。

(2) 低价态的硫向高价态转化时需加入 氧化 剂,高价态的硫向低价态转化时需加入 还原 剂。



小试牛刀

1. 硫在自然界的循环过程如图所示。下列说法中,不正确的是 (B)



A. 火山喷发、森林火灾都会产生 SO_2

B. 氢、氧两种元素没有参与硫的循环

C. 工厂产生的烟气应经脱硫处理后再排放

D. 硫在自然界的循环过程中,涉及了氧化还原反应

【解析】A. 由图分析可知火山喷发、森林火灾都会产生 SO_2 , 正确; B. 动植物和微生物残体的腐败会产生 H_2S , H_2S 燃烧产生 SO_2 , 所以氢、氧两种元素参与了硫的循环, 错误; C. 工厂产生的烟气应经脱硫处理后再排放, 可以减少二氧化硫生成, 降低酸雨的形成, 正确; D. 由图可知, $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$, 有化合价变化, 属于氧化还原反应, 所以硫在自然界的循环过程中, 涉及了氧化还原反应, 正确。

2. 一般情况下, 下列物质间的转化, 不可能经一步反应实现的是 (C)

A. $\text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

B. $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2$

C. $\text{S} \rightarrow \text{SO}_3$

D. $\text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3$

【解析】 二氧化硫和双氧水反应可生成硫酸, A 不符合题意; Fe 与盐酸反应生成氯化亚铁, 能一步实现, B 不符合题意; 硫和氧气只能生成二氧化硫, C 符合题意; 二氧化硫与 NaOH 反应生成亚硫酸钠, 能一步实现, D 不符合题意。

3. 硫在空气中燃烧生成气体 A, 把 A 溶于水得 B, 向 B 溶液中滴加溴水, 溴水褪色, B 变成 C, 向 C 中加入 Na_2S 产生气体 D, 把 D 通入 B 溶液得浅黄色沉淀 E。则 A、B、C、D、E 依次是 (B)

A. SO_2 、 H_2SO_4 、 H_2SO_3 、 H_2S 、S

B. SO_2 、 H_2SO_3 、 H_2SO_4 、 H_2S 、S

C. SO_2 、 H_2SO_3 、 H_2SO_4 、 SO_3 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

D. SO_3 、 H_2SO_4 、 H_2SO_3 、 SO_2 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

【解析】 硫在空气中燃烧生成 SO_2 , SO_2 溶于水得 H_2SO_3 , 向 H_2SO_3 中滴加溴水生成 H_2SO_4 和 HBr, 在 H_2SO_4 溶液中加入 Na_2S 产生气体 H_2S , H_2S 与 H_2SO_3 反应产生浅黄色沉淀 S, B 正确。

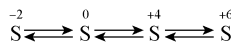
互动课堂



合作探究

探究1 不同价态含硫物质的转化

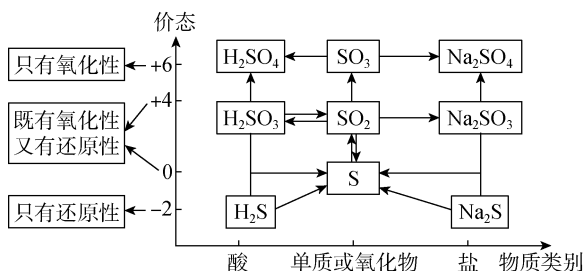
1. 硫元素常见价态及其转化关系



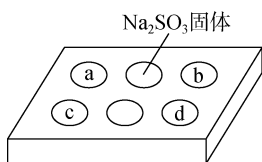
2. 实验探究

转化目标	选择试剂	实验操作和预期现象	实验结论
$\overset{-2}{\text{H}_2\text{S}} \rightarrow \overset{0}{\text{S}}$	二氧化硫、硫化氢、蒸馏水	将 H_2S 和 SO_2 通入水中, 生成淡黄色沉淀 (或溶液变浑浊)	SO_2 与 H_2S 反应生成单质硫
$\overset{+4}{\text{SO}_2} \rightarrow \overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4}$	二氧化硫、新制氯水、稀盐酸、 BaCl_2 溶液	将 SO_2 通入新制氯水中, 溶液浅黄绿色褪去; 向反应后的溶液中滴加稀盐酸无明显现象; 再向溶液中滴加氯化钡溶液, 产生白色沉淀	二氧化硫在水中能被强氧化剂氧化为 SO_4^{2-}
$\overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4} \rightarrow \overset{+4}{\text{SO}_2}$	浓硫酸、铜片	加热铜片和浓硫酸的混合物, 有刺激性气味气体生成	浓硫酸被金属铜还原为 SO_2

3. 硫及其化合物性质的思维模型



【例 1】某同学进行 SO_2 的性质实验。在点滴板 a、b、c、d 处分别滴有不同的试剂，再向 Na_2SO_3 固体上滴加数滴浓 H_2SO_4 后，在整个点滴板上盖上培养皿，一段时间后观察到的实验现象如表所示。下列说法正确的是 ()



序号	试剂	实验现象
a	品红溶液	红色褪去
b	酸性 KMnO_4 溶液	紫色褪去
c	NaOH 溶液(含 2 滴酚酞)	红色褪去
d	H_2S 溶液	黄色浑浊

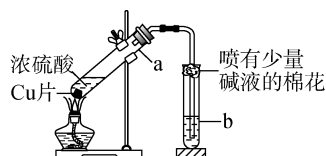
- A. 在浓硫酸与 Na_2SO_3 固体反应中，浓硫酸表现强氧化性
 B. a、b 均表明 SO_2 具有漂白性
 C. c 中只可能发生反应： $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 D. d 表明 SO_2 具有氧化性

【答案】D

【解析】A. 浓硫酸与 Na_2SO_3 固体反应制取 SO_2 为复分解反应，不涉及氧化还原反应，错误；B. SO_2 可以使品红褪色，说明其具有漂白性， SO_2 使酸性高锰酸钾溶液褪色，是由于其还原性，错误；C. c 中可能发生反应 $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，也可能发生反应 $\text{SO}_2 + \text{OH}^- = \text{HSO}_3^-$ ，错误；D. SO_2 与氢硫酸反应生成黄色的 S 单质，说明其具有氧化性，正确。

【点睛】亚硫酸钠与浓硫酸反应能够产生二氧化硫。本题考查二氧化硫的四种化学性质，要注意它们之间的区别，特别是漂白性和还原性的鉴别。

【变式训练 1】下列有关铜与过量浓硫酸反应的实验说法不正确的是 (B)



- A. 喷有碱液的棉花是为了防止 SO_2 污染环境
 B. 将水注入反应后冷却的试管 a 中，溶液变为蓝色
 C. SO_2 能使 KMnO_4 溶液褪色
 D. 反应的化学方程式是 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

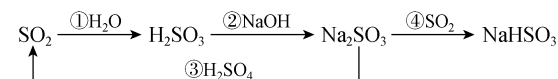
【解析】A. 喷有碱液的棉花的作用是吸收过量的 SO_2 ，防

止污染环境，正确；B. 浓硫酸是过量的，反应后的试管中有浓硫酸，把水注入浓硫酸中会发生危险，应该把反应后冷却的试管 a 中的液体倒入盛水的烧杯中，溶液变为蓝色，可以证明有硫酸铜生成，错误；C. SO_2 具有还原性，能与 KMnO_4 水溶液反应，使其褪色，C 正确；D. 铜与浓硫酸反应生成硫酸铜、二氧化硫和水，反应的化学方程式为： $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，D 正确。

探究 2 硫单质及其化合物之间的转化规律

1. 相同价态

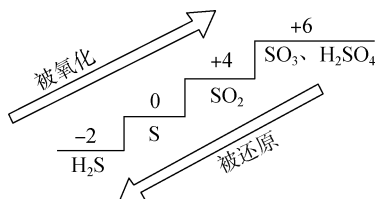
含有相同价态硫元素的物质之间的转化是通过非氧化还原反应实现的。如：



2. 不同价态

含有不同价态硫元素的物质之间的转化是通过氧化还原反应实现的。

当硫元素的化合价升高或降低时，一般升高或降低到其相邻的价态，即台阶式升降，可用下图表示：



注意：(1) 同种元素相邻价态的粒子间不发生氧化还原反应，如 S 和 H_2S 、S 和 SO_2 、 SO_2 和浓硫酸之间不发生氧化还原反应。

(2) 当硫元素的高价态粒子与低价态粒子反应时，一般生成中间价态粒子，如 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ ， $2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

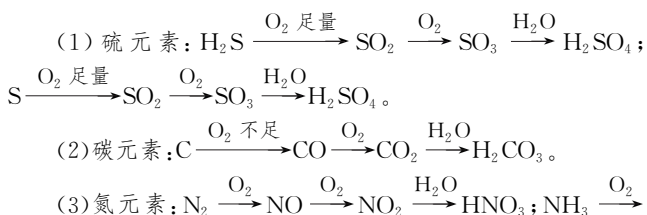
【例 2】由下列元素形成的单质，不能实现如下转化关系的是 ()

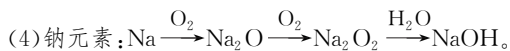
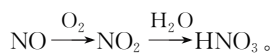


【答案】D

【解析】A. C 单质燃烧生成二氧化碳，二氧化碳溶于水生成碳酸，碳酸和氢氧化钠反应生成碳酸钠，能实现转化；B. S 单质燃烧生成二氧化硫，二氧化硫溶于水生成亚硫酸，亚硫酸和氢氧化钠反应生成亚硫酸钠，能实现转化；C. Na 和氧气反应生成氧化钠或过氧化钠，氧化钠或过氧化钠和水反应生成氢氧化钠，氢氧化钠和盐酸反应生成氯化钠和水，能实现转化；D. 铜和氧气反应生成氧化铜，氧化铜不溶于水，不能与水反应生成氢氧化铜，不能实现转化，选 D。

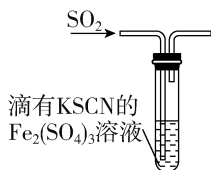
【点睛】中学阶段常见的符合 $\text{A} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{B} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{C} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{D}$ 转化关系的有：





【变式训练 2】下列关于硫及其化合物的说法正确的是

(D)



- A. 浓硫酸具有脱水性,可用于干燥氨
B. 加氯化钡溶液有白色沉淀产生,再加盐酸,沉淀不消失,一定有 SO_4^{2-}
C. 二氧化硫能使溴水、酸性高锰酸钾溶液褪色,因其有漂白性
D. 如图装置中血红色褪去,可以验证 SO_2 的还原性

【解析】A. 浓硫酸具有酸性,不可用于干燥氨,A 错误; B. 加氯化钡溶液有白色沉淀产生,可能是钡离子沉淀,也可能是氯离子沉淀,加入盐酸不溶解,不能说明一定有 SO_4^{2-} ,B 错误; C. 二氧化硫具有还原性,能跟溴水、酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应而使之褪色,不是因其有漂白性,C 错误; D. 硫酸铁溶液遇 KSCN 溶液变为血红色,通入二氧化硫,发生反应 $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$,血红色褪去,证明 SO_2 具有还原性,D 正确。

随堂小练

1. 下列关于硫及含硫化合物的叙述正确的是 (D)
A. SO_2 的漂白原理与次氯酸的相同
B. 浓硫酸可以干燥 H_2 、 NH_3 、 CO_2 等气体
C. 浓硫酸具有吸水性,能使 pH 试纸变黑
D. 硫与铜在加热条件下反应生成 Cu_2S

【解析】A. SO_2 的漂白性是利用有色物质和 SO_2 反应生成无色物质,次氯酸的漂白性是利用次氯酸的强氧化性,所以二者漂白原理不同,错误; B. 浓硫酸具有强氧化性和酸性,所以浓硫酸不能干燥碱性及还原性气体,碱性气体如 NH_3 ,还原性气体如 H_2S ,故错误; C. 浓硫酸使 pH 试纸变黑体现了浓硫酸的脱水性而不是吸水性,错误; D. 硫单质的氧化性较弱,在与金属单质反应时只能将其氧化成较低价态,正确。

2. 对下列事实的解释正确的是 (B)
A. 二氧化硫气体能用浓硫酸干燥,是因为二氧化硫无还原性
B. 医疗上可用硫酸钡作 X 射线透视肠胃的内服药,是因为硫酸钡不溶于盐酸
C. 向 50 mL $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液中加入足量的铜片加热充分反应后,被还原的 H_2SO_4 的物质的量等于 0.45 mol
D. 常温下,浓 H_2SO_4 可以用铝制容器储存,说明铝与浓 H_2SO_4 不反应

【解析】A. 同种元素的不同价态之间若发生氧化还原反应,遵循价态归中不交叉, SO_2 中 S 显 +4 价,浓硫酸中 S 显 +6 价,无中间价态,所以 SO_2 虽具有还原性,但不能被浓硫酸氧化,可用浓硫酸干燥二氧化硫,A 错误; B. 胃酸中含盐酸,

硫酸钡不溶于盐酸,则医疗上可用硫酸钡作 X 射线透视肠胃的内服药,B 正确; C. 向 50 mL $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液中加入足量的铜片加热充分反应,反应过程中浓硫酸变为稀硫酸后不和铜反应,所以被还原的 H_2SO_4 的物质的量小于 0.45 mol,C 错误; D. 由于浓硫酸和铝在常温下发生钝化,阻止了反应的继续进行,所以常温下浓 H_2SO_4 可以用铝制容器储存,不是二者不反应,D 错误。

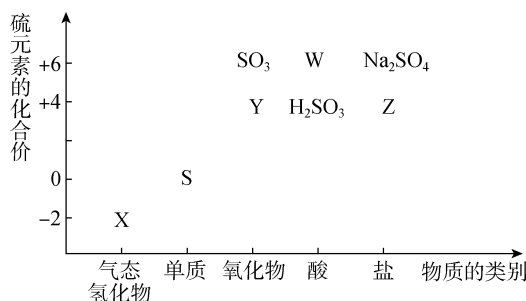
3. 下列转化不能通过一步反应实现的是 (C)
A. $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_2$
B. $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
C. $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_3$
D. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

【解析】A. H_2S 和 O_2 发生氧化还原反应生成 SO_2 和 H_2O ,能够通过一步反应实现转化,错误; B. 常温下, SO_2 与 H_2O 直接通过反应生成 H_2SO_3 ,能够通过一步反应实现转化,错误; C. S 在氧气中燃烧生成 SO_2 , SO_2 在催化剂存在的条件下进一步氧化生成 SO_3 ,所以不能通过一步反应实现转化,正确; D. SO_3 可与 H_2O 反应直接生成 H_2SO_4 ,能够通过一步反应实现转化,错误。

4. X 盐和 Y 酸反应可放出有刺激性气味的气体 Z,Z 跟 NaOH 反应又得到 X 盐,Z 氧化的最终产物为气体 W,气体 W 溶于水又得到 Y 酸。则 X 盐和 Y 酸是 (D)
A. Na_2SO_4 和硫酸
B. Na_2SO_3 和盐酸
C. Na_2CO_3 和盐酸
D. Na_2SO_3 和硫酸

【解析】X 盐和 Y 酸反应,产生有刺激性气味的气体 Z,A 项不反应,C 项产生无味 CO_2 ,排除 A、C 两项; B、D 两项产生 SO_2 , SO_2 氧化生成 SO_3 , SO_3 溶于水生成硫酸,排除 B 项。

5. 物质的类别和核心元素的化合价是研究物质性质的两个角度。请根据下图所示回答问题:



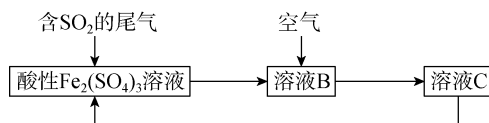
- (1) X 与 Y 反应可生成淡黄色固体,反应的化学方程式: $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

- (2) 欲制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$,从氧化还原角度分析,下列选项中合理的反应物是 A (填字母)。

- A. Na_2SO_3 与 S
B. Na_2S 与 S
C. SO_2 与 Na_2SO_4
D. Na_2SO_3 与 Na_2SO_4

- (3) 7.7 g 镁铝合金与一定量浓硫酸恰好完全反应,生成 SO_2 与 H_2 的混合气体 3.36 L (标准状况),反应中转移的电子的物质的量为 0.3 mol。

- (4) 处理 SO_2 废气的一种工艺如图所示:



① SO_2 和酸性 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液反应的离子方程式是 $\underline{\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+}$ 。

② 溶液 B 与空气发生反应生成溶液 C, 其中氧化剂是 $\underline{\text{O}_2}$ 。

③ 推断 Fe^{3+} 、 O_2 和 SO_4^{2-} 的氧化性由强到弱的顺序是 $\underline{\text{O}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-}}$ 。

【解析】(1) 根据图示, X 为 S 元素化合价为 -2 的气态氢化物, 则 X 为 H_2S , Y 为 S 元素化合价为 +4 的氧化物, 则 Y 为 SO_2 , W 为 S 元素化合价为 +6 的酸, 则 W 为 H_2SO_4 , Z 为 S 元素化合价为 +4 的盐, 则 Z 为 Na_2SO_3 , 据此分析并结合物质的性质解答。

(2) 欲制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 从氧化还原角度分析, 反应属于归中反应。A. Na_2SO_3 中硫元素为 +4 价, 硫单质中硫元素为 0 价, 合理; B. Na_2S 中硫元素的化合价为 -2 价, S 单质中硫元素为 0 价, 不合理; C. SO_2 中硫元素为 +4 价, Na_2SO_4 中硫元素为 +6 价, 不合理; D. Na_2SO_3 中硫元素为 +4 价, Na_2SO_4 中硫元素为 +6 价, 不合理。

(3) 锌镁合金与浓硫酸反应的化学方程式: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{MgSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; 随着反应的进行, 浓硫酸浓度降低, 发生反应的化学方程式变为: $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$, $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{MgSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$, 生成气体为 SO_2 和 H_2 的混合物。根据反应的化学方程式可知, 不论生成 H_2 还是 SO_2 , 生成气体的物质的量与金属的物质的量相等, 即

合金中锌镁的物质的量与 SO_2 和 H_2 的混合气体的物质的量相等, 为 $\frac{3.36 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.15 \text{ mol}$ 。根据氧化还原反应电子

得失守恒, 反应中, 锌镁分别由单质 0 价变为 +2 价离子, 锌镁失去的电子总量即为反应中转移的电子总量, 设锌、镁的物质的量分别为 x 、 y , 则 $x + y = 0.15 \text{ mol}$, $65x + 24y = 7.7 \text{ g}$, 解得 $x = 0.1 \text{ mol}$, $y = 0.05 \text{ mol}$, 反应中转移的电子的物质的量 $= 0.1 \text{ mol} \times (2 - 0) + 0.05 \text{ mol} \times (2 - 0) = 0.3 \text{ mol}$ 。

(4) 由工艺流程可知, A 中的反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$, B 中的反应为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, C 中铁离子循环利用, 结合氧化还原反应中氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性分析, ① SO_2 和酸性 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液发生氧化还原反应生成硫酸亚铁和硫酸; ② B 中的反应为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, 氧元素化合价降低作氧化剂; ③ A 中发生反应 $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$, 溶液 B 中发生反应 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, 由氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性可知氧化性大小顺序为 $\text{O}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-}$ 。



温馨提示: 请自主完成课后作业(三)

课后作业 · 单独成册



第二节 氮及其化合物

第1课时 氮气与氮的固定

自主预习



知新导学

1. 氮原子、氮分子的结构

氮元素位于元素周期表的 第二周期、第VA族。氮气的分子式为 N_2 ，电子式为 $:N::N:$ ，结构式为 $N\equiv N$ 。

2. 氮元素的存在：在自然界里，氮元素主要以 氮分子 的形式存在于空气中，部分氮元素存在于动植物体内的 蛋白质 中，还有部分氮元素存在于土壤、海洋里的硝酸盐和铵盐中。

3. 氮气的化学性质

氮气的化学性质很 稳定，通常情况下难以与其他物质发生化学反应。但在高温、放电等条件下，氮气能与 镁、氢气、氧气 等物质发生化合反应。化学方程式分别为 $3Mg+N_2 \xrightarrow{\text{点燃}} Mg_3N_2$ 、 $N_2+O_2 \xrightarrow{\text{放电或高温}} 2NO$ 、 $N_2+3H_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2NH_3$ 。

4. 氮的固定：将空气中 游离态 的氮转化为 氮的化合物 的过程。包括 自然固氮 和 人工固氮。



小试牛刀

1. 下列关于氮元素在自然界中存在的说法中正确的是 (C)
- A. 只有游离态
B. 只有化合态
C. 既有游离态又有化合态
D. 既没有游离态又没有化合态

【解析】自然界中存在游离态的氮，如氮气，又存在氮的化合物，如硝酸盐等，答案为C。

2. 氮气常用作白炽灯泡中钨丝的保护气，这是因为 (D)
- A. 氮气比空气轻
B. 氮气难溶于水
C. 氮气是无色、无臭的气体
D. 氮气很不活泼

【解析】A. 氮气密度与空气相近，错误；B. 氮气作保护气与氮气的溶解性无关，错误；C. 氮气作保护气与其颜色、气味无关，错误；D. 氮气的性质不活泼，一般条件下不和其他物质反应，因此可以用氮气作保护气，正确。

3. 下列过程属于人工固氮的是 (A)
- A. 用 N_2 和 H_2 合成 NH_3
B. 闪电时大气中氮的氧化物的生成
C. 用氨制尿素
D. 从空气中分离出氮气

【解析】A. 用 N_2 和 H_2 合成 NH_3 ： $N_2+3H_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}}$

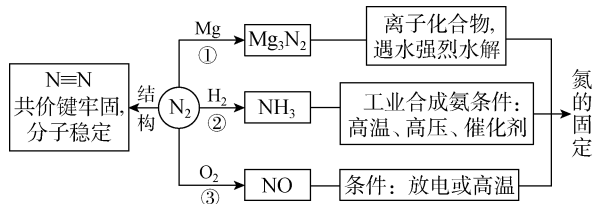
$2NH_3$ ，是工业上将游离态的氮转化成化合态的氮，属于人工固氮，A符合题意；B. 闪电时大气中氮的氧化物的生成是自然固氮，B不符合题意；C. 由氨制尿素是化合态氮之间的转化，不属于人工固氮，C不符合题意；D. 从空气中分离出氮气，没有转化成化合态的氮，不属于人工固氮，D不符合题意。

互动课堂

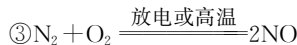
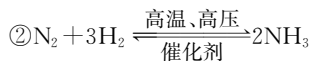
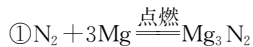


合作探究

探究1 氮气的化学性质



有关化学方程式如下：



【例1】下列关于氮气的叙述错误的是 ()

- A. N_2 是一种无色、无臭的气体
B. N_2 可用作生产氮肥和硝酸的原料
C. N_2 可用浓硫酸或碱石灰干燥
D. N_2 可用排空气法收集

【答案】D

【解析】A. N_2 是一种无色、无臭的气体，难溶于水，密度比空气的略小，A正确；B. N_2 可与 H_2 作用合成氨， NH_3 可用作生产氮肥和硝酸的原料，B正确；C. N_2 呈中性且没有强还原性，与浓硫酸和碱石灰不反应，C正确；D. N_2 的相对分子质量比空气的略小，不能用排空气法收集，D错误。

【点睛】要熟练掌握氮气的化学性质。常温下氮气的化学性质很稳定，在一定条件下时，它能与活泼金属、氢气和氧气等反应。要注意反应的条件。

【变式训练1】下列关于氮气的说法中错误的是 (C)

- A. 通常情况下氮气性质很稳定，所以氮气可以在电焊时作保护气
B. $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2NO$ ，该反应是汽车尾气造成污染的主要因素之一

C. 氮气在空气中约占总质量的 $\frac{4}{5}$

D. 在反应 $3Mg + N_2 \xrightarrow{\text{点燃}} Mg_3N_2$ 中，氮气作氧化剂

【解析】A. 氮气分子含有氮氮三键, 通常情况下 N_2 性质很稳定, 可在电焊时作保护气, 正确; B. 氮气与氧气在高温下生成一氧化氮, 一氧化氮有毒, 为空气污染物, 正确; C. N_2 在空气中约占总体积的 $\frac{4}{5}$, 错误; D. 在反应 $3Mg + N_2 \xrightarrow{\text{点燃}} Mg_3N_2$ 中, 氮气中氮元素的化合价降低, 所以 N_2 作氧化剂, 正确。

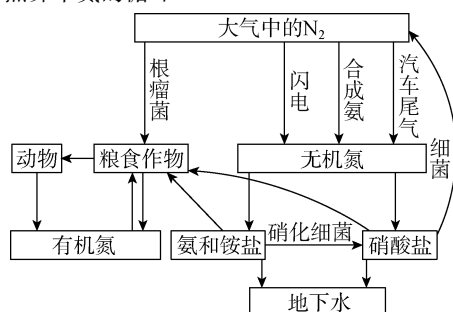
探究2 氮的固定和循环

1. 氮的固定

氮的固定

自然固氮	高能固氮(如闪电固氮)占 10%
	生物固氮(如根瘤固氮)占 90%
人工固氮	合成氨(用 N_2 、 H_2 在一定条件下合成 NH_3)
	仿生固氮(利用金属有机化合物催化, 在常温、常压下固氮)

2. 自然界中氮的循环



【例2】下列能实现人工固氮的是 ()

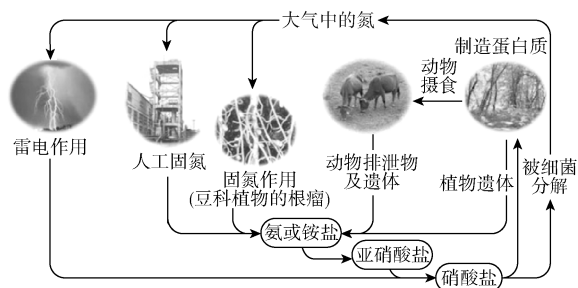
- A. 闪电 B. 合成氨车间
C. 豆科植物的根瘤 D. 绿色植物光合作用

【答案】B

【解析】A. 闪电时, 氮气和氧气反应生成 NO , 属于自然固氮, 错误; B. 合成氨车间 N_2 与 H_2 在一定条件下反应生成 NH_3 , 属于人工固氮, 正确; C. 豆科植物的根瘤菌将氮气转化成氨, 属于生物固氮, 错误; D. 光合作用是将二氧化碳和水转化为有机物和氧气, 不属于人工固氮, 错误。

点睛 将游离态的氮转化为化合态的氮的过程叫做氮的固定。

【变式训练2】(双选) 下列关于自然界中氮的循环(如下图)的说法不正确的是 (AC)



- A. 人工固氮时, 氮元素均被氧化
B. 工业合成氨属于人工固氮
C. 雷电作用可以将氮气直接转化为铵盐
D. 碳、氢、氧三种元素也参加了氮循环

【解析】A. 合成氨反应中, 氮元素的化合价降低, 被还原, 错误; C. 放电条件下, 氮气和氧气反应生成一氧化氮, 一氧化氮和氧气反应生成二氧化氮, 二氧化氮和水反应生成硝酸, 不能直接得到铵盐, 错误。

随堂小练

1. 氮气能大量存在于空气中的根本原因是 (D)

- A. 氮气性质稳定, 即使在高温下也不与其他物质发生反应
B. 氮气比空气轻且不溶于水
C. 氮气既无氧化性, 也无还原性, 不与其他物质反应
D. 氮气分子中两个氮原子结合很牢固, 分子结构稳定

【解析】A. 氮气的性质稳定, 但放电或高温条件下和氧气反应生成一氧化氮, 镁在氮气中燃烧生成氮化镁, 错误; B. 氮气密度与空气相近, 不是其在空气中稳定存在的原因, 错误; C. 氮气和氢气反应生成氨体现氮气的氧化性; 氮气和氧气反应生成一氧化氮, 体现氮气的还原性, 错误; D. 氮气分子中存在 $N \equiv N$, 分子结构稳定, 是氮气能大量存在于空气中的根本原因, 正确。

2. 某食品袋内充有某种气体, 其成分可能是 (B)

- A. 氧气 B. 氮气 C. 氯气 D. 氢气

【解析】氧气的化学性质比较活泼, 能加快食品的氧化变质, A 不可能; 氮气的化学性质不活泼, 无毒, 可以充入食品包装袋, B 可能; Cl_2 本身有毒, 不能充入食品包装袋, C 不可能; 氢气化学性质活泼, 保存不当易发生爆炸, 不利于储存和运输, 不能充入食品包装袋, D 不可能。

3. 工业上制得的熔融态的镁, 可以冷却在下列哪种物质中 (D)

- A. 空气 B. 氮气 C. 氯气 D. 氢气

【解析】气体冷却熔融态的镁单质, 则该气体不能与镁发生反应, 据此分析。A. 镁可在空气中被氧气等氧化, 不符合题意; B. 镁可与氮气反应生成氮化镁, 不符合题意; C. 镁可与氯气反应生成氯化镁, 不符合题意; D. 镁与氢气不反应, 可在氢气环境下冷却熔融态的镁, 符合题意。

4. 下列关于 N_2 性质的叙述中错误的是 (A)

- A. 任何物质在氮气中都不能燃烧
B. 氮气既具有氧化性, 又具有还原性
C. 将空气中的氮气转变成含氮化合物属于氮的固定
D. 氮气与氧气在一定条件下反应生成一氧化氮

【解析】活泼金属钠、镁、铝可以在 N_2 中燃烧。

5. 下列叙述中与氮的固定无关的是 (B)

- A. 工业合成氨
B. 工业上将氨转化成硝酸和其他氮的氧化物
C. 豆科植物的根瘤菌吸收空气中的氮气并使之转化成氨
D. 电闪雷鸣的雨天, N_2 与 O_2 会发生反应并最终转化为硝酸盐被植物吸收

【解析】氮的固定过程是使游离态的氮转化为化合态的氮, B 项, NH_3 转化为 HNO_3 不符合要求。

温馨提示: 请自主完成课后作业(四)

课后作业 · 单独成册

第2课时 氮的氧化物

自主预习



知新导学

1. 氮有多种价态的氧化物,氮元素从+1~+5价都有对应的氧化物,如 N_2O 、NO、 N_2O_3 、 NO_2 (或 N_2O_4)、 N_2O_5 ,其中属于酸性氧化物的是 N_2O_3 、 N_2O_5 。

2. NO 和 NO_2 的物理性质

化学式	颜色、状态	气味	密度	水溶性	毒性
NO	无色气体	无臭	比空气的略大	不溶于水	有毒
NO_2	红棕色气体	刺激性气味	比空气的大	易溶于水	有毒

3. NO 和 NO_2 的化学性质

(1) 常温下,NO 不稳定,易与 O_2 化合。化学方程式为 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 。

(2) NO_2 溶于水时与水发生反应。化学方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 。



小试牛刀

1. 下列氮的氧化物中,氮元素的化合价最低的是 (D)
A. N_2O_4 B. NO C. NO_2 D. N_2O

【解析】单质中元素的化合价为0;在化合物中,元素的正、负化合价的代数和为0;在选项中氧元素的化合价都是-2价, N_2O_4 中氮元素的化合价为+4价,NO中氮元素的化合价为+2价, NO_2 中氮元素的化合价为+4价, N_2O 中氮元素的化合价为+1价,故 N_2O 的氮元素的化合价最低。

2. 在 NO_2 与水的反应中 (C)

- A. 该反应不是氧化还原反应
B. NO_2 只是氧化剂
C. 只有氮元素化合价发生变化
D. 该反应属于化合反应

【解析】 NO_2 与水反应的化学方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 。A. 该反应中N元素化合价发生变化,反应为氧化还原反应,A不符合题意;B. 该反应中 NO_2 的化合价有降低也有升高, NO_2 既作氧化剂也作还原剂,B不符合题意;C. 该反应中只有N元素化合价从+4价变化至+5价和+2价,C符合题意;D. 由化学方程式可知,该反应不属于化合反应,D不符合题意。

3. 下列关于氮的氧化物的说法中正确的是 (D)

- A. 氮的氧化物都是酸性氧化物,都是大气污染物
B. 氮的氧化物都既有氧化性,又有还原性
C. NO_2 与 H_2O 反应生成 HNO_3 ,所以 NO_2 是酸性氧化物
D. 只能用排空气法收集 NO_2

【解析】氮的氧化物均会造成大气污染,NO、 NO_2 不是酸性

氧化物,A错误; N_2O_5 中氮元素为最高价,只有氧化性,B错误;酸性氧化物是指能与碱反应生成盐和水的氧化物,有些酸性氧化物可与水化合生成酸,反应中中心元素化合价不变, HNO_3 对应的酸性氧化物是 N_2O_5 ,C错误。

互动课堂



合作探究

探究1 NO 和 NO_2 的比较

性质	NO	NO_2
颜色、气味、状态	无色、无臭气体	红棕色、有刺激性气味气体
溶解性	不溶于水	易溶于水
毒性	有毒,大气污染物之一	有毒,大气污染物之一
与水反应	不反应	$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
与氧气反应	$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	不反应
对人和环境的影响	NO 与血红蛋白结合使人中毒,NO、 NO_2 导致光化学烟雾、形成酸雨及破坏臭氧层	

【例1】下列关于 NO 和 NO_2 的叙述正确的是 ()

- A. NO 是一种红棕色气体
B. 常温常压下,NO 不能与空气中的氧气直接化合
C. 含等质量的氧元素的 NO 和 CO 的物质的量相等
D. NO_2 可用排水法收集

【答案】C

【解析】A. NO 为无色、无臭的有毒气体,错误;B. 常温常压下,NO 与氧气反应生成 NO_2 ,错误;C. 一个 NO 和 CO 分子中均只含一个 O 原子,所以含等质量的氧元素的 NO 和 CO 的物质的量相等,正确;D. NO_2 可以与水反应,不能用排水法收集,错误。

【点睛】

NO 为无色、无臭的气体,在空气中露置会和氧气反应生成红棕色的 NO_2 , NO_2 可以与水反应生成硝酸。NO 和 NO_2 均为有毒气体。

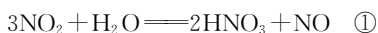
【变式训练1】2022年11月29日23时08分,搭载神舟十五号载人飞船的长征二号F遥十五运载火箭点火发射,将飞船成功送入预定轨道。发射时运载火箭的推进剂引燃后,从尾部会喷出大量的高温气体,该气体的主要成分是 CO_2 、 H_2O 、 N_2 、NO 等。在发射现场可以看到火箭尾部产生大量红棕色气体,你认为其原因最有可能的是 (B)

- A. NO 是一种红棕色气体
B. NO 遇空气生成了 NO₂
C. 高温下 N₂ 遇空气生成了 NO₂
D. NO 与 H₂O 反应生成 H₂ 和 NO₂

【解析】A. NO 是一种无色气体,错误;B. 引燃后的高温气体中,一氧化氮容易被氧气氧化为二氧化氮,二氧化氮是红棕色气体,正确;C. 氮气在放电条件下可以和氧气化合为一氧化氮,不会一步转化为二氧化氮,错误;D. 一氧化氮和水之间不会发生反应,错误。

探究 2 氮的氧化物与水反应的计算

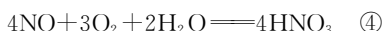
1. 氮的氧化物溶于水的反应原理



由化学方程式①×2+②得:



由化学方程式①×2+②×3得:



2. 氮的氧化物溶于水的三种类型

(1) NO₂ 气体: NO₂ 气体溶于水时仅涉及反应①, 剩余气体为 NO。

(2) NO₂ 和 O₂ 的混合气体: NO₂ 和 O₂ 的混合气体溶于水时涉及反应③。

$x = \frac{V(\text{NO}_2)}{V(\text{O}_2)}$	$0 < x < \frac{4}{1}$	$x = \frac{4}{1}$	$x > \frac{4}{1}$
反应情况	O ₂ 过量, 剩余 O ₂	恰好完全反应, 无气体剩余	NO ₂ 过量, 又发生反应①, 只剩余 NO

(3) NO 和 O₂ 的混合气体: NO 和 O₂ 的混合气体溶于水时涉及反应④。

$x = \frac{V(\text{NO})}{V(\text{O}_2)}$	$0 < x < \frac{4}{3}$	$x = \frac{4}{3}$	$x > \frac{4}{3}$
反应情况	O ₂ 过量, 剩余 O ₂	恰好完全反应, 无气体剩余	NO 过量, 剩余 NO

【例 2】在一定条件下, 将充满 NO₂ 和 O₂ 的试管倒立于水槽中, 充分反应后, 剩余气体体积为原混合气体体积的 $\frac{1}{8}$, 则原混合气体中 NO₂ 和 O₂ 的体积之比可能是 ()

- ① 8 : 1 ② 7 : 3 ③ 7 : 1 ④ 4 : 1

A. ①② B. ①③ C. ②③ D. ②④

【答案】C

【解析】充满 NO₂ 和 O₂ 的试管倒立于水槽中, 发生的反应可能为: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$ 、 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 剩余气体的体积为原混合气体体积的 $\frac{1}{8}$, 试管中剩余 $\frac{1}{8}$ 体积的气体可能为 NO 或 O₂。设原气体体积为 8 L, 则剩余气体为 1 L, 根据化学方程式 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$ 讨论分析: (1) 若剩余的 1 L 气体为 O₂, 则反应的二氧化氮和氧气共 7 L, $V(\text{NO}_2) = \frac{4}{5} \times 7 \text{ L} = 5.6 \text{ L}$, $V(\text{O}_2) = 8 \text{ L} - 5.6 \text{ L} = 2.4 \text{ L}$, 则二氧化氮和氧气的体积比为 5.6 L : 2.4 L =

7 : 3, ②正确; (2) 若剩余的 1 L 气体为 NO, 即相当于剩余 3 L NO₂, 则反应的二氧化氮和氧气共 5 L, $V(\text{O}_2) = \frac{1}{5} \times 5 \text{ L} = 1 \text{ L}$, $V(\text{NO}_2) = 8 \text{ L} - 1 \text{ L} = 7 \text{ L}$, 则二氧化氮和氧气的体积比为 7 : 1, ③正确。

【点睛】NO₂ 溶于水的过程中所发生的反应有: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 、 $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$, 两反应叠加后得 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$ 。根据题目信息, 讨论过量气体为 O₂ 或 NO₂ 的两种情况, 若 NO₂ 过量, 根据 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 可知最终余气为 NO, 逆推可得结果。

【变式训练 2】将一充满 NO 的试管倒扣于水槽中, 然后向试管中通入一定量的 O₂, 最后试管中恰好充满水, 则通入的 O₂ 与原 NO 气体的体积比为 (B)

- A. 4 : 3 B. 3 : 4 C. 4 : 1 D. 1 : 4

【解析】根据反应的化学方程式 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$, 最后试管中恰好充满水, 则通入的 O₂ 与原 NO 气体的体积比为 3 : 4, B 符合题意。

随堂小练

1. (双选) 下列说法正确的是 (CD)

- A. 从性质的角度分类, SO₂ 和 NO₂ 都属于酸性氧化物
B. 从在水中是否发生电离的角度分类, SO₂ 和 NO₂ 都属于电解质
C. 从元素化合价的角度分类, SO₂ 和 NO₂ 都既可作氧化剂又可作还原剂
D. 从对大气及环境影响的角度分类, SO₂ 和 NO₂ 都是大气污染物

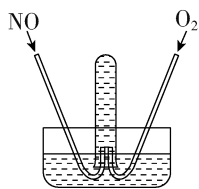
【解析】A. SO₂ 属于酸性氧化物, 而 NO₂ 不属于酸性氧化物, 错误; B. SO₂ 和 NO₂ 均属于非电解质, 它们的水溶液能导电是因为与水反应得到的酸发生电离产生可自由移动的离子, 而 SO₂ 和 NO₂ 自身在水中并不会电离, 熔融状态也不会电离, 错误; C. SO₂ 中的 S 元素属于中间价态, NO₂ 中的 N 元素也属于中间价态, 所以它们都既可作氧化剂, 也可作还原剂, 正确; D. SO₂ 能导致酸雨的产生, NO₂ 能导致光化学烟雾的形成, 故它们都是大气污染物, 正确。

2. 下列有关 NO₂ 的说法正确的是 (C)

- A. NO₂ 可由 N₂ 与 O₂ 在放电条件下直接制备
B. NO₂ 有毒, 但因其易溶于水且与水反应, 因此不属于大气污染物
C. NO₂ 既有氧化性也有还原性
D. NO₂ 为红棕色气体, 因此将 NO₂ 通入水中, 溶液显红棕色

【解析】A. N₂ 和 O₂ 在放电或高温条件下反应生成 NO, 一氧化氮与氧气反应生成二氧化氮, 错误; B. NO₂ 是有刺激性的有毒气体, 排放到空气中会引起酸雨、引起光化学烟雾, 属于大气污染物之一, 错误; C. NO₂ 与 H₂O 反应生成 HNO₃ 和 NO, 说明 NO₂ 既有氧化性也有还原性, 正确; D. NO₂ 通入水中, 生成 NO 和 HNO₃, 溶液无色, 错误。

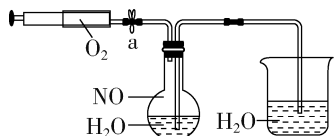
3. 如图所示, 将相同条件下的 m 体积 NO 和 n 体积 O₂ 同时通入倒立于水槽中且盛满水的试管内, 充分反应后, 试管内残留 $\frac{m}{2}$ 体积的气体, 该气体与空气接触后立即变为红棕色。则 m 与 n 之比为 (C)



- A. 3 : 2 B. 2 : 3 C. 8 : 3 D. 3 : 8

【解析】在一定条件下,将 m 体积 NO 和 n 体积 O_2 同时通入倒立于水中且盛满水的容器内,充分反应,NO 和 O_2 全部溶于水时按照下列反应进行,化学方程式为: $4NO + 3O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$,由于气体与空气接触后立即变为红棕色,所以容器内残留气体为 NO,那么与 O_2 反应的 NO 气体为 $m - \frac{m}{2} = \frac{m}{2}$,NO 和 O_2 按照 4 : 3 混合溶于水恰好全部溶解,所以 $\frac{m}{2} : n = 4 : 3$,即 $m : n = 8 : 3$ 。

4. 为了有效实现 NO 和 NO_2 的相互转化,设计如下实验:按图组装好实验装置,并检查装置气密性,实验前用排水法收集半瓶 NO 气体。



(1) 打开止水夹,推动针筒活塞,使 O_2 进入烧瓶。关上止水夹,观察到的现象是 烧瓶中气体由无色变为红棕色;原因是 发生了反应 $2NO + O_2 = 2NO_2$ 。

(2) 轻轻摇动烧瓶,观察到烧瓶中的现象是 ①烧瓶中红棕色气体又变为无色,②烧杯中水被倒吸到烧瓶中(或烧瓶中液面上升);产生此现象的原因是 发生了反应 $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ 。

【解析】(1) 无色的 NO 能与 O_2 反应产生红棕色的 NO_2 。(2) 轻轻摇动烧瓶,使得 NO_2 与水发生反应 $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$,所以烧瓶中红棕色气体又变为无色,因为烧瓶内气体的量减少,引起烧瓶内气体的压强降低,所以烧杯内的水会倒吸入烧瓶中,使烧瓶中液面上升。



温馨提示:请自主完成课后作业(五)

课后作业·单独成册

第3课时 氨和铵盐

自主预习

知新导学

1. 氨的物理性质

氨是无色、有刺激性气味的气体，密度比空气的小。
氨很容易液化，液化时放热。

2. 氨的化学性质

(1) 与水反应： $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 与盐酸反应： $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ ，氨与氯化氢气体相遇时产生白烟。

(3) 催化氧化反应： $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ ，
生成的 NO 进一步氧化生成 NO_2 ，可用来制硝酸。

3. 氨水的性质

(1) 弱碱性，电离方程式： $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ，
能使红色石蕊试纸变蓝。

(2) 不稳定性，受热分解： $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

4. 铵盐

(1) 绝大多数铵盐都易溶于水，受热易分解，与碱反应会放出氨。化学方程式如下：



(2) 实验室常用强碱检验铵根离子的存在，离子方程式为



小试牛刀

1. 将导出的氨接近下列物质时，不会产生白烟的是 (B)

- A. 氯气 B. 浓 H_2SO_4 C. 浓 HCl D. 浓 HNO_3

【解析】A. 氯气能与氨反应生成 N_2 和 NH_4Cl ，能产生白烟，A 正确；B. 浓 H_2SO_4 无挥发性，氨靠近浓 H_2SO_4 不可能产生白烟，B 错误；C. 浓 HCl 挥发出的 HCl 气体遇氨生成 NH_4Cl ，能产生白烟，C 正确；D. 浓 HNO_3 挥发出的 HNO_3 遇氨生成 NH_4NO_3 ，能产生白烟，D 正确。

2. 下列有关氨的描述错误的是 (C)

- A. 有刺激性气味 B. 可用于工业制硝酸
C. 难溶于水 D. 可用于工业制氮肥

【解析】A. 氨是有刺激性气味的气体，正确；B. 氨催化氧化生成一氧化氮，一氧化氮与氧气反应生成二氧化氮，二氧化氮与水反应生成硝酸，故可以用于工业制硝酸，正确；C. 氨极易溶于水，错误；D. 氨与酸反应生成铵盐，是常用的铵态氮肥，正确。

3. 下列不属于铵盐的共同性质的是 (D)

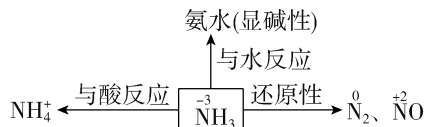
- A. 都是晶体 B. 都易溶于水
C. 与碱共热都产生氨 D. 都不与酸反应

【解析】 NH_4HCO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 等弱酸的铵盐可与酸反应。

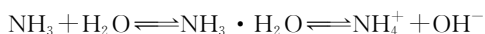
互动课堂

合作探究

探究 1 氨的化学性质



1. 氨与水的反应



氨溶于水得氨水，氨水中含有的粒子有 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_3 、 H_2O 、 NH_4^+ 、 OH^- 、 H^+ 。氨水为可溶性一元弱碱，易挥发，不稳定，易分解： $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

2. 氨与酸的反应

蘸有浓盐酸的玻璃棒与蘸有浓氨水的玻璃棒靠近，其现象为有白烟生成，将浓盐酸改为浓硝酸，也会出现相同的现象。化学方程式分别为： $\text{HCl} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$ 。

3. 氨与盐溶液的反应

过量氨水与 AlCl_3 反应，离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ 。

4. 氨的还原性——氨的催化氧化



【例 1】下列可作为氨的干燥剂的是 ()

- A. 浓硫酸 B. 碱石灰
C. 无水氯化钙 D. 氢氧化钠溶液

【答案】B

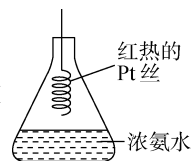
【解析】浓硫酸能与氨反应生成硫酸铵，则不能用于干燥氨，A 错误；氨是碱性气体，可以用碱石灰干燥，B 正确；氯化钙与氨结合生成络合物，则不能用于干燥氨，C 错误；氨易溶于水，氢氧化钠溶液无吸水性，不能作干燥剂，D 错误。

【点睛】 NH_3 是中学化学中唯一的碱性气体，能使湿润的红色石蕊试纸变蓝，能与一些金属阳离子形成对应的难溶性碱沉淀，可在推断题中作为解题突破口。氨遇挥发性酸会产生白烟，氨具有还原性。

【变式训练 1】氨能被氧气氧化，经一系列反应得到硝酸。分析如图实验所得结论错误的是 (D)

- A. 浓氨水具有挥发性
B. 浓氨水中含有 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
C. 若 Pt 丝始终保持红热，则该反应放热
D. 锥形瓶口有少量红棕色气体出现，

图中反应为 $4\text{NH}_3 + 7\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$



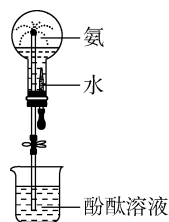
【解析】浓氨水具有挥发性,挥发产生的氨能不断与铂丝接触被催化氧化,A 正确;浓氨水的主要成分为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,B 正确;若铂丝始终保持红热,证明该反应放热,放出的热量保持铂丝红热,C 正确;氨的催化氧化直接得到的是 NO 而不是 NO_2 ,D 错误。

探究 2 喷泉实验

实验装置	
操作	在干燥的圆底烧瓶里充满 NH_3 ,用带有玻璃管和胶头滴管(预先吸入水)的橡胶塞塞紧瓶口。倒置烧瓶,使玻璃管插入盛有水的烧杯中(预先在水里滴入少量酚酞溶液)。打开弹簧夹并轻轻挤压胶头滴管,使水进入烧瓶
现象	烧杯中的水由玻璃管进入烧瓶,形成美丽的喷泉,烧瓶内液体呈红色
现象产生的原因	能形成喷泉说明 NH_3 极易溶于水,使烧瓶内的压强迅速减小,烧杯内的水在大气压的作用下进入烧瓶;烧瓶内液体呈红色,说明 NH_3 溶于水得到的溶液呈碱性

注意:实验成功的关键是装置的气密性好,烧瓶干燥,挤压的水不能太少。

【例 2】如图是喷泉实验装置图,下列说法不正确的是



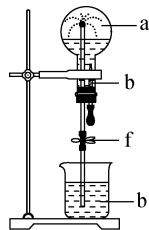
- A. 烧瓶中的溶液呈红色
B. 该实验说明氨属于碱
C. 该实验说明氨极易溶于水
D. 形成喷泉的原因是烧瓶内压强小于外界大气压

【答案】B

【解析】A. 氨溶于水得到氨水,溶液显碱性,酚酞遇碱溶液变红,烧瓶中的溶液呈红色,A 正确;B. 碱溶液均可使酚酞变红,氨与水反应生成的一水合氨电离出氢氧根离子,溶液显碱性,不能说明氨属于碱,B 错误;C. 可形成喷泉实验,说明氨极易溶于水,C 正确;D. 氨极易溶于水,导致圆底烧瓶内压强小于外界大气压,从而形成喷泉,D 正确。

点睛 喷泉实验的原理是压强差,即要想方设法使烧瓶内的压强小于外界大气压,故通常采取吸收气体以减小烧瓶内压强的方法。

【变式训练 2】如图,烧瓶中充满 a 气体,滴管和烧杯中盛放足量 b 溶液,将滴管中溶液挤入烧瓶,打开止水夹 f,能形成喷泉的是 (C)

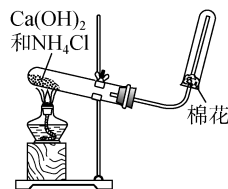
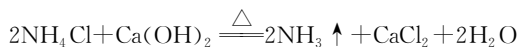


- A. a 是 Cl_2 , b 是饱和 NaCl
B. a 是 NO , b 是 H_2O
C. a 是 HCl , b 是 H_2O
D. a 是 CO_2 , b 是饱和 NaHCO_3

【解析】喷泉实验的原理为形成压强差,利用圆底烧瓶中的气体易溶于烧杯中的液体或者两者能够发生化学反应,导致圆底烧瓶内的压强小于外界大气压,从而形成喷泉现象。A. 氯气难溶于饱和食盐水,无法形成明显的压强差,错误;B. 一氧化氮难溶于水,不能形成压强差,错误;C. 氯化氢极易溶于水,导致圆底烧瓶中的压强减小,形成压强差,正确;D. 二氧化碳难溶于饱和碳酸氢钠溶液,不能形成压强差,错误。

探究 3 氨的实验室制法

实验室常采用加热 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的混合物的方法制取氨,化学方程式如下:



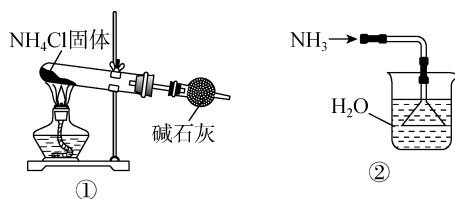
(1)装置:“固体+固体 $\xrightarrow{\Delta}$ 气体”(与用 KClO_3 或 KMnO_4 制 O_2 的装置相同)。

(2)收集:只能用向下排空气法收集。

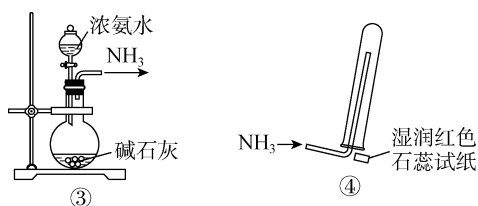
(3)验满方法:①将湿润的红色石蕊试纸置于试管口,试纸变蓝色;②将蘸有浓盐酸的玻璃棒置于试管口,试管口有白烟产生。

(4)尾气处理:收集时,一般在管口塞一团用水或稀硫酸浸湿的棉花球,可减小 NH_3 与空气的对流速度,收集到纯净的 NH_3 且吸收多余的 NH_3 ,从而避免污染空气。

【例 3】实验室制取少量干燥的氨涉及下列装置,其中正确的是 (C)



- A. ①是氨发生装置 B. ②是氨吸收装置



- C. ③是氨发生装置 D. ④是氨收集、检验装置

【答案】C

【解析】A. ① NH_4Cl 固体受热分解生成 NH_3 和 HCl , 而当温度降低时, NH_3 和 HCl 又重新化合成固体 NH_4Cl , 错误; B. ②氨极易溶于水, 为防倒吸, 装置中倒置漏斗不应插入液面以下, 错误; C. ③ CaO 遇水生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 同时放出大量热量, 一水合氨不稳定, 受热易分解, 有利于氨的生成, 正确; D. 氨极易溶于水, 用装置图④收集氨易与空气对流, 收集不到纯净的气体, 错误。

【点睛】对氨的制取的理解误区

- 误以为只要是铵盐和碱共热都能制取氨。
- 误以为中性干燥剂(如氯化钙)也能干燥氨。
- 误以为氨可用蓝色石蕊试纸检验。

【变式训练 3】关于实验室制取氨, 以下说法正确的是

(D)

- 反应物: NH_4Cl 或 NH_4NO_3
- 干燥剂: 浓硫酸或碱石灰
- 收集方法: 向上排空气法或排饱和氯化铵溶液法
- 验满: 湿润的红色石蕊试纸或蘸有浓盐酸的玻璃棒

【解析】实验室制备氨的化学方程式为 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。反应物中有 NH_4Cl , 还有氢氧化钙, A 错误; 氨的水溶液显碱性, 不能选用浓硫酸作干燥剂, B 错误; 氨的密度小于空气, 应选用向下排空气法收集, C 错误; 氨的水溶液显碱性, 可使用湿润的红色石蕊试纸验满, 若在试管口看到试纸变成蓝色, 则已收集满, D 正确。

探究 4 铵盐的性质

1. 物理性质

铵盐都是白色晶体, 易溶于水。

2. 化学性质

(1) 受热易分解

① NH_4Cl 受热分解: $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$ 。

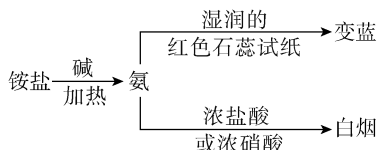
② NH_4HCO_3 受热分解: $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(2) 与碱反应

NH_4Cl 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应的化学方程式: $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \uparrow$ 。

3. NH_4^+ 的检验

(1) 原理



(2) 方法

未知液 $\xrightarrow{\text{OH}^-}$ 呈碱性 $\xrightarrow{\Delta}$ 湿润的红色石蕊试纸变蓝色 (或将蘸有浓盐酸的玻璃棒靠近试管口, 有白烟产生), 则证明含 NH_4^+ 。

取少量样品或溶液于试管中, 再加入浓的 NaOH 溶液, 加热产生气体, 该气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝 (或将蘸有浓盐酸的玻璃棒靠近试管口, 有白烟产生), 则证明样品或溶液中含有 NH_4^+ 。

注意: (1) 必须先加碱溶液, 将 NH_4^+ 转化为 NH_3 , 而不能直接加热, 因为有的铵盐受热分解不一定产生 NH_3 , 如 NH_4NO_3 分解产物较复杂, 其中不含氨。

(2) 必须加热且用浓碱溶液, 因为如果碱溶液浓度较小和不加热则生成的是 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

【例 4】下列说法正确的是

()

- 绝大多数铵盐受热易分解, 产物均有 NH_3
- 铵盐都易溶于水, 所有铵盐中的氮均呈 -3 价
- 铵盐与浓 NaOH 溶液共热都有 NH_3 放出
- NH_4Cl 和 NaCl 的固体混合物可用升华法分离

【答案】C

【解析】铵盐受热一般分解放出氨, 但有些铵盐(如硝酸铵)受热时不放出氨, A 错误; 绝大多数铵盐都易溶于水, NH_4^+ 中的 N 呈 -3 价, 但 NH_4NO_3 中还有 +5 价的氮, B 错误; 铵盐与浓 NaOH 溶液共热都会放出 NH_3 , C 正确; 可用加热法分离 NH_4Cl 和某些难挥发固体的混合物, 但其过程为 NH_4Cl 先受热分解, 再降温化合, 而不是升华, D 错误。

【点睛】绝大多数铵盐受热都能分解, 但不是都能生成氨。

如果组成铵盐的酸根阴离子对应的酸是挥发性的, 则固体铵盐受热分解时, 铵盐与酸一起挥发, 冷却时又重新结合成铵盐, 如氯化铵; 硝酸铵比较复杂, 加热到 190°C 时分解生成一氧化二氮和水, 加热到 300°C 时分解生成氮气、硝酸和水。

【变式训练 4】一种盐 X 与烧碱混合共热, 可放出无色气体 Y, Y 经一系列氧化后再溶于水可得 Z 溶液, Y 和 Z 反应又生成 X, 则 X 是

(B)

- 硫酸铵
- 硝酸铵
- 氯化铵
- 碳酸氢铵

【解析】盐和烧碱反应生成无色气体 NH_3 , 氨发生反应 $\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{O}_2} \text{NO} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{NH}_3} \text{NH}_4\text{NO}_3$, 所以反应生成的 X 盐是硝酸铵。

随堂小练

1. 关于氨的下列叙述中, 不正确的是

(B)

- 液氨是纯净物
- 实验室制氨的方法是加热 NH_4Cl
- 氨易液化, 因此可用作制冷剂
- 氨极易溶于水, 因此可用来做喷泉实验

【解析】液氨即液态的氨, 只含有氨分子一种分子, 所以为纯净物, A 正确。实验室制取氨, 可以采用 NH_4Cl 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 共热的方法; 直接加热 NH_4Cl 无法获得氨, B 错误。氨易液化, 液氨变为气体会吸收大量的热, 因此可用作制冷剂, C 正确。由于氨极易溶于水, 会使喷泉实验中的圆底烧瓶内的气压迅速减小, 产生喷泉现象, D 正确。

2. (双选)下列说法正确的是 (BC)

- A. 可加热 NH_4NO_3 晶体制备氨
 B. 可以用湿润的红色石蕊试纸检验氨
 C. 将蘸有浓氨水和浓盐酸的玻璃棒靠近,观察到白烟
 D. 除去碘中混有的少量氯化铵,可采用升华的方法

【解析】加热 NH_4NO_3 晶体分解成 HNO_3 和 NH_3 ,遇冷又会反应生成 NH_4NO_3 ,无法制备氨,A 错误;氨溶于水生成的一水合氨显碱性,可使湿润的红色石蕊试纸变蓝,B 正确;浓盐酸具有挥发性,将蘸有浓氨水和浓盐酸的溶液靠近,观察到白烟现象,C 正确;加热时碘升华,氯化铵受热分解,冷却收集到的物质依然为混合物,D 错误。

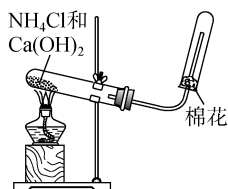
3. 下列关于铵盐的叙述中正确的是 (B)

- ①所有铵盐中,氮元素化合价都是一3价 ②绝大多数铵盐易溶于水 ③铵态氮肥不宜与碱性物质混合使用 ④铵盐都是离子化合物 ⑤铵盐都能与碱反应,不能与酸反应

- A. ①③④ B. ②③④
 C. ①②③④ D. ①②③④⑤

【解析】①所有铵盐中,氮元素化合价不一定都是一3价,如 NH_4NO_3 中,N 的化合价除了一3价,还有+5价,错误;②绝大多数铵盐易溶于水,正确;③ NH_4^+ 会和 OH^- 结合生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,一水合氨不稳定,易分解生成 NH_3 ,降低肥效,正确;④铵盐由铵根离子和酸根离子构成,含有离子键,是离子化合物,正确;⑤铵盐中的 NH_4^+ 可以与 OH^- 结合,因此铵盐都可以与碱反应,但是某些铵盐也可以与酸反应,如 NH_4HCO_3 ,错误。

4. 针对如图所示的实验室制取氨的装置,下列说法正确的是 (A)



- A. 发生装置与用 KClO_3 制取 O_2 的装置相同
 B. 可以用碱石灰或无水氯化钙干燥制得的氨
 C. 可用单孔橡皮塞代替棉花
 D. 所用的铵盐不能是 NH_4NO_3 ,所用的碱可以是 NaOH

【解析】A. 实验室制取氧气,可以用加热氯酸钾或高锰酸钾的方法,要使用加热固体反应物的装置,实验室制取氨是氯化铵晶体与氢氧化钙固体反应,需要加热,制取二者的实验装置相同,A 正确;B. 氨是碱性气体,可以用碱石灰干燥,但无水氯化钙可与氨反应,不能用于干燥氨,B 错误;C. 用单孔橡皮塞代替棉花,导致试管内密封,无法收集氨,C 错误;D. NH_4NO_3 属于硝酸盐,不稳定,受热易分解产生氮氧化物,使制取的气体不纯, NaOH 是强碱,可与玻璃中的二氧化硅反应,腐蚀实验装置,D 错误。

5. 某兴趣小组周末去游乐园游玩,被游乐园中心美丽的喷泉吸引。他们联想到课堂中学习的氨的性质,产生了探究喷泉产生原因的浓厚兴趣。该小组在实验室设计了3个装置,如图所示。

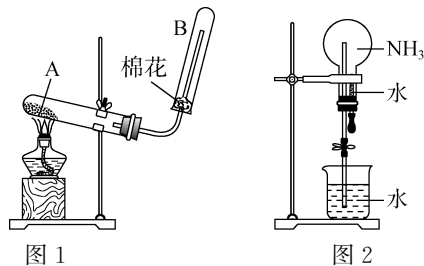


图 1

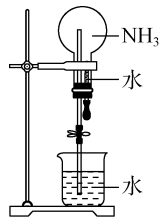


图 2

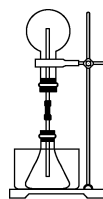


图 3

(1)图 1 为实验室制取氨的实验装置。写出反应的化学方程式:

$$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$
 利用图 1 中的 A 装置还可制备 O_2 (填化学式)气体。

(2)一位学生用制得的氨,按图 2 装置进行喷泉实验。烧瓶已充满干燥的氨,引发喷泉实验的操作是 打开弹簧夹,挤压胶头滴管,使少量的水进入烧瓶。

(3)另一学生积极思考产生喷泉的其他方法,设计了图 3 装置。首先在锥形瓶中分别加入足量的下列物质,反应后产生喷泉的是 (A)

- A. CaCO_3 粉末和浓盐酸
 B. NH_4HCO_3 溶液与稀 NaOH 溶液
 C. HCl 和 AgNO_3 溶液
 D. HCl 和酚酞溶液

【解析】(1)采用的是固固混合加热制气的方法,故用氯化铵和氢氧化钙固体混合加热制 NH_3 ,反应的化学方程式为

$$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$
 用该制气装置还可以制备 O_2 。(2)打开弹簧夹,挤压胶头滴管,使少量的水进入烧瓶,由于氨易溶于水,使烧瓶中的气体压强减小,引发喷泉。(3)图 3 是利用反应生成大量的气体,由气体自身产生的压强将液体压上去而产生喷泉,A 可以。



温馨提示:请自主完成课后作业(六)

课后作业·单独成册

第4课时 硝酸 酸雨及防治

自主预习

知新导学

1. 硝酸的物理性质

硝酸是 无 色、易 挥发、有 刺激性 气味的液体。

2. 浓硝酸见光或者受热会分解产生 二氧化氮，所以一般将其保存在 棕 色试剂瓶中，并放置在阴凉处。相关的化学方程式为 $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\Delta \text{或光照}} 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 。

3. 浓硝酸、稀硝酸与铜反应的化学方程式分别如下：



4. 酸雨

酸雨的 pH 小于 5.6，主要是由 二氧化硫、氮氧化物 以及它们在大气中发生反应后的生成物溶于雨水形成的。

小试牛刀

1. 下列关于硝酸的说法不正确的是 (A)

- A. 硝酸的强氧化性体现为 H^+ 的氧化性
- B. 相同条件下，浓硝酸和稀硝酸的还原产物不同
- C. 硝酸能氧化大多数金属
- D. 浓硝酸易分解，应该用棕色瓶盛装

【解析】硝酸的氧化性由+5价的N元素体现，A错误；相同条件下，浓硝酸与铜反应生成二氧化氮，稀硝酸与铜反应生成一氧化氮，说明浓硝酸和稀硝酸的还原产物不同，B正确；硝酸具有强氧化性，能溶解除金、铂以外的大多数金属，C正确；浓硝酸遇光或受热易分解，应该用棕色瓶盛装，防止分解，D正确。

2. 浓硝酸不具有的性质是 (A)

- A. 吸水性 B. 易分解 C. 强氧化性 D. 腐蚀性

【解析】A. 吸水性指材料在水中能吸收水分的性质，常见具有吸水性的物质有 CuSO_4 、浓硫酸、氢氧化钠、氯化钙和氯化镁等，浓硝酸不具有吸水性，A符合题意；B. 浓硝酸受热或见光易分解，生成 NO_2 、 O_2 、 H_2O 等，B不合题意；C. 浓硝酸具有强氧化性，能使铁、铝发生钝化，能与不活泼金属反应，C不合题意；D. 浓硝酸具有腐蚀性，会腐蚀金属，对人的皮肤也具有强烈的腐蚀性，D不合题意。

3. 常温下，能溶于浓 HNO_3 的单质是 (C)

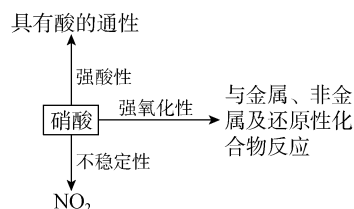
- A. Al B. Fe C. Cu D. Au

【解析】金属 Al、Fe 在常温下可与浓 HNO_3 发生钝化反应，在表面生成一层致密的氧化物膜而阻碍反应的继续进行，Au 在常温下与 HNO_3 不反应，只有 Cu 与浓 HNO_3 反应生成硝酸铜、二氧化氮气体和水。

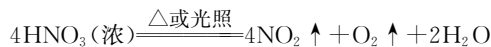
互动课堂

合作探究

探究1 硝酸的化学性质

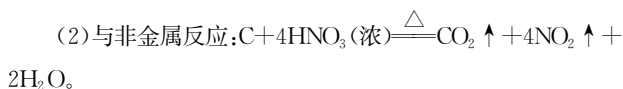
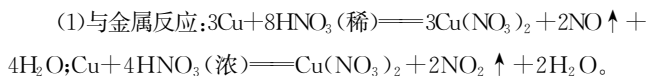


1. 不稳定性



2. 强氧化性

无论浓硝酸还是稀硝酸都有强氧化性，而且浓度越大，氧化性越强。



【例1】下列有关实验操作、现象和解释或结论都正确的是 ()

序号	实验操作	现象	解释或结论
①	向过量的 Fe 粉中加入稀硝酸，充分反应后，滴入 KSCN 溶液	溶液呈红色	稀硝酸将 Fe 氧化为 Fe^{3+}
②	浓硝酸久置或光照	变黄色	HNO_3 不稳定，易分解
③	铝箔插入稀硝酸中	无现象	铝箔表面被 HNO_3 氧化，形成致密的氧化膜
④	用玻璃棒蘸取浓硝酸点到蓝色石蕊试纸上	试纸先变红色后褪色	浓硝酸具有酸性和强氧化性

A. ①② B. ③④ C. ②③④ D. ②④

【答案】D

【解析】①中过量的Fe与HNO₃反应生成Fe²⁺，滴入KSCN溶液不能呈红色，错误；③中Al在常温下遇浓硫酸钝化，遇稀硝酸会发生反应，错误。

点睛 要熟练掌握硝酸的性质

- (1)物理性质：硝酸是无色、易挥发的液体，有刺激性气味。
(2)化学性质：①强酸性；②不稳定性；③强氧化性。

【变式训练1】有关硝酸化学性质的叙述中，正确的是

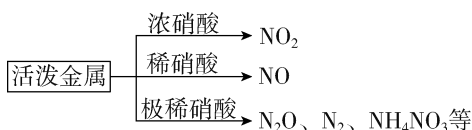
(D)

- A. 硝酸能与Na₂CO₃、Na₂S、Na₂SO₃反应，分别产生CO₂、H₂S和SO₂
B. 硝酸能与FeO反应生成Fe(NO₃)₂和H₂O，与Fe反应生成Fe(NO₃)₂和H₂
C. 浓硝酸、稀硝酸都只能使蓝色石蕊试纸变红
D. 浓硝酸因分解放出的NO₂又溶解于浓硝酸而使之呈黄色

【解析】A. 硝酸能与Na₂CO₃、Na₂S、Na₂SO₃等盐反应，Na₂CO₃+2HNO₃═2NaNO₃+CO₂↑+H₂O；Na₂S、Na₂SO₃具有还原性，而HNO₃具有强氧化性，反应为3Na₂S+8HNO₃═6NaNO₃+2NO↑+4H₂O+3S、3Na₂SO₃+2HNO₃═3Na₂SO₄+2NO↑+H₂O，A错误；B. 硝酸与FeO、Fe反应生成硝酸铁，与铁反应不生成氢气，错误；C. 浓硝酸使石蕊试纸先变红后褪色，错误；D. 浓硝酸不稳定，易分解生成二氧化氮，二氧化氮溶于浓硝酸而使其溶液呈黄色，正确。

探究2 金属与硝酸的反应

1. 除Au、Pt等少数金属外，硝酸几乎可以氧化所有的金属。
2. 活泼金属与HNO₃反应不生成H₂，HNO₃的浓度不同，还原产物不同。



3. 常温下浓硝酸能使Fe、Al钝化，加热时反应。

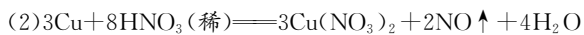
【例2】在浓硝酸中放入铜片：

(1)开始反应的化学方程式为_____，实验现象为_____。

(2)若铜有剩余，则反应将要结束时的化学方程式为_____。

(3)待反应停止后，再加入少量25%的稀硫酸，这时铜片上又有气泡产生，其原因是_____。

【答案】(1)Cu+4HNO₃(浓)═Cu(NO₃)₂+2NO₂↑+2H₂O 铜片逐渐变小，溶液颜色变成绿色，并有红棕色气体产生



(3)溶液中有硝酸根离子，加入稀硫酸后增加了溶液中氢离子的浓度，发生反应3Cu+8H⁺+2NO₃⁻═3Cu²⁺+2NO↑+4H₂O

【解析】随着反应的进行，硝酸的浓度不断减小，反应结束前实质上是铜与稀硝酸的反应。反应停止后再加稀H₂SO₄，溶液中的NO₃⁻在酸性条件下，又相当于稀HNO₃与铜反应。

点睛 硝酸与金属反应一般不能产生氢气。硝酸浓度不同，还原的产物也会不同，浓硝酸生成二氧化氮，稀硝酸生成一氧化氮。

【变式训练2】足量铜与一定量浓硝酸反应得到硝酸铜溶液和NO₂、N₂O₄、NO的混合气体，这些气体与4.48 L O₂(标准状况)混合后通入水中，气体恰好完全被水吸收生成硝酸。若向所得硝酸铜溶液中加入500 mL NaOH溶液，此时Cu²⁺恰好沉淀完全，所用NaOH溶液的浓度是 (A)

- A. 1.6 mol·L⁻¹ B. 3.2 mol·L⁻¹
C. 3 mol·L⁻¹ D. 4 mol·L⁻¹

【解析】标准状况下，4.48 L O₂的物质的量为 $\frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$ ，NO₂、N₂O₄、NO的混合气体与4.48 L O₂(标准状况)混合后通入水中，所有气体恰好完全被水吸收生成硝酸，根据电子转移守恒，Cu提供电子的物质的量等于氧气获得电子的物质的量， $n(\text{Cu}^{2+}) = \frac{0.2 \text{ mol} \times 4}{2} = 0.4 \text{ mol}$ ，又Cu²⁺与氢氧根离子反应生成Cu(OH)₂，故n(NaOH)=2n(Cu²⁺)=0.4 mol×2=0.8 mol，故所用氢氧化钠溶液的浓度为 $\frac{0.8 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 1.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

探究3 常见的环境污染问题

环境问题	形成原因	主要危害
温室效应	大气中CO ₂ 含量不断升高	全球气候变暖，两极冰雪融化，海平面上升
酸雨	SO ₂ 和氮氧化物的排放	土壤酸化，腐蚀建筑物
光化学烟雾	氮氧化物和碳氢化合物的排放	危害人体健康和植物生长
臭氧空洞	氮氧化物和氟氯化烃的排放	地球上的生物受太阳紫外线的伤害加剧
赤潮和水华	含氮、磷等营养成分的生活污水和工业废水的任意排放	使藻类过度繁殖，水质恶化，发生在海水中为赤潮，发生在淡水中为水华
“白色污染”	聚乙烯塑料等的大量使用，任意丢弃	破坏土壤结构和生态环境

【例3】下列环境问题与产生的主要原因不相符的是()

- ①光化学烟雾主要是由氮氧化物和碳氢化合物引起的
- ②酸雨主要是由空气中 CO_2 的浓度增大引起的
- ③温室效应主要是由空气中 CO_2 的浓度增大引起的
- ④赤潮主要是由水体中 N、P 等元素含量过高引起的

- A. ①② B. ②③
C. 全部 D. 只有②

【答案】D

【解析】酸雨主要是由空气中 SO_2 或 NO_x 的浓度增大引起的。

【点睛】常见的环境污染

(1)大气污染

大气污染是指由空气中的颗粒物、硫的氧化物(SO_2 、 SO_3)、氮的氧化物(NO 、 NO_2 等)、CO、碳氢化合物、氟氯代烃等造成的污染。其中 SO_2 、 NO_x 主要来源于化石类燃料的大量使用。大气污染的具体表现主要有:形成酸雨、酸雾;臭氧空洞;光化学烟雾;室内空气污染(指家用燃料的燃烧、烹调、吸烟产生的 CO 等,各种建筑材料和装饰材料释放出的甲醛、苯等有机物造成的污染等)。

(2)水体污染

水体污染是指过量有害物质进入水中造成的污染。导致水体污染的物质主要有两大类:一类是重金属污染,如重金属 Hg、Cd、Pb、Cr 等进入水中形成的污染,这些重金属主要来自化工、冶金、电子、电镀等排放的工业废水;另一类是植物营养物质污染,水中高浓度的 N、P 等植物营养物质,导致水体富营养化而形成的污染,它主要是由进入水中腐烂的含蛋白质的物质、含磷洗涤剂及大量使用化肥造成的。

【变式训练3】汽车尾气主要含有 CO_2 、CO、 SO_2 、 NO_x 等物质,这种尾气逐渐成为城市空气污染的主要来源之一。

(1) SO_2 污染主要来自 化石燃料的燃烧和工厂的废气,汽车尾气中的 NO 来自 N_2 与 O_2 在汽车汽缸内的高温环境下的反应。汽车尾气对环境的危害主要有 形成硝酸型酸雨、导致光化学烟雾、产生温室效应 (至少填两种)。

(2)汽车尾气中的 CO、 NO_x 在适宜温度下采用催化转化法处理,使它们相互反应生成参与大气循环的无毒气体。写出 NO 被 CO 还原的化学方程式: $2\text{CO} + 2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$ 。

【解析】(1)化石燃料的燃烧和某些工厂的废气会产生二氧化硫污染;当空气过量时, N_2 和 O_2 在放电或高温条件下反应生成 NO。汽车尾气对环境的危害很大,可以形成硝酸型酸雨、导致光化学烟雾、产生温室效应。(2)CO、 NO_x 反应后生成的无毒气体为 CO_2 和 N_2 。

随堂小练

1. (双选)下列关于硝酸的说法中,正确的是 (BC)

- A. 硝酸电离出的 H^+ 能被 Zn 还原成 H_2
- B. 浓硝酸见光易分解,所以要保存在棕色试剂瓶中
- C. 常温下铁能被浓硝酸钝化,可用铁质容器贮运浓硝酸
- D. 过量的 Fe 粉中加入稀硝酸,充分反应后,滴入 KSCN 溶液,溶液呈红色

【解析】A. 硝酸具有强氧化性,与 Zn 反应生成含氮氧化物等,不能生成 H_2 , 错误; B. 浓硝酸见光易分解,所以要保存在棕色试剂瓶中, 正确; C. 常温下,铁能被浓硝酸钝化,表面形成致密的氧化膜,阻止反应继续进行,故可用铁质容器贮运浓硝酸, 正确; D. 过量的 Fe 粉中加入稀硝酸,生成的 Fe^{2+} 与 KSCN 溶液不反应。

2. 下列实验事实与硝酸性质不相符的一组是 (D)

- A. 浓硝酸使紫色石蕊溶液先变红后褪色——酸性和强氧化性
- B. 铁与稀硝酸反应不能放出氢气——强氧化性
- C. 要用棕色瓶盛装浓硝酸——不稳定性
- D. 氢氧化亚铁固体与稀硝酸混合——强酸性

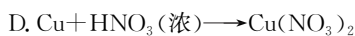
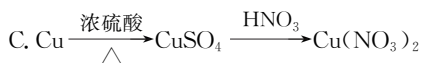
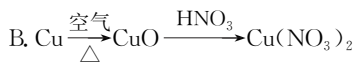
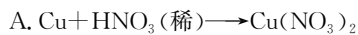
【解析】A. 浓硝酸因有酸性而使紫色石蕊溶液变红色,又因浓硝酸的强氧化性而使其褪色; B. 因稀硝酸有强氧化性,与铁反应不产生 H_2 ; C. 因浓硝酸不稳定,光照或受热易分解,因此要用棕色瓶盛装,避光保存; D. 稀硝酸与氢氧化亚铁反应生成硝酸铁、一氧化氮和水,体现了硝酸的酸性和强氧化性, 错误。

3. 一定质量的铜分别与足量的稀硝酸和浓硝酸完全反应,在相同条件下用排水法收集反应产生的气体。下列叙述正确的是 (D)

- A. 硝酸浓度越大,硝酸被还原之后的生成物的价态越低,对应的硝酸的氧化性越弱
- B. 硝酸浓度不同,生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的物质的量不同
- C. 硝酸浓度越大,产生的气体越少
- D. 同温同压下,两者用排水法收集到的气体体积相等

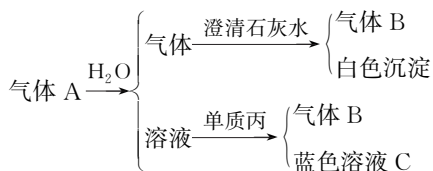
【解析】硝酸的浓度越大氧化性越强,与产物的价态无关, A 错误;等量的 Cu 与足量酸反应,生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的物质的量相同, B 错误;等量的 Cu 与足量酸反应,浓硝酸反应生成气体多, C 错误;因 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 用排水法最终收集的气体均为 NO, 由电子守恒可知,收集 NO 的体积相等, D 正确。

4. 工业上用废铜屑作原料制备硝酸铜。为节约原料和防止污染,宜采取的方法是 (B)



【解析】稀硝酸与铜反应生成硝酸铜和 NO, NO 是有毒气体, 会污染大气, A 错误; 铜与氧气反应生成 CuO, CuO 与稀硝酸反应生成硝酸铜, 生成相同的量的硝酸铜, 反应消耗硝酸最少, 且没有生成污染性气体, B 正确; 铜与浓硫酸反应生成硫酸铜和二氧化硫, 二氧化硫有毒, 属于污染性气体, C 错误; 浓硝酸与铜反应生成硝酸铜和二氧化氮, 二氧化氮是有毒气体, 会污染大气, D 错误。

5. 将红热的黑色固体单质甲投入显黄色的溶液乙中剧烈反应产生混合气体 A, A 在常温下不与空气作用, 有如下变化关系:



试推导:

(1) 甲为 C, 乙为 浓硝酸, 丙为 Cu。

(2) 混合气体 A 为 NO_2 、 CO_2 。

(3) 气体 B 为 NO, 蓝色溶液 C 为 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液。

(4) 甲与乙反应的化学方程式是 $\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】由“红热的黑色固体单质”可知甲为单质碳, 显黄色的溶液常见的有浓硝酸, C 与浓硝酸反应的化学方程式为 $\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 即混合气体 A 为 CO_2 、 NO_2 ; NO_2 与 H_2O 反应生成 NO 和 HNO_3 , CO_2 与澄清石灰水反应, 则气体 B 为 NO, 单质丙与硝酸反应生成气体 B 和蓝色溶液 C, 蓝色溶液应为 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 故单质丙为 Cu。



温馨提示: 请自主完成课后作业(七)

课后作业 · 单独成册

第三节 无机非金属材料

第1课时 硅酸盐材料

自主预习

知新导学

1. 从组成上看,许多无机非金属材料含有 硅、氧 等元素,具有耐 高温、抗腐蚀、硬度 高 等特点。

2. 在硅酸盐中,Si 与 O 构成 硅氧四面体 结构,每个 Si 结合 4 个 O,Si 在中心,O 在四面体的 4 个顶角;许多这样的四面体还可以通过顶角的 O 相互连接,每个 O 为两个四面体所共有,与 2 个 Si 相结合。硅酸盐材料大多具有 硬度 高、熔点高、难 溶于水、化学性质稳定、耐腐蚀等特点。

3. 陶瓷是以 黏土 为主要原料。普通玻璃的主要成分为 Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 和 SiO_2 ,它是以 纯碱、石灰石和石英砂 为原料。普通硅酸盐水泥的生产以 石灰石和黏土 为主要原料。



小试牛刀

1. 《本草图经》中有关不灰木的描述为:“不灰木,出上党,今泽、潞山中皆有之,盖石类也。其色青白如烂木,烧之不可燃,以此得名。或云滑石之根也,出滑石处皆有”。其中出滑石为 $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$,则“不灰木”的成分可能是 (B)

A. 纤维素 B. 硅酸盐 C. 氧化铁 D. 动物毛皮

【解析】不灰木,烧之不可燃,而纤维素能燃烧,A 不合题意;不灰木,盖石类也,云滑石之根也,出滑石 $[\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2]$ 处皆有,则与滑石同类,都属于硅酸盐,B 符合题意;不灰木,其色青白如烂木,而氧化铁呈红色,C 不合题意;不灰木,盖石类也,而动物毛皮属于蛋白质类,D 不合题意。

2. 中国是瓷器的故乡,有“瓷都”之称的江西景德镇出产的青花瓷是瓷器的代表,蓝紫色的硅酸铜钡($\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$)是瓷器加工中常用的颜料。下列说法正确的是 (B)

A. 瓷器属于新型无机硅酸盐产品
B. 硅酸铜钡还可表示为 $\text{BaO} \cdot \text{CuO} \cdot 2\text{SiO}_2$
C. 石灰石、黏土是生产瓷器的主要原料
D. 瓷器具有较高的强度与硬度

【解析】陶瓷为传统的无机非金属材料,A 错误;硅酸盐用氧化物形式表示时,书写顺序为活泼金属氧化物、不活泼金属氧化物、二氧化硅、水,所以硅酸铜钡($\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$)用氧化物形式可表示为 $\text{BaO} \cdot \text{CuO} \cdot 2\text{SiO}_2$,B 正确;生产陶瓷用到的主要原料为黏土,C 错误;瓷器易碎,强度不高,但具有较高的硬度,D 错误。

3. 下列物质中不含硅酸盐的是 (D)

A. 陶瓷 B. 玻璃 C. 水泥 D. 生石灰

【解析】陶瓷、玻璃、水泥都属于传统的无机非金属材料,主要成分都是硅酸盐;生石灰的主要成分为 CaO ,不属于硅酸盐,D 符合题意。

互动课堂

合作探究

探究1 三种常见的硅酸盐产品

硅酸盐产品	主要原料	主要设备	主要成分
陶瓷	黏土	—	硅酸盐
玻璃	纯碱、石灰石、石英砂	玻璃窑	Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 和 SiO_2
水泥	石灰石、黏土	水泥回转窑	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

注意:玻璃生产中的两个重要反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$; $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

【例1】《天工开物》中记载:“凡埴泥造瓦,掘地二尺余,择取无沙黏土而为之”“凡坯既成,干燥之后,则堆积窖中燃薪举火”“浇水转釉(主要为青色),与造砖同法”。下列说法错误的是 ()

A. 沙子和黏土的主要成分为硅酸盐
B. “燃薪举火”使黏土发生复杂的物理、化学变化
C. 烧制后自然冷却成红瓦,浇水冷却成青瓦
D. 黏土是制作砖瓦和陶瓷的主要原料

【答案】A

【解析】沙子主要成分是二氧化硅,不是硅酸盐,A 错误;硅酸盐工业煅烧过程中发生一系列复杂的物理、化学变化,B 正确;自然冷却生成的物质中铁元素为+3价,所以为红瓦,浇水过程中,水在高温下与碳反应生成还原性气体 CO , Fe^{3+} 被还原为 Fe^{2+} ,所以成青瓦,C 正确;砖瓦和陶瓷的主要原料为黏土,D 正确。

【点睛】传统的无机非金属材料多为硅酸盐材料,包括陶瓷、玻璃、水泥等,其主要成分为各种硅酸盐,要熟记生产它们的主要原料。

【变式训练1】高铁是我国装备制造的一张亮丽名片。在高铁工程建设中用量最大的硅酸盐材料是 (B)

A. 钢筋 B. 水泥 C. 玻璃 D. 陶瓷

【解析】以含硅物质为原料经加热制成的产品,通常称为硅酸盐产品。所谓硅酸盐指的是硅、氧与其他化学元素(主要是铝、铁、钙、镁、钾、钠等)结合而成的化合物的总称,由此分析解答。钢筋属于金属,A 错误;水泥是混凝土的主要成分,属于硅酸盐材料,B 正确;玻璃属于硅酸盐材料,但是在工程建设中用量不大,C 错误;陶瓷属于硅酸盐材料,但是在工程建设中用量不大,D 错误。

探究2 硅酸盐的氧化物形式的改写

硅酸盐由于组成比较复杂,通常用二氧化硅和金属氧化物的形式表示其组成,改写时的规律如下:

书写形式	氧化物的排列顺序:活泼金属氧化物→较活泼金属氧化物→二氧化硅→水 氧化物之间以“·”隔开
化学计量数	配置原则:各元素原子总个数比符合原来的组成,若出现分数应化为整数

注意:将复杂的硅酸盐化学式改写成氧化物形式时,只需写出除O以外的所有元素的常见氧化物,并用“·”将它们隔开,但需注意各种原子个数比符合原来的组成。在某种(或几种)氧化物前加合适的化学计量数。如① KAlSi_3O_8 : $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$;② $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【例2】用二氧化硅和金属氧化物的形式表示硅酸盐的组成,其中不正确的是 ()

- A. 钙沸石 $[\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$:
 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
B. 镁橄榄石 $(\text{Mg}_2\text{SiO}_4)$: $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$
C. 长石 $(\text{KAlSi}_3\text{O}_8)$: $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$
D. 高岭石 $[\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4]$: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

【答案】C

【解析】长石的氧化物书写形式应为 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, C错误。

【点睛】硅酸盐由盐的书写形式改写为氧化物的形式的一般顺序为:碱性氧化物、两性氧化物、酸性氧化物、水。书写时注意:①氧化物之间以“·”隔开;②化学计量数配置出现的分数应化为整数;③金属氧化物在前(活泼金属氧化物→较活泼金属氧化物),非金属氧化物在后,若同一元素有变价,那么低价在前,高价在后, H_2O 一般写在最后。

【变式训练2】绿柱石又称绿宝石,其主要成分为 $\text{Be}_n\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$,也可以用二氧化硅和金属氧化物的形式表示,则n为 ()

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

【解析】根据化合物中正、负化合价的代数和为0可知, $2n+3 \times 2+4 \times 6=2 \times 18$,解得 $n=3$ 。

随堂小练

1. 下列关于硅酸盐材料的说法错误的是 ()

- A. 普通玻璃的主要成分是 SiO_2
B. 生活中常见的硅酸盐材料有玻璃、水泥、陶瓷
C. 陶瓷的主要原料是黏土
D. 硅酸盐水泥以石灰石和黏土为原料

【解析】普通玻璃的主要成分为 Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 和 SiO_2 , A错误;生活中常见的硅酸盐材料有玻璃、水泥、陶瓷, B正确;陶瓷的主要原料是黏土, C正确;硅酸盐水泥以石灰石和黏土为主要原料, D正确。

2. 水泥和普通玻璃都是常见的硅酸盐产品。下列说法中不正确的是 ()

- A. 生产水泥和普通玻璃的每一种原料都含有硅
B. 水泥、普通玻璃都是混合物
C. 生产水泥和玻璃都必须用石灰石
D. 用纯净的石英制成石英玻璃,它的膨胀系数小,常用来制造耐高温的化学仪器

【解析】A. 硅酸盐工业所用原料有硅酸盐、二氧化硅、石灰石、纯碱等,不一定每一种原料中都必须含有硅, A错误;B. 玻璃是传统硅酸盐产品,主要成分有硅酸钠、硅酸钙等,水泥是传统硅酸盐产品,其中含有硅酸三钙、硅酸二钙、铝酸三钙,都是混合物, B正确;C. 生产玻璃的原料主要有纯碱、石灰石、石英砂,生产水泥的原料主要有石灰石、黏土,都需用石灰石, C正确;D. 二氧化硅为共价晶体,熔点高,硬度大,结构稳定,用纯净的石英可制成石英玻璃,它的膨胀系数小,故常用来制造耐高温的化学仪器, D正确。

3. 制造水泥和玻璃都需用到的原料是 ()

- A. 黏土 B. 石英 C. 石灰石 D. 纯碱

【解析】制造水泥的原料是石灰石和黏土,制造玻璃的原料是石灰石、纯碱和石英砂,所以制造水泥和玻璃都需用到的原料是石灰石。

4. 矿泉水一般是由岩石风化后被地下水溶解其中可溶部分生成的,此处所指的风化作用是指矿物与水与 CO_2 同时作用的过程。

例如长石 $(\text{KAlSi}_3\text{O}_8)$ 风化生成高岭土 $[\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4]$,此反应的离子方程式为 $2\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{CO}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}^+ + 2\text{HCO}_3^- + 4\text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ 。

(1) 将上述复杂硅酸盐改写成氧化物的形式。

① KAlSi_3O_8 $\underline{\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2}$;

② $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ $\underline{\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}$ 。

(2) 上述反应能够发生的原因是 较强的酸能制取较弱的酸。

【解析】(1) 将复杂硅酸盐化学式改写成氧化物时,只需将除O以外所有的元素写出其常见氧化物,并用“·”将它们合并起来,但需注意各种原子个数比符合原来的组成比。在某种(或几种)氧化物前加合适的系数。① KAlSi_3O_8 : $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$;② $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。(2) 分析反应前后物质的种类,可知属于酸与盐发生的复分解反应,由于酸性 $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$,发生了较强的酸制取较弱的酸的反应。

5. 现代化城市建设离不开各种材料。

(1) 水泥具有水硬性和强吸水性;水泥砂浆是 水泥、沙子 和水的混合物,是建筑用黏合剂;混凝土是 水泥、沙子 和 碎石 的混合物,用钢筋做结构的混凝土强度很大。

(2) 玻璃生产的主要原料是 碳酸钠、碳酸钙 和 二氧化硅。

【解析】水泥是硅酸二钙、硅酸三钙和铝酸三钙的混合物,它遇水容易硬化。为增大其强度,常掺入沙子、碎石、钢筋等,构成各种混凝土,以满足生产、生活的需要。玻璃是硅酸钠、硅酸钙、二氧化硅的混合物,能够抗酸碱的腐蚀。

(1) 水泥遇水会发生硬化,所以具有水硬性和强吸水性;往水泥中掺入沙子和水,便成为水泥砂浆,水泥砂浆是水泥、沙子和水的混合物,是建筑用黏合剂;水泥砂浆中再掺入碎石就成为混凝土,混凝土是水泥、沙子和碎石的混合物,用钢筋做结构的混凝土强度很大。

(2) 生产普通硅酸盐玻璃时,发生两个反应: $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ 、 $\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$,所以玻璃生产的主要原料是碳酸钠、碳酸钙和二氧化硅。



温馨提示:请自主完成课后作业(八)

课后作业·单独成册

第2课时 新型无机非金属材料

自主预习



知新导学

1. 硅的存在、用途

硅在自然界主要以 硅酸盐 和 氧化物 的形式存在。硅单质的导电性介于导体与绝缘体之间,是应用最为广泛的 半导体 材料。

2. 硅的制备

工业上用 焦炭 还原石英砂制得粗硅,化学方程式为



3. 二氧化硅

二氧化硅可用来生产 光导纤维。

4. 新型陶瓷

碳化硅俗称 金刚砂,其中的硅原子和碳原子通过共价键连接,硬度 很大,可用作砂纸和砂轮的磨料。碳化硅还具有优异的 高温抗氧化 性能,可用作耐高温结构材料、耐高温半导体材料等。

5. 碳纳米材料

碳纳米材料主要包括富勒烯、碳纳米管、石墨烯等。



小试牛刀

1. 我国已跨入“互联网+”时代,而“互联网+”的建设离不开无机非金属材料硅。下列物品中用到硅单质的是 (A)

- A. 计算机芯片 B. 陶瓷餐具
C. 石英钟表 D. 光导纤维

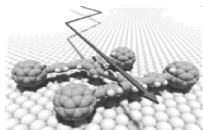
【解析】硅单质是半导体材料,可以制计算机芯片,A正确;陶瓷餐具是硅酸盐产品,主要成分为硅酸盐,B错误;石英的主要成分为二氧化硅,不是单质硅,C错误;光导纤维的成分为二氧化硅,是硅的氧化物,不是单质硅,D错误。

2. 下列关于硅及其化合物的性质、用途的叙述中,不正确的是 (D)

- A. 晶体硅是良好的半导体材料
B. 硅单质可用来制造太阳能电池
C. 二氧化硅是光导纤维材料
D. 常温下二氧化硅不能与 NaOH 溶液反应

【解析】二氧化硅是酸性氧化物,常温下二氧化硅能与 NaOH 溶液反应生成硅酸钠和水,D错误。

3. “纳米车”(如图所示)是科学家用某有机分子和球形笼状分子 C_{60} 制成的,每辆“纳米车”是由 1 个有机分子和 4 个 C_{60} 分子构成的。“纳米车”可以用来运输单个的有机分子。下列说法正确的是 (D)



A. C_{60} 是一种新型的化合物

B. C_{60} 与 ^{12}C 是同素异形体

C. 人们用肉眼可以清晰看到“纳米车”的运动

D. “纳米车”的诞生说明人类操纵分子的技术进入了一个新阶段

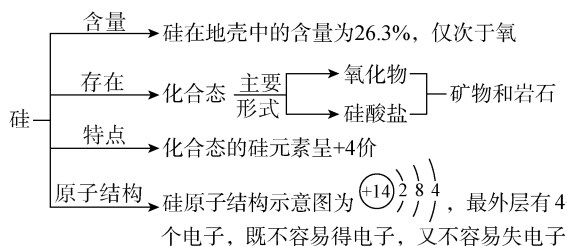
【解析】 C_{60} 是由一种元素组成的纯净物,属于单质,不属于化合物,A错误; C_{60} 是由碳元素形成的单质,而 ^{12}C 是碳元素的一种原子,故 C_{60} 与 ^{12}C 不是同素异形体,B错误;因“纳米车”很小,我们不能直接用肉眼清晰地看到这种“纳米车”的运动,C错误;“纳米车”的诞生说明人类操纵分子的技术进入了一个新阶段,D正确。

互动课堂



合作探究

探究1 硅元素的存在及原子结构



【例1】下列关于 Si 的叙述中,错误的是 ()

- A. 晶体硅的结构类似于金刚石
B. 硅是良好的半导体材料
C. 硅的性质较稳定,在自然界中存在游离态

D. 可以用焦炭还原二氧化硅生产粗硅: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$

【答案】C

【解析】晶体硅的结构类似于金刚石,属于原子晶体,A正确;硅的导电性介于导体与绝缘体之间,是良好的半导体,B正确;硅在自然界中以化合态存在,自然界中无游离态的硅,C错误;焦炭还原二氧化硅生产粗硅,化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$,D正确。

【点睛】硅在自然界全部以化合态存在,主要形成地壳的岩石和土壤;工业上常用焦炭还原二氧化硅制备粗硅;硅是目前应用最广泛的半导体材料。

【变式训练1】下列关于硅的叙述中不正确的是 (C)

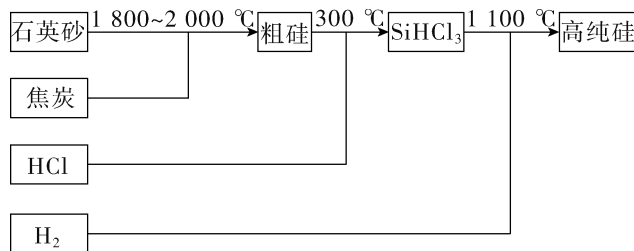
- A. 常温下硅的化学性质比较稳定
B. 在自然界中硅主要以氧化物和硅酸盐的形式存在
C. 硅元素在自然界中主要以单质的形式存在
D. 硅是制造太阳能电池的常用材料

【解析】物质的性质是由物质的结构决定的,硅的正四面体的空间网状结构使它的原子间的作用力很强,在常温下,很难

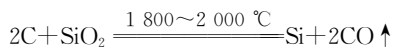
发生化学键的断裂,所以常温下硅的化学性质比较稳定,A正确;硅是组成矿物和岩石的主要元素,在自然界中硅主要以氧化物和硅酸盐的形式存在,B正确;硅在自然界中以化合态形式存在,而不是单质,C错误;太阳能电池中的常用材料是硅,D正确。

探究2 高纯硅的制备

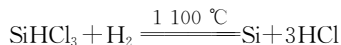
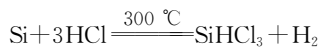
工业上制备高纯硅,一般需要先制得纯度为98%左右的粗硅,再以其为原料制备高纯硅。例如,可以将粗硅转化为三氯硅烷(SiHCl_3),再经氢气还原得到高纯硅。



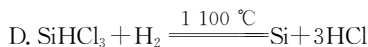
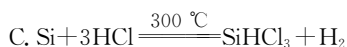
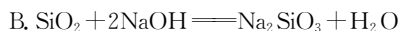
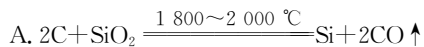
(1)粗硅的制备



(2)高纯硅的制备



【例2】半导体工业中有一句行话“从沙滩到用户”,即由 SiO_2 制取Si。制取过程中不涉及的化学反应是 ()



【答案】B

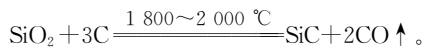
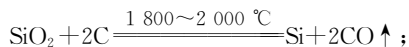
【解析】由 SiO_2 制取Si时要先制得粗硅,反应为 $2\text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$,然后再进行提纯,反应依次为 $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$ 、 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1100\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ 。

【点睛】工业上制取高纯硅,首先用焦炭还原二氧化硅得粗硅,然后和氯化氢反应,再用氢气还原即可得高纯硅。

【变式训练2】硅是带来人类文明的重要元素之一,在传统材料到信息材料的发展过程中创造了一个又一个奇迹。

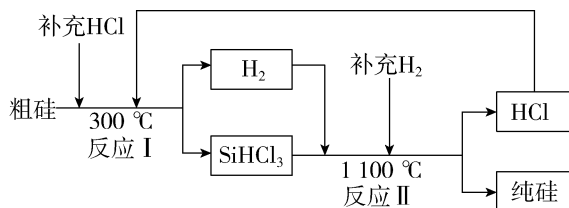
(1)硅在元素周期表中的位置是 第三周期、第ⅣA族。

(2)工业上生产粗硅的反应:



若产品中单质硅与碳化硅的物质的量之比为1:1,则参加反应的C和 SiO_2 的物质的量之比为 5:2。

(3)工业上可以通过如图所示的流程制取纯硅:



①若反应I为 $\text{Si}(\text{粗}) + 3\text{HCl} \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$,则反应II的化学方程式为 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1100\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ 。

②整个制备过程中必须严格控制无水无氧。 SiHCl_3 遇水剧烈反应生成 H_2SiO_3 、HCl和另一种物质,写出该反应的化学方程式: $\text{SiHCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 3\text{HCl} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

【解析】(1)硅在元素周期表中的位置是第三周期、第ⅣA族。

(2)根据反应 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{1800 \sim 2000\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$, $\text{SiO}_2 + 3\text{C} \xrightarrow{1800 \sim 2000\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiC} + 2\text{CO} \uparrow$,生成1 mol Si需C 2 mol、 SiO_2 1 mol,生成1 mol SiC需C 3 mol、 SiO_2 1 mol,产品中Si与SiC的物质的量之比为1:1,则参加反应的C和 SiO_2 的物质的量之比为5:2。

(3)①反应II的化学方程式为 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1100\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ 。

②化学方程式为 $\text{SiHCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 3\text{HCl} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

探究3 新型陶瓷和碳纳米材料

1. 新型陶瓷

(1)碳化硅:化学式为SiC,俗称金刚砂,结构类似金刚石,硬度很大,可用作砂纸和砂轮的磨料。它的高温抗氧化能力强,可以用作耐高温结构材料、耐高温半导体材料等。

(2)除此之外,还有具有特殊功能的陶瓷材料,如压电陶瓷、透明陶瓷和超导陶瓷等,均不同于传统陶瓷,应用领域更加广泛。

2. 碳纳米材料

碳纳米材料	结构特点	应用(意义)
富勒烯	由碳原子构成的一系列笼形分子的总称	代表物 C_{60} 的发现开启了碳纳米材料研究和应用的新时代
碳纳米管	由石墨片层卷成的管状物,具有纳米尺度的直径	可用于生产复合材料、电池和传感器等
石墨烯	只有一个碳原子直径厚度的单层石墨	应用于光电器件、超级电容器、电池和复合材料等方面

【例3】下列属于新型无机非金属材料的是 ()

- A. 碳纳米管 B. 玻璃
C. 水泥 D. 陶瓷

【答案】A

【解析】玻璃、陶瓷、水泥属于主要成分为硅酸盐的传统无机非金属材料。

【点睛】传统无机非金属材料包括玻璃、陶瓷、水泥等硅酸盐材料,新型无机非金属材料包括碳化硅、氮化硅、光导纤维等各种材料。

【变式训练3】据报道,我国科学家近年来研制出一种新型“连续纤维增韧”航空材料,其主要成分是由碳化硅、陶瓷和碳纤维复合而成的。下列有关叙述不正确的是 (B)

A. 它耐高温耐腐蚀

- B. 它比钢铁轻,但质地较脆
C. 它没有固定的熔点
D. 它是一种新型无机非金属材料

【解析】碳化硅、陶瓷和碳纤维具有耐高温、抗氧化的性能,A项正确;由于这种材料能增加韧性,故质地不会较脆,B项错误;该材料是由碳化硅、陶瓷和碳纤维复合而成,属于混合物,没有固定的熔、沸点,C项正确;该材料由无机物复合而成,为新型无机非金属材料,D项正确。

随堂小练

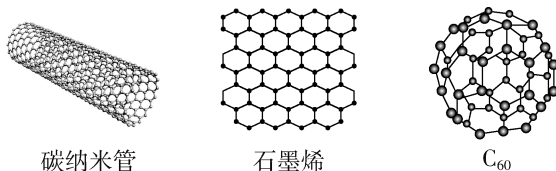
1. 在生产和生活中应用的化学知识正确的是 (D)
A. 玻璃、水泥、水晶项链都是硅酸盐制品
B. 在通信工程中晶体硅是制作光导纤维的主要原料
C. 在医疗上碳酸钠是治疗胃酸过多的一种药剂
D. 发酵粉中主要含有碳酸氢钠,能使焙制出的糕点疏松多孔

【解析】水晶成分为二氧化硅,是氧化物,不属于硅酸盐,A错误;二氧化硅具有良好的光学特性,是制作光导纤维的主要原料,B错误;碳酸钠碱性较强,具有腐蚀性,不能用于治疗胃酸过多,可以用碳酸氢钠治疗,C错误;碳酸氢钠不稳定,受热分解生成二氧化碳,能使焙制出的糕点疏松多孔,常用于食品发酵剂,D正确。

2. (双选)下列说法中,正确的是 (BC)
A. 二氧化硅和二氧化碳都是酸性氧化物,所以二氧化硅能和水反应生成硅酸
B. Si可做计算机芯片
C. 硅酸盐材料大多具有熔点高、硬度大、难溶于水、化学性质稳定、耐腐蚀等特点
D. Si和SiO₂都用于制造光导纤维

【解析】二氧化硅和二氧化碳都是酸性氧化物,二氧化碳能溶于水并与水化合生成碳酸;二氧化硅不溶于水,不能与水反应生成硅酸,A错误。单质硅是一种优质半导体材料,可做计算机芯片,B正确;硅氧四面体结构的特殊性决定了硅酸盐材料大多具有稳定性强、硬度大、熔点高、难溶于水、绝缘、耐腐蚀等特点,C正确;单质Si用于制作芯片或太阳能电池,SiO₂用于制造光导纤维,D错误。

3. 碳纳米管、石墨烯、C₆₀等新型碳材料具有广阔的应用前景。下列说法正确的是 (C)



- A. 碳纳米管属于胶体
B. 石墨烯属于有机化合物

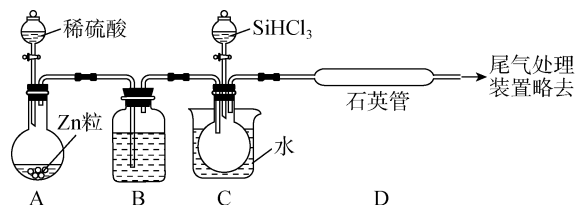
- C. C₆₀与金刚石互为同素异形体
D. 均具有相同的熔点

【解析】碳纳米管与胶粒直径吻合,需要分散到分散剂中才能形成胶体,A错误;石墨烯是由石墨剥离出的单层碳原子结构的单质,不属于有机化合物,B错误;富勒烯与金刚石同属于碳的单质,二者互为同素异形体,C正确;不同的新型碳材料因结构不同而具有不同的熔点,D错误。

4. 化学在生产生活和科学研究中具有重要的作用。下列说法正确的是 (D)
①耐高温的碳化硅陶瓷是新型无机非金属材料
②现代建筑物大量使用的沙子和水泥都是硅酸盐材料
③单质硅可以用来制造太阳能电池
④水晶项链和陶瓷都是硅酸盐材料
A. ①② B. ②③ C. ②④ D. ①③

【解析】①碳化硅(SiC)属于原子晶体,熔点高,耐高温,是新型无机非金属材料,正确;②沙子的主要成分为SiO₂,不属于硅酸盐材料,错误;③单质硅可以用来制造太阳能电池,正确;④水晶的主要成分为SiO₂,不属于硅酸盐材料,错误。

5. 用SiHCl₃与过量H₂在1 100~1 200℃反应制备高纯硅的装置如下图所示(热源及夹持装置已略去)。



已知:SiHCl₃遇水强烈水解,在空气中易自燃。下列说法错误的是 (B)

- A. 装置B中的试剂是浓硫酸
B. 实验时先打开装置C中分液漏斗的旋塞
C. 装置C中的烧瓶需要加热,其目的是使滴入烧瓶中的SiHCl₃汽化
D. 装置D不能采用普通玻璃管的原因是在反应温度下,普通玻璃管会软化

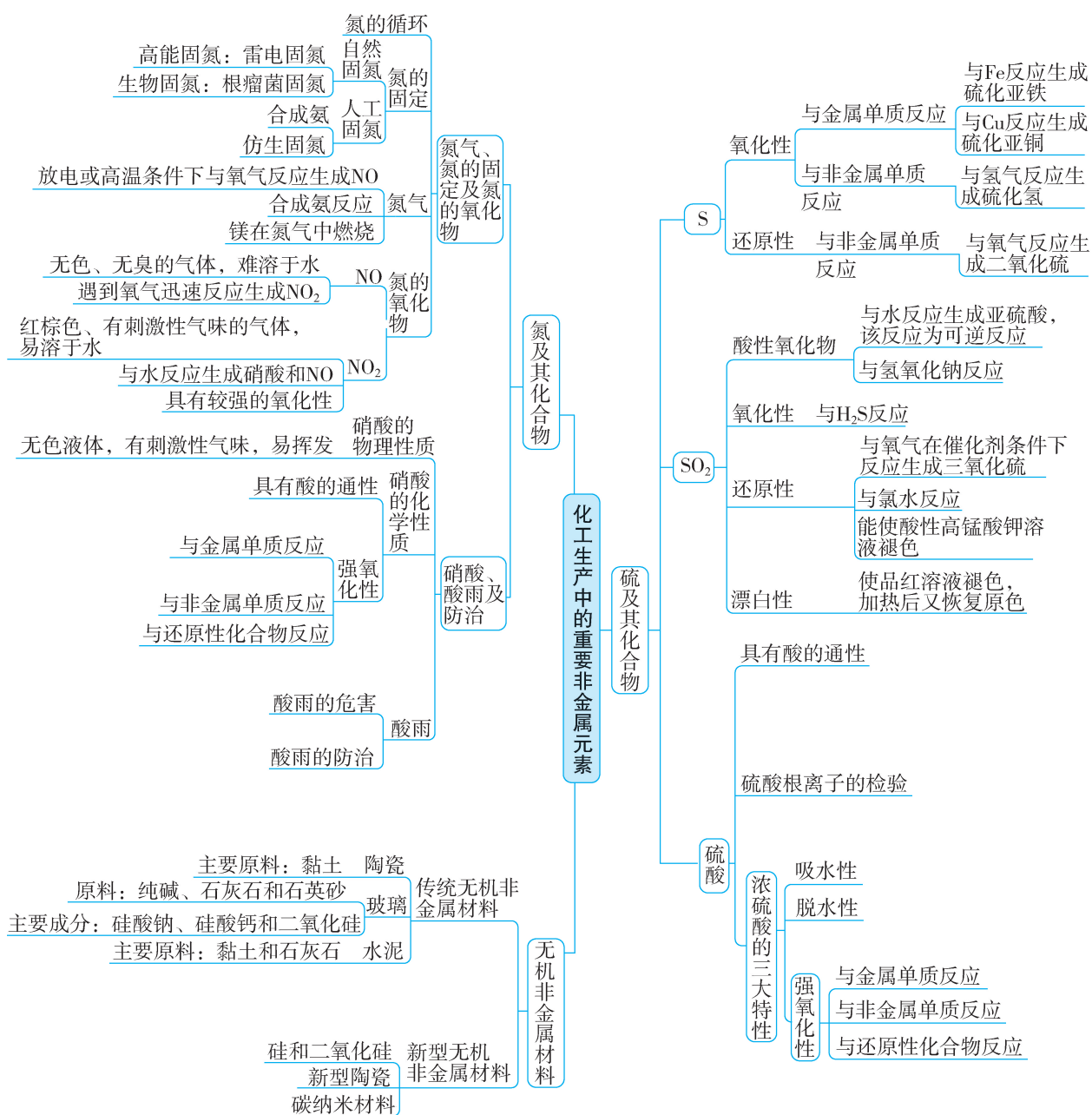
【解析】SiHCl₃遇水强烈水解,所以H₂应干燥,故装置B中的试剂是浓硫酸,A正确;SiHCl₃在空气中易自燃,实验前应排尽装置内的空气,所以应先通H₂,后打开装置C中分液漏斗的旋塞,B错误;SiHCl₃呈液态,需转化为蒸气进入石英管中与H₂反应,所以装置C中的烧瓶需要加热,C正确;制高纯硅时,温度在1 100~1 200℃,所以D不能采用普通玻璃管,正确。

温馨提示:请自主完成课后作业(九)

课后作业·单独成册

三、知识拓展

知识网络



重难突破

要点1 物质的漂白性

漂白类型	漂白原理	常见代表物	漂白特点
化合型	与有色物质结合,形成不稳定的无色化合物	SO ₂	一定条件下,SO ₂ 逸出,又恢复原色
氧化型	将有色物质氧化为无色物质	氯水、HClO、Ca(ClO) ₂ 、O ₃ 、H ₂ O ₂ 、Na ₂ O ₂	褪色后不能恢复原色
吸附型	吸附作用,发生的是物理变化	活性炭	通过一定的处理可以重复使用

【例1】二氧化硫和氯气都具有漂白性,若将等体积(同温、同压)的这两种气体同时作用于潮湿的有色物质,可观察到有色物质 ()

- A. 立刻褪色 B. 慢慢褪色
C. 先褪色,后复原 D. 不褪色

【答案】D

【解析】相同条件下等体积二氧化硫和氯气溶于水发生反应:SO₂+Cl₂+2H₂O=H₂SO₄+2HCl,生成物无漂白作用,不能使有色物质褪色。

【变式训练1】下列说法正确的是 (B)

- A. 因为SO₂具有漂白性,所以它能使品红溶液、酸性高锰酸钾溶液、石蕊溶液褪色
B. 能使品红溶液褪色的物质不一定是SO₂
C. SO₂、漂白粉、活性炭、Na₂O₂都能使红墨水褪色,其原理相同
D. SO₂和Cl₂等物质的量混合后通入装有湿润的有色布条的集气瓶中,漂白效果更好

【解析】A. SO₂使酸性高锰酸钾溶液褪色是因为其具有还原性,能使品红溶液褪色是因为其具有漂白性,SO₂不能使石蕊溶液褪色;B. 能使品红溶液褪色的物质有很多,不一定是SO₂,如Cl₂;C项中物质的漂白原理都不相同;D. SO₂和Cl₂等物质的量混合后在溶液中进行反应:SO₂+Cl₂+2H₂O=H₂SO₄+2HCl,从而失去漂白能力。

要点2 三大强酸(盐酸、硫酸和硝酸)的比较

1. 不稳定性

浓硝酸具有不稳定性,见光或受热易发生分解,化学方程式为4HNO₃(浓) $\xrightarrow[\Delta]{\text{光照或}}$ 4NO₂↑+O₂↑+2H₂O,而盐酸、硫酸则不易分解。

注意:久置浓硝酸呈黄色,是因为溶解了HNO₃分解生成的NO₂。因此,实验室中存放浓硝酸时,应放在棕色试剂瓶中,并置于阴冷处。向变黄的浓硝酸中通入足量空气(或氧气)能使其变成无色,发生反应的化学方程式为4NO₂+O₂+2H₂O=4HNO₃。

2. 强酸性

盐酸、硫酸、硝酸均为强酸,具有酸的通性,能使酸碱指示剂变色,能与金属单质、碱、碱性氧化物、弱酸盐等发生反应。

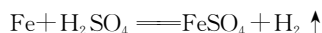
(1)与酸碱指示剂的显色反应

盐酸、稀H₂SO₄、稀HNO₃均能使紫色石蕊溶液显红色。

注意:浓HNO₃具有强酸性和强氧化性,能使紫色石蕊溶液先显红色(表现强酸性),后褪色(表现强氧化性、漂白性)。

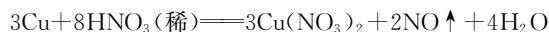
(2)与金属单质的反应

盐酸、稀H₂SO₄与金属活动性顺序中位于H之前的金属单质发生置换反应,反应通式:活泼金属+酸(盐酸或稀H₂SO₄)→相应的盐+H₂↑。例如:



HNO₃为氧化性酸,能与金属活动性顺序中除Pt、Au之外的金属发生氧化还原反应,HNO₃中的氮元素被还原。其中Cu、Hg、Ag等分别与稀HNO₃、浓HNO₃反应的通式如下:

金属+稀HNO₃→硝酸盐+NO↑+H₂O。例如:

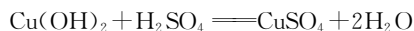
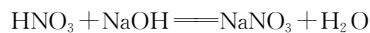


金属+浓HNO₃→硝酸盐+NO₂↑+H₂O。例如:



(3)与碱的反应

盐酸、H₂SO₄、HNO₃都能与碱发生中和反应,反应通式:酸+碱→盐+水。例如:



注意:若碱中金属元素的化合价较低,具有还原性,则与HNO₃、浓H₂SO₄不发生中和反应,而是发生氧化还原反应生成高价盐。例如:3Fe(OH)₂+10HNO₃(稀)=3Fe(NO₃)₃+NO↑+8H₂O。

(4)与碱性氧化物的反应

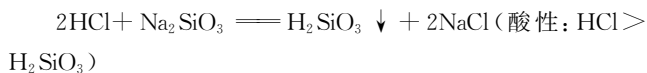
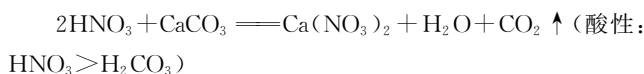
盐酸、H₂SO₄、HNO₃都能与碱性氧化物发生反应,生成盐和水,反应通式:酸+碱性氧化物→盐+水。例如:



注意:若碱性氧化物中金属元素的化合价较低,具有还原性,则与HNO₃、浓H₂SO₄发生的反应是氧化还原反应,生成高价盐。例如:3FeO+10HNO₃(稀)=3Fe(NO₃)₃+NO↑+5H₂O。

(5)与弱酸盐的反应

盐酸、H₂SO₄、HNO₃都能与较弱酸形成的盐反应,生成相应的盐和较弱酸,符合“强酸制取弱酸”的反应规律,反应通式:强酸+弱酸盐→强酸盐+较弱酸。例如:



注意:亚铁盐(如FeSO₄)、亚硫酸盐(如Na₂SO₃)等具有较强的还原性,与HNO₃发生氧化还原反应,不符合“强酸制取

弱酸”这一反应规律。例如： $3\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

3. 还原性

浓盐酸能与 MnO_2 、 KClO_3 、 KMnO_4 等氧化性物质发生反应生成 Cl_2 ，其中 HCl 表现还原性和酸性。

4. 氧化性

稀 HNO_3 、浓 HNO_3 和浓 H_2SO_4 均为氧化性酸，具有较强的氧化性。盐酸具有较弱的氧化性，其实是 H^+ 的氧化性，只能与活泼金属反应表现其氧化性。

(1) 与金属单质的反应

稀 HNO_3 、浓 HNO_3 和浓 H_2SO_4 都能与金属活动性顺序中除金、铂之外的金属发生反应，但不产生 H_2 ，其中上述酸表现了强氧化性和酸性，反应通式：氧化性酸 + 金属 \rightarrow 盐 + 还原产物 + H_2O 。

(2) 与非金属单质的反应

浓 H_2SO_4 、浓 HNO_3 在加热条件下，都能与非金属单质（如 C、S、P 等）发生反应，生成相应的含氧酸或气体，此时这两种酸只表现强氧化性。

【例 2】下列说法不正确的是 ()

- A. 浓硝酸与足量铜片反应时，先生成红棕色气体，后生成无色气体
- B. 浓硫酸具有强氧化性，常温下可氧化铁、铝的单质
- C. 饱和氯水既有酸性又有漂白性，加入 NaHCO_3 后漂白性减弱
- D. 浓盐酸与二氧化锰加热的反应中，盐酸表现为还原性和酸性

【答案】C

【解析】浓硝酸和铜反应生成红棕色气体二氧化氮，随着反应的进行浓硝酸变为稀硝酸，稀硝酸和铜反应生成无色气体一氧化氮，A 正确；常温下铁、铝在浓硫酸中发生钝化，不能继续反应，B 正确；氯水中氯气和水反应生成盐酸和次氯酸，加入碳酸氢钠和盐酸反应，和次氯酸不反应，漂白性不减弱，C 错误。

【变式训练 2】在给定条件下，下列加下划线的物质在化学反应中能被完全消耗的是 ()

- ①用浓盐酸与过量二氧化锰共热制取氯气
- ②标准状况下，将铝片投入过量浓硫酸中
- ③向 100 mL $3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硝酸中加入 5.6 g 铁
- ④向 100 mL $3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的稀盐酸溶液中，逐滴加入 100 mL $3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的碳酸钠
- ⑤将足量锌粉投入 50 mL $18\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硫酸中
- ⑥将足量 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 投入 20 mL $10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的盐酸中
- ⑦将足量铜投入 50 mL $12\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硝酸中

A. ②④⑥⑦

B. ③⑤⑥⑦

C. ④⑤⑥

D. ①②③

【解析】①浓盐酸变稀到一定程度不会再和二氧化锰发生

氧化还原反应；②标准状况下，铝片遇浓硫酸发生钝化，阻止反应进行；③根据反应 $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，0.3 mol 硝酸氧化 0.075 mol 铁为三价铁离子，剩余的 0.025 mol 铁会继续和生成的 0.075 mol 三价铁离子反应，依据反应 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 可知，剩余的 0.025 mol 铁全部溶解需要三价铁离子 0.05 mol，硝酸、铁粉都能完全反应；④在盐酸中滴加碳酸钠反应的化学方程式为 $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，反应消耗一半碳酸钠；⑤将足量锌粉投入 50 mL $18\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硫酸中，首先生成二氧化硫，当浓硫酸转化为稀硫酸时与锌粉反应生成氢气，故硫酸可以完全反应；⑥将足量 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 投入 20 mL $10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的盐酸中，发生归中反应生成氯气，盐酸完全转化；⑦将足量铜投入 50 mL $12\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硝酸中，首先生成二氧化氮气体，后来生成一氧化氮气体，硝酸完全反应。

要点 3 喷泉实验

喷泉实验的原理：使容器内外产生较大压强差。常见方法有两种。

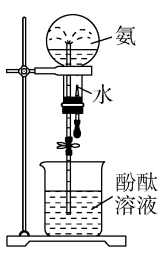
1. 减小内压法

烧瓶内气体与液体接触 \rightarrow 气体溶解或发生化学反应 \rightarrow 烧瓶内压强减小 \rightarrow 外部液体迅速进入烧瓶形成喷泉。

(1) 常见能形成喷泉的物质组合

气体	NH_3	HCl	SO_2 、 CO_2	NO_2 与 O_2
吸收剂	水或盐酸	水或氢氧化钠溶液	浓氢氧化钠溶液	水

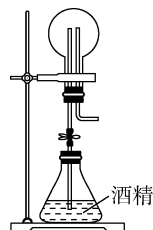
(2) 实例

实验装置	操作及现象	结论
	操作：打开止水夹，并挤压胶头滴管的胶头 现象：烧杯中的溶液由玻璃管进入烧瓶，形成喷泉，瓶内液体呈红色	氨极易溶于水，水溶液呈碱性

2. 增大外压法

锥形瓶内液体挥发或发生化学反应产生气体 \rightarrow 锥形瓶内压强增大 \rightarrow 锥形瓶内液体迅速进入烧瓶形成喷泉。

实例：如下图所示。



【例3】喷泉是一种常见的自然现象,其产生的原因是存在压强差。

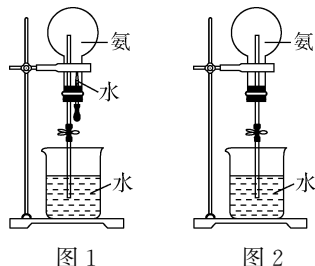


图 1

图 2

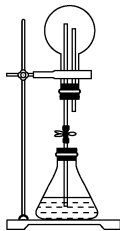


图 3

(1)实验室制取氨的化学方程式:_____

①用图 1 装置进行喷泉实验,上部烧瓶已充满干燥氨,引发水上喷的操作是_____。该实验的原理是_____。

②如果只提供如图 2 的装置,请说明引发喷泉的方法:_____。

(2)利用图 3 装置,在锥形瓶中分别加入足量的下列物质,反应后可能产生喷泉的是_____。

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

(3)从产生喷泉的原理分析,图 1、2 是_____ (填“增大”或“减小”)上部烧瓶内的压强,图 3 是_____ (填“增大”或“减小”)下部锥形瓶内气体的压强。人造喷泉及火山爆发的原理与上述装置图_____原理相似。

【答案】(1) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ①打开止水夹,挤压胶头滴管 NH_3 溶于少量水中,使圆底烧瓶内压强减小,烧杯内的水进入圆底烧瓶,形成喷泉 ②打开止水夹,用热毛巾捂住圆底烧瓶至有气泡从水中冒出,移去热毛巾

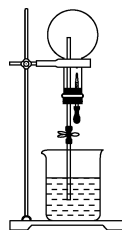
(2)D (3)减小 增大 3

【解析】(1)图 1 引发喷泉,只需打开止水夹,挤压胶头滴管即可,图 2 则需先打开止水夹,再用热毛巾捂住圆底烧瓶,发现有气泡冒出后,移去热毛巾即可。

(2)能在锥形瓶内反应产生气体,使锥形瓶内压强大于圆底烧瓶内压强方可,故应选 NH_4HCO_3 和稀盐酸,其他要么不反应,要么反应不生成气体或产生气体很少。

(3)图 1、2 是上部压强减小导致喷泉,图 3 是下部压强增大导致喷泉,人造喷泉及火山爆发均与图 3 原理相似。

【变式训练 3】如图的装置中,干燥烧瓶内盛有某种气体,烧杯和胶头滴管内盛放某种溶液。挤压胶头滴管的胶头,下列与实验事实不相符的是 (C)



- A. CO_2 (浓 NaOH 溶液)→无色喷泉
- B. NH_3 (H_2O 含酚酞)→红色喷泉
- C. SO_2 (浓 NaOH 溶液)→红色喷泉
- D. HCl (AgNO_3 溶液)→白色喷泉

【解析】气体与液体易发生反应或易溶即可形成喷泉。 $\text{CO}_2 \rightarrow \text{NaOH}$ 溶液反应,无色喷泉; $\text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (酚酞),易溶显红色,形成喷泉; $\text{SO}_2 \rightarrow \text{NaOH}$ 溶液反应,无色喷泉; $\text{HCl} \rightarrow \text{AgNO}_3$ 溶液反应,生成白色沉淀,形成喷泉。

要点 4 金属与硝酸反应的计算方法

1. 电子守恒法

硝酸与金属反应属于氧化还原反应,氮原子得到的电子总数等于金属原子失去的电子总数。

2. 原子守恒法

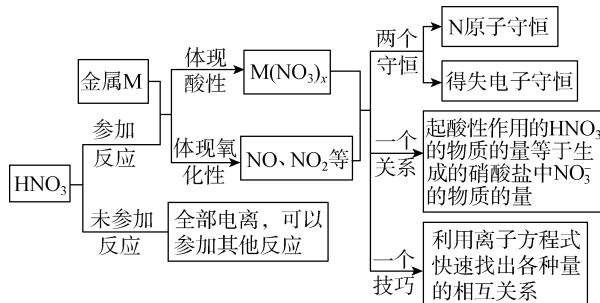
硝酸与金属反应时,反应后 HNO_3 中的 NO_3^- 一部分仍以 NO_3^- 的形式存在,一部分转化为还原产物,这两部分中 N 的物质的量之和与反应消耗的 HNO_3 中 N 的物质的量相等。若 HNO_3 过量还存在如下关系:

$n(\text{总 HNO}_3) = n(\text{与金属离子结合的 } \text{NO}_3^-) + n(\text{还原产物 } \text{NO}_x) + n(\text{剩余 HNO}_3)$ 。

3. 利用离子方程式计算

硝酸与硫酸混合液跟金属的反应,当金属足量时,不能用 HNO_3 与金属反应的化学方程式计算,应用离子方程式计算,因为生成的硝酸盐中的 NO_3^- 与硫酸电离出的 H^+ 仍能继续与金属反应,如 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

4. 金属与硝酸反应的思维模型



【例 4】某稀溶液中含有 4 mol KNO_3 和 2.5 mol H_2SO_4 , 向其中加入 1.5 mol Fe, 充分反应(已知 NO_3^- 被还原为 NO)。下列说法正确的是 ()

- A. 反应后生成 NO 的体积为 28 L
 B. 所得溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) : c(\text{Fe}^{3+}) = 1 : 1$
 C. 所得溶液中 $c(\text{NO}_3^-) = 2.75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. 所得溶液中的溶质只有 FeSO_4

【答案】B

【解析】铁若生成 Fe^{3+} , 应消耗 6 mol H^+ , 若生成 Fe^{2+} 则消耗 4 mol H^+ , 根据题给物质的量关系可知应同时生成

$$\text{Fe}^{2+}、\text{Fe}^{3+}, \text{则有: } \begin{cases} n(\text{Fe}^{2+}) + n(\text{Fe}^{3+}) = 1.5 \text{ mol} \\ \frac{8}{3}n(\text{Fe}^{2+}) + 4n(\text{Fe}^{3+}) = 5 \text{ mol} \end{cases}$$

解得: $n(\text{Fe}^{2+}) = 0.75 \text{ mol}, n(\text{Fe}^{3+}) = 0.75 \text{ mol},$

则生成 NO 的物质的量为 $\frac{0.75 \text{ mol} \times 2 + 0.75 \text{ mol} \times 3}{3} =$

1.25 mol。A 中未给出是在标准状况下, 无法计算 NO 气体的体积; C 项中不知道溶液的体积, 无法计算 NO_3^- 的浓度; D 中根据原子守恒, 溶液中的溶质肯定还有 K_2SO_4 , A、C、D 均不正确。

【变式训练 4】铜和镁的合金 4.6 g 完全溶于浓硝酸, 若反应中硝酸被还原只产生 4 480 mL 的 NO_2 气体和 336 mL 的 N_2O_4 气体(都已折算到标准状况), 在反应后的溶液中, 加入足量的氢氧化钠溶液, 生成沉淀的质量为 (B)

- A. 9.02 g B. 8.51 g C. 8.26 g D. 7.04 g

【解析】最终生成的沉淀是氢氧化镁和氢氧化铜, 所以沉淀增加的质量就是和金属阳离子结合的 OH^- 的质量。由于金属阳离子结合的 OH^- 的物质的量, 就是金属失去电子的物质的量, 所以根据得失电子守恒可知, 金属失去电子的物质的量是 $\frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{0.336 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.23 \text{ mol}$, 所以和金属阳离子结合的 OH^- 的物质的量也是 0.23 mol, 质量是 3.91 g, 则沉淀的质量是 8.51 g, B 正确。



拓展提升

1. 下列关于硅单质及其化合物的说法中错误的是 (A)
 A. 陶瓷、玻璃、水泥、水晶饰品等, 都是硅酸盐产品
 B. 常温下, 单质硅的性质稳定, 与强酸、强碱都很难发生反应
 C. 高纯硅可用于制造太阳能电池, 高纯二氧化硅可用于制造光导纤维
 D. 某硅酸盐的化学式为 KAlSi_3O_8 , 可用 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ 表示

【解析】A. 水晶的主要成分是二氧化硅, 不属于硅酸盐材料, 错误; B. 常温下硅化学性质稳定, 除与 F_2 、 HF 、强碱反应外, 一般不与其他物质反应, B 正确; C. 硅单质属于半导体, 高纯硅可用于制造太阳能电池, 二氧化硅具有良好的透光性, 高纯二氧化硅可用于制造光导纤维, C 正确; D. 硅酸盐种类繁多, 结构复杂, 可以用二氧化硅和金属氧化物的组合形式表示其组成, 一般氧化物的书写顺序为活泼金属氧化物 \rightarrow 较活泼金属氧化物 \rightarrow 二氧化硅 \rightarrow 水, 不同氧化物间以“·”隔开, 因此, 某硅酸盐的化学式为 KAlSi_3O_8 , 可用 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ 表示, D 正确。

2. 下列对反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 的说法正确的是 (A)

- A. 氧化剂与还原剂的质量比为 1 : 2
 B. 氧化产物与还原产物的物质的量之比为 1 : 2
 C. NO_2 是氧化剂, H_2O 是还原剂
 D. 在反应中若有 6 mol NO_2 参与反应时, 有 3 mol 电子发生转移

3. 下列关于离子或物质的鉴别, 判断正确的是 (D)

- A. 加入 BaCl_2 溶液, 生成白色沉淀, 加稀盐酸后沉淀不溶解, 可确定有 SO_4^{2-} 存在
 B. 加入 AgNO_3 溶液, 生成白色沉淀, 加稀盐酸沉淀不溶解, 则原溶液中含有 Cl^-
 C. 加入稀盐酸, 生成的气体能使澄清石灰水变浑浊, 可确定有 CO_3^{2-} 存在
 D. 在某溶液中, 滴加 NaOH 溶液并加热, 产生使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体, 则该溶液中含有 NH_4^+

【解析】A. 溶液中可能含有硫酸根离子或银离子, 错误; B. 溶液中可能含有氯离子, 错误; C. 溶液中可能是碳酸根离子或碳酸氢根离子等, 错误; D. 使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体为氨, 所以说明固体试样中含有铵根离子, 正确。

4. (1) 浓硫酸具有如下的性质: A. 酸性; B. 强氧化性; C. 吸水性; D. 脱水性。下列事实主要表现浓硫酸的什么性质。(填字母)

- ①浓硫酸作干燥剂。(C)
 ②棉布上滴上浓硫酸, 出现破洞。(D)
 ③浓硫酸不能干燥氨。(A)
 ④热的浓硫酸中投入铜, 铜溶解。(AB)

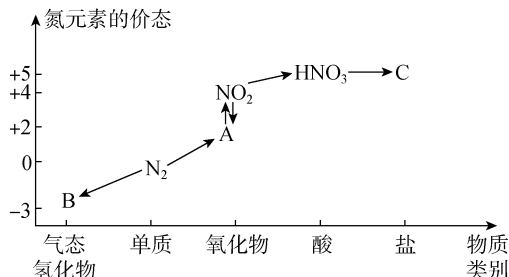
(2) 浓硝酸具有如下的性质: A. 酸性; B. 强氧化性; C. 不稳定性。下列事实主要表现浓硝酸的什么性质。(填字母)

- ①常温下可用铝或者铁制容器运输浓硝酸。(B)
 ②浓硝酸需保存在棕色瓶中。(C)

【解析】(1) ①浓硫酸作干燥剂利用浓硫酸的吸水性; ②棉布上滴上浓硫酸出现破洞, 浓硫酸将棉布的纤维素炭化, 利用浓硫酸的脱水性; ③浓硫酸不能干燥氨, 氨与浓硫酸反应生成硫酸铵, 体现硫酸的酸性; ④热的浓硫酸中投入铜, 铜溶解, 反应生成二氧化硫和硫酸铜, 硫酸一部分化合价降低, 另一部分生成硫酸铜, 体现硫酸的强氧化性和酸性。

(2) ①常温下铝或者铁制容器与浓硝酸发生钝化, 因此常温下可用铝或者铁制容器运输浓硝酸, 体现浓硝酸的强氧化性; ②浓硝酸见光易分解, 因此浓硝酸需保存在棕色瓶中。

5. 如图是氮元素的几种价态与物质类别的对应关系。请回答下列问题:



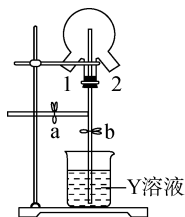
(1)写出 N_2 的一种用途：作保护气或作制冷剂或用于合成氨等(合理即可)。

(2)B 物质的电子式：
$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} : \text{N} : \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$

(3) HNO_3 与图中的物质 C 常用于检验 Cl^- 的存在,则 C 的化学式为 $AgNO_3$ 。

(4)实验室制取物质 B 的化学方程式为 $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CaCl_2 + 2NH_3 \uparrow + 2H_2O$ 。

(5)浓硝酸与木炭在加热条件下反应的化学方程式为 $C + 4HNO_3(浓) \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow + 4NO_2 \uparrow + 2H_2O$ 。



(6)如图装置可用于探究氯气与氨的反应。实验时先通过三颈瓶瓶口 1 通入氨,然后关闭 b 活塞,再通过瓶口 2 通入氯气。

①实验中三颈瓶内出现白烟并在内壁凝结成固体,发生反应的化学方程式为 $8NH_3 + 3Cl_2 \xrightarrow{\Delta} N_2 + 6NH_4Cl$ 。请设计一个实验方案鉴定该固体中的阳离子：取少量固体于试管中,加入 NaOH 溶液,微热,产生的气体在试管口用湿润的红色石蕊试纸检测,如果试纸变蓝,则证明该固体中含有 NH_4^+ 。

②实验完毕后,观察到三颈瓶内还有黄绿色气体,简述如何处理才能不污染环境：将活塞 b 打开, Cl_2 即可被烧杯中的 NaOH 溶液吸收。

(7)3.2 g 铜与 60.0 mL 一定浓度的硝酸发生反应,铜完全溶解,产生 NO_2 和 NO 混合气体的体积为 8.96 L(标况)。待产生的气体全部释放后,向溶液中加入 100 mL 2.0 mol/L 的 NaOH 溶液,恰好使溶液中的 Cu^{2+} 全部转化成沉淀,则原硝酸溶液的浓度为 10 mol/L。

【解析】由图可判断,气态氢化物 B 为 NH_3 ,+2 价氧化物为 NO ,C 为硝酸盐。可在此基础上结合氮的单质及其化合物的结构和性质解(1)~(5)小题。

(6)①氯气有强氧化性,能将氨氧化,还原产物 HCl 与 NH_3 反应生成 NH_4Cl 固体;检验该固体中的阳离子即为检验 NH_4Cl 中的 NH_4^+ 。②三颈瓶内黄绿色气体为 Cl_2 , Cl_2 能和碱反应,故可用碱溶液吸收。

(7)原硝酸溶液中的 HNO_3 的物质的量等于未被还原的 HNO_3 和被还原的 HNO_3 的物质的量总和。未被还原的 HNO_3 的物质的量等于反应后溶液中的 NO_3^- 的物质的量;根据 N 元素守恒,被还原的 HNO_3 的物质的量等于还原产物 NO_2 和 NO 的物质的量总和。利用题给数据分别计算即可求得原硝酸溶液的浓度。



温馨提示:请自主完成第五章达标测试

课后作业·单独成册



第六章 化学反应与能量

一、课标导向

课标要求

内容要求	<p>1. 化学反应与热能</p> <p>(1) 认识物质具有能量,认识吸热反应与放热反应。</p> <p>(2) 了解化学反应体系能量改变与化学键的断裂和形成有关。</p> <p>2. 化学反应与电能</p> <p>(1) 知道化学反应可以实现化学能与其他能量形式的转化,以原电池为例认识化学能可以转化为电能。</p> <p>(2) 从氧化还原反应的角度初步认识原电池的工作原理。</p> <p>(3) 体会提高燃料的燃烧效率、开发高能清洁燃料和研制新型电池的重要性。</p> <p>3. 化学反应的限度和快慢</p> <p>(1) 体会从限度和快慢两个方面去认识和调控化学反应的重要性。</p> <p>(2) 了解可逆反应的含义,知道可逆反应在一定条件下能达到化学平衡。</p> <p>(3) 知道化学反应平均速率的表示方法,通过实验探究影响化学反应速率的因素。</p> <p>(4) 认识化学变化是有条件的,学习运用变量控制方法研究化学反应,了解控制反应条件在生产和科学研究中的作用。</p>
重点难点	<p>重点:</p> <p>1. 化学反应中能量变化的本质;化学能转化为电能的装置特点及原理。</p> <p>2. 化学反应速率的概念及其影响因素。</p> <p>3. 化学反应的限度。</p> <p>难点:</p> <p>1. 化学能转化为电能的装置特点及原理。</p> <p>2. 化学反应的限度。</p>
学习建议	<p>1. 注意与生产生活知识的联系,充分利用生活中的知识进行课本知识的迁移。</p> <p>2. 注意知识模型的构建,如原电池模型、平衡的思维模型等。</p> <p>3. 注意课本实验的作用,实验是学习化学的基础和手段,要注意实验探究能力的培养和科学态度的养成。</p> <p>4. 注意微观本质的探索,能从化学键的角度理解和思考化学反应的本质。</p> <p>5. 从变化的角度理解可逆反应,从平衡的角度理解化学反应的限度。</p> <p>6. 注意利用比较法进行学习,例如:吸热反应与放热反应,中和热与燃烧热,正极与负极,正极反应与负极反应,正反应与逆反应等的学习。</p> <p>7. 注意借助图像法进行学习,例如:吸热反应、放热反应的能量图像,原电池或新型电源的工作原理图,化学反应速率图像,化学平衡图像等的学习。</p>

本章导学

700 多年前,著名的意大利旅行家马可·波罗来到中国,看见有人烧煤炼铁,这是他生平第一次看到煤作燃料,马可·波罗在他的游记里记载了这件新鲜事。书中写道:中国有一种黑色石头,能燃烧,着起火来像火柴一样,而且终夜不灭。使用火是人类开始征服自然的第一步,火是物质燃烧的一种现象,物质燃烧给人类提供了能量,使人类逐渐脱离了野蛮生活。你知道这种能量从何而来吗?它与化学物质和化学反应又有什么关系?人类社会还可以怎样利用化学反应中的能量变化呢?那就请大家一起进入本章的学习吧。



二、精讲精练

第一节 化学反应与能量变化

第1课时 化学反应与热能

自主预习



知新导学

1. 化学反应中的能量变化

(1) 盐酸与镁条反应后, 溶液温度 升高, 说明该反应是 放热 反应。

(2) $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 反应, 烧杯 变凉, 说明该反应是 吸热 反应。反应的化学方程式为 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ 。

2. 化学反应中能量变化的原因(微观角度)

(1) 物质中的原子之间是通过 化学键 相结合的。

(2) 断开反应物中的化学键要 吸收 能量, 而形成生成物中的化学键要 释放 能量。

(3) 化学键的 断裂和形成 是物质在化学反应中发生能量变化的主要原因。

3. 化学反应中能量变化的决定因素(宏观角度)

一个化学反应是吸热还是放热, 与反应物总能量和生成物总能量的 相对大小 有关。

(1) 当反应物的总能量高于生成物的总能量时, 反应 放热。

(2) 当反应物的总能量低于生成物的总能量时, 反应 吸热。



小试牛刀

1. 下列说法中, 正确的是 (D)
- A. 放热反应的发生均无需加热
 - B. 需要加热后才能发生的反应均是吸热反应
 - C. 伴有能量变化的物质变化都是化学变化
 - D. 物质发生化学反应都伴随着能量变化

【解析】A. 放热反应的发生常需加热, 如煤炭燃烧, 需先加热

点燃, 燃烧后才不需提供能量, 错误; B. 有些放热反应也需要加热, 错误; C. 物质发生状态改变时, 也伴随着能量变化, 错误; D. 物质发生化学反应都伴随着能量变化, 正确。

2. 下列反应一定属于吸热反应的是 (D)

- A. 天然气的燃烧
- B. 盐酸与氢氧化钠溶液的反应
- C. 钠与水的反应
- D. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 固体的反应

【解析】所有的燃烧均属于放热反应, 天然气的燃烧属于放热反应, A 不符合题意; 酸碱中和反应属于放热反应, B 不符合题意; 钠与水的反应是放热反应, C 不符合题意; $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 晶体与 NH_4Cl 固体反应属于吸热反应, D 符合题意。

3. 环保型燃料——丙烷燃烧时发生反应的化学方程式为 $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法中不正确的是 (D)

- A. 丙烷完全燃烧的产物对环境无污染, 故丙烷为环保型燃料
- B. 所有的燃烧反应都会释放热量
- C. 1 mol C_3H_8 和 5 mol O_2 所具有的总能量大于 3 mol CO_2 和 4 mol H_2O 所具有的总能量
- D. 燃烧时化学能只转化为热能

【解析】丙烷完全燃烧的化学方程式为 $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$, 产物是二氧化碳和水, 对环境无污染, 因此丙烷为环保型燃料, A 正确。燃烧反应是指物质中的可燃性成分与氧气剧烈反应形成火焰, 放出大量的热和产生强烈光的过程, 所有的燃烧反应都是放热反应, B 正确。丙烷的燃烧是放热反应, 所以 1 mol C_3H_8 和 5 mol O_2 所具有的总能量大于 3 mol CO_2 和 4 mol H_2O 所具有的总能量, C 正确; 燃烧时, 不仅发热, 而且发光, 所以燃烧时, 化学能不仅转化为热能, 还转化为光能, D 错误。

互动课堂



合作探究

探究 1 放热反应和吸热反应的比较

	放热反应	吸热反应
定义	释放热量的化学反应	吸收热量的化学反应
宏观解释	反应物的总能量大于生成物的总能量	反应物的总能量小于生成物的总能量
微观解释	生成物的总键能大于反应物的总键能	生成物的总键能小于反应物的总键能
图示		
常见实例	①金属和水或酸的反应； ②金属氧化物和水或酸的反应； ③可燃物的燃烧反应及缓慢氧化； ④酸和碱的中和反应； ⑤铝热反应； ⑥大部分化合反应	①大部分分解反应； ②大部分以 C、CO、H ₂ 为还原剂的氧化还原反应； ③NH ₄ Cl 和 Ba(OH) ₂ ·8H ₂ O 的反应

【例 1】如图所示，有关化学反应和能量变化的说法正确的是 ()

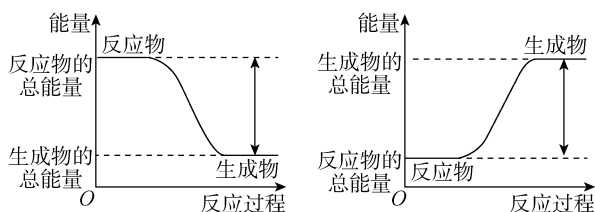


图 a

图 b

- A. 图 a 表示的是吸热反应的能量变化
 B. 图 b 表示的是吸热反应的能量变化
 C. 图 a 可以表示氯化铵固体与氢氧化钡晶体反应的能量变化
 D. 图 a 不需要加热就一定能发生，图 b 一定需要加热才能发生

【答案】B

【解析】由图 a 可知，反应物的总能量大于生成物的总能量，表示的是放热反应的能量变化，A 错误；由图 b 可知，反应

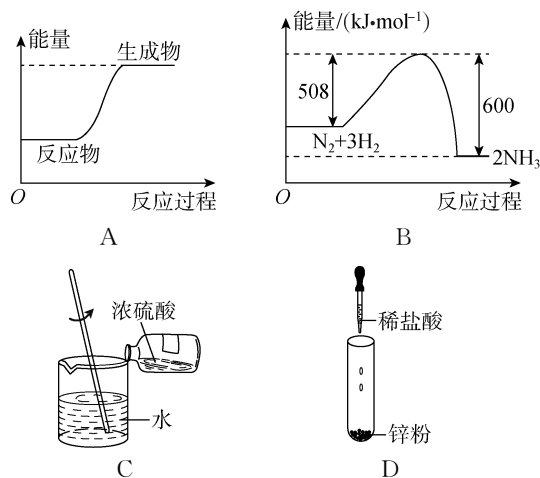
物的总能量小于生成物的总能量，表示的是吸热反应的能量变化，B 正确；氯化铵固体与氢氧化钡晶体反应为吸热反应，则不能用图 a 表示其能量变化，C 错误；图 a 表示的为放热反应，有些放热反应也需要加热才能发生，如碳的燃烧，D 错误。

【点睛】理解放热反应和吸热反应时的注意事项

(1) 判断一个化学反应是放热反应还是吸热反应，关键看反应物的总能量与生成物的总能量的相对大小。

(2) 一个化学反应是吸热还是放热，与反应发生的条件没有必然的关系。如 NH₄Cl 与 Ba(OH)₂·8H₂O 的反应在常温、常压下即可进行；燃料的燃烧要先加热引发反应，原因是旧键断裂时先要吸收一定的能量。

【变式训练 1】下列图示变化表示的为吸热反应的是 (A)

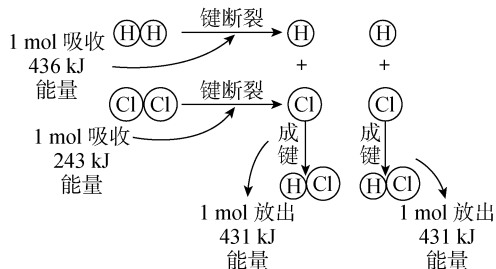


【解析】A. 反应物的总能量小于生成物的总能量，图中反应为吸热反应，符合题意，正确；B. 反应物的总能量大于生成物的总能量，反应为放热反应，不符合题意，错误；C. 浓硫酸稀释时会放热，但不是化学反应，不符合题意，错误；D. 活泼金属与酸的反应是放热反应，不符合题意，错误。

探究 2 能量变化与化学键的关系

当断裂旧化学键所吸收的能量小于形成新化学键所释放的能量时，反应为放热反应；当断裂旧化学键所吸收的能量大于形成新化学键所释放的能量时，反应为吸热反应。利用化学键的键能可粗略计算化学反应过程中的能量变化。

以 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ 为例：

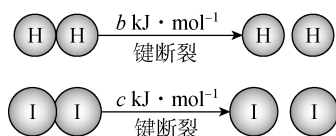


断裂 1 mol H—H 键和 1 mol Cl—Cl 键吸收的总能量为 $1 \text{ mol} \times 436 \text{ kJ/mol} + 1 \text{ mol} \times 243 \text{ kJ/mol} = 679 \text{ kJ}$ ，形成

2 mol H—Cl 键放出的总能量为 $2 \text{ mol} \times 431 \text{ kJ/mol} = 862 \text{ kJ}$, 反应的能量变化为 $679 \text{ kJ} - 862 \text{ kJ} = -183 \text{ kJ}$, 即反应放出 183 kJ 能量。

注意:有些物质的变化过程虽然也伴随着热量变化,但不是吸热反应或放热反应。如 NaOH 固体溶于水或稀释浓硫酸,虽然放出热量,但不是放热反应; NH_4NO_3 溶于水吸收热量,但不是吸热反应。因为上述过程中只有旧化学键断裂,没有新化学键生成,不是化学反应。

【例 2】 H_2 和 I_2 在一定条件下能发生反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$, 生成 2 mol HI(g), 反应放出热量 $a \text{ kJ}$ 。(已知: a 、 b 、 c 均大于 0)



下列有关说法正确的是 ()

- A. 反应物的总能量低于生成物的总能量
- B. 断开 1 mol H—H 键和 1 mol I—I 键所需能量大于断开 2 mol H—I 键所需能量
- C. 向密闭容器中加入 2 mol H_2 和 2 mol I_2 , 充分反应后, 放出的热量等于 $2a \text{ kJ}$
- D. 断开 2 mol I—I 键所需能量为 $2c \text{ kJ}$

【答案】D

【解析】根据题意,氢气与碘单质反应生成碘化氢时,为放热反应,所以反应物的总能量比生成物的总能量高,A 错误;化学反应过程为旧键断裂吸收能量,新键形成放出能量,因为该反应为放热反应,所以断开 1 mol H—H 键和 1 mol I—I 键所吸收的能量小于形成 2 mol H—I 键所放出的能量,而形成 2 mol H—I 键所吸收的能量与断裂 2 mol H—I 键所放出的能量相等,B 错误;该反应为可逆反应,不能进行彻底,所以向密闭容器中加入 2 mol H_2 和 2 mol I_2 , 充分反应后,放出的热量小于 $2a \text{ kJ}$,C 错误;由图可知,断开 1 mol I—I 键所需能量为 $c \text{ kJ}$,故断开 2 mol I—I 键所需能量为 $2c \text{ kJ}$,D 正确。

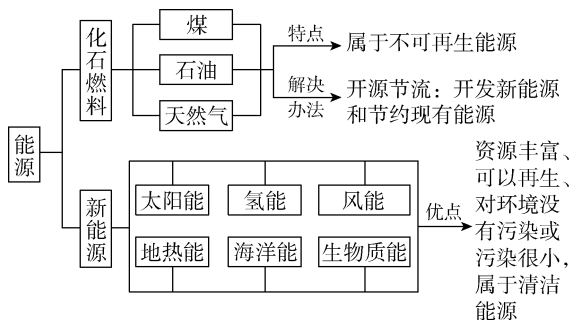
【点睛】断裂化学键要吸收能量,形成化学键要释放能量。

【变式训练 2】下列关于反应 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ 的说法正确的是 ()

- A. 断裂 H—H 键释放能量
- B. 生成 H—O 键释放能量
- C. 该反应为吸热反应
- D. 反应物的总能量小于生成物的总能量

【解析】断裂 H—H 键吸收能量,A 错误;生成化学键释放能量,B 正确;该反应为燃烧反应,属于放热反应,C 错误;放热反应为反应物的总能量大于生成物的总能量的反应,D 错误。

探究 3 能源



【例 3】人类解决能源问题的根本出路是 ()

A. 加速开采煤、石油、天然气等化石燃料,它们属于可再生资源

B. 积极寻找富含能源的星球供人类定居

C. 依靠科学技术,不断开发新能源

D. 尽可能地节约能源

【答案】C

【解析】化石燃料是不可再生能源,会越来越,加快开采只能暂时缓解能源需求问题,不是解决能源问题的出路,A 错误;积极寻找富含能源的星球供人类定居,不太切合实际,B 错误;依靠科学技术,开发和利用好新能源是解决能源问题的重要措施,C 正确;尽可能地节约能源是我们解决能源问题的根本宗旨,但不是解决能源问题的根本出路,D 错误。

【点睛】解决能源问题有两条出路:一是要把现有的能源利用好,提高利用率;二是要积极开发新能源,寻找替代能源。

【变式训练 3】21 世纪人类正由“化石能源时代”逐步向“多能源时代”过渡。下列不属于新能源的是 ()

- A. 电力
- B. 核能
- C. 太阳能
- D. 氢能

【解析】新能源有氢能、太阳能、地热能、风能、海洋能、生物质能和核能等,电力属于传统能源。

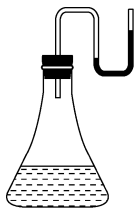
随堂小练

1. 下列关于化学反应中能量变化的说法正确的是 ()

- A. 断裂化学键会释放能量
- B. 氧化还原反应均为放热反应
- C. 化学反应过程中一定伴有能量变化
- D. 需要加热才能发生的反应一定是吸热反应

【解析】断裂化学键要吸收能量,形成化学键要释放能量,A 错误;C 或氢气作还原剂的氧化还原反应吸热,多数氧化还原反应放热,B 错误;化学变化中有化学键的断裂和生成,则一定有能量变化,C 正确;反应条件与反应中能量变化无关,需加热进行的反应可能为放热反应,D 错误。

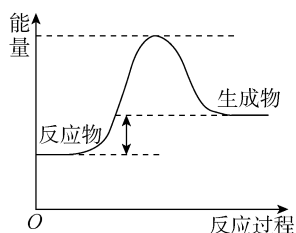
2. 现将下列物质分别装入有水的锥形瓶里(见下图),立即塞紧带 U 形管的塞子,发现 U 形管内滴有红墨水的水面状态如图所示,判断加入的物质不可能是 (C)



- A. NaOH 固体 B. 浓硫酸
C. NH_4NO_3 晶体 D. CaO 固体

【解析】NaOH 固体、浓硫酸和 CaO 固体溶于水都会放热,使锥形瓶内压强增大,从而将 U 形管中的红墨水向右压,使 U 形管中液面左低右高,A、B、D 均正确; NH_4NO_3 溶于水吸热,锥形瓶内压强减小,大气压将 U 形管中的红墨水向左压,使 U 形管中液面左高右低,C 错误。

3. (双选)下列反应过程中的能量变化情况符合下图的是 (AB)



- A. $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$
B. $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$
C. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
D. $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

【解析】图示反应中生成物的总能量高于反应物的总能量,所以为吸热反应。 NH_4Cl 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的反应为吸热

反应,A 符合题意;C 还原水中氢元素的反应为吸热反应,B 符合题意;甲烷的燃烧为放热反应,C 不符合题意;中和反应为放热反应,D 不符合题意。

4. CH_4 在 O_2 中燃烧生成 CO_2 和气态 H_2O 的反应是一个放热反应,在反应过程中 (B)
- A. 核能转化成热能
B. 化学能转化成热能
C. 生成物的总能量等于反应物的总能量
D. 生成物的总能量大于反应物的总能量

【解析】 CH_4 在 O_2 中燃烧生成 CO_2 和气态 H_2O 的反应为放热反应,在放热反应过程中化学能转化成热能,反应物的总能量大于生成物的总能量,B 项正确。

5. 未来可再生能源和清洁能源将成为人类利用新能源的主力军。下列关于能源的叙述正确的是 (B)
- A. 化石燃料是可再生能源
B. 风能、太阳能是清洁能源
C. 化石燃料都是清洁能源
D. 氢能是不可再生的清洁能源

【解析】化石燃料属于不可再生能源,A 项错误;风能、太阳能对环境无影响,是清洁能源,B 项正确;化石燃料燃烧时会产生二氧化硫等污染物,不是清洁能源,C 项错误;氢气燃烧的产物是水,电解水可以获得氢气,因此氢能是可再生的清洁能源,D 项错误。



温馨提示:请自主完成课后作业(十)

课后作业·单独成册

第2课时 化学反应与电能

自主预习

知新导学

1. 火力发电

化学能 $\xrightarrow{\text{燃料燃烧}}$ 热能 $\xrightarrow{\text{蒸汽轮机}}$ 机械能 $\xrightarrow{\text{发电机}}$ 电能。

缺点：污染环境、低效。

2. 原电池实验

(1) 当锌片与铜片插入稀硫酸时，锌片上 有气泡产生，铜片上 无气泡产生；当用导线将锌片和铜片相连后，铜片上 有气泡产生；串联电流表后，电流表指针 发生偏转，说明导线中 有电流通过。

(2) 锌铜原电池工作原理

电极材料	电子转移	电极反应式	反应类型
Zn	失电子	$\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$	氧化反应
Cu	得电子	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$	还原反应
电池总反应： $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$			

3. 原电池

(1) 概念：把 化学能 转化为 电能 的装置叫做原电池。原电池的反应本质是 氧化还原 反应。

(2) 能量转化过程：原电池在工作时，负 极失电子，电子通过导线流向 正 极，在闭合回路中形成电流，化学 能转变为 电 能。

4. 原电池的生活示例——水果电池

(1) 水果电池中，水果的作用是 提供电解质溶液。

(2) 水果电池中，选择电极材料时应注意两电极不能相同，其中有一电极为活泼金属，如 Al、Fe 等，另一电极可以是 Cu 片或石墨棒等。



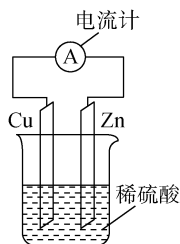
小试牛刀

1. 科幻片《流浪地球》中有个画面，冰原上是身穿核电池全密封加热服的人类，他们一旦被卸下核电池就会被冻僵。据此可知，该装置提供电能，并将电能转化为 (D)

- A. 化学能 B. 生物质能
C. 动能 D. 热能

【解析】由题意卸下核电池，人类就被冻僵可知，该装置提供电能，并将电能转化为热能。

2. 如图是锌铜原电池的示意图。当该原电池工作时，下列描述不正确的是 (A)

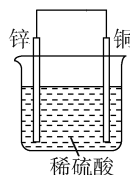


- A. 溶液逐渐变蓝 B. 锌片逐渐溶解
C. 铜片上有气泡产生 D. 电流计指针发生偏转

【解析】锌铜原电池中，Zn 易失电子作负极，所以锌片逐渐溶解；Cu 作正极，正极上氢离子得电子生成氢气，电子从负极流向正极，据此分析解答。A. 该原电池中，锌易失电子作负极，铜作正极，正极上氢离子得电子生成氢气，溶液中没有铜离子生成，不会变蓝，错误；B. Zn 易失电子作负极，所以锌片逐渐溶解，正确；C. Cu 作正极，正极上氢离子得电子生成氢气，所以铜片上有气泡产生，正确；D. 锌铜原电池中，电子从负极流向正极，所以电流计指针发生偏转，正确。

3. 如图为锌铜原电池装置，下列叙述错误的是 (A)

- A. 这是将电能转化为化学能的装置
B. Zn 发生氧化反应
C. 正极上发生还原反应
D. 该原电池的总反应可表示为： $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$



【解析】A. 原电池是将化学能转化为电能的装置，A 错误；B. 锌铜原电池中 Zn 比 Cu 活泼，Zn 为负极，发生氧化反应，B 正确；C. 锌铜原电池中 Zn 比 Cu 活泼，Cu 为正极，正极上发生还原反应，B 正确；D. 锌铜原电池中，负极 Zn 溶解，正极上生成氢气，发生的总反应为 $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ ，D 正确。

互动课堂



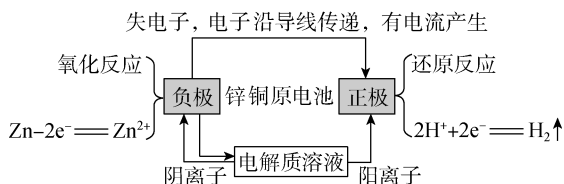
合作探究

探究 1 原电池的工作原理

1. 实验探究

实验装置	
实验现象	锌片不断溶解，铜片上产生气泡，电流表指针发生偏转
实验结论	导线中有电流通过，装置中的化学能转化为电能
反应的离子方程式	$\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$
原理分析	当把用导线连接的锌片和铜片一起插入稀硫酸时： ①由于锌比铜活泼，容易失去电子，锌被氧化成 Zn^{2+} 而进入溶液； ②电子由锌片通过导线流向铜片； ③溶液中的 H^+ 从铜片上获得电子被还原成氢原子，氢原子再结合为氢分子从铜片上逸出。就这样电子通过导体发生定向移动，形成电流

2. 工作原理



3. 构成原电池的条件

(1) 具有活泼性不同的两个电极。

常见的原电池大多是由活泼性不同的两种金属作电极,其中较活泼的电极作负极,它既作电极,同时又作还原剂。

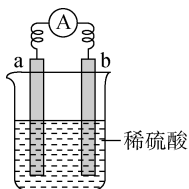
(2) 有自发的氧化还原反应。

理论上只有发生氧化还原反应才有可能被设计成原电池。

(3) 形成闭合回路。

形成闭合回路需 3 个条件:①电解质溶液;②两电极直接接触或有导线连接;③两电极插入电解质溶液中。

【例 1】如图所示,a 在金属活动性顺序中排在氢之前,b 为碳棒。下列说法中不正确的是 ()



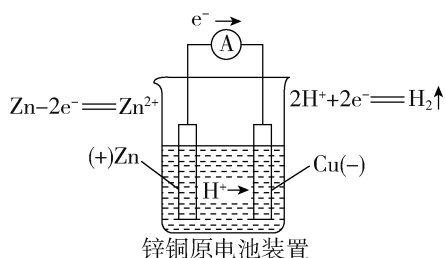
- A. a 极上发生还原反应,b 极上发生氧化反应
B. 碳棒上有气体逸出
C. 导线上有电流,电子移动方向为 a→b
D. 反应后 a 极质量减小

【答案】A

【解析】根据图中没有电源可知构成的是原电池装置,又由于 a 在金属活动性顺序中排在氢之前,b 为碳棒,则 a 为负极,电极本身失电子发生氧化反应,b 为正极,溶液中的氢离子得电子发生还原反应,电子从负极流向正极,据此分析。A. a 为负极,本身失电子发生氧化反应,b 为正极,溶液中的氢离子得电子发生还原反应,错误;B. b 为正极,溶液中的氢离子得电子发生还原反应,所以碳棒上有气体逸出,正确;C. 该装置构成了原电池,导线上有电流,电子从负极流向正极,即 a→b,正确;D. a 为负极,本身失电子发生氧化反应,所以 a 极质量减小,正确。

【点睛】明确原电池的正负极及其得失电子情况是解本题的关键。注意电子从负极流向正极,电流则从正极经外电路流向负极,溶液中的阴离子向负极移动,阳离子向正极移动。

【变式训练 1】如下为某同学建构的锌铜原电池原理模型认知图,其中有一处错误是 ()



A. 正负极标注

B. H⁺ 的移动方向

C. 电子移动方向

D. 电极反应式

【解析】锌铜原电池中锌作负极,失电子,电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$,电子经导线流向正极,铜作正极,氢离子移向正极,得电子,电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$,故正负极标注错误。

探究 2 原电池正负极的判断方法

判断依据	负极	正极
电极材料	活泼性较强的金属	活泼性较弱的金属或能导电的非金属
反应类型	发生氧化反应	发生还原反应
电子流向	电子流出的一极	电子流入的一极
离子的移动方向	阴离子移向的一极	阳离子移向的一极
实验现象	电极溶解	电极增重或电极上有气泡放出

注意:在判断原电池正负极时,不要只根据金属活泼性的相对强弱,有时还和电解质溶液有关。如 Mg、Al 和 NaOH 溶液构成的原电池中,由于 Mg 不与 NaOH 溶液反应,虽金属性 $\text{Mg} > \text{Al}$,但在该条件下却是 Al 作负极。因此要根据具体情况来判断原电池的正负极。

【例 2】某同学做完锌铜原电池(稀硫酸作电解质溶液)的实验后得到下列结论,其中不正确的是 ()

- A. 构成原电池正极和负极的材料必须是两种金属
B. 铜是正极
C. 电子沿导线由锌流向铜
D. 锌铜原电池工作时,锌溶解,所以才产生电子

【答案】A

【解析】A. 构成原电池正极和负极的材料不一定是两种金属,正极材料也可以是导电的非金属,如石墨,错误;B. 由铜、锌作为电极与稀硫酸组成的原电池中,锌易失去电子而作负极,铜作正极,正确;C. 铜、锌作为电极与稀硫酸组成的原电池中,锌作负极,失去电子,电子沿导线由锌流向铜,正确;D. 铜锌原电池工作时,锌在稀硫酸中溶解,即锌被氧化失去电子,正确。

【点睛】本题考查了原电池原理,解答此类题目时首先要明确构成原电池的条件,注意电极不一定是金属材料(如石墨电极);其次熟悉电极上发生的反应,掌握电流的流向等。

【变式训练 2】下列关于原电池的叙述正确的是 ()

- A. 原电池放电时,电子由负极经电解质溶液流向正极
B. 原电池是将电能转化为化学能的装置
C. 在原电池中,电流流入的一极是负极,该电极发生氧化反应
D. 构成原电池的正极和负极的材料必须是两种不同的金属

【解析】A. 原电池放电时,电子由负极经导线流向正极,错误;B. 原电池是将化学能转变为电能的装置,错误;C. 在原电池中,电子流出、电流流入的一极是负极,该电极发生氧化反应,正确;D. 构成原电池的正极和负极不一定是两种不同的金属,例如燃料电池的正负极均可以用石墨,错误。

探究3 原电池原理的应用

1. 比较金属的活泼性强弱

(1)原理:一般原电池中,活泼性较强的金属作负极,活泼性较弱的金属作正极。

(2)应用:两种金属 A、B 用导线连接后插入稀 H_2SO_4 中,若 A 极溶解,B 极上有气泡产生,则活泼性: $A > B$ 。

2. 加快化学反应的进行

(1)原理:在原电池中,氧化反应和还原反应分别在两极进行,使溶液中的离子运动时相互的干扰减小,使化学反应加快。

(2)应用:实验室中用 Zn 和稀 H_2SO_4 反应制取 H_2 时,通常滴入几滴 CuSO_4 溶液,形成原电池,加快反应的进行。

3. 设计原电池

(1)依据:已知一个氧化还原反应,首先要通过分析找出氧化剂、还原剂,一般还原剂为负极材料或在负极上被氧化,氧化剂(电解质溶液中的阳离子)在正极上被还原。

(2)选择合适的材料。

①电极材料:电极材料必须导电。负极材料一般选择较活泼的金属材料,或者在该氧化还原反应中,本身失去电子的材料。

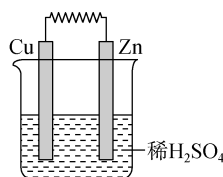
②电解质溶液:电解质溶液一般能与负极反应。

(3)实例:以 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ 为例说明。

电极反应
负极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$
正极反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

电极材料
及电解质
①负极: Zn
②正极: Cu 或 C (比 Zn 的活泼性差的金属,或导电的非金属)
③电解质: 稀 H_2SO_4

装置图



【例3】X、Y、Z、M、N 代表五种金属,有以下反应:①Y 与 M 用导线连接放入稀硫酸中,M 上冒气泡;②M、N 为电极,与 N 的盐溶液组成原电池,电子从 M 极流出,经过外电路,流入 N 极;③ $\text{Z} + 2\text{H}_2\text{O}(\text{冷水}) = \text{Z}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$;④水溶液中, $\text{X} + \text{Y}^{2+} = \text{X}^{2+} + \text{Y}$ 。则这五种金属的活动性顺序由强到弱排列为 ()

- A. $Z > X > Y > M > N$ B. $Z > Y > X > M > N$
C. $Z > X > Y > N > M$ D. $X > Y > M > N > Z$

【答案】A

【解析】①Y 与 M 用导线连接放入稀硫酸中,M 上冒气泡,说明 M 作为原电池的正极,活泼性 $M < Y$;②M、N 为电极,与 N 的盐溶液组成原电池,电子从 M 极流出,经过外电路,流入 N 极,电子经外电路从负极流向正极,那么 M 极为负极,活泼性 $M > N$;③ $\text{Z} + 2\text{H}_2\text{O}(\text{冷水}) = \text{Z}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$,Z 的化学性质非常活泼;④水溶液中, $\text{X} + \text{Y}^{2+} = \text{X}^{2+} + \text{Y}$,X 可以置换出 Y 的盐溶液中的 Y,所以活泼性 $X > Y$ 。所以五种金属活动性

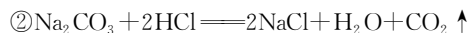
顺序由大到小排列为 $Z > X > Y > M > N$ 。

点睛

一般原电池的负极金属的活泼性大于正极金属的活泼性。

【变式训练3】化学能在一定的条件下可以转化为电能。

I. 现有如下两个反应:



根据两个反应的本质判断,您认为可以设计成原电池的是

① (填序号),理由是 该反应为氧化还原反应,可以设计成原电池。

II. 请根据反应 $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$,选择适宜的材料和试剂设计一个原电池。

(1)写出电极材料和电解质溶液的名称。负极: 锌; 正极: 铜; 电解质溶液: 硫酸铜溶液。

(2)写出该原电池的负极反应式: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ 。

【解析】I. 原电池是将化学能转变为电能的装置,只有氧化还原反应才有电子的转移,而①为氧化还原反应,能设计成原电池,②为非氧化还原反应,不可以设计成原电池。

II. (1)根据题中反应可知:金属锌失电子,为负极,正极可以用活泼性较差的金属铜,溶液中的铜离子得电子,必须用可溶的铜盐作电解质。

(2)负极为锌,金属锌失电子生成锌离子,反应式为: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ 。

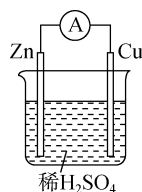
随堂小练

1. 下列选项中涉及的能量改变主要是将化学能转化为电能的是 (B)

- A. 燃气燃烧 B. 电池放电
C. 风力发电 D. 光合作用

【解析】A. 燃烧将化学能转化为热能,错误;B. 电池放电将化学能转化为电能,正确;C. 风力发电将风能转化为电能,错误;D. 光合作用将光能转化为化学能,错误。

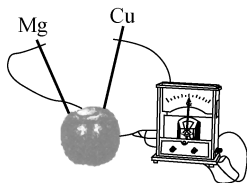
2. 下列关于下图所示原电池装置的说法错误的是 (D)



- A. Zn 为负极,电极反应式: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$
B. 铜片上发生还原反应
C. 电子从锌片经导线流向铜片
D. 溶液中氢离子浓度保持不变,溶液中 SO_4^{2-} 向正极移动

【解析】该原电池中,较活泼的金属 Zn 作负极,失去电子发生氧化反应得到 Zn^{2+} ,Cu 作正极,正极上 H^+ 得到电子发生还原反应生成氢气,据此分析解答。A. 根据上述分析可知,Zn 作负极,电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$,正确;B. Cu 作正极,得到电子发生还原反应,正确;C. 原电池中,电子由负极经导线流向正极,所以该原电池中电子从锌片经导线流向铜片,正确;D. 正极上 H^+ 得到电子发生还原反应生成 H_2 , H^+ 浓度降低,原电池中阴离子向负极移动,则 SO_4^{2-} 向负极移动,错误。

3. 如下为某同学用镁带、铜丝和苹果设计的水果电池的装置图, 下列有关该装置的说法正确的是 (C)

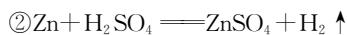
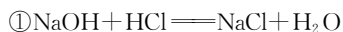


- A. 镁带为正极
B. 铜丝发生氧化反应
C. 电子由镁带经导线流向铜丝
D. 该装置可将电能转化为化学能

【解析】A. 镁比铜活泼, 该原电池中镁被氧化, 作负极, 错误; B. 铜为正极, 发生还原反应, 错误; C. 原电池中电子经导线由负极流向正极, 即由镁流向铜, 正确; D. 原电池装置可以将化学能转化为电能, 错误。

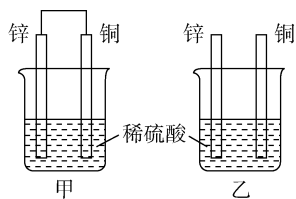
4. 原电池原理的发现是储能和供能技术的巨大进步, 是化学对人类的一项重大贡献。

(1) 现有如下两个反应:



判断能否将其设计成原电池: ① 不能, ② 能。(填“能”或“不能”)

(2) 将纯锌片和纯铜片按下图方式插入 100 mL 相同浓度的稀硫酸中一段时间, 回答下列问题:



① 下列说法正确的是 D (填字母)。

- A. 甲、乙均为把化学能转变为电能的装置
B. 乙中铜片上有明显变化
C. 甲中铜片质量减少, 乙中锌片质量减少
D. 两烧杯中溶液的 pH 均增大

② 在相同时间内, 两烧杯中产生气泡的速度: 甲 > (填“>”“<”或“=”)乙。

③ 请写出上图中构成原电池的负极的电极反应式: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ 。

【解析】(1) ① $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 不是氧化还原反应, 不能设计成原电池; ② $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ 是自发进行的氧化还原反应, 能设计成原电池。

(2) 甲装置符合原电池的构成条件, 所以是原电池, 乙不能形成闭合回路, 所以不能构成原电池。两个烧杯中, 锌都失电子发生氧化反应, 甲中铜片上氢离子得电子发生还原反应, 乙中锌片上氢离子得电子发生还原反应。① A. 甲是化学能转变为电能的装置, 乙不是, 错误; B. 乙装置中铜片不反应, 也没构成原电池的正极, 所以铜片上没有明显变化, 错误; C. 甲、乙中锌片质量都减少, 错误; D. 两个烧杯中都产生氢气, 氢离子浓度都降低, 所以溶液的 pH 均增大, 正确。② 构成原电池加快化学反应速率, 因此在相同时间内, 两烧杯中产生气泡的速度: 甲 > 乙。③ 原电池的负极是锌, 锌失电子发生氧化反应, 负极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ 。



温馨提示: 请自主完成课后作业(十一)

课后作业 · 单独成册

第3课时 发展中的化学电池

自主预习

知新导学

1. 一次电池

(1) 放电之后 不能 充电。

(2) 结构: 锌锰干电池是以锌筒作 负 极, 石墨棒作 正 极, 氯化铵糊作 电解质溶液。

(3) 原理: 电子由锌筒(负极)流向 石墨 棒(正极), 二氧化锰不断被 还原。

2. 二次电池

(1) 充电电池属于 二次 电池, 它在放电时所进行的氧化还原反应, 在充电时可以 逆向 进行, 使电池恢复到放电前的状态。如铅酸蓄电池、镍氢电池、锂离子电池等。

(2) 铅酸蓄电池的组成: 铅、二氧化铅、硫酸。

3. 燃料电池: 将 燃料 和氧化剂的化学能直接转化为电能的化学反应装置。它具有清洁、安全、高效等特点。如氢氧燃料电池、甲烷燃料电池等。

小试牛刀

1. 我们生活中离不开各种各样的电池, 下列关于电池的说法错误的是 (C)

- A. 用后不能复原的电池称为一次电池, 如锌锰干电池(电解质溶液中含氯化铵)
- B. 放电后通过充电可反复使用的电池称为二次电池, 如镍镉电池、铅酸蓄电池等
- C. 手机、电脑、数码相机中的可充电电池使用寿命长, 对环境无害, 不用进行回收
- D. 目前我国生产的无汞干电池, 对环境和人体健康没有明显危害, 可以不进行特殊处理, 和普通垃圾混放

【解析】手机、电脑、数码相机中的可充电电池使用寿命长, 但其报废后对环境有害, 应进行回收, C 项错误。

2. 下列有关电池的说法正确的是 (C)

- A. 手机上用的锂离子电池属于一次电池
- B. 铅酸蓄电池是可充电电池, 电池的负极材料为 PbO_2
- C. 燃料电池是一种高效且对环境友好的新型电池
- D. 锌铜原电池工作时, 电子沿外电路从铜电极流向锌电极

【解析】A. 手机上用的锂离子电池为可充电电池, 为二次电池, A 错误; B. 铅酸蓄电池可反复进行充电、放电, 属于二次电池, 由 Pb 、 PbO_2 和 H_2SO_4 组成, 负极为 Pb , 正极为 PbO_2 , B 错误; C. 一般而言, 燃料电池的产物多为 CO_2 、 H_2O 等, 属于对环境友好的新型电池, C 正确; D. 锌铜原电池中 Zn 比 Cu 活泼, Zn 为负极, Cu 为正极, 放电时电子沿外电路从负极 Zn 流向正极 Cu , D 错误。

3. 镍镉可充电电池的总反应为 $\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{Ni}(\text{OH})_2 \xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}} \text{Cd} + 2\text{NiO}(\text{OH}) + 2\text{H}_2\text{O}$, 由此可知, 该电池的负极材料是 (A)

- A. Cd
- B. $\text{NiO}(\text{OH})$
- C. $\text{Cd}(\text{OH})_2$
- D. $\text{Ni}(\text{OH})_2$

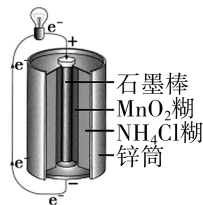
【解析】放电时, 有元素化合价升高的物质为负极材料, 即 Cd 作负极, A 项正确。

互动课堂

合作探究

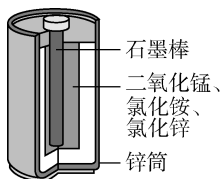
探究1 一次电池

最早使用的化学电池是锌锰干电池, 其构造如下图所示, 它是一种一次电池, 放完电后不能再使用。常见的干电池为普通锌锰电池及碱性锌锰电池。



电池种类	普通锌锰电池	碱性锌锰电池
负极材料	锌	锌
正极材料	石墨	MnO_2
电解质	NH_4Cl	KOH
负极反应式	$\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$	$\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$
正极反应式	$2\text{MnO}_2 + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{e}^- = 2\text{MnO}(\text{OH}) + 2\text{NH}_3$	$2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{MnO}(\text{OH}) + 2\text{OH}^-$
总的电极反应	$2\text{MnO}_2 + \text{Zn} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = 2\text{MnO}(\text{OH}) + \text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$	$\text{Zn} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{MnO}(\text{OH})$
改进及优点	将锌锰干电池中的电解质 NH_4Cl 换成 KOH , 并在构造上做了改进; 改进后碱性锌锰电池的的优点: 电量、电流稳定	

【例 1】普通锌锰干电池的构造如图所示,其电池反应的方程式为 $\text{Zn} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{MnO}_2 \longrightarrow \text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2 + 2\text{MnO}(\text{OH})$ 。下列说法不正确的是 ()



- A. 石墨作正极
- B. 锌发生氧化反应
- C. 电池工作时,电子从石墨经导线流向锌
- D. 正极的电极反应为 $\text{NH}_4^+ + \text{MnO}_2 + \text{e}^- \longrightarrow \text{MnO}(\text{OH}) + \text{NH}_3$

【答案】C

【解析】A. 根据原电池中一般活泼性较强的金属作负极,活泼性较弱的金属或非金属作正极,结合原电池的总反应式可知,石墨作正极,正确;B. 根据题中电池反应方程式可知,Zn 化合价升高,被氧化,发生氧化反应,正确;C. 原电池中,电子从负极经导线流向正极,在该普通锌锰干电池中,Zn 作负极,石墨作正极,电子应从 Zn 极经导线流向石墨极,错误;D. 正极发生还原反应,其电极反应式为 $\text{NH}_4^+ + \text{MnO}_2 + \text{e}^- \longrightarrow \text{MnO}(\text{OH}) + \text{NH}_3$,正确。

【点睛】干电池中,锌为负极,发生氧化反应,石墨为正极,发生还原反应,电子从负极流出经外电路流向正极。

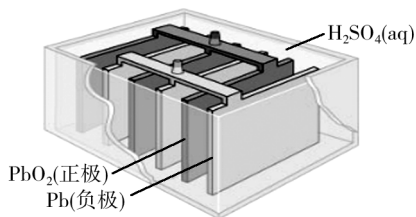
【变式训练 1】下列有关电池的叙述中正确的是 ()

- A. 锌锰干电池是一种常用的二次电池
- B. 锌锰干电池中碳棒是负极,锌片是正极
- C. 锌锰干电池工作一段时间后锌外壳逐渐变薄
- D. 水果电池是高效环保的家用电池

探究 2 充电电池——二次电池

1. 铅酸蓄电池

(1) 铅酸蓄电池的构造(如下图所示)



(2) 放电时电极反应

负极: $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4$ 。

正极: $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

总反应: $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 充电时电极反应

阴极: $\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$ 。

阳极: $\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 。

总反应: $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

注意:(1) 可充电电池充电时,阴极要与外加直流电源的负极相连,阳极要与外加直流电源的正极相连,也就是“负接负,正接正”。

(2) 二次电池的电极放电和充电两个过程刚好相反,即负极放电时发生氧化反应,充电时就发生还原反应;而正极放电时发生还原反应,充电时就发生氧化反应。

(3) 铅酸蓄电池在放电时除消耗电极材料外,还消耗电解质溶液,使溶液中自由移动的离子浓度降低,导电能力降低。

2. 镍镉电池

负极材料为 Cd,正极材料为 $\text{NiO}(\text{OH})$,电解液为 KOH。该电池放电时的电极反应为:

负极: $\text{Cd} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2$ 。

正极: $2\text{NiO}(\text{OH}) + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^-$ 。

总反应: $\text{Cd} + 2\text{NiO}(\text{OH}) + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{Ni}(\text{OH})_2$ 。

3. 锂电池

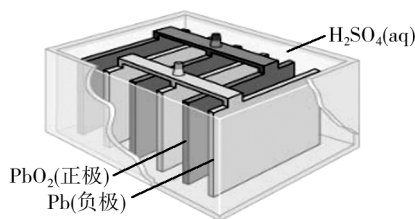
负极材料为石墨(能吸附锂原子),正极材料为 LiMO_2 (M: Co、Ni、Mn 等)、 LiM_2O_4 (M: Co、Ni、Mn 等)、 LiMPO_4 (M: Fe 等)。该电池放电时的电极反应为:

负极: $\text{Li}_x\text{C}_n - x\text{e}^- \longrightarrow x\text{Li}^+ + n\text{C}$ 。

正极: $\text{Li}_{1-x}\text{MO}_2 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- \longrightarrow \text{LiMO}_2$ 。

总反应: $\text{Li}_{1-x}\text{MO}_2 + \text{Li}_x\text{C}_n \longrightarrow n\text{C} + \text{LiMO}_2$ 。

【例 2】汽车的启动电源常用铅酸蓄电池。其结构如图所示,放电时的电池反应为 $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。根据此反应判断下列说法正确的是 ()



- A. PbO_2 是电池的负极
- B. Pb 是电池的负极
- C. PbO_2 得电子,被氧化
- D. 电池放电时,溶液的酸性增强

【答案】B

【解析】A. 由放电反应 $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知, PbO_2 在放电时得到电子被还原,为电池的正极,A 错误;B. 根据放电反应可知,Pb 失去电子被氧化,为电池的负极,B 正确;C. PbO_2 在放电时得到电子被还原,C 错误;D. 由于电池放电过程中消耗了硫酸,溶液中氢离子浓度逐渐减小,溶液的酸性减弱,D 错误。

点睛 根据放电时的电池反应 $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons$

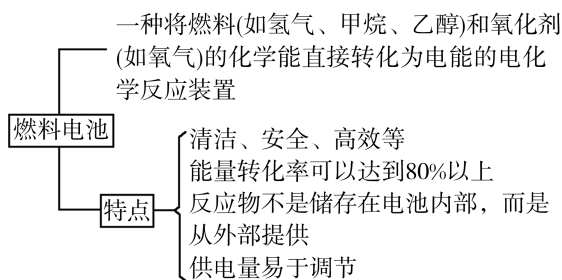
$2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知, Pb 在放电时失去电子被氧化, 为电池的负极, PbO_2 在放电时得到电子被还原, 为电池的正极, 放电过程中消耗了硫酸, 酸性减弱。本题考查了原电池原理, 首先要明确原电池构成的三个条件, 注意电极不一定是金属材料(如石墨等); 熟悉电极上发生的反应, 掌握电流的流向是解答本题的关键。

【变式训练 2】 铅酸蓄电池放电时的工作原理为 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 下列说法正确的是 (B)

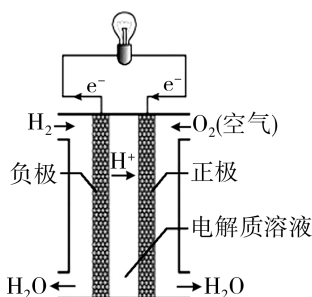
- A. 铅酸蓄电池是新型的绿色环保电池
- B. 当电路中转移 0.2 mol 电子时, 消耗的 H_2SO_4 为 0.2 mol
- C. 铅酸蓄电池放电时负极质量减小, 正极质量增加
- D. 铅酸蓄电池放电时电子由负极经过溶液定向移动到正极

【解析】 A. 铅酸蓄电池是传统的化学电源, 使用了重金属铅和浓硫酸均会造成环境污染, 故不是新型的绿色环保电池, A 错误; B. 分析总反应式 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 不难得出, 当电路中转移 0.2 mol 电子时, 消耗的 H_2SO_4 为 0.2 mol, B 正确; C. 由负极反应式: $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_4$ 可知铅酸蓄电池放电时负极质量增加, 正极反应式: $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知质量也增加, C 错误; D. 铅酸蓄电池放电时电子由负极导线定向移动到正极, 电子不能经过电解质溶液, D 错误。

探究 3 发展中的燃料电池



1. 氢氧燃料电池的构造(如下图所示)



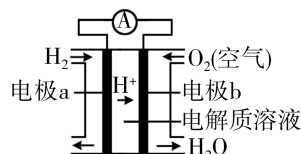
2. 电极材料、电解质溶液

氢氧燃料电池的电极材料一般为活性电极, 具有很强的催化活性, 如铂电极、活性炭电极等, 电解液一般为 40% 的 KOH 溶液。

3. 电极反应式

电解液	酸性	碱性
负极反应式	$2\text{H}_2 - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{H}^+$	$2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}$
正极反应式	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$
电池总反应式	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	

【例 3】 燃料电池是一种高效、环境友好的发电装置。下图为氢氧燃料电池示意图, 下列有关说法错误的是 ()



- A. 该电池工作时可将化学能转化为电能
- B. 电池工作时, 电子从电极 b 移向电极 a
- C. 负极的电极反应式为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}^+$
- D. 电池总反应的化学方程式为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$

【答案】 B

【解析】 A. 该装置为原电池, 工作时可以将化学能转化为电能, A 正确; B. 氢气在电极 a 上失电子发生氧化反应, 电极 a 为负极, 氧气在电极 b 上得电子发生还原反应, 电极 b 是正极, 电池工作时, 电子从电极 a 移向电极 b, B 错误; C. 氢气在电极 a 上失电子发生氧化反应, 电极反应式为: $\text{H}_2 - 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}^+$, C 正确; D. 该电池的负极反应式为: $\text{H}_2 - 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}^+$, 正极反应式为: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$, 总反应式为: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$, D 正确。

点睛 燃料电池中, 燃料一定作负极, 氧气或其他氧化剂作正极。

【变式训练 3】 利用 CH_4 和 O_2 的反应, 用铂电极在 KOH 溶液中构成燃料电池。下列说法错误的是 (B)

- A. 通入 O_2 的一极发生还原反应
- B. 负极的电极反应式为 $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 8\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- C. 该电池的总反应式为 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{KOH} \rightleftharpoons \text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- D. KOH 溶液需要定期补充

【解析】 利用 CH_4 和 O_2 的反应, 用铂电极在 KOH 溶液中构成燃料电池, 反应中甲烷失去电子, 氧气得到电子。A. 氧气得到电子, 因此通入 O_2 的一极发生还原反应, A 正确; B. 负极甲烷发生失去电子的氧化反应, 则负极的电极反应式为 $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 10\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$, B 错误; C. 根据以上分析

可知该电池总反应为 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{KOH} \rightleftharpoons \text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, C 正确; D. 总反应为 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{KOH} \rightleftharpoons \text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 反应中消耗氢氧化钾, 因此 KOH 溶液需要定期补充, D 正确。

随堂小练

1. 下列有关电池的说法中不正确的是 (B)

A. 手机上用的锂离子电池属于二次电池
B. 充电电池可以无限制地反复使用
C. 甲醇燃料电池可把化学能转化为电能
D. 废旧电池不能乱扔, 需回收处理

【解析】A. 二次电池是可充电电池, 手机的锂电池可以充电, 正确; B. 充电电池有使用寿命, 错误; C. 电池是把化学能转化成电能的装置, 正确; D. 电池中含有重金属离子, 不能随意丢弃, 对环境有污染, 正确。

2. 下列关于充电电池的叙述, 不正确的是 (B)

A. 充电电池的化学反应原理是氧化还原反应
B. 充电电池可以无限制地反复充电
C. 充电是使放电时的氧化还原反应逆向进行
D. 较长时间不使用电器时, 最好将电器中的电池取出, 并妥善存放

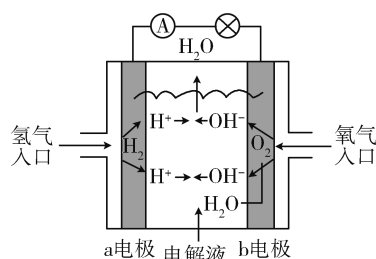
【解析】A. 充放电的化学反应一定有电子转移, 所以必须是氧化还原反应, A 正确; B. 充电电池属于二次电池, 但是并不是可以无限次数地反复充电, 充电电池的使用有一定年限, B 错误; C. 充电时, 阴极、阳极反应式分别是放电时负极、正极反应式的逆反应, 所以充电是使放电时的氧化还原反应逆向进行, C 正确; D. 如果电器较长时间不再使用, 最好将电池取出并放置在低温、干燥的地方, 否则即使将电器关掉, 系统也会使电池有一个低电流输出, 会缩短电池的使用寿命, D 正确。

3. 下列关于化学电源的说法不正确的是 (B)

A. 锌锰干电池是一次电池
B. 燃料电池具有高效、环境友好的特点, 以 H_2 为燃料时, H_2 在正极反应
C. 充电电池能实现化学能与电能间的相互转化
D. 废旧电池的回收处理有利于资源和环境的可持续发展

【解析】A. 锌锰干电池不能充电反复使用, 是一次电池, A 正确; B. 燃料电池具有高效、环境友好的特点, 以 H_2 为燃料时, H_2 在负极反应, 氧气或空气在正极反应, B 错误; C. 充电电池属于二次电池, 能实现化学能与电能间的相互转化, C 正确; D. 废旧电池中含有重金属, 其回收处理有利于资源和环境的可持续发展, D 正确。

4. (双选) 氢氧燃料电池已用于航天飞机, 其工作原理如图所示。下列关于该燃料电池的说法不正确的是 (AD)



- A. 氢离子向通入氢气的一极移动
B. 电子从 a 电极经外电路流向 b 电极
C. 供电时的总反应式为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
D. 燃料电池的能量转化率可达 100%

【解析】氢氧燃料电池中, 通入氢气的电极是负极, 通入氧气的一极是正极, 氢离子向正极移动, 故 A 错误; 原电池工作时, 电子从负极经导线流向正极, 即由电极 a 通过导线流向电极 b, 故 B 正确; 燃料电池的总反应式是燃料燃烧的化学方程式, 则供电时的总反应式为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$, 故 C 正确; 燃料电池是将化学能转化为电能的装置, 还会伴有热能等能量的释放, 能量转化率不可能达到 100%, 故 D 错误。

5. Li-SOCl₂ 电池可用于心脏起搏器。该电池的电极材料分别为锂和碳, 电解液是 LiAlCl₄-SOCl₂。电池的总反应可表示为: $4\text{Li} + 2\text{SOCl}_2 \rightleftharpoons 4\text{LiCl} + \text{S} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。

请回答下列问题:

(1) 电池的负极材料为 锂, 发生的电极反应为 $\text{Li} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}^+$ 。

(2) 电池正极发生的电极反应为 $2\text{SOCl}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{Cl}^- + \text{S} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。

(3) SOCl₂ 易挥发, 实验室中常用 NaOH 溶液吸收 SOCl₂, 有 Na₂SO₃ 和 NaCl 生成。如果把少量水滴到 SOCl₂ 中, 实验现象是 出现白雾, 生成有刺激性气味的气体, 反应的化学方程式为 $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl} \uparrow$ 。

(4) 组装该电池必须在无水、无氧的条件下进行, 原因是 锂是活泼金属, 易与 H₂O、O₂ 反应; SOCl₂ 也可与水反应。

【解析】(1) 该电池中 Li 失电子, 作负极, 电极反应式为 $\text{Li} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}^+$ 。(2) 根据电池的总反应与负极反应式可得电池的正极反应式为 $2\text{SOCl}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{Cl}^- + \text{S} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。(3) SOCl₂ 与 NaOH 反应的化学方程式为 $\text{SOCl}_2 + 4\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$, 用 H 原子代替 Na 原子, 则 SOCl₂ 与 H₂O 反应的化学方程式为 $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl} \uparrow$, 现象为有白雾生成, 有刺激性气味的气体生成。(4) 锂是活泼金属, 易与 H₂O、O₂ 反应; SOCl₂ 也可与 H₂O 反应。



温馨提示: 请自主完成课后作业(十二)

课后作业·单独成册



第二节 化学反应的速率与限度

第1课时 化学反应的速率

自主预习

知新导学

1. 化学反应的速率

(1) 意义: 化学反应速率是用来衡量化学反应过程进行 快慢 的物理量。

(2) 表示方法: 通常用单位时间内 反应物浓度的减少量 或 生成物浓度的增加量 (均取正值) 来表示。

(3) 常用单位: $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ 或 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 。

2. 在一定条件下, 一份双氧水样品经过 2 h 后, H_2O_2 的浓度从 $5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 下降到 $3 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$, 则双氧水在这 2 h 内分解的平均速率 \approx $1.67 \times 10^{-4} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ 。

3. 影响化学反应速率的内在因素: 反应物的 性质。

4. 影响化学反应速率的外界因素

(1) 温度: 升高温度, 反应速率 增大。

(2) 浓度: 增大反应物浓度, 反应速率 增大。

(3) 催化剂: 催化剂可以 改变 化学反应速率。

(4) 压强: 对于有 气体 参加的反应, 当其他条件不变时, 增大 压强 (减小容器体积), 化学反应速率 增大; 减小 压强 (增大容器体积), 化学反应速率 减小。



小试牛刀

1. 下列关于化学反应速率的说法中正确的是 (D)

- A. 化学反应速率可用某时刻生成物的物质的量来表示
- B. 化学反应速率指一定时间内, 任何一种反应物浓度的减少或任何一种生成物浓度的增加
- C. 对于任何化学反应来说, 反应速率越快, 反应现象就越明显
- D. 根据反应速率的大小可知化学反应进行的相对快慢

【解析】 化学反应速率通常用单位时间内反应物浓度的减少量或生成物浓度的增加量来表示, 固体或纯液体的浓度变化视为 0, 不能用于表示化学反应速率, 故 A、B 错误; 对有明显现象的化学反应来说, 反应速率越快, 反应现象就越明显, 对于没有明显现象的反应来说, 反应速率快慢对反应现象影响很小, 如中和反应等, C 错误; 化学反应速率是用于描述化学

反应快慢的物理量, 根据化学反应速率可以知道化学反应进行的快慢, D 正确。

2. 下列事实或做法与化学反应速率无关的是 (D)

- A. 将食物存放在温度低的地方
- B. 用铁作催化剂合成氨
- C. 将煤块粉碎后燃烧
- D. 加热金属钠制备过氧化钠

【解析】 A. 降低温度, 能减小食物变质速率, A 与化学反应速率有关; B. 用铁作催化剂合成氨, 催化剂能降低反应所需活化能, 所以能增大反应速率, B 与化学反应速率有关; C. 将块状药品研细后再反应能增大反应物接触面积, 所以能加快反应速率, C 与化学反应速率有关; D. 钠在常温下反应生成氧化钠, 在加热和燃烧的条件下生成过氧化钠, 反应条件不同, 产物不同, D 与化学反应速率无关。

3. 25 °C 时, 相同的镁条与下列酸溶液反应, 反应开始时放出 H_2 最快的是 (A)

- A. 10 mL 1 mol/L 硫酸
- B. 10 mL 1 mol/L 醋酸
- C. 10 mL 3 mol/L 硝酸
- D. 40 mL 1 mol/L 盐酸

【解析】 A. 硫酸是二元强酸, 10 mL 1 mol/L 硫酸中氢离子浓度为 2 mol/L; B. 醋酸是一元弱酸, 10 mL 1 mol/L 醋酸中氢离子浓度小于 1 mol/L; C. 硝酸具有强氧化性, 与 Mg 反应不生成氢气, 不符合题意; D. 盐酸是一元强酸, 40 mL 1 mol/L 盐酸中氢离子浓度为 1 mol/L; A、B、D 三个选项中, 10 mL 1 mol/L 硫酸中氢离子浓度最大, 与 Mg 反应开始时放出 H_2 最快, 故选 A。

4. 某可逆反应 $\text{A} + 3\text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$, 改变下列条件一定能加快反应速率的是 (B)

- A. 增大反应物的量
- B. 升高温度
- C. 增大压强
- D. 使用催化剂

【解析】 反应物为固体或纯液体时, 增大其反应的量, 浓度不变, 反应速率不变, 不选 A; 升高温度, 活化分子百分数增加, 反应速率加快, 选 B; 增大压强, 对固体或纯液体的物质来说, 反应速率不影响, 不选 C; 使用催化剂, 可能加快或减慢反应速率, 不选 D。

互动课堂



合作探究

探究 1 表示化学反应速率的注意事项

1. 对化学反应速率表达式的理解

$$v(A) = \frac{\Delta c(A)}{\Delta t}$$

(1) 在同一化学反应里, 用不同的物质表示的反应速率数值可能不同, 但意义相同, 故描述反应速率时必须指明具体的物质

(2) 固体或纯液体的浓度记为常数, $\Delta c=0$, 因此不用固体或纯液体表示化学反应速率

(3) 化学反应速率是一段时间 Δt 内的平均反应速率, 而不是瞬时反应速率

(4) 用不同反应物表示化学反应速率时, 化学反应速率之比=物质的量浓度变化量之比=物质的量变化量之比=化学计量数之比

2. 不论反应物还是生成物, 其化学反应速率均取正值。

3. 在描述或计算某物质表示的化学反应速率大小时, 必须注明其单位, 否则无意义。

【例 1】反应 $4A(s) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + D(g)$ 开始 2 min 后, B 的浓度减少 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。下列说法正确的是 ()

- A. 在这 2 min 内用 A 表示的反应速率是 $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- B. 分别用 B、C、D 表示的反应速率之比是 3 : 2 : 1
- C. 在 2 min 末时的反应速率, 用反应物 B 来表示是 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- D. 在这 2 min 内用 B 和 C 表示的反应速率(单位相同)数值相同

【答案】B

【解析】A. 反应物 A 是固体, 其浓度为常数, 错误; B. 反应速率之比等于相应的化学计量数之比, 故 B、C、D 表示的反应速率之比是 3 : 2 : 1, 正确; C. $v(B) = \frac{0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ min}} = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 表示的是 2 min 内的平均反应速率, 而不是 2 min 末时的瞬时反应速率, 错误; D. 反应方程式中 B 和 C 的化学计量数不同则同一时间段内用它们表示的反应速率(单位相同)数值不同, 错误。

【点睛】表示化学反应速率的“三注意”

- (1) 指明具体的物质。
- (2) 不能用固体或纯液体物质表示。
- (3) 是平均反应速率, 不是瞬时反应速率。

【变式训练 1】已知 $4\text{NH}_3(g) + 5\text{O}_2(g) \rightleftharpoons 4\text{NO}(g) + 6\text{H}_2\text{O}(g)$, 若反应速率分别用 $v(\text{NH}_3)$ 、 $v(\text{O}_2)$ 、 $v(\text{NO})$ 、 $v(\text{H}_2\text{O})$ 表示, 则正确的关系是 ()

- A. $v(\text{O}_2) = \frac{5}{4}v(\text{NH}_3)$ B. $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{5}{6}v(\text{O}_2)$

C. $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2}{3}v(\text{NH}_3)$ D. $v(\text{NO}) = \frac{5}{4}v(\text{O}_2)$

【解析】对于反应 $4\text{NH}_3(g) + 5\text{O}_2(g) \rightleftharpoons 4\text{NO}(g) + 6\text{H}_2\text{O}(g)$, 速率之比等于化学计量数之比, 故 $v(\text{NH}_3) : v(\text{O}_2) = 4 : 5$, 即 $v(\text{O}_2) = \frac{5}{4}v(\text{NH}_3)$; $v(\text{O}_2) : v(\text{H}_2\text{O}) = 5 : 6$, 即 $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{6}{5}v(\text{O}_2)$; $v(\text{NH}_3) : v(\text{H}_2\text{O}) = 4 : 6$, 即 $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3}{2}v(\text{NH}_3)$; $v(\text{O}_2) : v(\text{NO}) = 5 : 4$, 即 $v(\text{NO}) = \frac{4}{5}v(\text{O}_2)$, 故 B、C、D 均错误。

探究 2 影响化学反应速率的四大外界因素

1. 浓度

(1) 增大反应物浓度, 化学反应速率增大; 降低反应物浓度, 化学反应速率减小。

(2) 浓度对化学反应速率的影响规律, 只适用于气体参加或在溶液中进行的化学反应, 固体物质的化学反应速率与其物质的量无关, 而与其接触面积有关, 颗粒越小, 表面积越大, 化学反应速率越快。

2. 温度

- (1) 升高温度, 反应速率增大; 降低温度, 反应速率减小。
- (2) 温度对化学反应速率的影响规律, 对于吸热反应、放热反应都适用, 且不受反应物状态的限制。

3. 压强

(1) 对于有气体参加的反应来说, 增大压强, 化学反应速率增大; 减小压强, 化学反应速率减小。

(2) 由于压强改变化学反应速率是通过改变反应物或生成物的浓度来实现的, 故若参加反应的物质是固体、纯液体或溶液, 由于压强的变化对它们的浓度几乎无影响, 可以认为反应速率不变。

4. 催化剂

催化剂可以改变化学反应速率。

注意:“惰性气体”(不参加反应的气体)对反应速率的影响

(1) 恒容: 充入“惰性气体” $\xrightarrow{\text{引起}}$ 总压强增大 \rightarrow 物质浓度不变, 反应速率不变。

(2) 恒压: 充入“惰性气体” $\xrightarrow{\text{引起}}$ 体积增大 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 物质浓度减小 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率减小。

【例 2】下列条件一定能使化学反应速率加快的是 ()

- ① 增加反应物的物质的量 ② 升高温度 ③ 减小反应容器的体积 ④ 加入生成物 ⑤ 加入 MnO_2

- A. ② B. ②③
C. ①②⑤ D. 全部

【答案】A

【解析】影响化学反应速率的外因有浓度、温度、压强、催化

剂等。其中,浓度只针对有浓度概念的物质,如溶液、气体等,压强只针对气体。①若反应物是纯固体或纯液体,增加反应物的物质的量不能使反应速率加快,错误;②升高温度一定能提高活化分子的百分含量,从而加快反应速率,正确;③压强只对含有气体的体系有影响,若反应中不含气体,则该条件无法加快反应速率,错误;④若生成物是纯固体或纯液体,则加入生成物不会影响反应速率,错误;⑤ MnO_2 不是所有反应的催化剂,对于不用 MnO_2 作催化剂的反应来说,加入 MnO_2 不会影响反应速率,错误;综上所述,正确的只有②,选A。

点睛 影响化学反应速率的主要内在因素是物质本身的性质;影响化学反应速率的外界因素有温度、浓度、压强(有气态物质参加的反应)、催化剂、固体表面积等。对同一化学反应而言,其他条件不变的情况下,升高温度、增大浓度、增大压强(有气态物质参加的反应)等都能使反应速率增大。

【变式训练 2】反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 在一个容积可变的密闭容器中进行。下列条件的改变对其反应速率几乎无影响的是 (C)

①增加碳的量且表面积保持不变 ②将容器的体积缩小一半 ③保持体积不变,充入 He 使体系压强增大 ④保持压强不变,充入 He 使容器体积变大

A. ①④ B. ②③ C. ①③ D. ②④

【解析】①碳是固体,没有浓度可言,所以增加碳的量且表面积保持不变,不影响反应速率,正确;②将容器的体积缩小一半,气体物质的浓度增大,反应速率增大,错误;③保持体积不变,充入 He 使体系压强增大,但参加反应的气体的浓度不变,则反应速率不变,正确;④保持压强不变,充入 He 使容器体积变大,参加反应的气体的分压减小,反应速率减小,错误;只有①③正确,答案选C。

探究 3 控制变量法探究外界条件对化学反应速率的影响及应用

在研究影响化学反应速率的因素时,由于外界影响因素较多,故为搞清某个因素的影响均需控制其他因素相同或不变时,再进行实验。因此,常用控制变量思想解决该类问题。解题策略如下:

(1)确定变量:解答这类题目时首先要认真审题,弄清影响实验探究结果的因素有哪些。

(2)定多变一:在探究时,应该先确定其他因素不变,只变化一种因素,看这种因素与探究的问题存在怎样的关系;这样确定一种因素以后,再确定另一种因素,通过分析每种因素与所探究问题之间的关系,得出所有影响因素与所探究问题之间的关系。

(3)数据有效:解答时注意选择的数据(或设置的实验)要有效,且变量统一,否则无法作出正确判断。

【例 3】已知硫代硫酸钠溶液与稀硫酸反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。某学习小组探究一定条件下影响化学反应速率的因素,如下表所示:

实验序号	温度/ $^{\circ}\text{C}$	Na ₂ S ₂ O ₃ 溶液		稀 H ₂ SO ₄		H ₂ O
		V/mL	c/(mol·L ⁻¹)	V/mL	c/(mol·L ⁻¹)	V/mL
I	25	5	0.1	10	0.1	5
II	25	5	0.2	5	0.2	10
III	35	5	0.1	10	0.1	5
IV	35	5	0.2	X	0.2	Y

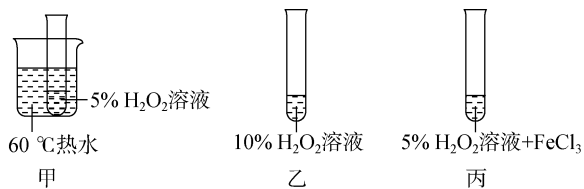
对比实验 I、III 可以得出的结论是_____ ;实验 I、II 探究的是_____ 的浓度越大,该反应速率越快;若实验 III、IV 也想得出同样结论, X=_____, Y=_____。

【答案】当其他条件不变时,温度越高,化学反应速率越快 Na₂S₂O₃ 溶液 5 10

【解析】对比实验 I、III 可知只有温度不同,可以得出的结论是当其他条件不变时,温度越高,化学反应速率越快;对比实验 I、II 可知只有 Na₂S₂O₃ 溶液的浓度不同,其他条件相同,故探究的是 Na₂S₂O₃ 溶液的浓度越大,该反应速率越快;若实验 III、IV 也想得出同样结论,则应除温度外其他数据保持与实验 II 的数据相同,则 X=5, Y=10。

点睛 探究影响化学反应速率的因素实验的关键是控制变量,即一次只能改变一个变量,根据这点,结合图表就可以准确知道各实验设计的目的或者设计实验方案的要求。

【变式训练 3】H₂O₂ 可用于羊毛、生丝、纸浆等的漂白。5% H₂O₂ 溶液在常温下分解速率很慢,为了加快 H₂O₂ 分解,改变某一条件。下列装置与改变的条件相对应的一组是 (A)



- A. 甲——温度、乙——浓度、丙——催化剂
B. 甲——浓度、乙——催化剂、丙——温度
C. 甲——催化剂、乙——温度、丙——浓度
D. 甲——温度、乙——催化剂、丙——浓度

【解析】甲与常温下装有 5% H₂O₂ 溶液的试管装置相比,改变的条件是温度;乙与常温下装有 5% H₂O₂ 溶液的试管装置相比,改变的条件是浓度;丙与常温下装有 5% H₂O₂ 溶液的试管装置相比,丙中加入了催化剂,故 A 符合题意。

随堂小练

1. 在一定温度下,向 2 L 密闭容器中加入 2 mol HI(g),发生反应 $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$,4 s 时生成 0.2 mol H_2 ,则以 HI 表示该时段的化学反应速率是 (A)

- A. $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 B. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 C. $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 D. $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

【解析】4 s 时生成 0.2 mol H_2 ,结合化学方程式可知消耗的 HI 的物质的量为 0.4 mol,容器体积为 2 L,则 $v(\text{HI}) =$

$$\frac{\Delta c(\text{HI})}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta n(\text{HI})}{V}}{\Delta t} = \frac{\frac{0.4 \text{ mol}}{2 \text{ L}}}{4 \text{ s}} = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}.$$

2. 反应 $2\text{NO} + 2\text{CO} \xrightleftharpoons{\text{一定条件}} \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$ 可应用于汽车尾气的净化。下列关于该反应的说法正确的是 (C)

- A. 升高温度能减慢反应速率
 B. 减小 CO 浓度能加快反应速率
 C. 使用恰当的催化剂能加快反应速率
 D. 压缩体积,反应速率会减小

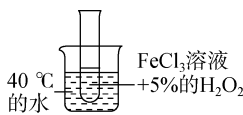
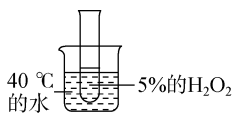
【解析】A. 升高温度使得任何化学反应的化学反应速率加快,错误;B. 减小 CO 浓度能降低反应速率,错误;C. 加入恰当的催化剂可以加快化学反应速率,正确;D. 压缩体积,物质浓度增大,速率增大,错误。

3. 对于反应 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$,下列措施不能增大化学反应速率的是 (C)

- A. 向 H_2O_2 溶液中加入少量 MnO_2 粉末
 B. 升高 H_2O_2 溶液的温度
 C. 减小 H_2O_2 溶液的浓度
 D. 向 H_2O_2 溶液中加入一定浓度的 FeCl_3 溶液

【解析】向溶液中加入少量 MnO_2 粉末, MnO_2 为题中反应的催化剂,故能增大反应速率,A 正确;温度升高,反应速率加快,则升高 H_2O_2 溶液的温度,能增大反应速率,B 正确;减小浓度,反应速率降低,则减小 H_2O_2 溶液的浓度,不能增大反应速率,C 错误;向 H_2O_2 溶液中加入 FeCl_3 溶液, FeCl_3 为题中反应的催化剂,能增大反应速率,D 正确。

4. 某同学设计了下列探究影响反应速率因素的两组实验,其探究的因素是 (D)

第一组	第二组
	

- A. 浓度 B. 压强 C. 温度 D. 催化剂

【解析】通过两组实验的对比,两组实验的差别为是否加入氯化铁溶液,故实验探究的是催化剂对反应速率的影响。

5. 下列各组反应(表中物质均为反应物)中,反应刚开始时放出 H_2 的速率最大的是 (D)

选项	金属(粉末状)	金属的物质的量/mol	酸的体积/mL	酸的浓度/ $(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	酸	反应温度/ $^{\circ}\text{C}$
A	Mg	0.1	10	6	HNO_3	60
B	Mg	0.1	10	3	HCl	60
C	Fe	0.1	10	3	HCl	60
D	Mg	0.1	10	3	H_2SO_4	60

【解析】硝酸与金属反应,不能产生氢气,排除选项 A;金属活动性 $\text{Mg} > \text{Fe}$,HCl、 H_2SO_4 都是强酸,当酸浓度相同时,酸的元数越多,酸中 H^+ 的浓度越大。所以 $c(\text{H}^+): \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HCl}$,金属越活泼,酸溶液中氢离子浓度越大,反应放出氢气的速率就越快,故反应刚开始时放出 H_2 的速率最大的是 Mg 与硫酸的反应。

6. 对于反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$,当其他条件不变,只改变一个反应条件时,将生成 SO_3 的反应速率的变化填入下表空格内。(填“增大”“减小”或“不变”)

编号	改变的条件	生成 SO_3 的速率
①	升高温度	增大
②	降低温度	减小
③	增大氧气的浓度	增大
④	使用正催化剂	增大
⑤	压缩体积	增大

【解析】①升高温度,活化分子的百分数增大,反应速率增大;②降低温度,活化分子百分数减小,反应速率减小;③增大氧气的浓度,反应物活化分子浓度增大,反应速率增大;④使用正催化剂,降低反应的活化能,化学反应速率增大;⑤压缩体积,压强增大,反应物的浓度增大,活化分子浓度增大,反应速率增大。



温馨提示:请自主完成课后作业(十三)

课后作业·单独成册



第2课时 化学反应的限度

自主预习



知新导学

1. 可逆反应

(1) 定义: 在相同 条件 下同时向正、逆两个方向进行的反应。

(2) 表示方法: 书写可逆反应的化学方程式时不用“ $\xrightarrow{\quad}$ ”而用“ \rightleftharpoons ”。

2. 化学平衡状态

(1) 化学平衡状态的建立

对于可逆反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$, 在一定温度下,

将 2 mol $\text{SO}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 通入一定体积的密闭容器中。

① 反应开始时: $v(\text{正})$ 最大, $v(\text{逆})$ 为 0, 原因是反应物的浓度 最大, 生成物的浓度为 0。

② 反应过程中: $v(\text{正})$ 逐渐 减小, $v(\text{逆})$ 逐渐 增大, 原因是反应物的浓度逐渐 减小, 生成物的浓度逐渐 增大。

③ 反应达到平衡时(t_1 后): $v(\text{正}) = v(\text{逆})$, 反应物和生成物的浓度 不再改变。

(2) 化学平衡状态的概念

在一定条件下, 当可逆反应进行到一定程度时, 正反应速率和逆反应速率 相等, 反应物的浓度和生成物的浓度都不再 改变, 达到一种表面静止的状态, 我们将这种状态称为化学平衡状态。

3. 化学反应条件的控制

在生产和生活中, 人们希望促进 有利 的化学反应, 抑制 有害 的化学反应, 这就需要进行化学反应条件的控制。



小试牛刀

1. 下列有关化学反应速率和限度的说法中, 不正确的是 (B)

A. 实验室用 H_2O_2 分解制 O_2 , 加入 MnO_2 作催化剂后, 反应速率明显加快

B. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 反应中, SO_2 的转化率能达到 100%

C. 日常生活中用冰箱冷藏食物可降低食物变质的反应速率

D. 可逆反应在一定条件下达到化学反应限度时, 正反应速率和逆反应速率相等

【解析】 MnO_2 是 H_2O_2 分解的催化剂, 所以实验室用 H_2O_2 分解制 O_2 时, 加 MnO_2 作催化剂后, 反应速率明显加快, A 正确; SO_2 转化为 SO_3 的反应是可逆反应, 因此任何情况下 SO_2 的转化率不能达到 100%, B 错误; 降低温度, 反应速率减小, 故日常生活中用冰箱冷藏食物可降低食物变质的反应速率, C 正确; 可逆反应在一定条件下达到化学反应限度时, 即为化学平衡状态, 此时正、逆反应速率相等, 但不为 0, D 正确。

2. 对于可逆反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$, 在混合气体中充入一定量的 $^{18}\text{O}_2$, 足够长的时间后, ^{18}O 原子 (D)

A. 只存在于 O_2 中

B. 存在于 O_2 和 SO_3 中

C. 存在于 O_2 和 SO_2 中

D. 存在于 SO_2 、 O_2 和 SO_3 中

【解析】该反应为可逆反应, 在混合气体中充入一定量的 $^{18}\text{O}_2$, SO_2 和 $^{18}\text{O}_2$ 反应生成 SO_3 中含有 ^{18}O 原子, 同时 SO_3 分解生成 SO_2 和 O_2 , 则 SO_2 中含有 ^{18}O 原子, 则 ^{18}O 原子存在于 O_2 、 SO_2 和 SO_3 中。

3. 可以充分说明可逆反应 $\text{P}(\text{g}) + \text{Q}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{R}(\text{g}) + \text{S}(\text{g})$ 在恒温条件下达到平衡状态的事实是 (C)

A. 反应器内的压强不随时间的变化而变化

B. 反应器内 P、Q、R、S 四种气体共存

C. 生成 P 的速率与生成 S 的速率相等

D. 生成 1 mol P 必有 1 mol Q 生成

【解析】根据化学方程式可知该反应前后气体的化学计量数之和不变, 即反应过程中气体总物质的量不变, 容器内压强一直不变, A 不能说明达到平衡; 可逆反应的反应器一直是反应物和生成物共存的体系, B 不能说明达到平衡; 生成 P 的速率与生成 S 的速率相等, 即消耗 S 的速率与生成 S 的速率相等, 正、逆反应速率相等, C 能说明达到平衡; 只要反应进行, 生成 1 mol P 的同时必有 1 mol Q 生成, D 不能说明达到平衡。

互动课堂



合作探究

探究 1 化学平衡状态的判断方法——“两看”“两标志”

1. “两看”

一看	题干条件	恒温恒容或恒温恒压或绝热容器
二看	化学反应特点 (物质状态、气体的化学计量数)	全部是气体参与, 是等体积反应还是非等体积反应
		有固体或液体参与, 是等体积反应还是非等体积反应

2. “两标志”

正、逆反应速率相等	同一物质表示的正、逆反应速率相等, 或者不同物质表示的正、逆反应速率 (或变化的物质的量、浓度) 之比等于化学计量数之比
变量不变	题目中的变量, 指的是随着反应的进行而改变的量, 当变量不再变化 (保持恒定) 时, 证明可逆反应达到平衡, 但常量 (即反应过程中始终不变的量) 无法证明

注意: 某个物理量 (如: 温度、密度、平均摩尔质量、总物质的量、总压强、百分含量等) 能否判断化学平衡, 关键在于该物理量是否为变量。若其为变量, 在反应过程中某个时刻它不再变化, 则该物理量可以用于判断化学平衡。什么物理量是变量要具体分析, 同一个物理量在不同的反应中可能是变量, 也可

能是常量。若其为常量,则不能用于化学平衡的判断。

【例 1】恒容密闭容器中发生反应: $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ (NO_2 为红棕色气体, NO 为无色气体)。下列状态中不能表明该反应达到平衡状态的有 ()

- A. 混合气体的颜色不再改变
- B. 单位时间内生成 $n \text{ mol O}_2$ 的同时生成 $2n \text{ mol NO}_2$
- C. 混合气体的密度不再改变
- D. 混合气体的平均相对分子质量不再改变

【答案】C

【解析】随着反应的不断进行,气体颜色发生改变,当气体颜色不再改变时,反应达到平衡状态,A 正确;单位时间内生成物的生成速率与反应物的生成速率之比与化学计量数之比相同,说明反应达到平衡状态,B 正确;因反应前后容器内均为气体,反应达平衡前后容器内总质量没有发生变化,容器体积也没有发生变化,故混合气体密度恒不变,故不能说明反应达到平衡,C 错误;随着反应的不断进行,气体的总物质的量不断增加,气体总质量不变,当反应达到平衡时,混合气体的平均相对分子质量不再发生变化,D 正确。

【点睛】规避两个易失分点

(1) 化学平衡状态判断“三关注”

关注反应条件,是恒温恒容、恒温恒压,还是绝热恒容;关注反应特点,是等体积反应,还是非等体积反应;关注特殊情况,是否有固体参加或生成,或固体的分解反应。

(2) 不能作为达到化学平衡状态“标志”的四种情况

① 反应组分的物质的量之比等于化学方程式中相应物质的化学计量数之比。

② 恒温恒容下的体积不变的反应,体系的压强或总物质的量不再随时间而变化,如 $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ 。

③ 全是气体参加的体积不变的反应,体系的平均相对分子质量不再随时间而变化,如 $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ 。

④ 全是气体参加的反应,恒容条件下体系的密度保持不变。

【变式训练 1】可逆反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ 达到平衡时的标志是 (D)

- A. 反应停止
- B. $n(\text{H}_2) : n(\text{I}_2) : n(\text{HI}) = 1 : 1 : 2$
- C. H_2 、 I_2 、 HI 的浓度相等
- D. I_2 浓度不再改变

【解析】A. 反应达到平衡时,反应还在继续进行,错误; B. $n(\text{H}_2) : n(\text{I}_2) : n(\text{HI}) = 1 : 1 : 2$,不能说明反应 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$,不能说明反应达到平衡状态,错误; C. H_2 、 I_2 、 HI 的浓度相等,不能说明反应 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$,不能说明反应达到平衡状态,若改为 H_2 、 I_2 、 HI 的浓度不再改变,则可说明反应达到平衡状态,错误; D. I_2 为气态,其浓度不再改变,说明反应 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$,说明反应达到平衡状态,正确。

探究 2 化学反应条件的控制

1. 目的

- (1) 促进有利反应 $\left\{ \begin{array}{l} \text{提高原料的利用率} \\ \text{提高反应速率} \end{array} \right.$
- (2) 抑制有害反应 $\left\{ \begin{array}{l} \text{降低有害反应速率} \\ \text{减少甚至消除有害物质的产生} \\ \text{控制副反应的发生} \end{array} \right.$

2. 措施

(1) 改变化学反应速率:改变反应体系的温度、物质的浓度、气体的压强、固体的表面积,合理使用催化剂等。

(2) 改变可逆反应进行的限度:改变可逆反应体系的温度、物质的浓度、气体的压强等。

3. 实例——燃料的燃烧

(1) 燃料燃烧的条件

- ① 燃料与空气或氧气接触,且空气要适当过量。
- ② 温度达到燃料的着火点。

(2) 提高燃烧效率的措施

- ① 尽可能使燃料充分燃烧,提高能量的转化率。
- ② 尽可能地充分利用燃料燃烧所释放的热能,提高热能的利用率。

【例 2】将煤块粉碎、经脱硫处理、在适当过量的空气中燃烧,这样处理的目的是 ()

- ① 使煤充分燃烧,提高煤的利用率
- ② 减少 SO_2 的产生,避免造成酸雨
- ③ 减少有毒的 CO 产生,避免污染空气
- ④ 减少 CO_2 的产生,避免温室效应

- A. ①②③ B. ②③④ C. ①③④ D. ①②③④

【答案】A

【解析】煤块粉碎是为了提高煤的利用率;脱硫是为了减少 SO_2 的产生;空气过量是为了减少 CO 的产生。

【点睛】提高燃料燃烧效率的意义:节约能源、节省资源、减少污染。

【变式训练 2】下列说法不正确的是 (A)

- A. 化石燃料在任何条件下都能充分燃烧
- B. 化石燃料在燃烧过程中会产生污染环境的 CO 、 SO_2 等有害气体
- C. 直接燃烧煤不如将煤进行深加工后燃烧效果好
- D. 固体煤变为气体后燃烧,燃烧效率将更高

【解析】化石燃料只有在适当的温度和有 O_2 存在条件下才能燃烧,A 错误;化石燃料不经处理直接燃烧会产生 CO 、 SO_2 等有害气体,B 正确;化石燃料(煤)经深加工后变为气体燃料不仅减少了 SO_2 对大气的污染,而且能提高燃烧效率,故 C、D 正确。

随堂小练

1. 可逆反应达到化学平衡的标志是 (D)

- A. 正、逆反应不再进行
- B. 反应物的浓度为零
- C. 正、逆反应都还在继续进行
- D. 正、逆反应速率相等

【解析】反应达到平衡状态时,正、逆反应速率相等但不等于 0,反应处于动态平衡状态,A 错误;反应达到平衡状态时,反应处于动态平衡状态,所以反应物的浓度不为 0,B 错误;正、逆反应都还在继续进行时,正、逆反应速率不一定相等,所以不一定是平衡状态,C 错误;反应达到平衡状态时,正、逆反应速率相等但不等于 0,D 正确。

2. (双选)下列关于化学反应限度的说法中,正确的是 (AB)

- A. 一个可逆反应达到的平衡状态就是这个反应在该条件下所能达到的最大限度

- B. 当一个可逆反应达到平衡状态时,正向反应速率和逆向反应速率相等
C. 平衡状态时,各物质的浓度保持相等
D. 化学反应的限度不可以通过改变条件改变

【解析】一个可逆反应达到平衡状态时,各物质的浓度不再发生改变,反应达到化学平衡限度,A 正确;化学反应达到平衡状态时,正向反应速率和逆向反应速率相等且都不等于零,B 正确;平衡状态时,各物质的浓度保持不变,但不一定相等,C 错误;当外界条件改变时,平衡随之改变,会到达新的平衡状态,则化学反应的限度可以通过改变条件而改变,D 错误。

3. 恒温恒容条件下,能说明反应 $A(s) + 2B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ 一定处于化学平衡状态的是 (A)

- A. C 的浓度不再改变
B. 容器内的压强保持不变
C. C 与 D 的物质的量相等
D. 消耗 1 mol B 的同时生成 0.5 mol D

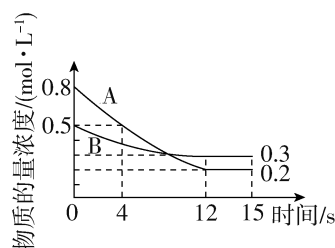
【解析】根据平衡状态的定义,C 的浓度不再改变,反应一定平衡,A 正确; $A(s) + 2B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ 反应前后气体的物质的量不变,气体压强是恒量,容器内的压强保持不变,不一定平衡,B 错误;C 与 D 的物质的量相等,C 与 D 的浓度不一定不再改变,所以不一定平衡,C 错误;消耗 1 mol B 的同时生成 0.5 mol D,都表示正反应速率,不能判断正、逆反应速率相等,所以反应不一定平衡,D 错误。

4. 对于反应 $2SO_2 + O_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2SO_3$ 的叙述不正确的是 (B)

- A. 该反应是可逆反应,在相同条件下,反应可同时向两个方向进行
B. 1 mol 氧气与 2 mol 二氧化硫混合发生反应能生成 2 mol 三氧化硫
C. 在该反应中二氧化硫作还原剂,氧气作氧化剂
D. 该反应有 0.4 mol 电子发生转移时,生成三氧化硫 0.2 mol

【解析】该反应是可逆反应,即在相同条件下,反应可同时向正反应和逆反应两个方向进行,A 不符合题意;由于是可逆反应,反应物不能完全反应,则 1 mol O_2 与 2 mol SO_2 混合发生反应能生成 SO_3 的物质的量小于 2 mol,B 符合题意;在该反应中 SO_2 中的 S 的化合价升高,作还原剂, O_2 中 O 的化合价降低,作氧化剂,C 不符合题意;该反应生成 2 mol SO_3 转移 4 mol 电子,因此有 0.4 mol 电子发生转移时,生成 0.2 mol SO_3 ,D 不符合题意。

5. I. 已知反应 $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g)$,某温度下,在 2 L 的密闭容器中投入一定量的 A、B 两种气体的物质的量浓度随时间变化的曲线如图所示。



(1)经测定前 4 s 内, $v(C) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,则 4 s 时物质 C 的物质的量为 0.4 mol,该反应的化学方程式为 $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 。

(2)经 12 s 时间, $v(A) = \underline{0.05 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})}$, $v(C) \approx \underline{0.03 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})}$,该反应 12 s 时 是 (填“是”或“不是”)达到化学平衡。

II. 下列说法可以证明 $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ 已达平衡状态的是 BC (填字母)。

- A. 单位时间内生成 $n \text{ mol } H_2$ 的同时,生成 $n \text{ mol HI}$
B. 1 个 H—H 键断裂的同时有 2 个 H—I 键断裂
C. 温度和体积一定时,混合气体颜色不再变化

D. 反应速率 $v(H_2) = v(I_2) = \frac{1}{2} v(HI)$

【解析】I. 依据图像可知:A、B 为反应物,且 A 的初始物质的量浓度为 0.8 mol/L,B 的初始浓度为 0.5 mol/L,反应进行到 12 s 时达到平衡,此时 A 的平衡浓度为 0.2 mol/L,B 的平衡浓度为 0.3 mol/L,则 A、B 变化的浓度分别为 0.6 mol/L、0.2 mol/L,推知 $a:b=3:1$ 。

(1)经测定前 4 s 内, $v(C) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,则 4 s 时物质 C 的物质的量为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times 4 \text{ s} \times 2 \text{ L} = 0.4 \text{ mol}$;由图可知,4 s 内 A 的变化浓度为 0.3 mol/L,C 的变化浓度为 0.2 mol/L,则 $a:c=3:2$,又因 $a:b=3:1$,则 $a:b:c=3:1:2$,故该反应的化学方程式为 $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 。

(2)从反应开始到 12 s 时,A 的浓度变化量 $\Delta c = 0.8 \text{ mol/L} - 0.2 \text{ mol/L} = 0.6 \text{ mol/L}$,时间为 12 s,故 $v(A) = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{0.6 \text{ mol/L}}{12 \text{ s}} = 0.05 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$,因 $v(A):v(C)=3:2$,则 $v(C) = \frac{2}{3} \times 0.05 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s}) \approx 0.03 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$,由图可知 12 s 后各组分浓度不再改变,反应达到平衡状态。

II. A. 单位时间内生成 $n \text{ mol } H_2$ 的同时,生成 $n \text{ mol HI}$,速率之比不等于物质的化学计量数之比,错误;B. 1 个 H—H 键断裂的同时有 2 个 H—I 键断裂,等效于 2 个 H—I 键形成的同时有 2 个 H—I 键断裂,说明正、逆反应速率相等,正确;C. 混合气体颜色不再变化,说明碘蒸气的浓度不变,正、逆反应速率相等,正确;D. 反应速率 $v(H_2) = v(I_2) = \frac{1}{2} v(HI)$,未体现正、逆反应的关系,错误。



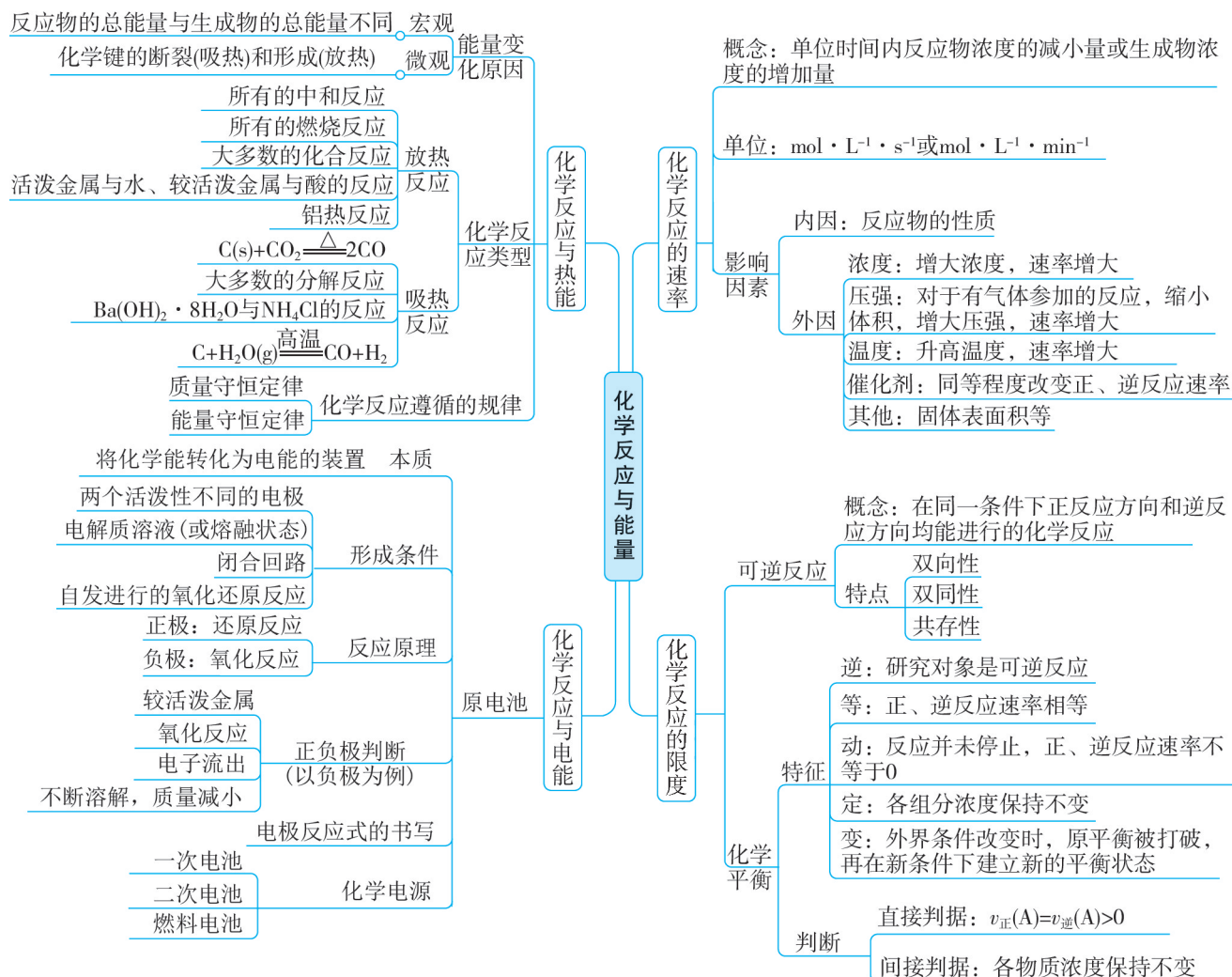
温馨提示:请自主完成课后作业(十四)

课后作业·单独成册



三、知识拓展

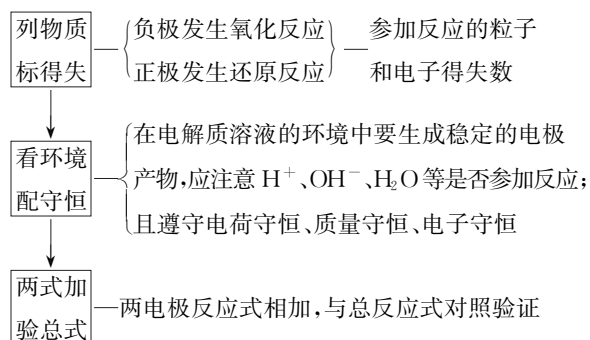
知识网络



重难点突破

要点1 电极反应式的书写

1. 电极反应式书写的一般步骤



2. 负极反应式的书写

(1) 活泼金属作负极, 电极本身被氧化时

若生成的阳离子不与电解质溶液反应, 其产物可直接写为金属阳离子, 如: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ 。若生成的金属阳离子与电解质溶液反应, 其电极反应式为两反应合并后的反应式。如 Mg-Al(KOH) 原电池, 负极反应式为 $\text{Al} - 3\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$; 铅酸蓄电池, 负极反应式为 $\text{Pb} - 2\text{e}^- + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4$ 。

(2) 负极本身不反应时

如氢氧(酸性)燃料电池, 负极反应式为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- = 2\text{H}^+$; 氢氧(碱性)燃料电池, 负极反应式为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ 。

3. 正极反应式的书写

(1) 首先根据化合价变化或氧化性强弱判断得电子的粒子。其次确定该粒子得电子后变成哪种形式。如氢氧(酸性)燃料电池, 正极反应式为 $O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$; 氢氧(碱性)燃料电池, 正极反应式为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$ 。铅酸蓄电池, 正极反应式为 $PbO_2 + 2e^- + 4H^+ + SO_4^{2-} = PbSO_4 + 2H_2O$ 。

(2) 正、负极反应式相加得到电池的总反应式。若已知电池的总反应, 可先写出较易写的一极的电极反应, 然后在得失电子守恒的基础上, 用总反应减去该极的电极反应, 即得到另一极的电极反应。

注意: (1) 两电极反应中得失电子数相等。

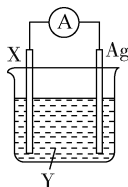
(2) 电极反应式中通常用“ $=$ ”, 而不用“ \rightarrow ”。

(3) 电极反应式中有气体生成时, 要标注“ \uparrow ”, 但有固体生成时, 不必标注“ \downarrow ”。

(4) 书写正、负极反应式时一定要注意电解质溶液的酸碱性。若为碱性, 不能出现 H^+ ; 若为酸性, 不能出现 OH^- 。

(5) 原电池的电极反应式都是离子方程式, 总反应式一般由正极和负极的电极反应式相加而成, 书写时要遵循离子方程式的书写规则, 只有易溶、易电离的电解质才用离子符号表示; 如果电解质为弱电解质, 相加后要把离子改写为相应的弱电解质。

【例 1】 依据氧化还原反应 $2Ag^+(aq) + Cu(s) = Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ 设计的原电池如图所示:



请回答下列问题:

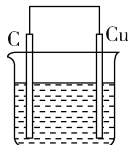
(1) 电极 X 的材料是 _____; 正极上发生的电极反应式为 _____。

(2) 当导线中通过了 0.1 mol 电子时, 银棒增重 _____ g。

【答案】 (1) Cu $Ag^+ + e^- = Ag$ (2) 10.8

【解析】 (1) 依据氧化还原反应: $2Ag^+(aq) + Cu(s) = Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$, 方程式中 Cu 失去电子生成 Cu^{2+} , 所以 Cu 为原电池的负极, 材料 X 为 Cu; 溶液中的 Ag^+ 得到电子生成 Ag, 为正极, 正极反应为 $Ag^+ + e^- = Ag$ 。(2) 电路中通过 0.1 mol 电子, 正极生成 0.1 mol 银, 故正极银棒增重 $0.1 \times 108 = 10.8$ g。

【变式训练 1】 I. 依据氧化还原反应 $2Fe^{3+}(aq) + Cu(s) = Cu^{2+}(aq) + 2Fe^{2+}(aq)$ 设计的原电池如图所示。请回答下列问题:



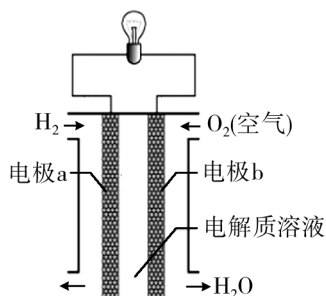
(1) 电解质溶液是 $Fe_2(SO_4)_3$ (或 $FeCl_3$) (填化学式) 溶液。

(2) Cu 电极上发生的电极反应为 $Cu - 2e^- = Cu^{2+}$ 。

(3) 石墨电极上发生反应的类型为 还原 (填“氧化”或“还原”) 反应。

(4) 当有 0.05 mol 电子通过外电路时, 两极材料的质量变化相差 1.6 g。

II. 某种氢氧燃料电池是用稀硫酸作电解质溶液, 其装置如图。电子从电极 a 流出 (填“流入”或“流出”), 电极 b 的电极反应式为 $O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$ 。



【解析】 I. (1) 根据总反应式, 可判断电解质溶液中含有 3 价铁离子, 则电解质溶液为硫酸铁或氯化铁溶液。

(2) 放电时, Cu 电极失电子生成铜离子, 则电极反应式为 $Cu - 2e^- = Cu^{2+}$ 。

(3) 石墨电极上铁离子得电子生成亚铁离子, 发生还原反应。

(4) 当有 0.05 mol 电子通过外电路时, 则有 0.025 mol 的 Cu 变为 Cu^{2+} , 而石墨电极质量不变, 则两极材料的质量变化相差 1.6 g。

II. 氢氧燃料电池中, 氢气失电子, 作负极, 则电子由电极 a 流向电极 b; 电极 b 氧气得电子, 与电解质溶液中的氢离子反应生成水, 电极反应式为 $O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$ 。

▶ 要点 2 极端假设法确定各物质浓度范围

用极端假设法确定各物质浓度范围时, 假设反应正向或逆向进行到底, 求出各物质浓度的最大值和最小值, 从而确定它们的浓度范围。

假设反应正向进行到底: $X_2(g) + Y_2(g) = 2Z(g)$

起始浓度/(mol · L⁻¹) 0.1 0.3 0.2

改变浓度/(mol · L⁻¹) 0.1 0.1 0.2

终态浓度/(mol · L⁻¹) 0 0.2 0.4

假设反应逆向进行到底: $X_2(g) + Y_2(g) = 2Z(g)$

起始浓度/(mol · L⁻¹) 0.1 0.3 0.2

改变浓度/(mol · L⁻¹) 0.1 0.1 0.2

终态浓度/(mol · L⁻¹) 0.2 0.4 0

平衡体系中各物质的浓度范围为 $0 < c(X_2) < 0.2$, $0.2 < c(Y_2) < 0.4$, $0 < c(Z) < 0.4$ 。

【例 2】在密闭容器中进行如下反应： $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$ ，已知 X_2 、 Y_2 、 Z 的起始浓度分别为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。在一定条件下，当反应达到平衡时，各物质的浓度有可能是 ()

- A. Y_2 为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 B. Y_2 为 $0.35 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. X_2 为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. Z 为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【答案】B

【解析】若反应向正反应进行到达平衡， X_2 、 Y_2 的浓度最小， Z 的浓度最大，假定完全反应，则：

$X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$			
起始/(mol/L)	0.1	0.3	0.2
转化/(mol/L)	0.1	0.1	0.2
平衡/(mol/L)	0	0.2	0.4

若反应向逆反应进行到达平衡， X_2 、 Y_2 的浓度最大， Z 的浓度最小，假定完全反应，则：

$X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$			
起始/(mol/L)	0.1	0.3	0.2
转化/(mol/L)	0.1	0.1	0.2
平衡/(mol/L)	0.2	0.4	0

由于为可逆反应，物质不能完全转化所以平衡时浓度范围为 $0 < c(X_2) < 0.2$ 、 $0.2 < c(Y_2) < 0.4$ 、 $0 < c(Z) < 0.4$ ，B 正确，A、C、D 错误。

【变式训练 2】已知反应： $\text{NO}_2(g) + \text{SO}_2(g) \rightleftharpoons \text{SO}_3(g) + \text{NO}(g)$ ，起始时向某密闭容器中通入 1 mol NO_2 、 $2 \text{ mol S}^{18}\text{O}_2$ 。反应达到平衡后，下列有关说法正确的是 (C)

- A. NO_2 中不可能含 ^{18}O
 B. 有 $1 \text{ mol N}^{18}\text{O}$ 生成
 C. S^{18}O_2 的物质的量不可能为 0.8 mol
 D. SO_2 、 SO_3 、 NO 、 NO_2 均含 ^{18}O 时，说明该反应达到平衡

【解析】A. $\text{NO}_2(g) + \text{SO}_2(g) \rightleftharpoons \text{SO}_3(g) + \text{NO}(g)$ 反应达到平衡后，由于化学平衡是一个动态平衡，故 NO_2 中一定含 ^{18}O ，A 错误；B. 该反应是可逆反应， NO_2 的转化率小于 100% ，故生成 N^{18}O 的物质的量小于 1 mol ，B 错误；C. 反应物的物质的量变化量之比等于化学计量数之比，又因为反应是可逆反应， NO_2 的转化率小于 100% ，故平衡时 S^{18}O_2 的物质的量大于 1.0 mol ，C 正确；D. 当 SO_2 、 SO_3 、 NO 、 NO_2 均含 ^{18}O 时，无法说明反应物、生成物的物质的量不再随着时间的改变而改变，故不能说明反应达到平衡，D 错误。

要点 3 化学平衡状态的判断

1. 任何情况下均可作为判断标志的情况

(1) $v(\text{正}) = v(\text{逆})$ ：在一个反应中， $v(\text{正}) = v(\text{逆})$ 的含义

是指对某一物质而言 $v(\text{生}) = v(\text{消})$ ，必须包含两个方向的速率(即正反应速率和逆反应速率)；同一物质，正、逆反应速率相等，不同物质，正、逆反应速率之比等于化学计量数之比。

(2) 各组分浓度(百分含量、物质的量、质量)不随时间变化。

2. 在一定条件下可作为判断标志的情况

(1) 对于有色物质参加或生成的可逆反应体系，颜色不再变化。

(2) 对于反应前后气体体积变化的反应来说，气体的总的物质的量、平均相对分子质量保持不变，以及恒压下体积不再改变，恒容下压强不再改变，都可以成为判断平衡状态的标志。

3. 不能作为判断标志的情况

(1) 各物质的物质的量(或浓度变化或反应速率)之比 = 化学计量数之比。

(2) 有气态物质参加或生成的反应，若反应前后气体的体积变化为 0，混合气体的平均相对分子质量和体系的总压强不变(恒温恒容)。

(3) 对于均为气体参加和生成的体系，恒容时密度不发生变化。

4. 实例分析

对于密闭容器中的反应 $m\text{A}(g) + n\text{B}(g) \rightleftharpoons p\text{C}(g) + q\text{D}(g)$ ，根据对化学平衡状态概念的理解，判断下列各情况是否达到平衡。

	可能的情况举例	是否已达平衡
混合物体系中各成分的含量	各物质的物质的量或各物质的物质的量分数一定	平衡
	各物质的质量或各物质的质量分数一定	平衡
	各气体的体积或体积分数一定	平衡
	总压强、总体积、总物质的量一定	不一定平衡
正、逆反应速率的关系	在单位时间内消耗了 $m \text{ mol A}$ ，同时生成 $m \text{ mol A}$ ，即 $v(\text{正}) = v(\text{逆})$	平衡
	在单位时间内消耗了 $n \text{ mol B}$ ，同时生成 $p \text{ mol C}$	不一定平衡
	$v(\text{A}) : v(\text{B}) : v(\text{C}) : v(\text{D}) = m : n : p : q$	不一定平衡
	在单位时间内生成了 $n \text{ mol B}$ ，同时消耗 $q \text{ mol D}$	不一定平衡

续表

	可能的情况举例	是否已达平衡
压强 (恒温恒容)	当 $m+n \neq p+q$, 压强不再变化	平衡
	当 $m+n = p+q$, 压强不再变化	不一定平衡
混合气体的平均相对分子质量(\bar{M})	当 $m+n \neq p+q, \bar{M}$ 一定	平衡
	当 $m+n = p+q, \bar{M}$ 一定	不一定平衡
温度	任何化学反应都伴随着能量变化, 在其他条件不变的情况下, 体系温度一定	平衡
气体的密度	密度一定	不一定平衡
颜色	反应体系内有色物质的颜色不变, 即有色物质的浓度不变	平衡

【例 3】在一定温度下, 下列叙述不是可逆反应 $A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 达到平衡的标志的是 ()

- ①C 的生成速率与 C 的分解速率相等
②单位时间生成 a mol A, 同时生成 $3a$ mol B
③A、B、C 的浓度不再变化
④A、B、C 的物质的量不再变化
- A. ② B. ④ C. ③ D. ①

【答案】A

【解析】C 的生成速率与 C 的分解速率相等, 故正、逆反应速率相等, 反应达到平衡状态, ①不符合题意; 单位时间生成 a mol A, 同时生成 $3a$ mol B, 反应同向, 在任何情况下都成立, 不能判定反应是否达到平衡状态, ②符合题意; A、B、C 的浓度不再变化, 说明达到平衡状态, ③不符合题意; A、B、C 的物质的量不再变化, 说明达到平衡状态, ④不符合题意。

【变式训练 3】在两个恒温、恒容的密闭容器中进行下列两个可逆反应: (1) $2X(g) \rightleftharpoons Y(g) + Z(s)$; (2) $A(s) + 2B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ 。当下列物理量不再发生变化时, 其中能表明反应(1)和(2)都达到化学平衡状态的是 (C)

①混合气体的密度 ②混合气体的压强 ③反应物的消耗速率与生成物的消耗速率之比等于化学计量数之比 ④反应容器中生成物的百分含量 ⑤混合气体的总物质的量

- A. ①②③ B. ①②③④
C. ①③④ D. ①②③④⑤

【解析】在两个反应中都存在固体, 混合气体的密度在平衡前始终改变, 当密度不变时, 反应达到平衡状态, ①符合题意;

反应(2)中, 反应前后气体分子数相等, 混合气体的压强始终不变, 所以压强不变时, 不一定达到平衡状态, ②不合题意; 题中结果, 满足方向相反且速率之比等于化学计量数之比, 为平衡状态, ③符合题意; 反应容器中生成物的百分含量不再发生改变, 则反应达到平衡状态, ④符合题意; 反应(2)中, 混合气体的总物质的量始终不变, 则反应不一定达平衡状态, ⑤不合题意。

要点 4 有关化学平衡的简单计算

解答有关化学平衡的计算题时, 一般需要写出化学方程式, 列出起始量、转化量及平衡量, 再根据题设其他条件和定律列方程求解。

如:

	$mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD(g)$
起始量/mol	$a \quad b \quad 0 \quad 0$
转化量/mol	$mx \quad nx \quad px \quad qx$
平衡量/mol	$a-mx \quad b-nx \quad px \quad qx$

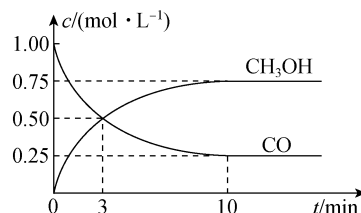
1. 关于反应物转化率的计算

$$A \text{ 的转化率} = \frac{A \text{ 的转化量}}{A \text{ 的起始量}} \times 100\%$$

2. 关于某组分平衡时的体积分数的计算

$$A \text{ 的体积分数} = \frac{A \text{ 的物质的量}}{\text{气体总的物质的量}} \times 100\%$$

【例 4】工业上用 CO 和 H_2 生产燃料甲醇(CH_3OH)。一定条件下密闭容器中发生反应, 测得数据曲线如图所示(反应混合物均呈气态)。下列说法错误的是 ()



- A. 上述反应的化学方程式是 $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH$
B. 反应进行至 3 min 时, 正、逆反应速率相等, 反应达到平衡状态
C. 反应至 10 min 时, CO 的转化率为 75%
D. 反应至 3 min 时, 用甲醇来表示反应的平均速率为 $\frac{1}{6} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$

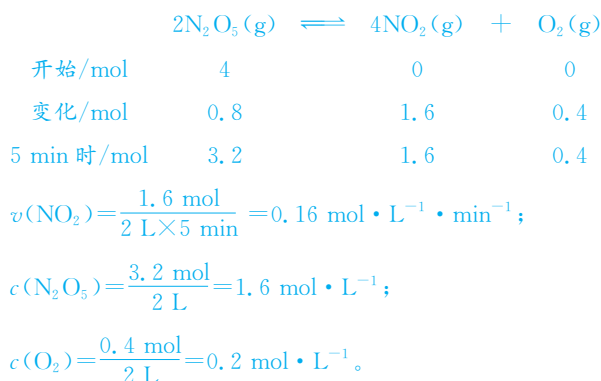
【答案】B

【解析】A. 由图可知, 反应至 10 分钟达到平衡状态, $\Delta c(\text{CO}) = 1 \text{ mol/L} - 0.25 \text{ mol/L} = 0.75 \text{ mol/L}$, $\Delta c(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.75 \text{ mol/L} - 0 = 0.75 \text{ mol/L}$, $\Delta c(\text{CO}) : \Delta c(\text{CH}_3\text{OH}) = 1 : 1$, 根据原子守恒可知, 反应的化学方程式: $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH$, A 不符合题意; B. 反应进行至 3 min 时, 并没有达到化学平衡状态, 因此正、逆反应速率不相等, B 符合题意; C. 反应至 10 min 时, $\Delta c(\text{CO}) = 1 \text{ mol/L} - 0.25 \text{ mol/L} = 0.75 \text{ mol/L}$, CO 的转化率 = $\frac{\Delta c(\text{CO})}{c_{\text{始}}(\text{CO})} = \frac{0.75 \text{ mol/L}}{1 \text{ mol/L}} \times 100\% = 75\%$, C 不符

合题意;D. 反应至 3 min, 甲醇的平均反应速率 $v(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{\Delta c(\text{CH}_3\text{OH})}{\Delta t} = \frac{0.5 \text{ mol/L}}{3 \text{ min}} = \frac{1}{6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, D 不符合题意。

【变式训练 4】在 2 L 的密闭容器中放入 4 mol N_2O_5 , 发生如下反应: $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 。反应至 5 min 时, 测得 N_2O_5 转化了 20%, 则 $v(\text{NO}_2)$ 为 $0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, $c(\text{N}_2\text{O}_5)$ 为 $1.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{O}_2)$ 为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

【解析】在 2 L 的密闭容器中放入 4 mol N_2O_5 , 发生如下反应: $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 。反应至 5 min 时, 测得 N_2O_5 转化了 20%, 则参加反应的 N_2O_5 的物质的量 = $4 \text{ mol} \times 20\% = 0.8 \text{ mol}$, 则:



拓展提升

1. 下列有关化学反应速率、化学反应限度的说法中, 正确的是 (C)

- A. 反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, 增加碳的用量可加快反应速率
- B. 用铁片与稀硫酸反应制 H_2 时, 改用 98% 的浓硫酸可加快生成 H_2 的速率
- C. 反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3(\text{g})$ 在密闭容器中进行, 压缩容器体积, 反应速率增大
- D. 可逆反应达到化学平衡状态时, 正、逆反应的速率相等且都为 0

【解析】A. 反应中碳是固体, 增加碳的用量反应速率不变, A 错误。B. 98% 的浓硫酸中硫酸主要以 H_2SO_4 分子存在, 含有的 H^+ 浓度很小。在室温下 Fe 遇浓硫酸会使 Fe 表面产生一层致密的氧化物薄膜而发生钝化现象, 所以不能用铁片与浓硫酸反应制 H_2 , B 错误。C. 反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3(\text{g})$ 在密闭容器中进行, 压缩容器体积, 各种物质的浓度增大, 因而化学反应速率增大, C 正确。D. 可逆反应达到的化学平衡状态为动态平衡, 当达到平衡时, 正、逆反应的速率相等且都大于 0, D 错误。

2. 下列关于工业上合成氨反应的叙述正确的是 (C)

- A. H_2 可全部转化为 NH_3
- B. 高温可减小反应速率
- C. 该反应是可逆反应
- D. 高压可减小反应速率

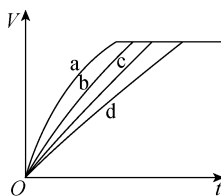
【解析】合成氨为可逆反应, 反应不能进行到底, H_2 不能全部转化为 NH_3 , A 错误; 升高温度, 化学反应速率加快, B 错误; 合成氨为可逆反应, C 正确; 增大压强, 化学反应速率加快, D 错误。

3. 下列描述的化学反应状态(反应条件略去), 不一定是平衡状态的是 (D)

- A. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(\text{g})$, 恒温恒容下, 反应体系中气体的颜色保持不变
- B. $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$, 恒温恒压下, 反应体系中气体的体积保持不变
- C. $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s})$, 恒温恒容下, 反应体系中气体的密度保持不变
- D. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$, 反应体系中 H_2 与 N_2 的物质的量之比保持 3 : 1

【解析】A. 颜色的深浅与浓度有关系, 恒温恒容下, 反应体系中气体的颜色保持不变, 说明溴分子的浓度不再发生变化, 反应达到平衡状态, A 不符合; B. 正反应是体积减小的, 则恒温恒压下, 反应体系中气体的体积保持不变可以说明反应达到平衡状态, B 不符合; C. 密度是气体的质量与容器容积的比值, 气体质量是变化的, 则恒温恒容下, 反应体系中气体的密度保持不变可以说明反应达到平衡状态, C 不符合; D. 反应体系中 H_2 与 N_2 的物质的量之比保持 3 : 1 不能说明正、逆反应速率相等, 则不一定处于平衡状态, D 符合。

4. 等质量的铁与过量的盐酸在不同的实验条件下进行反应, 测定在不同时间(t)产生氢气体积(V)的数据, 根据数据绘制如图, 则曲线 a、b、c、d 所对应的实验组别可能是 (C)



组别	$c(\text{HCl})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	温度/ $^{\circ}\text{C}$	铁的状态
①	2.0	25	块状
②	2.5	30	块状
③	2.5	50	粉末状
④	2.5	30	粉末状

- A. ④—③—②—① B. ①—②—③—④
- C. ③—④—②—① D. ①—②—④—③

【解析】由图像可知, 斜率越大反应速率越大, 则反应速率为

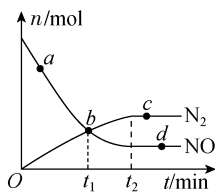
$a > b > c > d$; 由表中数据可知, 实验①温度最低, 氢离子浓度最小并且固体表面积小, 所以反应速率最慢, 为 d 曲线; 实验②和④温度和离子浓度都相同, ④的固体接触面积大, 所以④ $>$ ②; 实验③和④氢离子浓度和固体接触面积都相同, ③温度高, 所以③ $>$ ④; 因此③ $>$ ④ $>$ ② $>$ ①, 即 a、b、c、d 分别为③—④—②—①。

5. (1) 氨可作为脱硝剂, 在恒温恒容密闭容器中充入一定量的 NO 和 NH_3 , 在一定条件下发生反应: $6\text{NO}(\text{g}) + 4\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 5\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

①能说明该反应已达到平衡状态的标志是 BC (填字母)。

- A. 反应速率 $v(\text{NH}_3) = v(\text{N}_2)$
B. 容器内压强不再随时间而发生变化
C. 容器内 N_2 的物质的量分数不再随时间而发生变化
D. 容器内 $n(\text{NO}) : n(\text{NH}_3) : n(\text{N}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) = 6 : 4 : 5 : 6$
E. 12 mol N—H 键断裂的同时生成 5 mol N≡N 键

②某次实验中测得容器内 NO 及 N_2 的物质的量随时间的变化如图所示, 图中 b 点对应的速率关系是 $v(\text{正}) > v(\text{逆})$; d 点对应的速率关系是 $v(\text{正}) = v(\text{逆})$ 。(填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$ ”)



(2) 一定条件下, 在 2 L 密闭容器内, 发生反应 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$, $n(\text{NO}_2)$ 随时间的变化如下表:

时间/s	0	1	2	3	4	5
$n(\text{NO}_2)/\text{mol}$	0.040	0.020	0.010	0.005	0.005	0.005

①用 N_2O_4 表示 0 ~ 2 s 内该反应的平均速率为 $0.00375 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (或 $0.225 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)。
在第 5 s 时, NO_2 的转化率为 87.5%。

②根据上表可以看出, 随着反应进行, 反应速率逐渐减小, 其原因是 随着反应的进行, 反应物 NO_2 的物质的量浓度减小, 因而反应速率减小。

【解析】(1) ①该反应达到平衡状态时, $5v_{\text{正}}(\text{NH}_3) = 4v_{\text{逆}}(\text{N}_2)$, A 错误; 该反应是一个反应前后气体体积增大的可逆反应, 容器体积恒定, 所以未平衡时压强会发生改变, 当压强不再变化时说明反应达到平衡, B 正确; 容器内 N_2 的物质的量分数不再随时间而发生变化说明浓度不再改变, 反应达到平衡, C 正确; 物质的量之比不能说明正、逆反应速率相等或者浓度不变, D 错误; 只要反应进行, 12 mol N—H 键断裂的同时就会生成 5 mol N≡N 键, 二者均表示正反应速率, E 错误。②据图可知 b 点之后氮气的浓度增大, NO 的浓度减小, 说明此时反应正向进行, 及 $v(\text{正}) > v(\text{逆})$; d 点之后 NO 的浓度不再变化, 说明反应达到平衡, 所以 $v(\text{正}) = v(\text{逆})$ 。

(2) ① $0 \sim 2 \text{ s}$ 内 $v(\text{NO}_2) = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{0.040 \text{ mol} - 0.010 \text{ mol}}{2 \text{ s}} = 0.0075 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 同一反应同一时段内不同物质的反应速率之比等于化学计量数之比, 所以 $v(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.5 v(\text{NO}_2) = 0.00375 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$; 第 5 s 时, 二氧化氮的转化率为 $\frac{0.040 \text{ mol} - 0.005 \text{ mol}}{0.040 \text{ mol}} \times 100\% = 87.5\%$; ②随着反应的进行, 反应物 NO_2 的物质的量浓度减小, 因而反应速率减小。



温馨提示: 请自主完成第六章达标测试

课后作业 · 单独成册



第七章 有机化合物

一、课标导向

课标要求

内容要求	<p>1. 有机化合物的结构特点</p> <p>(1) 知道有机化合物分子是有空间结构的,以甲烷、乙烯、乙炔、苯为例认识碳原子的成键特点。</p> <p>(2) 以乙烯、乙醇、乙酸、乙酸乙酯为例认识有机化合物中的官能团。</p> <p>(3) 知道有机化合物存在同分异构现象。</p> <p>2. 典型有机化合物的性质</p> <p>(1) 认识乙烯、乙醇、乙酸的结构及其主要性质与应用。</p> <p>(2) 结合典型实例认识官能团与性质的关系,知道氧化、加成、取代、聚合等有机反应类型。</p> <p>(3) 知道有机化合物之间在一定条件下是可以转化的。</p> <p>3. 有机化学研究的价值</p> <p>(1) 知道合成新物质是有机化学研究价值的重要体现。</p> <p>(2) 结合实例认识高分子、油脂、糖类、蛋白质等有机化合物在生产、生活中的重要应用。</p>
重点难点	<p>重点:</p> <p>1. 从物质分类、化学键、有机分子结构的多样性角度辨识和探析有机化合物的结构和性质。</p> <p>2. 从宏观和微观两个方面研究乙烯的结构如何决定其性质。</p> <p>3. 乙醇、乙酸的结构和性质。</p> <p>4. 葡萄糖、淀粉、蛋白质和油脂的主要性质。</p> <p>难点:</p> <p>1. 甲烷与氯气发生取代反应的实验探究和反应原理的微观探析。</p> <p>2. 乙烯加成反应、加聚反应的基本规律。</p> <p>3. 乙醇的催化氧化,乙酸的酯化反应。</p> <p>4. 葡萄糖结构与性质的关系。</p>
学习建议	<p>1. 注意分类思想的应用,充分利用结构与性质的关系,形成结构决定性质的意识。</p> <p>2. 注意实物模型的构建,如甲烷、乙烯等球棍模型。</p> <p>3. 注意实验验证性质的作用,要注意带着实验目的去观察实验现象,通过现象理解官能团的性质。</p> <p>4. 注意联系社会生活,通过有机物在生产、生活中的来源和应用,理解化学对人类社会进步的作用。</p> <p>5. 注意学科间知识的联系与融合,如要联系基本营养物质在生物上的内容。</p>

本章导学

目前,人们在自然界发现和人工合成的物质已超过 1 亿种,其中绝大多数都是有机化合物,而且新的有机化合物仍在源源不断地被发现或合成出来。其中,有些物质有特殊的性质和功能,有些物质与人类的生命活动息息相关。为了人类的生存和发展,化学家们不断地对有机化合物进行研究,逐渐揭开了包括生命之谜在内的许多科学奥秘,也使我们的物质世界更加丰富多彩。

通过初中化学的学习,你已经了解到有机化合物具有一些共同的性质,如大多数有机化合物熔点和沸点低、难溶于水、可以燃烧等。你还知道有机物的其他性质吗? 有机物又包括哪些种类? 想了解这些内容,就让我们一起走进丰富多彩、前景广阔的有机化学世界,去探索知识的奥秘吧!

二、精讲精练

第一节 认识有机化合物

第1课时 有机化合物中碳原子的成键特点 烷烃的结构

自主预习

知新导学

1. 有机化合物中碳原子的成键特点

(1) 有机化合物中的每个碳原子能与其他原子形成 4 个共价键。

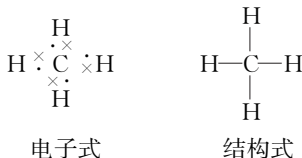
(2) 碳原子与碳原子之间能形成 单键 ($\begin{array}{c} | & | \\ -C & -C- \\ | & | \end{array}$)、

双键 ($\begin{array}{c} \diagup & \diagdown \\ C & =C \\ \diagdown & \diagup \end{array}$) 或 三键 ($-C \equiv C-$)。

(3) 多个碳原子之间可以结合成 碳链，也可以结合成 碳环，构成有机物链状或环状的碳骨架。

2. 甲烷的结构

(1) 甲烷分子的电子式和结构式



(2) 甲烷分子的空间结构为 正四面体，碳原子 位于正四面体的中心，4 个 氢原子 分别位于 4 个顶点。

3. 烷烃

(1) 概念：分子中的碳原子之间都以 单键 结合，碳原子的剩余价键均与 氢原子 结合，使碳原子的化合价都达到“饱和”。这样的一类有机化合物称为饱和烃，也称为 烷烃。

(2) 链状烷烃的通式： C_nH_{2n+2} 。

(3) 命名：分子中碳原子数不多于 10 时，以甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、戊烷、己烷、庚烷、辛烷、壬烷、癸烷依次命名；分子中碳原子数在 10 以上时，以汉字数字代表碳原子数，称为某烷，如 $C_{11}H_{24}$ 称为 十一烷。

4. 同系物：结构 相似，在分子 组成上 相差一个或若干个 CH_2 原子团的化合物互称为同系物。

5. 同分异构体

(1) 化合物具有相同的 分子式，但具有不同 结构 的现象称为同分异构现象，具有同分异构现象的化合物互称为 同分异构体。

(2) 同分异构现象 的广泛存在是有机物种类繁多的重要原因之一。



小试牛刀

1. 下列属于有机物的是

(B)

- A. H_2CO_3 B. C_2H_5OH
C. $HClO$ D. $NaHCO_3$

【解析】A. 碳酸不属于有机物，错误；B. 乙醇为有机物，正确；C. 次氯酸不含碳元素，错误；D. 碳酸氢盐不属于有机物，错误。

2. 大多数有机物分子中的碳原子与其他原子的结合方式是

(A)

- A. 形成四对共用电子对
B. 通过非极性键
C. 通过两个共价键
D. 通过离子键和共价键

【解析】碳原子原子核最外层有 4 个电子，每个碳原子能与其他原子形成 4 个共价键。碳原子与碳原子之间可以形成单

键 ($\begin{array}{c} | & | \\ -C & -C- \\ | & | \end{array}$)、双键 ($\begin{array}{c} \diagup & \diagdown \\ C & =C \\ \diagdown & \diagup \end{array}$) 或三键 ($-C \equiv C-$)。

3. 下列说法中正确的是

(C)

- A. 在分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的物质互称为同系物
B. 相对分子质量相同的有机物是同分异构体
C. 碳原子之间只以单键相结合的链烃为烷烃
D. 分子式相同的有机物一定是同一种物质

【解析】结构相似，在分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的化合物互称为同系物，A 不正确；分子式相同，而结构不同的化合物互称为同分异构体，B 不正确；碳原子之间只以单键相结合，说明碳饱和了，只能为烷烃，C 正确；结构和性质完全相同的物质是同一种物质，D 不正确。

互动课堂

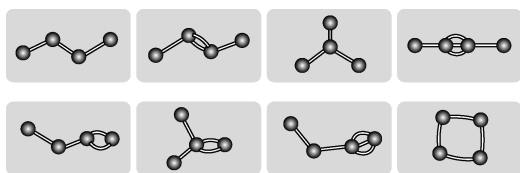


合作探究

探究 1 碳原子成键方式的特点

碳原子不仅能与氢原子或其他原子形成 4 个共价键，而且碳原子与碳原子之间也能形成共价键。

- (1) 碳原子之间可以形成稳定的单键、双键或三键。
(2) 多个碳原子之间可以结合成碳链，碳链可带有支链。
(3) 多个碳原子之间还可以结合成碳环。



【例 1】有人认为目前已知化合物中数量最多的是有机化合物,下列关于其原因的叙述中不正确的是 ()

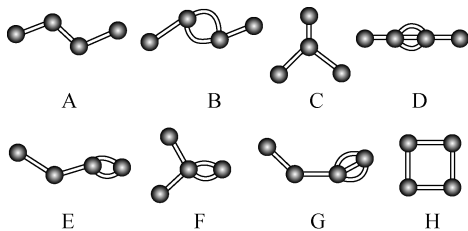
- A. 碳原子既可以跟自身,又可以跟其他原子(如氢原子)形成 4 个共价键
 B. 碳原子性质活泼,可以跟多数元素原子形成共价键
 C. 碳原子之间既可以形成稳定的单键,又可以形成稳定的双键或三键
 D. 多个碳原子可以形成长度不同的链、支链及环,且链、环之间又可以相互结合

【答案】B

【解析】碳原子最外层有 4 个电子,能与碳原子、其他原子(如氢原子)形成 4 个共价键,从而达到稳定结构,A 正确;碳原子性质不活泼,B 不正确;碳原子之间的成键方式具有多样性,碳原子与碳原子之间不仅可以形成共价单键,还可以形成双键或三键,不仅可以形成碳链,还可以形成碳环,且碳链、碳环之间又可以相互结合,故 C、D 均正确。

【点睛】了解碳原子成键方式的特点是解答此题的关键。

【变式训练 1】如图所示是 4 个碳原子相互结合的几种方式。小球表示碳原子,小棍表示化学键,假如碳原子上其余的化学键都是与氢原子结合。



(1)图中属于链状烷烃的是 AC (填字母)。

(2)在如图的有机化合物中,碳原子与碳原子之间不仅可以形成碳碳单键,还可以形成 碳碳双键 或 碳碳三键;不仅可以形成 碳链,还可以形成碳环。

【解析】A 的分子式为 C_4H_{10} ;B 的分子式为 C_4H_8 ,分子中存在碳碳双键;C 的分子式为 C_4H_8 ;D 的分子式为 C_4H_6 ,分子中存在碳碳三键;E 的分子式为 C_4H_8 ;F 的分子式为 C_4H_8 ;G 的分子式为 C_4H_8 ;H 的分子式为 C_4H_6 ,分子中碳原子之间形成碳环。

探究 2 有机物结构的表示方法(以甲烷为例)

表示方法	含义
分子式: CH_4	用元素符号和数字表示物质分子组成的式子,可反映一个分子中原子的种类和数目
最简式(实验式): CH_4	表示组成物质的各元素原子最简整数比的式子

续表

表示方法	含义
电子式: $\begin{array}{c} H \\ \times \\ H \times C \times H \\ \times \\ H \end{array}$	在元素符号周围用“·”或“×”来表示原子的最外层电子(价电子)的式子
结构式: $\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$	具有化学式所能表示的意义,能反映物质的结构;表示分子中原子的结合或排列顺序的式子,但不表示空间结构
结构简式: CH_4	将结构式中的碳氢键等省略后得到的式子
球棍模型:	小球表示原子,短棍表示价键,用于表示分子的空间结构(立体形状)
空间填充模型:	用不同体积的小球表示不同大小的原子

【例 2】下列化学用语正确的是 ()

A. 正丁烷的结构简式: $CH_3-CH-CH_3$
 CH_3

B. 丙烷分子的空间填充模型:

C. 甲烷分子的球棍模型:

D. 乙烷的结构式: $\begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ H-C & -C-H \\ | & | \\ H & H \end{array}$

【答案】D

【解析】A. 正丁烷的结构简式为 $CH_3CH_2CH_2CH_3$, 错误;

B. 为丙烷分子的球棍模型, 错误;

C. 为甲烷的空间填充模型, 错误; D. 乙烷的分子式为 C_2H_6 , 碳原子之间以及碳原子与氢原子之间均以单键相连,

其结构式为 $\begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ H-C & -C-H \\ | & | \\ H & H \end{array}$, 正确。

【点睛】正确认识有机化合物结构的表示方法

(1)注意电子式和结构式之间的关系。电子式是书写结构式的基础,只有会书写电子式才会书写结构式。

(2)注意区分结构式和结构简式。结构简式是在结构式的基础之上省略部分价键或者将所有价键均省略之后的一种简略表达形式。

(3)注意书写有机化合物的结构简式时,不能省略有机化合物的官能团,如碳碳双键或三键。

C. 互为同分异构体

D. 2-甲基丙烷的分子式为 C_4H_{10}

【解析】丁烷和 2-甲基丙烷的分子式都是 C_4H_{10} ，分子式相同，A、D 错误；它们的碳氢键(C—H)数目都是 10，B 错误；分子式相同，结构不同，互为同分异构体，C 正确。

3. 能证明 CH_4 分子空间结构为正四面体而非平面正方形的
事实是 (D)

A. CH_4 分子中的四个碳氢键的长度相等

B. CH_3Cl 分子只有一种结构

C. $CHCl_3$ 分子只有一种结构

D. CH_2Cl_2 分子只有一种结构

【解析】A. 甲烷分子中的四个键长度相同，可能是正方形结构，不能证明其为正四面体结构，A 错误；B. 甲烷无论是正四面体还是平面正方形结构，一氯甲烷均只有一种结构，B 错误；C. 甲烷无论是正四面体还是平面正方形结构，三氯甲烷均只有一种结构，C 错误；D. 甲烷为正四面体结构时，二氯甲烷只有一种结构，若为平面正方形结构，二氯甲烷就有两种结构，D 正确。

4. (双选) 已知某有机物含有 4 个 C，每个碳原子都以键长相等的三条单键连接 3 个 C，且整个结构中所有碳碳键之间的夹角都为 60° ，则下列说法不正确的是 (AD)

A. 该有机物不存在

B. 该有机物的分子式为 C_4H_4

C. 该有机物的空间构型为正四面体

D. 该有机物的一氯代物有两种

【解析】该有机物的结构为 ，故 A 错误；每个顶点代表一个 C，每个 C 上还连接一个 H，因此该有机物的分子式为 C_4H_4 ，故 B 正确；该有机物碳碳键之间的夹角都为 60° ，是四个 C 处于四个顶点上的正四面体结构，故 C 正确；该有机物的结构类似于甲烷，是空间正四面体，故该有机物的一氯代物只有一种，D 错误。

5. 下列各组物质中，互为同分异构体的是 (D)

A. 水与冰

B. O_2 与 O_3

C. $H-\overset{\overset{H}{|}}{C}-CH_3$ 与 $CH_3-\overset{\overset{H}{|}}{C}-CH_3$

D. $CH_3CHCH_2CH_3$ 与 $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}-CH_3$

【解析】水与冰都是由 H_2O 分子构成的，是同一物质的不同状态，A 项不正确； O_2 与 O_3 互为同素异形体，B 项不正确；丙烷没有同分异构体，C 项不正确。

6. 下列说法不正确的是 (D)

A. 分子式为 C_3H_8 与 C_6H_{14} 的两种有机物一定互为同系物

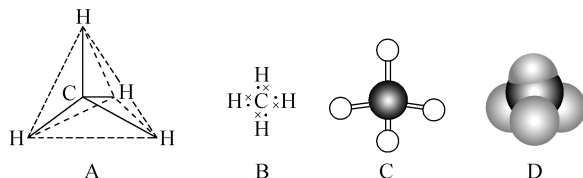
B. 具有相同通式的有机物不一定互为同系物

C. 相差一个 CH_2 的同系物的相对分子质量数值一定相差 14

D. 分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的化合物必定互为同系物

【解析】 C_3H_8 只能为丙烷， C_6H_{14} 只能为己烷，都为烷烃，结构相似，组成相差 3 个 CH_2 原子团，因此这两种有机物一定互为同系物，A 正确；具有相同通式的有机物不一定互为同系物，比如烯烃和环烷烃，B 正确；两个同系物相差一个 CH_2 原子团，因此相对分子质量数值一定相差 14，C 正确；分子组成相差一个或若干个 CH_2 原子团的化合物不一定互为同系物，比如 C_2H_4 和 C_3H_6 相差一个 CH_2 原子团， C_2H_4 是乙烯， C_3H_6 可能是环丙烷，D 错误。

7. 下列各图均能表示甲烷的分子结构，按要求回答下列问题。



(1) 甲烷的球棍模型是 C，甲烷的电子式是 B。(填字母)

(2) 如果甲烷是平面结构，则 CH_2Cl_2 应该有 2 种结构，实际是 CH_2Cl_2 有 1 种结构，证明甲烷不是平面结构，而是 正四面体 结构。上述中的 D (填字母) 更能反映其真实存在状况。

【解析】(1) 这几种形式都可以表示甲烷这种物质，其中分子结构示意图(A)、球棍模型(C)及空间填充模型(D)均能反映甲烷分子的空间构型，但空间填充模型更能形象地表达出 C、H 的相对位置及所占比例；电子式(B)只能反映原子最外层电子的成键情况。

(2) 甲烷的结构式为 $H-\overset{\overset{H}{|}}{C}-H$ ，若甲烷为平面正方形结

构，则二氯甲烷有 2 种结构： $H-\overset{\overset{Cl}{|}}{C}-H$ 、 $Cl-\overset{\overset{H}{|}}{C}-H$ ；实

际上二氯甲烷只有 1 种结构，所以甲烷为正四面体结构，其空间填充模型更能反映它的真实存在状况。



温馨提示：请自主完成课后作业(十五)

课后作业·单独成册

第2课时 烷烃的性质

自主预习



知新导学

1. 烷烃的物理性质

随着碳原子数的递增,烷烃的物理性质呈现规律性的变化,在常温下的状态由气态变为液态,再到固态,熔、沸点逐渐升高,密度逐渐增大。

2. 烷烃的化学性质

(1)稳定性:一般情况下与强酸、强碱、高锰酸钾等强氧化剂都不反应。

(2)氧化反应:烷烃都能燃烧,燃烧通式为 $C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} nCO_2 + (n+1)H_2O$ 。

3. 甲烷的物理性质

颜色	状态	气味	密度(与空气相比)	水溶性
无	气体	无	比空气的 <u>小</u>	<u>极难溶</u>



小试牛刀

1. 下列有机物属于烷烃的是 (A)

- A. C_5H_{12} B. C_4H_6
C. C_3H_6 D. C_6H_6

【解析】分子式符合通式 C_nH_{2n+2} 的属于烷烃。

2. 甲烷在氧气中燃烧后生成二氧化碳和水,从该实验事实可以得出的结论是 (B)

- A. 甲烷的分子式为 CH_4
B. 甲烷中含碳元素和氢元素
C. 甲烷分子中只含碳元素和氢元素
D. 甲烷的化学性质比较稳定

【解析】此实验仅能说明甲烷中一定含有碳、氢元素,但比例未知,A错误;根据元素守恒可知甲烷气体中含碳元素和氢元素,B正确;甲烷燃烧产物为二氧化碳和水,根据现象无法确定产物中氧元素的来源,C错误;甲烷具有可燃性,由此实验无法得出甲烷的化学性质比较稳定,D错误。

3. 烷烃具备的化学性质是 (C)

- A. 能使溴水褪色
B. 一定条件下与氢气发生加成反应
C. 与 Cl_2 发生取代反应
D. 能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色

【解析】烷烃不能使溴水褪色,A错误;烷烃中氢已达饱和,不能再与氢气发生加成反应,B错误;烷烃的特征反应是与卤素单质的取代反应,C正确;烷烃的化学性质很稳定,与酸、碱不反应,与酸性 $KMnO_4$ 溶液也不反应,D错误。

互动课堂



合作探究

探究1 烷烃的性质

1. 烷烃的物理性质

(1)烷烃均为难溶于水的无色物质。

(2)烷烃的熔点、沸点和密度一般随着分子中碳原子数的增加而升高。

(3)随着碳原子数的增加,烷烃在常温下的状态由气态变为液态,再到固态。

常温下,碳原子数小于或等于4的烷烃为气态(新戊烷常温下也为气态)。

2. 烷烃的化学性质

(1)稳定性:一般情况下,与强酸、强碱或高锰酸钾等强氧化剂不发生反应。

(2)可燃性:烷烃完全燃烧的通式为 $C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} nCO_2 + (n+1)H_2O$ 。

(3)可发生取代反应:反应的化学方程式为 $C_nH_{2n+2} + Cl_2 \xrightarrow{\text{光}} C_nH_{2n+1}Cl + HCl$, $C_nH_{2n+1}Cl + Cl_2 \xrightarrow{\text{光}} C_nH_{2n}Cl_2 + HCl \cdots$

【例1】下列有关烷烃的叙述中正确的是 ()

- ①在烷烃分子中,所有的化学键都是单键
②烷烃中除甲烷外,很多都能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
③分子式符合通式 C_nH_{2n+2} 的一定是烷烃
④所有的烷烃在光照条件下都能与氯气发生取代反应
⑤光照条件下,乙烷通入溴水中,可使溴水褪色

- A. ①③⑤ B. ①④ C. ②③ D. ①③④

【答案】D

【解析】在烷烃分子中,只存在 C—C 键和 C—H 键,①正确;所有的烷烃都不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色,②不正确;只有烷烃的分子通式为 C_nH_{2n+2} ,③正确;所有的烷烃都含有 C—H 键,在光照条件下都能与氯气发生取代反应,④正确;光照条件下,乙烷通入溴水中,不能使溴水褪色,⑤不正确;综合以上分析,①③④正确。

点睛 烷烃的结构与性质

(1)单键:碳原子与碳原子之间以碳碳单键结合。

(2)饱和:碳原子的剩余价键全部跟氢原子结合,烷烃是饱和烃。

(3)烷烃的化学性质与甲烷相似,可用类比法判断。如都能燃烧;在光照条件下都能与卤素单质发生取代反应;高温下

都能发生裂解反应;通常情况下都与强酸、强碱或高锰酸钾等强氧化剂不反应;等等。

【变式训练 1】现有下列烷烃的沸点:甲烷 $-164\text{ }^{\circ}\text{C}$;乙烷 $-89\text{ }^{\circ}\text{C}$;丙烷 $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$;戊烷 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。由此,推断丁烷的沸点可能 (B)

- A. 低于 $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ B. 约为 $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$
C. 高于 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ D. 为 $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$

【解析】根据题中烷烃的沸点数据可以看出,烷烃的沸点随着碳原子数增大而升高,丁烷中的碳原子数大于丙烷而小于戊烷,所以丁烷的沸点应该在丙烷和戊烷的沸点之间,即大于 $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ 小于 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

探究 2 甲烷的化学性质

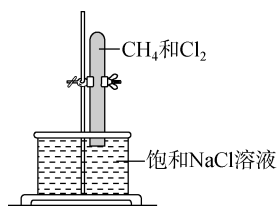
通常状况下,甲烷比较稳定,与强酸、强碱或高锰酸钾等强氧化剂不反应。但在特定的条件下,甲烷也会发生某些反应。

1. 氧化反应

甲烷在空气中燃烧,反应的化学方程式为 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;现象为安静地燃烧,火焰呈淡蓝色。

2. 取代反应

(1) 实验装置图



(2) 实验现象

光照时,试管内气体颜色逐渐变浅;试管壁出现油状液滴;在一定条件下,可能观察到试管中有白雾;试管内水面上升。

(3) 实验结论

①光照时,甲烷与氯气发生缓慢的取代反应;若在强光直射下,则可能发生爆炸。

②反应特点:“一上一下,取而代之”,即用一个卤素原子替代一个氢原子,替代下来的氢原子与卤素原子形成卤化氢。

③反应产物:该反应为连锁反应,即不论如何控制反应物的用量,反应产物都是 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 与 HCl 组成的混合物,五种产物中 HCl 最多。

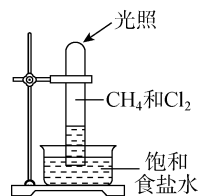
④物质的量的关系:参加反应的 Cl_2 的物质的量=生成的 HCl 的物质的量=有机产物中氯原子的物质的量。

注意:(1)甲烷的卤代反应的产物是混合物。

(2)甲烷等有机物与氯气发生取代反应时,取代的位置和个数是难以控制的,因此制备卤代烃一般不采用取代反应。

(3)甲烷能与氯气、溴蒸气、碘蒸气等纯净的卤素单质反应,但不能与氯水、溴水、碘水等反应。

【例 2】若甲烷与氯气按物质的量之比为 $1:3$ 混合于试管中进行如下实验(如图)。下列关于试管内发生的反应及现象的说法正确的是 ()



A. 反应完全后,向饱和食盐水中加入紫色石蕊溶液无变化

B. 甲烷和 Cl_2 反应后的产物只有 CHCl_3 和 HCl 两种

C. 反应过程中试管内黄绿色逐渐消失,试管壁上有油珠产生

D. CH_4 和 Cl_2 完全反应后液面上升,液体充满试管

【答案】C

【解析】反应生成的氯化氢气体极易溶于水,故向饱和食盐水中加入紫色石蕊溶液,溶液会变红,A错误;甲烷和 Cl_2 在光照条件下发生的取代反应是连锁反应,生成一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷、四氯甲烷以及氯化氢,B错误;生成的二氯甲烷、三氯甲烷、四氯甲烷都是难溶于水的油状液体,因此反应过程中试管内黄绿色逐渐消失,试管壁上有油珠产生,C正确;反应生成的一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷、四氯甲烷都难溶于水,一氯甲烷呈气态,二氯甲烷、三氯甲烷、四氯甲烷是油状液体,氯化氢气体极易溶于水,因此完全反应后液面上升,但液体不会充满试管,D错误。

【点睛】甲烷与氯气在自然光条件下发生取代反应通常生成四种有机物,其中 CH_3Cl 为气体,生成最多的 HCl 易溶于水,故会造成体系内压强比反应前小,产生倒吸现象,同时使溶液呈酸性。

【变式训练 2】在光照条件下,将 1 mol CH_4 与 1 mol Cl_2 混合并充分反应后,得到的产物是 (D)

- A. CH_3Cl 、 HCl
B. CCl_4 、 HCl
C. CH_3Cl 、 CH_2Cl_2
D. CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 、 HCl

【解析】 CH_4 和 Cl_2 的反应中,无论二者的比例如何,都可发生4步反应,故所得产物为 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 、 HCl 。故选D。

随堂小练

1. 天然气的主要成分为甲烷。下列关于甲烷的叙述错误的是 (B)

- A. 通常情况下,甲烷与强酸、强碱、强氧化剂都不反应
B. 甲烷的化学性质比较稳定,点燃前不必验纯
C. 甲烷与氯气反应,无论生成 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 或 CCl_4 ,都属于取代反应
D. 可用排水法收集甲烷

【解析】 CH_4 性质稳定,不与强酸、强碱、强氧化剂反应,A项正确; CH_4 为可燃性气体,点燃之前要验纯,B项错误; CH_4 与 Cl_2 的反应是逐步进行的,每步反应都属于取代反应,C项正确; CH_4 不溶于水,可用排水法收集甲烷,D项正确。

2. 以下关于烷烃的说法中正确的是 (D)

- A. 一氯甲烷只有一种空间结构,证明甲烷是正四面体的空间结构而不是平面结构
B. 烷烃的熔、沸点随分子中碳原子数的增多而降低
C. C_2H_6 与 C_3H_8 互为同系物
D. 戊烷的结构有三种,其化学性质与甲烷类似

【解析】二氯甲烷只有一种空间结构,才能证明甲烷是正四面体的空间结构而不是平面结构,A 错误;烷烃的熔、沸点随分子中碳原子数的增多而升高,B 错误; C_2H_6 与 C_3H_8 只相差 1 个 C 原子,且前者是饱和烃,后者是不饱和烃,所以不是同系物,C 错误;戊烷的结构有 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ 、 $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_3$ 、 $C(CH_3)_4$ 三种,属于烷烃,化学性质与甲烷类似,D 正确。

3. 下列关于甲烷的叙述正确的是 (C)

- A. 甲烷分子的空间结构是正四面体,所以 CH_2Cl_2 有两种不同的结构
B. 甲烷可以与氯气在加热的条件下发生取代反应
C. 甲烷能够燃烧,在一定条件下会发生爆炸,因此,是矿井安全的重要威胁之一
D. 甲烷能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色

【解析】甲烷分子的空间构型是正四面体,所以 CH_2Cl_2 只有一种结构,A 错误;甲烷可以跟氯气在光照的条件下发生取代反应,B 错误;矿井中存在甲烷气体,甲烷是可燃性气体,与空气混合达到一定比例后会爆炸,是矿井安全的重要威胁之一,C 正确;甲烷性质稳定,不与强氧化剂如高锰酸钾反应,故不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色,D 错误。

4. 现有下列五种烷烃,其沸点按由高到低的顺序排列正确的是 (A)

- ① $CH_3(CH_2)_4CH_3$ ② $CH_3CH_2CH(CH_3)_2$ ③ $CH_3CH_2CH_3$
④ CH_3CH_3 ⑤ $CH_3(CH_2)_3CH_3$
A. ①⑤②③④ B. ②③④⑤①
C. ⑤②①③④ D. ④①②⑤③

【解析】烷烃的沸点随着碳原子数的增多而升高,相同碳原子数的两种烷烃,支链越多沸点越低。①的碳原子数最多,故沸点最高;②和⑤的碳原子数仅次于①,但②中含有支链,故②的沸点比⑤低;④的碳原子数最少,沸点最低。故沸点由高到低的正确排序为①⑤②③④。

5. 三个装有 CH_4 和 Cl_2 混合气体的集气瓶,用玻璃片盖好瓶口后,分别做如下处理。各有怎样的现象发生?

- (1)①置于黑暗中: 无明显现象。
②将点燃的镁条靠近集气瓶外壁: 爆炸。
③放在有光线的房子里: 黄绿色逐渐变浅,有油状液滴生成。
(2) CH_4 和 Cl_2 发生的一系列反应都是取代(填反应类型)反应,请写出 CH_4 与 Cl_2 反应生成一氯甲烷的化学方程式:



(3)若要使 0.5 mol CH_4 完全和 Cl_2 发生取代反应,并生成相同物质的量的四种取代产物,则需要 Cl_2 的物质的量为 C(填字母)。

- A. 2.5 mol B. 2 mol
C. 1.25 mol D. 0.5 mol

【解析】对于有机反应,反应条件非常重要,通过控制反应条件,可使 CH_4 和 Cl_2 的取代反应发生的现象不同。0.5 mol CH_4 生成等物质的量的 4 种取代产物,即 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 $CHCl_3$ 、 CCl_4 各 0.125 mol,则所需 $n(Cl_2) = 0.125 \text{ mol} \times 1 + 0.125 \text{ mol} \times 2 + 0.125 \text{ mol} \times 3 + 0.125 \text{ mol} \times 4 = 1.25 \text{ mol}$ 。



温馨提示:请自主完成课后作业(十六)



课后作业·单独成册

第二节 乙烯与有机高分子材料

第1课时 乙烯

自主预习

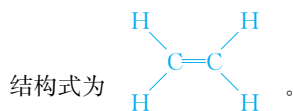
知新导学

1. 乙烯的物理性质

乙烯是一种 无 色、稍有气味的气体,密度比空气的略 小,
难 溶于水。

2. 乙烯的结构

乙烯的分子式为 C_2H_4 , 电子式为 $H:\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}::\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}:H$,



3. 乙烯的化学性质

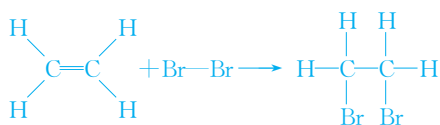
(1) 氧化反应

① 乙烯能在空气中燃烧,火焰 明亮 且伴有 黑烟,生成二氧化碳和水,同时放出大量的热。反应的化学方程式为
 $C_2H_4 + 3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2 + 2H_2O$ 。

② 乙烯 可 使酸性高锰酸钾溶液褪色,被高锰酸钾等氧化剂氧化。

(2) 加成反应

① 乙烯 能 使溴的四氯化碳溶液褪色。反应中,乙烯双键中的一个键断裂,两个溴原子分别加在两个价键 不饱和 的碳原子上,生成无色的 1,2-二溴乙烷 液体。反应的化学方程式为:



② 加成反应的概念:有机物分子中的 不饱和 碳原子与其他原子或原子团直接结合生成新的化合物的反应。

(3) 聚合反应

① 由相对分子质量 小 的化合物分子互相结合成相对分子质量 大 的聚合物的反应叫做聚合反应。乙烯的聚合反应同时也是 加成 反应,又被称为加成聚合反应,简称加聚反应。

② 乙烯之间的相互加成可以得到 聚乙烯。聚乙烯的分子式为 $[-CH_2-CH_2-]_n$,链节为“ $-CH_2-CH_2-$ ”, n 称为聚合度,单体是 乙烯。

小试牛刀

1. 下列关于乙烯的叙述中不正确的是

A. 乙烯的化学性质比乙烷活泼

B. 乙烯燃烧时,火焰明亮,同时伴有黑烟

C. 乙烯可作香蕉等水果的催熟剂

D. 乙烯双键中的一个键可以断裂,容易发生加成反应和取代反应

【解析】乙烯分子中的双键有一个易断裂,使得乙烯容易发生加成反应;乙烯并不容易发取代反应,D不正确。

2. 下列说法错误的是 (B)

A. 乙烯为不饱和烃,乙烷为饱和烃

B. 烃分子中每增加1个碳碳双键就减少1个H原子

C. 分子中含有1个碳碳双键的不饱和链烃是烯烃

D. 烯烃的分子通式为 C_nH_{2n} ($n \geq 2$)

【解析】烃分子中每增加1个碳碳双键就减少2个H原子,B错误。

3. 下列由乙烯推测出的丙烯的结构或性质的说法中正确的是

(D)

A. 分子中3个碳原子在同一直线上

B. 分子中所有原子都在同一平面内

C. 分子中共价键的夹角均为 120°

D. 分子中共价键数为8,其中有1个碳碳双键

【解析】丙烯可看作是 $CH_2=CH_2$ 结构中一个氢原子被一

个 $-CH_3$ 所替代,即 ,显然3个碳原子不在

同一直线上,A错误;由于 $-CH_3$ 中4个原子不在同一平面内,所以丙烯分子中所有原子不可能都在同一平面内,B错误;丙烯分子中共价键的夹角部分接近 120° ,部分接近 $109^\circ 28'$,C错误;丙烯分子中有6个碳氢键、1个碳碳双键、1个碳碳单键,所以共价键数为8,D正确。

互动课堂

合作探究

探究1 乙烯的结构与性质

1. 乙烯的分子组成与结构

化学式	电子式	结构式	结构简式	结构模型	
C_2H_4	$H:\overset{\overset{H}{ }}{\underset{\underset{H}{ }}{C}}::\overset{\overset{H}{ }}{\underset{\underset{H}{ }}{C}}:H$		$CH_2=CH_2$		
				球棍模型	空间填充模型

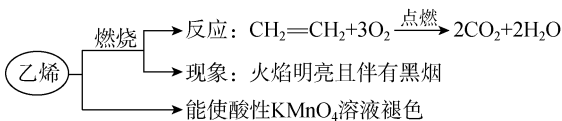
2. 乙烯的性质

(1) 物理性质

乙烯是无色、稍有气味的气体,标准状况下的密度为 $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (略小于空气的密度),难溶于水,易溶于四氯化碳等有机溶剂。

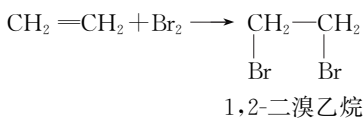
(2) 化学性质

① 氧化反应

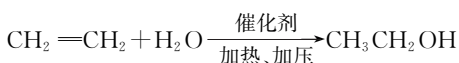
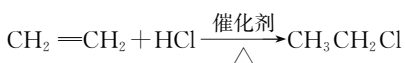
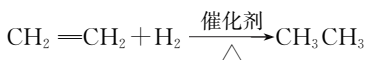
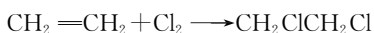


② 加成反应

乙烯能使溴的四氯化碳溶液褪色,生成无色的 1,2-二溴乙烷。反应的化学方程式如下:

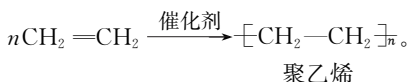


乙烯还能跟氯气、氢气、氯化氢和水等在适宜条件下发生加成反应。



③ 加聚反应

乙烯分子互相结合可以得到聚乙烯,反应的化学方程式为



【例 1】既可以用来鉴别乙烷与乙烯,又可以用来除去乙烷中的乙烯以得到纯净乙烷的方法是 ()

- A. 通过足量的 NaOH 溶液
- B. 通过足量的溴水
- C. 在 Ni 催化、加热条件下通入 H_2
- D. 通过足量的酸性 KMnO_4 溶液

【答案】B

【解析】乙烷与乙烯通过足量的 NaOH 溶液,均不发生反应,A 错误;乙烷性质稳定,不与溴水反应,乙烯含有碳碳双键,能与溴水发生加成反应生成 1,2-二溴乙烷而使溴水褪色,B 正确;通入 H_2 不能鉴别乙烷和乙烯,且会引入新的杂质,C 错误;通过 KMnO_4 溶液,乙烯被氧化为二氧化碳和水,能用来鉴别乙烷和乙烯,但不能用来除去乙烷中的乙烯,D 错误。

【点睛】乙烯和乙烷在性质上存在很大的区别,除杂时要注意不能引入新的杂质。

【变式训练 1】乙烯是重要的工业原料,下列有关乙烯的叙述不正确的是 ()

- A. 可与水发生加成反应
- B. 能使溴的四氯化碳溶液褪色
- C. 不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- D. 在一定条件下能够发生加聚反应生成聚乙烯

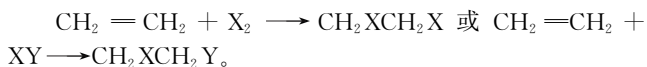
【解析】A 项,乙烯中含有碳碳双键,在一定条件下可与水发生加成反应生成乙醇,不符合题意;B 项,乙烯能与溴发生加成反应,生成无色的 1,2-二溴乙烷,能使溴的四氯化碳溶液褪色,不符合题意;C 项,乙烯中含有碳碳双键,性质较活泼,能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色,符合题意;D 项,乙烯中含有碳碳双键,在一定条件下能发生加聚反应生成聚乙烯,不符合题意。

探究 2 加成反应

1. 实质

有机物分子中的不饱和键(碳碳双键或碳碳三键)部分断裂,碳原子与其他原子或原子团直接结合生成新的化合物的反应。

2. 反应模式(以 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 为例)



X_2 或 XY	反应条件	主要产物	应用
Br_2	四氯化碳溶液	$\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$	鉴别甲烷和乙烯
HCl	催化剂、加热	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$	制取纯净的氯乙烷
H_2O	加热、加压和催化剂	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	制取乙醇
$(n-1) \text{ mol}$ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$	催化剂(在一定条件下)	$\text{[CH}_2-\text{CH}_2\text{]}_n$	制备聚乙烯

3. 取代反应和加成反应的区别

类型	取代反应	加成反应
概念	有机物分子里的某些原子或原子团被其他原子或原子团所替代的反应	有机物分子中的不饱和碳原子与其他原子或原子团直接结合生成新的化合物的反应
反应物结构特征	含有易被取代的原子或原子团	含有双键或三键
生成物	多种	一种(有机化合物)
反应特点	可发生分步取代反应	有时只有一种加成方式,有时有多种加成方式

【例 2】1 mol 乙烯与氯气发生加成反应后,再与氯气发生完全取代反应,整个过程中消耗氯气 ()

- A. 3 mol
- B. 6 mol
- C. 4 mol
- D. 5 mol

【答案】D

【解析】乙烯分子中有 1 个碳碳双键,则 1 mol 乙烯与氯气发生加成反应,消耗 1 mol 氯气,生成 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$, $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ 再与氯气发生完全取代反应, $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ 中的 H 原子全部被 Cl 原子取代,生成 CCl_3CCl_3 ,消耗 4 mol 氯气,故整个过程中消耗氯气的物质的量为 $1 \text{ mol}+4 \text{ mol}=5 \text{ mol}$,D 正确。

【点睛】加成反应、取代反应的特点

(1)加成反应的特点是“断一加二”。“断一”是指双键中的一个不稳定键断裂;“加二”是指加两个其他原子或原子团,每一个不饱和碳原子上各加上一个,此反应类似于无机反应中的化合反应,理论上原子利用率为100%。

(2)取代反应的特点是“上一下一,有进有出”,类似于无机反应中的置换反应或复分解反应,注意在书写化学方程式时,不要漏写次要产物。

【变式训练2】下列反应中前者属于加成反应,后者属于取代反应的是 (A)

A. 乙烯与水在一定条件下生成乙醇的反应;甲烷与氯气在光照条件下发生的反应

B. 乙烯与溴的四氯化碳溶液的反应;乙烷的燃烧

C. 乙烯使酸性高锰酸钾溶液褪色;甲烷与氯气在光照条件下发生的反应

D. 乙烯生成聚乙烯的反应;甲烷在高温下变成碳和氢气的反应

【解析】乙烯与水发生加成反应生成乙醇,甲烷与氯气在光照条件下发生的是取代反应,A符合题意;乙烯与溴发生加成反应生成1,2-二溴乙烷,乙烷燃烧是氧化反应,B不符合题意;乙烯被高锰酸钾氧化,使高锰酸钾溶液褪色,甲烷与氯气在光照条件下发生取代反应,C不符合题意;乙烯生成聚乙烯为加聚反应,甲烷在高温下变成碳和氢气是分解反应,D不符合题意。

随堂小练

1. 苏轼的《格物粗谈》有这样的记载:“红柿摘下未熟,每篮用木瓜三枚放入,得气即发,并无涩味。”该文中的“气”是指 (D)

A. 脱落酸

B. 甲烷

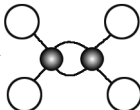
C. 生长素

D. 乙烯

【解析】根据记载所述,可知该“气”为植物生长的催熟剂,乙烯有此作用,故D项正确。

2. 下列说法正确的是 (C)

A. 乙烯的电子式为 $\text{H}:\overset{\text{H}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}:\overset{\text{H}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}:\text{H}$

B. 乙烯的球棍模型为 

C. 乙烯分子在空间上呈平面结构

D. 乙烯的结构简式为 CH_2CH_2

【解析】乙烯分子中碳原子间形成的是双键,有两对共用电子对,A项错误;碳原子的半径应比氢原子的大,B项错误;乙烯的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$,D项错误。

3. 下列反应属于加成反应的是 (D)

A. 乙烯通入酸性高锰酸钾溶液中

B. 光照射甲烷与氯气的混合气体

C. 乙烷燃烧生成二氧化碳与水

D. 在催化剂、加热条件下,乙烯与氢气反应

【解析】A. 乙烯通入酸性高锰酸钾溶液中发生的是氧化反应,错误;B. 光照射甲烷与氯气的混合气体发生的是取代反应,错误;C. 乙烷燃烧生成二氧化碳与水发生的是氧化反应,错误;D. 在催化剂、加热条件下,乙烯与氢气反应,乙烯分子中的碳碳双键中有一个键不稳定、易断裂,每个C原子上再连接一个H原子后生成乙烷,所以发生的是加成反应,正确。

4. 下列各组物质在一定条件下反应,可以制得较纯净的1,2-二氯乙烷的是 (C)

A. 乙烷与氯气在光照条件下反应

B. 乙烯与氯化氢气体混合

C. 乙烯与氯气混合

D. 乙烯通入浓盐酸中

【解析】1,2-二氯乙烷的结构简式为 $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$,然后根据有机物反应类型进行分析。乙烷与氯气发生取代反应,得到的1,2-二氯乙烷含量较低,A不符合题意;乙烯与氯化氢发生加成反应,产物是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$,B不符合题意;乙烯与氯气发生加成反应,生成 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$,C符合题意;D. 乙烯与浓盐酸不发生反应,D不符合题意。

5. 能证明乙烯分子中含有一个碳碳双键的事实是 (D)

A. 乙烯能使酸性 KMnO_4 溶液褪色

B. 乙烯分子里碳、氢原子个数比为1:2

C. 乙烯完全燃烧生成的 CO_2 和 H_2O 的物质的量相等

D. 乙烯容易与溴水发生反应,且1 mol 乙烯完全加成消耗1 mol 溴单质

【解析】能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,不一定是含有碳碳双键,A错误;环烷烃分子中碳、氢原子个数比也为1:2,B错误;乙烯完全燃烧生成的 CO_2 和 H_2O 的物质的量相等,说明乙烯分子里碳、氢原子个数比为1:2,不能说明含有一个碳碳双键,C错误;依据加成反应的规律,1 mol 碳碳双键只能与1 mol 溴发生加成反应,1 mol 乙烯完全加成消耗1 mol 溴单质,可以证明乙烯中含有一个碳碳双键,D正确。



温馨提示:请自主完成课后作业(十七)

课后作业·单独成册

第2课时 烃

自主预习



知新导学



1. 烃的概念

仅含 碳 和 氢 两种元素的有机化合物称为 碳氢 化合物,也称为烃。

2. 烃的分类

分子中碳原子的价键没有全部被氢原子“饱和”的烃称为 不饱和烃,其中分子中含有碳碳双键的称为 烯烃,含有碳碳三键的称为 炔烃,含有苯环的称为 芳香烃。根据碳骨架的不同,还可以将烃分为 链状烃 和 环状烃。

3. 苯

苯是 芳香烃 的母体,是一种具有 环状 分子结构的不饱和烃,结构简式为  或 。苯分子中 6 个碳原子之间的键 完全相同。



小试牛刀


1. 乙烷、乙烯、乙炔共同具有的性质是 (A)

- A. 都难溶于水,且密度比水的小
- B. 能够使溴水和酸性 KMnO_4 溶液褪色
- C. 分子中各原子都处在同一平面内
- D. 都能发生聚合反应,生成高分子化合物

【解析】乙烷不能使溴水和酸性 KMnO_4 溶液褪色;乙烷分子中各原子不能处于同一平面内;乙烷不能发生聚合反应。

2. 下列有机化合物中,不属于烃的是 (D)

- A. CH_4
- B. $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
- C. 
- D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

【解析】 CH_4 只由 C、H 两种元素组成,属于烷烃,A 不符合题意; $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 只由 C、H 两种元素组成,属于烯烃,B 不符合题意; 只由 C、H 两种元素组成,属于芳香烃,C 不符合题意; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 由 C、H、O 三种元素组成,不属于烃,属于烃的衍生物,D 符合题意。

3. 现有乙烷、乙烯、环己烷、苯四种有机物,下列有关说法错误的是 (D)

- A. 环己烷和苯都可以萃取溴水中的溴
- B. 等质量的苯和乙烯分别完全燃烧,其中苯生成的二氧化碳更多

C. 除去乙烷中的乙烯最好通过稀溴水

D. 环己烷和苯的所有原子均处在同一平面内

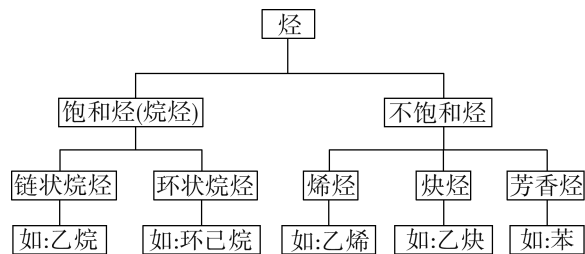
【解析】环己烷和苯都不与溴水反应,均是良好的有机溶剂,可以萃取溴水中的溴,A 正确;设苯和乙烯的质量为 1 g,则苯和乙烯中碳原子的物质的量分别为 $\frac{1}{13}$ mol 和 $\frac{1}{14}$ mol,根据碳原子守恒,苯完全燃烧生成的二氧化碳更多,B 正确;乙烷不与溴水反应,乙烯和稀溴水发生加成反应生成二溴乙烷,可以达到提纯的目的,C 正确;环己烷中的碳原子都为饱和碳原子,每个碳原子与所连原子形成在四面体结构,所有原子不在同一平面内,苯为平面正六边形,所有原子均在同一平面内,D 错误。

互动课堂

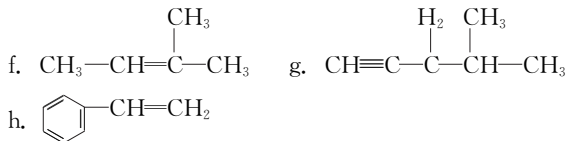
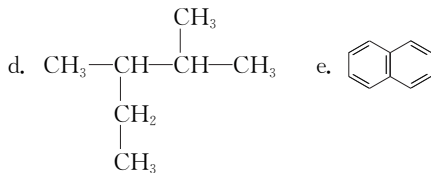


合作探究

探究 1 烃的分类



【例 1】以下各烃中,属于开链脂肪烃的是 _____,属于脂环烃的是 _____,属于芳香烃的是 _____。(填字母)

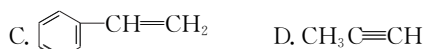
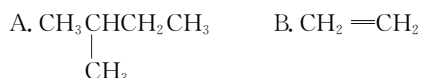


【答案】dfg bc aeh


【解析】根据物质结构中所含元素分析是否为烃,根据是否具有碳环及苯环分析属于脂环烃还是芳香烃。d、f、g 是由 C、H 两种元素组成,结构中不含环的有机化合物,属于开链脂肪烃;b、c 分子中含有闭合的碳环(不是苯环),属于脂环烃;a、e、h 是含有苯环的碳氢化合物,属于芳香烃。

点睛 烃是指仅含 C 和 H 两种元素的有机物；开链脂肪烃是不含环状结构的烃类物质；芳香烃是含有苯环的烃；脂环烃分子中含有闭合的碳环(不是苯环)。

【变式训练 1】下列有机物按碳的骨架进行分类,其中与其他三种有机物属于不同类别的是 (C)






【解析】按碳的骨架分类,可将有机物分为链状化合物与环状化合物,选项中 $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$ 分子中不含环状结构,属于链状化合物,而

 $\text{CH}=\text{CH}_2$ 分子中含有苯环,属于环状化合物。

探究 2 链状烷烃、单烯烃、单炔烃的结构与性质比较

1. 结构

类别	链状烷烃	链状单烯烃	链状单炔烃
代表物	CH_4	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\text{CH}\equiv\text{CH}$
通式	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2} (n\geq 1)$	$\text{C}_n\text{H}_{2n} (n\geq 2)$	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2} (n\geq 2)$
结构特点			

2. 性质

类别	链状烷烃	链状单烯烃	链状单炔烃
化学性质	取代反应	光照卤代	—
	加成反应	—	与 H_2 、 X_2 、 HX 、 H_2O 等发生加成反应
	氧化反应	燃烧火焰较明亮	燃烧火焰明亮,伴有黑烟
	与酸性 KMnO_4 溶液不反应	使酸性 KMnO_4 溶液褪色	使酸性 KMnO_4 溶液褪色
	加聚反应	—	能发生
鉴别	酸性 KMnO_4 溶液和溴水均不褪色	酸性 KMnO_4 溶液和溴水均褪色	酸性 KMnO_4 溶液和溴水均褪色

【例 2】下列关于 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHC}\equiv\text{CCF}_3$ 分子结构的叙述中,正确的是 ()

A. 6 个碳原子有可能都在一条直线上

- B. 5 个碳原子有可能都在一条直线上
 C. 6 个碳原子一定都在同一平面内
 D. 6 个碳原子不可能都在同一平面内

【答案】C

【解析】乙烯是平面结构,则双键碳原子及与之连接的原子处于同一平面内,乙炔是直线形分子,则三键碳原子及与之连接的原子在同一直线上,则 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CF}_3$ 分子中的 6 个碳原子一定都在同一平面内,最多有 4 个 C 原子在一条直线上,C 正确。

点睛 乙烯和苯是平面形结构,乙炔是直线形结构,可在此基础上进行其他有机物共线、共面的分析判断,注意单键可以旋转。

【变式训练 2】下列关于甲烷和乙烯的说法正确的是 (A)

- A. 乙烯能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
 B. 甲烷和乙烯互为同分异构体
 C. 甲烷可以使溴的四氯化碳溶液褪色
 D. 甲烷和乙烯均易溶于水

【解析】乙烯中的碳碳双键能被 KMnO_4 氧化,则乙烯能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,A 正确;甲烷和乙烯的分子式不同,不是同分异构体,B 错误;甲烷不与溴的四氯化碳溶液反应,则甲烷不能使溴的四氯化碳溶液褪色,C 错误;根据相似相溶原理,甲烷和乙烯均难溶于水,D 错误。

随堂小练

1. 下列说法不正确的是 (D)

- A. 烷烃一定是饱和烃
 B. 不饱和烃包括芳香烃
 C. 含碳碳双键的烃一定是不饱和烃
 D. 不饱和烃一定含有碳碳双键

【解析】烷烃一定是饱和烃,A 正确;不饱和烃包括芳香烃,B 正确;含碳碳双键的烃一定是不饱和烃,C 正确;不饱和烃分子中可能含有碳碳双键,也可能含有碳碳三键,D 错误。

2. 下列说法正确的是 (D)

- A. 分子组成上相差一个或几个 CH_2 原子团的物质互为同系物
 B. 不带支链的烃,其分子都是直线形的
 C. 分子式为 C_4H_{10} 的烃有 3 种
 D. 甲烷是烷烃中碳的含量最低的,也是组成最简单的烃

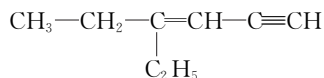
【解析】分子组成相差一个或几个 CH_2 原子团的物质不一定互为同系物,如乙酸和甲酸乙酯,A 错误;不带支链的烃,如烷烃分子为锯齿形,也可能为脂环烃、苯等,B 错误;分子式为 C_4H_{10} 的烃为丁烷,丁烷有两种同分异构体,正丁烷和异丁烷,C 错误;甲烷是组成最简单的烃,是烷烃中碳的含量最低的,D 正确。

3. 下列叙述的乙炔的结构和性质中,既不同于乙烯,又不同于乙烷的是 (B)

A. 分子中存在不饱和键
B. 分子中的所有原子都处在同一条直线上
C. 不易发生取代反应,易发生加成反应
D. 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色

【解析】乙烯、乙炔中都存在不饱和键,乙烷中不存在不饱和键,A 不符合题意;乙炔中的所有原子都处在同一条直线上,乙烯中的所有原子都处在同一平面上,乙烷中碳原子与所连的 4 个氢原子构成四面体,B 符合题意;乙烯、乙炔都易发生加成反应,乙烷不能发生加成反应,C 不符合题意;乙烯、乙炔都能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,乙烷不能与 KMnO_4 发生反应,D 不符合题意。

4. 某烃的结构简式如图,分子中饱和碳原子数为 x ,在同一直线上的碳原子数为 y ,一定在同一平面上的碳原子数为 z ,则 x 、 y 、 z 分别为 (B)



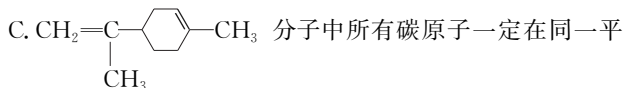
A. 4、3、5
B. 4、3、6
C. 4、4、8
D. 4、6、4

【解析】连接四个基团(或原子)的碳原子为分子中乙基中的碳原子,分子中有 2 个乙基,故分子中饱和碳原子数为 4;分子中存在 $\text{C}\equiv\text{C}$ 的直线结构,与 $\text{C}\equiv\text{C}$ 相连的 $\text{C}=\text{C}$ 中的碳原子处于乙炔的 H 原子位置,在同一直线上的碳原子数为 3;分子中存在 $\text{C}=\text{C}$ 的平面形结构,与 $\text{C}=\text{C}$ 直接相连的碳

原子都在同一平面上,同时 $\text{C}=\text{C}$ 中的 1 个碳原子与 $\text{C}\equiv\text{C}$ 中的 2 个碳原子共线,所以一定在同一平面上的碳原子数为 6。

5. 下列说法中正确的是 (D)

A. 丙烷是直链烃,所以分子中 3 个碳原子均在一条直线上
B. 丙烯中所有原子均在同一平面内



面内

D. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ 分子中所有碳原子可能在同一平面内

【解析】丙烷是直链烃,碳链呈锯齿状,不在一条直线上,A 错误;丙烯中含甲基,甲基为四面体结构,所有原子不可能共面,B 错误; $\text{CH}_2=\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$ 分子的六元环中的碳原子



不在同一平面上,C 错误; $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ 分子中左边 4 个 C 原子一定在同一平面上,右边 4 个 C 原子一定在同一直线上,故所有碳原子一定在同一平面上,D 正确。



温馨提示:请自主完成课后作业(十八)

课后作业·单独成册



第3课时 有机高分子材料

自主预习

知新导学

1. 有机高分子材料的分类

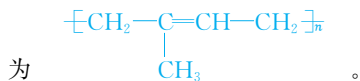
(1) 天然 有机高分子材料:如棉花、羊毛、天然橡胶等。

(2) 合成 有机高分子材料:如塑料、合成纤维、合成橡胶、黏合剂、涂料等。

2. 三大合成有机高分子材料——塑料、橡胶和纤维

(1)塑料:主要成分是 合成树脂,像聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、酚醛树脂等都是生产塑料的 合成树脂。此外,常需要加入一些具有特定作用的添加剂,如能提高塑性的增塑剂、防止塑料老化的防老剂,以及增强材料、着色剂等。

(2)橡胶: 橡胶 是制造汽车、飞机轮胎和各种密封材料所必需的原料。天然橡胶的主要成分是 聚异戊二烯,结构简式



(3)纤维:纤维可以分为 天然 纤维和 化学 纤维,化学纤维又可分为再生纤维和 合成 纤维。合成纤维 具有强度高、弹性好、耐磨、耐化学腐蚀、不易虫蛀等优良性能。



小试牛刀

1. 下列关于塑料的说法正确的是 (D)

- A. 塑料是天然高分子材料
B. 聚乙烯塑料薄膜是以 $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$ 为原料通过加聚反应制得的
C. 塑料都具有热塑性
D. 塑料的主要成分是合成树脂

【解析】塑料是合成高分子材料,A 错误;聚乙烯的单体为 $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$,B 错误;有的塑料具有热固性,有的塑料具有热塑性,C 错误;塑料的主要成分为合成树脂,D 正确。

2. 下列说法错误的是 (C)

- A. 塑料在自然条件下不易分解,可造成“白色污染”
B. 合成纤维的主要原料可以是石油、天然气、煤和农副产品
C. 天然橡胶的性质很稳定,在空气、日光作用下也不会老化
D. 塑料、合成纤维和合成橡胶都是高分子化合物

【解析】塑料的化学性质稳定,在自然条件下难以分解,可造成“白色污染”,A 正确;合成纤维的主要原料可以是石油、天然气、煤和农副产品,B 正确;未经处理的天然橡胶性质不稳定,在空气、日光作用下会发生老化,C 错误;塑料、合成纤维和合成橡胶都是高分子化合物,D 正确。

3. 下列有关橡胶的说法不正确的是 (D)

- A. 橡胶均具有高弹性
B. 橡胶有天然橡胶和合成橡胶两种
C. 天然橡胶的主要化学成分是聚异戊二烯
D. 构成橡胶的高分子链在无外力作用时呈直线状

【解析】橡胶在外力作用下表现出大幅可逆形变的性质,即具有高弹性,A 正确;橡胶有的来自天然树汁,称天然橡胶,有的来自化学合成,称合成橡胶,B 正确;天然橡胶的主要化学成分是聚异戊二烯,是一种线型高分子,C 正确;构成橡胶的高分子链在无外力作用时呈卷曲状,D 错误。

互动课堂



合作探究

探究1 塑料

1. 塑料的成分

塑料的成分

- 主要成分:合成树脂(如聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、酚醛树脂等)
- 特定作用
 - 增塑剂:提高塑性
 - 防老剂:防止塑料老化
- 添加剂
 - 增强材料
 - 着色剂

2. 塑料的性能

塑料具有强度高、密度小、耐腐蚀、易加工等优良的性能。

3. 几种常见塑料及其主要用途

塑料名称	主要用途
聚乙烯	可制成薄膜,用于食品、药物的包装材料等
聚氯乙烯	可制成薄膜、管道、日常用品、绝缘材料等
聚四氟乙烯	可制成化工、医药等行业使用的耐腐蚀、耐高温、耐低温制品
聚丙烯	可制成薄膜、管道、日常用品、包装材料等
聚甲基丙烯酸甲酯(俗称有机玻璃)	可制成飞机和车辆的风挡、光学仪器、医疗器械、广告牌等
脲醛塑料(俗称电玉)	可制成电器开关、插座及日常用品等

【例1】根据国务院要求,所有超市、市场等商品零售场所实行塑料购物袋有偿使用。下列说法正确的是 ()

- A. 聚丙烯塑料的结构简式为 $-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2-$
B. 聚氯乙烯塑料单体的电子式为 $\cdot \ddot{\text{C}} : \ddot{\text{C}} : \ddot{\text{C}} \cdot$
C. 塑料购物袋的生产原料需要消耗大量木材
D. 聚乙烯的含碳质量分数与其单体的含碳质量分数相同

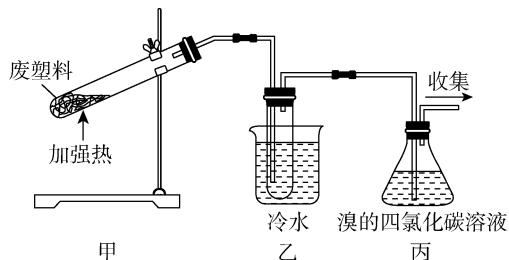
【答案】D

【解析】丙烯发生加成聚合反应生成聚丙烯,聚丙烯的结构简式为 $-\text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 -$,A 错误;聚氯乙烯塑料的单体为氯乙烯,电子式为 $\text{H} : \ddot{\text{C}} : \ddot{\text{C}} : \ddot{\text{C}} \cdot$,B 错误;塑料购物袋的生产

原料是乙烯,乙烯可从石油中获取,C错误;聚乙烯和乙烯的最简式相同,C、H的质量分数相同,D正确。

点睛 加聚反应中高聚物和单体具有相同的组成。

【变式训练 1】加热聚丙烯废塑料可以得到炭、氢气、甲烷、乙烯、丙烯、苯和甲苯,用下图所示装置探究废旧塑料的再利用。下列有关叙述不正确的是 (A)

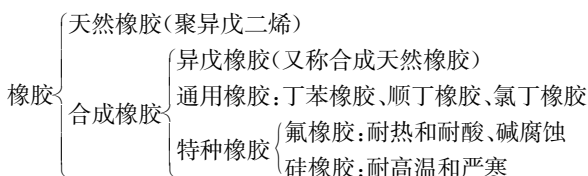


- 聚丙烯可表示为 $[-CH_2-CH_2-CH_2-]_n$
- 装置乙的试管中可收集到芳香烃
- 装置丙中可得到卤代烃
- 最后收集的气体可作燃料

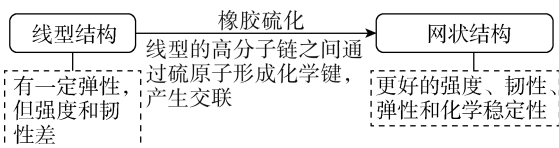
【解析】加热聚丙烯废塑料可以得到炭、氢气、甲烷、乙烯、丙烯、苯和甲苯,炭为固体,留在试管中,氢气、甲烷、乙烯、丙烯、苯和甲苯经过乙装置时,苯和甲苯沸点较高,最先冷凝下来,氢气、甲烷、乙烯、丙烯经过丙装置时,丙烯和乙烯会和溴单质反应生成卤代烃,最后收集的气体为氢气和甲烷。A. 聚丙烯的结构简式为 $[-CH_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-]_n$, 错误; B. 加热聚丙烯可以得到芳香烃(苯和甲苯),苯和甲苯的沸点较高,最先冷凝下来,装置乙的试管中可收集到芳香烃, B 正确; C. 装置丙中存在溴单质,烯烃(乙烯和丙烯)可以与溴单质发生加成反应生成卤代烃, C 正确; D. 最后收集的气体为氢气和甲烷,可作燃料, D 正确。

探究 2 橡胶

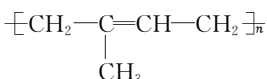
1. 橡胶的分类



2. 橡胶的结构



【例 2】下列关于天然橡胶的叙述中,不正确的是 (C)



天然橡胶的主要成分——聚异戊二烯

- 天然橡胶是天然高分子化合物
- 天然橡胶能溶于汽油、苯等有机溶剂
- 天然橡胶受空气、日光作用,会被还原而老化
- 天然橡胶含有双键,能发生加成反应

【答案】C

【解析】天然橡胶是一种高聚物,分子量非常大,符合高分子化合物的定义, A 正确;天然橡胶是一种有机物,根据相似相溶原理,可以溶于汽油、苯等有机溶剂, B 正确;空气中有氧气,氧气会缓慢氧化橡胶中的不饱和键,造成老化,不是被还原, C 不正确;天然橡胶中有碳碳双键,可以发生加成反应, D 正确。

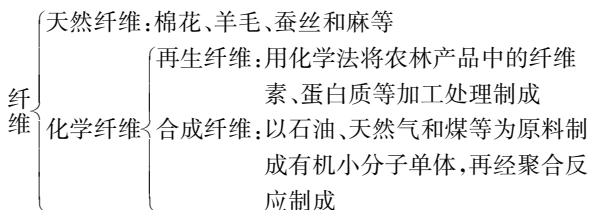
点睛 聚异戊二烯分子中存在碳碳双键,故易被氧化而老化。

【变式训练 2】橡胶属于重要的工业原料,它是一种有机高分子化合物,具有良好的弹性,但强度较差,为了增加某些橡胶制品的强度,加工时往往需要进行硫化处理,即让橡胶原料与硫黄在一定条件下反应;橡胶制品硫化程度越高,强度越大,同时弹性越差。下列橡胶制品中,加工时硫化程度较高的是 (B)

- 医用橡胶手套
- 皮鞋胶底
- 自行车内胎
- 橡皮筋

【解析】根据题意可知,橡胶制品硫化程度越高,强度越大,同时弹性越差。据此进行分析判断,医用橡胶手套、橡皮筋、自行车内胎的弹性比较好,强度比较小,皮鞋胶底的弹性比较差,强度比较大,硫化程度较高, B 正确。

探究 3 纤维



【例 3】下列有关纤维的判断正确的是 ()

- 天然纤维就是纤维素
- 合成纤维的主要原料是天然气、石油化工产品、煤化工产品
- 化学纤维的原料不可能是天然纤维
- 生产合成纤维的过程中发生的是物理变化

【答案】B

【解析】天然纤维包括棉花、羊毛、蚕丝等,而纤维素是棉花的主要成分, A 错误;合成纤维是以小分子的有机物为原料,经加聚反应或缩聚反应合成的线型有机高分子化合物,如聚丙烯腈、聚酰胺纤维等,生产这些小分子的主要原料是天然气、石油化工产品、煤化工产品, B 正确;化学纤维的原料可以是天然纤维,如黏胶纤维就是天然纤维素经化学加工制成的人造纤维, C 错误;用天然气、石油化工产品、煤化工产品生产合成纤维的过程中发生了化学变化, D 错误。

点睛 纤维包括天然纤维和化学纤维。化学纤维是经过化学处理加工而制成的纤维,可分为再生纤维(人造纤维)和合成纤维。合成纤维的化学组成和天然纤维完全不同,是以石油、煤、天然气等为原料先合成单体,再用化学合成与机械加工的方法制成纤维。

【变式训练 3】下列说法中正确的是 (D)

- 利用石油为原料制得的纤维是再生纤维
- 天然纤维是不能再被加工处理的
- 合成纤维、再生纤维和天然纤维统称化学纤维
- 煤化工产品也可经过处理制得合成纤维

【解析】棉花、羊毛等都是天然纤维；天然纤维经人工处理形成再生纤维；以天然气、石油化工产品、煤化工产品为原料，经聚合反应制得的是合成纤维；合成纤维和再生纤维统称为化学纤维。

随堂小练

1. 橡胶是一类具有高弹性的高分子材料。从化学角度看，橡胶的主要成分属于 (B)

A. 无机盐
B. 有机物
C. 金属
D. 氧化物

【解析】有机物是含碳化合物或碳氢化合物及其常见衍生生物的总称，橡胶的主要成分属于有机物，B 正确。

2. (双选)下列说法不正确的是 (BC)

A. 合成高分子材料包括塑料、合成纤维、合成橡胶、黏合剂、涂料等
B. 用木材等经过加工制成的黏胶纤维属于合成纤维
C. 用聚乙烯塑料代替聚乳酸塑料可以减少“白色污染”
D. 合成橡胶的原料是煤、石油、天然气和农副产品

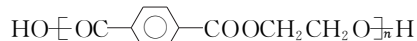
【解析】用木材等经过加工制成的黏胶纤维属于人造纤维，不是合成纤维，B 错误；聚乙烯塑料难降解，会造成“白色污染”，C 错误。

3. 下列说法正确的是 (D)

A. 芳纶、尼龙、纤维素均是人工合成高分子化合物
B. 目前使用的食品保鲜膜的主要成分为聚氯乙烯
C. 为防止“白色污染”，塑料垃圾可直接露天焚烧处理
D. 用丁烷代替氟利昂生产泡沫塑料可减少臭氧层破坏

【解析】纤维素是天然高分子化合物，A 错误；聚氯乙烯有毒，食品保鲜膜的主要成分是无毒的聚乙烯，B 错误；塑料垃圾直接焚烧会产生剧毒有害物质，C 错误；氟利昂能破坏臭氧层，因此用丁烷代替氟利昂可减少臭氧层破坏，D 正确。

4. 下列有关羊毛、聚酯纤维的说法中不正确的是 (D)

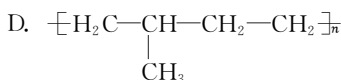
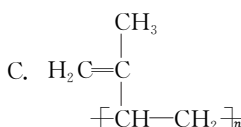
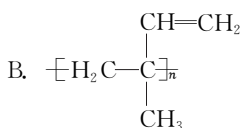
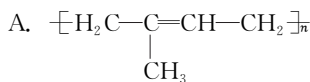


聚酯纤维的结构简式

A. 羊毛的主要成分是蛋白质
B. 羊毛与聚酯纤维可用灼烧法区分
C. 聚酯纤维是合成高分子材料
D. 由单体合成该聚酯纤维的反应属于加聚反应

【解析】羊毛的主要成分为蛋白质，蛋白质在灼烧时有类似烧焦羽毛的气味，可用于鉴别，故 A、B 正确；聚酯纤维是合成高分子材料，C 正确；由对苯二甲酸和乙二醇合成该聚酯纤维的反应不属于加聚反应，D 错误。

5. 天然橡胶(主要成分为聚异戊二烯)是异戊二烯在三叶橡胶树体内通过 1,4-加成得到的高分子化合物，聚异戊二烯的结构简式是 (A)



【解析】异戊二烯的两个双键同时打开，彼此相互连接，同时形成一个新的碳碳双键，聚异戊二烯的结构简式为 $\left[\text{H}_2\text{C} - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n$ ，选 A。



温馨提示：请自主完成课后作业(十九)

课后作业·单独成册

第三节 乙醇与乙酸

第1课时 乙醇

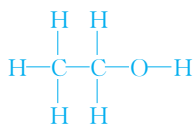
自主预习



知新导学

1. 乙醇的结构

乙醇的分子式是 C_2H_6O ，乙醇的结构式为



，可简写为 CH_3CH_2OH 或 C_2H_5OH ，其中的 $-OH$ 原子团称为 羟基。

2. 乙醇的物理性质

(1) 乙醇是 无色、有 特殊香味 的液体，密度比水的 小。

(2) 乙醇 易 挥发，能够溶解多种有机物和无机物，并能与水 以任意比例 互溶。

3. 乙醇的化学性质

(1) 乙醇与钠反应：反应的化学方程式为 $2CH_3CH_2OH + 2Na \rightarrow 2CH_3CH_2ONa + H_2 \uparrow$ 。

(2) 乙醇的氧化反应

① 乙醇在空气中燃烧，放出大量的热，反应的化学方程式为 $CH_3CH_2OH + 3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2 + 3H_2O$ 。在一定条件下，乙醇还能被 氧化 为其他物质。

② 乙醇在 加热 和有催化剂(如铜或银)存在等条件下，可以被空气中的氧气氧化为 乙醛(CH_3CHO)，反应的化学方程式为 $2CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2CH_3CHO + 2H_2O$ 。

乙醇还可以与 酸性高锰酸钾溶液 或 酸性重铬酸钾溶液 反应，被氧化成 乙酸。



小试牛刀

1. 下列有关乙醇的叙述错误的是 (B)

- A. 乙醇的结构简式为 C_2H_5OH
- B. 乙醇与乙醛互为同分异构体
- C. 乙醇与水能以任意比例互溶
- D. 乙醇完全燃烧生成二氧化碳和水

【解析】乙醇的结构简式为 C_2H_5OH 或 CH_3CH_2OH ，A 正确；乙醇的分子式为 C_2H_6O ，乙醛的分子式为 C_2H_4O ，两者分子式不同，不互为同分异构体，B 错误；乙醇的官能团为羟基，为亲水基团，能与水以任意比例互溶，C 正确；乙醇是一种优良的燃料，根据分子式为 C_2H_6O ，可判断其完全燃烧生成二氧化碳和水，D 正确。

2. 下列说法正确的是 (C)

- ① 检测乙醇中是否含有水可加入少量的无水硫酸铜，若变蓝则含水
- ② 除去乙醇中微量的水可加入金属钠，使其完全反应
- ③ 获得无水乙醇的方法是直接加热蒸馏
- ④ 获得无水乙醇的方法通常是先用生石灰吸水，然后再加热蒸馏

A. ①③ B. ②④ C. ①④ D. ③④

【解析】用无水硫酸铜可检验乙醇中是否有水存在，因为无水硫酸铜遇水变蓝，①正确；乙醇和水均与金属钠反应生成 H_2 ，②错误；将含水的乙醇直接加热蒸馏，水也会挥发，所得乙醇不纯，③错误；获得无水乙醇，通常先用生石灰吸水，然后再加热蒸馏，④正确；答案选 C。

3. 乙醇可以发生下列反应，在反应中乙醇分子只断裂 O—H 键的是 (B)

- A. 乙醇和氧化铜在加热条件下的反应
- B. 乙醇与金属钠反应
- C. 乙醇与氧气的燃烧反应
- D. 乙醇在铜丝作用下发生催化氧化反应

【解析】乙醇与金属钠反应时，羟基氢原子与钠原子发生置换反应，O—H 键断裂，B 项正确；A、D 项中乙醇都被氧化成乙醛，反应中断裂的是乙醇分子中的 O—H 键和羟基所连碳原子上的 C—H 键，A、D 两项错误；乙醇与氧气发生燃烧反应时，乙醇分子中的所有键都断裂，C 项错误。

互动课堂



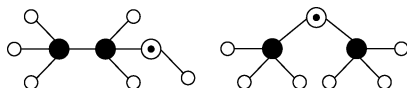
合作探究

探究 1 乙醇的结构

乙醇可以看成是乙烷分子(CH_3CH_3)中的一个氢原子被 $-OH$ 取代后的产物，也可以看成是水分子($H-OH$)中的一个氢原子被乙基($-CH_2CH_3$)取代后的产物。

分子式	结构式	结构简式	官能团	空间填充模型
C_2H_6O	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	CH_3CH_2OH 或 C_2H_5OH	羟基($-OH$)	

【例 1】现有如图所示的两种分子模型，其中“●”为碳原子，“○”为氧原子，“○”为氢原子。下列说法正确的是 ()



- A. 两者分子式相同,是同种物质
 B. 两者互为同系物
 C. 两者互为同分异构体
 D. 分子中都含有羟基

【答案】C

【解析】两种有机物分别为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 和 CH_3OCH_3 , 两者分子式相同,均为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$,但结构不同,互为同分异构体。

【点睛】(1)同分异构体一定具有相同的组成元素,但具有相同组成元素的物质不一定是同分异构体;(2)同分异构体一定具有相同的相对分子质量,但具有相同相对分子质量的物质不一定是同分异构体;(3)同分异构体各元素的质量分数相同,但各元素的质量分数相同的物质不一定是同分异构体。

【变式训练 1】下列关于羟基和氢氧根的说法中不正确的是 (D)

- A. 两者不相同
 B. 羟基比氢氧根少一个电子
 C. 两者的组成元素相同
 D. 羟基比氢氧根稳定

【解析】羟基是中性原子团,氢氧根是阴离子,两者不相同,A 正确;羟基含有 9 个电子,氢氧根含有 10 个电子,B 正确;羟基和氢氧根都是由氢、氧元素组成的,C 正确;氢氧根可以以游离态存在,羟基不能以游离态存在,所以氢氧根比羟基稳定,D 错误。

探究 2 乙醇的化学性质和用途

1. 与钠反应

(1)现象:钠沉在底部,有无色气泡在钠表面生成后逸出液面,最终钠消失。

(2)化学方程式: $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(3)钠分别与水、乙醇反应的比较

	钠与水的反应	钠与乙醇的反应
钠的现象	钠熔为闪亮的小球,浮于水面,快速游动并迅速消失	钠未熔化,沉于乙醇液体底部,并慢慢消失
声的现象	有嘶嘶的声音	无任何声音
气的现象	有无色、无臭气体生成	有无色、无臭气体生成
实验结论	钠的密度小于水的密度,熔点低。钠与水剧烈反应,生成氢气	钠的密度大于乙醇的密度。钠与乙醇缓慢反应生成氢气
化学方程式	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$	$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$
反应实质	置换反应,水分子中的氢原子被置换	置换反应,乙醇中羟基上的氢原子被置换

2. 氧化反应

(1)可燃性

乙醇在空气中燃烧的现象:产生淡蓝色火焰,燃烧能产生

大量的热。

化学方程式: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2)催化氧化

将一根光亮的铜丝的下端绕成螺旋状,在酒精灯上灼烧后插入乙醇,铜丝变成红色,反复操作几次,在试管口闻到有刺激性气味。

化学方程式: $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)与强氧化性试剂(如酸性 KMnO_4 溶液)反应

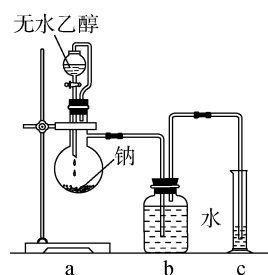
现象:乙醇能使酸性 KMnO_4 溶液褪色。

实质:乙醇被酸性 KMnO_4 氧化。

3. 用途

乙醇——作燃料、重要的有机化工原料和溶剂
 医药上常用 75%(体积分数)的乙醇溶液作消毒剂

【例 2】某探究学习小组用一定量的乙醇和钠反应推测乙醇的结构,实验装置如图所示。下列关于实验操作的叙述错误的是 ()



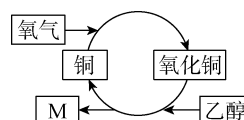
- A. 实验时应保证乙醇足量,让钠反应完全
 B. 装置 b 中进气管不应插入水中,排水导管应插到集气瓶底部
 C. 通过测定放出的氢气气体的体积计算乙醇中活泼氢的数目,从而推测乙醇的结构
 D. 从量筒中读取排出水的体积时,应注意上下移动量筒使量筒内的液面与集气瓶中的液面相平

【答案】A

【解析】该实验探究一定量的乙醇和 Na 的反应从而推断乙醇的结构,应该保证乙醇为定量,Na 为足量,A 错误;反应生成的 H_2 不溶于水,可以用排水法测量氢气的体积,故排水导管应插入集气瓶底部,B 正确;根据生成的 H_2 的体积计算乙醇中活泼氢的数目,推测乙醇的结构,C 正确;读数时应上下移动量筒使量筒内的液面和集气瓶中的液面相平,D 正确。

【点睛】本题的核心是根据乙醇和氢气的比例关系确认乙醇的结构。

【变式训练 2】某化学反应过程如图所示。由图得出的判断中错误的是 (B)

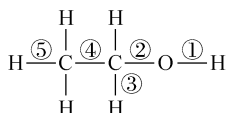


- A. 生成物 M 的结构简式为 CH_3CHO

- B. 乙醇发生了还原反应
C. 铜是此反应的催化剂
D. 反应中有红黑交替变化的现象

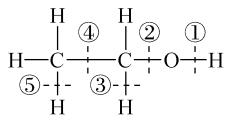
【解析】生成物 M 的结构简式为 CH_3CHO , A 正确; 乙醇发生了氧化反应, B 错误; 铜不参与总反应, 是此反应的催化剂, C 正确; 反应前铜为红色, 然后被氧气氧化为黑色氧化铜, 最后被乙醇还原为铜单质, 有红黑交替变化的现象, D 正确。

探究 3 乙醇发生反应时的断键情况



化学反应	键的断裂情况
与钠反应	断①键
燃烧	断①②③④⑤键
催化氧化	断①③键

【例 3】乙醇分子结构中各种化学键标号如下。下列有关说法正确的是 ()



- A. 与钠反应时断裂②
B. 在铜催化下与 O_2 反应断裂①③
C. 在铜催化下与 O_2 反应断裂②③
D. 在空气中完全燃烧时断裂①③

【答案】B

【解析】乙醇与金属钠反应生成乙醇钠和氢气, 断开羟基上的氢氧键, 即断裂①, A 错误; 乙醇在铜催化下与 O_2 反应生成乙醛和水, 断开的是羟基上的氢氧键和与羟基所连的碳原子上的碳氢键, 即断裂①③, 故 B 正确、C 错误; 乙醇在空气中完全燃烧时生成二氧化碳和水, 乙醇中化学键全部断裂, D 错误。

点睛 根据乙醇发生催化氧化时的断键特点可知, 只有与羟基相连的碳原子上有氢时羟基才能被催化氧化。

【变式训练 3】2-丁醇发生下列反应时, 只有 C—O 键发生断裂的是 ()

- A. 与 Na 反应
B. 在 Cu 催化下与 O_2 反应
C. 与 HBr 在加热条件下反应
D. 在空气中燃烧

【解析】A. 2-丁醇与金属 Na 反应断裂的是 O—H 键, A 错误; B. 在 Cu 催化下与 O_2 反应断裂的是 C—H 键和 O—H 键, B 错误; C. 与 HBr 在加热条件下反应断裂的是 C—O 键, C 正确; D. 在空气中燃烧时所有的化学键全部断裂, D 错误。

随堂小练

1. 下列关于乙醇的说法中正确的是 ()
A. 乙醇结构中有一—OH, 所以乙醇溶于水可以电离出 OH^- 而显碱性

- B. 乙醇燃烧生成二氧化碳和水, 说明乙醇具有氧化性
C. 乙醇与钠反应可以产生氢气, 所以乙醇显酸性
D. 乙醇与钠反应非常平缓, 所以乙醇羟基上的氢原子不如水中的氢原子活泼

【解析】乙醇结构中有一—OH, 能与水分子形成氢键, 所以乙醇能溶于水, 但不能电离出 OH^- , A 错误; 乙醇燃烧生成二氧化碳和水, 乙醇作还原剂, 具有还原性, B 错误; 乙醇与钠反应可以产生氢气, 但乙醇不能电离出氢离子, 不显酸性, C 错误。

2. 酒后驾车是引发交通事故的重要原因。交警对驾驶员进行呼气酒精检测的原理是橙色的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 酸性水溶液遇乙醇迅速生成蓝绿色的 Cr^{3+} 。下列对乙醇的描述与此测定原理有关的是 ()

- ①乙醇沸点低
②乙醇密度比水的小
③乙醇有还原性
④乙醇的组成中含氧元素

- A. ②④ B. ②③ C. ①③ D. ①④

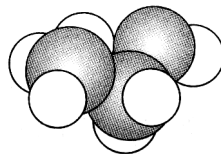
【解析】①乙醇沸点低, 易挥发, 若饮酒, 呼出的气体中含有酒精, 与测定原理有关; ②乙醇密度比水的小, 与测定原理无关; ③ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 遇乙醇迅速生成蓝绿色的 Cr^{3+} , Cr 元素的化合价由 +6 价降为 +3 价, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原, 则乙醇被氧化, 乙醇有还原性, 与测定原理有关; ④乙醇的组成中含氧元素, 与测定原理无关。则与反应原理有关的序号为①③, 因此合理选项是 C。

3. 下列有机物中, 不属于烃的衍生物的是 ()

- A. $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Cl}$
B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$
C. $\text{CH}_2=\text{CHBr}$
D. $[\text{CH}_2-\text{CH}_2]_n$

【解析】 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Cl}$ 可看作甲苯分子中苯环上的一个氢原子被 Cl 原子取代后的产物; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$ 可看作 CH_3CH_3 分子中的一个氢原子被硝基取代后的产物; $\text{CH}_2=\text{CHBr}$ 可看作 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 分子中的一个氢原子被 Br 原子取代后的产物; 只有 $[\text{CH}_2-\text{CH}_2]_n$ 不属于烃的衍生物。

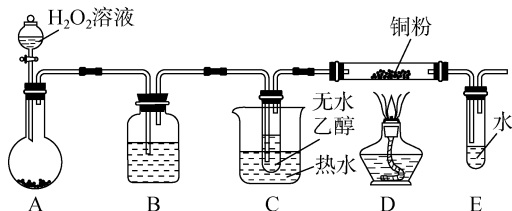
4. 如图是某有机物分子的空间填充模型, 有关该物质的叙述中正确的是 ()



- A. 其结构简式为 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$
B. 其官能团为 OH^-
C. 能与钠反应
D. 能使紫色石蕊溶液变蓝

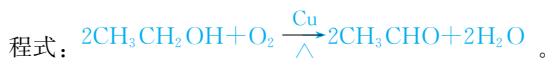
【解析】该填充模型对应的有机物为乙醇, 结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, 官能团为一—OH, 不能使紫色石蕊溶液变蓝。

5. 利用下列装置进行乙醇的催化氧化实验,其中 C 装置的试管中盛有无水乙醇。(夹持装置已略去)



(1) 装置 A 圆底烧瓶内的固体物质是 MnO_2 , C 中热水的作用是 使液态乙醇转化为乙醇蒸气。

(2) 实验过程中 D 装置中可以观察到的实验现象为 铜粉变黑后又变红, 红黑交替出现, 写出 D 处发生反应的化学方程式:



【解析】(1) A 中是过氧化氢在二氧化锰催化作用下生成水和氧气; C 是加热乙醇得到乙醇蒸气进入 D, 所以 C 中热水的作用为使液态乙醇转化为乙醇蒸气。

(2) 实验过程中铜粉由红色变成黑色, 是由于铜和氧气反应生成氧化铜, 反应的化学方程式为 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$, 由黑色变成红色, 是由于乙醇和氧化铜反应生成铜, 反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$, 即在铜作催化剂、加热条件下, 乙醇被氧气氧化生成乙醛和水, 所以 D 处发生反应的化学方程式为 $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。



温馨提示: 请自主完成课后作业(二十)

课后作业·单独成册

第2课时 乙酸

自主预习

知新导学

1. 乙酸的结构

乙酸又被称为醋酸,是烃的含氧衍生物,分子式为 $C_2H_4O_2$,结构简式为 CH_3COOH 。乙酸的官能团是 $-COOH$,叫做羧基。

2. 乙酸的性质

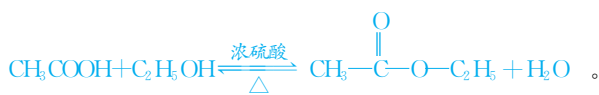
(1) 物理性质

乙酸是有强烈刺激性气味的无色液体,纯净的乙酸又叫冰醋酸。乙酸易溶于水和乙醇。

(2) 化学性质

①乙酸具有酸性,能使紫色石蕊溶液变红。

②乙酸能与乙醇发生酯化反应(指酸与醇反应生成酯和水的反应),是可逆反应),反应的化学方程式为



3. 乙酸乙酯的官能团是酯基 ($-C(=O)-O-R$)。

小试牛刀

1. 下列关于乙酸的说法正确的是 (C)

- A. 结构简式为 $C_2H_4O_2$
- B. 分子式为 CH_3COOH
- C. 可与 Na 反应生成 H_2
- D. 分子中原子之间只存在单键

【解析】乙酸的结构简式为 CH_3COOH ,A 错误;乙酸的分子式为 $C_2H_4O_2$,B 错误;乙酸属于酸,具有酸的通性,可与金属 Na 反应生成 H_2 ,C 正确;乙酸分子中羧基中的碳原子与氧原子之间形成了碳氧双键,D 错误。

2. 下列事实不能体现乙酸酸性的是 (C)

- A. 乙酸滴入碳酸钠溶液中会出现气泡
- B. 乙酸中滴加几滴石蕊溶液呈红色
- C. 乙酸和水能以任意比例互溶
- D. 长时间使用的热水瓶的内胆可以用乙酸来洗去水垢

【解析】乙酸滴入碳酸钠溶液中,羧基与碳酸根反应生成二氧化碳,说明乙酸酸性比碳酸酸性强,A 正确;石蕊溶液遇酸变红,乙酸中滴加几滴石蕊溶液呈红色,说明显酸性,B 正确;乙酸和水能以任意比例互溶与酸性无关,C 错误;长时间使

用的热水瓶的内胆可以用乙酸来洗去水垢(水垢的主要成分是碳酸钙),说明乙酸酸性比碳酸酸性强,D 正确。

3. 若乙酸分子中的氧都是 ^{18}O ,乙醇分子中的氧都是 ^{16}O ,二者在浓 H_2SO_4 作用下发生反应,一段时间后,分子中含有 ^{18}O 的物质有 (B)

- A. 4 种
- B. 3 种
- C. 2 种
- D. 1 种

【解析】若乙酸分子中的氧都是 ^{18}O ,乙醇分子中的氧都是 ^{16}O ,二者在浓 H_2SO_4 作用下发生酯化反应时,酸脱去羟基,醇脱去氢,所以化学方程式为 $CH_3C^{18}O^{18}OH + H^{16}OCH_2CH_3 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} CH_3C^{18}O^{16}OCH_2CH_3 + H_2^{18}O$,酯化反应是可逆反应,所以含有 ^{18}O 的物质有 $CH_3C^{18}O^{18}OH$ 、 $CH_3C^{18}O^{16}OCH_2CH_3$ 、 $H_2^{18}O$,共 3 种。

互动课堂

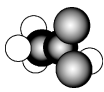
合作探究

探究 1 乙酸的物理性质与分子结构

1. 物理性质

颜色	状态	气味	溶解性	熔点	沸点
无色	液体	强烈刺激性	易溶于水和乙醇	16.6 °C	118 °C

2. 分子结构

分子式	结构式	结构简式	官能团	空间填充模型
$C_2H_4O_2$	$ \begin{array}{c} H & O \\ & \\ H-C & -C-O-H \\ & \\ H & \end{array} $	CH_3COOH	羧基 $ \begin{array}{c} O \\ \\ -C-OH \end{array} $	

【例 1】下列关于乙酸的认识正确的是 ()

- A. 乙酸的分子式是 $C_2H_4O_2$,是四元羧酸
- B. 标准状况下,乙酸为冰状固体
- C. 普通食醋中乙酸的含量为 12% 左右
- D. 乙酸有羧基和甲基两种官能团

【答案】B

【解析】A. 乙酸的分子式为 $C_2H_4O_2$,结构简式为 CH_3COOH ,在水溶液中发生电离, $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$,只能电离出 1 个 H^+ ,是一元羧酸,A 错误。B. 乙酸的熔点为 16.6 °C。标准状况下,乙酸为固体,B 正确。C. 食醋中乙

酸的含量一般为 3%~5%, C 错误。D. 乙酸中只含羧基一种官能团, D 错误。

点睛 几元酸指的是这种酸能电离出几个氢离子, 要注意的是有些酸分子中本身有很多氢原子, 但不是全都能电离, 比如此题中的乙酸分子里有 4 个氢原子, 但能电离的只有 1 个, 所以是一元酸。

【变式训练 1】下列关于乙醇、乙酸的结构说法中正确的是 (D)

- A. 乙酸的分子式为 CH_3COOH
- B. 都含有羧基
- C. 乙醇、乙酸互为同分异构体
- D. 乙醇和乙酸分子都是烃的衍生物

【解析】乙酸的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, A 错误; 乙醇的官能团是羟基, B 错误; 乙醇和乙酸分子式不同, 不能互为同分异构体, C 错误; 从结构上说, 烃分子中的氢原子被其他原子或原子团所取代而生成的一系列化合物称为烃的衍生物, 而乙醇和乙酸分子可以看作乙烷和甲烷分子中的氢原子分别被羟基和羧基所取代的产物, 都是烃的衍生物, D 正确。

探究 2 乙酸的化学性质

1. 具有酸的通性

乙酸为弱酸, 在水中存在电离平衡: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$, 酸性比 HCl 、 H_2SO_4 、 HNO_3 的弱, 比 H_2CO_3 、 HClO 的强, 具有酸的通性。

(1) 使酸碱指示剂变色。

(2) 与活泼金属反应: $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Zn} \longrightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(3) 与碱性氧化物反应: $\text{CaO} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 与碱反应: $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \longrightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

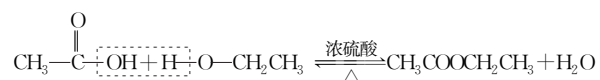
(5) 与弱酸盐反应: $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

2. 酯化反应

(1) 酯化反应的特点

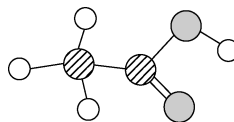


(2) 反应原理(以乙酸乙酯的生成为例)



注意:在催化剂的作用下, 乙酸脱去羧基上的羟基, 乙醇脱去羟基上的氢原子, 二者结合成水, 其他部分结合生成乙酸乙酯, 所以酯化反应实质上也是取代反应。酯化反应是可逆反应, 反应进行得比较缓慢, 反应物不能完全变成生成物。

【例 2】如图所示是某有机物分子的球棍模型, 该有机物中含有 C、H、O 三种元素。下列关于该有机物的说法中不正确的是 ()



- A. 是食醋的主要成分
- B. 其官能团是羧基
- C. 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
- D. 能与碱发生中和反应

【答案】C

【解析】根据分子的球棍模型可知, 该有机物的结构简式为 CH_3COOH , 为乙酸。乙酸是食醋的主要成分, A 正确; 乙酸的官能团是羧基, B 正确; 羧基不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, C 错误; 乙酸属于弱酸, 能与碱发生中和反应, D 正确。

点睛 羧基和酯基虽然均为不饱和基团, 但是均不能被酸性高锰酸钾氧化。

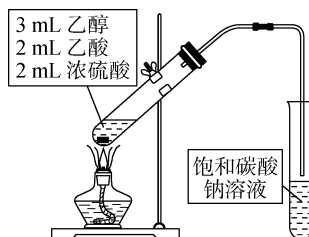
【变式训练 2】下列关于乙酸性质的叙述中错误的是 (C)

- A. 乙酸的酸性比碳酸的强, 所以它可以和碳酸盐溶液反应生成 CO_2 气体
- B. 乙酸具有氧化性, 能跟钠反应放出 H_2
- C. 乙酸分子中含有碳氧双键, 所以它能使溴水褪色
- D. 乙酸在温度低于 16.6°C 时, 就凝结成冰状晶体

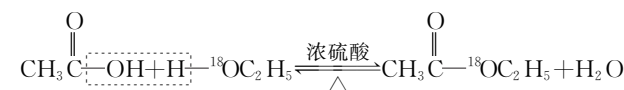
【解析】根据强酸制弱酸的原理, 乙酸的酸性比碳酸的强, 所以它可以跟碳酸盐溶液反应, 产生 CO_2 气体, A 正确; 乙酸与钠反应产生氢气, 乙酸作氧化剂, 具有氧化性, B 正确; 能使溴水褪色的是碳碳双键或碳碳三键, 不是碳氧双键, 乙酸不能使溴水褪色, C 错误; 乙酸的熔点较低, 低于 16.6°C 时, 乙酸就凝结成冰状晶体, 所以俗名又叫冰醋酸, D 正确。

探究 3 酯化反应实验探究

1. 实验装置



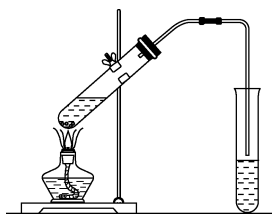
2. 实验原理



3. 注意事项

酒精灯	用酒精灯加热的目的是加快反应速率;使生成的乙酸乙酯及时蒸出,从而提高乙酸的转化率
碎瓷片	加热前,常向左侧试管中加入几片碎瓷片,目的是防暴沸
导气管	插入右侧试管中的导气管末端不和液面接触,目的是防倒吸
左侧试管倾斜45°的目的	增大受热面积
均匀加热的目的	加快反应速率,并将生成的乙酸乙酯及时蒸出,有利于乙酸乙酯的生成
反应物加入顺序	先加入乙醇,然后边振荡试管边慢慢加入浓硫酸和乙酸
酯的分离	对于生成的酯,通常用分液漏斗进行分液,其中乙酸乙酯位于上层

【例3】实验室用图示装置制取乙酸乙酯。



(1) 浓 H_2SO_4 的作用是_____、_____。

(2) 右边收集试管内装有_____,该溶液的作用是_____。

导气管不能插入液面以下,原因是_____。加热前,向左侧试管中加入几片碎瓷片的作用是_____。

(3) 从右边收集试管内分离出乙酸乙酯的方法是_____。

(4) 实验室可用乙醇来制取乙烯,将生成的乙烯通入溴的四氯化碳溶液中,反应后生成物的结构简式是_____。

【答案】(1) 催化剂 吸水剂 (2) 饱和碳酸钠溶液 除去挥发出来的乙酸和乙醇,减小乙酸乙酯溶解度,有利于分层 防止倒吸 防止暴沸 (3) 分液 (4) $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$

【解析】(1) 乙酸与乙醇发生酯化反应,需浓硫酸作催化剂,该反应为可逆反应,浓硫酸吸水有利于平衡向生成乙酸乙酯的方向移动,浓硫酸作催化剂、吸水剂。

(2) 制备乙酸乙酯时常用饱和碳酸钠溶液收集乙酸乙酯,目的是中和挥发出来的乙酸,使之转化为乙酸钠溶于水,便

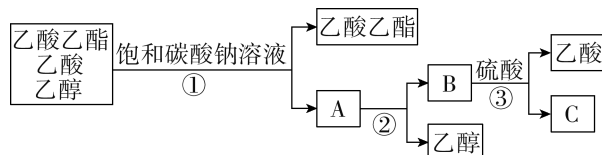
于闻乙酸乙酯的香味;溶解挥发出来的乙醇;降低乙酸乙酯在水中的溶解度,便于分层得到酯。导管不能插入溶液中,导管要置于饱和碳酸钠溶液的液面上方,以防止倒吸。加热液体时要加几片碎瓷片,作用是防止暴沸。

(3) 乙酸乙酯不溶于水,密度比水的小,则分离饱和碳酸钠溶液和乙酸乙酯的方法是分液。

(4) 将生成的乙烯通入溴的四氯化碳溶液中,乙烯与溴发生加成反应生成1,2-二溴乙烷,化学方程式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{四氯化碳}} \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ 。

点睛 由于乙酸、乙醇易挥发,故制取的乙酸乙酯中会混有乙酸和乙醇,而酯化反应实验中饱和碳酸钠溶液的作用就是中和挥发出来的乙酸,使之转化为乙酸钠溶于水,便于闻乙酸乙酯的香味;溶解挥发出来的乙醇;降低乙酸乙酯在水中的溶解度,便于分层得到酯。

【变式训练3】如图是分离乙酸乙酯、乙酸和乙醇混合物的实验操作流程,在如图所示实验过程中,所涉及的三次分离操作分别是 (B)



- A. ①蒸馏;②过滤;③分液
B. ①分液;②蒸馏;③蒸馏
C. ①蒸馏;②分液;③分液
D. ①分液;②蒸馏;③结晶、过滤

【解析】乙酸乙酯不溶于饱和碳酸钠溶液,可用分液的方法分离,溶液中的主要成分为乙酸钠和乙醇,二者沸点相差较大,通过蒸馏可得到乙醇,再在乙酸钠溶液中加入硫酸,得到乙酸和硫酸钠,二者沸点相差较大,通过蒸馏可得到乙酸,答案选B。

随堂小练

1. 下列关于乙酸的叙述中错误的是 (B)

- A. 纯净的乙酸又称为冰醋酸
B. 乙酸不能与水互溶
C. 乙酸能与小苏打反应放出气体
D. 乙酸能发生酯化反应

【解析】温度低于 $16.6\text{ }^\circ\text{C}$, 乙酸就凝结成冰状晶体, 纯净的乙酸又称为冰醋酸, A 正确; 乙酸分子结构中含有羧基, 是亲水基团, 且与水分子间形成氢键, 故能与水互溶, B 错误; 依据强酸制弱酸的原理, 乙酸的酸性强于碳酸的酸性, 乙酸能与小苏打反应放出气体, C 正确; 乙酸分子中含有羧基, 能与醇中羟基之间脱水生成酯和水, 乙酸能发生酯化反应, D 正确。

2. 下列关于乙酸的描述正确的是 (C)

- A. 官能团为—OH
- B. 能使石蕊溶液变蓝
- C. 能与乙醇发生酯化反应
- D. 与乙酸乙酯的分子式相同

【解析】乙酸的官能团为—COOH, A 错误; 乙酸能使石蕊溶液变红, B 错误; 乙酸与乙醇在浓硫酸作催化剂并加热的条件下发生酯化反应, 生成乙酸乙酯, C 正确; 乙酸的分子式为 $C_2H_4O_2$, 乙酸乙酯的分子式为 $C_4H_8O_2$, 分子式不同, D 错误。

3. (双选) 丙酸钠对于霉菌、酵母菌及细菌等具有广泛的抗菌作用, 常用作食品保鲜剂, 适于糕点中作防腐剂和用作面包防霉剂。丙酸钠对人体几乎无毒性, 常以丙酸为原料经氢氧化钠中和而制得。下列有关丙酸的说法中不正确的是 (BD)

- A. 丙酸遇紫色石蕊溶液变红
- B. 1 mol 丙酸能与足量钠反应生成 1 mol 氢气
- C. 丙酸与乙酸互为同系物
- D. 丙酸存在多种羧酸类同分异构体

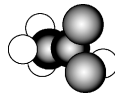
【解析】丙酸显酸性, 能使紫色石蕊溶液变红, A 正确; 1 mol 丙酸能与足量钠反应生成 0.5 mol 氢气, B 错误; 丙酸与乙酸是只相差一个 CH_2 的羧酸, 互为同系物, C 正确; 丙酸不存在羧酸类同分异构体, D 错误。

4. 酯化反应是有机化学中的一类重要反应, 下列对酯化反应理解不正确的是 (C)

- A. 酯化反应是有限度的
- B. 酯化反应可看成取代反应的一种
- C. 酯化反应的产物只有酯
- D. 浓硫酸可作酯化反应的催化剂

【解析】酯化反应是取代反应的一种, 产物为酯和水; 酯化反应是可逆反应, 不能进行到底, 且需浓 H_2SO_4 作催化剂和吸水剂。

5. 乙酸是生活中的一种常见有机物, 它的分子结构模型如图所示。



(1) 乙酸的分子式为 $C_2H_4O_2$, 结构简式为 CH_3COOH , 乙酸中官能团的名称为羧基。

(2) 乙酸与 Na_2CO_3 溶液反应产生的气体是 CO_2 (填分子式)。

(3) 一定条件下, 乙酸能与乙醇发生反应生成一种具有香味的油状液体, 请写出反应的化学方程式: $CH_3COOH +$

$CH_3CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$ 。该反应的类型是酯化(或取代)反应。

【解析】(1) 乙酸的分子式为 $C_2H_4O_2$, 结构简式为 CH_3COOH , 官能团的名称为羧基。

(2) 乙酸中含羧基, 具有酸性, 与 Na_2CO_3 溶液反应生成二氧化碳, 其分子式为 CO_2 。

(3) 乙酸能与乙醇发生反应生成乙酸乙酯, 化学方程式为 $CH_3COOH + CH_3CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{\text{浓 } H_2SO_4} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$, 为酯化(或取代)反应。



温馨提示: 请自主完成课后作业(二十一)

课后作业 · 单独成册

第3课时 官能团与有机化合物的分类

自主预习

知新导学

1. 官能团

(1)定义:决定化合物 特殊性质 的原子或原子团。含有相同官能团的有机物在性质上具有 相似 之处。

(2)常见的有机化合物的官能团:烯烃 $\text{C}=\text{C}$ 、炔

烃 $\text{C}\equiv\text{C}$ 、醇 $-\text{OH}$ 、羧酸 $-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ 。

2. 认识有机物的一般思路

(1)可先从 结构 入手,分析其碳骨架和 官能团,了解它所属的有机物 类别。

(2)再结合这类有机物的一般性质,推测该有机物可能具有的性质,并通过实验进行验证。

(3)还可以根据有机物 发生的化学反应,了解其在 有机物转化(有机合成) 中的作用。

小试牛刀

1. 下列说法正确的是 (A)

- A. 乙醇的官能团是羟基
- B. 炔烃的官能团是碳碳双键
- C. 官能团是反映一类化合物物理性质的原子或原子团
- D. 饱和一元羧酸的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_2$

【解析】乙醇的官能团是羟基,A正确;炔烃的官能团是碳碳三键,B错误;官能团是决定化合物化学性质的原子或原子团,C错误;饱和一元羧酸的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$,错误。

2. 下列关于官能团的判断中说法正确的是 (C)

- A. 醛的官能团是 $-\text{C}(=\text{O})-$
- B. 羧酸的官能团是 $-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$
- C. 酯的官能团是 $-\text{C}(=\text{O})\text{OR}$
- D. 炔烃的官能团是 $\text{C}\equiv\text{C}$

【解析】A. 醛的官能团是醛基 $-\text{C}(=\text{O})\text{H}$,错误;B. 羧酸的官能团是羧基 $-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$,错误;D. 炔烃的官能团是碳碳三键 $\text{C}\equiv\text{C}$,错误。

3. 下列物质中不属于卤代烃的是 (B)

- A. $\text{CH}_2=\text{CHBr}$
- B. CH_3COCl

C. CH_2Cl_2

D. $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$

【解析】卤代烃分子中与卤素原子直接相连的是烃基,即卤代烃是烃分子中的氢原子被卤素原子取代后所生成的化合物,故A、C、D三项中的有机物属于卤代烃,它们分别属于不饱和卤代烃、多元卤代烃和芳香卤代烃。

互动课堂

合作探究

探究1 官能团

1. 基与官能团

	基	官能团
区别	有机物分子中去掉某些原子或原子团后剩下的原子团	决定化合物特殊性质的原子或原子团
联系	有些“官能团”属于“基”,但“基”不一定是“官能团”,如甲基($-\text{CH}_3$)不是官能团	

2. 多官能团物质性质的复杂性

同一种烃的衍生物可以含有多个官能团,依官能团的不同

可以属于不同的类别。如 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{OH}$,可认为属于醛类、羧酸类或醇类。不同的官能团在有机分子中基本保持各自的性质,如上述化合物具有醛、羧酸、醇的性质。

【例1】下列官能团名称与对应结构简式书写错误的是 ()

- A. 羟基: $-\text{OH}$
- B. 羧基: $-\text{COOH}$
- C. 醛基: $-\text{COH}$
- D. 氨基: $-\text{NH}_2$

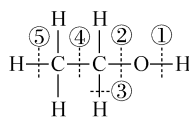
【答案】C

【解析】醛基对应的结构简式为 $-\text{CHO}$,结构式为 $-\text{C}(=\text{O})\text{H}$,C错误。

【点睛】要注意官能团的结构简式和结构式的书写方法。

【变式训练1】下列说法正确的是 (D)


- A. 羟基与氢氧根离子有相同的化学式和电子式
- B. 乙醇的官能团是 $-\text{OH}$,可与 NaOH 溶液发生中和反应
- C. 常温下,1 mol 乙醇可与足量的 Na 反应生成 11.2 L H_2
- D. 已知乙醇的结构式如图所示,则乙醇催化氧化时断裂的化学键为①③





【解析】乙醇的官能团是 $-\text{OH}$,属于醇类,能与活泼金属钠反应置换出氢气,能发生氧化反应、消去反应、酯化反应。

A. 羟基的电子式为 $\cdot \ddot{\text{O}} \cdot \text{H}$, 氢氧根离子的电子式为 $[\cdot \ddot{\text{O}} \cdot \text{H}]^-$, 错误; B. 乙醇的官能团是 $-\text{OH}$, 属于非电解质, 不能与 NaOH 溶液发生中和反应, 错误; C. 标准状况下, 1 mol 乙醇可与足量的 Na 反应生成 11.2 L H_2 , 错误; D. 乙醇催化氧化时, 羟基氢氧键断裂与羟基相连的碳原子发生碳氢键断裂, 断裂的化学键为①③, 正确。



探究2 常见的有机物的官能团

有机化合物类别	官能团	代表物
烷烃	—	甲烷 CH_4
烯烃	$\text{C}=\text{C}$ 碳碳双键	乙烯 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
炔烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$ 碳碳三键	乙炔 $\text{CH}\equiv\text{CH}$
芳香烃	—	苯 
卤代烃	$-\text{C}-\text{X}$ 碳卤键 (X 表示卤素原子)	溴乙烷 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$
醇	$-\text{OH}$ 羟基	乙醇 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
醛	O $-\text{C}-\text{H}$ 醛基	乙醛 $\text{CH}_3-\text{C}-\text{H}$
羧酸	O $-\text{C}-\text{OH}$ 羧基	乙酸 $\text{CH}_3-\text{C}-\text{OH}$
酯	O $-\text{C}-\text{O}-\text{R}$ 酯基	乙酸乙酯 $\text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$

【例2】下列物质的类别与所含官能团都正确的是 ()

- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 属于卤代烃, 官能团为 Br^-
 B.  $-\text{OOCH}$ 属于醛, 官能团为 $-\text{COH}$
 C. $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ 属于酯, 官能团为 $-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}$
 D.  $-\text{OH}$ 属于芳香烃, 官能团为苯基

【答案】C

【解析】A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 属于卤代烃, 官能团为 $-\text{Br}$ 而不是 Br^- , 错误; B.  $-\text{OOCH}$ 属于醛酯, 官能团表示为 $-\text{CHO}$ 和 $-\text{COO}-$, 错误; D.  $-\text{OH}$ 的官能团是羟基, 错误。

【点睛】卤代烃中官能团为卤素原子而不是离子, 有机物大多是非电解质, 是无法电离出离子的。

【变式训练2】下列关于官能团的判断中说法错误的是

(B)

- A. 醇的官能团是羟基 ($-\text{OH}$)
 B. 羧酸的官能团是羟基 ($-\text{OH}$)

C. 卤代烃的官能团是碳卤键 ($-\text{C}-\text{X}$)

D. 烯烃的官能团是碳碳双键 ($\text{C}=\text{C}$)

【解析】羧酸的官能团为羧基 ($-\text{COOH}$), 不是羟基, B 错误。

随堂小练

1. 下列原子或原子团中, 不属于官能团的是 (D)

- A. 氯原子 B. 羟基 C. 硝基 D. 苯环

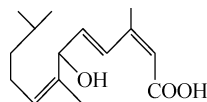
【解析】官能团指决定有机化合物的化学性质的原子或原子团, 苯环不是官能团, 答案选 D。

2. 下列有机化合物中所含官能团或基团描述错误的是 (D)

- A. 乙酸乙酯 酯基 B. 乙醇 羟基
 C. 甲醛 醛基 D. 苯 碳碳双键

【解析】A. 乙酸乙酯中官能团是 $-\text{COO}-\text{R}$, 名称为酯基, 正确; B. 乙醇 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) 中官能团是 $-\text{OH}$, 名称为羟基, 正确; C. 甲醛 (HCHO) 中官能团为 $-\text{CHO}$, 名称为醛基, 正确。

3. 某有机物的结构简式如图所示, 下列关于该有机物的说法正确的是 (A)



- A. 含有碳碳双键、羟基、羧基
 B. 含有苯环、羟基、羧基
 C. 含有羟基、羧基、酯基
 D. 含有碳碳双键、苯环、羟基

【解析】由该分子的结构简式可知, 该有机物的结构中存在 3 个碳碳双键、1 个 (醇) 羟基和 1 个羧基, A 项正确; 结构中只有一个六元环、无苯环结构, B、D 两项错误; 分子中无酯基结构, C 项错误。

温馨提示: 请自主完成课后作业 (二十二)

课后作业 · 单独成册

第四节 基本营养物质

第1课时 糖类

自主预习

知新导学

1. 糖类的组成

糖类是绿色植物 光合作用 的产物,糖类的化学组成大多符合 $C_n(H_2O)_m$ 的通式,因此糖类也被称为 碳水化合物。

2. 糖类的分类

糖类可以根据其能否水解以及水解产物的多少,划分为 单糖、二糖、多糖。

3. 葡萄糖

(1) 结构

葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$,葡萄糖的结构简式为 $CH_2OH(CHOH)_4CHO$,葡萄糖分子的官能团是 —OH(羟基) 和 —CHO(醛基)。

(2) 化学性质

葡萄糖与新制的 $Cu(OH)_2$ 反应,生成砖红色的 Cu_2O 沉淀;与银氨溶液反应生成 银。这两个反应可用来检验葡萄糖。

4. 蔗糖、淀粉和纤维素

蔗糖、淀粉和纤维素在稀酸的催化下能发生 水解 反应,最终生成 单糖。

小试牛刀

1. 葡萄糖所含的元素是

(B)

A. C、O B. C、H、O C. H、O D. C、H、N

【解析】葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$,所含元素为 C、H、O,答案选 B。

2. 下列有关概念的描述正确的是

(C)

- A. 纤维素被人体消化吸收后提供营养物质
B. 能发生水解反应的物质不一定是糖类,但糖类一定能发生水解反应
C. 葡萄糖、果糖的分子式均为 $C_6H_{12}O_6$,二者互为同分异构体
D. 1 mol 二糖完全水解一定能够生成 2 mol 葡萄糖

【解析】A. 人体内无纤维素酶,因此纤维素不能被人体消化吸收,错误。B. 糖类不一定能发生水解反应,如葡萄糖,错误。C. 葡萄糖、果糖的分子式均为 $C_6H_{12}O_6$,葡萄糖分子中含有醛基,果糖中不含,两者结构不同,互为同分异构体,正确。D. 二糖中的蔗糖和麦芽糖可以水解得到单糖,1 mol 蔗糖完全水解生成 1 mol 葡萄糖和 1 mol 果糖,1 mol 麦芽糖完全水解生成 2 mol 葡萄糖,错误。

3. 下列实验操作和结论错误的是

(D)

- A. 用新制的 $Cu(OH)_2$ 可鉴别麦芽糖和蔗糖
B. 用银镜反应可证明蔗糖是否转化为葡萄糖,但不能证明是否完全转化
C. 浓硫酸可使蔗糖脱水变黑,证明蔗糖含 C、H、O 三种元素
D. 蔗糖溶液中滴加几滴稀硫酸,水浴加热几分钟,加入银氨溶液中,没有银镜产生,证明蔗糖不水解

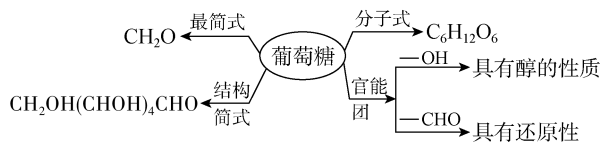
【解析】A. 麦芽糖含有醛基能使新制 $Cu(OH)_2$ 产生砖红色沉淀,蔗糖不含醛基不能使新制 $Cu(OH)_2$ 产生沉淀,正确;B. 只要有蔗糖水解为葡萄糖,就能发生银镜反应,正确;C. 蔗糖脱水变黑,证明蔗糖含 C、H、O 三种元素,正确;D. 验证蔗糖是否水解,应先在蔗糖溶液中滴加几滴稀 H_2SO_4 ,水浴加热几分钟,加入过量的氢氧化钠中和硫酸,再加入银氨溶液,若生成银,则发生水解,错误。

互动课堂

合作探究

探究 1 葡萄糖

1. 葡萄糖的分子结构与性质



2. 葡萄糖的特征反应

实验操作	实验现象
	加入氨水时先生成沉淀,然后沉淀又溶解;放在水浴中加热,试管内壁上有光亮的银镜生成
	先生成蓝色沉淀,加热后试管内有砖红色沉淀产生

注意:这两个反应常用于检验葡萄糖的存在。

【例 1】葡萄糖的结构简式如下。下列有关葡萄糖的描述中不正确的是

()



- A. 葡萄糖在一定条件下能水解
B. 可与乙酸发生取代反应
C. 能发生银镜反应
D. 葡萄糖的分子式是 $C_6H_{12}O_6$

【答案】A

【解析】A. 葡萄糖是单糖,不能水解,错误;B. 葡萄糖含有羟基,可与乙酸发生酯化反应(取代反应的一种),正确;C. 葡萄糖含有醛基,能发生银镜反应,正确;D. 由葡萄糖的结构简式可知,葡萄糖的分子式是 $C_6H_{12}O_6$,正确。

【点睛】糖类指多羟基醛或多羟基酮,而不是传统意义的碳水化合物。糖类按照能否水解及水解生成单糖的个数又分为单糖、二糖、多糖。单糖包括葡萄糖和果糖等不能水解的糖;二糖包括麦芽糖和蔗糖;多糖包括淀粉和纤维素。

【变式训练 1】医院在对某类病人的尿液进行检查时常把氢氧化钠溶液和硫酸铜溶液加入尿液中并加热,如果观察到产生砖红色沉淀,说明该尿液中含有 (B)

A. 食醋 B. 葡萄糖 C. 食盐 D. 白酒

【解析】氢氧化钠溶液和硫酸铜溶液发生反应生成 $Cu(OH)_2$,根据以下物质分别与 $Cu(OH)_2$ 是否发生反应以及反应现象进行分析。

A. 食醋的主要成分是乙酸(CH_3COOH), CH_3COOH 和 $Cu(OH)_2$ 发生中和反应,生成乙酸铜和水,使 $Cu(OH)_2$ 沉淀溶解,但没有砖红色沉淀生成,错误;B. 葡萄糖中含有醛基,醛基具有还原性,能与新制的 $Cu(OH)_2$ 发生氧化反应而生成砖红色沉淀(Cu_2O),符合实验现象,说明尿液中含有葡萄糖,正确;C. 食盐不与 $Cu(OH)_2$ 反应,没有砖红色沉淀生成,C 错误;D. 白酒的主要成分是乙醇,乙醇不与 $Cu(OH)_2$ 反应,没有砖红色沉淀生成,错误。

【探究 2】糖类的水解反应

除单糖外,二糖和多糖在一定条件下都可以发生水解反应,最终生成单糖。

物质	水解方程式
蔗糖	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{催化剂}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$ 蔗糖 葡萄糖 果糖
麦芽糖	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{催化剂}} 2C_6H_{12}O_6$ 麦芽糖 葡萄糖
淀粉(或纤维素)	$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{\text{催化剂}} nC_6H_{12}O_6$ 淀粉(或纤维素) 葡萄糖

【例 2】某同学进行蔗糖的水解实验,并检验水解产物是否含有葡萄糖。他的操作如下:取少量蔗糖加适量水配成溶液;在蔗糖溶液中加入 3~5 滴稀硫酸;将混合液煮沸几分钟,冷却;在冷却后的溶液中加入银氨溶液,水浴加热。实验结果没有银镜产生。其原因是 ()

A. 蔗糖尚未水解
B. 加热时间不够
C. 煮沸后的溶液中没有加碱中和作催化剂的酸
D. 蔗糖水解的产物中没有葡萄糖

【答案】C

【解析】取少量蔗糖加适量水配成溶液;在蔗糖溶液中加入 3~5 滴稀硫酸;将混合液煮沸几分钟,冷却。淀粉在稀硫酸催化作用下发生水解,生成葡萄糖。此时水解液中因为存在稀硫酸而显酸性,应加入过量 $NaOH$ 溶液,使水解液呈碱性,然后

加入银氨溶液,水浴加热。实验中没有用碱液中和作催化剂的酸而使得实验失败,C 正确。

【点睛】解答有机实验的关键是关注溶液的酸碱性,淀粉、蔗糖水解需要稀硫酸作催化剂,银镜反应、含醛基的有机物与新制氢氧化铜反应的前提是碱性环境。

【变式训练 2】淀粉完全水解后的特征是 (B)

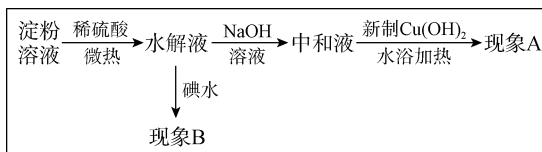
A. 能发生银镜反应
B. 遇碘水不显蓝色
C. 与新制的 $Cu(OH)_2$ 悬浊液反应,生成砖红色沉淀
D. 有甜味

【解析】只要溶液中有葡萄糖存在,就能发生银镜反应,能与新制 $Cu(OH)_2$ 悬浊液反应生成砖红色沉淀,也有甜味,无论淀粉是否完全水解都会生成葡萄糖,所以有这些现象的存在不足以说明淀粉完全水解。若加碘水不显蓝色,则说明无淀粉剩余,即淀粉完全水解。

【探究 3】淀粉水解程度的判断

淀粉在稀酸的催化下能够发生水解反应,最终生成葡萄糖。淀粉遇碘显蓝色,不能发生银镜反应;淀粉的水解产物葡萄糖遇碘不能变蓝色,但能发生银镜反应。依据这一性质可判断淀粉在水溶液中是否发生了水解以及水解是否完全。

实验步骤如下:



实验现象及结论如下:

实验序号	现象 A	现象 B	结论
①	未生成砖红色沉淀	溶液变蓝色	淀粉尚未水解
②	生成砖红色沉淀	溶液变蓝色	淀粉部分水解
③	生成砖红色沉淀	溶液不变蓝色	淀粉完全水解

【例 3】将淀粉水解并用新制的 $Cu(OH)_2$ 检验水解产物的实验要进行的主要操作有:①加热;②滴入稀硫酸;③加入新制的 $Cu(OH)_2$;④加入 $NaOH$ 溶液。以上操作的先后顺序排列正确的是 ()

A. ①②③④① B. ②①④③①
C. ②①④③ D. ④③①②①

【答案】B

【解析】加热既是淀粉在酸的催化作用下发生水解反应的条件,也是其水解产物与新制 $Cu(OH)_2$ 发生反应的条件;滴入稀硫酸用来催化淀粉水解;加入 $NaOH$ 溶液是为了中和作催化剂的稀硫酸并调节溶液使其呈碱性,以使葡萄糖与 $Cu(OH)_2$ 的反应能够进行,故操作的正确排序为②①④③①,答案选 B。

【点睛】(1)常用新制的 $Cu(OH)_2$ 检验葡萄糖或其他含有醛基的有机物的存在。在医疗上,此原理可用于尿糖的检验。

(2)在利用新制的 $Cu(OH)_2$ 检验醛基的时候,必须使溶液呈现碱性。

【变式训练 3】下列实验方案设计及结论均正确的是 (C)

A. 淀粉溶液 $\xrightarrow[\Delta]{\text{稀 H}_2\text{SO}_4}$ 水解液 $\xrightarrow{\text{碘水}}$ 变蓝。结论: 淀粉没有水解

B. 淀粉溶液 $\xrightarrow[\Delta]{\text{稀 H}_2\text{SO}_4}$ 水解液 $\xrightarrow[\Delta]{\text{Cu(OH)}_2}$ 无砖红色沉淀。结论: 淀粉完全水解

C. 淀粉溶液 $\xrightarrow[\Delta]{\text{稀 H}_2\text{SO}_4}$ 水解液 $\xrightarrow{\text{NaOH}}$ 中和液 $\xrightarrow[\Delta]{\text{Cu(OH)}_2}$ 有砖红色沉淀。结论: 淀粉已水解

D. 淀粉溶液 $\xrightarrow[\Delta]{\text{稀 H}_2\text{SO}_4}$ 水解液 $\xrightarrow[\Delta]{\text{银氨溶液}}$ 无现象。结论: 淀粉没有水解

【解析】本题运用的化学原理是淀粉遇 I_2 变蓝色和淀粉在稀 H_2SO_4 催化下水解生成葡萄糖。检验淀粉未水解的关键是用实验证明没有水解产物葡萄糖生成; 检验淀粉部分水解的关键是既要证明有水解产物葡萄糖生成, 还要用实验证明仍有未水解的淀粉存在; 检验淀粉水解完全的关键是要用实验证明淀粉已不存在。为使淀粉水解而在淀粉溶液中加入稀硫酸, 而证明水解产物葡萄糖时, 无论用新制 Cu(OH)_2 还是银氨溶液都必须在碱性环境中进行, 所以在加鉴别试剂前必须用 NaOH 溶液中和稀硫酸。

A. 加碘水变蓝, 说明淀粉未完全水解, 不能说明淀粉没有水解, 结论错误; B. 水解液没有加碱中和, 所以无法检验葡萄糖的存在, 实验设计及结论都错误; C. 淀粉在酸性溶液中水解, 产物是葡萄糖, 中和水解液后用新制氢氧化铜检验葡萄糖, 有砖红色沉淀, 说明淀粉已经水解, 实验方案设计及结论都正确; D. 水解液没有加碱中和, 所以无法检验葡萄糖的存在, 实验方案设计及结论都错误。

随堂小练

1. 日常生活中的白糖、红糖、冰糖的主要成分均是 (A)
- A. 蔗糖 B. 果糖
C. 葡萄糖 D. 麦芽糖

【解析】日常生活中的白糖、红糖、冰糖的主要成分均是蔗糖。答案为 A。

2. 糖尿病患者的糖代谢功能紊乱, 以高血糖为主要标志, 血糖是指血液中的葡萄糖。下列有关说法正确的是 (D)
- A. 葡萄糖分子可表示为 $\text{C}_6(\text{H}_2\text{O})_6$, 则每个葡萄糖分子含有 6 个水分子
B. 葡萄糖与果糖互为同素异形体
C. 糖尿病人尿糖较高, 可用久置的氢氧化铜来检测病人尿液中的葡萄糖
D. 淀粉水解的最终产物是葡萄糖

【解析】A. 葡萄糖分子中不存在 H_2O , 错误; B. 葡萄糖和果糖分子式相同, 结构不同, 二者互为同分异构体, 错误; C. 葡萄糖与新制 Cu(OH)_2 共热生成砖红色沉淀, 错误; D. 淀粉水解的最终产物是葡萄糖, 正确。

3. (双选) 下列关于糖类的说法正确的是 (BD)
- A. 所有糖类物质都有甜味, 但不一定都溶于水
B. 葡萄糖和果糖性质不同, 但分子式相同

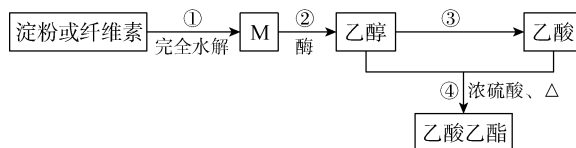
- C. 人体摄入的纤维素在酶的作用下能水解为葡萄糖
D. 葡萄糖能用于化学镀银

【解析】并不是所有的糖类都有甜味, 如纤维素, 故 A 错误; 葡萄糖和果糖分子式相同, 结构不同, 性质不同, 故 B 正确; 人体内无纤维素酶, 不能使纤维素发生水解生成葡萄糖, 故 C 错误; 葡萄糖含醛基具有还原性, 能和新制的银氨溶液发生银镜反应, 可用于化学镀银, 故 D 正确。

4. 下列关于淀粉和纤维素关系的叙述中不正确的是 (C)
- A. 都是非还原性糖
B. 都符合分子式 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$
C. 互为同分异构体
D. 都是天然高分子化合物

【解析】A. 淀粉和纤维素都是由葡萄糖脱水缩合而来, 都属于非还原性糖, 正确; B. 淀粉和纤维素的分子式均可写成 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, 正确; C. 淀粉与纤维素虽然分子式都可写成 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, 但是 n 的数值不相同, 通常纤维素的更大, 因此二者并非同分异构体, C 错误; D. 淀粉和纤维素都属于天然的有机高分子化合物, 正确。

5. 用可再生的物质制备乙酸乙酯的绿色合成路线之一如图所示:



(1) M 的化学式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。

(2) 反应③的反应类型为 氧化反应。

(3) 写出反应④的化学方程式: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 写出反应②的化学方程式: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$ 。

【解析】淀粉或纤维素完全水解得到葡萄糖, 葡萄糖经酶的作用生成乙醇; 乙醇可以被酸性高锰酸钾氧化生成乙酸, 乙酸和乙醇发生酯化反应生成乙酸乙酯。

(1) M 为葡萄糖, 化学式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。

(2) 乙醇到乙酸, 增加了氧原子减少了氢原子, 所以为氧化反应。

(3) 该反应为乙酸和乙醇的酯化反应, 化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) ②为葡萄糖在酶的作用下生成乙醇和二氧化碳的反应, 化学方程式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$ 。

温馨提示: 请自主完成课后作业(二十三)

课后作业 · 单独成册

第2课时 蛋白质

自主预习

知新导学

1. 蛋白质的存在和组成

(1) 存在: 蛋白质是构成 细胞 的基本物质, 存在于各类生物体内。

(2) 蛋白质主要由 C、H、O、N、S 等元素组成, 蛋白质是一类非常复杂的天然 有机高分子。

2. 氨基酸

(1) 蛋白质在酸、碱或酶的作用下能发生水解, 最终生成 氨基酸。

(2) 几种重要的氨基酸的结构简式

甘氨酸: $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$;

丙氨酸: $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$ 。

(3) 氨基酸分子中都含有 —COOH(羧基) 和 —NH₂(氨基) 两种官能团。

3. 蛋白质的性质

(1) 蛋白质在 强酸、强碱、重金属的盐类、乙醇、甲醛、加热、紫外线 等的作用下会发生 变性, 溶解度下降, 并失去生理活性。

(2) 水解: 蛋白质在一定条件下能发生水解反应, 最终生成 氨基酸。

小试牛刀

1. 蛋白质是人体必需的重要营养成分。下列食物中, 富含蛋白质的是 (C)

A. 白菜 B. 甘蔗 C. 豆腐 D. 猪油

【解析】A. 白菜属于蔬菜, 富含维生素, 错误; B. 甘蔗中主要含有蔗糖, 属于糖类, 错误; C. 豆腐以大豆为原料制作, 主要含有植物性蛋白质, 正确; D. 猪油属于油脂, 错误。

2. 医药中, 常用酒精来消毒, 是因为酒精能够 (B)

A. 使病毒蛋白质发生盐析
B. 使病毒蛋白质发生变性
C. 与病毒蛋白质发生氧化反应
D. 与病毒配合体生成配合物

【解析】一般病毒的主要成分是蛋白质外衣包裹 RNA, 酒精之所以能够消毒, 主要是因为酒精能够使蛋白质变性而使病毒失活, 从而达到消毒的目的。

3. 下列关于蛋白质的叙述中不正确的是 (C)

A. 蚕丝、病毒、酶的主要成分都是蛋白质
B. 蛋白质溶液中加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液, 蛋白质会析出, 再加水则重新溶解
C. 重金属盐会使蛋白质变性, 所以吞服“钡餐”会使人中毒
D. 浓硝酸溅在皮肤上使皮肤呈黄色, 这是由于蛋白质和浓硝酸发生了显色反应

【解析】A. 蚕丝的主要成分是蛋白质; 酶是具有催化能力的特殊蛋白质; 病毒由蛋白质和核酸组成, 正确。B. 蛋白质溶液中加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液, 蛋白质析出, 这是蛋白质的盐析过程, 蛋白质的盐析是可逆过程, 再加水会溶解, 正确; C. “钡餐”的成分是硫酸钡, 硫酸钡不溶于酸, 无法生成钡离子, 不会引起中毒, 错误; D. 浓硝酸能使蛋白质发生颜色反应, 人的皮肤主要是由蛋白质构成, 所以浓硝酸溅在皮肤上, 会产生黄色斑点, 正确。

互动课堂

合作探究

探究1 蛋白质盐析和变性的比较

	盐析	变性
含义	加入无机盐使蛋白质从溶液中析出	一定条件下, 使蛋白质失去原有的生理活性
条件	较多量的轻金属盐或铵盐	加热、紫外线、X射线、重金属盐、强酸、强碱、甲醛、苯酚等
特点	可逆, 蛋白质仍保持原有活性	不可逆, 蛋白质失去原有活性
实例	蛋白质溶液中加入浓 Na_2SO_4 溶液	消毒、灭菌, 果树使用波尔多液防治病害, 用福尔马林保存动物标本

【例1】下列过程或方法不属于蛋白质变性的是 ()

A. 在鸡蛋清溶液中加入饱和氯化钠溶液
B. 煮熟鸡蛋
C. 使用甲醛溶液浸泡动物标本
D. 医用酒精灭菌、消毒

【答案】A

【解析】A. 鸡蛋清中加饱和氯化钠溶液会发生蛋白质的盐析,不是蛋白质的变性,符合题意;B. 高温下,蛋白质会变性,所以煮熟鸡蛋会使蛋白质变性,不符合题意;C. 有机物可以使蛋白质变性,所以使用甲醛浸泡动物标本会使蛋白质变性,不符合题意;D. 有机物可以使蛋白质变性,所以酒精杀菌,使蛋白质发生了变性,不符合题意。

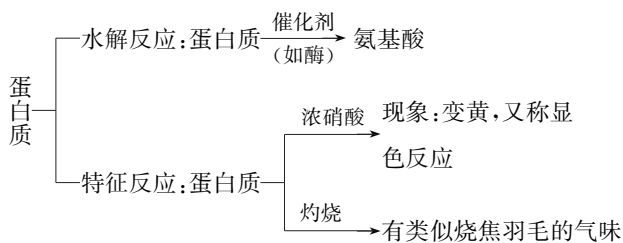
【点睛】蛋白质变性是蛋白质受物理或化学因素的影响,其分子内部结构和性质发生改变的作用,一般认为蛋白质的二级结构和三级结构有了改变或遭到破坏,都是变性的结果。能使蛋白质变性的化学方法有强酸、强碱、重金属盐、甲醛等;能使蛋白质变性的物理方法有加热(高温)、紫外线、超声波、剧烈振荡或搅拌等。

【变式训练 1】下列有关蛋白质的叙述不正确的是 (D)

- A. 蛋白质中含有碳、氢、氧、氮等元素
- B. 蛋白质属于高分子化合物
- C. 天然蛋白质水解的最终产物是氨基酸
- D. 消毒过程中细菌蛋白质发生了盐析

【解析】A. 蛋白质的组成元素有碳、氢、氧、氮等,正确;B. 蛋白质的相对分子质量大于 10 000,属于高分子化合物,正确;C. 天然蛋白质能够发生水解反应,水解的最终产物是氨基酸,正确;D. 消毒的过程实质是使细菌的蛋白质发生变性,失去活性,不是盐析,错误。

探究 2 蛋白质的化学性质



(1) 在盛有鸡蛋清溶液的试管中滴加浓硝酸,加热,变黄色,其原因是分子中含有苯环的蛋白质能与浓硝酸发生显色反应,利用此性质可鉴别某些蛋白质。

(2) 蘸取少量鸡蛋清或取一根头发,放在酒精灯火焰上灼烧,有类似烧焦羽毛的特殊气味,利用此性质可鉴别毛料纤维和合成纤维。

【例 2】下列有关蛋白质的叙述不正确的是 ()

- ①向蛋白质溶液里加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液可提纯蛋白质
- ②蛋白质的分子能透过半透膜
- ③蛋白质水解的最终产物是氨基酸
- ④温度越高,酶对某些化学反应的催化效率越高

⑤任何结构的蛋白质遇到浓 HNO_3 都会变黄色

- A. ①②③
- B. ②③⑤
- C. ③④⑤
- D. ②④⑤

【答案】D

【解析】①向蛋白质溶液里加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液可使蛋白质发生盐析,能使蛋白质以沉淀的形式析出,从而能用于蛋白质的提纯,正确;②蛋白质的分子在水溶液中形成的是胶体,故不能透过半透膜,错误;③蛋白质是氨基酸的脱水缩合产物,故蛋白质水解的最终产物是氨基酸,正确;④酶属于蛋白质,温度过高会使其变性从而失去生理活性,故不是温度越高催化效率越高,错误;⑤含苯环的蛋白质遇到浓 HNO_3 才会变黄色,即不是所有的蛋白质遇浓硝酸均会变黄色,错误。

【点睛】蛋白质的三种性质

- (1) 蛋白质在酶的催化作用下水解生成氨基酸。
- (2) 分子内含有苯环的蛋白质遇浓硝酸显黄色。
- (3) 蛋白质在灼烧时会有类似烧焦羽毛的气味。

【变式训练 2】为了鉴别某白色纺织品的成分是蚕丝还是人造丝,可选用的最简便的方法是 (D)

- A. 滴加浓硝酸
- B. 滴加浓硫酸
- C. 滴加酒精
- D. 灼烧

【解析】蚕丝的主要成分是蛋白质,灼烧能产生烧焦羽毛的气味;人造丝的主要成分是纤维素,则鉴别某纺织品的成分是蚕丝还是人造丝,通常选用的方法是灼烧。浓硝酸只能使部分蛋白质发生显色反应。

随堂小练

1. 下列叙述正确的是 (A)

- A. 天然蛋白质水解的最终产物都是氨基酸
- B. 经紫外线长时间照射后的蛋白质仍然具有生理活性
- C. 在蛋白质溶液中加入福尔马林(甲醛溶液)后产生沉淀,再加入大量水,沉淀又溶解
- D. 在蛋白质溶液中滴加饱和硫酸铵溶液可以使蛋白质变性

【解析】A. 天然蛋白质是由氨基酸脱水缩合而成的,其水解的最终产物都是氨基酸,正确;B. 经紫外线长时间照射后的蛋白质会失去生理活性,错误;C. 甲醛能使蛋白质变性而析出,蛋白质的变性是不可逆的,错误;D. 饱和硫酸铵溶液可以使蛋白质溶解度降低而从溶液中析出,但不能使其变性,错误。

2. 以下现象中,不属于蛋白质变性的是 (C)

- A. 用波尔多液杀菌
- B. 用体积分数为 75% 的酒精消毒

C. 鸡蛋清溶液中加入少量 NaCl 变浑浊

D. 用氯化汞溶液消毒医疗器械

【解析】A. 波尔多液含有硫酸铜,硫酸铜是重金属盐,能使蛋白质变性,A 不选;B. 酒精能使蛋白质变性,从而能杀菌、消毒,且体积分数为 75% 的酒精的消毒效果最好,B 不选;C. 浓的非重金属盐或铵盐溶液能使蛋白质因溶解度降低而析出,即盐析,故鸡蛋清溶液中加入氯化钠后变浑浊是因为发生了盐析,选 C;D. 氯化汞是重金属盐,能使蛋白质变性从而能杀菌、消毒,故可以用于消毒医疗器械,D 不选。

3. 依次鉴别淀粉、蛋白质、葡萄糖溶液,下列使用的试剂和对应的现象正确的是 (D)

A. 碘水——变蓝色;新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液——砖红色沉淀;浓硝酸——变黄色

B. 浓硝酸——变黄色;新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液——砖红色沉淀;碘水——变蓝色

C. 新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液——砖红色沉淀;碘水——变蓝色;浓硝酸——变黄色

D. 碘水——变蓝色;浓硝酸——变黄色;新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液——砖红色沉淀

【解析】淀粉遇碘单质变蓝,可用碘水来鉴别;蛋白质遇浓硝酸变黄,可用浓硝酸来鉴别;葡萄糖溶液在碱性条件下与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液共热产生砖红色沉淀,可用新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液来鉴别。

4. 蛋白质的性质在生活中有许多实际应用。请在下列横线上选用“盐析”“变性”或“显色反应”等蛋白质的性质填空。

(1)紫外线消毒: 变性。

(2)蛋白质遇浓硝酸变黄: 显色反应。

(3)误食了重金属离子,可以立即喝大量的牛奶来缓解毒性: 变性。

(4)鸡蛋清溶液中加入少量饱和的硫酸铵溶液出现沉淀: 盐析。

(5)常用酒精清洗伤口: 变性。

(6)蒸煮鸡蛋食用: 变性。

【解析】(1)紫外线消毒是利用了紫外线能使蛋白质变性的原理;(2)蛋白质遇浓硝酸变黄属于显色反应;(3)重金属离子能使蛋白质变性而导致人体中毒,牛奶的主要成分是蛋白质,误食了重金属离子可以立即喝大量的牛奶来缓解毒性;(4)鸡蛋清溶液属于蛋白质溶液,加入少量饱和的硫酸铵溶液出现沉淀只因为发生了盐析;(5)常用酒精清洗伤口,酒精能使蛋白质发生变性;(6)蒸煮鸡蛋食用时,加热使蛋白质发生了变性。



温馨提示:请自主完成课后作业(二十四)

课后作业·单独成册

第3课时 油脂

自主预习



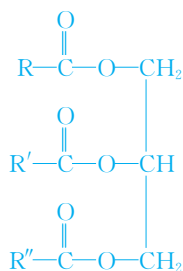
知新导学

1. 油脂的组成

油脂可以看作是 高级脂肪酸 与 甘油 通过酯化反应生成的酯。人类摄入的营养物质中,油脂的热能最高。

2. 油脂的结构

油脂的结构可表示为:



3. 油和脂肪

(1)室温下植物油脂通常呈液态,叫做 油;动物油脂通常呈固态,叫做 脂肪。

(2)常见的高级脂肪酸有 饱和脂肪酸,如硬脂酸($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$)和软脂酸($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$),以及不饱和脂肪酸,如油酸($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$)和亚油酸($\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$)。



小试牛刀

1. 下列叙述正确的是

(C)

- A. 牛油是纯净物,呈液态
- B. 牛油是高级脂肪酸与乙醇生成的酯
- C. 牛油可以在碱性条件下加热水解
- D. 牛油不能用来制造肥皂和油漆

【解析】A. 天然油脂都是混合甘油酯,属于混合物,因此,牛油属于混合物,通常状况下呈固态,错误;B. 牛油属于油脂,是高级脂肪酸与丙三醇生成的酯,错误;C. 牛油属于油脂,在碱性条件下可水解生成高级脂肪酸盐和甘油,正确;D. 可利用牛油在碱性条件下的水解反应制造肥皂,也可利用牛油的溶解性制造油漆,D错误。

2. 下列关于油脂的叙述正确的是

(C)

- A. 油脂的水解反应也叫皂化反应
- B. 粘有油脂的试管可用 NaOH 溶液洗涤,这是因为油脂在碱性条件下溶解度大
- C. 油脂的水解产物中一定存在甘油
- D. 油脂属于酯类,是高分子化合物

【解析】A. 油脂的碱性水解反应才叫皂化反应,错误;B. 粘有油脂的试管可用 NaOH 溶液洗涤,是因为油脂在碱性条件下能水解生成可溶于水的高级脂肪酸钠和甘油,错误;C. 油

脂在碱性条件下水解生成甘油和高级脂肪酸盐,在酸性条件下水解生成甘油和高级脂肪酸,即水解产物中一定存在甘油,正确;D. 油脂属于酯类,但不是高分子化合物,错误。

3. 下列关于油脂的说法中正确的是

(A)

- A. 植物油一般可以使溴水褪色,而动物油不能
- B. 油脂的水解反应也可称为皂化反应
- C. 天然油脂大多数属于混合甘油酯,没有恒定的熔、沸点,属于高分子化合物
- D. 硬脂酸甘油酯发生皂化反应后得到的主要产物是硬脂酸和甘油

【解析】A. 植物油中含有碳碳双键,可以使溴水褪色,而动物油中一般没有碳碳双键,不能使溴水褪色,正确;B. 油脂在酸性条件下水解得到高级脂肪酸和甘油,油脂在碱性条件下水解得到高级脂肪酸盐和甘油,油脂在碱性条件下的水解才称为皂化反应,错误;C. 天然油脂是混合物,没有固定的熔、沸点,油脂为高级脂肪酸甘油酯,其分子量较小,不属于高分子化合物,错误;D. 皂化反应是指油脂在碱性条件下的水解,硬脂酸甘油酯在碱性条件下水解得到的是硬脂酸盐和甘油,错误。

互动课堂



合作探究

探究1 油脂、酯、矿物油的比较

物质	油脂		酯	矿物油
	油	脂肪		
组成	不饱 和高 级脂肪 酸的甘 油酯	饱 和高 级脂肪 酸的甘 油酯	无机含氧酸或有 机羧酸与醇通过 酯化反应生成的 物质	多种烃(石 油及其分 馏产品)的 混合物
状态	液态	固态	液态或固态	液态
化学 性质	能水解,兼 有烯烃的 性质	能水解	能水解	具有烃的 性质,不能 水解
存在	芝麻等油 料作物中	动物脂肪	花草、水果等	石油
联系	油和脂肪统称油脂,均属于酯类			
鉴别	滴加含酚酞的氢氧化钠溶液,加热,油脂和酯中红色 变浅且不再分层,矿物油无明显变化			

【例 1】光滑大米十分耐看,但在购买时要慎重,因为市场上曾出现过不法商贩利用石蜡油等工业用油给大米进行“抛光”处理后冒充优质米以牟取暴利的现象。食用油与石蜡油虽然都称为油,但从化学组成和分子结构上看,它们是完全不同的。下列叙述中正确的是 ()

- A. 食用油属于有机物,石蜡油属于无机物
B. 食用油属于纯净物,石蜡油属于混合物
C. 食用油属于酯类物质,石蜡油属于烃类
D. 食用油属于高分子化合物,石蜡油属于小分子化合物

【答案】C

【解析】A. 食用油和石蜡油均属于有机物,错误;B. 天然油脂和石蜡油是混合物,错误;C. 食用油是高级脂肪酸与甘油形成的酯,石蜡油属于烃类,正确;D. 食用油的成分是油脂,油脂的相对分子质量较小,不属于高分子化合物,错误。

【点睛】注意油脂一定属于酯类,所有的油脂都是混合物。油脂是高级脂肪酸和甘油形成的酯,有的油脂中含有碳碳双键,可以使溴水、酸性高锰酸钾溶液褪色。油脂分子量不太大,不属于高分子化合物。

【变式训练 1】区别植物油和矿物油的正确方法是 (C)

- A. 加水并振荡,观察是否有分层现象
B. 加溴水并振荡,观察是否褪色
C. 加 NaOH 溶液并煮沸,观察有机物是否溶解
D. 加酸性 KMnO_4 溶液并振荡,观察是否褪色

【解析】植物油为不饱和高级脂肪酸与甘油形成的酯,具有烯烃的性质,也可水解,而矿物油为烃类混合物,含有烯烃,具有烯烃的性质,据此分析解答。A. 植物油与矿物油都不溶于水,密度都比水的小,分层时油层在上层,现象相同,无法区别,错误;B. 植物油和矿物油都能与溴水发生加成反应,使溴水褪色,现象相同,无法区别,错误;C. 植物油是不饱和高级脂肪酸与甘油形成的酯,植物油与 NaOH 溶液反应,分层消失,而矿物油不与碱溶液反应,混合分层,油层在上层,现象不同,可以区别,正确;D. 植物油和矿物油都能与酸性 KMnO_4 发生反应,使溶液褪色,现象相同,无法区别,错误。

探究 2 油脂的结构和性质

1. 分子结构

归属范畴: 油脂是高级脂肪酸与甘油通过酯化反应生成的酯,属于酯类化合物,也叫甘油三酯

结构特点:

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}'-\text{C}-\text{O}-\text{CH} \\ | \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}''-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2 \end{array}$$

(其中 R、R'、R'' 代表烃基,并且 R、R'、R'' 可以相同,也可以不同)

2. 物理性质

(1) 油脂的密度比水的小,黏度比较大,难溶于水,易溶于汽油、乙醚等有机溶剂,没有固定的熔、沸点。

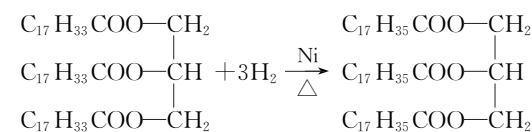
(2) 油脂在常温下既有液态也有固态。油脂中的碳链含碳碳双键时,主要是低沸点的植物油;油脂中的碳链为碳碳单键时,主要是高沸点的动物脂肪。

3. 化学性质

(1) 氢化反应

氢化反应 (加成反应) $\begin{cases} \text{原因} \rightarrow \text{植物油分子中存在 } \text{C}=\text{C} \\ \text{目的} \rightarrow \text{将液态油脂转化为固态油脂} \end{cases}$

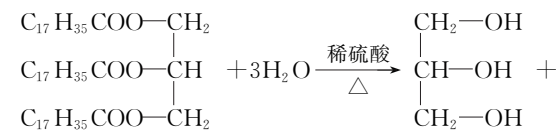
如油酸甘油酯的氢化反应:



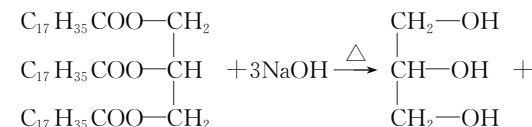
(2) 水解反应

水解反应 $\begin{cases} \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{高级脂肪酸} + \text{甘油} \\ \text{NaOH} \rightarrow \text{高级脂肪酸钠} + \text{甘油} \end{cases}$ (皂化反应)

如硬脂酸甘油酯在酸性或碱性条件下发生水解反应:



$3\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$



$3\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$

注意: (1) 液态植物油含碳碳双键,能与溴单质发生加成反应而使溴水褪色。

(2) 有些油脂是由饱和高级脂肪酸与甘油形成的酯,不能使溴的四氯化碳溶液褪色。

(3) 油脂在碱性条件下的水解反应才是皂化反应。

(4) 油脂在酸性、碱性条件下的水解反应都生成甘油,但另一物质分别为高级脂肪酸、高级脂肪酸盐。

(5) 油脂不是高分子化合物。

【例 2】下列说法中正确的是 ()

① 油脂氢化的目的是提高油脂的熔点和稳定性 ② 油脂是高级脂肪酸和甘油所生成的酯 ③ 油脂在酸性条件下的水解反应也叫皂化反应 ④ 油和脂肪属于同系物

- A. ①③ B. ①④ C. ①② D. ②③

【答案】C

【解析】① 油脂和 H_2 加成后油脂中的不饱和高级脂肪酸甘油酯转化成饱和的高级脂肪酸甘油酯,其熔点及稳定性均得

到提高,正确;②油脂可水解生成高级脂肪酸和甘油,即油脂是高级脂肪酸和甘油所生成的酯,正确;③油脂在碱性条件下的水解反应才叫皂化反应,错误;④油中含有碳碳双键,脂肪中不含,二者结构不相似,不是同系物,错误。

点睛 油脂包括油和脂肪;植物油氢化的实质是加成反应,可以将液态的油转化为脂肪;油脂是高级脂肪酸和甘油发生酯化反应生成的酯。

【变式训练 2】油脂是多种高级脂肪酸的甘油酯。油脂的下列性质和用途中,与其含有不饱和的碳碳双键有关的是

(C)

- A. 油脂是产生能量最高的营养物质
- B. 利用油脂在碱性条件下的水解,可以制甘油和肥皂
- C. 植物油通过氢化(加氢)可以变为脂肪
- D. 脂肪是有机体组织里储存能量的重要物质

【解析】A. 油脂是食物组成中的重要部分,也是产生能量最高的营养物质,与其含有不饱和的碳碳双键无关,错误。B. 油脂属于酯类化合物,在碱性条件下水解为甘油和高级脂肪酸盐。油脂在碱性条件下的水解反应称为皂化反应,在工业生产中,常用此反应来制取肥皂,利用的是酯的水解反应,与酯基有关,与不饱和的碳碳双键无关,错误。C. 油脂是高级脂肪酸与甘油形成的酯,是植物油与动物脂肪的统称,高级脂肪酸的烃基中含有较多不饱和键的呈液态,称为油,含饱和键多的呈固态,称为脂肪。不饱和高级脂肪酸甘油酯可与氢气发生加成反应,变为饱和高级脂肪酸甘油酯,与碳碳双键有关,正确。D. 基本营养物质有糖类、油脂、蛋白质等,单位质量的油脂产生的能量最高,与碳碳双键无关,错误。

随堂小练

1. (双选)下列说法不正确的是 (AC)
- A. 高级脂肪酸乙酯是生物柴油中的一种成分,它属于油脂
 - B. 油脂与氢气发生加成反应,可以得到固态油脂
 - C. 油脂在酸性或碱性条件下,可以发生皂化反应
 - D. 油脂没有固定的熔、沸点

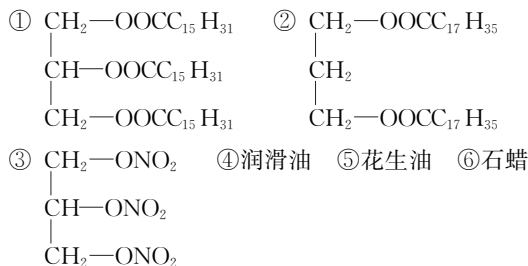
【解析】A. 油脂是高级脂肪酸与甘油反应生成的酯,即高级脂肪酸甘油酯,故高级脂肪酸乙酯不属于油脂,错误;B. 油脂与氢气发生加成反应生成饱和高级脂肪酸甘油酯,沸点较高,常温下呈固态,正确;C. 皂化反应是指油脂在碱性条件下的水解反应,错误;D. 自然界中的油脂是多种物质的混合物,因此没有固定的熔、沸点,正确。

2. 下列关于油脂的说法不正确的是 (A)
- A. 油脂在人体内的水解产物是硬脂酸和甘油
 - B. 天然油脂大多是由混合甘油酯分子组成的混合物
 - C. 脂肪里的饱和烃基的相对含量较大,熔点较高
 - D. 油脂的主要成分是高级脂肪酸的甘油酯,属于酯类

【解析】A. 油脂在人体内的消化产物是高级脂肪酸和甘油,高级脂肪酸有很多种,不一定是硬脂酸,错误;B. 天然油脂

大多是由混合甘油酯分子组成的混合物,正确;C. 脂肪中饱和和烃基的相对含量较大,熔点较高,常温下呈固态,正确;D. 油脂是高级脂肪酸与甘油形成的酯,油脂属于酯类,正确。

3. 下列物质属于油脂的是 (C)



- A. ①② B. ①③⑤ C. ①⑤ D. ①③⑥

【解析】油脂是高级脂肪酸与甘油形成的酯,水解会产生高级脂肪酸与甘油。① $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{OOC C}_{15}\text{H}_{31} \\ | \\ \text{CH}-\text{OOC C}_{15}\text{H}_{31} \\ | \\ \text{CH}_2-\text{OOC C}_{15}\text{H}_{31} \end{array}$ 水解得到甘油和高

级脂肪酸 $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, 属于油脂,符合题意;② $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{OOC C}_{17}\text{H}_{35} \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2-\text{OOC C}_{17}\text{H}_{35} \end{array}$ 水解得到的是 1,3-丙二醇,不是甘

油,不符合题意;③ $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{ONO}_2 \\ | \\ \text{CH}-\text{ONO}_2 \\ | \\ \text{CH}_2-\text{ONO}_2 \end{array}$ 水解得到甘油和 HNO_3 ,

油,不符合题意;④ 润滑油是石油分馏的成分,只含 C、H 两种元素,属于烃,不属于酯类物质,不符合题意;⑤ 花生油是不饱和高级脂肪酸甘油酯,符合题意;⑥ 石蜡是石油分馏的成分,只含 C、H 两种元素,属于烃,不属于酯类物质,不符合题意;可见属于油脂的是①⑤,C 正确。

⑤,C 正确。

HNO_3 是无机酸,不属于高级脂肪酸,不符合题意;④ 润滑油是石油分馏的成分,只含 C、H 两种元素,属于烃,不属于酯类物质,不符合题意;⑤ 花生油是不饱和高级脂肪酸甘油酯,符合题意;⑥ 石蜡是石油分馏的成分,只含 C、H 两种元素,属于烃,不属于酯类物质,不符合题意;可见属于油脂的是①⑤,C 正确。

4. 下列关于油脂的说法中正确的是 (B)

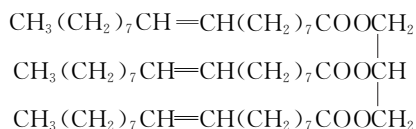
- ① 油脂是很多特殊的酯组成的混合物,属于高分子化合物
- ② 油脂是产生能量最多的营养物质
- ③ 利用油脂在碱性条件下的水解,可以制得甘油和肥皂
- ④ 油脂在人体内的化学变化主要是在脂肪酶的催化下进行水解
- ⑤ 植物油和矿物油都不能使溴水褪色
- ⑥ 油脂中含有碳和氢两种元素
- ⑦ 油脂是高级脂肪酸和甘油所生成的酯
- ⑧ 植物油的氢化属于取代反应

- A. ①②③④ B. ②③④⑦
C. ②③⑦⑧ D. ③④⑦⑧

【解析】① 油脂是由甘油和高级脂肪酸通过酯化反应生成的酯,不属于高分子化合物,错误;② 油脂的主要生理功能是储存和供应热能,在代谢中可以提供的能量比糖类和蛋白质约高一倍,正确;③ 油脂在碱性条件下水解生成甘油和高级脂肪酸盐,即肥皂,正确;④ 在人体内,油脂的化学变化主要是

在脂肪酶的催化下进行水解,正确;⑤植物油是不饱和高级脂肪酸甘油酯,含有不饱和键,可以与溴水发生加成反应使其褪色,而矿物油能使溴水褪色,错误;⑥油脂中含有C、H、O三种元素,错误;⑦油脂是由甘油和高级脂肪酸通过酯化反应生成的酯,正确;⑧植物油的氢化是将不饱和程度较高、熔点较低的液态油,通过催化加氢,提高饱和度,转变成脂肪,属于加成反应,错误;答案为B。

5. 某有机物的结构简式如下:



试回答下列问题。

(1) 该有机物属于 BC (填字母,下同)。

A. 烯烃 B. 酯 C. 油脂 D. 酸

(2) 该有机物的密度 B。

A. 比水的大 B. 比水的小

(3) 该有机物在常温下呈 A。

A. 液态 B. 固态 C. 气态

(4) 与该有机物不能发生反应的物质是 C。

A. NaOH 溶液 B. 溴水

C. 乙酸 D. H_2

【解析】从结构简式可以看出,该有机物分子内含有3个酯基、3个碳碳双键,每个烃基中含有的碳原子数都大于10,属于高级脂肪酸甘油酯。

(1) 该有机物分子内含有氧元素,不属于烃;含有 $-\text{COO}-$,属于酯;每个烃基中碳原子数都大于10,属于油脂;分子内不含有 $-\text{COOH}$,不属于酸。

(2) 该有机物属于油脂,密度比水的小,选B。

(3) 该有机物分子内含有碳碳双键,属于油,在常温下呈液态,故选A。

(4) 该有机物分子内含有 $-\text{COO}-$,能与NaOH溶液反应(发生水解反应);含有碳碳双键,能与溴、氢气发生加成反应;但不能与乙酸发生反应,故选C。



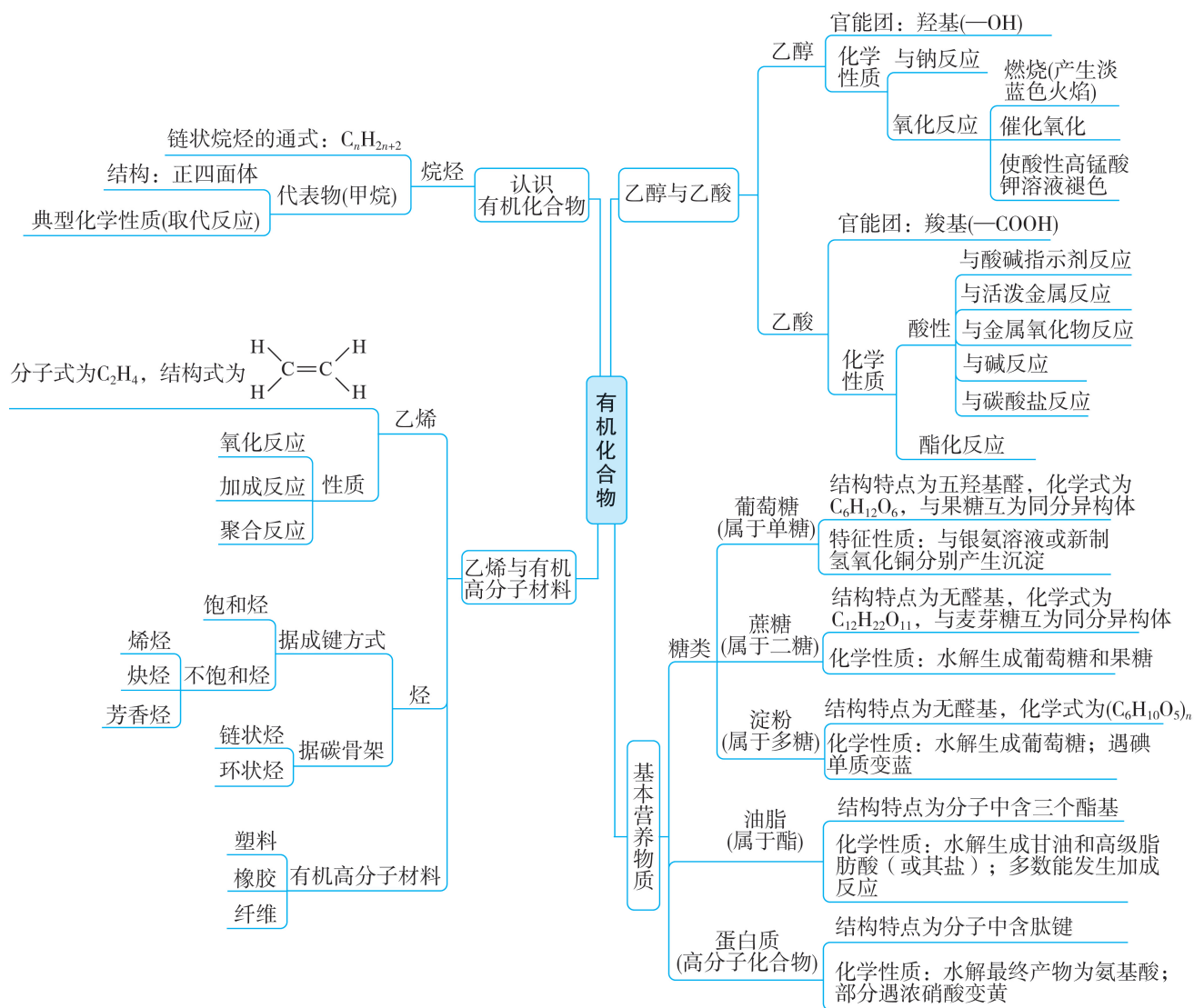
温馨提示:请自主完成课后作业(二十五)



课后作业·单独成册

三、知能拓展

知识网络



重难点突破

要点1 同位素、同素异形体、同系物和同分异构体的比较

	同位素	同素异形体	同系物	同分异构体
适用对象	原子	单质	有机物	有机物、无机物
判断依据	质子数相同、中子数不同	同一种元素的不同单质	结构相似、通式相同、相对分子质量不同(相差 $14n$)	分子式相同、结构式不同

续表

	同位素	同素异形体	同系物	同分异构体
结构	电子层结构相同, 原子核结构不同	单质的组成和结构不同	相似	不同
性质	化学性质几乎一样, 物理性质有差异	化学性质相似, 物理性质差别较大	化学性质相似, 熔点、沸点、密度呈规律性变化	化学性质可能相似也可能不同, 物理性质不同
实例	H、D 与 T	氧气与臭氧	甲烷与丁烷	戊烷有正戊烷、异戊烷、新戊烷 3 种

续表

【例 1】下列说法正确的是

()

 A. C_2H_6 、 C_3H_8 的一氯代物均有 2 种

 B. $^{35}_{17}Cl$ 表示中子数为 35 的核素

C. 氧气和臭氧互为同素异形体,二者结构相同

 D. CH_3COOH 和硬脂酸($C_{17}H_{35}COOH$)具有相同的官能团,二者互为同系物

【答案】D

【解析】 C_2H_6 的一氯取代物只有 1 种, A 错误; $^{35}_{17}Cl$ 表示中子数为 18 的核素, B 错误; 氧气和臭氧互为同素异形体, 但二者结构不同, C 错误; CH_3COOH 和硬脂酸($C_{17}H_{35}COOH$)的官能团均为羧基, 且组成和结构相似, 相差 16 个 CH_2 原子团, 二者互为同系物, D 正确。

【变式训练 1】下列说法正确的是

(D)

A. 化学性质相似的有机物是同系物

 B. 在分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的有机物是同系物

C. 碳、氢元素的质量分数对应相同的两种烃, 它们必定互为同分异构体

D. 互为同分异构体的两种有机物的化学性质可能相似

【解析】A. 结构类似, 分子组成上相差一个或多个 CH_2 原子团的有机物互称为同系物, 错误; B. 分子组成上相差一个或多个 CH_2 原子团, 但如果结构不相似, 不能互称为同系物, 错误; C. 碳、氢的质量分数对应相同, 不一定互为同分异构体, 如乙炔和苯, 错误; D. 互为同分异构体的两种有机物的化学性质可能相似, 如由于位置异构出现的同分异构体, 但由于官能团异构出现的同分异构体的化学性质就不可能相似, 正确。答案选 D。

要点 2 同分异构体数目的判断

1. 烷烃同分异构体的书写——减碳链法

遵循的原则: 主链由长到短, 支链由整到散; 位置由心到边, 排列对(位)邻(位)到间(位)。

书写的步骤:

(1) 先写出碳原子数最多的主链。

 (2) 写出少一个碳原子的主链, 另一个碳原子作为甲基($-CH_3$)接在主链某碳原子上。

 (3) 写出少两个碳原子的主链, 另两个碳原子作为乙基($-CH_2CH_3$)或两个甲基($-CH_3$)接在主链碳原子上, 以此类推。

2. 判断同分异构体数目的常用方法和思路

常用方法	思路
基团连接法	将有机物看作由基团连接而成, 由基团的异构体数目可推断有机物的异构体数目。如丁基有 4 种结构, 则丁醇(C_4H_9-OH)、 C_4H_9-Cl 分别有 4 种结构
换位思考法	将有机物分子中的不同原子或基团换位进行思考。如乙烷分子中共有六个 H 原子, 其中一个氢原子被 Cl 原子取代所得到的一氯乙烷只有一种结构, 那么五氯乙烷也只有一种结构

常用方法	思路
等效氢原子法(又称对称法)	分子中等效氢原子有如下情况: ①分子中同一个碳原子上的氢原子等效; ②同一个碳原子的甲基上的氢原子等效; ③分子中处于镜面对称位置(相当于平面镜成像时)上的氢原子等效
“定一移二”法	分析二元取代物的方法, 如分析 $C_3H_6Cl_2$ 的同分异构体, 先固定其中一个 Cl 原子的位置, 再移动另外一个

 【例 2】分子式为 $C_3H_6Cl_2$ 的同分异构体共有

()

A. 3 种

B. 4 种

C. 5 种

D. 6 种

【答案】B

【解析】分子式为 $C_3H_6Cl_2$ 的同分异构体分别为 $CH_3-CH_2-CHCl_2$ 、 $CH_3-CCl_2-CH_3$ 、 $CH_3-CHCl-CH_2Cl$ 和 $CH_2Cl-CH_2-CH_2Cl$, 共 4 种, B 正确。

【变式训练 2】下列说法正确的是

(D)

A. 乙烷的一氯代物的同分异构体有 1 种, 二氯代物的同分异构体有 3 种

B. 丙烷的一氯代物的同分异构体有 2 种, 二氯代物的同分异构体有 5 种

C. 正丁烷的一氯代物的同分异构体有 2 种, 二氯代物的同分异构体有 5 种

D. 正戊烷的一氯代物的同分异构体有 3 种, 二氯代物的同分异构体有 9 种

【解析】一氯代物的同分异构体, 就是分子中能够被取代的 H 的种类, 写出一氯代物, 利用“定一移二”法确定二氯代物的同分异构体数目。A. 乙烷分子中只有一种氢原子, 所以一氯代物的同分异构体只有 1 种, 二氯代物的同分异构体有 2 种, A 错误; B. 丙烷分子中有 2 种氢原子, 所以一氯代物的同分异构体有 2 种, 二氯代物的同分异构体有 4 种, 即 $CH_3CH_2CHCl_2$ 、 $CH_3CCl_2CH_3$ 、 $CH_3CHClCH_2Cl$ 、 $ClCH_2CH_2CH_2Cl$, B 错误; C. 正丁烷分子中有 2 种氢原子, 所以一氯代物的同分异构体有 2 种, 二氯代物的同分异构体有 6 种, 即 $CH_3CH_2CH_2CHCl_2$ 、 $CH_3CH_2CHClCH_2Cl$ 、 $CH_3CHClCH_2CH_2Cl$ 、 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$ 、 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$ 、 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$, C 错误; D. 正戊烷分子中有 3 种氢原子, 所以一氯代物的同分异构体有 3 种: $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$ 、 $CH_3CH_2CH_2CHClCH_3$ 、 $CH_3CH_2CHClCH_2CH_3$ 。当一氯代物为 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$ 时, 二氯代物有 5 种: $CH_3CH_2CH_2CH_2CHCl_2$ 、 $CH_3CH_2CH_2CHClCH_2Cl$ 、 $CH_3CH_2CHClCH_2CH_2Cl$ 、 $CH_3CHClCH_2CH_2CH_2Cl$ 、 $CH_2ClCH_2CH_2CH_2CH_2Cl$ 。当一氯代物为 $CH_3CH_2CH_2CHClCH_3$ 时, 二氯代物有 3 种: $CH_3CH_2CH_2CCl_2CH_3$ 、 $CH_3CH_2CHClCHClCH_3$ 、 $CH_3CHClCH_2CHClCH_3$ 。当一氯代物为 $CH_3CH_2CHClCH_2CH_3$ 时, 二氯代物有 1 种: $CH_3CH_2CCl_2CH_2CH_3$ 。所以正戊烷的二氯代物的同分异构体共有 9 种, D 正确。

要点3 烃的代表物的分子结构及性质比较

物质	甲烷	乙烯	苯
分子式	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₆ H ₆
状态	气体	气体	液体
结构式			
结构特点	正四面体	同一平面	平面正六边形
与 Br ₂ 反应	Br ₂ 试剂	溴蒸气	溴水(或 Br ₂ /CCl ₄ 溶液)
	反应条件	光照	无
	反应类型	取代	加成
氧化反应	酸性 KMnO ₄ 溶液	不能使酸性 KMnO ₄ 溶液褪色	能使酸性 KMnO ₄ 溶液褪色
	燃烧	燃烧时火焰呈淡蓝色	燃烧时火焰明亮, 带浓烟
鉴别	不能使溴水或酸性 KMnO ₄ 溶液褪色	能使溴水或酸性 KMnO ₄ 溶液褪色	将溴水加入苯中振荡分层, 上层呈橙红色, 下层为无色

注意:有机反应的发生往往和反应条件及反应物的状态有关。如 CH₄ 和溴蒸气在光照时发生反应; 乙烯和溴水可发生加成反应; 苯必须在催化剂存在的情况下和纯液溴才能发生取代反应。

【例3】下列说法正确的是 ()

- A. 甲烷中混有少量乙烯可用酸性高锰酸钾溶液除去
- B. 苯和乙烯都有碳碳双键, 所以都能使溴水褪色
- C. 相同质量的乙炔与苯分别在足量的氧气中完全燃烧, 消耗氧气的物质的量相同
- D. 在一定条件下, 苯与氯气生成氯苯的反应类型是加成反应

【答案】C

【解析】A. 乙烯可被酸性高锰酸钾溶液氧化而产生二氧化碳气体, 会引入新杂质, 错误; B. 苯不含碳碳双键, 错误; C. 乙炔与苯的最简式相同, 相同质量的乙炔与苯所含碳元素质量相同、氢元素的质量也相同, 分别在足量的氧气中完全燃烧, 消耗氧气的物质的量相同, 正确; D. 在一定条件下, 苯与氯气反应生成氯苯和氯化氢, 反应类型是取代反应, 错误。

【变式训练3】下列有关乙烯和乙烷的说法中错误的是

(B)

- A. 乙烯分子中所有原子一定共平面, 而乙烷分子中所有原子不可能在同一平面内
- B. 乙烯的化学性质比乙烷的化学性质活泼, 乙烯中组成双键的两个碳碳单键活性完全相同
- C. 酸性 KMnO₄ 溶液不可以除去乙烷中混有的乙烯
- D. 酸性 KMnO₄ 溶液可以鉴别乙烯和乙烷

【解析】A. 乙烯分子中含有碳碳双键, 碳碳双键无法旋转, 故乙烯分子中所有原子一定共平面; 乙烷分子中化学键为单键, 单键可以旋转, 根据甲烷为空间正四面体构型可知, 甲基分子中碳原子最多与 2 个氢原子共面, 故乙烷分子中所有原子不可能在同一平面内, 正确; B. 乙烯分子中组成双键的碳碳键, 一个易断裂, 一个不易断裂, 两个键的活性不同, 错误; C. 乙烯可与酸性 KMnO₄ 溶液反应生成 CO₂, 若用酸性 KMnO₄ 溶液除去乙烷中混有的乙烯会引入新杂质 CO₂, 故酸性 KMnO₄ 溶液不可以除去乙烷中混有的乙烯, 正确; D. 乙烯可与酸性 KMnO₄ 溶液反应而使其褪色, 乙烷不与酸性 KMnO₄ 溶液反应, 故乙烷、乙烯分别与酸性 KMnO₄ 溶液混合现象不同, 酸性 KMnO₄ 溶液可以鉴别乙烯和乙烷, 正确。

要点4 分子立体构型的判断

1. 典型分子的空间结构

(1) 甲烷 (): 正四面体结构, C 原子居于正四面体的中心, 分子中的 5 个原子中任意 4 个原子都不处于同一平面内, 其中任意 3 个原子均在同一平面内。

(2) 乙烯 (): 平面结构, 分子中的 6 个原子都处于同一平面内。

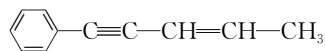
(3) 苯 (): 平面结构, 分子中的 12 个原子都处于同一平面内。

2. 对以上基本结构组合成的复杂分子的立体构型的判断思路

- (1) 以上 3 种分子中的 H 原子如果被其他原子 (如 C、O、N、Cl 等) 所取代, 则取代后的分子构型基本不变。
- (2) 共价单键可以自由旋转, 共价双键不能旋转。

【例4】某烃的结构简式如下, 下列有关说法正确的是

()



- A. 所有原子可能在同一平面内
- B. 所有原子可能在同一条直线上
- C. 所有碳原子可能在同一平面内
- D. 处在同一平面内的原子最多有 20 个

【答案】C

【解析】有机物 中, 具有苯

环、乙烯的共面结构以及乙炔的共线结构,所以苯环的6个碳原子一定共面,具有乙烯结构的后4个碳原子一定共面,具有乙炔结构的4个碳原子(倒数第三、四、五、六个碳原子)一定共线,单键可以旋转,所有的碳原子可以共面。A. 结构中含有甲基,而甲基具有甲烷的结构,其中的碳原子和3个氢原子不可能共面,错误;B. 苯环和乙烯都不是直线形,所以所有原子不可能在同一条直线上,错误;C. 根据上述分析,上述结构中不存在苯环、乙烯和乙炔的结构,所有碳原子可能在同一平面内,正确;D. 所有的碳原子可以处于同一平面内,只有甲基中的2个氢原子不可能处于这一平面,故处在同一平面内的原子最多有19个,错误。

【变式训练 4】现有有机物:①甲烷;②乙烯;③苯;④甲苯。其中分子内所有原子一定都在同一平面内的是 (B)

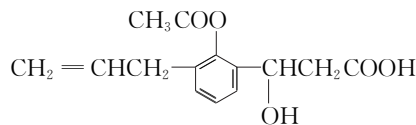
A. ①② B. ②③ C. ③④ D. ②④

【解析】①甲烷为正四面体构型,分子中的任意4个原子都不处于同一平面内,其中碳原子和任意2个氢原子在同一平面内,错误;②乙烯为平面形结构,分子内所有原子都在同一平面内,正确;③苯为平面形结构,分子中的12个原子都处于同一平面内,正确;④由苯分子中12个原子共面可推知,甲苯分子中7个碳原子,5个氢原子一定共面,此外甲基上1个氢原子也可以转到这个平面上,其余两个氢原子分布在平面两侧,故甲苯分子中最多有13个原子在同一平面内,错误。由此可知,B正确。

要点 5 官能团与有机物的性质

官能团	代表物	典型化学反应
碳碳双键 	乙烯	(1)加成反应:使溴的四氯化碳溶液褪色 (2)氧化反应:使酸性 KMnO_4 溶液褪色
—	苯	(1)取代反应:①在 Fe 粉催化下与液溴反应;②在浓硫酸催化下与浓硝酸反应 (2)加成反应:在一定条件下与 H_2 反应生成环己烷 注意:与溴水、酸性高锰酸钾溶液都不反应
羟基 —OH	乙醇	(1)与活泼金属(Na)反应 (2)催化氧化:在铜或银催化下被氧化成乙醛
羧基 —COOH	乙酸	(1)酸的通性 (2)酯化反应:在浓硫酸催化下与醇反应生成酯和水
酯基 —COO—R	乙酸乙酯	水解反应:酸性或碱性条件
(1)醛基 —CHO (2)羟基 —OH	葡萄糖	与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 共热产生砖红色沉淀

【例 5】某有机物结构简式如下,则此有机物可发生的反应类型有 ()



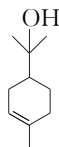
①取代反应 ②加成反应 ③酯化反应 ④水解反应
⑤氧化反应 ⑥中和反应

A. ①②③⑤⑥ B. ②③④⑤⑥
C. ①②④⑤⑥ D. ①②③④⑤⑥

【答案】D

【解析】分子中含有碳碳双键,可发生加成反应和氧化反应;含有酯基,可发生水解、取代反应;含有羧基,具有酸性,可发生中和反应和酯化反应;含有羟基,可发生取代和氧化反应。

【变式训练 5】松油醇具有紫丁香味,其酯类常用于香精调制。如图为松油醇的结构,以下关于它的说法正确的是 (B)



A. 分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$
B. 能发生取代反应、加成反应
C. 属于芳香烃
D. 与氢气加成后的产物有4种一氯代物

【解析】A. 松油醇的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$, 错误。B. 分子中的氢原子可以被其他原子或原子团取代,可以发生取代反应;分子中含有碳碳双键能发生加成反应,正确。C. 分子中不含苯环,另外分子中还含有O原子,不是芳香烃,错误。D. 与

氢气加成后的产物是 ,该物质的一氯代物有6种,错误。

拓展提升

1. 下列化合物分子中的所有碳原子不可能处于同一平面内的是 (B)

A. 硝基苯 B. 异丁烷
C. 丙炔 D. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$

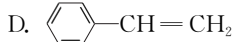
【解析】A. 硝基苯是苯上一个氢原子被硝基取代生成的产物,由于苯环是平面结构,故硝基苯中所有碳原子在一个平面内;B. 由于甲烷是正四面体结构,所以异丁烷是立体分子,不是平面分子,所有碳原子不可能处于同一平面内;C. 碳碳三键为直线结构,则丙炔中所有碳原子在同一条直线上,处于同一平面内;D. 乙烯为平面结构, $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ 中两个甲基的碳原子处于乙烯的氢原子位置,故所有碳原子都处于同一平面内。

2. 在一定条件下,下列有机物在 Fe 的催化下能与液溴发生取代反应,能与酸性高锰酸钾发生氧化反应,还能发生加聚反应的是 (D)

A. 乙烷



C. 乙烯



【解析】能在 Fe 催化下和液溴发生反应的是苯环,能够与酸性高锰酸钾发生反应、能发生加聚反应的是碳碳双键,据此可知答案选 D。

3. 下列说法中正确的是 (D)

A. 丙烷是直链烃,所以分子中 3 个碳原子也在一条直线上

B. 丙烯所有原子均在同一平面内

C. $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$ 分子中所有碳原子一定在同一平面内

D. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ 分子中所有碳原子可能在同一平面内

【解析】A. 丙烷是直链烃,碳链呈锯齿状,3 个碳原子不在一条直线上,错误;B. 丙烯中含甲基,甲基为四面体构型,所有原子不可能共面,错误;C. $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$ 分子的碳环中碳原子

不在同一平面内,即 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$ 所有碳原子一定不在同一平面内,错误;D. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ 分子中左边四个 C 原子一定在同一平面内,右边 4 个 C 原子一定在同一直线上,直线过了面的两个点(中间的两个 C 原子的位置),4 个 C 原子一定在同一个平面内,D 正确。

4. 已知 $-\text{C}_3\text{H}_7$ 有 2 种结构、 $-\text{C}_4\text{H}_9$ 有 4 种结构、 $-\text{C}_5\text{H}_{11}$ 有 8 种结构,则下列说法正确的是 (B)

A. $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ 属于醛的同分异构体有 8 种

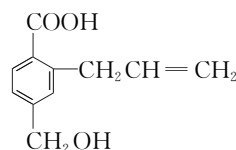
B. $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ 属于氯代烃的同分异构体有 8 种

C. $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 属于羧酸的同分异构体有 4 种

D. $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 属于醇的同分异构体有 2 种

【解析】A. 醛类含有醛基,则 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ 属于醛的结构为 $\text{C}_4\text{H}_9\text{CHO}$,已知 $-\text{C}_4\text{H}_9$ 有 4 种结构,则 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ 属于醛的同分异构体有 4 种,错误;B. 氯代烃含有氯原子,则 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ 属于氯代烃的结构为 $\text{C}_5\text{H}_{11}-\text{Cl}$,已知 $-\text{C}_5\text{H}_{11}$ 有 8 种结构,则 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ 属于氯代烃的同分异构体有 8 种,正确;C. 羧酸含有羧基, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 属于羧酸的结构为 $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$,已知 $-\text{C}_3\text{H}_7$ 有 2 种结构,则 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 属于羧酸的同分异构体有 2 种,错误;D. 醇含有羟基,则 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 属于醇的结构为 $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$,已知 $-\text{C}_4\text{H}_9$ 有 4 种结构,则 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 属于醇的同分异构体有 4 种,错误。

5. 某有机物的结构简式如图所示,下列有关说法正确的是 (B)



A. 分子式为 $\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{O}_3$

B. 能发生取代、加成、酯化等反应

C. 既不能使酸性高锰酸钾溶液褪色,也不能使溴水褪色

D. 1 mol 该有机物能与 1 mol Na 反应

【解析】A. 该分子式为 $\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{O}_3$,不正确;B. 该有机物分子中的羧基、羟基能发生取代、酯化反应,碳碳双键、苯基能发生加成反应,正确;C. 该有机物分子中的碳碳双键既能使酸性高锰酸钾溶液褪色,也能使溴水褪色,不正确;D. 羧基、醇羟基都能与钠反应,所以 1 mol 该有机物能与 2 mol Na 反应,不正确。



温馨提示:请自主完成第七章达标测试

课后作业·单独成册



第八章 化学与可持续发展

一、课标导向

课标要求

内容要求	<ol style="list-style-type: none">1. 了解化学促进可持续发展。2. 了解化学科学在材料科学、人类健康等方面的重要作用。3. 了解化学在自然资源和能源综合利用方面的重要价值。4. 了解化学在环境保护中的作用。5. 了解化学应用的安全与规则意识。
重点难点	<p>重点：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 金属冶炼原理。2. 海水提溴的工艺流程、原理和分离提纯方法。3. 合理使用化学品的意识。4. 抗酸药有效成分验证方案的设计。5. 常见食品添加剂的种类和功能。6. SO_2 等污染物的控制、消除和回收利用。7. 污水处理的流程、方法及原理。 <p>难点：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 金属活动性顺序与金属冶炼方法的关系。2. 物质提取的一般思路和方法。3. 合理使用化学品的意识。4. 化学科学的应用价值。5. 绿色化学观念的形成和绿色化学思想的运用。
学习建议	<ol style="list-style-type: none">1. 注意新旧知识的联系,充分利用之前学过的知识进行迁移和应用。2. 注意理论与生产实际相结合,理解化学在生产生活中的应用。3. 理解化学与生活息息相关,领悟化学是人类进步的阶梯。4. 要树立环保意识,工业生产上的每一步反应都要考虑后续步骤对前一步骤的处理。

本章导学

我国古代炼铁工业长期领先于世界,我们在西汉初时已经懂得用木炭与铁矿石混合高温冶炼生铁,领先欧洲一千余年,南宋末年的工匠又掌握了用焦炭炼铁,而欧洲的英国直到 18 世纪初才掌握此冶炼方法。你知道金属的冶炼都有哪些方法吗? 自然界的其他资源是如何得到广泛应用的? 开发和利用资源时需要注意哪些问题? 那就请大家一起进入本章的学习吧。

二、精讲精练

第一节 自然资源的开发利用

第1课时 金属矿物的开发利用

自主预习



知新导学

1. 金属在自然界中存在的形态

除了金、铂等极少数金属,绝大多数金属元素以化合物的形式存在于自然界。

2. 金属的冶炼方法

(1)热分解法:对一些不活泼金属,可以直接用加热分解的方法将它们从其化合物中还原出来。例如: $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$; $2\text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 4\text{Ag} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(2)热还原法:大部分金属的冶炼都是通过在高温下发生的氧化还原反应来完成的,常用的还原剂有焦炭、一氧化碳、氢气等。例如: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ 。

(3)电解法:对一些非常活泼的金属,采用一般的还原剂很难将它们从其化合物中还原出来,工业上常用电解法冶炼。例如: $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$; $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

3. 金属矿物的合理开发和利用

(1)合理开发和利用金属矿物资源的原因:地球上的金属矿物资源有限且分布不均;金属的冶炼过程中消耗许多能量,也易造成环境污染;金属腐蚀也造成大量损失。

(2)合理开发和利用金属矿物资源的措施:提高金属矿物的利用率,开发环保高效的金属冶炼方法,防止金属的腐蚀,加强废旧金属的回收和再利用,使用其他材料代替金属材料,等等。



小试牛刀

1. 从人类利用金属的历史看,先是青铜器时代,而后是铁器时代,铝的广泛利用是近百年的事,造成这个先后顺序事实的最主要因素是 (A)

- A. 金属活动性及冶炼的难易程度
- B. 金属的导电性
- C. 金属的延展性
- D. 地壳中金属元素的含量

【解析】地壳里含量最高的金属是铝,但铝开发利用的时间在铜、铁之后,说明金属大规模开发利用主要和金属的活泼性

有关,活泼性弱的金属容易以单质形式存在,易被开发和利用,活泼性强的金属一般以化合物形式存在,难以冶炼,A符合题意。

2. 下列金属的冶炼原理中,属于热分解法的是 (A)

- A. $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$
- B. $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$
- C. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$
- D. $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$

【解析】对于一些不活泼金属,可以直接用加热分解的方法,将它们从其化合物中还原出来,Hg的冶炼采用的就是热分解的方法,A符合题意;利用还原剂,在高温下将铁的氧化物还原为单质的方法属于热还原法,B不符合题意;铁与硫酸铜溶液反应,将铜置换出来,属于湿法炼铜,C不符合题意;对于非常活泼的金属,工业上常用电解法冶炼,钠的冶炼属于电解法,D不符合题意。

互动课堂



合作探究

探究1 金属冶炼的方法

1. 金属的冶炼原理

金属冶炼的实质是使金属化合物中的金属阳离子得到电子被还原为金属单质的过程,即: $\text{M}^{n+} + ne^- \longrightarrow \text{M}$ 。

2. 选择依据

选择何种方法冶炼金属,应依据金属在自然界中的存在形态和金属的活泼性。金属冶炼时,金属元素由化合态变为游离态,金属活泼性不同,其阳离子得电子能力不同,得电子能力强的,易被还原,可选用热分解法或热还原法,得电子能力弱的较难被还原,可用电解法。

3. 选择规律

金属活动性顺序中,金属的位置越靠后,越容易被还原,用一般的热分解法就能使金属还原;活泼性居中或不太活泼的用热还原法;金属的位置越靠前,越难被还原,往往采用电解法将金属从矿石中还原出来。

K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Sn	Pb	(H)	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
电解法					热还原法					热分解法		物理法		

金属单质还原性(失电子能力)从左至右依次减弱,金属阳离子氧化性(得电子能力)从左至右依次增强。

注意:金属冶炼方法并不是唯一的,如铜的冶炼方法有湿法、火法,并不一定是热还原法。

【例 1】冶炼金属一般有四种方法:①焦炭法;②水煤气(或氢气或一氧化碳)法;③活泼金属置换法;④电解法。四种方法在工业上均有应用,古代有(1)火烧孔雀石炼铜,(2)湿法炼铜;现代有(3)铝热法炼铬,(4)从光卤石($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)中炼镁。对它们的冶炼方法的分析不正确的是 ()

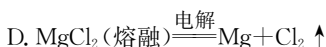
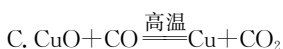
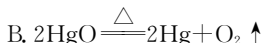
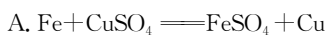
- A. (1)用① B. (2)用② C. (3)用③ D. (4)用④

【答案】B

【解析】火烧孔雀石是采用的焦炭法来冶炼金属,用①,A 正确;湿法炼铜是采用金属置换法来冶炼铜,用③,B 错误;铝热反应是采用金属置换法冶炼金属的,用③,C 正确;金属镁是通过电解熔融的氯化镁来冶炼得到的,用④,D 正确。

【点睛】金属的冶炼方法和金属的活泼性有关。特别活泼的金属,如钾、钙、钠、镁、铝一般用电解法;汞和银一般用热分解法;铂、金一般用物理方法;锌、铁、锡、铅、铜一般都用热还原法。

【变式训练 1】下列金属的冶炼方法中,属于热还原法的是 (C)



【解析】金属的冶炼一般有电解法、热还原法、热分解法、物理分离法。 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ 是置换反应,属于湿法冶炼铜,A 错误; $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$ 是热分解法,B 错误; $\text{CuO} + \text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Cu} + \text{CO}_2$ 是热还原法,一氧化碳是还原剂,C 正确; $\text{MgCl}_2(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 是电解法,在通电环境下进行,D 错误。

探究 2 铝热反应

概念	铝和金属氧化物在高温下发生剧烈反应并放出大量热的化学反应
原理	单质铝作还原剂,金属氧化物作氧化剂,用铝将金属氧化物中的金属置换出来
铝热剂	铝粉和某些金属氧化物(Fe_3O_4 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 等)组成的混合物
引发操作	在铝热剂上放 KClO_3 ,插上镁条并将镁条点燃
反应特点	在高温下进行,反应迅速并放出大量的热,新生成的金属单质呈熔融态且易与 Al_2O_3 分离

【例 2】热还原法是冶炼金属的一种方法。下列关于铝热反应 $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ 的说法正确的是 ()

- A. Al 发生氧化反应 B. Fe_2O_3 被氧化
C. Fe 是还原剂 D. Al_2O_3 是氧化剂

【答案】A

【解析】首先标注出化学方程式中变价元素的化合价,分析在化学反应过程中元素化合价的变化情况,根据氧化还原反应原理,化合价升高,失去电子,被氧化,发生氧化反应,生成氧化

产物,本身是还原剂;化合价降低,得到电子,被还原,发生还原反应,生成还原产物,本身作氧化剂,据此分析。铝热反应中,Al 的化合价由 $0 \rightarrow +3$,化合价升高,失去电子,被氧化,发生氧化反应,生成的产物 Al_2O_3 为氧化产物,Al 本身作还原剂; Fe_2O_3 中 Fe 元素的化合价由 $+3 \rightarrow 0$,化合价降低,得到电子,被还原,发生还原反应,生成的产物 Fe 为还原产物, Fe_2O_3 本身作氧化剂。

【点睛】解氧化还原反应概念题的一般思路:找变价、判类型、分升降、定其他。其中“找变价”是非常关键的一步,特别是不同反应物中含有同种元素的氧化还原反应,必须弄清元素化合价的变化情况。

【变式训练 2】下列物质与铝的反应属于铝热反应的是

(B)



【解析】铝热反应是指在高温条件下,铝粉把某些金属氧化物中的金属置换出来的反应,据此分析解答。 $2\text{Al} + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$,该反应不需要高温,不是高温下铝与金属氧化物之间的置换反应,不属于铝热反应,A 错误; $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$,是高温下铝与金属氧化物之间的置换反应,属于铝热反应,B 正确;铝和水的作用,不是高温下铝与金属氧化物之间的置换反应,不属于铝热反应,C 错误; $2\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$,该反应不需要高温,不是高温下铝与金属氧化物之间的置换反应,不属于铝热反应,D 错误。

探究 3 金属矿物的合理开发和利用

1. 合理开发和利用金属矿物资源的原因

- (1)资源有限且分布不均;
- (2)金属的冶炼消耗许多能量;
- (3)金属的冶炼造成环境污染;
- (4)金属腐蚀造成大量损失。

2. 合理开发和利用金属矿物资源的主要措施

- (1)提高金属矿物的利用率;
- (2)开发环保高效的金属冶炼方法;
- (3)防止金属的腐蚀;
- (4)加强废旧金属的回收和再利用;
- (5)使用其他材料代替金属材料。

【例 3】下列说法不正确的是 ()

- A. 自然界中不存在游离态的金属
B. 金属活泼性不同,冶炼方法也有所不同
C. 地球上金属矿物资源有限,因此应提高金属矿物的利用率
D. 废旧金属的回收利用有利于环境保护

【答案】A

【解析】金属在自然界中的存在形式各不相同,少数化学性质不活泼的金属,在自然界中以游离态存在,如金和铂以及少量的银和铜,更少量的陨铁,而化学性质比较活泼的金属,在自然界中是以化合态存在的,A 不正确;根据金属的活泼性不同,钾、钙、钠、镁、铝用电解法冶炼,锌、铁、锡、铅用热还原法冶炼,铜用热分解法或热还原法冶炼,汞用热分解法冶炼,银用富集法或热分解法冶炼,铂、金用物理富集法冶炼,B 正确;矿产资

源是不可再生的自然资源,所以应提高金属矿物的利用率,C正确;废旧金属的回收利用,能减少金属对环境的污染,D正确。

点睛 本题考查金属的冶炼方式以及金属的回收,是以记忆性为主的考查,易错点为选项B。钾、钙、钠、镁、铝用电解法冶炼,锌、铁、锡、铅、铜用热还原法冶炼,汞用热分解法冶炼,银用富集法或热分解法冶炼,铂、金用物理富集法冶炼。

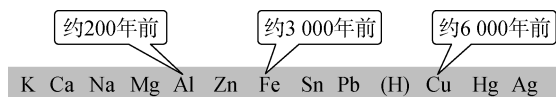
【变式训练3】某班就“使用金属材料的利与弊”为题进行小组辩论,甲方的观点是使用金属材料有利,下列甲方观点不科学的是 (C)

- A. 金属材料大多有延展性,可以加工成各种形状
- B. 金属材料大多有美丽的光泽
- C. 废弃的金属不会造成土壤污染和水污染
- D. 金属材料大多数可以回收再利用

【解析】金属材料一般具有延展性,所以可以对金属材料进行加工,使其成为需要的形状,A正确;金属材料一般具有金属光泽,如铜为红色、金为黄色等,B正确;金属材料废弃后有可能污染土壤和水源,例如干电池中的汞,C错误;金属材料废弃后绝大部分能够回收和再利用,这是保护金属资源常用的方式,D正确。

随堂小练

1. 下图表示 Al、Fe、Cu 三种金属被人类开发利用的大致年限。由此得出的下列结论中正确的是 (D)



- A. 金属越活泼,被发现得越早
- B. 金属被发现的早晚与其在地壳中的含量有关
- C. 金属的化合价越高,被发现得越晚
- D. 金属越活泼,其金属单质越难冶炼

【解析】人类利用金属材料的顺序取决于金属单质冶炼的难易程度,越活泼的金属冶炼难度越大,所以被开发利用的时间就越晚,D正确。

2. 下列金属冶炼过程中不涉及化学变化的是 (C)

- A. 铝热反应
- B. 高炉炼铁
- C. 沙里淘金
- D. 湿法炼铜

【解析】铝与某些金属氧化物在高温下发生的置换反应称为铝热反应,如 $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$,涉及化学变化;高炉炼铁的主要原理为 $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$,涉及化学变化;沙里淘金,利用密度差把粗金分离出来,属于物理变化,不涉及化学变化;湿法炼铜的原理为 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$,涉及化学变化。

3. 下列冶炼方法中,不能将化合物中的金属元素还原为金属单质的是 (A)

- A. 加热氧化汞
- B. 加热氧化汞
- C. 电解熔融氯化钠
- D. 氢气还原氧化铁

【解析】根据金属的活泼性不同采用不同的方法制备金属:Na、Mg、Al等金属用电解法冶炼;Zn、Fe、Sn、Pb、Cu等金属

用热还原法冶炼;Hg、Ag等金属用热分解法冶炼。三氧化二铝熔点很高,受热不分解,通常用电解氧化铝法制备铝,A错误;加热氧化汞得到汞和氧气,B正确;电解熔融氯化钠得到金属钠和氯气,C正确;氢气还原氧化铁得到铁单质和水,D正确。

4. 地球上的金属矿物资源是有限的,应合理开发利用。

(1)金属冶炼的实质是金属离子被还原(填“氧化”或“还原”)生成金属单质。

(2)铜在自然界存在于多种矿石中,如:

矿石名称	黄铜矿	辉铜矿	孔雀石
主要成分	CuFeS_2	Cu_2S	$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$

请回答下列问题:

①上表所列铜的化合物中,推断铜的质量分数最高的是 Cu_2S 。

② CuFeS_2 中 Cu 为+1价、Fe 为+3价,高温焙烧时发生的反应是 $\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{SO}_2 + \text{FeS} + \text{Cu}$,焙烧过程中被还原的元素有 O、Cu、Fe。

③工业上以黄铜矿为原料,采用火法熔炼工艺生产铜,火法炼铜的反应之一为 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{SO}_2$,该反应中氧化剂是 Cu_2S 和 O_2 。

④ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 与稀硫酸反应的离子方程式为 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 4\text{H}^+ = 2\text{Cu}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】(1)金属冶炼的实质是金属阳离子转变为金属单质,金属元素的化合价降低,得电子,被还原。(2)①铜的化合物中,铜的质量分数 = $\frac{\text{铜的相对原子质量} \times \text{原子个数}}{\text{铜的化合物的相对分子质量}} \times 100\%$,黄铜矿中铜的质量分数 = $\frac{64}{64+56+32 \times 2} \times 100\% \approx 35\%$;辉铜矿中铜的质量分数 = $\frac{64 \times 2}{64 \times 2 + 32} \times 100\% = 80\%$;

孔雀石中铜的质量分数 = $\frac{64 \times 2}{64 \times 2 + 12 + 16 \times 5 + 1 \times 2} \times 100\% \approx 58\%$,所以铜的质量分数最高的是 Cu_2S 。

② CuFeS_2 中 Cu 为+1价、Fe 为+3价,根据化合物中正、负化合价代数和为0,可得S元素的化合价为-2价,则反应 $\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{SO}_2 + \text{FeS} + \text{Cu}$ 中,一部分S元素由-2价变为+4价,被氧化;O元素的化合价由0价变为-2价,被还原;Cu元素的化合价由+1价变为0价,被还原;Fe元素的化合价由+3价变为+2价,被还原,则焙烧过程中被还原的元素有O、Cu、Fe。

③反应 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{SO}_2$ 中,Cu元素的化合价由+1价降低到0价,S元素的化合价由-2价升高到+4价,O元素的化合价由0价降低到-2价,反应中 Cu_2S 和 O_2 为氧化剂, Cu_2S 为还原剂。④ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 与稀硫酸反应生成硫酸铜、二氧化碳和水,离子方程式为 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 4\text{H}^+ = 2\text{Cu}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

温馨提示:请自主完成课后作业(二十六)

课后作业·单独成册

第2课时 海水资源的开发利用

自主预习

知新导学

1. 海水水资源的特点

- (1) 表面积大: 海洋约占地球表面积的 71%。
 (2) 储水量大: 海水中水的储量约占地球上总水量的 97%。
 (3) 成分复杂: 除含量最多的 O、H 两种元素外, 还含有多种常量元素、微量元素。

2. 海水水资源的利用方法

(1) 海水水资源的利用, 主要包括 海水淡化 和直接利用海水进行 循环冷却 等。

(2) 海水淡化的方法主要有 蒸馏法、电渗析法 和 离子交换法 等。

3. 海水化学资源的开发利用

(1) 海水制盐

海水 $\xrightarrow[\text{结晶}]{\text{日晒}}$ 粗盐 $\xrightarrow{\text{提纯}}$ 精盐。

(2) 海水提溴

① 主要方法: 吹出法。② 原理: $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \longrightarrow$

$\text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ 。

小试牛刀

1. 许多国家十分重视海水资源的综合利用。不需要化学变化就能从海水中获得的物质是 (D)

- A. 溴单质、碘单质 B. 钠、镁
C. 氧气、氢气 D. 食盐、淡水

【解析】溴离子和碘离子被氧化为溴单质和碘单质的过程都是化学变化, A 错误; 电解熔融氯化钠制得钠和电解熔融氯化镁制得镁的过程都是化学变化, B 错误; 电解水制得氧气和氢气的过程是化学变化, C 错误; 海水晒盐和海水蒸馏得到淡水的过程, 都没有其他物质生成, 是物理变化, D 正确。

2. 我国海水制盐具有悠久的历史, 所得“盐”的主要成分是 (B)

- A. Na_2SO_4 B. NaCl
C. CaCl_2 D. Na_2CO_3

【解析】海水制盐是先将海水引入盐田, 后在太阳照射下蒸发水分, 得到粗盐, 海水中的氯化物主要是氯化钠, 其次是氯化镁、氯化钙、氯化钾等, 所以所得“盐”的主要成分是 NaCl 。

互动课堂

合作探究

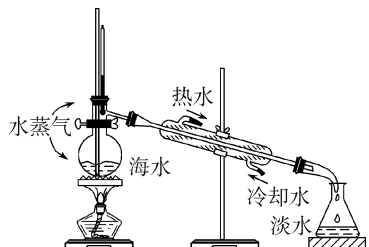
探究1 海水的淡化

1. 海水淡化的方法

从海水中提取淡水或从海水中把盐分离出去, 都可以达到淡化海水的目的。海水淡化的方法主要有蒸馏法(历史最久, 技术成熟, 但成本较高)、电渗析法(成本较低, 但未能大量生产)、离子交换法(目前正迅速发展, 但需要不断更新离子交换树脂)等。

2. 海水的蒸馏

(1) 原理



海水蒸馏原理示意图

(2) 注意事项

① 烧瓶需垫石棉网加热。

② 烧瓶所盛液体不能超过烧瓶容积的 $\frac{2}{3}$, 也不能少于 $\frac{1}{3}$ 。

③ 需向烧瓶中加入几粒沸石或几片碎瓷片, 以防液体暴沸。

④ 冷凝器里的冷却水要从冷凝器的下口进、上口出。

【例1】随着世界人口的急剧增长、工业的蓬勃发展, 淡水供应危机日益成为世界关注的焦点, 海水约占地球现有总水量的 97%, 海水淡化问题已成为科学家的主要研究方向。若实行海水淡化来供应饮用水, 下列方法在原理上完全不可行的是 ()

- A. 加入明矾, 使海水的盐分沉淀并淡化
B. 利用太阳能, 将海水蒸馏淡化
C. 将海水通过离子交换树脂, 以除去所含的盐分
D. 利用半透膜, 采用反渗透法而使海水淡化

【答案】A

【解析】明矾可以净水, 其原理是明矾溶于水生成氢氧化铝胶体, 胶体能够吸附水中的悬浮物, 从而达到净水的目的, 但明矾不会吸附水中的离子, 所以明矾不可以淡化海水, A 错误; 蒸馏法是工业上淡化海水的一种常用方法, 利用太阳能将海水蒸馏淡化, B 正确; 通过离子交换树脂可以除去海水中的离子, 从而达到淡化海水的目的, C 正确; 半透膜只会让水分子透过, 而不会让离子透过, 采用反渗透法而使海水淡化, D 正确。

【点睛】海水淡化的方法主要有电渗析法、蒸馏法和离子交换法等, 其中最常用的有蒸馏法、离子交换法。明矾在溶液中水解生成氢氧化铝胶体, 只能吸附不溶于水的物质。

【变式训练1】合理开发和利用海水资源是世界各国研究的课题。下列对于海水利用的认识错误的是 (A)

- A. 海水中蕴藏有丰富的资源, 人类可以大量开发, 以弥补资源的短缺
B. 淡化海水的方法主要有蒸馏法、电渗析法、离子交换法
C. 可以用太阳能电解海水以获取氢能源
D. 以海水中提纯出的 NaCl 为原料可以生产烧碱、纯碱、金属钠、氯气、盐酸等化工产品

【解析】海洋是人类宝贵的资源, 人类可以提取海水中的各种物质, 例如: 海水中的镁盐是提炼金属镁的原料; 磷灰石结核是磷肥工业的重要原料; 锰结核含锰、铁、钴、镍等 20 多种元素, 是重要的冶金原料; 海水所含的重氢, 是核聚变的燃料, 也是人类正在开发的新能源。但大量开发海水中的物质, 会破坏海洋生态平衡和能耗, 导致全球的能源缺乏, A 错误。现在所用的海水淡化方法有电渗析法、蒸馏法、离子交换法等, B 正确。水中氢和氧结合非常牢固, 要释放出氢需要很高的能量, 太阳能是地球上能量的最终来源, 既是一次能源, 又是可再生

能源。它资源丰富,既可免费使用,又无需运输,对环境无任何污染,可以用太阳能电解海水以获取氢能源,C正确。烧碱、氯气可以通过电解NaCl水溶液得到,纯碱可用侯氏制碱法制得,金属钠可通过电解熔融氯化钠得到,盐酸可由氢气和氯气反应制得,都需要用到NaCl,D正确。

探究2 海水化学资源的开发利用

1. 海水提溴的方法

工艺流程		
	粗溴水	
基本操作	浓缩	海水晒盐和海水淡化的过程中副产物Br ⁻ 得到浓缩
	氧化	向浓缩的海水中通入Cl ₂ ,将Br ⁻ 氧化成Br ₂ ,反应的离子方程式为Cl ₂ +2Br ⁻ ====Br ₂ +2Cl ⁻
	富集(吹出、吸收)	利用溴的挥发性,通入热空气和水蒸气,吹出的溴蒸气用SO ₂ 吸收,使其与空气分离,反应的化学方程式为Br ₂ +SO ₂ +2H ₂ O====2HBr+H ₂ SO ₄
	蒸馏	再用Cl ₂ 将HBr氧化得到溴后蒸馏分离

2. 海水提镁的方法

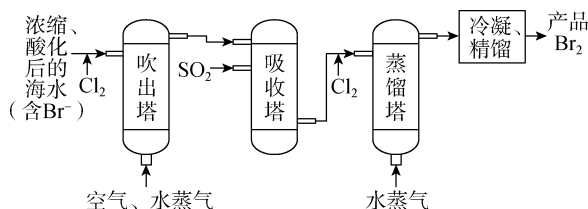
工艺流程		
	循环	
反应原理	CaCO ₃ $\xrightarrow{\text{高温}}$ CaO+CO ₂ ↑ CaO+H ₂ O====Ca(OH) ₂ MgCl ₂ +Ca(OH) ₂ ====Mg(OH) ₂ ↓+CaCl ₂ Mg(OH) ₂ +2HCl====MgCl ₂ +2H ₂ O MgCl ₂ (熔融) $\xrightarrow{\text{电解}}$ Mg+Cl ₂ ↑	

3. 海带中碘的提取与检验

海水中碘的浓度很低,碘一般从海带或海藻等植物中提取。使I⁻变成单质碘,可供选择的常见氧化剂有Cl₂和H₂O₂。单质碘用苯或四氯化碳萃取,分液后用蒸馏的方法将碘和有机溶剂分开。

碘的提取	反应原理	Cl ₂ +2I ⁻ ====I ₂ +2Cl ⁻
	工艺流程	
碘元素的检验	反应原理	2H ⁺ +2I ⁻ +H ₂ O ₂ ====I ₂ +2H ₂ O
	操作步骤	

【例2】“空气吹出法”海水提溴的工艺流程如图:



下列说法不正确的是

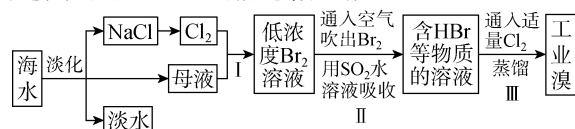
- ()
- A. 进入吹出塔前,Br⁻被氧化为Br₂
- B. 从吸收塔流出的溶液主要含HBr和H₂SO₄
- C. 经过吸收塔后,溴元素得到富集
- D. 两次通入水蒸气的作用都是参加反应

【答案】D

【解析】通入氯气,发生反应Cl₂+2Br⁻====2Cl⁻+Br₂,溴易挥发,可用热空气吹出,因此进入吹出塔前,Br⁻被氧化为Br₂,A正确。在吸收塔中,Br₂、SO₂、H₂O发生氧化还原反应,Br₂+SO₂+2H₂O====2HBr+H₂SO₄,所以从吸收塔流出的溶液主要含有溶质HBr和H₂SO₄,B正确。经过吸收塔后,可使溶液中的Br⁻的浓度远大于进入吸收塔之前的海水中Br⁻的浓度,溴元素得到富集,C正确。在吹出塔中吹入水蒸气,可提高物质的能量,有助于溴挥发逸出,水蒸气没有参加反应;在蒸馏塔中,发生反应Cl₂+2Br⁻====2Cl⁻+Br₂,水作为溶剂,促使物质发生反应,同时提供能量,使反应产生的溴单质变为蒸气,经冷凝、精馏得到产品,可见两次通入的水蒸气都未参加反应,D错误。

【点睛】海水提溴时先要浓缩,然后加入氧化剂,再利用溴的挥发性,用热空气将其吹出,再用二氧化硫的水溶液吸收富集,最后用Cl₂将HBr氧化得到溴后蒸馏分离。

【变式训练2】海洋是巨大的资源宝库,从其中提取食盐和溴的过程如图所示。下列描述错误的是



- (D)
- A. 淡化海水的方法主要有蒸馏法、电渗析法、离子交换法
- B. 以NaCl为原料可以生产烧碱、纯碱、金属钠、氯气、盐酸等化工产品
- C. SO₂水溶液吸收Br₂的离子反应方程式为Br₂+SO₂+2H₂O====4H⁺+SO₄²⁻+2Br⁻
- D. 步骤Ⅱ中鼓入热空气吹出溴,是因为溴蒸气的密度比空气的密度小

【解析】目前淡化海水的方法有多种,如蒸馏法、电渗析法、离子交换法等,A正确;电解饱和食盐水生产烧碱、氯气、氢气,其中氯气和氢气可以生产盐酸,电解熔融氯化钠生产金属钠和氯气,向氯化饱和食盐水中通入二氧化碳生成碳酸氢钠晶体,分解得到纯碱,B正确;二氧化硫和溴单质反应生成的硫酸和溴化氢都是强酸,完全电离,反应的离子方程式为Br₂+SO₂+2H₂O====4H⁺+SO₄²⁻+2Br⁻,C正确;步骤Ⅱ中鼓入热空气吹出溴,是因为溴蒸气易挥发,D错误。

随堂小练

1. 从海水中提取溴不需要经历的步骤是
- (C)
- A. 浓缩 B. 氧化 C. 升华 D. 蒸馏

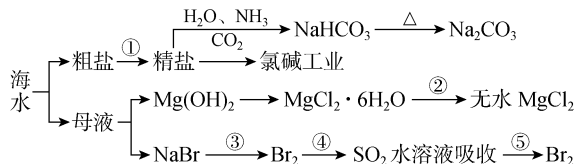
【解析】海水中溴以离子形式存在,且浓度较低,浓缩后,通过氧化、吹出、吸收、蒸馏从溴水中提取溴,整个提取过程中不需要升华。

2. 加碘盐中碘元素可来自海带, 下列说法正确的是 (C)

A. 加碘盐中的碘以 KI 的形式存在
B. 在实验室里, 可将干海带置于蒸发皿中灼烧, 再加水溶解并过滤以分离出 I^-
C. 可用双氧水将 I^- 氧化为单质碘
D. 可用酒精萃取碘单质以制备“碘酒”

【解析】加碘盐中的碘以碘酸钾的形式存在, A 错误; 灼烧应在坩埚中进行, B 错误; 双氧水有较强氧化性, 可以氧化碘离子生成碘单质, C 正确; 酒精与水可以任意比例互溶, 不能作为萃取剂, D 错误。

3. 海洋中有丰富的资源, 如图为海水资源利用的部分过程。

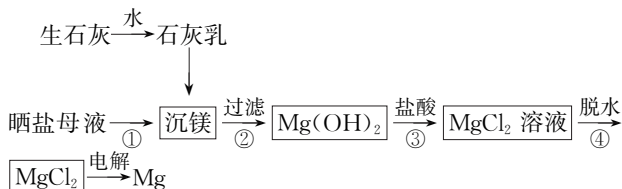


下列有关说法正确的是

- (B)
- A. 工业上通过电解饱和 $MgCl_2$ 溶液制取金属镁
B. 含氮、磷的大量废水排入海洋, 易引发赤潮
C. 反应④的离子方程式为 $Br_2 + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2HBr + 2H^+ + SO_4^{2-}$
D. 在第①步中除去粗盐中的 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 等杂质, 加入药品的顺序为 Na_2CO_3 溶液 \rightarrow $NaOH$ 溶液 \rightarrow $BaCl_2$ 溶液 \rightarrow 过滤后加盐酸

【解析】工业上通过电解熔融的 $MgCl_2$ 制取金属镁, A 错误。含氮、磷的大量废水排入海洋, 可导致水体的富营养化, 易引发赤潮, B 正确。HBr 为强酸, 在离子方程式书写时应拆成离子形式: $Br_2 + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2Br^- + 4H^+ + SO_4^{2-}$, C 错误。在第①步中除去粗盐中的 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 等杂质, 加入药品的顺序为 $NaOH$ 溶液 \rightarrow $BaCl_2$ 溶液 \rightarrow Na_2CO_3 溶液 \rightarrow 过滤后加盐酸, Na_2CO_3 应在 $BaCl_2$ 溶液后加, 以除去剩余的 $BaCl_2$ 溶液, D 错误。

4. (双选) 用海水制盐工业中的母液来生产金属镁的一种工艺流程如下:

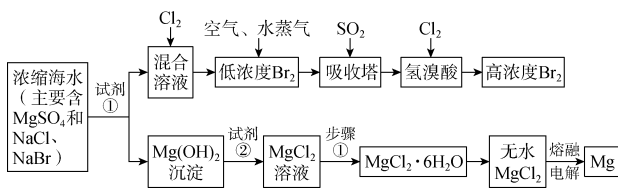


下列说法错误的是

- (CD)
- A. 上述工艺流程中未涉及置换反应
B. 设计步骤①②③的主要目的是富集 $MgCl_2$
C. 沉镁的过程可以用氢氧化钠代替石灰乳作沉淀剂
D. 电解得到的炽热镁粉可在二氧化碳气氛中冷却

【解析】由上述分析可知, 该流程涉及化合反应、复分解反应、分解反应, 不涉及置换反应, 故 A 正确; 海水中镁离子浓度较小, 步骤①、②、③的主要目的是富集 $MgCl_2$, 故 B 正确; 氢氧化钠价格高, 得不偿失, 故 C 错误; Mg 为活泼金属, 且 Mg 与二氧化碳反应, 则电解熔融氯化镁冶炼得到的 Mg , 不能在二氧化碳气氛中冷却, 故 D 错误。

5. 海水中化学资源的综合利用, 已受到各国的高度重视。 Br_2 和 Mg 两种单质都可以从海水中提取, 如图为提取它们的主要步骤:



请回答:

I. 从海水中提取的溴占世界溴年产量的 $\frac{1}{3}$, 主要方法就是上述流程中的空气吹出法。

(1) 制取 Br_2 的过程中, 第一次通入 Cl_2 时发生反应的离子方程式是 $2Br^- + Cl_2 \rightleftharpoons 2Cl^- + Br_2$ 。

(2) 吸收塔中反应的离子方程式是 $SO_2 + 2H_2O + Br_2 \rightleftharpoons 4H^+ + 2Br^- + SO_4^{2-}$; 工业生产 1 mol Br_2 , 理论上需要 Cl_2 的物质的量为 2 mol。

(3) 取 10 L 海水经过提纯浓缩, 向吸收塔吸收后的溶液中加入 8.0 mL 0.1 mol/L $AgNO_3$ 溶液恰好完全反应, 则海水中溴的含量为 6.4 mg/L (不考虑提纯过程中溴的损失)。

II. 镁及其合金是用途很广的金属材料, 而目前世界上 60% 的镁就是从海水中按上述流程提取的。

(1) 上述流程中为了使 $MgSO_4$ 完全转化为 $Mg(OH)_2$, 试剂①可以选用 $Ca(OH)_2$ (写化学式)。

(2) 步骤①包括加热、蒸发、冷却、结晶、过滤。

(3) 通电时无水 $MgCl_2$ 在熔融状态下反应的化学方程式是



【解析】I. (1) 浓缩海水与试剂①反应得到氢氧化镁, 剩余混合液中含有的是溴离子, 通入氯气后, 氯气与溴离子反应生成单质溴和氯离子, 其离子方程式是 $Cl_2 + 2Br^- \rightleftharpoons 2Cl^- + Br_2$ 。

(2) 单质溴经过空气吹出法后被富集在吸收塔, 通入的二氧化硫与单质溴反应生成硫酸和氢溴酸, 其化学方程式是 $Br_2 + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons H_2SO_4 + 2HBr$, 即其离子方程式为 $Br_2 + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4H^+ + SO_4^{2-} + 2Br^-$; 由① $Cl_2 + 2Br^- \rightleftharpoons 2Cl^- + Br_2$, ② $Br_2 + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4H^+ + SO_4^{2-} + 2Br^-$, ③ $Cl_2 + 2Br^- \rightleftharpoons 2Cl^- + Br_2$, 可知工业生产 1 mol Br_2 , 需要 2 mol Cl_2 。

(3) 由反应 $Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl \downarrow$, $Cl_2 + 2Br^- \rightleftharpoons 2Cl^- + Br_2$, 可知 $n(Ag^+) \sim n(Cl^-) \sim n(Br^-)$, 已知银元素的物质的量为 $0.1 \text{ mol/L} \times 8.0 \times 10^{-3} \text{ L} = 0.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则溴元素的物质的量也为 $0.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则溴元素的质量为 $0.8 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 80 \text{ g/mol} = 64 \times 10^{-3} \text{ g} = 64 \text{ mg}$, 故海水中溴的含量为 $\frac{64 \text{ mg}}{10 \text{ L}} = 6.4 \text{ mg/L}$ 。

II. (1) 为了使 $MgSO_4$ 转化为 $Mg(OH)_2$, 从经济理念出发, 试剂①可以选用由海洋中的贝壳得到的固体 $Ca(OH)_2$, 使 $MgSO_4$ 完全转化为沉淀。

(2) 要从氯化镁溶液得到含结晶水的氯化镁, 就需要蒸发、冷却、结晶, 并通过过滤把固体从溶液中分离出来。

(3) 电解氯化镁为分解反应, 产物为镁和氯气, 所以化学方程式为 $MgCl_2(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} Mg + Cl_2 \uparrow$ 。



温馨提示: 请自主完成课后作业(二十七)

课后作业·单独成册

第3课时 煤、石油和天然气的综合利用

自主预习



知新导学

1. 煤的综合利用

(1) 煤的组成

煤 $\left\{ \begin{array}{l} \text{物质组成: 有机物和少量无机物组成的复杂混合物} \\ \text{元素组成: 主要含碳元素, 还含有少量 氢、氧、氮、硫 等元素} \end{array} \right.$

(2) 综合利用

①干馏 $\left\{ \begin{array}{l} \text{概念: 将煤隔绝空气加强热 使之 分解 的过程} \\ \text{主要产品: 焦炭、煤焦油、出炉煤气} \end{array} \right.$

②气化 $\left\{ \begin{array}{l} \text{概念: 将煤转化为可燃性气体的过程} \\ \text{主要反应: } \text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2 \end{array} \right.$

③液化 $\left\{ \begin{array}{l} \text{直接液化: } \text{煤} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{液体燃料} \\ \text{间接液化: } \text{煤} \xrightarrow{\text{气化}} \text{CO 和 H}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{甲醇} \end{array} \right.$

2. 天然气的综合利用

天然气的主要成分是 甲烷, 它是一种清洁的 化石燃料, 主要用于 合成氨 和生产 甲醇 等。

3. 石油的综合利用

(1) 石油的组成: 石油是由多种 碳氢化合物 组成的混合物, 成分复杂。

(2) 石油的精炼

①分馏 $\left\{ \begin{array}{l} \text{概念: 利用石油中各组分沸点的不同进行分离 的过程} \\ \text{成分: 分馏可得到 汽油、煤油、柴油 等轻质油} \end{array} \right.$

②裂化 $\left\{ \begin{array}{l} \text{目的: 将重油裂化为汽油等物质} \\ \text{举例: } \text{C}_{16}\text{H}_{34} \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} \text{C}_8\text{H}_{18} + \text{C}_8\text{H}_{16} \end{array} \right.$

③裂解 $\left\{ \begin{array}{l} \text{目的: 为了获得 乙烯、丙烯、甲烷 等重要的化工原料} \\ \text{举例: } \text{C}_4\text{H}_{10} \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} \text{CH}_4 + \text{C}_3\text{H}_6 \\ \text{C}_4\text{H}_{10} \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} \text{C}_2\text{H}_4 + \text{C}_2\text{H}_6 \end{array} \right.$

④结构调整: 石油在加热和催化剂的作用下, 可以通过结构的调整, 使 链状烃 转化为 环状烃。



小试牛刀

1. 下列变化中主要属于化学变化的是

(A)

- ①风化 ②皂化 ③酯化 ④煤的气化 ⑤煤的液化
⑥裂化 ⑦裂解 ⑧蒸馏 ⑨分馏 ⑩煤的干馏

A. ①②③④⑤⑥⑦⑩ B. ①②③⑥⑦⑧⑨⑩

C. ①②③⑥⑦⑩

D. ①②③④⑤⑥⑦

【解析】①风化是指在室温和干燥空气里, 结晶水合物失去结晶水的现象, 是化学变化; ②皂化是油脂在碱性条件下的水解反应, 是化学变化; ③酯化是指酸与醇反应生成酯和水的反应, 是化学变化; ④煤的气化是煤在高温下与水蒸气反应生成氢气和一氧化碳, 属于化学变化; ⑤煤的液化是将煤在适宜的反应条件转化为洁净的液体燃料和化工原料的过程, 分为直接液化和间接液化, 属于化学变化; ⑥裂化指一定条件下, 将相对分子质量较大、沸点较高的烃断裂为相对分子质量较小、沸点较低的烃的过程, 是化学变化; ⑦裂解是深度裂化, 使具有长链分子的烃断裂成各种短链气态烃和少量液态烃的过程, 属于化学变化; ⑧蒸馏和⑨分馏是依据液态混合物中各组分沸点的不同进行的分离过程, 属于物理变化; ⑩煤的干馏是煤在隔绝空气的条件下加强热发生复杂的物理、化学变化过程, 属于化学变化。综上所述, 属于化学变化的是①②③④⑤⑥⑦⑩, 选A。

2. 下列有关石油、煤和天然气的叙述正确的是

(A)

- A. 石油分馏可得到汽油、煤油和柴油等, 裂解可得到乙烯、丙烯等
B. 煤中含有苯、甲苯等, 煤干馏可得到芳香烃, 石油的催化重整也可得到芳香烃
C. 石油的分馏、煤的气化和液化都属于化学变化
D. 石油、煤、天然气、可燃冰、沼气都属于化石燃料

【解析】石油分馏可以得到汽油、煤油等产品, 裂解得到乙烯等化工产品, A 正确。煤中不含苯、甲苯, 煤干馏发生复杂的物理、化学变化后可得焦炭、煤焦油、出炉煤气, 其中出炉煤气、煤焦油中含有芳香烃; 芳香烃也可以来自石油的催化重整, B 错误。煤的气化生成 CO 和氢气, 液化生成甲醇, 均为化学变化, 而石油分馏与混合物的沸点有关, 为物理变化, C 错误。石油、煤、天然气、可燃冰都属于化石燃料, 沼气不是化石燃料, D 错误。

3. 下列关于石油的说法正确的是

(B)

- A. 石油属于可再生矿物能源
B. 石油主要含有碳、氢两种元素
C. 石油的裂化是物理变化
D. 石油分馏的各馏分均是纯净物

【解析】天然气、煤、石油属于化石燃料, 是不可再生能源, A 错误; 石油是多种烷烃和少量芳香烃组成的混合物, 故石油主要由 C、H 两种元素组成, B 正确; 石油催化裂化的目的是将重油转化为轻质油, 有其他物质生成, 是化学变化, C 错误; 石油分馏的产物有汽油、煤油、柴油、沥青等物质, 均是混合物, D 错误。

互动课堂



合作探究

探究1 煤的综合利用

方法	原理和产品
干馏	原理:将煤隔绝空气加强热使之分解; 产品:焦炭、煤焦油和出炉煤气
气化	原理:将煤转化为可燃性气体,主要反应的化学方程式为 $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$
液化	直接液化:煤与氢气作用生成液体燃料
	间接液化:先转化为一氧化碳和氢气,再在催化剂作用下合成甲醇等

【例1】下列不属于煤的综合利用的是 ()

- A. 将煤干馏制得煤焦油和焦炭
B. 在一定条件下将煤与氢气转化为液体燃料
C. 煤变为煤饼作燃料
D. 将煤干馏制得甲苯和乙烯

【答案】C

【解析】将煤干馏制得煤焦油和焦炭,发生了化学反应,属于煤的综合利用,A不符合题意;在一定条件下将煤与氢气转化为液体燃料,属于煤的综合利用,B不符合题意;煤变为煤饼作燃料,只是其物理形态发生改变,但并未改变其成分及结构,不属于煤的综合利用,C符合题意;将煤干馏制得甲苯和乙烯,属于煤的综合利用,D不符合题意。

点睛 煤的干馏

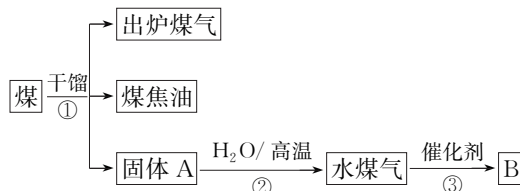
(1)煤干馏的目的是获得多种化工原料,如焦炭、焦炉气、煤焦油等。

(2)煤的干馏有两个条件:一是隔绝空气,防止煤在空气中燃烧;二是加强热。

(3)煤是由有机物和无机物组成的复杂混合物,煤中并不含有小分子有机物苯等;苯等物质是煤分解的产物中含有的。

(4)煤的干馏是化学变化。

【变式训练1】有关煤的综合利用如图所示。下列说法正确的是 (D)



- A. 煤和水煤气均是二次能源
B. 煤中含有苯、甲苯、二甲苯等有机物
C. ①是将煤在空气中加强热使其分解的过程
D. B为甲醇或乙酸时,原子利用率均达到100%

【解析】煤属于一次能源,A错误;煤的主要成分是碳,苯、甲苯、二甲苯是煤干馏得到的产物,B错误;煤的干馏指煤在隔

绝空气条件下加热、分解,生成焦炭、煤焦油、粗苯、煤气等产物的过程,C错误;水煤气的成分是 H_2 和 CO ,甲醇(CH_3OH)可以写成 $(\text{H}_2)_2 \cdot \text{CO}$,乙酸($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$)可以写成 $(\text{H}_2)_2 \cdot (\text{CO})_2$,原子利用率均达到100%,D正确。

探究2 石油的综合利用

石油	燃烧	分馏——获得汽油、煤油、柴油、重油等 裂化——提高轻质油(汽油等)的产量
	化工原料	裂解—— 乙烯→聚乙烯 丙烯→聚丙烯 甲烷→重要的化工原料

(1)石油的分馏为物理变化,裂化、裂解为化学变化,得到的产物均为混合物。

(2)烷烃裂化(裂解)后得到烷烃和烯烃。

(3)烷烃不论以哪种形式裂化(裂解),都遵循质量守恒定律。

(4)石油炼制方法的比较

石油的炼制方法	石油的分馏	石油的裂化	石油的裂解
原理	用蒸发和冷凝的方法把石油分成不同沸点范围的蒸馏产物	在催化剂存在的条件下,把相对分子质量大、沸点高的烃断裂为相对分子质量小、沸点低的烃	在高温下,把石油产品中具有长链分子的烃断裂为各种短链的气态烃或液态烃
主要原料	原油	重油	石油分馏产品(包括石油气)
主要产品	汽油、煤油、柴油、重油	汽油、甲烷、乙烷、丁烷、乙烯、丙烯等	乙烯、丙烯、甲烷等
主要变化类型	物理变化	化学变化	化学变化

【例2】下列有关说法正确的是 ()

- A. 汽油可以由石油的分馏得到
B. 汽油是纯净物,有固定的熔、沸点
C. 可用静置后看其是否分层来判断食用油中是否混有汽油
D. 裂化汽油可以作为溴水中提取溴的萃取剂

【答案】A

【解析】汽油是 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{11}$ 烃类混合物,石油的分馏和重油裂化均能得到汽油,A正确;汽油是 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{11}$ 烃类混合物,没有固定的沸点,B错误;食用油与汽油均为有机物,互溶性好,静置后不分层,不能通过静置是否分层来判断食用油中是否混有汽油,C错误;重油裂化后得到的汽油为裂化汽油,组成中含烯烃,能和溴水发生加成反应,不能用于溴水的萃取,D错误。

点睛 石油是一种混合物,含有多种烷烃和芳香烃。石油分馏得到的各种馏分都是混合物,石油裂化的目的是提高轻质油的产量,裂解的目的是得到乙烯、丙烯、丁二烯等。分馏是物理变化,而裂化和裂解是化学变化。

【变式训练 2】下列关于石油的说法中正确的是 (B)

①石油是由多种碳氢化合物组成的混合物 ②石油属于不可再生矿物质能源 ③石油分馏的各馏分均是纯净物 ④石油的裂化属于物理变化 ⑤乙烯的产量可以用来衡量一个国家的石油化工发展水平

A. ①②③ B. ①②⑤ C. ①④⑤ D. ③④⑤

【解析】石油是由多种烃类即碳氢化合物组成的混合物,①正确;天然气、煤、石油属于化石燃料,在我国能源领域占有重要的地位,是不可再生能源,②正确;石油分馏的产物有石油气、汽油、煤油、柴油、沥青等,均是混合物,③错误;裂化是使烃类大分子分裂为较小分子的反应过程,有其他物质生成,是化学变化,④错误;乙烯工业的发展带动了其他以石油为原料的石油化工的发展,因此一个国家乙烯工业的发展水平,已成为衡量这个国家石油化学工业水平的重要标志,⑤正确。

探究 3 天然气的综合利用

1. 天然气既是一种清洁的化石燃料,又是一种重要的化工原料,作为化工原料,它主要用于合成氨和生产甲醇等。天然气化工以含一个碳原子的甲烷为原料,通过化学变化形成含两个或多个碳原子的其他有机化合物。实现天然气的有效转化是一项具有挑战性的课题。

2. 以煤、石油、天然气为原料,通过聚合反应原理合成的材料的相对分子质量很大,属于高分子化合物。塑料、合成纤维、合成橡胶为三大合成材料。

【例 3】页岩气是从页岩层中开采出来的天然气,是一种重要的非常规天然气资源,我国的页岩气储量超过其他任何一个国家。下列有关页岩气的叙述错误的是 ()

A. 页岩气属于清洁能源
B. 页岩气属于一次能源
C. 页岩气属于一种新能源
D. 页岩气属于不可再生能源

【答案】C

【解析】根据题给信息可知页岩气是天然气, $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 甲烷燃烧的生成物无毒无害,属于清洁能源, A 正确;直接从自然界取得的能源称为一次能源,显然页岩气属于一次能源, B 正确;新能源是指传统能源之外的各种能源形式,页岩气不属于新能源, C 错误;在自然界中可以循环再生,取之不尽、用之不竭的能源称之为可再生能源,显然页岩气属于不可再生能源, D 正确。

【点睛】天然气(如页岩气)、沼气等的主要成分是甲烷,甲烷完全燃烧生成二氧化碳和水,属于清洁能源。

【变式训练 3】天然气是目前推广使用的清洁燃料,它的主要成分是 (C)

A. CO B. H_2 C. CH_4 D. CH_3OH

【解析】天然气是化石燃料之一,其主要成分为甲烷(CH_4), C 正确。

随堂小练

1. 下列说法中正确的是 (C)

A. 煤干馏属于物理变化
B. 开发太阳能等新能源,推广甲醇汽油,使用无磷洗涤剂都可直接降低碳排放
C. 煤干馏可以得到甲烷、苯和氨等重要化工原料
D. 石油分馏可获得乙烯、丙烯和丁二烯

【解析】干馏是指隔绝空气加强热,属于化学变化, A 错误。

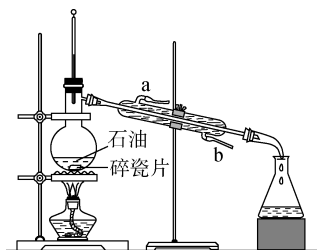
甲醇汽油燃烧也会生成二氧化碳;无磷洗涤剂是在洗涤剂的成分中去掉了导致水污染的磷元素,它不会降低碳排放, B 错误。煤干馏是在隔绝空气条件下对煤加强热使煤分解,可以得到甲烷、苯和氨等重要化工原料, C 正确。石油中不含乙烯、丙烯和丁二烯,无法通过分馏得到它们,石油裂解可获得乙烯、丙烯和丁二烯, D 错误。

2. 下列说法正确的是 (C)

A. 石油是混合物,分馏后的馏分是纯净物
B. 乙烯是石油裂化的主要产品
C. 石油的裂化是化学变化,分馏是物理变化
D. 减压蒸馏可以得到汽油等轻质油

【解析】石油和分馏后的馏分均为混合物, A 错误;石油裂化的主要目的是提高轻质液体燃料的产量和质量,特别是汽油的产量和质量,乙烯是石油裂解的主要产品, B 错误;石油的裂化有其他物质生成,是化学变化,而分馏是混合物的分离操作,属物理变化, C 正确;减压蒸馏可降低沸点,使高沸点的重油进一步分离得到润滑油等, D 错误。

3. 实验室可通过蒸馏石油得到多种沸点范围不同的馏分,装置如图所示。下列说法不正确的是 (C)



A. 沸点较低的汽油比沸点较高的柴油先馏出
B. 蒸馏烧瓶中放入碎瓷片可防止蒸馏时发生暴沸
C. 冷凝管中的冷凝水应该从 a 口进 b 口出
D. 温度计水银球应位于蒸馏烧瓶支管口处

【解析】在蒸馏时,石油的温度逐渐升高,沸点较低的先气态馏出,所以沸点较低的汽油比沸点较高的柴油先馏出, A 正确;碎瓷片具有防暴沸作用,所以蒸馏烧瓶中放入碎瓷片可防止蒸馏时发生暴沸,减少安全事故的发生, B 正确;冷凝管中水采用逆流方式,所以应该 b 为进水口、a 为出水口, C 错误;温度计测量馏分温度,则温度计水银球和蒸馏烧瓶支管口处相平, D 正确。

4. (双选)下列说法中正确的是 (BC)

A. 石油有固定的沸点,所以可进行分馏
B. 重油经过催化裂化可以得到汽油
C. 在石油加工过程中经过减压蒸馏可得到石蜡油
D. 石油分馏所得的馏分是纯净物

【解析】A. 石油是混合物,无固定的沸点,错误; B. 重油经过催化裂化可以得到裂化汽油,正确; C. 石油经过减压蒸馏可得到沸点较高的石蜡油,正确; D. 石油分馏得到的是各种沸点范围的混合物,错误。

温馨提示:请自主完成课后作业(二十八)

课后作业·单独成册

第二节 化学品的合理使用

自主预习

知新导学

1. 化学品的分类: 乙烯、硫酸、纯碱、化肥 等属于大宗化学品, 医药、农药、日用化学品、食品添加剂 等属于精细化学品。

2. 化肥、农药的合理施用

(1) 化肥的合理施用

合理施用化肥应考虑的因素: 土壤酸碱性、作物营养状况、化肥本身的性质 等。

(2) 农药的合理施用

农药的种类: 天然植物农药, 如 除虫菊、烟草 等; 无机农药, 如 波尔多液、石灰硫黄合剂 等; 有机合成农药, 如 有机氯农药、有机磷农药、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯类 等。

3. 合理用药

(1) 药物的分类

按照来源: 天然 药物和 合成 药物。现有药物中的大部分属于 合成 药物。

(2) 解热镇痛药——阿司匹林

阿司匹林的化学名称为 乙酰水杨酸, 它是以 水杨酸 为原料生产的, 具有 解热镇痛 作用。阿司匹林在人体内产生的水杨酸会刺激 胃黏膜, 长期大量服用可能会导致 胃痛、头痛、眩晕、恶心 等不适症状。

4. 安全使用食品添加剂

(1) 着色剂

着色剂可以为食品着色、改善食品色泽。天然色素可以从 植物 或 微生物 中得到, 常见的有红曲红、 β -胡萝卜素、姜黄、叶绿素铜钠盐、焦糖色等。合成色素的着色力强, 稳定性好, 成本较低, 常见的有苋菜红、柠檬黄、靛蓝等。

(2) 增味剂——味精

味精能增加食品的鲜味, 其化学名称为 谷氨酸钠。通常情况下它是一种 无 色晶体, 易 溶于水。

(3) 膨松剂、凝固剂

① 膨松剂: 加工馒头、面包和饼干等产品时, 加入的一些膨松剂(如碳酸氢铵、碳酸氢钠 等)可中和 酸 并受热 分解, 产生大量气体, 使面团疏松、多孔, 生产的食品松软或酥脆, 易于消化吸收。

② 凝固剂: 可改善食品的 形态, 如利用盐卤等物质能使豆浆中的蛋白质聚沉的原理制成豆腐。盐卤中含有的 氯化镁、硫酸钙、葡萄糖酸- δ -内酯 等都是制作豆腐常用的凝固剂。

(4) 防腐剂、抗氧化剂

① 防腐剂: 具有杀灭微生物或者控制其滋生条件的功能, 从而防止食品腐败变质。常见的防腐剂有 苯甲酸及其钠盐、山梨酸及其钾盐 等。

② 抗氧化剂: 可防止食品在空气中被 氧化 而变质, 如抗

坏血酸(即 维生素 C)能被氧化为脱氢抗坏血酸而发挥抗氧化作用, 是水果罐头中常用的抗氧化剂。

(5) 营养强化剂

在食品中加入营养强化剂, 以补充必要的营养成分。如在食盐中添加 碘酸钾; 在奶粉中添加 维生素、碳酸钙、硫酸亚铁、硫酸锌 等。



小试牛刀

1. 下列物质既可以作防腐剂, 又可以作调味剂的是 (C)

- A. 味精
B. 亚硝酸钠
C. 食盐
D. 苯甲酸钠

【解析】味精的主要成分是谷氨酸钠, 为具有鲜味的物质, 可作为食品制作过程中的调味剂, 但它不具有防腐的作用, A 不符合题意; 亚硝酸钠作为肉类的发色剂、防腐剂, 不具有调味的作用, B 不符合题意; 食盐是一种常用的咸味调味剂, 用食盐腌制食品可以防止食品腐烂变质, 所以食盐又是一种食品防腐剂, C 符合题意; 苯甲酸钠是一种常用的食品防腐剂, 有防止食品变质发酸、延长保质期的效果, 在世界各国均被广泛使用, 但不具备调味剂的功能, D 不符合题意。

2. 药物是人类抵御疾病的重要武器之一。下列有关药物的说法不正确的是 (B)

- A. 盘尼西林是一种良效广谱抗生素
B. 阿司匹林是一种重要的抗生素
C. 青霉素是最重要的抗生素
D. 鸦片、吗啡、海洛因都属于毒品

【解析】盘尼西林是一种良效广谱抗生素, 具有消炎作用, A 正确; 阿司匹林是一种重要的解热镇痛药, 但不属于抗生素, B 不正确; 青霉素音译为盘尼西林, 是最重要的抗生素, 是三大经典药物之一, C 正确; 鸦片、吗啡、海洛因都是能使人形成瘾癖的麻醉药品和精神药品, 属于毒品, D 正确。

互动课堂



合作探究

探究 1 化肥、农药的合理施用

1. 化肥的合理施用

(1) 农业生产中常见的化肥

氮肥	铵态氮肥: NH_4HCO_3 、 NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4NO_3 等, 尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$
磷肥	过磷酸钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 和 CaSO_4 的混合物, 重过磷酸钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$
钾肥	草木灰(主要成分是 K_2CO_3), 硫酸钾 (K_2SO_4), 氯化钾 (KCl)
复合肥	KNO_3 、 KH_2PO_4

(2)合理施用化肥应考虑的因素:土壤酸碱性、作物营养状况、化肥本身的性质。

(3)实例

①硝酸铵是一种高效氮肥,但受热或经撞击易发生爆炸,因此必须作改性处理后才能施用。

②草木灰和铵态氮肥混合施用时会产生氨,从而导致铵态氮肥的肥效降低。

(4)不合理施用化肥的危害

①水体污染:由于很多化肥易溶于水,过量施用不仅造成浪费,而且部分化肥会随着雨水流入河流和湖泊,造成水体富营养化,产生水华等污染现象。

②危害土壤:影响土壤的酸碱性和土壤结构。

2. 农药的合理施用

(1)农药的种类

①天然植物农药:除虫菊、烟草。

②无机农药:波尔多液、石灰硫黄合剂。

③有机合成农药:有机氯农药、有机磷农药、氨基甲酸酯和拟除虫菊酯类农药。

(2)农药的发展方向:高效、低毒、低残留。

(3)农药对生态系统和自然环境的影响

①可能会破坏害虫与天敌之间的生态平衡,一些害虫还会产生抗药性。

②蜜蜂等传粉昆虫对农药很敏感,大田用药如不注意就会引起这些昆虫的大量死亡。

③农药施用方法、用量和时机不当,会造成土壤和作物的农药残留超标,以及大气、地表水和地下水的污染。

【例 1】化肥和农药对农牧业的增产增收起重要作用,但使用不当也会给人类和环境带来危害。下列关于化肥或农药的施用描述不正确的是 ()

A. 化肥的施用会造成土壤污染和水污染,但不会造成大气污染

B. 磷肥的大量施用可能造成水体富营养化

C. 农药的施用可能影响害虫与其天敌之间的生态平衡

D. 家蚕吞食喷洒过农药的桑叶,可能引起中毒

【答案】A

【解析】化肥的施用会造成土壤污染和水污染,同时氮化物、硫化物的排放,会导致大气污染,A 不正确;大量施用的磷肥可能会随雨水流入河流,造成水体富营养化,B 正确;农药的施用可能使害虫大量减少,从而破坏其天敌的生存环境,破坏生态平衡,C 正确;家蚕吞食喷洒过农药的桑叶,会使体内蛋白质发生变性,从而引起中毒,D 正确。

【点睛】大量施用化肥、农药,会改变土壤结构,造成土壤污染、水污染以及大气污染。

【变式训练 1】下列有关施用化肥、农药的描述中正确的是

(B)

A. 高温多雨时比较适合施用钾肥

B. 长期施用硫酸会造成土壤板结

C. 石硫合剂必须与硫酸混合后才能施用

D. 过磷酸钙必须经硫酸处理后才能施用

【解析】钾肥易溶于水,多雨时易造成化肥的流失,A 错误;硫酸溶于水呈酸性,易破坏土壤的胶体结构使土壤板结,B 正确;石硫合剂的主要成分是多硫化钙,具有渗透和侵蚀病菌细胞及害虫体壁的能力,能在植物体表面形成一层药膜起保护作用,如果和硫酸混合后施用,会生成硫酸钙使石硫合剂失去作用,C 错误;过磷酸钙的有效成分为 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$,属水溶性速效磷肥,应直接施用,D 错误。

探究 2 合理用药

1. 药物的分类

药物按来源分为天然药物与合成药物。

2. 药物的作用机理

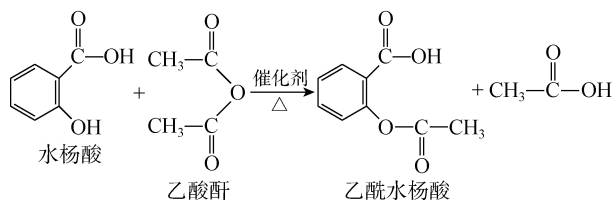
(1)有的药物通过改变机体细胞周围的物理、化学环境而发挥药效,如抗酸药。

(2)更多药物通过药物分子与机体生物大分子的功能基团结合而发挥药效,其分子结构与生物活性密切相关。

3. 阿司匹林

(1)阿司匹林的化学名称是乙酰水杨酸,具有解热镇痛作用。

(2)以水杨酸为原料制取阿司匹林的化学方程式



(3)不良反应:长期服用阿司匹林会导致胃痛、头痛、眩晕、恶心等不适症状。

4. 合理使用药物

(1)药物的两面性:一方面能促进人体健康,另一方面可能会对机体产生有害作用。

(2)合理用药的原则:在医生、药师指导下,遵循安全、有效、经济和适当等原则。

(3)合理用药主要考虑的两个方面

①药物方面:剂量、剂型、给药途径和时间等因素。

②机体方面:患者年龄、性别、症状、心理和遗传等因素。

(4)拒绝毒品。

(5)滥用药物的表现:无处方长期服用安眠药或镇静剂;滥用抗生素;运动员服用兴奋剂;等等。

【例 2】滥用药物有碍健康,下列有关用药的叙述正确的是 ()

- A. 长期大量服用阿司匹林可预防感冒
- B. 运动员长期服用麻黄碱可提高成绩
- C. 服用氢氧化钠溶液可中和过多的胃酸
- D. 注射青霉素前要先做皮肤敏感试验

【答案】D

【解析】长期大量服用阿司匹林会导致不良的肠道反应,A 不正确;麻黄碱属于兴奋剂类药物,不能真正提高成绩,应禁止使用,B 不正确;氢氧化钠具有腐蚀性,应该用胃舒平等药物,C 不正确;使用青霉素前一定要进行皮试,D 正确。

点睛 药物虽然短期内能治疗疾病,但是凡是药物都有副作用,长期或大量使用都会对人体造成伤害。

【变式训练 2】人生病时要合理用药。下列药品与其作用匹配的是 (A)

- A. 抗酸药(主要成分是氢氧化铝):中和过多胃酸
- B. 阿司匹林:消炎抗菌
- C. 青霉素:解热镇痛
- D. 医用碘酒:人体补碘

【解析】氢氧化铝是一种弱碱,可中和过多胃酸,A 正确;常用的阿司匹林用于解热镇痛,B 错误;青霉素是抗生素,不可用于解热镇痛,C 错误;医用碘酒是外用的,不可食用,D 错误。

探究 3 安全使用食品添加剂

1. 常见食品添加剂的类别、功能、品种

类别	功能	品种
着色剂	改善食品色泽	天然色素如红曲红等;合成色素如柠檬黄等
增味剂	增加食品鲜味	味精等
膨松剂	使食品松软或酥脆	碳酸氢铵、碳酸氢钠
凝固剂	改善食品形态	盐卤、葡萄糖酸- δ -内酯
防腐剂	防止食品腐败变质	苯甲酸及其钠盐、山梨酸及其钾盐
抗氧化剂	防止食品因氧化而变质	抗坏血酸(维生素 C)
营养强化剂	补充必要的营养成分	碘酸钾、维生素、碳酸钙、硫酸亚铁、硫酸锌

2. 合理使用食品添加剂应符合以下五点基本要求

- (1) 不应对人体产生任何健康危害。
- (2) 不应掩盖食品腐败变质。
- (3) 不应掩盖食品本身或加工过程中的质量缺陷,或以掺杂、掺假、伪造为目的而使用食品添加剂。
- (4) 不应降低食品本身的营养价值。
- (5) 在达到预期效果的前提下尽可能降低在食品中的使用量。

【例 3】关注食品安全、关爱生命健康是开展生命、生存、生活“三生教育”的一项重要内容。下列有关食品安全的说法正确的是 ()

- A. 食品添加剂一般对人体无害,可任意添加
- B. 用二氧化硫漂白过的银耳不仅色泽美观,而且营养更丰富
- C. 往食盐中加入碘酸钾有利于防止甲状腺肿大
- D. 往婴幼儿奶粉里添加三聚氰胺可以提高奶粉中蛋白质的含量

【答案】C

【解析】食品添加剂的加入应控制用量,否则对人体有害,A 错误;用二氧化硫漂白过的银耳虽然色泽美观,但对人体有害,B 错误;往食盐中加入碘酸钾,补充人体内的碘,有利于防止甲状腺肿大,C 正确;往婴幼儿奶粉里添加三聚氰胺,不能提高奶粉中蛋白质含量,只是提高了氮元素的含量,对人体无益,反而对身体有害,D 错误。

点睛 食品添加剂的用量要严格控制,否则会对人体产生危害。

【变式训练 3】下列说法正确的是 (C)

- A. 少用添加剂比多用添加剂安全
- B. 天然添加剂比人工合成添加剂安全
- C. 往奶粉中添加三聚氰胺(化学式为 $C_3H_6N_6$)是违法的
- D. 不用防腐剂处理的食品比用防腐剂处理的食品安全

【解析】添加剂使用过量对人体有害,但用量过少也达不到效果,比如防腐剂,用量少食品易变质,反而不安全,A 不正确;不管添加剂是天然的还是人工合成的,只要限量,都不会对人体产生危害,B 不正确;往奶粉中添加三聚氰胺对人体有害无益,是违法行为,C 正确;不用防腐剂处理的食品易变质,比用防腐剂处理的食品安全性更差,D 不正确。

随堂小练

1. 以下是人们在面对新型冠状病毒肺炎时的一些认识,你认为符合科学道理的是 (C)

- A. 家庭消毒时,消毒液越浓越好
- B. 吸烟、喝酒可以预防新型冠状病毒肺炎
- C. 应保持室内清洁卫生和经常通风
- D. 必须每天吃药,补充人体所需化学物质

【解析】消毒液并非浓度越高越好,过高浓度的消毒液既不能达到有效的消毒效果,又会造成环境污染,A 错误;吸烟、喝酒对人体有害,也不能预防新型冠状病毒肺炎,B 错误;保持室内清洁卫生和通风能防止病毒的滋生,C 正确;药物服用多了对身体有害,必须遵循医生的指导,D 错误。

2. 下列关于药物的使用说法正确的是 (A)

- A. 虽然药物能治病,但大部分药物有毒副作用
- B. 使用青霉素时,不用进行试验直接静脉注射
- C. 长期大量使用阿司匹林可预防疾病,没有副作用
- D. 我们生病了都可以到药店自己买药吃,不用到医院

【解析】俗话说：“是药三分毒。”虽然药物能治病，但大部分药物都会有一定的毒副作用，A 正确。青霉素具有杀菌力强、毒性低的特点，临床应用广泛。但青霉素易致过敏，使用青霉素时，必须先做皮试试验才可以进行静脉注射，B 错误。阿司匹林主要作用是解热镇痛，长期服用或大量服用可能导致胃痛、头痛等不适症状，C 错误。不同的病因可能具有相同的症状，如果生病了在不明病情的情况下自己去药店买药，可能会因延误了治病的最佳时机而危及生命，D 错误。

3. “毒奶粉”事件提醒我们要注意食品安全，下列有关食品加工方法安全的是 (D)

- A. 用工业盐(含 NaNO_2)来作食品添加剂
B. 用塑料颗粒来制作珍珠奶茶中的“珍珠”
C. 用工业酒精勾兑水来生产低成本白酒
D. 用小苏打来作焙制糕点的发酵粉

【解析】 NaNO_2 有毒，不能用工业盐来作食品添加剂，A 错误；塑料不能食用，不能用塑料颗粒来制作珍珠奶茶中的“珍珠”，B 错误；工业酒精含有甲醇，甲醇有毒，不能用工业酒精勾兑水来生产低成本白酒，C 错误；碳酸氢钠加热分解为碳酸钠、二氧化碳、水，可以用小苏打来作焙制糕点的发酵粉，D 正确。

4. 食品和药品关系人的生存和健康。

(1)下列人体必需元素中，过多摄入 A (填字母，下同)元素会引起甲状腺疾病；在牙膏中添加含 B 元素的化合物可以防治龋齿；儿童缺乏 C 元素会引发佝偻病。

- A. 碘 B. 氟 C. 钙 D. 铜

(2)过敏是使用青霉素的主要不良反应，在用药前使用者一定要进行 皮试(或皮肤敏感试验)。

(3)我们在大药房里买药时，会发现有处方药和非处方药的标志牌，表示非处方药的是 B (填字母)。

A. R

B. OTC

【解析】(1)过多摄入碘会引起甲状腺疾病；含氟的牙膏可以预防龋齿；钙元素主要存在于骨骼和牙齿中，幼儿及青少年缺钙会得佝偻病和发育不良，老年人缺钙会发生骨质疏松，容易骨折。(2)部分抗生素会产生不良反应，所以使用青霉素前使用者一定要进行皮肤敏感试验。(3)药品主要包括非处方药和处方药，非处方药是不需要医师处方即可自行判断、购买和使用的药品，简称 OTC；处方药是必须凭执业医师或执业助理医师的处方才可调配、购买和使用的药品，简称 R。



温馨提示：请自主完成课后作业(二十九)



课后作业·单独成册

第三节 环境保护与绿色化学

自主预习

知新导学

1. 工业“三废”

工业“三废”包括 废气、废水、废渣。

2. 大气污染

(1) 主要来源: 化石燃料的 燃烧 和工业生产过程产生的 废气 及其携带的 颗粒物。

(2) 次生污染物: 上述污染物在太阳辐射等因素作用下, 经过复杂变化形成 次生 污染物。在一定的天气条件下, 会造成 酸雨、雾霾、光化学烟雾 等污染现象。

3. 绿色化学

(1) 绿色化学

绿色化学的核心思想: 绿色化学也称 环境友好 化学, 其核心思想就是改变“先污染后治理”的观念和做法, 利用化学原理和技术手段, 减少或消除产品在生产和应用中涉及的有害化学物质, 实现从 源头 减少或消除环境污染。

(2) 原子经济性反应

① 最理想的“原子经济性反应”: 反应物的原子 全部 转化为期望的最终产物, 这时原子利用率为 100%。

② 原子利用率: 期望产物的总质量与生成物的总质量之比。

③ 开发和利用自然资源的三原则: 减量化、再利用 和 再循环。



小试牛刀

1. 维护生态平衡, 保护环境是关系到人类生存、社会发展的根本性问题。下列气体中, 不是大气污染物的是 (A)

- A. CO_2 B. SO_2
C. NO_2 D. NO

【解析】常见的大气污染物有二氧化硫、二氧化氮、一氧化氮、一氧化碳等, 而二氧化碳、氮气属于空气组成成分, 不属于大气污染物, 所以 CO_2 不属于大气污染物。

2. “白色污染”的主要危害有 (C)

- ① 破坏土壤结构 ② 降低土壤肥效 ③ 污染地下水 ④ 危及海洋生物的生存

- A. ①② B. ②③
C. ①②③④ D. ②④

【解析】“白色污染”是人们对塑料垃圾污染环境的一种形象称谓, 它是指用聚苯乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等高分子化合物制成的各类生活塑料制品, 使用后被弃置成为固体废物, 由于随意乱丢乱扔, 难于降解处理以致造成城市环境严重污染

的现象, 掩埋会破坏土壤结构、降低土壤肥效、污染地下水以及危及海洋生物的生存。

3. 绿色化学是 21 世纪化学科学发展的重要方向之一, 其核心是从源头上减少或消除工业生产对环境的污染。你认为绿色化学是指化学工业生产中 (D)

- A. 将化工厂建在远离城市的郊区
B. 在化工厂种草、种树, 使其成为花园工厂
C. 不使用任何化学物质
D. 少用或不用有害物质以及少排或不排放有害物质

【解析】将化工厂建在远离城市的郊区不能从源头上杜绝污染, 不符合绿色化学理念, A 错误; 在化工厂种草、种树, 使其成为花园式工厂只是环境的绿化, 与绿色化学无关, B 错误; 自然界的所有物质都是化学物质, C 错误; 少用或不用有害物质以及少排或不排放有害物质, 能够从源头上减少或消除工业生产对环境的污染, 符合绿色化学的理念, D 正确。

互动课堂



合作探究

探究 1 工业“三废”的治理

1. 大气污染

(1) 主要来源: 化石燃料的燃烧和工业生产过程产生的废气及其携带的颗粒物。

(2) 次生污染物: 上述污染物在太阳辐射等因素作用下, 经过复杂变化形成次生污染物。具体形成过程如下:

化石燃料的燃烧 $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO、NO}_x\text{、SO}_2\text{ 等} \\ \text{烟尘} \\ \text{挥发性有机物} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{在阳光、空气和水蒸气等的作用下}} \text{次生污染物}$

(3) 酸雨的防治

① 常用的脱硫原理: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2 \uparrow + \text{CaO}$; $\text{SO}_2 + \text{CaO} = \text{CaSO}_3$; $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{CaSO}_4$ 。

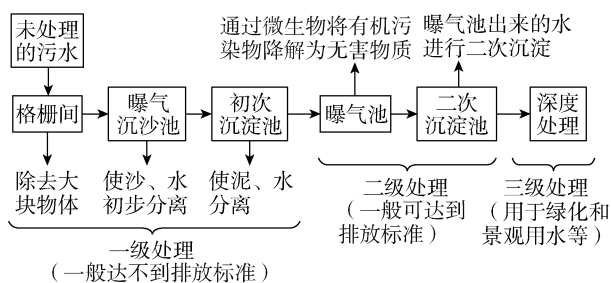
$\text{SO}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 。

② 含氮氧化物的治理: 一般采用 CH_4 、 H_2 、 NH_3 等在 Pt、Pd 等催化作用下使氮氧化物还原, 生成 N_2 、 CO_2 、 H_2O 等无害气体。涉及的反应为 $\text{CH}_4 + 4\text{NO}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CH}_4 + 2\text{NO}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{N}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

2. 水污染

(1) 污水主要成分: 重金属盐、酸、碱等无机化合物; 耗氧物质、石油和难降解的有机物以及洗涤剂。

(2) 污水的治理



① 污水处理的三级处理方法和程度

处理级数	主要任务	处理方法	处理程度
一级	除去污水中不溶解的污染物	通常采用物理方法(如格栅间、沉淀池)	水的净化程度不高,一般不能直接排放,通常作为预处理
二级	除去水中的可降解有机物等污染物	采用生物方法(又称微生物法)及某些化学方法(如曝气池)	一般可达到国家规定的排放标准
三级	进一步除去二级处理未能去除的污染物,其中包括微生物、未能降解的有机物、可溶性无机物等	主要采用化学沉淀法、氧化还原法、离子交换法和反渗透法等	对污水进行深度处理和净化。经过三级处理后的水可用于绿化和景观用水等

② 污水处理中的化学方法及原理

方法	常用试剂	反应原理(离子方程式)
混凝法	明矾	$\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
中和法	酸性污水中加熟石灰,碱性污水中加硫酸	$\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$
沉淀法	向含 Hg^{2+} 的污水中加 Na_2S	$\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{HgS} \downarrow$
氧化还原法	向酸性含铬污水中加 FeSO_4	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

3. 固体废弃物造成的污染

(1) 常见的污染:主要是指生活垃圾、工业废渣随意堆放造成的污染。目前最引人注意的是由塑料制品造成的“白色污染”及废旧电池造成的重金属污染。

(2) 治理原则:遵循无害化、减量化、资源化的原则,从而达到减少环境污染和资源回收利用的目的。

【例 1】减少酸雨产生可采用的措施是 ()

① 少用煤作燃料 ② 把工厂烟囱加高 ③ 燃料脱硫

④ 在已经酸化的土壤中加入石灰 ⑤ 开发新能源

A. ①②③ B. ②③④⑤
C. ①③⑤ D. ①③④⑤

【答案】C

【解析】少用煤作燃料、燃料脱硫、开发新能源都可减少含硫物质的排放,可减少二氧化硫的形成;而加高工厂烟囱不能减少二氧化硫、氮氧化物的产生,即不能减缓酸雨污染;在已经酸化的土壤中加入石灰,可以改良土壤,但不能减缓酸雨污染。

【点睛】酸雨指 pH 小于 5.6 的酸性降水,主要是空气中的氮的氧化物和硫的氧化物造成的。

【变式训练 1】垃圾分类并回收利用,可以减少污染,保护环境,节约自然资源,而环境保护与化学知识息息相关。下列有关说法正确的是 (A)

A. 废旧电池中含有镍、镉等重金属,不可用填埋法处理,属于有害垃圾
B. 各种玻璃制品的主要成分是硅酸盐,不可回收利用,属于其他(干)垃圾
C. 废弃的聚乙烯塑料属于可回收垃圾,不易降解,能使溴水褪色
D. 含棉、麻、丝、毛及合成纤维的废旧衣物燃烧处理时都只生成 CO_2 和 H_2O

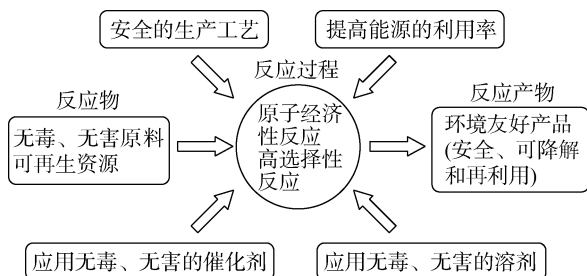
【解析】废旧电池中含有镍、镉等重金属,能够引起土壤、水体污染,不可用填埋法处理,A 正确;各种玻璃制品的主要成分是硅酸盐,可回收利用,属于可回收垃圾,B 错误;聚乙烯中不含碳碳双键,不能使溴水褪色,C 错误;丝、毛成分为蛋白质,含有氮、碳、氧、氢等元素,灼烧除了生成二氧化碳和水,还会生成氨气或氮氧化物,D 错误。

探究 2 绿色化学

1. 绿色化学的核心思想

绿色化学也称环境友好化学,其核心思想就是改变“先污染后治理”的观念和做法,利用化学原理和技术手段,减少或消除在生产和应用中涉及的有害化学物质,实现从源头减少或消除环境污染。

2. 绿色化学示意图



3. 原子经济性反应

最理想的“原子经济性反应”就是反应物的原子全部转化为期望的最终产物,这时原子利用率为100%。

4. 常见的环境污染

环境污染	形成原因	主要危害
温室效应	大气中 CO_2 含量不断增加	全球气候变暖,两极冰雪融化,海平面上升
酸雨 (pH<5.6)	SO_2 和氮氧化物的排放	土壤酸化,腐蚀建筑物
光化学烟雾	氮氧化物和碳氢化合物	危害人体健康和植物生长
臭氧空洞	氮氧化物和氟氯代烃的排放	地球上的生物受太阳紫外线的伤害加剧
赤潮和水华	含氮、磷等营养成分的生活污水和工农业废水的任意排放	使藻类过度繁殖,水质恶化,发生在海水中为赤潮,淡水中为水华
“白色污染”	聚乙烯塑料等的大量使用,任意丢弃	破坏土壤结构和生态环境
雾霾	SO_2 、氮氧化物以及可吸入颗粒物的排放	能吸附大量致癌物质和基因毒性诱变物质,使慢性病加剧、使呼吸系统及心脏系统疾病恶化、改变肺功能及结构、影响生殖能力、改变人体的免疫结构

【例2】绿色化学的核心是反应过程的绿色化,即要求原料物质中的所有原子完全被利用且全部转入期望的产品中。下列过程不符合这一思想的是 ()

- A. 甲烷、CO 合成乙酸乙酯: $2\text{CH}_4 + 2\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
- B. 烯烃与水煤气发生的羰基合成反应: $\text{RCH}=\text{CH}_2 + \text{CO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{RCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$
- C. 葡萄糖在酒化酶作用下转化为酒精: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酒化酶}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$
- D. 工业制取乙醛的方法之一: $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{CHO}$

【答案】C

【解析】绿色化学的核心是反应过程的绿色化,即要求原料物质中的所有原子完全被利用且全部转入期望的产品中,即利用率为100%。A、B、D中反应物全部生成了产物,利用率为100%,不符合题意;C中反应物没有全部生成期望的产物,原子利用率小于100%,符合题意。

【点睛】绿色化学又称“环境无害化学”“环境友好化学”

“清洁化学”,以“原子经济性”为原则,研究如何在产生目的产物的过程中充分利用原料及能源,减少有害物质的释放。绿色化学的核心就是要利用化学原理和技术手段,从源头减少或消除环境污染。故属于绿色化学的反应包括化合反应、加成反应以及加聚反应。

【变式训练2】在绿色化学工艺中,理想状态是反应物中的原子全部转化为欲制得的产物,即原子利用率为100%。下列反应类型能体现原子经济性原则的是 (B)

- ①置换反应 ②化合反应 ③分解反应 ④取代反应
⑤加成反应 ⑥消去反应
A. ①② B. ②⑤ C. ②⑥ D. ①③

【解析】①置换反应生成一种单质和一种化合物,除欲制得的产物外,还生成另一种物质,原子利用率小于100%,错误;②化合反应只生成一种产物,原子利用率为100%,正确;③分解反应产物多于一种,除欲制得的产物外,还生成其他物质,原子利用率小于100%,错误;④取代反应的产物至少有两种,除欲制得的产物外,还生成其他物质,原子利用率小于100%,错误;⑤加成反应只生成一种产物,原子利用率为100%,正确;⑥消去反应除欲制得的产物外,还生成其他物质,原子利用率小于100%,错误。综上所述,②⑤满足题意,B符合。

随堂小练

1. 空气质量是政府和公众普遍关注的问题,下列物质不列入空气质量指数首要污染物的是 (B)
- A. 二氧化硫 B. 二氧化碳
C. $\text{PM}_{2.5}$ D. 氮氧化物

【解析】二氧化硫、氮氧化物、 $\text{PM}_{2.5}$ 均是大气污染物,二氧化碳不是大气污染物,不属于空气质量指数首要污染物,B满足题意。

2. 化学与能源开发、环境保护、资源利用等密切相关。下列说法正确的是 (D)
- A. 为提高农作物的产量和质量,应大量施用化肥和农药
B. 绿色化学的核心是应用化学原理对环境污染进行治理
C. 实现化石燃料清洁利用,就无需开发新能源
D. 垃圾是放错地方的资源,应分类回收利用

【解析】大量施用化肥会破坏土壤结构,大量施用农药会污染环境,A项不正确;绿色化学的核心是从源头上阻止环境污染,而不是出现污染后再去治理,B项不正确;化石能源是有限的,仍需开发新能源,C项不正确。

3. 火灾中会产生大量的大气污染物:①浓烟中的炭粒;②氮的氧化物;③碳的氧化物;④硫的氧化物。其中会导致雨水酸化的有害、有毒气体是 (B)
- A. ①③ B. ②④ C. ③④ D. ①②

【解析】火灾中产生的大量的大气污染物中,氮的氧化物、硫的氧化物是导致雨水酸化的有害气体,答案选 B。

4. 化学在保证人类的生存并不断提高人类的生活质量方面起着重要作用,它与科学技术、社会、环境密切相关。下列有关说法错误的是 (B)

- A. 绿色化学的核心是从源头上减少或消除工业生产对环境的污染
B. 肼、氨、甲醇等燃料电池的热值远高于其直接燃烧的热值
C. “煤改气”“煤改电”等清洁燃料改造工程有利于减少雾霾
D. 天然气、沼气和水煤气分别属于化石能源、可再生能源和二次能源

【解析】绿色化学又称环境友好化学,其核心是利用化学原理和技术手段从源头上减少或消除工业生产对环境的污染,而不是产生污染后再治理,A 正确。燃料电池直接将燃料的化学能转化为电能,能量转换效率较高;普通燃料燃烧会发光、发热,能量转换效率较低,但是燃料燃烧的总能量是守恒的,燃烧的热值相等,B 错误。“煤改气”“煤改电”等清洁燃料改造工程减少了二氧化硫、氮氧化物和可吸入颗粒物,故有利于减少雾霾天气,C 正确。化石燃料为天然气、石油、煤;可再生能源是指在自然界中可以不断再生、循环利用的能源,具有取之不尽、用之不竭的特点;二次能源是由一次能源经过加工直接或转换得到的能源;天然气、沼气和水煤气分别属于化石能源、可再生能源和二次能源,D 正确。

5. (双选)“绿水青山就是金山银山”,下列做法不符合绿色化学理念的是 (AC)

- A. 用 Cu 和浓 HNO_3 生产 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
B. 在汽车的排气管上加催化转化装置,将 NO 和 CO 转化为 N_2 和 CO_2
C. 将重污染企业转移到偏远的农村,以提高城市的空气质量
D. 研发新的物质合成路径,提高反应物的原子利用率

【解析】以 Cu 和浓 HNO_3 为原料生产 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,有副产品 NO_2 、 H_2O 生成,同时 NO_2 有毒,故 A 错误;NO 和 CO 属于有毒气体,NO 和 CO 在催化剂作用下转化为无毒的 N_2 和 CO_2 ,符合绿色化学理念,故 B 正确;将重污染企业转移到偏远的农村,污染农村环境,不符合绿色化学理念,故 C 错误;研发新的物质合成路径,减少副反应发生,提高反应物的原子利用率,符合绿色化学理念,故 D 正确。

6. 汽车的发明与使用,是人类智慧的杰出体现,它为人们的生活和生产带来了极大的方便,同时由此引发的环境污染问题也越来越引起人们的关注。

(1)汽车排放的尾气中因含有氮的氧化物而污染大气,造成产生氮的氧化物的主要原因是 D (填字母,下同)。

- A. 燃烧含氮化合物燃料
B. 燃烧含铅汽油
C. 汽油燃烧不充分
D. 汽缸中的 N_2 被氧化

(2)下列有关城市各项污染源与其造成的恶果对应关系正确的是 A。

- A. 汽车尾气——光化学烟雾;工业废气——酸雨;工业废水——“公害病”
B. 汽车尾气——酸雨;工业废气——“公害病”;工业废水——光化学烟雾
C. 汽车尾气——“公害病”;工业废气——酸雨;工业废水——光化学烟雾
D. 汽车尾气——光化学烟雾;工业废气——“公害病”;工业废水——酸雨

(3)新型环保出租车采用“LPG+汽油”的双燃料系统,其尾气中的有毒气体成分较普通车型下降 80% 左右,缓解了汽车尾气排放给城市环境造成的污染问题。下列物质中不属于上述有毒气体的是 A。

- A. CO_2 和 H_2 B. NO_2 和 NO
C. CO 和 SO_2 D. 炭粒和含铅化合物

(4)所谓“绿色汽车”是指使用液化石油气等无污染或污染较小的能源作燃料的汽车。绿色汽车可避免有毒的铅、苯的同系物以及稠环芳烃的排放。燃烧等质量的液化石油气(主要成分是含 $\text{C}_3 \sim \text{C}_4$ 的烃)与汽油相比较 D。

- A. 前者生成的水少
B. 前者消耗氧气量少
C. 前者燃烧产生的热量多
D. 前者产生的含碳化合物种类少

(5)为了减少大气污染,许多城市推广汽车使用清洁燃料。目前使用的清洁燃料主要有两类:一类是压缩天然气;另一类是液化石油气。这两类燃料的主要成分都是 B。

- A. 碳水化合物 B. 碳氢化合物
C. 氢气 D. 醇类

【解析】(1)汽车在工作时,发动机的活塞在汽缸中运行一个循环时要经过进气、压缩、点火燃烧和排气四个过程,在压缩和点火燃烧等过程中由于高压高温,故空气中 N_2 和 O_2 发生如下反应: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\text{高压}]{\text{高温}} 2\text{NO}$, $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$,生成污染大气的 NO_2 、NO。

(2)可结合汽车尾气、工业废气、工业废水的主要成分及危害进行分析。

(3) CO_2 和 H_2 均不属于有毒气体。

(4)抓住“绿色汽车”这一题眼。

(5)天然气(主要成分是 CH_4)和液化石油气(主要成分为含有 3~4 个碳原子的烃)的主要成分都是碳氢化合物。



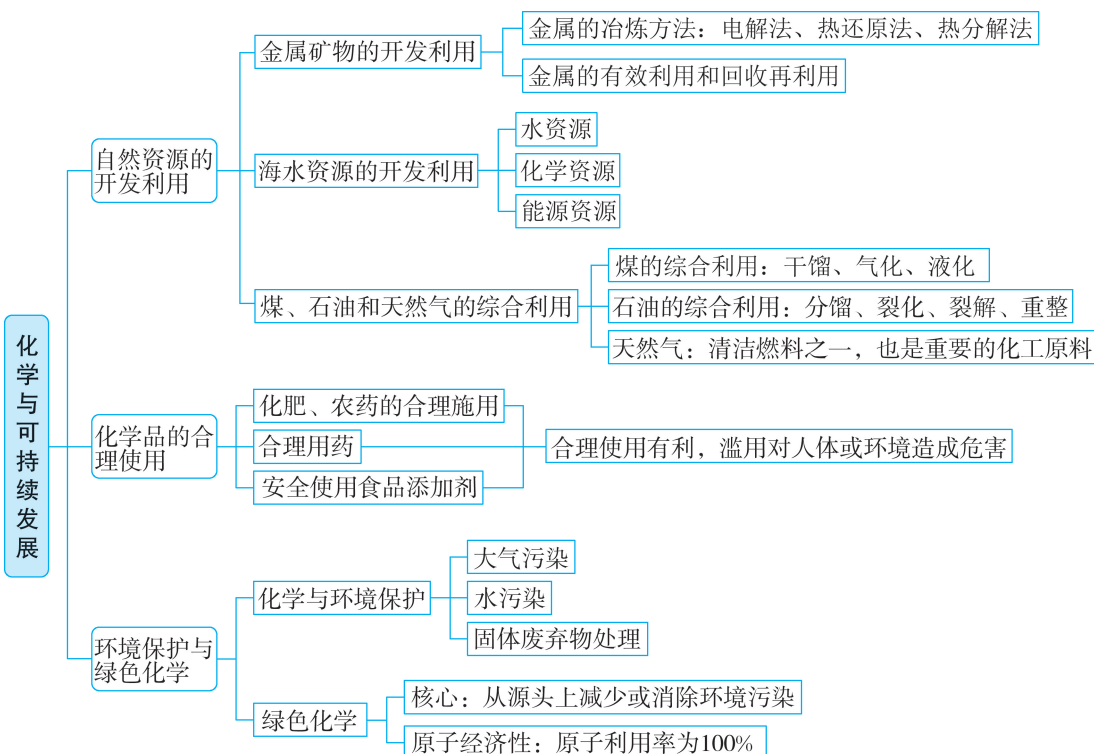
温馨提示:请自主完成课后作业(三十)

课后作业·单独成册



三、知能拓展

知识网络



重难突破

要点1 几种常用金属冶炼方法的比较

方法名称	举例	主要特点
热分解法	$2\text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 4\text{Ag} + \text{O}_2 \uparrow$ $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$	适合冶炼活泼性较差的金属
热还原法	CO 作还原剂 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$	冶炼的金属为合金(含碳)，生产成本较低
	H ₂ 作还原剂 $\text{WO}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{W} + 3\text{H}_2\text{O}$	冶炼的金属纯度较高，成本较高
	Na、Mg、Al 作还原剂 $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$ $4\text{Na} + \text{TiCl}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{NaCl} + \text{Ti}$	冶炼难熔金属，纯度较高，成本较高
	C 作还原剂 $2\text{ZnO} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Zn} + \text{CO}_2 \uparrow$ $2\text{CuO} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Cu}$	冶炼金属成本较低，易形成合金(含碳)
电解法	$2\text{Al}_2\text{O}_3 (\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$	金属纯度高，耗电量大，生产成本低

注意：炼铁时，CO 来源于焦炭与空气中 O₂ 的反应，冶炼的金属中含有碳元素，形成含碳的合金。

【例1】下列金属冶炼原理对应的冶炼方法，与工业上冶炼铝相同的是 ()

- A. $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$
 B. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
 C. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
 D. $2\text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 4\text{Ag} + \text{O}_2 \uparrow$

【答案】A

【解析】A. 该反应是工业上用电解熔融氯化钠的方法冶炼金属钠，与冶炼金属铝的方法一致，正确；B. 该反应是湿法炼铜，属于置换反应，与冶炼铝不一致，错误；C. 该反应是工业上用热还原法冶炼金属铁，与冶炼铝不一致，错误；D. 该反应是工业上用热分解法冶炼金属银，与冶炼铝不一致，错误。

【变式训练1】下列金属的冶炼方法说法不正确的是 (C)

- A. 汞、银等不活泼金属用热分解法
 B. 钾、钠、钙、镁等活泼金属用电解法
 C. 铝、锌、铁、铅、铜等金属用热还原法
 D. 氢气、碳、铝等都可用于冶炼金属的还原剂

【解析】A. 汞、银为不活泼金属,用热分解法制取,A 正确;B. 钾、钠、钙、镁等为活泼金属,用电解法制取,B 正确;C. 铝为活泼金属,用电解法制取,锌、铁、铅、铜等金属用热还原法,C 错误;D. 氢气、碳、铝等都可以与部分金属氧化物反应生成金属单质,可用作冶炼金属的还原剂,D 正确。

要点 2 煤、石油的综合利用

1. 化学中“三馏”的比较

名称	干馏	蒸馏	分馏
原理	隔绝空气加强热使物质分解	根据液态混合物中各组分沸点不同进行分离	与蒸馏原理相同
产物	产物为混合物	产物为单一组分的纯净物	产物为沸点不同的各组分组成的混合物
反应类型	化学变化	物理变化	物理变化

2. 化学中“两裂”的比较

名称	定义	目的
裂化	在一定条件下,把相对分子质量大、沸点高的烃断裂为相对分子质量小、沸点低的烃	提高轻质油的产量,特别是提高汽油的产量
裂解	在高温下,使具有长链分子的烃断裂成各种短链的气态烃和少量液态烃	获得短链不饱和烃

3. 化学中“六气”的主要成分

名称	高炉煤气	水煤气	天然气	液化石油气	焦炉气	裂解气
主要成分	CO、CO ₂	H ₂ 、CO	CH ₄	C ₃ H ₈ 、C ₄ H ₁₀	H ₂ 、CH ₄ 、C ₂ H ₄ 、CO	C ₂ H ₄ 、C ₃ H ₆ 、C ₄ H ₈ 、CH ₄

【例 2】下列说法不正确的是 ()

- A. 石油的裂化、裂解都是从长链烃变成短链烃
B. 裂化的目的是获得轻质油,裂解的目的是获得气态乙烯、丙烯等短链烃
C. 石油经过常压、减压分馏及裂化等工序炼制后即能得到纯净物
D. 石油分馏是物理变化,裂化、裂解是化学变化

【答案】C

【解析】石油裂化的目的是提高轻质液体燃料(汽油、煤油、柴油等)的产量,特别是提高汽油的产量,裂解的目的是获得乙烯、丙烯、丁二烯、丁烯、乙炔等短链烃,裂化、裂解都是从长链

烃变成短链烃,A、B 正确;根据石油中各成分的沸点不同,采用分馏的方法将它们分离,得到汽油、煤油、柴油、润滑油、沥青等,这些馏分都是混合物,C 错误;石油的分馏是根据沸点不同,将各组分加以区分,属于物理变化,通过石油的裂化、裂解可以得到小分子化合物,属于化学变化,D 正确。

【变式训练 2】下列属于物理变化的是 (C)

- A. 煤的气化 B. 石油裂化
C. 石油分馏 D. 橡胶老化

【解析】煤的气化是煤与碳反应生成一氧化碳和氢气,属于化学变化,A 错误;石油裂化是大分子经裂化而得到小分子的汽油等,属于化学变化,B 错误;石油的分馏是根据沸点不同,将各组分加以区分,并没有新物质生成,属于物理变化,C 正确;橡胶老化是因受热、空气中的氧和臭氧、阳光、风、雨、雪、水分以及使用过程中各种机械拉力作用或化学溶剂的侵蚀,使橡胶的化学结构受到破坏,属于化学变化,D 错误。

要点 3 七大环境问题

环境问题	主要污染物	主要危害
温室效应	CO ₂	造成全球气候变暖,水位上升,陆地面积减小等
酸雨	SO ₂ 、NO _x	土壤酸化、水源污染、建筑物被腐蚀等
臭氧层破坏	氟氯代烷、NO _x	到达地球表面的紫外线明显增多,给人类健康及生态环境带来多方面危害
光化学烟雾	碳氢化合物、NO _x	刺激人体器官,特别是人的呼吸系统,使人生病甚至死亡
“白色污染”	废弃塑料制品	①在土壤中影响农作物吸收水分和养分,导致农作物减产 ②混入生活垃圾中难处理、难回收 ③易被动物当作食物吞入,导致动物死亡
赤潮和水华	废水中含氮、磷元素的营养物质	使水体富营养化,导致水中藻类疯长,消耗水中溶解的氧,使水体变得浑浊、水质恶化
PM _{2.5}	颗粒物	污染空气,形成雾霾天气,增加交通事故,危害人体健康

【例 3】化学与生活密切相关,下列说法不正确的是 ()

- A. “酸雨”“臭氧层受损”“光化学烟雾”都与氮氧化物有关
B. PM_{2.5} 作为空气质量预报的一项重要指标,它是指空气中直径小于或等于 2.5 μm 的颗粒物,该值越高,代表空气污

染程度越严重

C. 静电除尘治理悬浮颗粒污染,其依据是胶体的电泳原理

D. 为消除碘缺乏症,卫健委规定食盐中必须加含碘物质,食盐中所加含碘物质是 KI

【答案】D

【解析】“酸雨”“臭氧层受损”“光化学烟雾”都与氮氧化物有关,A 正确; $\text{PM}_{2.5}$ 作为空气质量预报的一项重要指标,它是指空气中直径小于或等于 $2.5\ \mu\text{m}$ 的颗粒物, $\text{PM}_{2.5}$ 表示每立方米空气中这种颗粒的含量,这个值越高,代表空气污染越严重,B 正确;静电除尘就是运用悬浮颗粒的胶粒带负电荷,在外加电场作用下,向阳极移动,从而达到除尘的效果,其依据是胶体的电泳原理,C 正确;为消除碘缺乏症,卫健委规定食盐中必须加含碘物质,在食盐中所加含碘物质是碘酸钾(KIO_3),D 错误。

【变式训练 3】火力发电厂常用煤作燃料,煤燃烧时会产生 SO_2 和 NO_2 气体,气体排放到大气中易形成 (D)

- A. “白色污染” B. 温室效应
C. 臭氧空洞 D. 酸雨

【解析】“白色污染”是塑料制品的随意丢弃造成的环境污染,不选 A;排放到大气中的二氧化碳过多,会造成温室效应,不选 B;氟利昂等能破坏大气的臭氧层,造成臭氧空洞,不选 C;煤燃烧时产生的 SO_2 和 NO_2 气体,会造成硫酸型酸雨和硝酸型酸雨,选 D。

▶ 要点 4 绿色化学和节能减排

1. 绿色化学

(1)核心:利用化学原理和技术手段从源头上减少或消除工业生产对环境造成的污染,又称为“环境无害化学”“环境友好化学”“清洁化学”。

(2)从经济观点看:它提倡合理利用资源和能源,降低生产成本(尽可能提高原子利用率)。

(3)热点:原子经济性——反应物的原子全部转化为期望的最终产物,原子利用率为 100%。

$$\text{原子利用率} = \frac{\text{期望产物的总质量}}{\text{生成物的总质量}} \times 100\%$$

2. 节能减排——低碳经济、低碳生活

“低碳”就是指生活作息时所耗用的能量要尽量减少,从而降低碳,特别是二氧化碳的排放量,从而减少对大气的污染,减缓生态恶化。

低碳经济包括发展氢能和太阳能、提高原子利用率、发展绿色化学、限制塑料制品的使用等。

低碳生活的途径:减少食物加工过程,注意节约用电,尽量购买本地的、当季的食物,尽量减少私家车的使用,减少使用一次性餐具,尽量使用太阳能等代替化石燃料,多用电子邮件等即时通信工具,少用传真、打印机等。

【例 4】绿色化学工艺的特点可以用原子经济化、原料绿色化、催化剂绿色化、溶液绿色化、产品绿色化等来形象地概括。下列说法符合绿色化学理念的是 ()

- A. 无机化工生产中使用 KClO_3 代替 H_2O_2 作氧化剂
B. 生产中选用催化剂只需考虑能加快反应即可
C. 物质合成中使用无毒、无害的原料或可再生资源
D. 有机化工生产中所需溶剂尽量选择苯、氯仿等有机物

【答案】C

【解析】A. KClO_3 作氧化剂,在生产过程中可能会产生污染环境的含氯物质,A 不合题意;B. 生产中选用催化剂不仅要考虑能加快反应,还要考虑对环境等的影响,B 不合题意;C. 为实现原料绿色化,合成物质的原料应无毒、无害或使用可再生资源,C 符合题意;D. 有机化工生产中所需溶剂尽可能不选择苯、氯仿等对环境会造成污染的有机物,D 不符合题意。

【变式训练 4】绿色能源是指使用过程中不排放或排放极少污染物的能源,如一次能源中的水能、地热能、天然气等;二次能源中的电能、氢能等。下列能源属于绿色能源的是 (D)

- ①太阳能 ②风能 ③石油 ④煤 ⑤潮汐能 ⑥木材
A. ①②③ B. ③④⑤
C. ④⑤⑥ D. ①②⑤

【解析】太阳能、风能、潮汐能在使用过程中不产生污染物,符合绿色能源的要求;石油、煤、木材在燃烧过程中会产生碳的氧化物,其中二氧化碳会导致温室效应,不完全燃烧的产物一氧化碳有毒,会污染空气,并且煤在燃烧过程中还会产生二氧化硫,会导致酸雨的形成,木材燃烧产生粉尘颗粒污染空气,因此石油、煤、木材不属于绿色能源。属于绿色能源的是①②⑤。

拓展提升

1. 工业上冶炼下列金属,必须另加还原剂的是 (C)

- A. Mg B. Ag C. Cu D. Na

【解析】A. 镁性质活泼,用电解熔融氯化镁的方法冶炼,不需要另加还原剂,A 错误;B. 银性质不活泼,用热分解法冶炼,不需要另加还原剂,B 错误;C. 铜性质较不活泼,用热还原法冶炼,必须另加还原剂,C 正确;D. 钠性质活泼,用电解熔融氯化钠的方法冶炼,不需要另加还原剂,D 错误。

2. 化学在解决能源危机、保护环境和开发新材料等领域有重要作用。下列做法不正确的是 (D)

- A. 开发和使用可降解塑料
B. 煤燃烧时进行脱硫脱硝处理
C. 推广使用太阳能和风能
D. 就地焚烧秸秆还灰于田

【解析】A. 开发和使用可降解塑料,可减少“白色污染”,A 正确;B. 煤燃烧时进行脱硫脱硝处理,降低二氧化硫和氮氧化物的排放,减少酸雨,B 正确;C. 推广使用太阳能和风能,减少化石燃料的燃烧,减少二氧化碳排放,C 正确;D. 植物秸秆

就地焚烧,会产生大量的烟,造成空气污染,D错误。

3. 下列有关环境污染的说法不正确的是 (B)

- A. 燃烧煤时加入适量生石灰,可减少废气中 SO_2 的量
- B. pH 在 5.6~7 之间的降水通常称为酸雨
- C. 光化学烟雾的形成主要与 NO_x 和碳氢化合物有关
- D. 含磷洗涤剂的大量使用和任意排放会导致水体污染

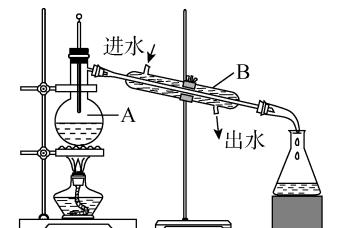
【解析】A. 生石灰(CaO)能和二氧化硫反应生成 CaSO_3 , 则可以吸收二氧化硫,减少废气中二氧化硫的量,A 正确;B. pH 小于 5.6 的降水称为酸雨,正常降水的 pH 在 5.6~7 之间,B 错误;C. 氮的氧化物等可引起光化学反应,则光化学烟雾的形成主要与 NO_x 和碳氢化合物有关,C 正确;D. 含磷洗涤剂的大量使用和任意排放会造成水体富营养化而引起赤潮、水华等现象,导致水体污染,D 正确。

4. 工业上用洗净的废铜屑作原料来制备硝酸铜。为了防止环境污染,宜采用的方法是 (C)

- A. $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- C. $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$; $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3(\text{稀}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- D. $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CuSO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{BaSO}_4 \downarrow$

【解析】A. 该反应在获取硝酸铜的同时生成了有毒的 NO_2 , 会造成环境污染,A 不符合;B. 该反应在获取硝酸铜的同时产生了有毒的 NO , 会造成环境污染,B 不符合;C. 生成硝酸铜的同时只有水生成,无其他污染物出现,C 符合;D. 在制备硝酸铜的过程中有有毒的 SO_2 生成,会造成环境污染,D 不符合。

5. 海带中所含碘元素以碘离子(I^-)的形式存在,经常食用海带可以防治甲状腺肿大。某同学设计实验从海带中提取碘,有如下操作:①滤液中滴加稀硫酸和双氧水;②在海带中加入少量酒精,使其燃烧为灰烬,在灰烬中加水搅拌;③加四氯化碳并振荡;④过滤;⑤分液;⑥蒸馏。下列说法不正确的是 (D)



- A. 实验的合理操作顺序是②④①③⑤⑥
- B. 步骤②和④中都需要用到玻璃棒
- C. 步骤①中双氧水表现氧化性
- D. 步骤⑥中所用装置如上图所示

【解析】从海带中提取碘先灼烧海带,然后溶解后过滤,加双氧水氧化后用四氯化碳萃取,分液后用蒸馏法分离碘和四氯化碳,A 正确;②过程是溶解,需要玻璃棒搅拌,④过程是过滤,需要玻璃棒引流,B 正确;加入双氧水的目的是将碘离子氧化生成碘单质,C 正确;图中冷凝水的方向、温度计水银球的位置都不对,D 错误。



温馨提示:请自主完成第八章达标测试

课后作业·单独成册



读者意见反馈表

亲爱的老师：

非常感谢您使用《考向标·课程标准同步导练 化学 必修 第二册》！本套用书能对您的教学有所帮助，是我们全体编者和编辑最大的心愿。希望您在百忙之中抽空填写下表，给本用书提宝贵意见和建议，我们将认真归纳整理，作为再版修订的重要依据。为感谢您对提升本套用书质量所付出的辛勤劳动，前 100 位寄回“读者意见反馈表”的老师，我们将统一回赠精美小礼品。



姓 名		职 称		电 话	
学 校				微信 /QQ	
联系地址				邮 编	
1. 您最喜欢的栏目是哪些？您认为哪些栏目还需要改进？为什么？您还想增加什么栏目吗？					
2. 您觉得本书习题的难易度是否适中？请列举出您难以解答的题目。					

续上表

3. 您是否在书中发现题目有误、条件缺失、图文不符的情况？若有，请列举出来。

4. 您是否在书中发现语言、文字、标点符号使用不当或不够规范的问题？若有，请列举出来。

5. 您是否看到过其他质量较好的同类图书?与本书比较,它们有哪些主要特色?

通信地址：长沙市开福区北辰三角洲 B1E1 区 5 栋 15 楼 410008

联系人：蒋老师

电 话: 0731-85515368

微信号: hunanhuayujiaoyu

邮 箱: 2138195118@qq.com