

点金训练

教师用书

《点金训练》编写组 编

► 化学

必修第二册

配人教版



四川教育出版社

CONTENTS

目录

第五章 化工生产中的重要非金属元素

○单元概览	1
○探究构建 第一节 硫及其化合物	3
第1课时 硫和二氧化硫	3
第2课时 硫酸及硫酸根离子的检验 不同价态含硫物质的转化	8
第二节 氮及其化合物	15
第1课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮	15
第2课时 氨和铵盐	22
第3课时 硝酸 酸雨及防治	28
第三节 无机非金属材料	35
○迁移应用	41
○重构拓展	43
单元测试卷(一)	44

第六章 化学反应与能量

○单元概览	51
○探究构建 第一节 化学反应与能量变化	53
第1课时 化学反应与热能	53
第2课时 化学反应与电能	59
第二节 化学反应的速率与限度	65
第1课时 化学反应的速率	65
第2课时 化学反应的限度 化学反应条件的控制	71
○迁移应用	78
○重构拓展	80
单元测试卷(二)	82
期中测试卷	88



第七章 有机化合物

○单元概览	96
○探究构建 第一节 认识有机化合物	98
第二节 乙烯与有机高分子材料	106
第1课时 乙烯 炔	106
第2课时 有机高分子材料	112
第三节 乙醇与乙酸	117
第1课时 乙醇	117
第2课时 乙酸 官能团与有机化合物的分类	123
第四节 基本营养物质	131
○迁移应用	138
○重构拓展	140
单元测试卷(三)	142

第八章 化学与可持续发展

○单元概览	148
○探究构建 第一节 自然资源的开发利用	150
第二节 化学品的合理使用	156
第三节 环境保护与绿色化学	162
○迁移应用	167
○重构拓展	170
单元测试卷(四)	171
期末测试卷(一)	178
期末测试卷(二)	185

单元概览

学习导航

与氯一样,氮、硫也是重要的非金属元素,其单质和化合物在生产和生活中具有广泛的应用。硫氧化物(主要是 SO_2 、 SO_3)和氮氧化物 NO_x (主要是 NO 、 NO_2)是大气中的主要污染物,是导致酸雨等大气污染问题的主要物质;同时它们也是重要的化学工业生产的产品或中间产物。氨、铵盐是重要的氮肥;硫酸盐、亚硫酸盐和硝酸盐是重要的化工原料;硫酸、硝酸是用量大、应用广的两大强酸;传统和新型无机非金属材料对人类的生产和生活以及社会的进步发挥着重大的作用。

通过本章的学习,我们将会知道:

1. 氮、硫及其化合物具有的重要性质,这些物质在生产和生活中的应用。
2. 不同价态含氮物质或含硫物质之间的转化关系。
3. 大气中的氮氧化物、硫氧化物的产生方式,人类防治大气污染的措施。
4. 玻璃、水泥、硅、二氧化硅、新型陶瓷、碳纳米材料等无机非金属材料的主要性能和用途。

本章我们将从“证据推理和模型认知”“科学探究和创新意识”“科学态度与社会责任”相结合的视角,基于氧化还原反应模型、“价一类”二维图模型探究硫及其化合物、氮及其化合物的性质,从酸雨及其防治、氮肥的合理使用、环境保护和可持续发展的角度提出自己的建议,并身体力行;基于新型无机非金属材料在信息、能源等领域产生的影响,体会化学学科对社会进步的价值。

学习目标

1. 画出氮、硫及其化合物的“价一类”二维图,从物质价态和类别的视角分析氮、硫及其化合物的性质。
2. 设计实验探究氮、硫及其化合物的性质,解释二氧化硫的吸收、氮氧化物的处理与钙基固硫的原理,形成性质、转化、应用三方面的逻辑思维。
3. 综合运用氮、硫及其化合物的转化关系,解释氨催化吸收法处理氮、硫污染物的原理,用守恒思想进行金属与硝酸反应的定量计算。

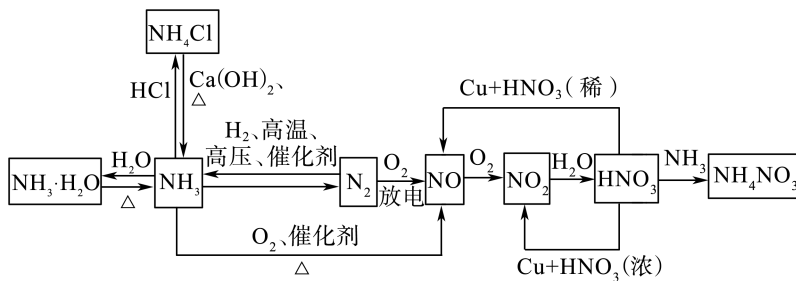
核心概念

物质是多样的,在一定条件下可以实现物质的相互转化。元素在不同物质中可能表现不同的价态,不同价态的物质在一定条件下可以相互转化;实验探究是研究物质的性质常用的方法;物质转化及新物质的制备对社会可持续发展具有重要作用。

学法指导

1. 依据复分解反应与氧化还原反应原理,预测物质可能具有的性质,设计实验探究物质性质,观察实验现象,得出物质性质,并用化学方程式表示。

2. 学会建构化学知识网络。例如氮及其化合物:



3. 通过查阅资料等方式了解无机非金属材料,并对重要的无机非金属材料进行分类整理,将所学知识系统化、结构化。

单元任务

空气质量日报是通过新闻媒体向社会发布的环境信息,可以及时准确地反映空气质量状况,增强人们对环境的关注,提高全民的环境保护意识。目前计入空气污染指数的项目主要为可吸入颗粒物、二氧化硫、二氧化氮等。目前我国对于大气污染出台了明确的法律规定:钢铁、建材、有色金属、石油、化工等企业生产过程中排放粉尘、硫化物和氮氧化物的,应当采用清洁生产工艺,配套建设除尘、脱硫、脱硝等装置,或者采取技术改造等其他控制大气污染物排放的措施。

请同学们思考:

1. 空气中含有 N、S 元素的气体主要有哪些? 其主要来源有哪些?
2. 空气中含有 N、S 元素的气体是如何产生的?
3. 空气中含有 N、S 元素的气体可能发生哪些反应? 对环境有哪些影响?

探·究·构·建

第一节 硫及其化合物

第1课时 硫和二氧化硫

学习任务目标

- 通过分析硫的原子结构,推断硫元素可能具有的化学性质并进行证明,理解物质的微观结构与宏观性质之间的关系。
- 结合实验探究,了解 SO_2 的物理性质和化学性质,能说出 SO_2 的主要用途。
- 通过对二氧化硫与水、氧气反应的学习,初步建立可逆反应的概念。

问题式预习

一、硫

1. 硫在元素周期表中的位置: 第三周期第 VI A 族, 非金属性弱于氧。

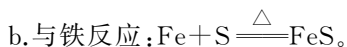
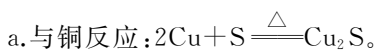
2. 单质硫的性质

(1) 物理性质

颜色	状态	溶解性
黄色	固体	难溶于水, 微溶于酒精, 易溶于二硫化碳

(2) 化学性质

① 与金属反应



c. 与金属反应生成金属硫化物, 反应中硫表现氧化性。

② 与非金属反应

a. 与氢气反应: $\text{H}_2 + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{S}$, 反应中硫表现氧化性。

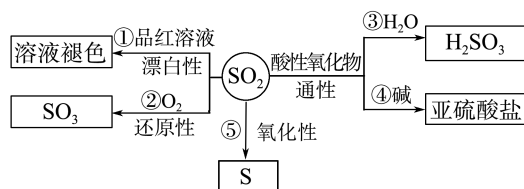
b. 与氧气反应: $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$, 反应中硫表现还原性。

二、二氧化硫

1. 物理性质

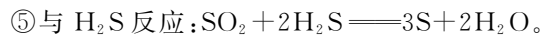
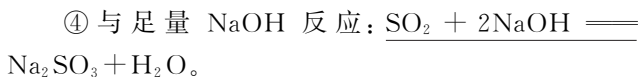
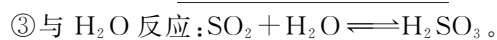
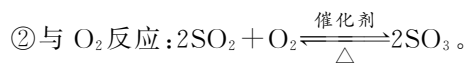
颜色	状态	气味	密度	溶解性
无色	气体	刺激性 气味	比空气 大	易 溶于水

2. 化学性质



有关化学方程式或反应现象:

① 漂白性: 与某些有色物质(如品红)反应生成不稳定的无色物质。加热或久置可恢复原来的颜色。

3. SO_2 的用途

(1) 漂白纸浆、毛、丝、草帽辫等。

(2) 杀菌消毒。

(3) 一种食品添加剂。

4. 可逆反应

(1) 正反应: 向生成物方向进行的反应。

(2) 逆反应: 向反应物方向进行的反应。

(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。 SO_2 与 H_2O 的反应为可逆反应。

任务型课堂

任务一 硫的物理性质和化学性质

「探究活动」

某同学设计以下两个实验探究铁与单质硫、氯气的反应:①硫粉与铁粉反应,②铁丝在氯气中燃烧。

活动 1 铁粉与硫粉反应生成 FeS,与氯气反应生成 FeCl₃。试从微观角度分析产物中 Fe 的价态不同的原因。

提示:S 的原子半径比 Cl 大,S 的非金属性比 Cl 弱,则 Cl₂ 的氧化性比 S 强,与变价金属铁反应时,氧化性强的 Cl₂ 将 Fe 氧化生成 Fe³⁺,氧化性弱的 S 将 Fe 氧化生成 Fe²⁺。

活动 2 硫粉与铁粉在陶土网上加热,得到黑色固体,同时产生有刺激性气味的气体。请分析产生上述现象的原因。

提示:硫粉与铁粉在加热时反应生成 FeS,部分铁粉与空气中的 O₂ 反应生成 Fe₃O₄,部分硫粉与空气中的 O₂ 反应生成有刺激性气味的 SO₂ 气体。

「评价活动」

1. 下列关于硫的说法正确的是 ()

- A. 硫是一种黄色的能溶于水的晶体
B. 过量的硫与铁反应生成 Fe₂S₃
C. 试管内壁上的硫黄可用二硫化碳清洗
D. 硫在过量纯氧中燃烧生成三氧化硫

C 解析:硫是一种黄色晶体,难溶于水,A 项错误;硫与铁反应生成 FeS,与硫的用量无关,B 项错误;硫黄易溶于二硫化碳,试管内壁上的硫黄可用二硫化碳清洗,C 项正确;硫在过量纯氧中燃烧生成二氧化硫,D 项错误。

2. 关于单质硫的叙述有:①通常状况下为黄色晶体;②难溶于水,微溶于酒精;③氧化性比氯气弱;④只能被还原不能被氧化;⑤医药上用来制硫黄软膏,用于治疗某些皮肤病。其中正确的是 ()

- A. ①②③⑤ B. ②③⑤
C. ②④⑤ D. ③⑤

A 解析:①单质硫在常温下是一种黄色晶体,故①

正确;②单质硫难溶于水,微溶于酒精,故②正确;③S 的非金属性比 Cl 弱,因此单质硫的氧化性比氯气弱,故③正确;④在单质硫中,S 的化合价为 0 价,处于最高+6 价和最低-2 价之间,因此单质硫既有氧化性又有还原性,既能被还原又能被氧化,故④错误;⑤单质硫能杀死病菌,医药上用来制硫黄软膏,治疗某些皮肤病,故⑤正确。

任务总结 ■■■■■

硫的化学性质

(1) 与氧气反应:硫黄在空气或纯氧中燃烧,无论空气或纯氧是否过量,都只生成 SO₂。

(2) S、O₂ 和 Cl₂ 的氧化性比较

单质	S	O ₂	Cl ₂
与变价金属(如 Fe 等)反应	生成低价态金属硫化物,如 FeS 等	生成物可能有多种价态,如 Fe ₃ O ₄ 等	生成高价态金属氯化物,如 FeCl ₃ 等
氧化性强弱	S < O ₂ < Cl ₂		

(3) 洗涤附着在试管内壁上的硫黄的方法

①用二硫化碳洗涤。

②用热的 NaOH 溶液洗涤,反应为 $3S + 6NaOH \xrightarrow{\Delta} 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$ 。

任务二 二氧化硫的鉴别、净化及检验

「探究活动」

食品中添加适量的二氧化硫可以起到漂白、防腐和抗氧化等作用。

活动 1:SO₂ 作防腐剂和抗氧化剂体现了 SO₂ 的什么性质?

提示:体现了 SO₂ 的还原性。

活动 2:CO₂ 和 SO₂ 均为酸性氧化物,在性质上具有一定的相似性,结合已有的知识探究能否用澄清石灰水鉴别 CO₂ 和 SO₂,为什么?

提示:不能用澄清石灰水鉴别 SO₂ 和 CO₂,因为二者通入澄清石灰水时,现象相同,即开始产生白色沉淀,之后沉淀溶解。

活动 3:若要证明某气体是 CO₂ 和 SO₂ 的混合

气体,需用哪些试剂?顺序如何确定?

提示:可用品红溶液、酸性 KMnO_4 溶液和澄清石灰水。混合气体 \rightarrow 品红溶液 \rightarrow 酸性 KMnO_4 溶液 \rightarrow 品红溶液 \rightarrow 澄清石灰水。

活动4:已知 H_2SO_3 酸性强于 H_2CO_3 ,除去 CO_2 中的 SO_2 可用哪些方法?

提示:(1)将混合气体通入足量的饱和 NaHCO_3 溶液中。(2)将混合气体通入足量的酸性 KMnO_4 溶液中。

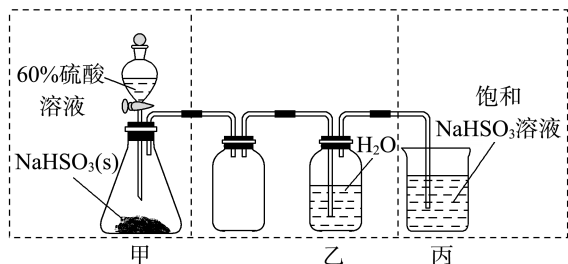
「评价活动」

1.能与 SO_2 气体发生反应,但无沉淀产生的是()

- ①溴水 ② $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 ③澄清石灰水
④ Na_2CO_3 溶液 ⑤稀硫酸 ⑥ Na_2SO_3 溶液
A.只有① B.①③④
C.④⑤⑥ D.①④⑥

解析:有关反应为① $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$ (无沉淀生成);② $\text{SO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (有沉淀生成);③ $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (有沉淀生成);④ $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CO}_2$ (无沉淀生成);⑤ SO_2 与稀硫酸不反应;⑥ $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$ (无沉淀生成)。对照题意,符合条件的有①④⑥。

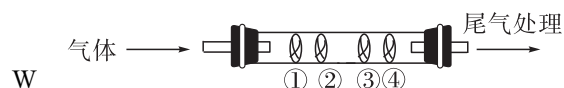
2.实验室制取少量 SO_2 水溶液并探究其酸性,下列实验装置和操作不能达到实验目的的是()



- A.用装置甲制取 SO_2 气体
B.用装置乙制取 SO_2 水溶液
C.用装置丙吸收尾气中的 SO_2
D.用干燥 pH 试纸检验 SO_2 水溶液的酸性

C 解析:60%硫酸溶液和 $\text{NaHSO}_3(\text{s})$ 可发生反应: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,因此装置甲可以制取 SO_2 气体,A正确;气体通入液体时“长进短出”,装置乙可以制取 SO_2 水溶液,B正确; SO_2 不与饱和 NaHSO_3 溶液发生反应,因此装置丙不能吸收尾气中的 SO_2 ,C错误; SO_2 水溶液显酸性,可用干燥的 pH 试纸检验其酸性,D正确。

3.某化学实验兴趣小组的同学用下图所示装置通入 SO_2 气体进行实验。



(1)请填写表中空格:

管中棉花的位置	①	②	③	④
棉花浸取试剂	石蕊溶液	品红溶液	淀粉和碘水混合液	氢硫酸
现象	_____	_____	溶液褪色	浅黄色沉淀
体现 SO_2 的性质	酸性氧化物	漂白性	_____	氧化性

(2)写出③中发生反应的化学方程式:_____。

解析:(1)①二氧化硫是酸性氧化物,溶于水生成亚硫酸,可使石蕊溶液变红;②二氧化硫通过品红溶液,品红褪色,体现了二氧化硫的漂白性;③二氧化硫通过淀粉和碘水混合液,二氧化硫被碘氧化,溶液蓝色褪去,体现了二氧化硫的还原性。(2)二氧化硫和碘反应的化学方程式是 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ 。

答案:(1)①变红 ②褪色 ③还原性

(2) $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$

任务总结

二氧化硫的检验和除杂

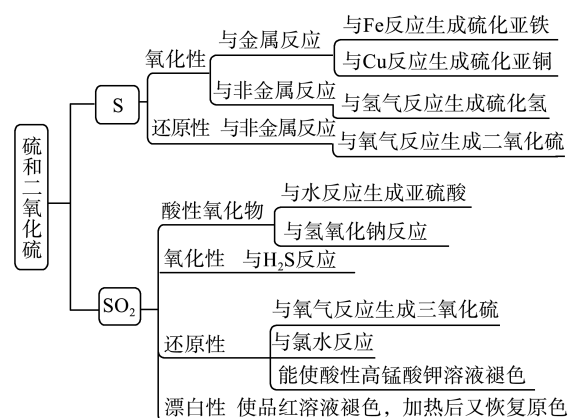
(1)验证 CO_2 和 SO_2 同时存在时,因两者均具有酸性氧化物的性质,因此只能利用 SO_2 的漂白性,先验证 SO_2 的存在,再除尽 SO_2 ,最后验证 CO_2 的存在。

(2)除去 CO_2 中 SO_2 的方法

①利用 SO_2 的还原性,用酸性高锰酸钾溶液、氯水、溴水等除去。

②利用 H_2SO_3 的酸性比 H_2CO_3 的酸性强,用饱和碳酸氢钠除去。

► 提质归纳



课后素养评价(一)

A组 学习·理解

知识点 1 硫

1.《天工开物》中记载:凡火药,硫为纯阳,硝为纯阴。其中“硫”指的是 ()

A.硫酸 B.硫黄 C.硫酸钠 D.硫化钠

B 解析:《天工开物》中记载:凡火药,硫为纯阳,硝为纯阴。其中“硫”指的是硫黄,“硝”为硝酸钾,故选 B。

2.下列关于硫的叙述正确的是 ()

A.沾有硫的试管可以用酒精进行洗涤

B.硫是一种能溶于水的晶体

C.硫在空气中燃烧生成二氧化硫

D.硫在纯氧中燃烧生成三氧化硫

C 解析:硫是一种淡黄色、不溶于水、微溶于酒精、易溶于二硫化碳的晶体;硫在空气中燃烧时可与氧气反应生成二氧化硫。硫在纯氧中燃烧并有催化剂时可生成三氧化硫。

3.在一定条件下,下列物质能与 S 发生反应,且 S 作为还原剂的是 ()

A.Cu B.H₂ C.Fe D.O₂

D 解析:硫既有氧化性又有还原性,当与 H₂、金属单质等强还原剂反应时,硫作为氧化剂,而与 O₂、浓硝酸等强氧化剂反应时,硫作为还原剂。

知识点 2 二氧化硫、亚硫酸

4.二氧化硫是中国允许使用的还原性漂白剂。对食品有漂白作用,对植物性食品内的氧化酶有强烈抑制作用。下列说法正确的是 ()

A.因为 SO₂ 具有漂白性,所以它能使品红溶液、溴水、石蕊溶液褪色

B.SO₂、漂白粉、活性炭、Na₂O₂ 都能使红墨水褪色,且褪色原理相同

C.能使品红溶液褪色的不一定是 SO₂

D.SO₂ 和 Cl₂ 混合使用,会有更强的漂白能力

C 解析:因为 SO₂ 具有漂白性,所以它能使品红溶液褪色,SO₂ 具有还原性,能和溴水发生氧化还原反应而使之褪色,SO₂ 是酸性氧化物,与水反应生成的亚硫酸能使石蕊溶液变红,故 A 错误;SO₂ 能使红墨水褪色是因为反应生成无色不稳定的化合物,漂白粉具有强氧化性能使红墨水褪色,活性炭具有吸附性能使红墨水褪色,Na₂O₂ 具有强氧化性能使红墨水褪色,其原理不尽相同,故 B 错误;SO₂ 能和品红反应生成无色不稳定的化合物而使之褪色,HClO 等很多强氧化剂具有强氧化性,也能使品红溶液褪色,则能使品红溶液褪色的不一定是

SO₂,故 C 正确;SO₂ 和 Cl₂ 混合使用,会发生反应:SO₂+Cl₂+2H₂O=H₂SO₄+2HCl,降低或失去漂白能力,故 D 错误。

5.SO₂ 气体与下列溶液中的溶质不发生反应的是 ()

A.NaOH 溶液

B.酸性 KMnO₄ 溶液

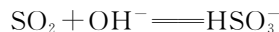
C.溴水

D.Na₂SO₄ 溶液

D 解析:因 SO₂ 是酸性氧化物,所以能和碱反应;因 SO₂ 具有还原性,所以能和酸性 KMnO₄ 溶液、溴水反应;亚硫酸的酸性弱于硫酸,所以不能和 Na₂SO₄ 溶液反应。

6.下列离子方程式正确的是 ()

A.向 NaOH 溶液中通入少量的 SO₂:



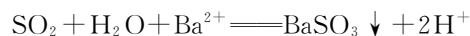
B.向氯水中通入少量的 SO₂:



C.将 SO₂ 通入饱和的 NaHCO₃ 溶液中:



D.将 SO₂ 通入 BaCl₂ 溶液中:



B 解析:A 项为 SO₂+2OH⁻→SO₃²⁻+H₂O;C 项中应为 2HCO₃⁻+SO₂→SO₃²⁻+2CO₂+H₂O;D 项中不反应。

7.下列溶液能吸收 SO₂ 气体,同时既无沉淀又无气体产生的是 ()

A.氢硫酸

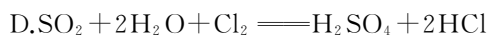
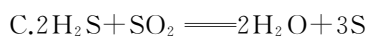
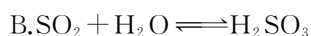
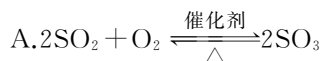
B.NaHCO₃ 溶液

C.Na₂SO₃ 溶液

D.Ba(OH)₂ 溶液

C 解析:SO₂ 能与氢硫酸反应:2H₂S+SO₂→3S↓+2H₂O,产生沉淀,故 A 错误;SO₂ 能与 NaHCO₃ 溶液反应:SO₂+2NaHCO₃→Na₂SO₃+H₂O+2CO₂,产生气体,故 B 错误;SO₂ 能与 Na₂SO₃ 溶液反应:Na₂SO₃+SO₂+H₂O→2NaHSO₃,既无沉淀又无气体产生,故 C 正确;SO₂ 能与 Ba(OH)₂ 溶液反应:SO₂+Ba(OH)₂→BaSO₃↓+H₂O,产生沉淀,故 D 错误。

8.下列反应中,SO₂ 表现氧化性的是 ()



C 解析:A、D 两项中硫元素化合价升高,SO₂ 被氧化,表现还原性;B 项中硫元素化合价没有改变;

C项 SO_2 中硫元素化合价降低, SO_2 表现氧化性。


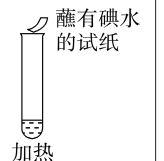
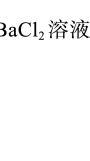
9. 向 FeCl_3 和 BaCl_2 的酸性混合溶液中通入 SO_2 气体, 有白色沉淀生成, 此沉淀是 ()

- A. BaSO_4 B. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
C. BaSO_3 D. S

A 解析: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 不是沉淀, 排除 B 项。题中隐含的条件为: 该白色沉淀不溶于酸, 可以排除 C 项。

B组 应用·实践

10. 某同学将 SO_2 和 Cl_2 的混合气体通入品红溶液, 振荡, 溶液褪色, 将此无色溶液分成三等份, 依次进行实验, 实验操作和实验现象记录如下:

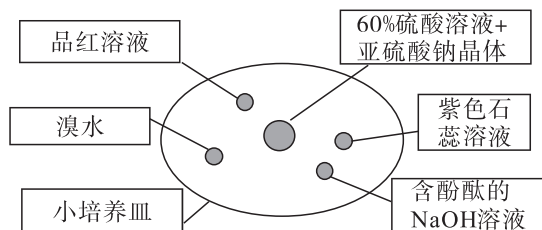
序号	①	②	③
实验操作			
实验现象	溶液不变红, 试纸不变蓝	溶液不变红, 试纸褪色	生成白色沉淀

下列分析不正确的是 ()

- A. ①说明 Cl_2 被完全消耗
B. ②中试纸褪色的原因是 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$
C. ③中若将 BaCl_2 溶液换成 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 也能说明 SO_2 被 Cl_2 氧化为 SO_4^{2-}
D. 上述实验条件下 SO_2 均被氧化

C 解析: ①中加热后溶液不变红, 湿润的淀粉-KI 试纸不变蓝, 说明溶液中不含 Cl_2 , 则 Cl_2 被完全消耗, A 正确; ②中蘸有碘水的试纸褪色, 说明 SO_2 过量, 加热后 SO_2 与 I_2 发生氧化还原反应: $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$, B 正确; 酸性环境中, NO_3^- 能氧化 SO_3^{2-} , 故③中若将 BaCl_2 溶液换成 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 不能说明 SO_2 被 Cl_2 氧化为 SO_4^{2-} , C 错误; 加入 BaCl_2 溶液有白色沉淀生成, 即生成 BaSO_4 , 证明 SO_2 被氧化, D 正确。

11. 下图是研究二氧化硫性质的微型实验装置, 现用 60% 硫酸溶液和亚硫酸钠晶体反应制取二氧化硫气体, 实验现象很明显, 且不易污染空气。下列说法错误的是 ()



A. 紫色石蕊溶液变红色

由于 Fe^{3+} 有氧化性, SO_2 有还原性, 两者可发生氧化还原反应, 硫元素化合价升高, 生成的 SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 结合成 BaSO_4 , 根据该题的隐含信息, 可写出下列化学方程式: $2\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$, $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ 。

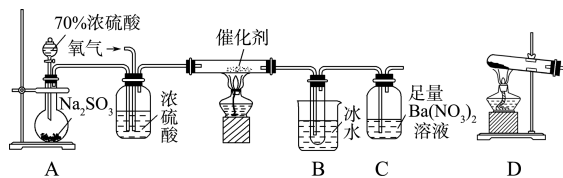
B. 品红溶液褪色

C. 溴水橙色褪去

D. 含酚酞的氢氧化钠溶液红色变浅, 说明 SO_2 具有漂白性

D 解析: SO_2 与水反应生成亚硫酸, 亚硫酸溶液显酸性, 使紫色石蕊溶液呈现红色, 使含有酚酞的 NaOH 溶液红色变浅。

12. 实验室中用下列装置测定 SO_2 催化氧化为 SO_3 转化的物质的量 (部分夹持装置已省略), 已知 SO_3 的熔点为 16.8°C , 假设气体进入装置时均被完全吸收, 且忽略空气中 CO_2 的影响。下列说法不正确的是 ()



A. A 装置烧瓶中发生的反应可以表示为 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

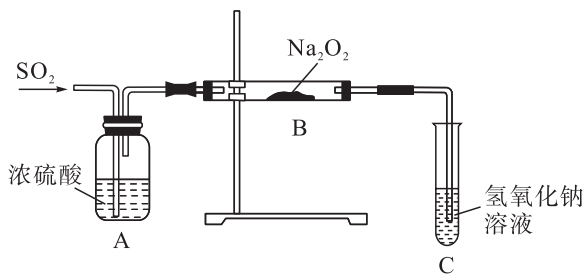
B. 用 D 装置制备氧气, 试管中的药品可以是 H_2O_2

C. 当停止通入 SO_2 , 熄灭酒精灯后, 需要继续通一段时间的氧气

D. C 中产生的白色沉淀是 BaSO_4

B 解析: 70% 的浓硫酸可以电离出 H^+ , A 正确; D 装置是加热固体制取氧气, 而 H_2O_2 是液体, B 错误; 对于定量测定实验, 除了要排除空气、水蒸气等的干扰, 还要将产物 SO_3 及未反应的 SO_2 全部赶到后续装置中以进行准确测量或称量, 故反应停止后还要继续通入一段时间的氧气, C 正确; 装置 C 中发生的反应是 $3\text{Ba}^{2+} + 3\text{SO}_2 + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}^+$, 沉淀为 BaSO_4 , D 正确。

13. 有两个实验小组的同学为探究过氧化钠与二氧化硫的反应, 都用如图所示的装置进行实验。通入 SO_2 气体, 将带余烬的木条插入试管 C 中, 木条复燃。

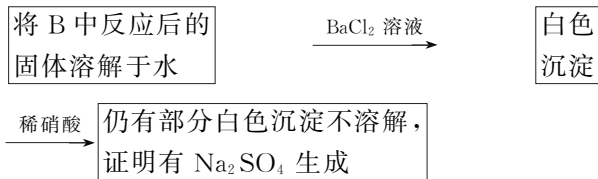


请回答下列问题：

(1)第 1 小组同学认为 Na_2O_2 与 SO_2 反应生成了 Na_2SO_3 和 O_2 ，该反应的化学方程式是_____。

(2)请设计一种实验方案，证明 Na_2O_2 与 SO_2 反应生成的白色固体中含有 Na_2SO_3 ：

(3)第 2 小组同学认为 Na_2O_2 与 SO_2 反应除了能生成 Na_2SO_3 与 O_2 外，还有 Na_2SO_4 生成。为检验是否有 Na_2SO_4 生成，他们设计了如下方案：



上述方案是否合理？_____。

请简要说明两点理由：

- ①_____；
②_____。

解析：(1) 已知“ Na_2O_2 与 SO_2 反应生成了 Na_2SO_3 和 O_2 ”，再联想 Na_2O_2 与 CO_2 反应生成了 Na_2CO_3 和 O_2 ，即得答案。(2) 证明含 Na_2SO_3 即证明含 SO_3^{2-} 。 SO_3^{2-} 的特征反应是与 H^+ 反应生成能使品红溶液、酸性高锰酸钾溶液、溴水等有色液体褪色的有刺激性气味的无色气体 SO_2 。(3) 该实验目的是检验是否有 Na_2SO_4 生成，即检验是否存在 SO_4^{2-} 。但是，“第 2 小组同学认为 Na_2O_2 与 SO_2 反应除了生成 Na_2SO_3 和 O_2 外还有 Na_2SO_4 生成”，即被检样品中混有 Na_2SO_3 ， Na_2SO_3 易被 Na_2O_2 、 HNO_3 氧化为 Na_2SO_4 ，所以该实验方案不合理。

答案：(1) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{SO}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2$
(2) 取少量试样，加入足量硫酸(或稀盐酸)，产生有刺激性气味的无色气体，将产生的气体通入品红溶液。若品红溶液褪色，说明白色固体中含有 Na_2SO_3
(3) 不合理 ①稀硝酸能将 BaSO_3 氧化为 BaSO_4
②如果反应后的固体中还残留 Na_2O_2 ，它溶于水后能将 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-}

第 2 课时 硫酸及硫酸根离子的检验 不同价态含硫物质的转化

学习任务目标

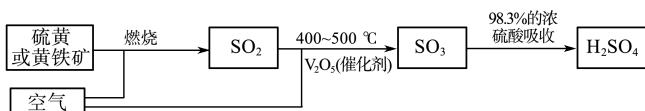
- 1.能结合工业生产实际，理解硫酸的工业制备原理。
- 2.能通过实验探究，了解硫酸的酸性和浓硫酸的特性。通过浓硫酸的脱水性实验探究，能发现异常现象并分析产生现象的原因，设计探究实验得出浓硫酸与木炭的反应。
- 3.能通过实验探究，设计实验检验硫酸根离子。
- 4.能认识硫元素在物质中具有的不同价态，可通过氧化还原反应实现含有不同价态硫元素的物质的相互转化。

问题式预习

一、硫酸

1.工业制备硫酸的原理

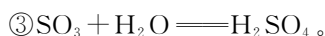
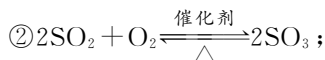
(1)工业制硫酸的原理示意图



(2)写出工业制硫酸的化学方程式：



$+ 8\text{SO}_2$)；

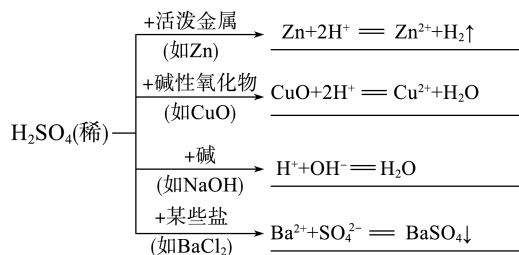


2.硫酸的化学性质

(1) H_2SO_4 是二元强酸，溶于水易电离出 H^+ ，电离方程式为 $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 。

(2)稀硫酸的化学性质

稀硫酸具有酸的通性,写出下列反应的离子方程式:



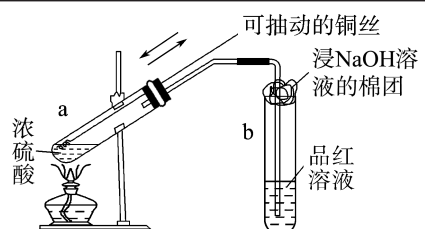
3. 浓硫酸的三大特性。

(1) 吸水性: 浓硫酸能够吸收气体、液体中的水分子及固体中的结晶水, 故常用作干燥剂。

(2) 脱水性: 浓硫酸能把有机物中的氧、氢元素按 1:2 的组成比脱去, 留下黑色的炭。如向蔗糖中加入浓硫酸时, 蔗糖逐渐变黑, 体积膨胀, 形成海绵状固体, 并放出有刺激性气味的气体。

(3) 强氧化性

① 与金属的反应: 浓硫酸能与绝大多数金属作用, 如与铜反应。

实验操作	
实验现象	a 试管中铜丝表面有气泡 b 试管中的品红溶液逐渐变为无色 将 a 试管里的溶液慢慢倒入水中, 溶液变蓝色
实验结论	Cu 和浓硫酸反应的化学方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

② 常温下, 冷的浓硫酸能使 Fe、Al 发生钝化。

③ 与非金属单质的反应: 浓硫酸能氧化部分非金属单质。

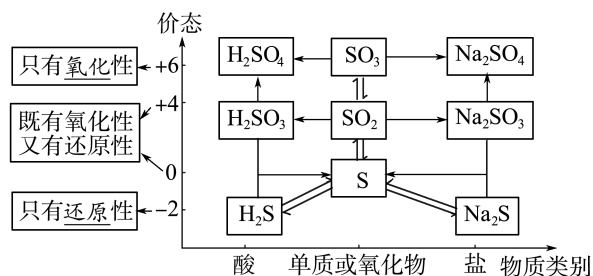
加热时浓硫酸与木炭反应的化学方程式为 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2\uparrow + 2\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

二、硫酸根离子的检验

检验 SO_4^{2-} 的正确操作方法: 被检液 $\xrightarrow{\text{加足量盐酸酸化}}$ 无明显现象 (若有沉淀, 则静置后取上层清液) $\xrightarrow{\text{滴加 BaCl}_2 \text{ 溶液}}$ 有无白色沉淀产生 (判断有无 SO_4^{2-})。

先加稀盐酸的目的是防止 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Ag^+ 的干扰, 再加 BaCl_2 溶液, 观察是否有白色沉淀产生。整个过程中可能发生反应的离子方程式: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$ 、 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$ 。

三、理清硫元素的化合价与氧化性、还原性之间的关系



任务型课堂

任务一 硫酸的性质

「探究活动」

某日凌晨, 一辆载有浓硫酸的罐车在某境内侧翻。从车中流出的浓硫酸将路边杂草等腐蚀成黑色, 上面泛起黑色的泡沫, 空气中到处弥漫着刺鼻的气味, 赶赴现场的消防员立即用生石灰进行处理。

活动 1: 路边杂草被腐蚀成黑色的原因是什么?

提示: 杂草中含有 C、H、O 等元素, 可被浓硫酸脱水炭化。

活动 2: 浓硫酸为不挥发性强酸, 为何会到处弥漫着刺鼻的气味?

提示: 浓硫酸氧化 C 生成 CO_2 , 自身转化成为具有刺激性气味的 SO_2 。

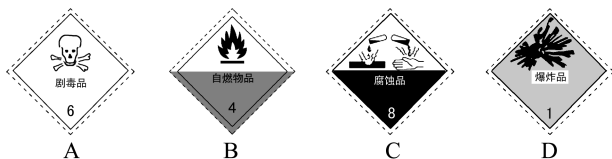
活动 3 消防员用生石灰处理泄漏的浓硫酸的依据是什么? 能否用高压水枪对罐车进行处理? 为什么?

提示: 生石灰的主要成分是 CaO , 可与硫酸反应生成 CaSO_4 和 H_2O 。不能用高压水枪对罐车进行处理, 这是因为浓硫酸稀释时放出大量的热, 且罐体的成分

是 Fe 或 Al,能与稀硫酸反应产生 H₂,易引起爆炸。

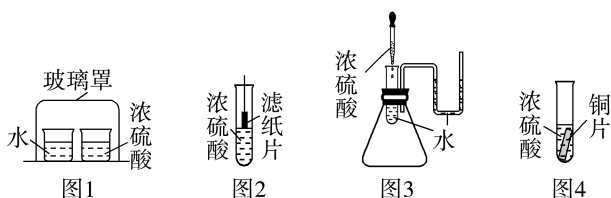
「评价活动」

1.以下是一些常见的危险品消防安全标志,装运浓硫酸的槽罐车上应贴的图标是 ()



C 解析:浓硫酸具有腐蚀性,装运浓硫酸的槽罐车上应张贴腐蚀品标志。

2.某同学设想用如图所示装置来验证浓硫酸的某些性质,其中不能达到目的的是 ()



- A.图 1 实验目的是验证浓硫酸的吸水性
- B.图 2 实验目的是验证浓硫酸的脱水性
- C.图 3 实验目的是验证浓硫酸稀释放热
- D.图 4 实验目的是验证浓硫酸的强氧化性

D 解析:A 项,该实验中可观察到盛有水的烧杯液面降低,盛有浓硫酸的烧杯液面上升,整个体系不与外界接触,可证明浓硫酸具有吸水性,故正确;B 项,该实验中可观察到滤纸片放入浓硫酸后会变黑,说明浓硫酸具有脱水性,故正确;C 项,该实验中将胶头滴管中的浓硫酸滴入水中后会观察到导管最右侧液面上升,说明锥形瓶内气体受热膨胀,说明浓硫酸稀释放热,故正确;D 项,浓硫酸与铜单质反应时需要加热,仅将铜片放入浓硫酸中不反应,故错误。

3.将适量的蔗糖(C₁₂H₂₂O₁₁)放入烧杯,滴入几滴水,搅拌均匀,然后加入适量的浓硫酸,可观察到固体变黑,片刻后,黑色物质急剧膨胀,同时产生大量具有刺激性气味的气体,放出大量的热(如图所示)。



- (1)固体变黑体现了浓硫酸的_____ (填“吸水”“脱水”或“强氧化”)性。
- (2)确定具有刺激性气味的气体的成分。
 - ①将气体通入品红溶液后,溶液褪色,加热,颜色恢复,说明该气体中一定含有_____。
 - ②将气体通入澄清石灰水,溶液变浑浊,_____ (填“能”或“不能”)证明气体中含有 CO₂,其理由是_____。

③具有刺激性气味的气体产生的原因可用如下化学方程式表示,完成化学方程式:C+2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ _____。

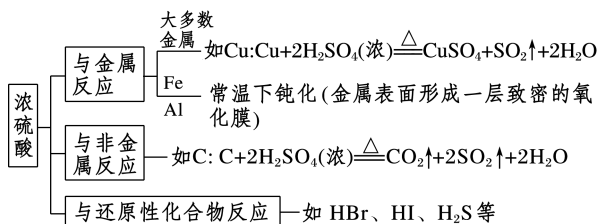
解析:(1)固体变黑即蔗糖转变为碳单质,蔗糖中 H 和 O 按 2:1 脱去,体现了浓硫酸的脱水性。(2)①黑色物质急剧膨胀,同时产生大量具有刺激性气味的气体,放出大量的热,说明发生了放热反应,反应中生成的气体通入品红溶液后,溶液褪色,加热,颜色恢复,说明该气体中一定含有 SO₂。②将气体通入澄清石灰水,溶液变浑浊,不能证明气体中含有 CO₂,其理由是 SO₂ 也可使澄清的石灰水变浑浊。③木炭和浓硫酸在受热时发生氧化还原反应生成 SO₂、CO₂ 和 H₂O,化学方程式为 C+2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ CO₂↑+2SO₂↑+2H₂O。

答案:(1)脱水 (2)①SO₂ ②不能 SO₂ 也可使澄清的石灰水变浑浊 ③CO₂↑+2SO₂↑+2H₂O

任务总结

浓硫酸的性质

(1)浓硫酸的化学性质



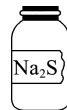
(2)浓硫酸的特性表现

- ①判断浓硫酸表现吸水性还是脱水性,可简单概括为“有水吸水,无水脱水”。
- ②浓硫酸在与金属单质的反应中既表现出氧化性又表现出酸性;浓硫酸在与非金属单质的反应中只表现出氧化性。

任务二 SO₄²⁻ 的检验

「探究活动」

实验室中有一个装有固体 M 的试剂瓶,其标签右半部分已被腐蚀,剩余部分只看到“Na₂S”字样(如图所示)。已知固体 M 只可能是 Na₂S、Na₂SO₃、Na₂SO₄中的一种。



活动 1:只用盐酸一种试剂能否确定该固体 M 的成分?

提示:可以。加入 HCl,若产生臭鸡蛋气味的气体,则该物质是 Na₂S;若产生无色有刺激性气味的气

体,则该物质是 Na_2SO_3 ;若无任何现象,则该物质是 Na_2SO_4 。

活动 2:将固体 M 配制成溶液后,往溶液中加入稀硝酸酸化的 BaCl_2 溶液,若有白色沉淀生成,能否确定 M 为 Na_2SO_4 ?

提示:不能。硝酸有强氧化性,能将 Na_2SO_3 氧化为 Na_2SO_4 ,则固体 M 为 Na_2SO_4 或 Na_2SO_3 。

活动 3:若 Na_2S 、 Na_2SO_3 、 Na_2SO_4 组成的固体混合物中硫元素质量分数为 32%,则氧元素质量分数为多少?

提示:钠元素与硫元素的质量比为 23:16,混合物中硫元素质量分数为 32%,则钠元素质量分数为 46%,氧元素质量分数为 $(100-32-46)\%=22\%$ 。

「评价活动」

1.采用可溶性钡盐检验硫酸根离子的存在时,应先在待测溶液中加入盐酸,其作用是 ()

- A.形成较多的白色沉淀
- B.形成的沉淀纯度更高
- C.排除 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 及 Ag^+ 等的干扰
- D.排除钡离子以外的其他阳离子干扰

C 解析:硫酸钡是不溶于酸的沉淀,加入盐酸和沉淀的多少没关系,故 A 错误;硫酸钡是不溶于酸的沉淀,加入盐酸和沉淀的纯度没关系,故 B 错误;加盐酸时,如果有白色沉淀出现,则可以排除 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 及 Ag^+ 等离子的干扰,故 C 正确,D 错误。

2.硫代硫酸钠晶体 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 可用作定影剂、还原剂。已知: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 为易溶于水的固体,往 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液中加入稀盐酸会发生歧化反应 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。 BaS_2O_3 为难溶于水的固体。市售硫代硫酸钠中常含有硫酸根杂质,选用下列试剂设计实验方案进行检验:

试剂:稀盐酸、稀硫酸、 BaCl_2 溶液、 Na_2CO_3 溶液、 H_2O_2 溶液

请完善下列实验方案。

实验步骤	现象
①取少量样品,加入除氧蒸馏水	②固体完全溶解得无色澄清溶液

实验步骤	现象
③ _____	④有淡黄色沉淀和刺激性气体产生
⑤静置, _____	⑥ _____

解析:根据题意可知, BaS_2O_3 为难溶于水的固体,因此检验硫代硫酸钠中常含有硫酸根杂质,要先将硫代硫酸钠与足量盐酸反应生成二氧化硫、水和硫单质,再向上层清液中加入氯化钡溶液,看是否有白色沉淀生成,因此取少量样品,加入除氧蒸馏水,向溶液加入足量稀盐酸,有淡黄色沉淀和刺激性气体产生,静置后,向上层清液中滴加几滴氯化钡溶液,有白色沉淀生成。

答案:向①中溶液加入足量稀盐酸 向上层清液中滴加几滴氯化钡溶液 有白色沉淀生成

任务总结

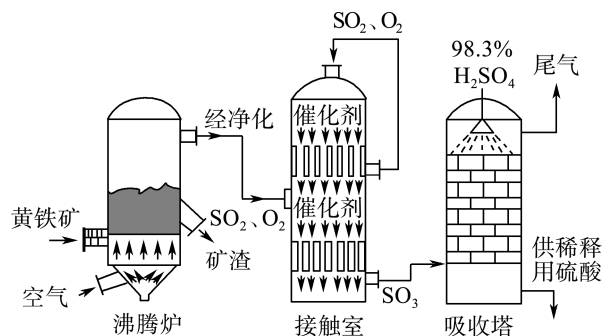
SO_4^{2-} 的检验

试剂	稀盐酸和 BaCl_2 溶液
操作	先加稀盐酸,后加 BaCl_2 溶液
现象	开始无明显现象,后出现白色沉淀
结论	溶液中含有 SO_4^{2-}

任务三 硫及其化合物之间的转化规律

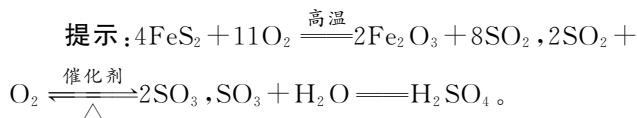
「探究活动」

工业上制硫酸的设备分为三大部分,一是沸腾炉,二是接触室,三是吸收塔。如图所示:



在沸腾炉内 FeS_2 与 O_2 反应生成 SO_2 ;在接触室内有催化剂存在的条件下, SO_2 进一步与 O_2 化合生成 SO_3 ; SO_3 流经吸收塔时,采用 98.3% 的浓硫酸吸收, SO_3 与水化合形成硫酸。

活动 1: 分别写出在沸腾炉、接触室、吸收塔内发生的主要反应。



活动 2: 在三个设备内发生的反应均为氧化还原反应吗?

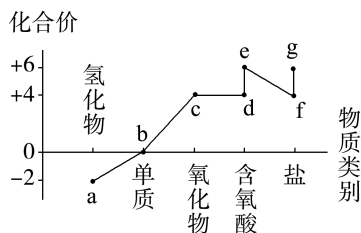
提示: 在沸腾炉和接触室中发生的反应为氧化还原反应, 在吸收塔内发生的反应不是氧化还原反应。

活动 3: 常用的氧化剂有浓硫酸、 Cl_2 、 KMnO_4 等, 常用的还原剂有金属单质、 H_2 、 Na_2S 等。已知 H_2S 被氧化生成 S 单质。写出浓硫酸氧化 H_2S 的化学方程式。

提示: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{H}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
浓硫酸作氧化剂一般生成 SO_2 。

「评价活动」

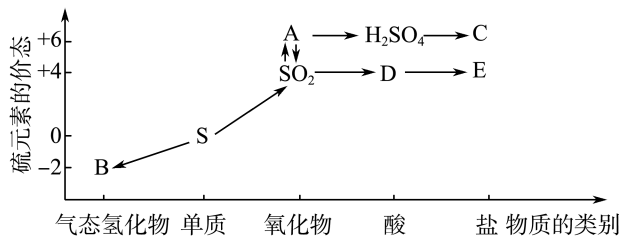
1. 硫元素的价类二维图如下所示。下列说法错误的是 ()



- A. d 溶液久置于空气中会生成 e, 溶液的 pH 减小
- B. a 与 c、a 与 e 都有可能发生反应生成 b
- C. c 通入 BaCl_2 溶液中, 产生白色沉淀
- D. g 与 f 之间可能发生反应

C 解析: 根据化合价以及物质的类别可知 a 为 H_2S 、b 为 S、c 为 SO_2 、d 为 H_2SO_3 、e 为 H_2SO_4 、f 含有 SO_3^{2-} 或 HSO_3^- 、g 含有 SO_4^{2-} 或 HSO_4^- 。 H_2SO_3 具有较强的还原性, 在空气中久置会被氧气氧化成 H_2SO_4 , H_2SO_4 酸性更强, pH 更小, 故 A 正确; a 为 H_2S , 可以和 SO_2 、 H_2SO_4 发生归中反应生成 S, 故 B 正确; 盐酸的酸性强于亚硫酸, 故 SO_2 与 BaCl_2 溶液不能发生反应生成沉淀, 故 C 错误; g 为硫酸盐或酸式盐, f 为亚硫酸盐, g 与 f 可能会发生反应生成 SO_2 , 故 D 正确。

2. 人们认识和应用物质常从两方面入手, 一是从物质的类别认识该物质可能跟哪些物质发生反应; 二是从物质所含元素的化合价分析该物质是否具有氧化性或还原性。硫元素的各个价态与物质类别的对应关系如下图所示:

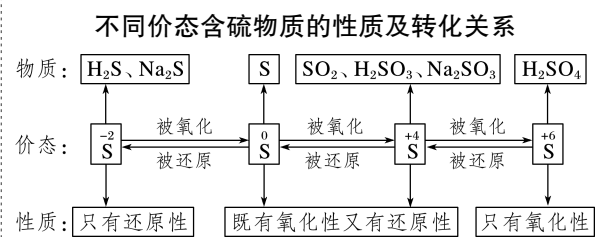


- (1) 写出指定物质的化学式: A. _____, B. _____。
- (2) D 转化为硫酸是酸雨形成的重要过程之一, 写出其反应的化学方程式: _____。
- (3) 若 C 是铜盐, 试写出由 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}$ 的化学方程式: _____。
- (4) 为进一步减少 SO_2 的污染并变废为宝, 我国正在探索在一定条件下用 CO 还原 SO_2 得到单质硫的方法来除去 SO_2 。写出该反应的化学方程式: _____。

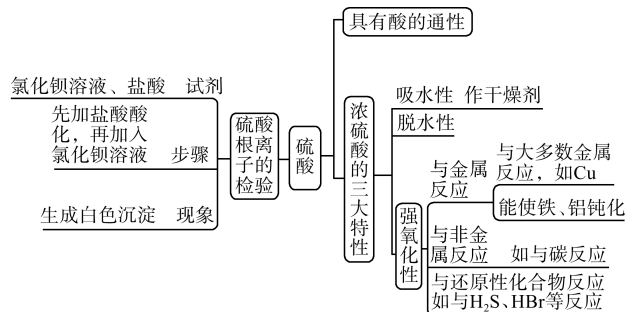
解析: A 中 S 的化合价为 +6 价, 且为氧化物, 因此 A 为三氧化硫; B 中 S 的化合价为 -2 价, 且为气态氢化物, 因此 B 为硫化氢; C 为铜盐, 且由硫酸反应得到, 因此 C 为硫酸铜; 由硫元素的价态及对应物质的类别可知, D 为亚硫酸, E 为亚硫酸盐。

- 答案:** (1) SO_3 H_2S
 (2) $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$
 (3) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (其他合理答案也可)
 (4) $2\text{CO} + \text{SO}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{S} + 2\text{CO}_2$

任务总结



► 提质归纳

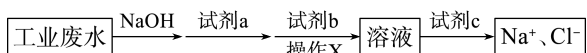


课后素养评价(二)

A组 学习·理解

知识点1 硫酸及 SO_4^{2-} 的检验

1. 某工业废水中存在大量的 Na^+ 、 Cl^- 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} ，欲除去其中的 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} ，设计工艺流程如图所示：



下列有关说法错误的是 ()

- A. NaOH的作用是除去 Cu^{2+}
 B. 试剂a为 Na_2CO_3 ，试剂b为 BaCl_2
 C. 操作X为过滤，试剂c为稀盐酸
 D. 检验 SO_4^{2-} 是否除尽可取适量待测溶液，先加入盐酸，再加入 BaCl_2 溶液

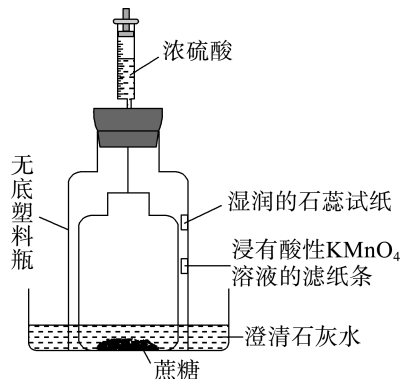
B 解析：工业废水中存在大量的 Na^+ 、 Cl^- 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} ，欲除去其中的 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} ，由实验流程可知，先加NaOH除去 Cu^{2+} ，然后加试剂a BaCl_2 可除去 SO_4^{2-} ，再加试剂b Na_2CO_3 ，试剂b可除去过量 Ba^{2+} ，操作X为过滤，分离出的溶液含 NaCl 、 NaOH 、 Na_2CO_3 ，最后加试剂c稀盐酸可除去 NaOH 、 Na_2CO_3 。NaOH的作用是除去 Cu^{2+} ，生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀，故A正确；试剂a为 BaCl_2 ，试剂b为 Na_2CO_3 ， Na_2CO_3 加在 BaCl_2 之后可除去过量的 Ba^{2+} ，故B错误；操作X为过滤，试剂c为稀盐酸，故C正确；检验 SO_4^{2-} 是否除尽可取适量待测溶液，先加入盐酸，排除干扰离子，再加入 BaCl_2 溶液，若不生成白色沉淀，则除尽，反之没有除尽，故D正确。

2. 下列关于浓硫酸性质的说法不正确的是 ()

- A. 浓硫酸可使蔗糖脱水，具有脱水性
 B. 常温下，铁在浓硫酸中发生钝化
 C. 浓硫酸敞口放置一段时间后质量减轻
 D. 浓硫酸沸点高，难挥发，常温下比较稳定

C 解析：浓硫酸可使蔗糖脱水，具有脱水性，A正确；常温下，铁在浓硫酸中发生钝化，铁表面形成致密的氧化物保护膜，B正确；浓硫酸具有吸水性，敞口放置一段时间后质量增加，C错误；浓硫酸沸点高，难挥发，常温下比较稳定，D正确。

3. 利用如图所示装置进行浓硫酸与蔗糖反应的实验，敞口瓶中的蔗糖滴有少量水，将注射器中的浓硫酸注入其中，反应一段时间后，下列说法正确的是 ()

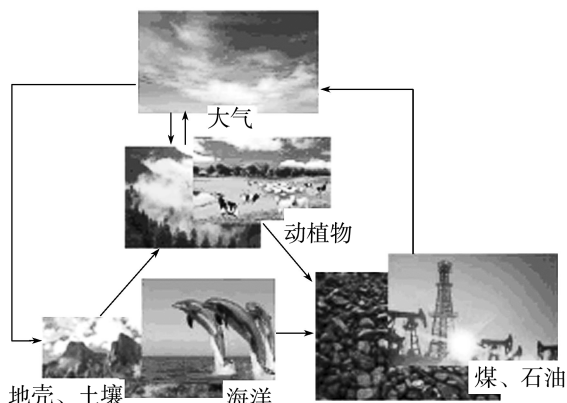


- A. 湿润的石蕊试纸变红，说明 SO_2 属于酸性氧化物
 B. 浸有酸性 KMnO_4 溶液的滤纸条褪色，说明 SO_2 具有还原性
 C. 澄清石灰水变浑浊，说明反应有 CO_2 产生
 D. 该实验只体现了浓硫酸的吸水性和强氧化性

B 解析：浓硫酸与蔗糖反应产生 SO_2 和 CO_2 ， SO_2 和 CO_2 均能使湿润的石蕊试纸变红，不能说明 SO_2 属于酸性氧化物，A错误；浸有酸性 KMnO_4 溶液的滤纸条褪色，说明 SO_2 具有还原性，B正确； SO_2 和 CO_2 均能使澄清石灰水变浑浊，C错误；该实验体现了浓硫酸的脱水性和强氧化性，D错误。

知识点2 不同价态含硫化合物的转化

4. 如图有关硫元素循环的说法不合理的是 ()

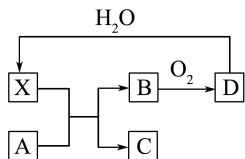


- A. 煤、石油中的硫元素燃烧时能生成 SO_2
 B. 动物尸体腐败过程产生的 H_2S 气体会进入大气
 C. 循环过程中硫元素既发生氧化反应又发生还原反应
 D. 大气中的硫元素会全部转化成 H_2SO_4 随雨水降到土壤里

D 解析：D项，大气中的硫元素部分转化成

H₂SO₄随雨水降到土壤里,错误。

- 5.已知 X 为一种常见酸的浓溶液,能使蔗糖变黑。A 与 X 反应的转化关系如图所示,其中反应条件及部分产物均已略去,则下列有关说法正确的是 ()



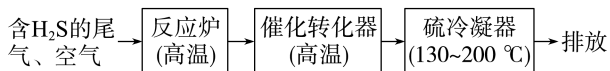
- A.X 使蔗糖变黑主要体现了 X 的吸水性
 B.若 A 为铁,则足量 A 与 X 在室温下即可完全反应

- C.若 A 为碳单质,则将 C 通入少量的澄清石灰水中,一定可观察到有白色沉淀产生
 D.工业上,B 转化为 D 的反应条件为高温、常压、使用催化剂

D 解析:X 为浓硫酸,使蔗糖变黑体现了浓硫酸的脱水性,A 项错误;常温下,铁遇浓硫酸发生钝化,B 项错误;若 A 为碳单质,则 C 为 CO₂,过量的 CO₂通入澄清石灰水中没有沉淀产生,且 C 也可为 H₂O,C 项错误;工业上,SO₂转化为 SO₃的条件是 500 ℃左右、常压、使用催化剂,D 项正确。

B组 应用·实践

- 6.工业上用克劳斯工艺处理含 H₂S 的尾气,从而获得硫黄,工艺流程如下图所示:



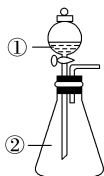
注:已知反应炉中部分 H₂S 发生反应: $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

下列说法错误的是 ()

- A.每回收 32 g 单质硫,理论上消耗氧气的体积为 33.6 L
 B.催化转化器中发生的反应为 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 C.为提高 H₂S 转化为 S 的比例,理论上应控制反应炉中 H₂S 的转化率约为 33.3%
 D.可用品红溶液检验排放的气体中是否含有二氧化硫

A 解析:没有指明标准状况,因此无法计算氧气的体积,故 A 错误;反应炉中有部分硫化氢转化为二氧化硫,因此催化转化器中发生的反应为 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$,故 B 正确;根据反应: $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 分析,为提高 H₂S 转化为 S 的比例,则理论上在反应炉中应控制有三分之一的 H₂S 变为 SO₂,即转化率约为 33.3%,故 C 正确;可用品红溶液检验排放的气体中是否含有二氧化硫,若褪色,说明含有二氧化硫,故 D 正确。

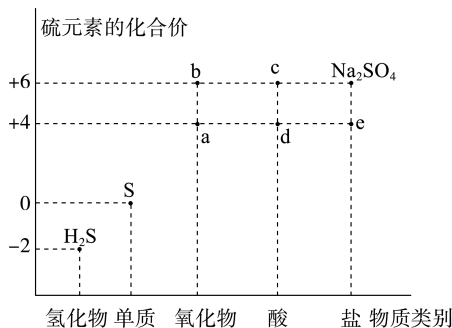
- 7.用如图所示装置进行下列实验:将①中溶液滴入②中,预测的现象与结论相符的是 ()



选项	①	②	预测②中现象	实验结论
A	浓硫酸	浓盐酸	产生大量气体	硫酸的酸性比盐酸强
B	浓硫酸	铜片	铜片溶解,产生气泡,底部产生灰白色粉末	浓硫酸表现酸性和强氧化性
C	浓硫酸	CuSO ₄ ·5H ₂ O	固体由蓝色变为白色	浓硫酸具有吸水性,发生物理变化
D	浓硫酸	蔗糖	固体由白色变为黑色海绵状,并有刺激性气味气体放出	浓硫酸具有脱水性、氧化性

D 解析:将浓硫酸滴入浓盐酸中,浓硫酸溶解,放出大量的热,促进了氯化氢的逸出,A 项错误;浓硫酸与铜反应需在加热条件下进行,B 项错误;浓硫酸使胆矾失去结晶水,是浓硫酸的吸水性,该变化为化学变化,C 项错误;浓硫酸有脱水性,可使蔗糖炭化,并放出大量的热量,进而与生成的碳反应生成 SO₂,D 项正确。

- 8.利用物质类别及核心元素的化合价推测物质的性质是化学研究的重要手段。硫元素的常见化合价与部分物质类别的对应关系如图所示。请回答下列问题:

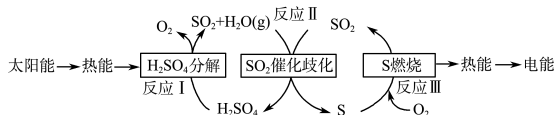


- (1)质量相同的 a 和 b 的物质的量之比为_____。
- (2)c 的浓溶液能与 S 反应产生一种气体,该气体的化学式为_____。
- (3)将足量的 a 通入 BaCl₂ 溶液中,下列说法正确的是_____ (填字母序号)。
- A.溶液中出现白色沉淀
- B.溶液没有明显变化
- C.若再通入 Cl₂ 或 NH₃,则溶液中均会出现白色沉淀

解析:(1)由图可知,a 是 SO₂,b 是 SO₃,由公式 $m=nM$ 可得,质量相同的 a 和 b,物质的量之比为摩尔质量的反比,即 $n(\text{SO}_2):n(\text{SO}_3)=80:64=5:4$ 。(2)由图可知,c 是 H₂SO₄,浓硫酸会和 S 发生归中反应生成 SO₂。(3)将足量的 SO₂ 通入 BaCl₂ 溶液中,溶液没有明显变化,若再通入 Cl₂ 会发生氧化还原反应,最后生成硫酸钡沉淀,若通入 NH₃,则会在碱性环境下生成亚硫酸钡沉淀。

答案:(1)5:4 (2)SO₂ (3)BC

- 9.研究人员提出利用含硫物质热化学循环实现太阳能的转化与储存,过程如下:



请回答下列问题:

- (1)工业生产 H₂SO₄ 时最后一步反应的化学方程式是_____。
- (2)反应 I 的化学方程式是_____。
- 其中氧化产物与还原产物的物质的量之比是_____。

- (3)反应 II 为歧化反应,其中硫元素的化合价是由_____价变化为_____价。
- (4)反应 III 中硫在氧气中燃烧现象是_____。
- 检验生成的二氧化硫的方法是_____。
- 观察到的现象是_____。

解析:(1)工业生产 H₂SO₄ 时最后一步反应是三氧化硫和水反应生成硫酸,反应的化学方程式是 SO₃+H₂O=H₂SO₄。(2)反应 I 是硫酸分解生成氧气、二氧化硫和水,反应的化学方程式是 2H₂SO₄ $\xrightarrow{\Delta}$ 2SO₂↑+O₂↑+2H₂O↑。反应中氧元素化合价升高,氧气是氧化产物,硫元素化合价降低,SO₂ 是还原产物,则其中氧化产物与还原产物的物质的量之比是 1:2。(3)反应 II 为歧化反应,反应为二氧化硫转化为硫酸和单质硫,因此其中硫元素的化合价是由 +4 价变化为 +6 价和 0 价。(4)反应 III 中硫在氧气中燃烧生成二氧化硫,燃烧现象是产生明亮的蓝紫色火焰,放热,生成有刺激性气味的气体。二氧化硫能使品红溶液褪色,加热后又恢复原来的颜色。

答案:(1)SO₃+H₂O=H₂SO₄

(2)2H₂SO₄ $\xrightarrow{\Delta}$ 2SO₂↑+O₂↑+2H₂O↑ 1:2

(3)+4 0、+6

(4)产生明亮的蓝紫色火焰,放热,生成有刺激性气味的气体 将气体通入品红溶液中,过一会儿后再加热 品红溶液褪色,加热后又恢复原来的颜色

第二节 氮及其化合物

第 1 课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮

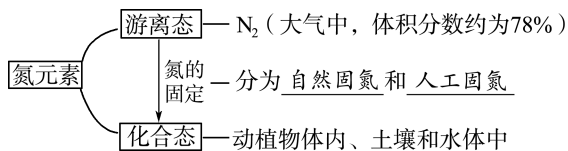
学习任务目标

- 通过分析氮的原子结构,推断含氮物质可能具有的化学特性,理解结构与性质的关系。
- 通过实验探究,理解一氧化氮与氧气反应、二氧化氮与水反应等性质,感受化学变化的奇妙。

问题式预习

一、氮气与氮的固定

1. 氮元素的存在与氮的固定

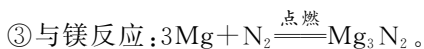
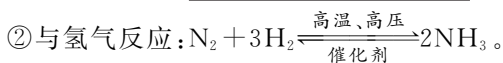


2. 氮气的性质

(1) 物理性质

无色、无臭气体，密度比空气略小，难溶于水。

(2) 化学性质



二、氮的氧化物

1. 氮有多种价态的氧化物： N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5 等。

2. NO 和 NO_2 性质的比较

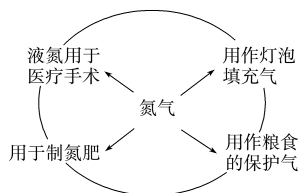
性质		NO	NO_2
物理性质	颜色	无色	红棕色
	溶解性	不溶于水	易溶于水
化学性质	与 O_2 反应	$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	不反应
	与 H_2O 反应	不反应	$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
	毒性	有毒	有毒

任务型课堂

任务一 氮的固定及氮的氧化物

「探究活动」

氮气是一种无色无味的气体，是空气的主要成分之一。下图表示的是氮气的部分用途。



活动 1 为什么氮气的化学性质很稳定？

提示：氮气分子内两个氮原子间以共价三键($\text{N}\equiv\text{N}$)结合，断开该化学键需要较多的能量，因此氮气的化学性质很稳定。

活动 2 利用氮气作灯泡填充气和粮食的保护气的理论依据是什么？

提示：氮气的化学性质稳定，不易发生反应，利用氮气作灯泡填充气和粮食的保护气，可起到隔绝空气、防止氧化的作用。

活动 3 什么是氮的固定？氮的固定过程中氮元素一定被氧化吗？举例说明。

提示：氮的固定是指将大气中游离态的氮转化为氮的

化合物的过程。氮的固定过程中氮元素不一定被氧化，如合成氨反应中氮气被还原。

「评价活动」

1. 下列不属于氮的固定的是 ()

- A. 雷电作用下 N_2 转化为 NO
- B. 将汽车尾气中的 CO 和 NO 在催化剂作用下转化为 N_2 和 CO_2
- C. 工业合成 NH_3
- D. 豆科植物的根瘤菌将 N_2 转化为含氮化合物

B 解析：雷电作用下 N_2 转化为 NO 是将氮的单质转化为氮的化合物，属于氮的固定，故 A 正确；将汽车尾气中的 CO 和 NO 催化转化为 N_2 和 CO_2 ，是将氮的化合物转化为氮的单质，不属于氮的固定，故 B 错误；工业合成 NH_3 是将氮的单质转化为氮的化合物，属于氮的固定，故 C 正确；豆科植物的根瘤菌将氮气转化为含氮的化合物，属于氮的固定，故 D 正确。

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

- A. 汽车尾气中的 NO 主要来自汽油、柴油的燃烧

B. 汽车尾气中的主要大气污染物为 NO、SO₂ 和 PM_{2.5}

C. 植物直接吸收利用空气中的 NO 和 NO₂ 作为肥料, 实现氮的固定

D. 工业废气中的 SO₂ 可采用石灰法进行脱除

D 解析: 汽车尾气中的 NO 主要是由汽车气缸中氮气和氧气在高温下反应生成的, 与汽油、柴油的燃烧无关, A 错误; 汽车尾气的主要大气污染物为 C 与 N 的氧化物, 如 NO_x 和 CO 等, B 错误; 氮的固定是指将游离态的氮元素转化为化合态, 且植物可吸收土壤中的铵根离子或硝酸根离子作为肥料, 不能直接吸收空气中的氮氧化物, C 错误; 工业废气中的 SO₂ 可采用石灰法进行脱除, 如加入石灰石或石灰乳均可进行脱硫处理, D 正确。

3. 下列关于一氧化氮的叙述错误的是 ()

- A. 一氧化氮是一种红棕色气体
 B. 常温常压下, 一氧化氮能与空气中的氧气直接化合
 C. 一氧化氮可由氮气和氧气在放电条件下直接化合得到
 D. 一氧化氮难溶于水, 能用排水法收集

A 解析: NO 是一种无色、难溶于水的气体, 可以用排水法收集。常温常压下, NO 容易与氧气直接化合生成 NO₂。

4. 下列关于 N₂ 的说法错误的是 ()

- A. 通常情况下 N₂ 的化学性质很稳定, 所以 N₂ 可在电焊时作保护气
 B. 反应 $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2NO$ 是汽车尾气造成污染的主要原因之一
 C. N₂ 的质量约占空气总质量的 $\frac{4}{5}$

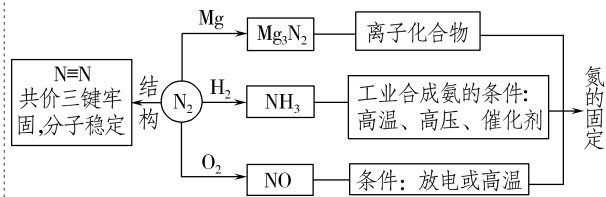
D. 在反应 $3Mg + N_2 \xrightarrow{\text{点燃}} Mg_3N_2$ 中, N₂ 作氧化剂

C 解析: N₂ 可在电焊时作保护气, 是利用了 N₂ 的稳定性, A 正确; 汽车尾气造成污染的主要原因之一是 $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2NO$, B 正确; N₂ 的体积约占空气总体积的 $\frac{4}{5}$, C 错误; 在反应 $3Mg + N_2 \xrightarrow{\text{点燃}} Mg_3N_2$ 中, N 的化合价降低, 得电子发生还原反应, 则 N₂ 作氧化剂, D 正确。

任务总结

氮气的分子结构与性质

氮气的化学性质很稳定, 但在一定条件下可发生反应, 既能表现出氧化性又能表现出还原性。

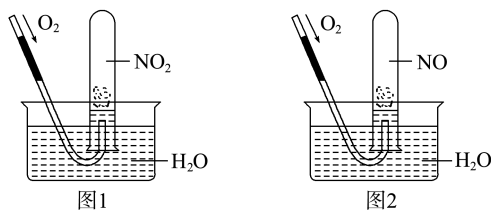


任务二 氮的氧化物溶于水的计算

「探究活动」

工业废气 NO、NO₂ 是造成大气污染的气体之一。某学习小组为了研究氮的氧化物在水中的溶解, 设计了如下实验:

将充满 NO₂、NO 的试管分别倒置于盛有水的水槽中, 并通过导管通入少量的氧气。



活动 1: 图 1 试管中观察到的实验现象是什么? NO₂ 与 O₂ 的体积满足怎样的比例, 才能使 NO₂ 完全转化成 HNO₃?

提示: 红棕色气体逐渐变为无色, 试管内液面上升, 持续通入适量 O₂, 试管内可充满水。当 V(NO₂):V(O₂)=4:1 时, NO₂ 完全转化成 HNO₃。

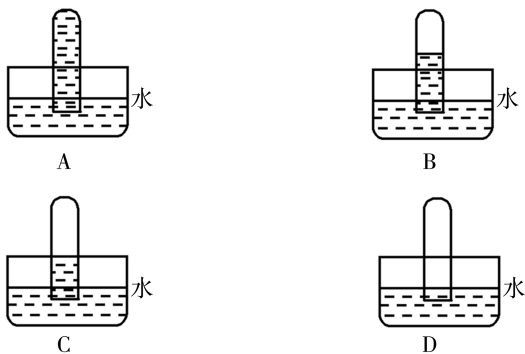
活动 2: 图 2 试管中观察到的实验现象是什么? NO 与 O₂ 的体积满足怎样的比例, 才能使 NO 完全转化成 HNO₃?

提示: 无色气体先变成红棕色, 后逐渐变为无色, 试管内液面上升, 持续通入适量 O₂, 试管内可充满水。当 V(NO):V(O₂)=4:3 时, NO 完全转化成 HNO₃。

「评价活动」

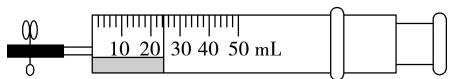
1. 四支试管中分别充满 NO、SO₂、NO₂、Cl₂ 中的一种, 把它们分别倒置于盛有水的水槽中, 放置一段时间后的

现象如图所示。其中原试管充满 NO₂ 的是 ()



B 解析: 根据化学方程式 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 可知, 剩余气体是反应前的 $\frac{1}{3}$, 故 B 项正确; NO 不溶于水, 对应 D 项; SO₂ 对应 A 项 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, $\text{HClO} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{HCl} + \text{O}_2$ 。

2. 如图所示, 在注射器里吸入 20 mL NO, 然后吸入 5 mL 水。若再吸入 6 mL O₂, 夹住弹簧夹, 让内外大气压相同, 观察现象。下列说法正确的是 ()



- A. 可观察到注射器内气体由无色变成红棕色, 最后变成无色
- B. 可观察到注射器的活塞缓缓向右移动
- C. 最终剩余气体体积约为 19 mL
- D. 所得 HNO₃ 溶液的浓度约为 0.07 mol · L⁻¹

A 解析: NO 遇 O₂ 生成 NO₂, NO₂ 为红棕色气体, NO₂ 溶于水生成 NO, 气体由红棕色变为无色, A 项正确; 可观察到注射器活塞缓缓向左移动, B 项错误; 由 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 可知, O₂ 消耗完时, NO 有剩余, 剩余气体体积为 $(20 - 6 \times \frac{4}{3}) \text{ mL} = 12 \text{ mL}$, C 项错误; 没有注明状态, 无法计算, D 项错误。

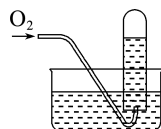
3. 在一定条件下, 将 NO₂ 和 O₂ 的混合气体 12 mL 通入足量水中, 充分反应后剩余 2 mL 气体(同温同压下), 则原混合气体中氧气的体积为 ()

- A. 1.2 mL
- B. 2.4 mL
- C. 3 mL
- D. 10 mL

A 解析: 根据化学方程式: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$, 若剩余的气体是 O₂, 则 $V(\text{NO}_2) = \frac{4}{5} \times (12 - 2) \text{ mL} = 8 \text{ mL}$, $V(\text{O}_2) = 12 \text{ mL} - 8 \text{ mL} = 4 \text{ mL}$; 若剩余的气体是 NO(2 mL), 则与 O₂ 反应后剩余 6 mL NO₂, 则 $V(\text{O}_2) = \frac{1}{5} \times (12 - 6) \text{ mL} = 1.2 \text{ mL}$ 。

4. 按下图进行实验, 试管内装有 12 mL NO, 然后间歇而缓慢地通入 8 mL O₂, 下列有关实验最终状态的描述正确的是 ()

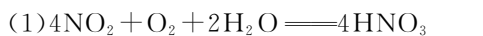
- A. 试管内气体呈红棕色
- B. 试管内气体为无色的 NO
- C. 试管内气体为无色的 O₂
- D. 试管内液面上升至充满整个试管



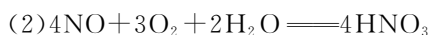
B 解析: NO 和 O₂ 恰好反应生成 HNO₃ 的反应方程式为 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$, 试管内装有 12 mL NO, 然后间歇而缓慢地通入 8 mL O₂, 则反应后剩余 NO: $12 \text{ mL} - 8 \text{ mL} \times \frac{4}{3} = \frac{4}{3} \text{ mL}$, 故 B 正确。

任务总结

NO_x 与 O₂ 混合气体溶于水的计算

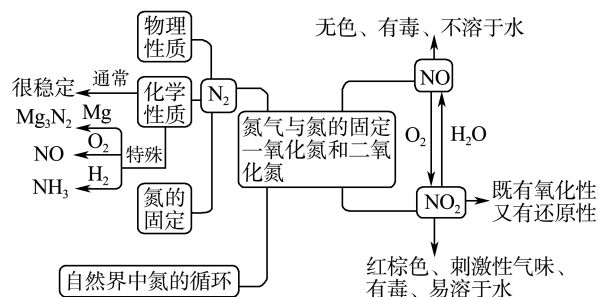


$$V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) \begin{cases} = 4 : 1 & \text{恰好完全吸收} \\ < 4 : 1 & \text{剩余气体为 O}_2 \\ > 4 : 1 & \text{剩余气体为 NO} \end{cases}$$



$$V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) \begin{cases} = 4 : 3 & \text{恰好完全吸收} \\ < 4 : 3 & \text{剩余气体为 O}_2 \\ > 4 : 3 & \text{剩余气体为 NO} \end{cases}$$

提质归纳



课后素养评价(三)

A组 学习·理解

知识点1 氮气的性质

1. 下列说法错误的是 ()

- A. 氮元素在自然界中既以游离态存在又以化合态存在
 B. 通常情况下, 氮气的化学性质很不活泼
 C. 氮气可在氧气中燃烧生成一氧化氮
 D. 大气、陆地和水体中的氮元素在不停地进行着氮循环

C 解析: 通常情况下氮气的化学性质很不活泼, 在放电条件下才能与氧气反应。

2. 电闪雷鸣的雨天, 空气中的 N_2 会发生一系列反应, 生成氮的化合物。雷雨时, 一般不可能生成的氮的化合物是 ()

- ① NH_3 ② NO ③ NO_2 ④ N_2O_3
 ⑤ N_2O_5 ⑥ HNO_3

- A. ②④⑥ B. ②③⑤⑥
 C. ①④⑤ D. ①③⑤

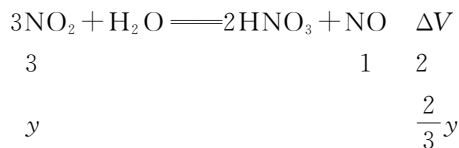
C 解析: 放电时, 空气中的 N_2 和 O_2 会化合生成 NO , NO 很容易与 O_2 反应生成 NO_2 , NO_2 溶于水生成 HNO_3 和 NO , N_2O_3 、 N_2O_5 溶于水易形成对应的酸。

知识点2 NO_x 与 O_2 、 H_2O 反应的计算

3. 将盛有 N_2 和 NO_2 混合气体的试管倒立于水中经过足够长的时间后, 气体体积减少为原来的一半, 则原混合气体中 N_2 和 NO_2 的体积比是 ()

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

C 解析: 设原混合气体中 N_2 和 NO_2 的体积分别为 x 和 y 。



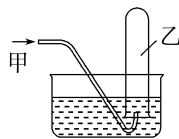
由题意得: $\frac{2}{3}y = \frac{1}{2}(x+y)$, 则 $x:y = 1:3$ 。

4. 一定条件下, 将等体积 NO 和 O_2 充入一试管, 并将试管倒立于水槽中, 充分反应后剩余气体的体积约为原总体积的 ()

- A. $\frac{1}{4}$ B. $\frac{3}{4}$
 C. $\frac{1}{8}$ D. $\frac{3}{8}$

C 解析: $4NO + 3O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$; 若各取 NO 和 O_2 4 体积, 则反应后剩余 1 体积 O_2 , 所以充分反应后剩余气体的体积约为原总体积的 $\frac{1}{8}$ 。

5. 如图所示, 将盛满乙气体的小试管倒扣在水槽中, 通过导管向试管中通入甲气体, 直至小试管内充满液体(假设所得溶液中溶质未扩散至试管外)。下列选项中, 所得溶液浓度最高的是 ()



- A. 甲为 O_2 , 乙为 NO
 B. 甲为 O_2 , 乙为 NO_2
 C. 甲为 NO , 乙为 O_2
 D. 甲为 NO_2 , 乙为 O_2

D 解析: 设试管的容积为 $V L$, 该条件下气体摩尔体积为 $V_m L \cdot mol^{-1}$, 则乙气体的物质的量是 $\frac{V}{V_m} mol$;

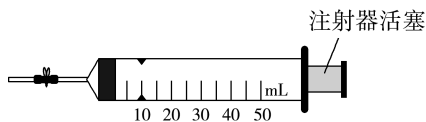
若甲为 O_2 , 乙为 NO , 发生反应: $4NO + 3O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$, 根据化学方程式可知生成硝酸的物质的量为 $\frac{V}{V_m} mol$, 硝酸浓度为 $\frac{1}{V_m} mol \cdot L^{-1}$;

若甲为 O_2 , 乙为 NO_2 , 发生反应: $4NO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$, 根据化学方程式可知生成硝酸的物质的量为 $\frac{V}{V_m} mol$, 硝酸浓度为 $\frac{1}{V_m} mol \cdot L^{-1}$;

若甲为 NO , 乙为 O_2 , 发生反应 $4NO + 3O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$, 根据化学方程式可知生成硝酸的物质的量为 $\frac{V}{V_m} \times \frac{4}{3} mol$, 硝酸浓度为 $\frac{4}{3V_m} mol \cdot L^{-1}$;

若甲为 NO_2 , 乙为 O_2 , 发生反应 $4NO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$, 根据化学方程式可知生成硝酸的物质的量为 $\frac{V}{V_m} \times 4 mol$, 硝酸浓度为 $\frac{4}{V_m} mol \cdot L^{-1}$, 故 D 正确。

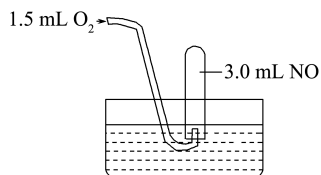
6. 某化学兴趣小组利用如图所示装置进行下列操作: 一支注射器中吸入 45 mL NO_2 , 然后吸入 5 mL 水, 用乳胶管和弹簧夹封住管口, 充分振荡后, 打开弹簧夹, 快速吸入 15 mL 由 N_2 和 O_2 组成的混合气体[其中 $V(N_2):V(O_2) = 4:1$]后夹上弹簧夹, 充分振荡后, 注射器中剩余气体的成分及气体总体积分别为(所有气体均处于常温常压下) ()



- A. NO 和 N₂, 23 mL B. NO₂ 和 N₂, 45 mL
C. NO 和 N₂, 45 mL D. NO, 23 mL

解析: NO₂ 与水发生反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NO} + 2\text{HNO}_3$, 45 mL NO₂ 反应生成 15 mL NO, 吸入 15 mL 由 N₂ 和 O₂ 组成的混合气体 [其中 $V(\text{N}_2) : V(\text{O}_2) = 4 : 1$], 则 N₂ 的体积为 $15 \text{ mL} \times \frac{4}{5} = 12 \text{ mL}$, O₂ 体积为 $15 \text{ mL} \times \frac{1}{5} = 3 \text{ mL}$, 发生反应: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 3 mL O₂ 消耗 4 mL NO, 则剩余 NO 为 $15 \text{ mL} - 4 \text{ mL} = 11 \text{ mL}$, N₂ 难溶于水, 则剩余气体为 NO 和 N₂, 总体积为 $11 \text{ mL} + 12 \text{ mL} = 23 \text{ mL}$, 故 A 正确。

7. 如图所示, 向盛有 3.0 mL NO 的试管中缓缓通入 1.5 mL O₂ (所有气体体积均在标准状况下测定)。



试回答下列问题。

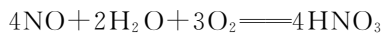
- (1) 写出观察到的现象(可不写满,也可补充):

- ① _____。
② _____。
③ _____。

- (2) 最终试管中剩余的气体是 _____, 其体积为 _____。

解析: NO 遇 O₂ 迅速反应生成 NO₂: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, 然后 NO₂ 与水反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 导致试管中的液面上升。

将上述两个反应合并可得:



$$\begin{array}{ccc} 4 & & 3 \\ \text{V}(\text{NO}) & & 1.5 \text{ mL} \end{array}$$

解得 $V(\text{NO}) = 2.0 \text{ mL}$, 故最终试管内剩余 NO 气体, 其体积为 1.0 mL。

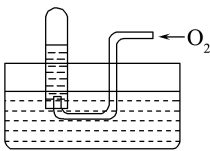
答案: (1) ① 试管内的无色气体变为红棕色 ② 试管内液面上升 ③ 试管内剩余无色气体

(2) NO 1.0 mL

B组 应用·实践

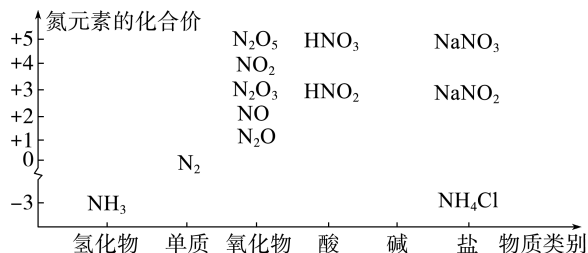
8. 如图所示, 试管中盛装的气体呈红棕色, 当倒扣在盛有水的水槽中时, 试管内水面上升, 但不能充满试管, 当向试管内鼓入氧气后, 可以观察到试管中水面继续上升, 经过多次重复后, 试管被水充满, 对原试管中盛装的气体的说法不正确的是 ()

- A. 可能是 O₂ 与 NO₂ 的混合气体
B. 可能是 NO₂ 气体
C. 可能是 NO 与 NO₂ 的混合气体
D. 只可能是 NO₂ 一种气体



D 解析: 试管中盛装的气体呈红棕色, 那么一定有二氧化氮存在。根据题述现象可知, 原试管中盛装的气体的成分情况可能为 ① NO₂、② NO₂ 和 O₂ (少量)、③ NO₂ 和 NO 等。

9. 结合氮及其化合物的“价—类”二维图及氧化还原反应的基本规律, 下列分析或预测正确的是 ()



- A. N₂O₃、N₂O₅ 均能与水反应生成酸, 两者均为酸性氧化物

- B. HNO₃、HNO₂、NaNO₃、NH₃ 的水溶液均可以导电, 四者均属于电解质

- C. 将等体积的 NO₂ 和 N₂ 的混合气体充入试管中后将试管倒立于水槽中, 充分反应后, 剩余气体的体积约为原气体总体积的 $\frac{1}{3}$

- D. 硝酸具有较强的氧化性, 可用稀硝酸溶解 Au、Ag、Cu

A 解析: N₂O₃、N₂O₅ 均能与水反应生成酸, 两者均为酸性氧化物, 故 A 正确; NH₃ 与水反应生成

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 在水溶液中发生电离而导电, NH_3 自身不能发生电离而导电, 是非电解质, 故 B 错误; 假设 NO_2 和 N_2 的体积均为 1 L, 发生反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 剩余 $\frac{1}{3}$ L NO

和 1 L N_2 , 则剩余气体的体积为 $(\frac{1}{3} \text{ L} + 1 \text{ L}) = \frac{4}{3}$

L, 剩余气体的体积约为原气体总体积的 $\frac{\frac{4}{3} \text{ L}}{2 \text{ L}} = \frac{2}{3}$,

故 C 错误; 稀硝酸不能溶解 Au, 故 D 错误。

10. 某小组设计了实验室中制备 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的装置, 实验中

除生成 NiSO_4 外, 还生成了

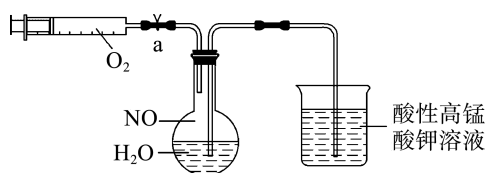
NO_2 、NO 和 H_2O , NO_2 与 NO 的物质的量之比为 3 : 1, 已知: NaOH 溶液中发生的反应可能有: $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。下列说法不正确的是 ()

- A. 配制混酸时, 将浓硫酸沿器壁缓慢倒入浓硝酸中, 并不断搅拌
- B. 将烧瓶中反应后的溶液蒸发结晶可以获得 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体
- C. 若 NaOH 溶液充分吸收气体, 则本装置不需要再进行尾气处理
- D. 假定 NaOH 恰好完全反应, NaNO_2 、 NaNO_3 两种产物的物质的量之比设为 3 : 1, 则生成 2.07 g NaNO_2 时, NaOH 的理论用量为 1.6 g

B 解析: 浓硫酸的密度大于浓硝酸, 配制混酸时, 将浓硫酸沿器壁缓慢倒入浓硝酸中, 并不断搅拌, 故 A 正确; 将烧瓶中反应后的溶液蒸发、浓缩、冷却可以获得 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体, 故 B 错误; NO_2 与 NO 的物质的量之比为 3 : 1, 根据 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 可知, NO_2 与 NO 能被 NaOH 溶液完全吸收, 故 C 正确; 2.07 g NaNO_2 的物质的量是 0.03 mol,

NaNO_2 、 NaNO_3 两种产物的物质的量之比为 3 : 1, 则生成 0.03 mol NaNO_2 时, 生成 0.01 mol NaNO_3 , 根据 Na 元素守恒, 消耗 NaOH 的物质的量是 0.04 mol, 理论用量为 $0.04 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.6 \text{ g}$, 故 D 正确。

11. 为了有效实现 NO 和 NO_2 的相互转化, 设计如图所示实验。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, 观察到的现象是 _____, 产生此现象的化学方程式为 _____。
- (2) 关上止水夹, 轻轻摇动烧瓶, 观察到的现象为 ① _____; ② _____, 产生此现象的反应的化学方程式为 _____。
- (3) 烧杯中盛放的是酸性高锰酸钾溶液, 能吸收尾气, 已知 NO 能与 MnO_4^- 在酸性条件下反应生成 NO_3^- 和 Mn^{2+} , 写出该反应的离子方程式: _____。

解析: (1) 无色的 NO 能与 O_2 反应产生红棕色的 NO_2 , 反应的化学方程式为 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ 。(2) NO_2 与水反应生成硝酸和 NO, 化学方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 红棕色 NO_2 气体又变为无色 NO 气体, 烧瓶中气体物质的量减小导致烧瓶中气体压强减小, 烧杯中溶液进入导管。(3) NO 能与 MnO_4^- 在酸性条件下反应生成 NO_3^- 和 Mn^{2+} , NO 被氧化生成硝酸盐, 反应的离子方程式为 $5\text{NO} + 3\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{NO}_3^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

答案: (1) 气体由无色变为红棕色 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$

(2) 烧瓶中红棕色气体又变为无色 烧杯里的导管中液面上升 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

(3) $5\text{NO} + 3\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{NO}_3^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

第2课时 氨和铵盐

学习任务目标

- 1.能结合化学实验,了解氨与水、酸或氧气的反应,知道氨的催化氧化反应是工业上制取硝酸的基础,知道铵盐是重要的氮肥。
- 2.能通过对铵盐性质的学习,了解氨的实验室制法,知道铵盐的检验方法,培养学以致用理念。

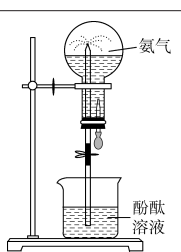
问题式预习

一、氨

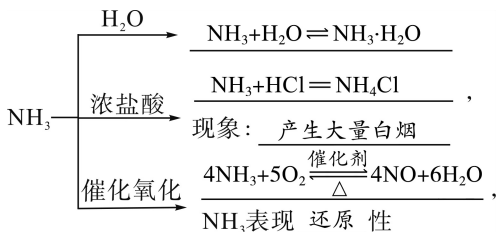
1.物理性质

颜色	气味	密度	溶解性	沸点
无色	刺激性气味	比空气小	极易溶于水	较低

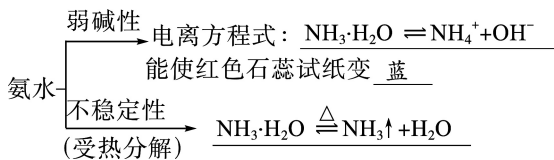
2.喷泉实验

实验装置	操作及现象	结论
	①打开弹簧夹,并挤压滴管的胶头 ②烧杯中的溶液由玻璃管进入烧瓶,形成红色喷泉,瓶内液体呈红色	氨极易溶于水,其水溶液显弱碱性

3.化学性质



4.氨水的性质



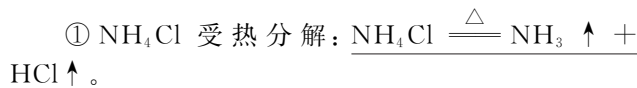
二、铵盐

1.物理性质

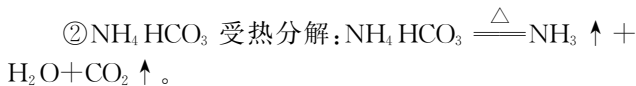
绝大多数铵盐易溶于水。

2.化学性质

(1)不稳定性



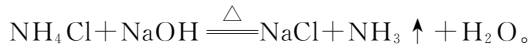
现象:白色固体消失,在试管口重新凝结成白色固体。



现象:白色固体消失,在试管口有无色液体凝结。

(2)与碱反应

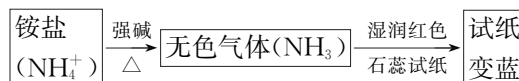
NH_4Cl 溶液与 NaOH 溶液共热的化学方程式:



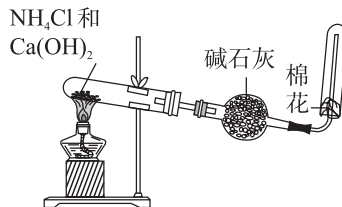
3. NH_4^+ 的检验

(1)原理: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (写出离子方程式)。

(2)操作流程:



三、氨气的实验室制法



反应原理	$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
反应装置	固体+固体 $\xrightarrow{\Delta}$ 气体(与用 KClO_3 和 MnO_2 或 KMnO_4 加热制 O_2 的装置相同)
净化装置	用 碱石灰 干燥
收集装置	向下排空气法
验满方法	①用湿润的 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,有 白烟 产生
尾气处理	收集时,一般在试管口塞一团用水浸湿的棉花球

任务型课堂

任务一 氨和铵盐的性质

「探究活动」

活动 1: 氨有哪些用途?

提示: 合成炸药、农药、染料; 制备硝酸、纯碱等。

活动 2: 液氨用作制冷剂的原因是什么?

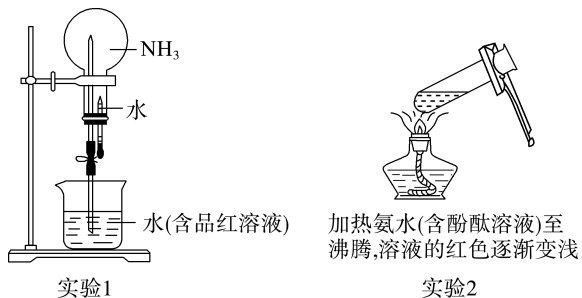
提示: 氨容易液化, 液氨汽化时吸收大量的热, 使周围环境温度急剧降低。

活动 3: 硝酸铵是一种高氮肥料。某地发生爆炸的是存放在仓库内的 2 750 吨硝酸铵。引发硝酸铵爆炸的原因是什么?

提示: 硝酸铵具有强氧化性, 在高温或撞击时发生分解反应。

「评价活动」

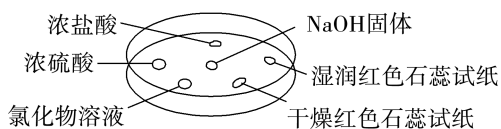
1. 关于下列实验现象的说法不正确的是 ()



- A. NH_3 是无色、有刺激性气味的气体, 密度比空气的小
 B. 实验 1 中, 由喷泉现象可知 NH_3 极易溶于水
 C. 实验 1 中, 烧瓶内溶液中的含氮粒子: NH_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4^+
 D. 实验 2 中, 加热过程中酚酞溶液被漂白褪色

D 解析: NH_3 为无色、有刺激性气味的气体, 且密度比空气的小, A 正确; 由喷泉现象可知, NH_3 极易溶于水, B 正确; NH_3 与水结合生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 部分 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 发生电离, 则烧瓶内溶液中的含氮粒子有 NH_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4^+ , C 正确; 加热会降低气体的溶解度, 且促进 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解释放出 NH_3 , 溶液的碱性减弱, 红色逐渐变浅, 直至褪色, D 错误。

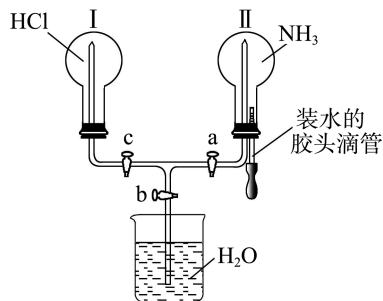
2. 利用培养皿探究氨的性质, 如图所示。实验时向 NaOH 固体上滴几滴浓氨水, 立即用另一表面皿扣在上面。下表中对实验现象所做的解释正确的是 ()



选项	实验现象	解释
A	干燥红色石蕊试纸不变色	表面皿中未产生氨
B	浓硫酸附近无明显现象	NH_3 与浓硫酸不发生反应
C	氯化物溶液变浑浊	该溶液一定是 AlCl_3 溶液
D	浓盐酸附近产生白烟	NH_3 与盐酸反应产生了 NH_4Cl 固体

D 解析: NH_3 与水反应产生 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 电离产生 OH^- , 使溶液显碱性, 能够使红色石蕊试纸变为蓝色, 由于试纸上没有水, 不能产生 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 因此不能据此判断表面皿中未产生氨, 故 A 错误; NH_3 与浓硫酸反应产生硫酸铵, 由于浓硫酸无挥发性, 因此不能看到产生白烟, 故 B 错误; 氯化物溶液变浑浊, 说明产生了难溶于水的白色固体, 该溶液不一定是 AlCl_3 溶液, 也可能是 MgCl_2 等溶液, 故 C 错误; 浓盐酸具有挥发性, 挥发的 HCl 与 NH_3 反应产生 NH_4Cl 白色固体, 故浓盐酸附近产生白烟, 故 D 正确。

3. 利用如图所示的装置可以验证 NH_3 和 HCl 的有关性质。实验前 a、b、c 活塞均关闭。



(1) 若要在烧瓶 II 中产生“喷泉”现象, 烧瓶 I 中不产生“喷泉”现象, 其操作方法是_____。

(2) 若先打开 a、c 活塞, 再挤压胶头滴管, 在烧瓶中可观察到的现象是_____。

(3) 通过挤压胶头滴管和控制活塞的开关, 在烧瓶 I 中产生“喷泉”现象, 烧瓶 II 中不产生“喷泉”现象, 其操作方法是_____。

若要在该装置中产生双喷泉现象, 其操作方法是_____。

解析: (1) 打开 a、b 活塞, 再将胶头滴管中的水挤入烧瓶 II 中, 由于 NH_3 极易溶于水, 使烧瓶内气体压强迅速减小, 烧杯中的水迅速进入烧瓶 II 中, 形成喷泉。(2) 先打开 a、c 活塞, 再将胶头滴管中的水挤入烧瓶 II 中, 烧瓶 II 中的压强迅速减小, 烧瓶 I 中的 HCl 气体会进入烧瓶 II 中, 且与 NH_3 化合生成 NH_4Cl 而产生白烟。(3) 在 (2) 的基础上, 若关闭 a 活塞, 打开 b 活塞, 烧杯中的水会迅速进入烧瓶 I 中, 形成喷泉; 若打开 b 活塞, 不关闭 a 活塞, 烧杯中的水便会同时进入烧瓶 I 和 II 中, 形成双喷泉。

答案: (1) 先打开 a、b 活塞, 再挤压胶头滴管 (或先挤压胶头滴管, 再打开 a、b 活塞)

(2) 烧瓶 II 中导管口处产生白烟

(3) 先打开 a、c 活塞, 再挤压胶头滴管 (或先打开 a 活塞, 挤压胶头滴管, 再打开 c 活塞), 片刻后, 关闭 a 活塞, 然后打开 b 活塞 先打开 a、c 活塞, 再挤压胶头滴管 (或先打开 a 活塞, 挤压胶头滴管, 再打开 c 活塞), 片刻后, 打开 b 活塞

任务总结

氨和铵盐的性质

(1) 氨的性质: 氨极易溶于水, 能与水反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 与酸反应生成铵盐, 能催化氧化制备硝酸。

(2) 铵盐的性质: 绝大多数铵盐易溶于水, 加热易分解, 能与碱反应产生氨气。

(3) 检验氨的两种方法

① 使湿润的红色石蕊试纸变蓝。

② 用蘸有浓盐酸的玻璃棒靠近时会有白烟生成。

任务二 氨的实验室制法

「探究活动」

实验室里常用的制取氨的简易装置如下图所示。

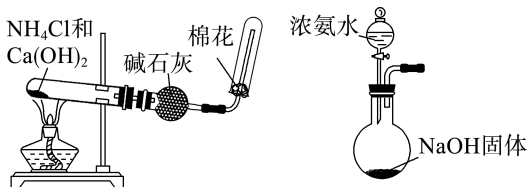


图1

图2

活动 1 写出图 1 中制取氨的化学方程式。碱石灰和棉花的作用分别是什么?

提示: $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \uparrow$ 。碱石灰用于干燥 NH_3 , 棉花的作用是防止 NH_3 与空气形成对流而泄漏。

活动 2 图 1 中, 如何检验试管中已收集满氨? 如何吸收处理实验中多余的氨?

提示: 将湿润的红色石蕊试纸放在试管口, 若试纸变

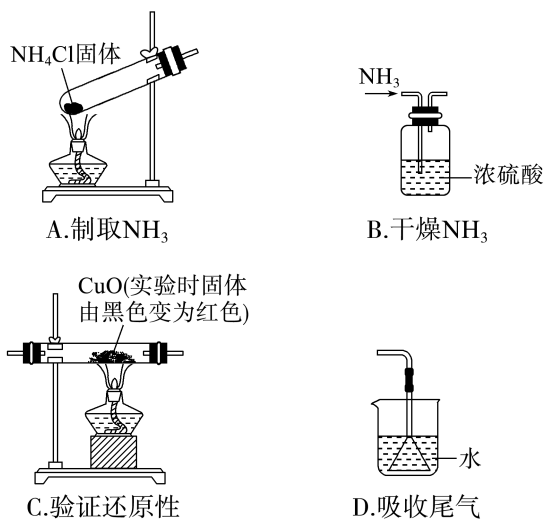
蓝, 则说明试管中已收集满氨; 用水或稀酸吸收多余的氨, 并在导管末端接一只倒扣的漏斗, 防止倒吸。

活动 3 用图 2 中的实验方法制取氨的原理是什么? 还可用哪些物质代替 NaOH 固体?

提示: 将浓氨水滴入 NaOH 固体中, NaOH 溶解使溶液的碱性增强, 并放出大量的热, 促使 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解释放出大量的 NH_3 。可用生石灰、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体、 KOH 固体等代替 NaOH 固体。

「评价活动」

1. 下列装置用于实验室探究 NH_3 的性质, 其中能达到实验目的的是 ()



C 解析: 固体氯化铵受热分解生成氨和氯化氢, 氨和氯化氢遇冷又结合生成氯化铵, 得不到氨, 故 A 错误; 浓硫酸和氨反应, 不能用浓硫酸干燥氨, 故 B 错误; 氨和氧化铜在加热条件下反应, 黑色的氧化铜转化为红色的铜, 说明氨有还原性, 故 C 正确; 漏斗浸入水中过多, 起不到防止倒吸的作用, 故 D 错误。

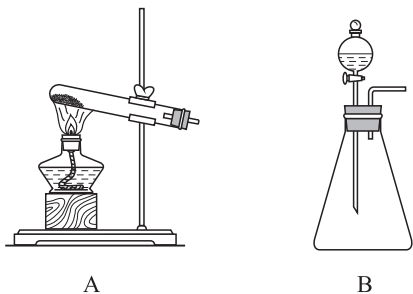
2. 实验室可用下列几组试剂制取少量 NH_3 :

- ① 固体 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 NH_4Cl ;
- ② 浓氨水和固体 CaO ;
- ③ 浓氨水。

请回答下列问题:

(1) 用上述三组试剂制取少量 NH_3 , 需要加热的是 _____ (填序号), 第 ② 组试剂中产生 NH_3 的化学方程式可表示为 _____。

(2) 下面的制取装置图中, 方法 ① 应选用装置 _____ (填“ A ”或“ B ”, 下同), 方法 ② 应选用装置 _____。

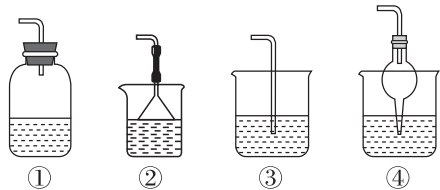


(3)在制取后,如果要干燥氨气,应选用的干燥剂是_____ (填字母序号)。

- A.浓硫酸 B.固体氢氧化钠
C.五氧化二磷 D.碱石灰
E.固体 CaO F.无水 CaCl₂

(4)检验集气瓶中是否收集满氨气的方法是_____。

(5)为防止环境污染,以下装置(盛放的液体为水)可用于吸收多余 NH₃ 的是_____ (填序号)。



解析:(1)①③需要加热,①组反应为 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。②组反应为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \uparrow$,由于 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ 既消耗水,又放出热量, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 电离出 OH^- ,增大了 $c(\text{OH}^-)$,减少了 NH_3 的溶解,因此不必加热,即放出 NH_3 。③组反应为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。(2)A装置适用于固体与固体加热制气体,B装置适用于液体与固体(或液体)不加热制气体。(3)干燥 NH_3 只能用碱

性干燥剂,可以用 B、D、E 干燥。(4)检验 NH_3 一般用湿润的红色石蕊试纸。(5)装置①没有出气导管,装置③易引起倒吸。

答案:(1)①③ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \uparrow$ (2)A B (3)BDE (4)将湿润的红色石蕊试纸靠近集气瓶口,若试纸变蓝,说明 NH_3 已集满(或其他合理答案) (5)②④

任务总结

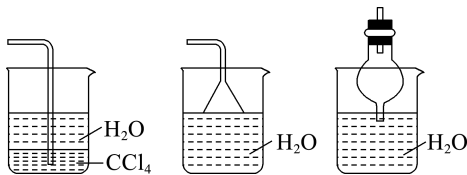
氨的实验室制法的注意事项

(1)制备

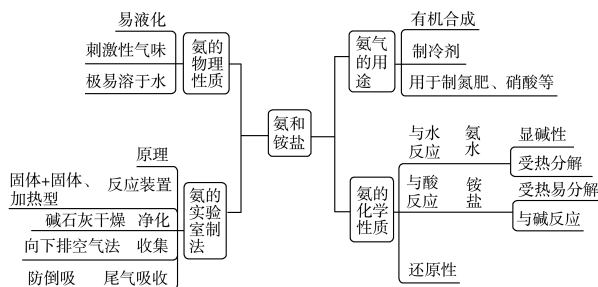
不直接加热氯化铵,因为生成的氨气和 HCl 会化合生成氯化铵,不直接加热硝酸铵,因为加热时易发生爆炸。

(2)干燥

只能用碱性干燥剂碱石灰。(3)吸收吸收氨气要注意防倒吸,常用装置如下:



► 提质归纳

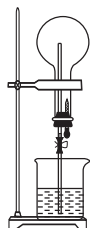


课后素养评价(四)

A组 学习·理解

知识点 1 氨气的性质

1.如图所示装置中,干燥烧瓶内盛有某种气体,烧杯和滴管内盛放某种溶液,挤压滴管的胶头,烧瓶内形成喷泉。下列与实验事实不相符的是 ()



- A.CO₂(NaHCO₃ 溶液)/无色喷泉
B.NH₃(含酚酞的水)/红色喷泉
C.H₂S(CuSO₄ 溶液)/黑色喷泉
D.HCl(AgNO₃ 溶液)/白色喷泉

A 解析:CO₂ 不与 NaHCO₃ 反应,且 CO₂ 在 NaHCO₃ 溶液中溶解度很小,不会形成喷泉。

- 2.下列关于氨的喷泉实验形成的原理解释正确的是 ()
A.氨水呈碱性
B.氨气极易溶于水,烧瓶内外形成压强差
C.氨气易液化

D. NH_3 溶于水后形成的溶液易挥发

B 解析: 氨之所以能做成喷泉实验,是由于胶头滴管挤入的少量水可使烧瓶内的氨气迅速溶解,烧瓶内外形成了压强差。

知识点 2 铵盐

3. 氮肥既能促进农作物生长又能提高蛋白质的含量,下列关于氮肥的说法错误的是 ()

- A. 储存碳酸氢铵时,应密封并置于阴凉干燥处
- B. 工业上用氨和二氧化碳在一定条件下合成尿素,尿素是一种中性肥料
- C. 氮肥溶于水后,其中氮元素都以 NO_3^- 存在
- D. 尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 是一种有机氮肥,是目前固态氮肥中含氮量最高的一种化肥

C 解析: 碳酸氢铵不稳定,易分解,储存碳酸氢铵时,应密封并置于阴凉干燥处,故 A 正确;工业上用氨和二氧化碳在一定条件下合成尿素,尿素含氮元素,为氮肥,是一种中性肥料,故 B 正确;氮肥包含铵态氮肥、硝态氮肥等,铵态氮肥溶于水时氮元素以铵根离子形式存在,如氯化铵,故 C 错误;尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 是一种有机氮肥,肥效好,是目前固态氮肥中含氮量最高的一种化肥,含氮量约为 46.7%,故 D 正确。

4. 加热氯化铵和氢氧化钠的混合溶液时可获得氨,发

生的反应为 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \uparrow$ 。下列说法错误的是 ()

- A. 可用焰色试验来鉴别 NaOH 溶液中的钠元素
- B. 氨能使湿润的蓝色石蕊试纸变红
- C. 上述反应出现的物质中,属于氧化物的只有一种
- D. 可用稀硝酸酸化的硝酸银溶液来检验氯化铵中的氯离子

B 解析: 钠元素的焰色为黄色,为特征性质,可用焰色试验鉴别钠元素,A 正确;氨是碱性气体,能使湿润的红色石蕊试纸变蓝,B 错误;题述反应出现的物质中,属于氧化物的只有 H_2O 一种,C 正确;检验某物质中是否含有氯离子,可用酸化的硝酸银溶液,一般用硝酸银溶液和稀硝酸,若产生白色沉淀,则说明该物质中含有氯离子,D 正确。

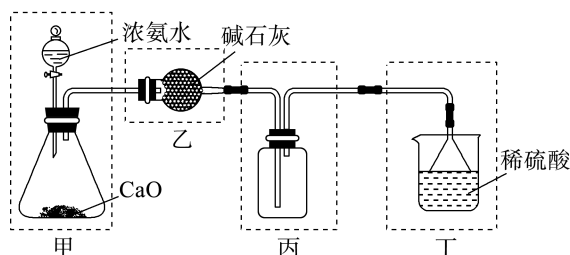
知识点 3 氨的实验室制法

5. 实验室里为了简便制取干燥的氨气,下列方法中简便可行的是 ()

- A. 在浓氨水中加入 NaOH 固体并加热,产生的气体用碱石灰干燥
- B. 加热 NH_4Cl 固体,产生的气体用碱石灰干燥
- C. 在 N_2 和 H_2 混合气体中加入铁触媒并加热至 $500\text{ }^\circ\text{C}$
- D. 加热 NH_4HCO_3 固体,生成的气体用 P_2O_5 干燥

A 解析: 在浓氨水中加入 NaOH 固体并加热能够生成氨气,产生的氨气可以用碱石灰干燥获得干燥气体,该操作方法简便可行,故 A 正确;氯化铵受热分解生成氯化氢和氨气,但是氯化氢和氨气的混合气体遇冷后又生成氯化铵,无法获得氨气,故 B 错误;在工业上利用氮气和氢气在催化剂作用下合成氨气,该反应比较复杂,操作不简便,故 C 错误;加热碳酸氢铵得到二氧化碳、氨气和水,由于氨气为碱性气体,能够与酸性干燥剂五氧化二磷反应,无法获得干燥氨气,故 D 错误。

6. 实验室制取少量 NH_3 的装置如图所示。下列实验装置不能达到目的的是 ()



- A. 用装置甲制得 NH_3
- B. 用装置乙干燥 NH_3
- C. 用装置丙收集 NH_3
- D. 用装置丁吸收 NH_3

C 解析: 浓氨水和氧化钙反应放出氨,用装置甲制得 NH_3 ,故 A 正确;氨是碱性气体,用碱石灰干燥氨,故 B 正确;氨的密度比空气小,用向下排空气法收集氨,故 C 错误;氨极易溶于水,用装置丁吸收 NH_3 可以防倒吸,故 D 正确。

B组 应用·实践

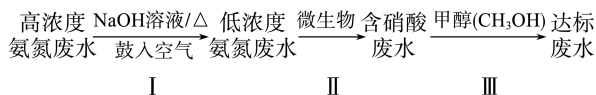
7. 将 NH_4HCO_3 在试管中加热,使放出的气体依次通过盛有足量过氧化钠的干燥管、足量浓硫酸的洗气瓶,最后得到的气体是 ()

- A. NH_3
- B. O_2
- C. H_2O
- D. CO_2

B 解析: NH_4HCO_3 受热分解: $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。产生的 H_2O 和 CO_2 分别与 Na_2O_2 反应生成 O_2 ,而分解产生的 NH_3 被浓硫酸吸收,所以最终得到的气体是 O_2 。

8. 氨氮废水超标排放是水体富营养化的重要原因,可

用以下流程处理:



下列说法正确的是 ()

- A. 过程 I 中发生的化学反应属于氧化还原反应
- B. 过程 II 中 $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$,每转化 1 mol NH_4^+ 转移的电子数为 $6N_A$ (N_A 表示阿伏加德罗常数的值)
- C. 过程 III 中 $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO}_2$,甲醇作还原剂

D.过程Ⅲ中 $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2$, 转移 10 mol e^- 时可生成 N_2 11.2 L (标准状况)

C 解析: 过程 I 中发生反应: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 属于非氧化还原反应, A 错误; 过程 II 中 $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$, N 的化合价由 -3 价升高到 $+5$ 价, 则转化 1 mol NH_4^+ 转移的电子数为 $8N_A$, B 错误; 过程 III 中 $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO}_2$, C 的化合价由 -2 价升高到 $+4$ 价, 甲醇作还原剂, 发生氧化反应, C 正确; 过程 III 中 $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2$, N 的化合价由 $+5$ 价降低到 0 价, 则转移 10 mol e^- 时可生成 1 mol N_2 , 1 mol N_2 在标准状况下的体积为 22.4 L , D 错误。

9. 下列离子方程式书写正确的是 ()

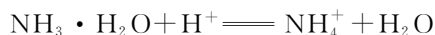
A. 实验室用氯化铵和熟石灰制氨气:



B. NaOH 溶液与 NH_4Cl 溶液混合加热:



C. 氨水中加入盐酸:



D. 氨水中加入氯化铁溶液:



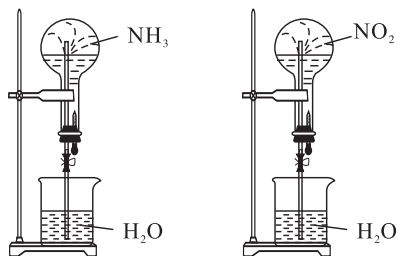
C 解析: A 项, 该反应属于固体间的加热反应, 不能书写相应的离子方程式; B 项, 加热条件下 NH_3 应为气体逸出; C 项, 符合反应原理及离子方程式书写的要求; D 项, 向氨水中滴加 FeCl_3 溶液应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ 。

10. 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 ()

- A. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ B. NH_4NO_3
C. NH_4Cl D. NH_4HCO_3

B 解析: 铵盐与烧碱共热产生 NH_3 , Y 为 NH_3 , $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$ 。Z 为 HNO_3 , X 为 NH_4NO_3 。

11. 同温同压下, 两个等体积的干燥圆底烧瓶中分别充满① NH_3 、② NO_2 进行喷泉实验, 如图所示, 经充分反应后, 瓶内溶液的物质的量浓度大小关系为 ()



A. ① > ② B. ① < ②

C. ① = ② D. 不能确定

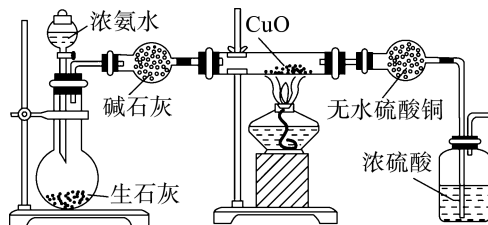
C 解析: 氨气极易溶于水, 喷泉实验后溶液充满烧瓶。设该条件下气体的摩尔体积是 V_m , 则氨水

的物质的量浓度是 $\frac{V}{V_m} = \frac{1}{V_m}$ 。 NO_2 溶于水生成硝酸和 NO , 反应的化学方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 因此喷泉实验结束后溶液的体积

是烧瓶容积的 $\frac{2}{3}$, 则溶液的物质的量浓度是 $\frac{\frac{2}{3}V}{\frac{2}{3}V_m} =$

$\frac{1}{V_m}$, 所以物质的量浓度相等。

12. 某课外活动小组在实验室用如图所示的装置进行实验, 验证氨的某些性质并收集少量纯净的氮气。



请回答下列问题:

(1) 实验前先将仪器按图连接好, 然后 _____, 再开始实验。

(2) 实验进行一段时间后, 可以观察到硬质玻璃管内黑色的 CuO 粉末变成 _____ 色, 盛无水硫酸铜的干燥管内出现 _____ 色, 并在最后的出气导管处收集到纯净、干燥的氮气, 则硬质玻璃管中发生反应的化学方程式为 _____, 这个反应说明氨具有 _____ (填字母序号)。

- A. 碱性 B. 氧化性
C. 还原性 D. 不稳定性

(3) 烧瓶内盛有生石灰, 随着浓氨水的滴入生成了氨, 产生氨的原因是 _____。烧瓶中的生石灰可以用 _____ (填药品名称) 代替。

(4) 洗气瓶中浓硫酸的作用是吸水和 _____。

(5) 在最后出气管口收集干燥、纯净的氮气, 收集方法是 _____ (填字母序号)。

- A. 排空气法
B. 排水法
C. 用塑料袋或球胆收集

解析:(1)实验前先将仪器按图连接好,然后检查装置的气密性,再开始实验。(2)实验进行一段时间后,可以观察到硬质玻璃管内黑色的粉末变成红色,盛无水硫酸铜的干燥管内出现蓝色,并在最后的出气导管处收集到纯净、干燥的氨气,则硬质玻璃管中发生反应的化学方程式为 $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$,该反应中,氨中氮元素的化合价由-3价升高至0价,氨作还原剂,说明氨具有还原性。(3)生石灰与水反应放出大量的热并生成 OH^- ,促使一水合氨分解,同时反应放出大量的热使氨逸出,烧瓶中的生石灰可以用氢氧化钠

或碱石灰代替。(4)洗气瓶中浓硫酸的作用是吸水和吸收多余的氨。(5)氮气的密度接近空气的密度,不能用排空气法收集氨气,故A错误;排水法收集的氨气含有水蒸气,故B错误;用塑料袋或球胆收集可以得到干燥、纯净的氨气,故C正确。

答案:(1)检查装置的气密性 (2)红 蓝 $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ C (3)生石灰与水反应放热,同时消耗了水并生成了 OH^- ,都能促使氨逸出 氢氧化钠(或碱石灰) (4)吸收多余的氨 (5)C

第3课时 硝酸 酸雨及防治

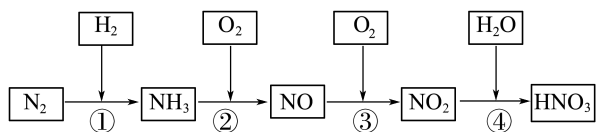
学习任务目标

- 1.能通过硝酸与不活泼金属、非金属的反应,认识硝酸的强氧化性,进一步认识其在生产、生活中的应用。
- 2.能通过比较浓硝酸与稀硝酸性质的差异,认识浓度、反应条件对反应产物的影响。
- 3.能通过硝酸对人类发展的贡献,深刻认识化学对创造物质财富和精神财富、满足人们日益增长的美好生活需要的重大贡献,具有节约资源、保护环境的可持续发展意识。

问题式预习

一、硝酸

1.硝酸的工业制备



写出每一步反应的化学方程式,并分析每一步反应中含氮物质发生的是氧化反应还是还原反应。

- ① $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{高温、高压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ (还原反应)
- ② $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (氧化反应)
- ③ $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ (氧化反应)
- ④ $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ (氧化、还原反应)

2.硝酸的性质

(1)物理性质

硝酸是无色、易挥发、有刺激性气味的液体。

(2)强氧化性

①与金属的反应

a.浓硝酸与Cu反应的化学方程式为 $4\text{HNO}_3(\text{浓}) + \text{Cu} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

b.稀硝酸与Cu反应的化学方程式为 $8\text{HNO}_3(\text{稀}) + 3\text{Cu} = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

②常温下,冷的浓硝酸能使铁、铝钝化。

③王水是浓盐酸和浓硝酸的混合物,体积比为3:1,能使不溶于硝酸的金、铂等溶解。

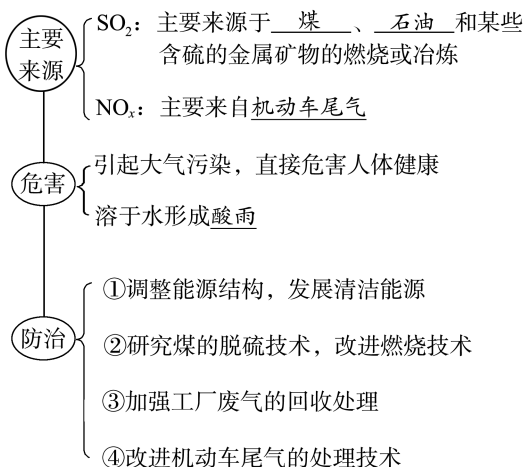
(3)不稳定性

①硝酸分解的化学方程式: $4\text{HNO}_3 \xrightarrow[\text{或光照}]{\Delta} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

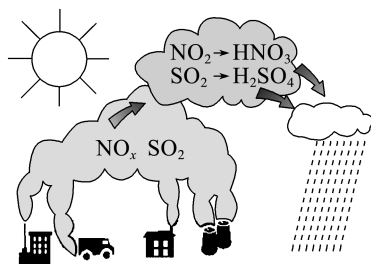
②实验室中浓硝酸显黄色的原因:浓硝酸分解生成的 NO_2 又溶于硝酸。

二、 SO_2 与 NO_x 对大气的污染

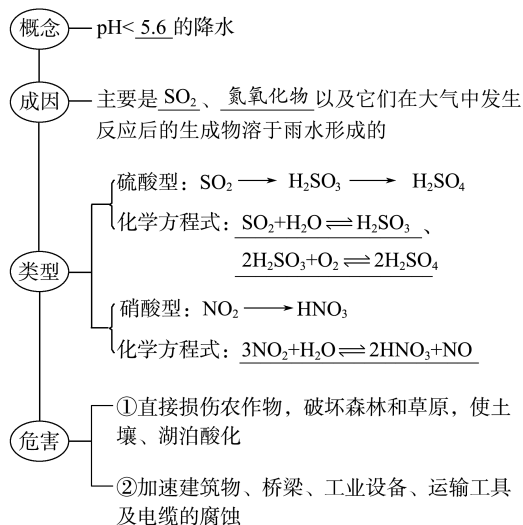
1. SO_2 和 NO_x 的主要来源、危害和防治



2. 酸雨



酸雨的形成示意图

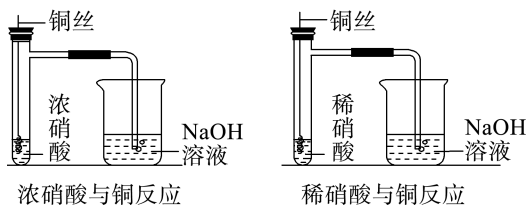


任务型课堂

任务一 硝酸的强氧化性

「探究活动」

实验室利用具支试管进行浓、稀硝酸与铜反应的实验, 装置如下图所示:



浓硝酸与铜反应

稀硝酸与铜反应

活动 1 浓硝酸、稀硝酸与铜反应时, 分别产生哪些实验现象? 反应的剧烈程度是否相同?

提示: 浓硝酸与铜迅速反应, 试管内产生大量红棕色气体, 溶液逐渐变绿, 铜丝逐渐变细; 稀硝酸与铜反应时, 试管内产生少量无色气体, 反应逐渐加快, 气体在试管上部变为红棕色, 溶液逐渐变蓝, 铜丝逐渐变细。铜与浓硝酸反应更剧烈。

活动 2 浓硝酸、稀硝酸分别与铜反应时, 产生不同的现象。请结合实验条件的差别, 分析产生不同现象的原因。

提示: 浓硝酸中 $c(\text{HNO}_3)$ 大于稀硝酸, 浓硝酸与铜在常温下能迅速反应, 生成红棕色的 NO_2 气体, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液显蓝色, 当溶液中溶解较多 NO_2 时, 混合溶液显绿色; 稀硝酸与铜在常温下缓慢反应, 生成无色的 NO 气体, 随着反应进行, 溶液温度升高, 反应变快, NO 与少量 O_2 反应生成红棕色的 NO_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液显蓝色。

活动 3 通过上述对比实验, 你能得出什么结论?

提示: 硝酸的浓度越大, 其氧化性越强, 与铜反应越迅速。

「评价活动」

1. 下列关于硝酸的说法正确的是 ()

- A. 硝酸与金属反应时, 主要是 +5 价的氮得电子
- B. 浓硝酸与浓盐酸按 1 : 1 的体积比混合所得的混合物叫王水
- C. 硝酸电离出的 H^+ 能被 Zn 、 Fe 等金属还原成 H_2
- D. 常温下, 向浓硝酸中投入铝片, 会产生大量红棕色气体

A 解析: 硝酸是一种强氧化性的酸, 它的氧化性主要是由 +5 价的氮原子表现出来的, A 正确; 王水中浓硝酸与浓盐酸的体积比是 1 : 3, B 错误; 硝酸是强氧化性酸, 与金属反应时, 一般不产生 H_2 , C 错误; 常温下, 浓硝酸能使 Al 钝化, 不会产生大量红棕色气体, D 错误。

2. 下列说法正确的是 ()

- A. 向浓硝酸中插入红热的木炭, 产生红棕色气体, 证明炭可与浓硝酸反应生成 NO_2
- B. 常温下, 铝遇浓硝酸或浓硫酸时会发生钝化
- C. 实验室可用加热氯化铵固体的方法制备氨气
- D. 大气中 NO_2 参与酸雨形成, 不涉及氧化还原反应

B 解析: 向浓硝酸中插入红热的木炭, 产生红棕色气体 NO_2 , 该气体可能是浓硝酸受热分解产生的, 也可能是 C 与浓硝酸反应生成的, A 错误; 常温下 Al 在浓硫酸或浓硝酸中发生钝化, B 正确; NH_4Cl

加热分解生成 NH_3 和 HCl , 二者冷却后又可重新化合生成 NH_4Cl , 不能用加热 NH_4Cl 的方法制取 NH_3 , C 错误; NO_2 参与酸雨形成可发生反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 为氧化还原反应, D 错误。

任务总结

NO_3^- 的强氧化性

碱性、中性条件下, NO_3^- 无氧化性, 但在酸性条件下, NO_3^- 表现出强氧化性, 故在应用硝酸的氧化性分析离子是否共存时, 要注意溶液中 H^+ 和 NO_3^- 的组合相当于 HNO_3 , 能够氧化具有强还原性的离子, 而单纯的 NO_3^- 不能氧化这些离子。

加热时 NO_3^- 表现出强氧化性, 例如硝酸铵加热时易爆炸, 黑火药 (S 、 KNO_3 、 C) 加热时爆炸。

任务二 硝酸与金属反应的计算

「探究活动」

活动 1: 铜跟稀硝酸的反应中, 如果有 63 g 硝酸被还原, 则被氧化的铜的物质的量是多少?

提示: $\frac{3}{2}$ mol。根据得失电子守恒可知,

$$\frac{63 \text{ g}}{63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times (5-2) = n(\text{Cu}) \times 2, \text{ 解得 } n(\text{Cu}) = \frac{3}{2} \text{ mol}.$$

活动 2: 将 1.92 g 铜粉与一定量的浓硝酸反应, 当铜粉完全反应时收集到气体 1.12 L (标准状况下), 则所消耗硝酸的物质的量是多少?

提示: 0.11 mol。铜与浓硝酸反应时, 消耗的 HNO_3 转变为 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和氮的氧化物 (NO_2 或 NO)。 $n(\text{Cu}) = \frac{1.92 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$, $n(\text{气体}) = \frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 所以共消耗 HNO_3 的物质的量 $n(\text{HNO}_3) = 0.03 \text{ mol} \times 2 + 0.05 \text{ mol} = 0.11 \text{ mol}$ 。

「评价活动」

1. 3.84 g 铜和一定量的浓硝酸反应, 随着铜不断减少, 反应生成 NO_2 和 NO 的混合气体, 当铜完全溶解时, 共产生气体 1.12 L (已折合为标准状况), 则产生的 NO_2 和 NO 的物质的量之比为 ()

- A. 3 : 7 B. 9 : 1
C. 4 : 1 D. 2 : 3

A 解析: 3.84 g 铜 (物质的量为 0.06 mol) 和一定量的浓硝酸反应, 随着铜不断减少, 反应生成 NO_2 和 NO 的混合气体, 当铜完全溶解时, 共产生 NO_2 和 NO 的混合气体体积为 1.12 L (已折合为标准状况) 即物质的量为 0.05 mol, 根据得失电子守恒建立方程式 $n(\text{NO}_2) + n(\text{NO}) = 0.05 \text{ mol}$, $n(\text{NO}_2) + 3n(\text{NO}) = 0.06 \text{ mol} \times 2$, 解得 $n(\text{NO}) = 0.035 \text{ mol}$, $n(\text{NO}_2) = 0.015 \text{ mol}$, 则产生的 NO_2 和 NO 的物质的量之比为 3 : 7, 故 A 正确。

2. 将 1.52 g 铜镁合金完全溶解于 50 mL $14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓硝酸中, 得到 NO_2 和 N_2O_4 的混合气体 1 120 mL (标准状况)。向反应后的溶液中加入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液, 当金属离子全部沉淀时, 得到 2.54 g 沉淀。回答下列问题:

(1) 50 mL $14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓硝酸中含有 HNO_3 的物质的量为 _____ mol。

(2) 该合金含铜 _____ g。

(3) 混合气体中, NO_2 和 N_2O_4 的物质的量之比为 _____。

解析: 1.52 g 铜镁合金溶于浓硝酸中生成硝酸铜、硝酸镁、 NO_2 、 N_2O_4 , NO_2 、 N_2O_4 的体积为 1 120 mL, 则物质的量为 0.05 mol。向反应后的溶液中加入 NaOH 溶液, 金属离子完全沉淀时, 得到 2.54 g 沉淀, 则 $m(\text{OH}^-) = 2.54 \text{ g} - 1.52 \text{ g} = 1.02 \text{ g}$, 则 $n(\text{OH}^-) = 0.06 \text{ mol}$ 。(1) 50 mL $14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓硝酸中含有 HNO_3 的物质的量为 $0.05 \text{ L} \times 14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.7 \text{ mol}$ 。(2) 根据 $n(\text{OH}^-) = 0.06 \text{ mol}$ 以及 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的化学式可知, 铜和镁的总物质的量是 $n(\text{OH}^-)$ 的二分之一, 即为 0.03 mol。设合金中铜的物质的量为 x , 镁的物质的量为 y , 则有 $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}x + 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}y = 1.52 \text{ g}$, $x + y = 0.03 \text{ mol}$, 求得 $x = 0.02 \text{ mol}$, $y = 0.01 \text{ mol}$, 则该合金含铜 $0.02 \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.28 \text{ g}$ 。(3) 铜和镁的总物质的量为 0.03 mol, 铜和镁反应后均为 +2 价, 所以转移电子的物质的量为 0.06 mol, 设 N_2O_4 的物质的量为 a , 则 NO_2 的物质的量为 $0.05 \text{ mol} - a$, 根据化合价变化有 $2a + 0.05 \text{ mol} - a = 0.06 \text{ mol}$, 则 $a = 0.01 \text{ mol}$, 则 NO_2 的物质的量为 0.04 mol, 所以混合气体中, NO_2 和 N_2O_4 的物质的量之比为 $0.04 : 0.01 = 4 : 1$ 。

答案: (1) 0.7 (2) 1.28 (3) 4 : 1

任务总结

硝酸与金属反应的计算

(1) 电子守恒法

硝酸与金属反应属于氧化还原反应,氮原子得到电子的总数等于金属原子失去电子的总数。

(2) 原子守恒法

硝酸与金属反应时,硝酸中的 NO_3^- 一部分仍以 NO_3^- 的形式存在,另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硝酸中 N 的物质的量相等。

(3) 利用离子方程式计算

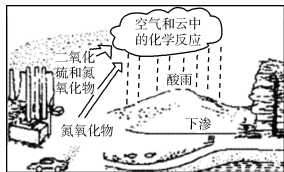
硝酸与硫酸的混合液与金属的反应,当金属足量时,不能用硝酸与金属反应的化学方程式计算,应用离子方程式计算,因为生成的硝酸盐中的 NO_3^- 与硫酸电离出的 H^+ 仍能继续与金属反应。如金属铜与混酸反应的离子方程式为 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

任务三 酸雨的形成及防治

「探究活动」

[探究活动]

酸雨对环境危害巨大,如图是酸雨形成示意图。



活动 1 排放到大气中的 SO_2 是如何转化成硫酸型酸雨的?请结合化学方程式描述转化路径。

提示:排放到大气中的 SO_2 在氧气和水蒸气的共同作用下形成酸雾,随雨水降落成为硫酸型酸雨。转化

路径: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\text{粉尘}]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 、 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$;
 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ 、 $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

活动 2 排放到大气中的氮氧化物是如何转化成硝酸型酸雨的?请结合化学方程式描述转化路径。

提示:排放到空气中的氮氧化物,其中的 NO 与 O_2 反应生成 NO_2 , NO_2 与空气中的水蒸气反应生成

HNO_3 ,随雨水降落成为硝酸型酸雨。转化路径:
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ 、 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 。

活动 3 酸雨对环境、建筑物、工业设备等有什么影响?

提示:酸雨能直接损伤农作物,破坏森林和草原,使土壤、湖泊酸化,还会加速建筑物、桥梁、工业设备、运输工具和电缆的腐蚀。

「评价活动」

1. 下列过程的相应产物与酸雨无关的是 ()

- A. 含硫矿物冶炼时生成的二氧化硫
 B. 化石燃料燃烧生成的二氧化碳
 C. 机车发动机中氮气与氧气反应生成的氮氧化物
 D. 工业制硝酸排放的含有氮氧化物的废气

B 解析:含硫燃料的燃烧或含硫矿物的冶炼,会生成二氧化硫气体,直接排放会形成硫酸型酸雨,故 A 不符合题意;化石燃料的燃烧产生大量的二氧化碳,二氧化碳的排放与酸雨无关,故 B 符合题意;机动车发动机的燃料燃烧时,在高温条件下使气缸中的氮气与氧气反应生成氮氧化物,直接排放会形成硝酸型酸雨,故 C 不符合题意;工业制硝酸排放的含有氮氧化物的废气,直接排放会形成硝酸型酸雨,故 D 不符合题意。

2. 下列因果关系不正确的是 ()

选项	原因	结果
A	植树造林	温室效应
B	SO_2 和 NO_2 大量排放	酸雨
C	汽车尾气的排放	光化学烟雾
D	含氮、磷等生活废水的大量排放	赤潮

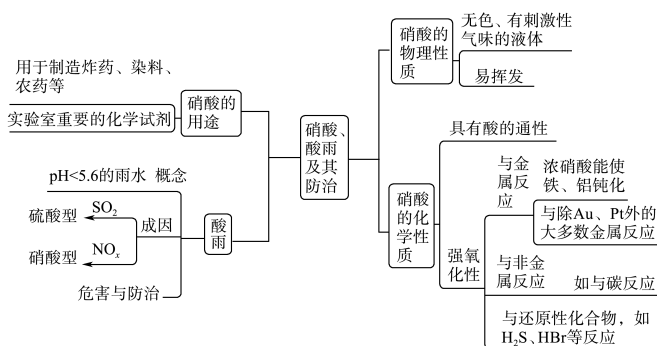
A 解析:A 项,温室效应是 CO_2 的大量排放导致的,植树造林可降低空气中 CO_2 的浓度,缓解温室效应;B 项, SO_2 和 NO_2 等酸性气体的大量排放,会导致酸雨;C 项,汽车尾气中含氮氮化合物、碳氢化合物,可引起光化学烟雾;D 项,氮、磷等营养元素可使水体富营养化,引起赤潮。

任务总结

常见环境污染及其形成原因和主要危害

环境污染	形成原因	主要危害
温室效应	大气中 CO ₂ 的含量不断增加	全球变暖,冰雪融化
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	氮氧化物和氟氯代烃的排放	地球上的生物受太阳紫外线的伤害加剧

提质归纳



课后素养评价(五)

A组 学习·理解

知识点 1 硝酸的性质

1.将 Cu 投入下列溶液中,Cu 不溶解(必要时可加热)的是 ()

- A.浓盐酸
- B.稀硝酸
- C.浓硫酸
- D.FeCl₃溶液

A 解析:盐酸是氢离子表现氧化性的酸,不与 Cu 反应。

2.下列反应既表现硝酸的酸性,又表现硝酸的氧化性的是 ()

- A.CuO+2HNO₃====Cu(NO₃)₂+H₂O
- B.FeO+4HNO₃====Fe(NO₃)₃+2H₂O+NO₂↑
- C.C+4HNO₃(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ CO₂↑+2H₂O+4NO₂↑
- D.NH₃+HNO₃====NH₄NO₃

B 解析:A、D 两项表现硝酸的酸性;B 项生成硝酸铁表现硝酸的酸性,生成二氧化氮表现硝酸的强氧化性;C 项表现硝酸的强氧化性。

3.下列有关实验操作、现象和解释或结论都正确的是 ()

选项	实验操作	现象	解释或结论
A	过量铁粉加入稀硝酸中,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⁺
B	常温下,Fe、Al 放入浓硝酸或浓硫酸中	无明显现象	Fe、Al 遇浓硝酸或浓硫酸发生钝化

续表

选项	实验操作	现象	解释或结论
C	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
D	用玻璃棒蘸取浓硝酸点到紫色石蕊试纸上	试纸变蓝色	浓硝酸具有酸性

B 解析:稀硝酸与铁粉反应,铁首先被氧化成 Fe³⁺,过量铁粉将 Fe³⁺ 还原,最终得到 Fe²⁺,滴入 KSCN 溶液不显红色,A 错误;常温下,Fe、Al 在浓硝酸或浓硫酸中发生钝化,生成致密的保护膜阻止了反应进行,B 正确;铝箔能与稀硝酸反应放出气体,C 错误;浓硝酸具有强氧化性,能使紫色石蕊试纸先变红后褪色,D 错误。

知识点 2 硝酸的计算

4.铜跟 1 mol·L⁻¹ 的硝酸溶液反应,若 c(NO₃⁻) 减少 0.2 mol·L⁻¹,则 c(H⁺) 减少 ()

- A.0.2 mol·L⁻¹
- B.0.4 mol·L⁻¹
- C.0.6 mol·L⁻¹
- D.0.8 mol·L⁻¹

D 解析:铜跟 1 mol·L⁻¹ 的硝酸反应的离子方程式为 8H⁺+2NO₃⁻+3Cu====3Cu²⁺+2NO↑+4H₂O,H⁺ 和 NO₃⁻ 的消耗量之比为 8:2=4:1,它们浓度的变化量之比是 4:1。

5.硝酸是一种重要的化工原料,可用于制化肥、农药、炸药、染料等。将一定质量的镁铜合金放入 500 mL 的浓硝酸中恰好完全反应,共收集到标准状况下的

NO_2 和 NO 的混合气体 44.8 L。将盛有该混合气体的试管倒扣于水中,通入 0.75 mol O_2 恰好使混合气体全部转化为硝酸。下列说法正确的是 ()

- A.该反应中硝酸只表现酸性
B.混合气体中 NO_2 和 NO 的体积比为 3 : 1
C.镁铜合金中镁与铜的物质的量之和为 0.75 mol
D.原硝酸的物质的量浓度为 12 mol · L⁻¹

B 解析: 反应的硝酸转化为 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 NO_2 和 NO ,该反应中硝酸表现出酸性和强氧化性,故 A 错误; O_2 得电子为 $0.75 \text{ mol} \times 4 = 3 \text{ mol}$,所以 NO_2 和 NO 转化为 HNO_3 共失 3 mol 电子,设混合气体中 NO_2 和 NO 的物质的量分别为 x 、 y ,则有 $\begin{cases} x+y=2 \text{ mol} \\ x+3y=3 \text{ mol} \end{cases}$,解得 $x =$

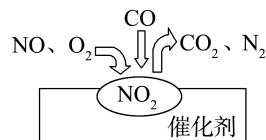
1.5 mol, $y=0.5 \text{ mol}$,故混合气体中 NO_2 和 NO 的体积比为 3 : 1,故 B 正确;纵观整个过程,根据得失电子守恒可知, Mg 、 Cu 失去的电子数等于氧气获得的电子数,则转移电子为 $0.75 \text{ mol} \times 4 = 3 \text{ mol}$,反应中 Mg 、 Cu 均为 +2 价,根据得失电子守恒,可知 Mg 、 Cu 的物质的量之和为 $3 \text{ mol} \div 2 = 1.5 \text{ mol}$,故 C 错误; NO 、 NO_2 与 O_2 、 H_2O 反应又转化为 HNO_3 ,根据电荷守恒可知, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 中含有 NO_3^- 的物质的量等于 Mg 、 Cu 失去电子的物质的量,根据氮原子守恒: $n(\text{HNO}_3) = 3 \text{ mol} + \frac{44.8 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5 \text{ mol}$,

故原硝酸的物质的量浓度为 $\frac{5 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

故 D 错误。

知识点 3 二氧化氮和二氧化硫对大气的污染

6.在汽车尾气净化装置里,气体在催化剂表面进行吸附与解吸的过程如图所示。下列说法正确的是 ()

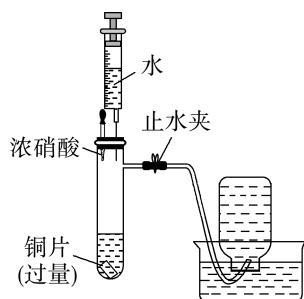


- A. NO_2 是该过程的最终产物
B. NO 和 O_2 必须在催化剂表面才能反应
C.汽车尾气的主要污染成分是 CO_2 、 NO 和 NO_2 等
D.该催化转化的总化学方程式: $2\text{NO} + \text{O}_2 + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{CO}_2 + \text{N}_2$

D 解析: A 项,气体在催化剂表面吸附与解吸作用的过程中先生成二氧化氮,然后在催化剂表面和一氧化碳反应,最终生成无毒气体,起到尾气净化的作用,错误;B 项, NO 和 O_2 在常温下就会发生反应,错误;C 项,汽车尾气的主要污染成分是 CO 、 NO 、 NO_2 等,错误;D 项,尾气处理净化的目的是把有毒的污染气体在催化剂作用下转化为空气中的无毒成分,化学方程式为 $2\text{NO} + \text{O}_2 + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{CO}_2 + \text{N}_2$,正好是过程图中的变化,正确。

B组 应用·实践

7.用下图所示装置探究铜与硝酸的反应,实验记录如下:



步骤	操作	现象
①	打开止水夹,挤压胶头,使浓硝酸滴入试管	产生红棕色气体,溶液变为绿色
②	一段时间后,关闭止水夹,推动注射器活塞使部分水进入试管	注射器内剩余的水被“吸入”试管;铜表面产生无色气泡,溶液变蓝,试管内气体逐渐变为无色

续表

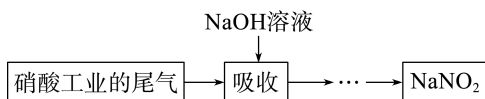
步骤	操作	现象
③	一段时间后,打开止水夹,拉动注射器活塞吸取少量无色气体;拔下注射器,再拉动活塞吸入少量空气	注射器中无色气体变为红棕色

下列说法正确的是 ()

- A.①中发生反应的化学方程式是 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{浓}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
B.②中注射器内剩余的水被“吸入”试管的原因可能是 NO_2 与 H_2O 反应导致压强减小
C.③中的实验现象能证明②中铜与硝酸反应生成了 NO
D.待②中反应停止后,向试管内滴加少量稀硫酸,有红棕色气体产生

B 解析:铜与浓硝酸发生反应的化学方程式为 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, A 错误; ②中发生的反应为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 反应后气体的压强减小, 会导致注射器内剩余的水被“吸入”试管, B 正确; NO 与 O_2 反应生成 NO_2 , 结合 A、B 两选项的分析可知, ③中的实验现象不能证明②中铜与硝酸反应生成了 NO , C 错误; NO_3^- 在酸性条件下会将铜氧化, 而 NO_3^- 自身被还原为 NO , 故待②中反应停止后, 向试管内滴加少量稀硫酸, 有无色气体产生, D 错误。

8. 某化学研究小组设计利用硝酸工业尾气(只含 NO 、 NO_2)制备亚硝酸钠(NaNO_2)的工艺流程如下。已知: $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。



下列说法错误的是 ()

- A. NO_2 为非电解质
- B. 用硝酸工业尾气制备的 NaNO_2 中可能含有 NaNO_3
- C. 尾气中 NO_2 的含量越高, NaNO_2 的纯度越低
- D. 标准状况下, 生产 a L 硝酸过程中产生的工业尾气

用 NaOH 溶液完全吸收, 消耗 $\frac{a}{22.4}$ mol NaOH

D 解析: NO_2 在水溶液中不能因自身发生电离而导电, 因此属于非电解质, A 项正确; 根据已知化学方程式, 若 NO_2 过量, NO_2 和 NaOH 溶液反应生成 NaNO_3 、 NaNO_2 和 H_2O , 则 NaNO_2 中可能含有 NaNO_3 , B 项正确; 根据 B 项分析, 尾气中 NO_2 的含量升高, 会生成更多的 NaNO_3 , NaNO_2 的纯度会降低, C 项正确; 若标准状况下硝酸为气态, 生产 a L 硝酸过程中产生的工业尾气的物质的量为 $\frac{a}{22.4}$ mol, 则

用 NaOH 溶液完全吸收, 消耗 $\frac{a}{22.4}$ mol NaOH , 但标准状况下硝酸为液态, a L 硝酸的物质的量大于 $\frac{a}{22.4}$ mol, D 项错误。

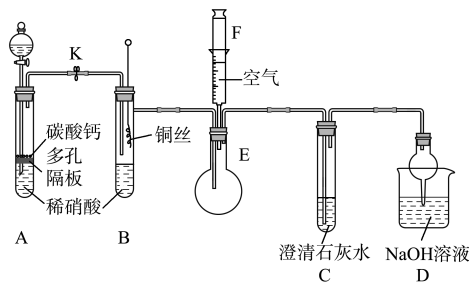
9. 镁、铝、铁的合金投入 300 mL HNO_3 溶液中, 金属恰好溶解, 分别转化成 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 和 Fe^{3+} ; 还原产物为 NO , 在标准状况下体积为 6.72 L。在反应后的溶液中加入 300 mL 某浓度的 NaOH 溶液, 金属阳

离子恰好全部沉淀, 干燥后测得质量为 27.2 g。下列有关推断正确的是 ()

- A. 参加反应的 HNO_3 的物质的量为 0.9 mol
- B. 参加反应的金属的质量为 11.9 g
- C. HNO_3 的物质的量浓度为 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. NaOH 的物质的量浓度为 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B 解析: 标准状况下, 6.72 L NO 为 0.3 mol, 则反应中转移的电子为 0.9 mol, 因参加反应的 HNO_3 一部分生成 NO (0.3 mol), 另一部分与阳离子形成盐, 形成盐的 NO_3^- 的物质的量与反应中金属失去电子的物质的量相同, 即 0.9 mol, 故参加反应的 HNO_3 为 1.2 mol, 则 HNO_3 的浓度为 $1.2 \text{ mol} \div 0.3 \text{ L} = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A、C 项错误; 生成沉淀消耗的 OH^- 的物质的量与反应中金属失去电子的物质的量相同, 即 0.9 mol, 故参加反应的金属的质量为 $27.2 \text{ g} - 0.9 \text{ mol} \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 11.9 \text{ g}$, B 项正确; NaOH 的物质的量浓度为 $0.9 \text{ mol} \div 0.3 \text{ L} = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 项错误。

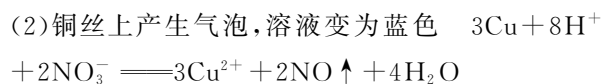
10. 某校课外活动小组为了探究铜与稀硝酸反应产生的是 NO 气体, 设计了如下实验。实验装置如图所示(已知 NO 、 NO_2 的混合气体能与 NaOH 溶液反应):



- (1) 设计装置 A 的目的是 _____, 为达此目的应进行的操作是 _____。
- (2) 在(1)中的操作后将装置 B 中铜丝插入稀硝酸, 并微热之, 观察到装置 B 中的现象是 _____; B 中反应的离子方程式是 _____。
- (3) 将注射器 F 中的空气推入 E 中, E 中的气体变为红棕色, 该实验的目的是 _____。
- (4) D 装置的作用是 _____。

解析:由实验装置及流程可知,A中发生硝酸与碳酸钙的反应生成二氧化碳,因烧瓶中有空气,则生成的NO能与氧气反应生成二氧化氮,利用A装置反应生成的二氧化碳气体赶走装置中的空气,避免对一氧化氮气体的检验造成干扰;B中Cu与稀硝酸反应生成NO、硝酸铜和水,E中收集到无色气体NO,利用F充入空气,可检验NO的生成;D装置为尾气处理装置,吸收氮的氧化物,防止污染空气。

答案:(1)利用生成的CO₂将整套装置内的空气赶走,以排除对气体产物观察的干扰 使玻璃塞上的凹槽对准分液漏斗的小孔,打开K,当装置C中产生白色沉淀时,关闭K



(3)验证E中的无色气体为NO

(4)吸收NO、NO₂等尾气,防止污染空气

第三节 无机非金属材料

学习任务目标

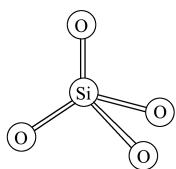
- 1.能通过阅读和讨论,了解陶瓷、玻璃、水泥等传统硅酸盐材料的生产原料、性能和主要用途,知道普通玻璃的主要成分,感受传统硅酸盐材料在城乡建设中发挥的重要作用。
- 2.能从结构角度分析硅和二氧化硅性质的差异,形成“结构决定性质”的观念。
- 3.能通过学习,了解晶体硅、二氧化硅、新型陶瓷、碳纳米材料的性能和用途,感受新型无机非金属材料的奇特性能及其在高科技领域所发挥的重要作用,激发学习化学的兴趣。

问题式预习

一、硅酸盐材料

1.硅酸盐的定义:由硅、氧和金属元素组成的化合物的总称。

2.硅酸盐的结构:硅、氧构成硅氧四面体,其结构



示意图为 ,每个O为两个四面体所共有,与两个Si相结合。

3.硅酸盐的性质:硬度高,熔点高,难溶于水,化学性质稳定,耐腐蚀等。

4.三种常见的硅酸盐产品

硅酸盐产品	原料	主要设备	主要成分	用途
陶瓷	黏土	陶瓷窑	含水的铝硅酸盐	用于生产建筑材料、绝缘材料、日用器皿、卫生洁具等

续表

硅酸盐产品	原料	主要设备	主要成分	用途
玻璃	纯碱、石灰石、石英砂	玻璃窑	Na ₂ SiO ₃ 、CaSiO ₃ 和SiO ₂	用于生产建筑材料、光学仪器、各种器皿、玻璃纤维等
水泥	石灰石、黏土	水泥回转窑	硅酸二钙、硅酸三钙、铝酸三钙	用于建筑和水利工程

其中,玻璃生产中的两个重要反应为Na₂CO₃+SiO₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ Na₂SiO₃+CO₂↑、CaCO₃+SiO₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ CaSiO₃+CO₂↑。

二、新型无机非金属材料

1.硅

(1)硅的存在和导电性

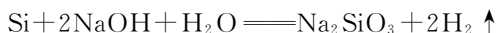
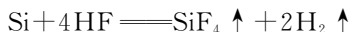
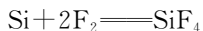
①存在:硅在自然界主要以硅酸盐(如地壳中的

大多数矿物)和氧化物(如水晶、玛瑙)的形式存在。

②导电性: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)化学性质

①常温下,硅单质的性质不活泼,但可与 F_2 、氢氟酸和强碱溶液反应,反应的化学方程式为



②在加热或高温条件下,硅能与某些非金属单质发生反应,如 Cl_2 、 O_2 、 H_2 等。

(3)高纯硅的制备

硅单质是由其氧化物制得的,主要分为两个阶段。

①粗硅的制备: $2C + SiO_2 \xrightarrow{1\ 800\sim 2\ 000\ ^\circ C} Si(\text{粗硅}) + 2CO \uparrow$ 。

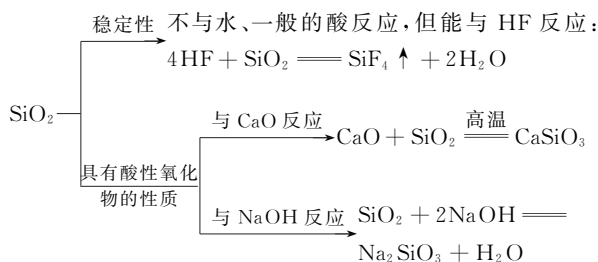
②纯硅的制备: $Si(\text{粗硅}) + 3HCl \xrightarrow{300\ ^\circ C} SiHCl_3 + H_2$, $SiHCl_3 + H_2 \xrightarrow{1\ 100\ ^\circ C} Si(\text{纯硅}) + 3HCl$ 。

(4)用途

利用硅半导体性能可以制成计算机、通信设备和家用电器等的芯片,以及光伏电站、人造卫星和电动汽车等的硅太阳能电池。

2. 二氧化硅

(1)化学性质



(2)用途:纯净的 SiO_2 是现代光学及光纤制品的基础材料,可以用来生产光导纤维。

3. 新型陶瓷——SiC

(1)SiC 俗称金刚砂,具有类似金刚石的结构,硬度很大,可用作砂纸、砂轮的磨料。

(2)碳化硅具有优良的高温抗氧化性能,可作耐高温结构材料、耐高温半导体材料等。

4. 碳纳米材料

(1)常见碳纳米材料:富勒烯、碳纳米管、石墨烯等。

(2)富勒烯的代表物是 C_{60} ,是由碳原子构成的一系列笼形分子的总称。

(3)碳纳米管:由石墨片层卷成的管状物,比表面积大,有相当高的强度和优良的电学性能,可用于生产复合材料、电池和传感器等。

(4)石墨烯:只有一个碳原子直径厚度的单层石墨,其电阻率低、热导率高,具有很高的强度。

任务型课堂

任务一 硅及其化合物的特性和单质硅的制备

「探究活动」

生产中采用不同的原料和工艺,可以制得多种具有不同性能和用途的玻璃, SiO_2 是玻璃的主要成分之一。

活动 1: SiO_2 的克星是氢氟酸,氢氟酸为什么能使 SiO_2 瞬间溶解?

提示: SiO_2 可与氢氟酸反应生成 SiF_4 和 H_2O 。

活动 2: 如何利用二氧化硅制取纯硅?

提示: $SiO_2 + 2C \xrightarrow{1\ 800\sim 2\ 000\ ^\circ C} Si + 2CO \uparrow$, $Si + 3HCl \xrightarrow{300\ ^\circ C} SiHCl_3 + H_2$, $SiHCl_3 + H_2 \xrightarrow{1\ 100\ ^\circ C} Si + 3HCl$ 。

活动 3: 工业上可利用反应 $SiO_2 + 2C \xrightarrow{1\ 800\sim 2\ 000\ ^\circ C} Si + 2CO \uparrow$ 制取单质硅,据此能否得出碳的非金属性小于硅的结论?

提示: 不能。非金属性是指元素的原子吸引电子的能力,该处虽然碳置换出了二氧化硅中的硅,但这是因为生成的 CO 是气体,气体挥发,使反应能够继续进行,不能说明碳的非金属性小于硅的。

「评价活动」

1. 下列有关硅及其化合物的叙述正确的是 ()

- A. 石英砂可以用来生产玻璃
- B. 二氧化硅具有半导体性能,常用于制作光导纤维
- C. 硅的化学性质不活泼,常温下不与任何物质反应
- D. Na_2SiO_3 可用作黏合剂、木材防火剂的原料,实验室保存 $NaOH$ 溶液应用玻璃塞

A 解析: 生产玻璃的原料有石英砂、石灰石、纯碱,故石英可以用来生产玻璃,A 正确;二氧化硅能够使光线发生全反射,因此常用于制作光导纤维,B 错误;硅的化学性质不活泼,但常温下能与氟单质、氢氟酸发生反应,C 错误; Na_2SiO_3 的水溶液具有黏结力强和耐高温等特征,因此 Na_2SiO_3 可用作黏合剂和防火剂的原料,由于玻璃中含有 SiO_2 , SiO_2 能够与 $NaOH$ 发生反应产生 Na_2SiO_3 ,将玻璃瓶与试

剂瓶黏在一起,因此实验室保存 NaOH 溶液应用橡胶塞,不能使用玻璃塞,D 错误。

2.(2023·山东卷)下列之物具有典型的齐鲁文化特色,据其主要化学成分不能与其他三种归为一类的是

- ()
- A.泰山墨玉 B.龙山黑陶
C.齐国刀币 D.淄博琉璃

C 解析:墨玉、黑陶、琉璃均为陶瓷制品,主要成分均为硅酸盐材料,而刀币的主要成分为青铜,C 正确。

3.有下列物品或设施:

- ①砖瓦 ②计算机芯片 ③陶瓷餐具 ④硅太阳能电池 ⑤石英 ⑥光导纤维

(1)使用了硅单质的是_____ (填序号,下同)。

(2)使用了硅酸盐材料的是_____。

(3)使用了二氧化硅的是_____。

解析:(1)②计算机芯片、④硅太阳能电池的原料是硅单质。(2)①砖瓦、③陶瓷餐具的主要成分是硅酸盐。(3)所用材料为二氧化硅的是⑤石英、⑥光导纤维。

答案:(1)②④ (2)①③ (3)⑤⑥

任务总结

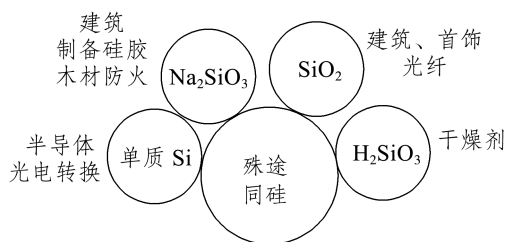
(1)Si 及其化合物的特性

①Si 的还原性大于 C,但 C 却能在高温下还原出 Si: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ 。

②非金属单质一般为非导体,但 Si 可以作为半导体。

③酸性氧化物一般不与酸反应,但 SiO_2 可以与氢氟酸反应: $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \text{---} \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2)硅及其化合物的用途



任务二 SiO_2 与 CO_2 性质的比较

「探究活动」

活动 1:有人说 SiO_2 既能与 NaOH 反应,又能与 HF 反应,则 SiO_2 属于两性氧化物,此说法正确吗?

提示:错误。因为 SiO_2 与 HF 反应是 SiO_2 的特性,且没有生成盐和水,并与其他酸不反应, SiO_2 属于酸性氧化物。

活动 2:为什么 CO_2 和 SiO_2 在化学性质上具有一定的相似性而物理性质却差异很大?

提示: SiO_2 和 CO_2 均属于酸性氧化物,故其化学性质相似。 CO_2 是由分子构成的,而 SiO_2 是空间立体网状结构,故二者的物理性质差异很大。

「评价活动」

1.碳和硅均为第 IV A 族的元素,二者性质既有一定的相似性,又有一定的递变性。下列关于 SiO_2 和 CO_2 的说法不正确的是 ()

- A. CO_2 与 SiO_2 都能和 H_2O 反应生成相应的酸
B. SiO_2 能与酸反应, CO_2 不能与酸反应
C. SiO_2 与 CO_2 (干冰)都能够与氢氧化钠溶液反应
D.水晶的主要成分是 SiO_2

A 解析: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{---} \text{H}_2\text{CO}_3$,但 SiO_2 与 H_2O 不反应,故 A 错误; $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \text{---} \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, CO_2 能与酸反应,故 B 正确; SiO_2 与 CO_2 (干冰)都是酸性氧化物,都能够与氢氧化钠溶液反应,化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \text{---} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \text{---} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,故 C 正确;水晶的主要成分是 SiO_2 ,故 D 正确。

2.在一定条件下,既能与 CO_2 反应,又能与 SiO_2 反应的物质是 ()

- ①NaHCO₃ 溶液 ②浓硫酸 ③NaOH 溶液
A.①② B.①③ C.②③ D.③

D 解析: SiO_2 和 CO_2 都属于酸性氧化物,能与碱反应,同时二者均具有弱氧化性,一定条件下能与单质碳反应;但二者均不与 NaHCO₃、浓硫酸发生反应。

3.下列叙述正确的是 ()

A. CO_2 和 SiO_2 都是酸性氧化物,所以二者物理性质相似

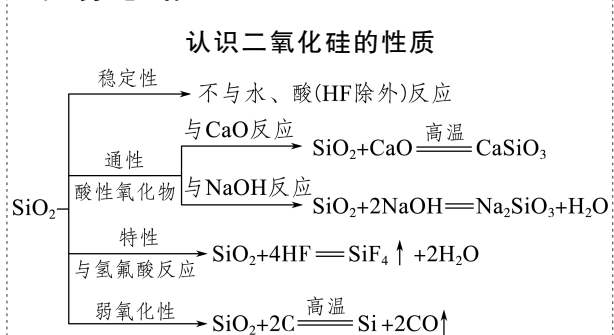
B.因为 $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$,所以硅酸的酸性比碳酸强

C. CO_2 和 SiO_2 都能与碳反应,且都作还原剂

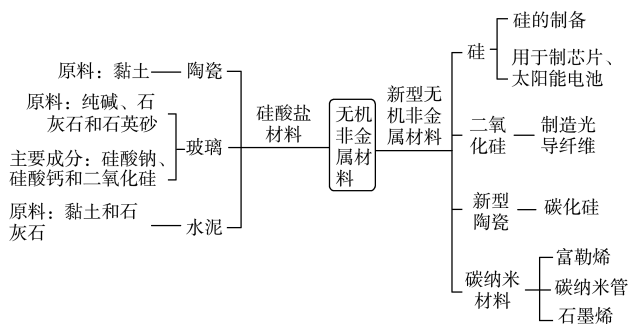
D.在一定条件下,碳酸钠固体不能与 CO_2 反应,但能与 SiO_2 反应

D 解析: CO_2 和 SiO_2 都是酸性氧化物,和其物理性质无因果关系, CO_2 的熔、沸点低,硬度小,微溶于水, SiO_2 的熔、沸点高,硬度大,不溶于水, CO_2 和 SiO_2 的物理性质相差较大,A 不正确; $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$,反应进行的原因是 SiO_2 的沸点高, CO_2 的沸点低,而“较强酸制较弱酸”是溶液中复分解反应的规律,B 不正确; CO_2 和 SiO_2 都与碳反应,碳作还原剂, CO_2 和 SiO_2 均作氧化剂,C 不正确; CO_2 能与碳酸钠溶液反应,不能与 Na_2CO_3 固体反应, SiO_2 能与碳酸钠固体在高温下反应,D 正确。

任务总结



► 提质归纳



课后素养评价(六)

A组 学习·理解

知识点 1 硅酸盐材料

1. (2023·湖南卷) 中华文化源远流长, 化学与文化遗产密不可分。下列说法错误的是 ()

- A. 青铜器“四羊方尊”的主要材质为合金
- B. 长沙走马楼出土的竹木简牍主要成分是纤维素
- C. 蔡伦采用碱液蒸煮制浆法造纸, 该过程不涉及化学变化
- D. 铜官窑彩瓷是以黏土为主要原料, 经高温烧制而成

C 解析: 四羊方尊由青铜制成, 青铜属于合金, A 正确; 竹木简牍由竹子、木头等原料制成, 竹子、木头的主要成分为纤维素, B 正确; 蔡伦用碱液制浆法造纸, 将原料放在碱液中蒸煮, 原料在碱性环境下发生反应使原有的粗浆纤维变成细浆, 该过程涉及化学变化, C 错误; 陶瓷是利用黏土在高温下烧制定型生成硅酸铝, D 正确。

2. 北京故宫的屋顶有各种颜色的琉璃瓦, 坚实耐用, 经历几百年的风雨洗礼仍能保存完整。下列说法错误的是 ()

- A. 琉璃瓦的主要成分是硅酸盐
- B. 制作琉璃瓦的主要原料是黏土
- C. 硅酸盐的结构决定了琉璃瓦坚实耐用
- D. 黄色和绿色琉璃瓦中分别含有 Fe²⁺、Cu²⁺

D 解析: 琉璃瓦的主要成分是硅酸盐, 故 A 正确; 制作琉璃瓦的主要原料是黏土, 故 B 正确; 硅酸盐的结构决定了琉璃瓦坚实耐用, 故 C 正确; 黄色琉璃瓦中可能含有 Fe³⁺, 故 D 错误。

3. 玻璃、水泥和陶瓷均为硅酸盐制品, 下列有关说法正确的是 ()

- A. 玻璃是人类最早使用的硅酸盐制品
- B. 制水泥的原料为纯碱、石灰石和石英砂
- C. 硅酸盐制品的性质稳定、熔点较高

D. 沙子和黏土的主要成分均为硅酸盐

C 解析: 陶瓷是人类最早使用的硅酸盐制品, A 项错误; 纯碱、石灰石和石英砂是制玻璃的原料, 而制水泥的主要原料是黏土和石灰石, B 项错误; 硅酸盐制品性质稳定、熔点高, C 项正确; 沙子的主要成分是 SiO₂, 黏土的主要成分是硅酸盐, D 项错误。

知识点 2 新型无机非金属材料

4. 下列有关说法正确的是 ()

- A. 光刻胶是制造芯片的关键材料, 金属氧化物纳米颗粒光刻胶由金属氧化物纳米簇和溶剂等组成, 是一种胶体
- B. 晶体硅和无定形硅是硅元素的同素异形体, 且二者化学性质完全不同
- C. 硅是芯片的主要成分之一, 晶体硅是一种性能优良的半导体材料, 它属于非电解质
- D. 工业粗硅的冶炼方法为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$, 在该反应中 SiO₂ 作还原剂

A 解析: 胶体的分散质的粒子直径为 1~100 nm, 因此金属氧化物纳米颗粒光刻胶属于胶体, 故 A 正确; 晶体硅和无定形硅是由硅元素组成的不同单质, 互为同素异形体, 二者结构不同, 化学性质相同, 故 B 错误; 硅是单质, 既不属于电解质也不属于非电解质, 故 C 错误; SiO₂ 中 Si 的化合价降低, 得电子, SiO₂ 作氧化剂, 故 D 错误。

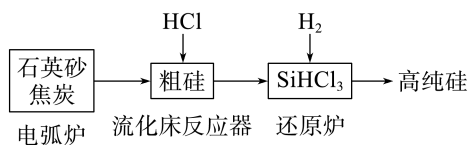
5. 硅是构成无机非金属材料的一种主要元素, 下列有关硅的化合物的叙述错误的是 ()

- A. 氮化硅陶瓷是一种新型无机非金属材料, 其化学式为 Si₃N₄
- B. 碳化硅(SiC)的硬度大, 熔点高, 可用于制作高温结构陶瓷和轴承
- C. 光导纤维是一种新型无机非金属材料, 其主要成分为 Si

D.二氧化硅为立体网状结构,其晶体中硅原子和硅氧单键个数之比为 1:4

C 解析:在氮化硅中 N 元素为 -3 价, Si 元素为 +4 价,则化学式为 Si_3N_4 , A 项正确;碳化硅(SiC)的硬度大,熔点高,属于原子晶体,可用于制作高温结构陶瓷和轴承, B 项正确;光导纤维是一种新型无机非金属材料,其主要成分为 SiO_2 , C 项错误;在 SiO_2 晶体中,一个硅原子与周围 4 个氧原子形成 4 个硅氧单键,其晶体中硅原子和硅氧单键个数之比为 1:4, D 项正确。

6.高纯硅是现代信息、半导体和光伏发电等产业都需要的基础材料。工业上提纯硅有多种路线,其中一种工艺流程示意图及主要反应如下图所示:



下列说法正确的是 ()

A.自然界中存在大量的单质硅

B.电弧炉中反应的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + \text{CO}_2 \uparrow$

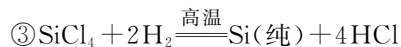
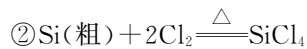
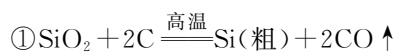
C.二氧化硅能与氢氟酸反应,而硅不能与氢氟酸反应

D. SiHCl_3 (沸点 33.0°C) 中含有少量的 SiCl_4 (沸点 67.6°C),通过蒸馏(或分馏)可提纯 SiHCl_3

D 解析:在自然界中没有单质硅,只有化合态的硅,故 A 错误;电弧炉中反应的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$,故 B 错误;二氧化硅和硅都能与氢氟酸反应,故 C 错误; SiHCl_3 (沸点 33.0°C) 和 SiCl_4 (沸点 67.6°C) 的沸点有较大差距,所以可通过蒸馏(或分馏)提纯 SiHCl_3 ,故 D 正确。

B组 应用·实践

7.从石英砂制取高纯硅的主要化学反应如下:



关于上述反应的叙述不正确的是 ()

A.①③是置换反应,②是化合反应

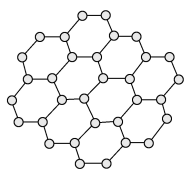
B.高温下,焦炭与氢气的还原性均强于硅

C.任一反应中,每消耗或生成 28 g 硅,均转移 4 mol 电子

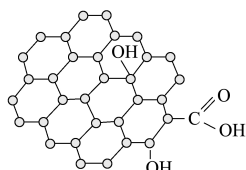
D.高温下在焙炉里将石英砂、焦炭、氯气、氢气按比例混合就能得到高纯硅

D 解析:题中的三个反应是在三个不同的反应器中发生的, D 错误。

8.新材料的新秀——石墨烯、氧化石墨烯已成为物理、化学、材料科学研究的国际热点课题,其结构模型如图所示。



石墨烯片层结构示意图



氧化石墨烯片层结构示意图

下列有关说法正确的是 ()

A.石墨烯是一种新型化合物

B.氧化石墨烯即石墨烯的氧化物

C.二者和石墨都是碳的同素异形体

D.氧化石墨烯具有一定的亲水性

D 解析:石墨烯是碳的单质, A 错误;氧化石墨烯还含有氢元素,故不是石墨烯的氧化物,也不是碳的同素异形体, B、C 错误;由于氧化石墨烯结构中含有羟基和羧基等亲水基团,所以具有一定的亲水性, D 正确。

9.天安门前的华表(又称“望柱”)、金水桥都是用汉白玉制作的。汉白玉就是纯白色的大理石,是一种石灰石形态,内含闪光晶体,主要由 CaCO_3 、 MgCO_3 和 SiO_2 组成,也包含少量 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 等。下列叙述正确的是 ()

A. CaCO_3 、 MgCO_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 五种化合物在高温下都能稳定存在

B. SiO_2 、 Al_2O_3 均既能与强酸反应又能与强碱反应

C.汉白玉制成的金水桥能被酸雨腐蚀

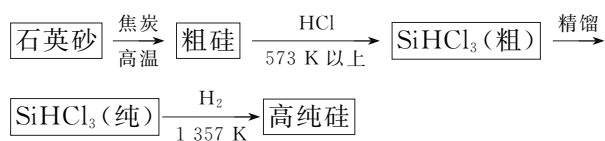
D.将汉白玉雕刻成“望柱”的过程中发生了化学变化

C 解析: CaCO_3 和 MgCO_3 在高温下易分解,故 A 错误; SiO_2 只与 HF 反应,不能与强酸反应,故 B 错误;酸雨中含硫酸和硝酸, CaCO_3 、 MgCO_3 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 都能与酸雨反应,因此汉白玉制成的金水桥能被酸雨腐蚀,故 C 正确;将汉白玉雕刻成“望柱”的过程中没有新物质的生成,没有发生化学变化,故 D 错误。

10.硅单质及其化合物应用范围很广。请回答下列

问题:

(1)制备硅半导体材料必须先得到高纯硅。三氯甲硅烷(SiHCl_3)还原法是当前制备高纯硅的主要方法,生产过程示意图如下图所示:



①写出由纯 SiHCl_3 制备高纯硅的化学方程式: _____。

②整个制备过程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,写出并配平该化学方程式: _____; H_2 还原 SiHCl_3 过程中若混有 O_2 ,可能引起的后果是 _____。

(2)化学研究性学习小组在探究硅的制取方法时,从资料中查阅到下列信息:

- I. Mg 在高温条件下可与 SiO_2 反应;
- II. 金属硅化物与稀硫酸反应生成硫酸盐和 SiH_4 ;
- III. SiH_4 在空气中自燃。

他们根据信息进行实验,当用足量稀硫酸溶解第 I 步实验获得的固体产物时,发现有爆鸣声和火

花;然后过滤、洗涤、干燥;最后称量、计算,测得其产率只有预期值的 63% 左右。

①第 I 步实验发生反应的化学方程式是 _____。

②用稀硫酸溶解第 I 步实验获得的固体产物时,产生爆鸣声和火花的原因是 _____。

解析:(1)在 SiHCl_3 中,硅元素的化合价为 +4 价,则氢元素的化合价为 -1 价,氯元素的化合价为 -1 价, SiHCl_3 和水反应时,会生成氢气。

答案:(1)① $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1\ 357\text{ K}} \text{Si} + 3\text{HCl}$
 ② $\text{SiHCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow + 3\text{HCl}$
 高温下, H_2 遇 O_2 发生爆炸

(2)① $2\text{Mg} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{MgO} + \text{Si}$, $2\text{Mg} + \text{Si} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Mg}_2\text{Si}$

②硅化镁与稀硫酸反应生成的 SiH_4 自燃,即发生反应: $\text{Mg}_2\text{Si} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MgSO}_4 + \text{SiH}_4 \uparrow$ 、
 $\text{SiH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

迁·移·应·用

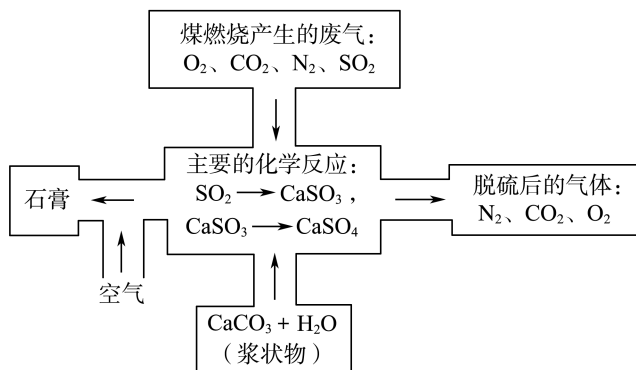
学习目标

1. 能够解释二氧化硫的吸收原理与钙基固硫的原理,形成性质、转化、应用三方面的逻辑思维。
2. 了解处理氮氧化物尾气的方法,增强环保意识,培养社会责任感。
3. 通过观察晶体硅、 SiO_2 晶体的结构模型,了解其结构特征,利用结构特征预测其性质,加深对“结构决定性质,性质决定用途”的认识。

活动一 二氧化硫尾气的处理

任务探究

下图是近年来为防治酸雨,工业上常采用的“钙基固硫法”(即生石灰和含硫的煤混合后燃烧,燃烧时硫、生石灰和氧气共同反应生成硫酸钙,从而使硫转移到煤渣中)的基本流程图。



探究思考

1. 这些废气会对环境造成怎样的影响?
提示: SO_2 会形成酸雨, CO_2 会引起温室效应。
2. 如果废气中的二氧化硫进入大气,会发生哪些化学变化? 写出相关反应的化学方程式。
提示: 途径 1: 在空气中粉尘的催化作用下, 发生反应: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{粉尘}} 2\text{SO}_3$ 、 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ 。
途径 2: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ 、 $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。
3. 上图是对煤燃烧产生的废气进行常温脱硫处理的基本流程图, 试写出废气脱硫过程中发生的主要反应的化学方程式。

提示: $\text{CaCO}_3 + \text{SO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaSO}_3 + \text{CO}_2$, $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CaSO}_4$ 。

学习总结

处理 SO_2 尾气的其他方法

方法一: 氨水脱硫法

该脱硫法采用喷雾吸收法, 用雾化的氨水与尾气中的 SO_2 直接接触吸收 SO_2 , 其反应的化学方程式为 $2\text{NH}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 、 $2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (或生成 NH_4HSO_3 , 然后进一步氧化)。

方法二: 钠碱脱硫法

钠碱脱硫法是用 NaOH 和 Na_2CO_3 吸收尾气中的 SO_2 , 得到 Na_2SO_3 和 NaHSO_3 , 发生反应的化学方程式为 $2\text{NaOH} + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$ 。

方法三: 双碱脱硫法

先利用烧碱吸收 SO_2 , 再利用熟石灰浆液进行再生, 再生后的 NaOH 碱液可循环使用, 化学反应原理为

① 吸收反应: $2\text{NaOH} + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,
 $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

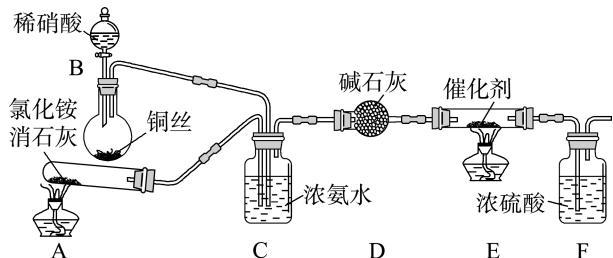
② 再生反应: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$,
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 。

活动二 氮氧化物的吸收处理

任务探究

工业生产硝酸产生的尾气中含有氮氧化物(NO_x),可用氨催化吸收法处理尾气。反应原理为 $4x\text{NH}_3 + 6\text{NO}_x = (2x+3)\text{N}_2 + 6x\text{H}_2\text{O}$ 。

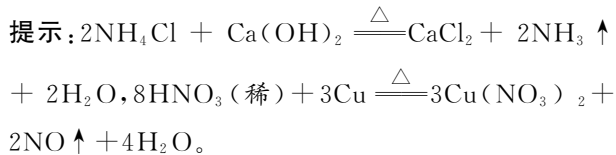
某化学兴趣小组模拟该处理过程的装置(部分夹持装置省略)如下所示:



工业上还可以用碳酸钠溶液吸收处理硝酸工业尾气,反应原理为 $\text{NO} + \text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{CO}_2$ 、 $2\text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{CO}_2$ 。

探究思考

1. 写出 A、B 中反应的化学方程式。



2. D、F 装置的作用是什么?

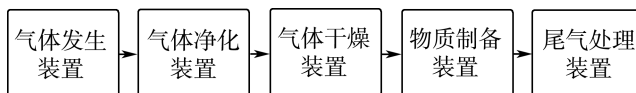
提示: D 干燥氨气和一氧化氮; F 吸收反应后剩余的氨气。

3. 该装置的缺陷是什么?

提示: 缺少处理氮氧化物尾气的装置。

学习总结

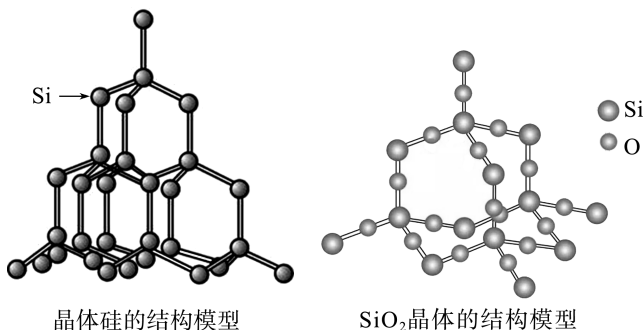
涉及物质制备装置仪器连接的一般顺序



活动三 新型含硅无机非金属材料

任务探究

下图是晶体硅和 SiO_2 晶体的结构模型。



探究思考

1. 观察晶体硅和 SiO_2 晶体的结构模型,思考 1 mol 晶体硅和 1 mol SiO_2 晶体各形成的 Si—Si 和 Si—O 的物质的量是多少。

提示: 1 mol 晶体硅形成 2 mol Si—Si, 1 mol SiO_2 晶体形成 4 mol Si—O。

2. 观察晶体硅和 SiO_2 晶体的结构模型,推测晶体硅和 SiO_2 晶体的物理性质。

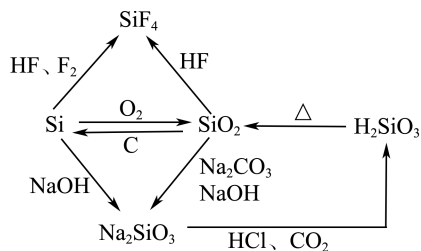
提示: 硬度大、熔点高、难溶于水、耐腐蚀等。

3. 碱性环境下,光导纤维为什么会失去传播信号的能力?

提示: 光导纤维的主要原料二氧化硅是酸性氧化物,可与碱反应。

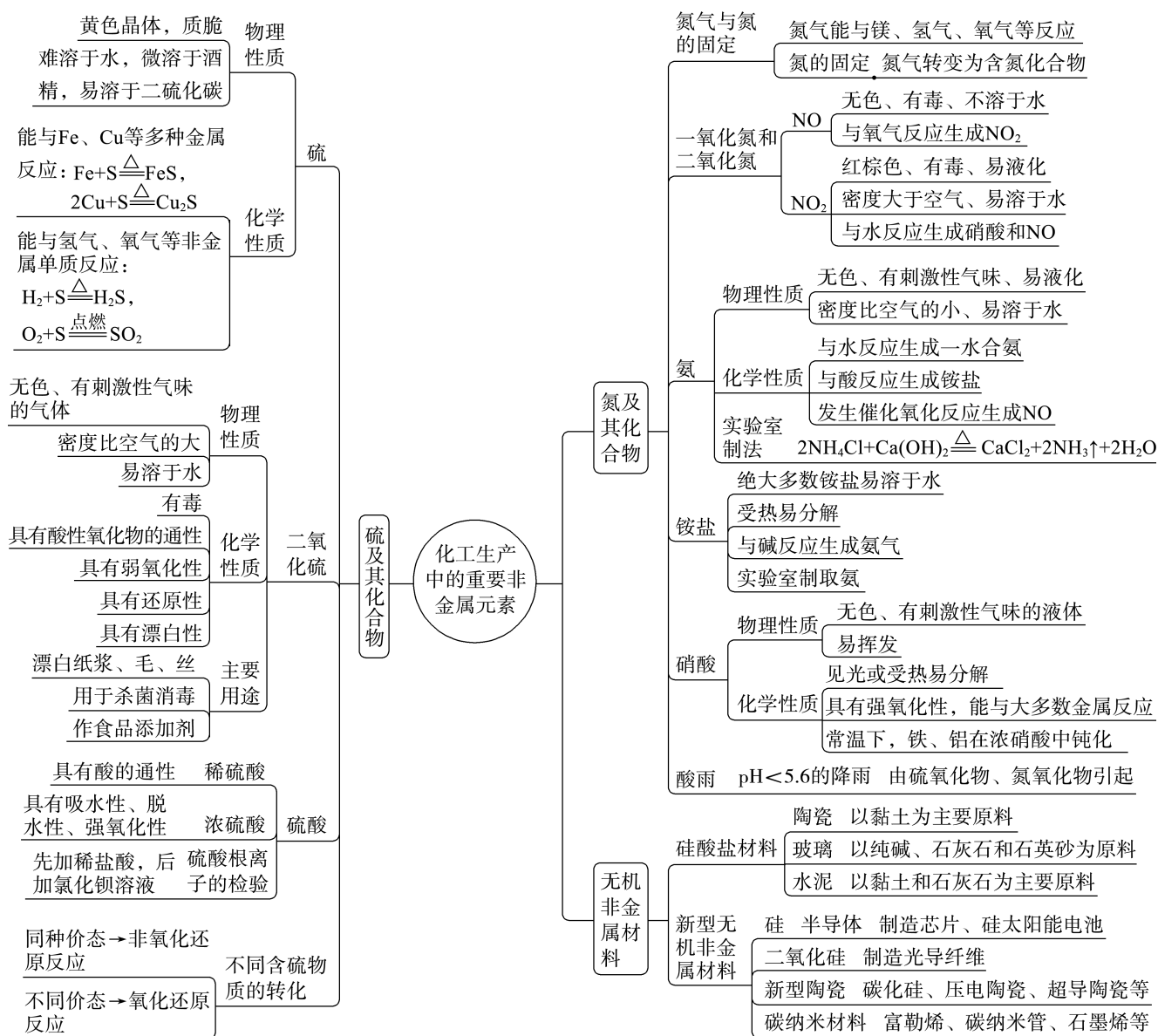
学习总结

硅及其化合物的转化关系



重 · 构 · 拓 · 展

● 多维体系构建 ●



● 学科视野拓展 ●

一、三元催化器

三元催化器是安装在汽车排气系统中最重要的机外净化装置,其结构如图所示,它主要由陶瓷基体、贵金属催化剂(铂、钯、铑等)以及辅助材料组成。它可将汽车尾气排出的一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物等有害气体通过氧化还原反应转变为无害的二氧

化碳、水和氮气。由于这种催化器可同时将尾气中的三种主要有害物质转化为无害物质,故称三元催化器。汽车的三元催化器可以净化尾气中90%以上的有害物质,从而减少环境污染。



[交流研讨]

1. 在催化剂作用下,一氧化碳会和氮氧化物反应生成两种无毒的气体,试写出一氧化碳和一氧化氮在催化器内反应的化学方程式。

2. 三元催化器中的陶瓷材料主要作为载体,这种材料具有多孔结构,表面积很大,以便贵金属催化剂(如铂、钯、铑)在其表面进行高效的催化反应。这种陶瓷载体通常由氧化铝(Al_2O_3)制成。那么这种具有多孔结构的陶瓷载体是否是新型无机非金属材料?

二、有源相控阵雷达

有源相控阵雷达是一种先进的雷达技术,它使用电子技术实现波束控制,具有更快的目标探测速度、更强的抗干扰能力和更灵活的波束控制能力。这种雷达系统由多个发射和接收单元构成,每个单元都能

够独立控制发射和接收信号的相位和幅度。我国在某些导弹驱逐舰、战斗机等先进武器上安装使用了有源相控阵雷达,为国家和领土完整保驾护航。关于有源相控阵雷达的主要材料,虽然具体的材料组合可能会因设计和制造商的不同而有所变化,但通常会包括以下几种关键材料:

(1)微波介质陶瓷:微波介质陶瓷是制造有源相控阵雷达天线阵列的重要材料之一。这种陶瓷材料具有低介电常数和低损耗的特点,能够有效地传输微波信号,减少信号衰减。常见的微波介质陶瓷包括钛酸钡(BaTiO_3)、钛酸钙(CaTiO_3)和氮化铝(AlN)等。

(2)高导电金属:高导电金属如铜、金、银等,用于制造雷达天线的导电路径和电路板。这些金属具有良好的导电性和导热性,能够确保信号的高效传输和散热,维持雷达系统的稳定运行。

(3)半导体材料:半导体材料如砷化镓(GaAs)、氮化镓(GaN)等,用于制造雷达中的放大器和其他电子器件。这些半导体材料具有较高的电子迁移率和较好的耐高温性能,能够提高雷达系统的功率、效率和可靠性。

(4)复合材料:复合材料如碳纤维增强塑料和玻璃纤维增强塑料,用于制造雷达天线的结构件。这些复合材料具有质轻、强度高和耐腐蚀等特点,能够减轻雷达系统的质量,提高其机动性和耐用性。

[交流研讨]分析材料,有源相控阵雷达使用的主要材料中有哪些属于新型无机非金属材料?

单元测试卷(一)

(考查范围:第五章 时间:90分钟 分值:100分)

一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 科学生产中蕴藏着丰富的科学知识。化学改善人类生活,创造美好世界。下列生产、生活情境中涉及的原理不正确的是 ()

- A. 太阳能电池板广泛应用在航天器上,利用了 SiO_2 的光电性质
B. 葡萄酒中通常添加少量 SO_2 , SO_2 既可以杀菌,又可以防止营养成分被氧化

C. 催化光解设施可处理汽车尾气中的 CO 、 NO_x , CO 和 NO_x 反应生成 CO_2 和 N_2

D. 瓷器可用黏土经高温烧制而成,此过程中发生了化学变化

A 解析:Si用于制造太阳能电池板, SiO_2 是制造光导纤维的主要材料,故A错误;葡萄酒中通常添加少量 SO_2 ,作抗氧化剂, SO_2 既可以杀菌,又可防止营养成分被氧化,故B正确;安装催化光解设施,这样汽车尾气中的 CO 和 NO_x 可以转化为 N_2 和 CO_2 ,二者

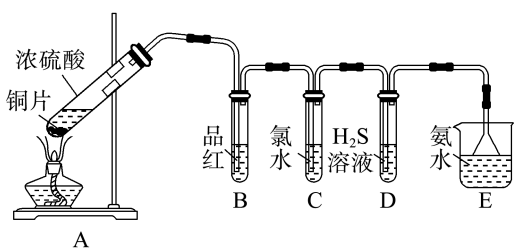
均是无毒气体,故 C 正确;瓷器为硅酸盐产品,其制取原料主要为黏土,故 D 正确。

2.下列有关物质的性质与用途的叙述中,对应关系不正确的是 ()

- A.硅胶具有吸水性,盛有硅胶的透气小袋可防止食品受潮
 B. NH_3 易液化,可用作制冷剂
 C. SO_2 具有漂白性,可用来漂白纸浆
 D.浓硫酸具有脱水性,可用作干燥剂

D 解析:硅胶是常用的干燥剂,盛有硅胶的透气小袋可防止食品受潮,A 正确;液氨汽化时会吸收大量的热,具有制冷作用,可用作制冷剂,与 NH_3 易液化有关,B 正确; SO_2 能与某些有色物质反应生成无色物质,表现出漂白性,可用来漂白纸浆,C 正确;浓硫酸具有吸水性,可作干燥剂,浓硫酸作干燥剂与其脱水性无关,D 错误。

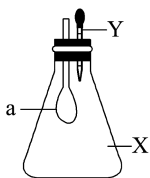
3.实验室用如图所示装置验证浓硫酸与二氧化硫的有关性质,下列说法正确的是 ()



- A.品红溶液褪色说明浓硫酸有氧化性
 B.氯水褪色说明二氧化硫有漂白性
 C. H_2S 溶液中生成黄色沉淀说明二氧化硫有还原性
 D.实验完成后将 E 中溶液蒸发结晶得到亚硫酸铵固体

D 解析:铜片和浓硫酸加热反应生成二氧化硫,品红溶液褪色说明二氧化硫有漂白性,故 A 错误;氯水具有强氧化性,其褪色说明二氧化硫有还原性,故 B 错误; H_2S 溶液中生成黄色沉淀即硫单质,说明 SO_2 与 H_2S 发生归中反应生成 S, SO_2 有氧化性,故 C 错误;E 装置为尾气处理装置,用于吸收多余的 SO_2 , SO_2 与氨反应生成亚硫酸铵,故实验完成后将 E 中溶液蒸发结晶得到亚硫酸铵固体,故 D 正确。

4.锥形瓶内盛有气体 X,滴管内盛有液体 Y。若挤压胶头滴管,使液体 Y 滴入瓶中,振荡,过一会儿可见小气球 a 鼓起。气体 X 和液体 Y 不可能是 ()



- A.X 是 NH_3 , Y 是水

B.X 是 SO_2 , Y 是 NaOH 浓溶液

C.X 是 CO_2 , Y 是稀硫酸

D.X 是 HCl , Y 是 NaNO_3 稀溶液

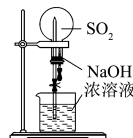
C 解析:气球鼓起,说明锥形瓶内压强减小,所以只要气体溶于液体或能和液体反应,而且气体的体积减小使瓶内压强减小即可。A、D 项中 NH_3 和 HCl 气体极易溶于水,B 中 SO_2 与 NaOH 溶液反应 ($2\text{NaOH} + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$),气体体积都减小。C 项中 CO_2 和稀硫酸不反应,且 CO_2 在水中溶解度不大,气体体积减小不明显,故选 C 项。

5.下列实验能达到预期目的是 ()

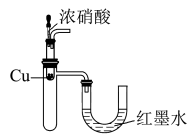
选项	实验内容	实验目的
A	向某未知溶液中加入 BaCl_2 溶液后,再加入稀硝酸,观察沉淀的生成	检验是否含有 SO_4^{2-}
B	加热分别用 SO_2 和 HClO 漂白后的品红溶液	探究 SO_2 和 HClO 漂白原理的不同
C	向某未知溶液中加入 NaOH 固体,加热,在试管口用湿润的蓝色石蕊试纸检验	检验溶液中是否含有 NH_4^+
D	加热盛有浓硫酸和铜的试管	探究浓硫酸的脱水性

B 解析:向某未知溶液中加入 BaCl_2 溶液后,再加入稀硝酸,产生的沉淀可能为 BaSO_4 ,也可能为 AgCl ,不能用于检验溶液中是否含有 SO_4^{2-} ,A 不正确; SO_2 的漂白产物不稳定,受热后会分解重新生成品红, HClO 的漂白作用是永久性的,加热分别用 SO_2 和 HClO 漂白后的品红溶液,可以探究 SO_2 和 HClO 漂白原理的不同,B 正确;向某未知溶液中加入 NaOH 固体,加热,在试管口用湿润的红色石蕊试纸检验,若试纸变蓝,表明生成 NH_3 ,则溶液中含有 NH_4^+ ,否则不含 NH_4^+ ,C 不正确;加热盛有浓硫酸和铜的试管,用于探究浓硫酸的强氧化性和酸性,D 不正确。

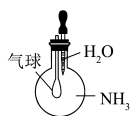
6.下列实验装置不能达到实验目的的是 ()



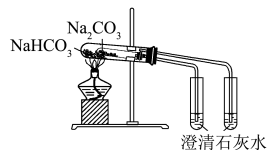
A. 用 SO_2 做喷泉实验



B. 验证 Cu 与浓硝酸反应的热量变化



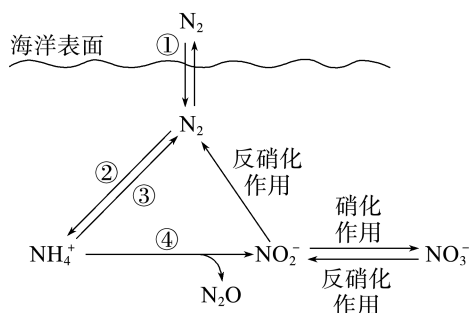
C. 验证 NH_3 易溶于水



D. 比较 Na_2CO_3 与 NaHCO_3 的稳定性

D 解析:二氧化硫与氢氧化钠发生反应,可以做喷泉实验,A 正确;根据 U 形管中红墨水的变化情况可以判断反应是放出热量还是吸收热量,B 正确;用胶头滴管滴入水,气球会立刻膨胀起来,说明氨气易溶于水,C 正确;NaHCO₃ 先受热,且受热面积大,其对应澄清石灰水先变浑浊,并不能用来比较二者稳定性的强弱,应将二者的放置位置互换一下,D 错误。

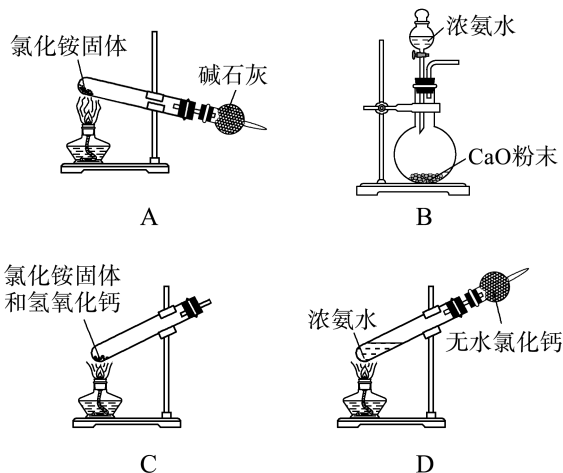
7.海洋中无机氮的循环过程可用下图表示。下列关于海洋氮循环的说法正确的是 ()



- A.海洋中不存在游离态的氮
- B.海洋中的氮循环起始于氮元素被氧化
- C.海洋中的反硝化作用一定有氧气的参与
- D.海洋中的 NO₃⁻ 可转化为 N₂ 进入大气

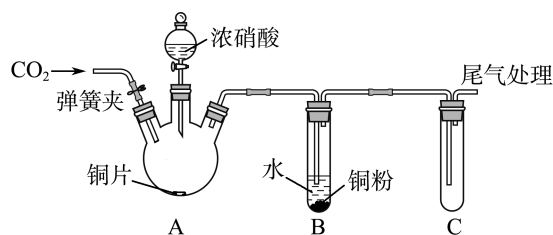
D 解析:由图可知,海洋中存在游离态的氮,故 A 错误;由图可知,海洋中的氮循环起始于海水中氨气转变为铵根离子,氮元素的化合价降低,氮元素被还原,故 B 错误;由图可知,海洋中的反硝化作用是还原反应,硝酸根离子转变为亚硝酸根离子是氧含量降低的过程,亚硝酸根离子转变为氮气是去氧过程,故理论上没有氧气的参与,故 C 错误;由图可知,海洋中的 NO₃⁻ 可经过反硝化作用转化为 N₂ 进入大气,故 D 正确。

8.某研究所开发了过渡金属-氢化锂复合催化剂体系,实现了氨的低温催化合成。如图所示装置中可用于实验室制取少量氨的是 ()



B 解析:氯化铵固体受热分解生成氨和氯化氢,氨和氯化氢遇冷又结合生成氯化铵,得不到氨,故 A 错误;浓氨水中加氧化钙,氧化钙与水反应生成氢氧化钙并放出大量的热,使 NH₃·H₂O 分解放出氨,故 B 正确;氯化铵固体和氢氧化钙固体共热反应生成氨,但试管口应略向下倾斜,故 C 错误;加热浓氨水产生氨,但氨气能和无水氯化钙反应生成 CaCl₂·8NH₃,得不到氨,故 D 错误。

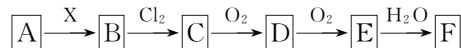
9.某学习小组为研究铜与浓、稀硝酸反应的差异,设计了如图所示的实验装置。下列说法不正确的是 ()



- A.反应开始前通入过量的 CO₂ 气体,目的是排出装置内的空气
- B.A 装置中反应的离子方程式为 Cu + 2NO₃⁻ + 4H⁺ = Cu²⁺ + 2NO₂↑ + 2H₂O
- C.当 B 装置中 0.03 mol 铜粉被氧化时,B 中产生的 NO 气体大于 0.02 mol
- D.C 装置中装入一定量的水进行尾气处理

D 解析:反应开始前通入过量的 CO₂ 气体,目的是排出装置内的空气,A 正确;A 装置中铜与浓硝酸反应的离子方程式为 Cu + 2NO₃⁻ + 4H⁺ = Cu²⁺ + 2NO₂↑ + 2H₂O, B 正确;B 装置中发生反应:3NO₂ + H₂O = 2HNO₃ + NO, 3Cu + 8HNO₃(稀) = 3Cu(NO₃)₂ + 2NO↑ + 4H₂O, 因此当 B 装置中 0.03 mol 铜粉被氧化时,B 装置中产生的 NO 气体大于 0.02 mol, C 正确;NO 不溶于水, C 装置中装入一定量的水不能吸收尾气, D 错误。

10.下列关系图中, A 是一种正盐, B 是气态氢化物, C 是单质, F 是强酸。当 X 无论是强酸还是强碱时都有如下转化关系(其他产物及反应所需条件均已略去);当 X 是强碱时,过量的 B 跟 Cl₂ 反应除生成 C 外,另一产物是盐酸盐。

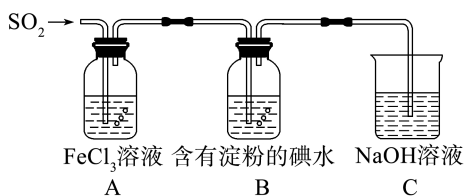


- 下列说法不正确的是 ()
- A.当 X 是强酸时, A、B、C、D、E、F 中均含同一种元素, F 可能是 H₂SO₄
- B.当 X 是强碱时, A、B、C、D、E、F 中均含同一种元素, F 是 HNO₃
- C.B 和 Cl₂ 的反应是氧化还原反应

D.当X是强酸时,C在常温下是气态单质

D 解析:无机化合物涉及S、N、C、Na连续氧化的有 $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3$; $H_2S \rightarrow S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3$; $N_2 \rightarrow NO \rightarrow NO_2$; $NH_3 \rightarrow N_2 \rightarrow NO \rightarrow NO_2$; $C \rightarrow CO \rightarrow CO_2$; $Na \rightarrow Na_2O \rightarrow Na_2O_2$ 。由B为气态氢化物,C为单质,可推测连续氧化是无机化合物的连续氧化,对照上面的连续氧化过程,可以知道B为 NH_3 或 H_2S 。进一步分析, NH_3 在碱性条件下生成, H_2S 在酸性条件下生成。当X为强酸时,B为 H_2S ,C为S单质,D为 SO_2 ,E为 SO_3 ,F为 H_2SO_4 ,A中含有 S^{2-} ;当X为强碱时,B为 NH_3 ,C为 N_2 ,D为NO,E为 NO_2 ,F为 HNO_3 ,A中含有 NH_4^+ ,所以A为 $(NH_4)_2S$ 。C项中 H_2S 或 NH_3 与 Cl_2 的反应均是氧化还原反应。

11.某兴趣小组探究 SO_2 气体还原 Fe^{3+} ,他们使用的药品和装置如图所示,下列说法不合理的是

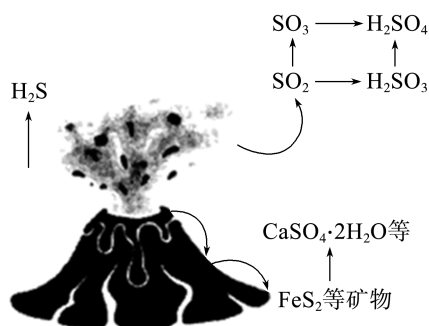


- ()
- A.能表明 I^- 的还原性弱于 SO_2 的现象是B中蓝色溶液褪色
- B.装置C的作用是吸收 SO_2 尾气,防止污染空气
- C.为了验证A中发生了氧化还原反应,加入 $KMnO_4$ 溶液,紫红色褪去
- D.为了验证A中发生了氧化还原反应,加入用稀盐酸酸化的 $BaCl_2$ 溶液,产生白色沉淀

C 解析: $SO_2 + I_2 + 2H_2O \rightleftharpoons H_2SO_4 + 2HI$,由于反应消耗 I_2 ,因此B中蓝色溶液褪色,证明物质的还原性: $SO_2 > I^-$,A正确。 SO_2 是大气污染物,由于 SO_2 是酸性气体,可以与NaOH发生反应: $SO_2 + 2NaOH \rightleftharpoons Na_2SO_3 + H_2O$,因此可以用NaOH溶液吸收尾气,防止污染空气,B正确。若 SO_2 与 $FeCl_3$ 不发生反应,向A中加入 $KMnO_4$ 溶液,发生反应: $2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$,溶液紫红色褪去;若 SO_2 与 $FeCl_3$ 发生反应: $SO_2 + 2H_2O + 2FeCl_3 \rightleftharpoons H_2SO_4 + 2HCl + 2FeCl_2$;当向该溶液中加入酸性高锰酸钾溶液时,会发生反应: $MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightleftharpoons Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$,溶液紫红色也褪去,因此不能验证A中是否发生了氧化还原反应,

C错误。若A中发生了氧化还原反应: $SO_2 + 2H_2O + 2FeCl_3 \rightleftharpoons H_2SO_4 + 2HCl + 2FeCl_2$,溶液中含有硫酸,当加入用稀盐酸酸化的 $BaCl_2$ 溶液时,会发生反应: $H_2SO_4 + BaCl_2 \rightleftharpoons BaSO_4 \downarrow + 2HCl$,产生白色沉淀;若没有发生氧化还原反应,则由于酸性: $HCl > H_2SO_3$,向溶液中加入用稀盐酸酸化的 $BaCl_2$ 溶液,不产生白色沉淀,D正确。

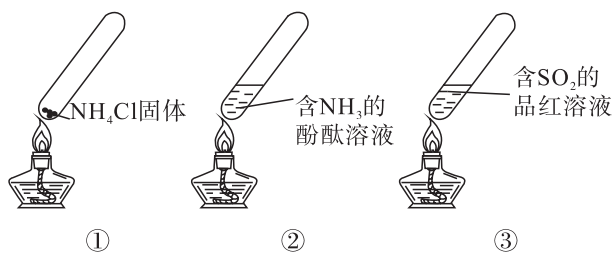
12.火山喷发是硫元素在自然界中转化的重要途径,部分过程如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. SO_2 、 SO_3 均是酸性氧化物
- B.火山喷发易诱发酸雨的形成
- C. FeS_2 转化为石膏时,1 mol FeS_2 最多可消耗3.5 mol O_2
- D.火山口可能发生的反应有 $2H_2S + SO_2 \rightleftharpoons 3S + 2H_2O$

C 解析: SO_2 、 SO_3 均能与碱反应生成盐和水,则均是酸性氧化物,故A正确;火山喷发能够产生大量的 SO_2 ,则易诱发硫酸型酸雨的形成,故B正确;根据得失电子守恒可知, FeS_2 转化为石膏时Fe的化合价由+2价升高到+3价,S的化合价由-1价升高到+6价,1 mol FeS_2 最多能失去的电子的物质的量为 $(1 + 2 \times [+6 - (-1)]) = 15$ mol,故最多可消耗 O_2 的物质的量为 $\frac{15 \text{ mol}}{4} = 3.75$ mol,故C错误;由图示可知,火山口放出的气体有 H_2S 、 SO_2 ,故火山口可能发生的反应有 $2H_2S + SO_2 \rightleftharpoons 3S + 2H_2O$,故D正确。

13.“封管实验”具有简易、方便、节约、绿色等优点。下列关于三个“封管实验”(夹持装置未画出)的说法正确的是 ()



- A. 加热时,①中上部汇集了 NH_4Cl 固体
 B. 加热时,②中溶液变红,冷却后又都变为无色
 C. 加热时,③中溶液红色褪去,冷却后溶液变红,体现 SO_2 的漂白性
 D. 三个“封管实验”中所发生的化学反应都是可逆反应

解析: A 项,加热时,①上部汇集了固体 NH_4Cl ,是由于氯化铵不稳定,受热易分解,分解生成的氨气和 HCl 遇冷重新反应生成氯化铵,正确;B 项,加热时氨气逸出,②中颜色无色,冷却后氨气溶解,②中为红色,错误;C 项,二氧化硫与有机色素化合生成无色物质而具有漂白性,无色物质受热又分解,恢复原色,所以加热时,③中溶液变红,冷却后又变为无色,错误;D 项,可逆反应应在同一条件下进行,题中实验分别在加热条件下和冷却后进行,不是可逆反应,错误。

14. 下列关于铜跟浓、稀硝酸反应的说法错误的是 ()
- A. 1 mol 浓硝酸被还原转移 1 mol 电子,而 1 mol 稀硝酸被还原转移 3 mol 电子,故稀硝酸的氧化性强于浓硝酸
 B. Cu 与浓硝酸反应比与稀硝酸反应剧烈,故氧化性浓硝酸强于稀硝酸
 C. Cu 与浓、稀硝酸反应都不需加热
 D. 生成等量的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,消耗浓硝酸的量多
- 解析:** 氧化性的强弱与得电子数的多少无关,而与得电子的难易有关,越容易得电子的,其氧化性越强。
15. 将一定量的铁粉与稀硝酸混合恰好完全反应后,产物有 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 NO 气体、 H_2O ,其中当 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 的物质的量之比为 3 : 2 时,下列判断正确的是 ()
- A. 反应产生的 NO 的质量为 120 g
 B. 反应后溶液中 $n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{NO}_3^-) = 1 : 6$
 C. 若反应中转移 n mol 电子,则会产生 $3n$ mol NO
 D. 若 $n[\text{Fe}(\text{NO}_3)_2] : n[\text{Fe}(\text{NO}_3)_3] : n(\text{NO}) = 3 : 4 : 5$ 时,该反应也可发生

解析: 反应物的用量未知,不能确定最终产物的量,故 A 错误;结合题中信息,根据得失电子守

恒及元素守恒可得反应的化学方程式为 $5\text{Fe} + 16\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{NO} \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$,反应后溶液中 $n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{NO}_3^-) = 2 : 12 = 1 : 6$,故 B 正确;反应中 NO_3^- 得电子生成 NO ,生成 1 mol NO 时转移 3 mol 电子,若反应中转移 n mol 电子,会产生 $\frac{n}{3}$ mol NO ,故 C 错误;若 $n[\text{Fe}(\text{NO}_3)_2] : n[\text{Fe}(\text{NO}_3)_3] : n(\text{NO}) = 3 : 4 : 5$ 时,设物质的量分别为 3 mol、4 mol、5 mol,则失电子的物质的量为 $3 \text{ mol} \times 2 + 4 \text{ mol} \times 3 = 18 \text{ mol}$,得电子的物质的量为 $5 \text{ mol} \times 3 = 15 \text{ mol}$,得失电子数不相等,违背得失电子守恒,则该反应不能发生,故 D 错误。

二、非选择题:本题共 4 小题,共 55 分。

得分 16. (13 分) 硅、硫、氮是重要的非金属元素。回答下列问题:

(1) SiO_2 属于 _____ (填“酸性”“碱性”或“两性”)氧化物。盛装 NaOH 等碱性溶液的试剂瓶不能用玻璃塞,其原因为 _____

(用化学方程式表示)。

(2) 工业上用石英砂和焦炭在高温下混合制取粗硅,其反应的化学方程式为 _____;硅的用途有 _____ (任写 1 种)。

(3) 由 SO_3 制备 H_2SO_4 的过程中,一般用 98.3% 的浓硫酸吸收 SO_3 ,而不是直接用蒸馏水吸收的原因是 _____。

(4) 实验室利用含 Fe^{3+} 的溶液吸收 SO_2 ,从而实现 SO_2 的回收利用。写出 Fe^{3+} 与 SO_2 在水溶液中发生反应的离子方程式: _____

_____ ; 每消耗 32 g SO_2 ,转移电子的物质的量为 _____ mol。

(5) 氨遇氯化氢时会产生白烟,写出白烟的化学成分的电子式: _____。

解析: (1) SiO_2 会与 NaOH 反应生成硅酸钠和水,属于酸性氧化物。玻璃塞含有 SiO_2 , SiO_2 会与 NaOH 反应生成硅酸钠和水,反应的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,故盛装 NaOH 等碱性溶液的试剂瓶不能用玻璃塞。(2) 工业上用石英砂和焦炭在高温下混合制取粗硅,其反应的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$;硅的用途有制作半导体材料或电池芯片。(3) 若直接用蒸馏水吸收 SO_3 , SO_3 溶于水,反应放出大量的热导致形成酸雾,降低吸收效率且腐蚀设备。(4) Fe^{3+} 与 SO_2 在水溶液中发生反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$;每消耗 32 g (0.5 mol) SO_2 ,转移 1 mol 电子。(5) 氨遇氯化氢时会产生白烟,白烟的化学成分为

氯化铵,其电子式为 $[\text{H}:\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{N}}}:\text{H}]^+[\text{Cl}]^-$ 。

答案:(1)酸性 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\quad} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ 制作半导体材料(或电池芯片)

(3)防止 SO_3 溶于水,反应放出大量的热导致形成酸雾,降低吸收效率且腐蚀设备

(4) $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$

(5) $[\text{H}:\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{N}}}:\text{H}]^+[\text{Cl}]^-$

得分 17.(12分)硫的化合物在生产、生活中应用广泛。根据所学知识,回答下列问题:

(1)铬是环境中的一种主要污染物,可以用焦亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)处理含铬酸性废水(含有 CrO_4^{2-}),其反应的离子方程式为 $4\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 14\text{H}^+ \xrightarrow{\quad} 4\text{Cr}^{3+} + 6\text{SO}_4^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$,反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____。

(2) H_2SO_4 具有多种性质。

①浓硫酸使蔗糖变黑,体现了浓硫酸的_____性。
②浓硫酸在加热条件下可与碳单质反应,写出反应的化学方程式:_____。
③过量的锌与一定量浓硫酸反应,随着硫酸变稀得到的两种气体产物依次为_____、_____。

(3)硫酸盐是化工生产和药物、颜料制备中的重要物质。

①石膏可用于调节水泥的凝结时间,生石膏的化学式为_____。
②绿矾的化学式为 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,其用途有_____ (任写一点)。

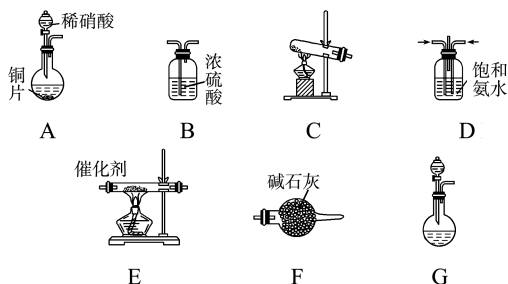
解析:(1)反应 $4\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 14\text{H}^+ \xrightarrow{\quad} 4\text{Cr}^{3+} + 6\text{SO}_4^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ 中, CrO_4^{2-} 为氧化剂, $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ 为还原剂,由得失电子守恒可得氧化剂与还原剂的物质的量之比为4:3。(2)①浓硫酸能将有机物中的氢元素和氧元素按水的组成比脱去而使有机物炭化,则蔗糖变黑体现了浓硫酸的脱水性。②浓硫酸在加热条件下可与碳单质发生氧化还原反应生成 SO_2 、 CO_2 和 H_2O ,反应的化学方程式为 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。③过量的锌与一定量浓硫酸反应,锌与浓硫酸反应生成 ZnSO_4 、 SO_2 和 H_2O ,当硫酸变稀时,锌与稀硫酸反应生成 ZnSO_4 和 H_2 ,故硫酸由浓变稀的过程中得到的两种气体产物依次为 SO_2 、 H_2 。(3)①石膏可用于调节水泥的凝结时间,生石膏的化学式为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。②绿矾的化学式为 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,其用途有生产净水剂、制作颜料氧化铁和生

产防治缺铁性贫血的药剂等。

答案:(1)4:3 (2)①脱水 ② $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ③ SO_2 H_2
(3)① $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ②生产净水剂(或制作颜料氧化铁或生产防治缺铁性贫血的药剂)

得分 18.(12分)除去工业尾气中的氮氧化物,常用氨催化吸收法。反应原理是 NH_3 与 NO_x 反应生成无毒物质。某同学采用以下装置和步骤模拟工业上氮氧化物的处理过程。

I.提供的装置



II. NH_3 的制取

(1)下列有关实验室制备气体的说法正确的有_____ (填序号)。

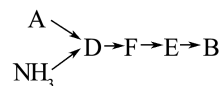
- ①用炽热的木炭与水蒸气反应制取氢气
- ②用排饱和食盐水的方法收集氯气
- ③实验室制氧气有时需要加热,有时不需要加热
- ④用无水氯化钙干燥氨

(2)若选择装置 G 制取氨,则分液漏斗中盛装的液体试剂是_____。

(3)若选择装置 C 制取氨,则反应的化学方程式是_____。

III.尾气的处理

选用上述部分装置,按下图顺序连接成模拟尾气处理装置,回答有关问题:



(4)装置 A 中反应的离子方程式为_____。

(5)装置 D 中的液体可换成_____ (填字母序号)。

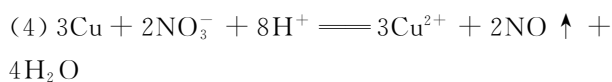
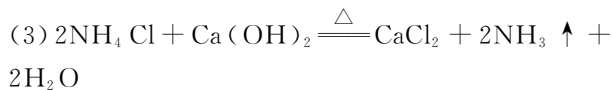
a. CuSO_4 溶液 b. H_2O c. CCl_4 d. 浓硫酸

(6)该同学所设计的模拟尾气处理实验存在的明显缺陷是_____。

解析:(1)①实验室通常使用锌与稀硫酸反应制取氢气,而不使用炽热的木炭与水蒸气反应,错误;②氯气难溶于饱和食盐水,实验室制备氯气,可用排饱和食盐水集气法收集,正确;③实验室用高锰

酸钾或氯酸钾制取氧气时需要加热,用双氧水分解获得氧气不需要加热,正确;④氨不能用无水氯化钙干燥,可以用碱石灰干燥,错误。(2)若选择装置G制取氨,该装置不加热,因此分液漏斗中盛装的液体试剂是浓氨水。(3)若选择装置C制取氨,则属于实验室制备氨,所用试剂是固体氢氧化钙和氯化铵,反应的化学方程式为 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(4)稀硝酸具有强氧化性,与铜发生氧化还原反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 NO 和 H_2O ,反应的离子方程式为 $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。(5)氨可溶于硫酸铜溶液、水以及硫酸中,能产生倒吸,氨不溶于 CCl_4 ,因此可用 CCl_4 代替饱和氨水。(6)NO有毒,能造成空气污染,图示装置中缺少NO处理装置,过量的NO会污染空气。

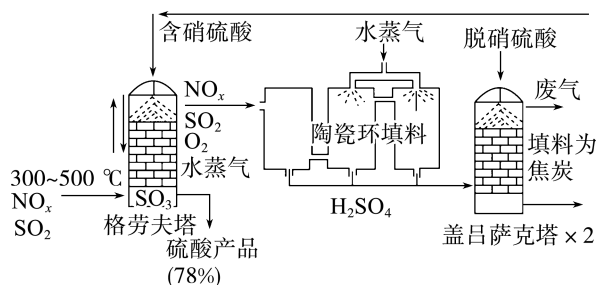
答案:(1)②③ (2)浓氨水



(5)c (6)NO直接排放,缺少NO吸收装置

得分

19.(18分)利用耐腐蚀的陶罐和陶缸制成的“缸室”和“缸塔”可用于“铅室法”制硫酸,“铅室法”以硫黄和火硝(KNO_3)为原料生产硫酸,再用制得的硫酸与火硝制备硝酸,进而可制备大量的无烟炸药。某“铅室法”的工艺流程如图所示:



已知:含硝硫酸是指硫酸中溶解了亚硝基硫酸(NOHSO_4 ,是由氮的氧化物与硫酸发生反应生成的)。

(1)若 NO_x 为 NO 和 NO_2 组成的混合气体。当 $x=1.2$ 时,则在该条件下 $V(\text{NO}) : V(\text{NO}_2) =$ _____。

(2)请写出 $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) = 1 : 1$ 时,混合气体与浓硫酸反应生成含硝硫酸的化学方程式: _____。

(3)含硝硫酸会在格劳夫塔中与 SO_2 、水反应脱硝生成硫酸,脱硝时生成的无色气体遇空气立即变为

红棕色,请写出该脱硝反应的化学方程式: _____。

(4)《天工开物》中记载了烧取硫黄的方法,即用我国多产的黄铁矿(FeS_2)在隔绝空气的条件下加强热制取硫黄,该反应的化学方程式为 _____。

(5)由于“铅室法”是液相氧化法,没有直接生成 SO_3 ,因此制得的硫酸的质量分数仅为 78%,其物质的量浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (计算结果保留一位小数,已知:20℃时,78%硫酸溶液的密度为 $1.7 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$),以该浓度的硫酸溶液配制 250 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硫酸时需要量取 _____ (计算结果保留一位小数) mL 78%硫酸溶液。

解析: NO_x 、 SO_2 混合气通入格劳夫塔,从塔顶喷入含硝硫酸,可制得 78%的硫酸溶液;塔顶产生的气体中混有 NO_x 、 SO_2 、 O_2 和水蒸气;将其通入陶瓷环填料塔中,从塔的上部通入水蒸气;再将产物通入盖吕萨克塔中,从塔顶喷入脱硝硫酸,制得的含硝硫酸循环使用。(1)若 NO_x 为 NO 和 NO_2 组成的混合气体。当 $x=1.2$ 时, $\frac{V(\text{NO}) + 2V(\text{NO}_2)}{V(\text{NO}) + V(\text{NO}_2)} =$

1.2,则在该条件下 $V(\text{NO}) : V(\text{NO}_2) = 4 : 1$ 。

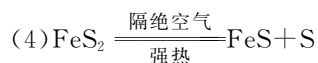
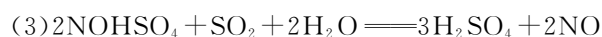
(2) $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) = 1 : 1$ 时, NO 、 NO_2 与浓硫酸反应生成 NOHSO_4 ,化学方程式为 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = 2\text{NOHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3)含硝硫酸会在格劳夫塔中与 SO_2 、水反应脱硝生成硫酸,脱硝时生成的无色气体遇空气立即变为红棕色,则该脱硝反应的化学方程式为 $2\text{NOHSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}$ 。(4)《天工开物》中记载了烧取硫黄的方法,即用我国多产的黄铁矿(FeS_2)在隔绝空气的条件下加强热制取硫黄,则该反应为氧化还原反应,同时生成 FeS ,该反应的化学方程式为 $\text{FeS}_2 \xrightarrow[\text{强热}]{\text{隔绝空气}} \text{FeS} + \text{S}$ 。

(5)20℃时,78%硫酸的密度为 $1.7 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$,其物质的量浓度为 $\frac{1000 \times 1.7 \times 78\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 13.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

以该浓度的硫酸配制 250 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硫酸时,需要量取 78%硫酸的体积为 $\frac{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 250 \text{ mL}}{13.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 18.5 \text{ mL}$ 。

答案:(1)4 : 1



(5)13.5 18.5

单元概览

学习导航

我们认识和研究化学变化通常会从下列几个方面着手：(1)化学变化的本质是什么？有何特征？(2)化学变化是如何进行的？进行的速率如何？(3)化学反应能进行到底吗？(4)化学反应中存在能量转化吗？

化学反应可以实现物质的转化并创造新物质，还可以贮存或释放能量。为有效利用化学变化造福人类就必须探索化学反应的规律。本章我们将从化学变化中的能量转化、反应速率和反应限度等方面认识和探索化学反应的规律。

通过本章的学习，我们将会知道：

1. 化学变化中伴随能量转化的本质原因。
2. 化学反应快慢的表示与影响因素。
3. 可逆反应有反应限度，会随条件改变而变化。

本章我们将从“宏观与微观相结合、变化与平衡相统一”的视角，探究化学反应的微观本质、化学反应中能量的转化、化学反应的速率和限度，建立起化学反应的本质是化学键的断裂和生成、化学反应中存在能量转化、化学反应的发生是有条件的、条件的改变会影响化学反应的速率和可逆反应限度等化学观念。

学习目标

1. 能基于化学键解释某些化学反应的热效应。
2. 能从化学反应的限度和快慢的角度解释生产、生活中简单的化学现象；能描述化学平衡状态，判断化学反应是否达到平衡；能运用控制变量的方法探究影响化学反应速率的因素；能初步解决化学实验和化工生产中反应条件的选择问题。
3. 能举出化学能转化为电能的实例，能辨识简单原电池的构成要素，并能分析简单原电池的工作原理。
4. 能从物质及能量变化的角度评价燃料的使用价值，能举例说明化学电源对提高人们生活质量的重大意义。

核心概念

物质具有一定的能量,化学反应伴随能量转化且遵循能量守恒定律;化学反应存在一定的速率和限度,反应速率受反应条件的影响。宏微结合,从化学变化中的能量转化、反应速率等角度探究化学反应规律。综合应用化学变化中的物质变化、能量变化、速率、限度解决能源危机、新型电池的开发等实际问题。

学法指导

1.联系生产、生活实际进行学习。化学反应中的能量转化、化学反应快慢的控制、化学反应限度等在生产和生活中具有广泛的应用实例,在真实的生产和生活情境中进行学习,能帮助我们更好地运用所学的化学反应规律解释相关的现象和解决问题。

2.在化学实验探究中进行学习。化学变化中的能量转化、化学反应的快慢、影响化学反应快慢的因素等内容都可以通过实验探究进行学习,在实验探究中通过观察和测量获取证据,基于证据分析、推理形成结论。

3.通过建构模型进行学习。在本章学习中,我们要通过体验科学家模型建构的过程,学习运用模型的方法分析解决问题。

单元任务

在食品防腐、金属防护中会发生各种各样的化学变化。可以说,生活处处有化学。为了防止食品腐烂,一般会向包装内加入脱水剂和脱氧剂。为了避免钢铁腐蚀,人们会在钢铁表面涂上保护层。

请思考以下问题并与同学们进行交流:

- 1.使用脱氧剂、脱水剂和涂覆钢铁保护层要达到的目的是什么?
- 2.食品脱氧剂中的主要成分是还原铁粉,为何用铁粉而不用铁丝?
- 3.生产、生活中为什么要对化学反应进行条件的控制?

探·究·构·建

第一节 化学反应与能量变化

第1课时 化学反应与热能

学习任务目标

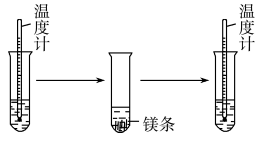
- 1.能认识物质具有能量,认识吸热反应与放热反应,了解化学反应体系中能量改变与化学键的断裂和形成有关。
- 2.能通过多种渠道了解人类对化学反应中能量的利用情况,了解节能的意义和方法,感受化学学科的社会价值。

问题式预习

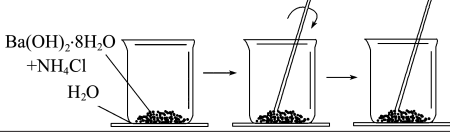
一、化学能与热能的相互转化

1.实验探究

(1)镁与盐酸反应

实验操作	
实验现象	产生大量气泡,温度计指示温度升高
实验结论	镁与盐酸反应的离子方程式为 $\text{Mg} + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$, 该反应为放热反应

(2)Ba(OH)₂·8H₂O与NH₄Cl晶体反应

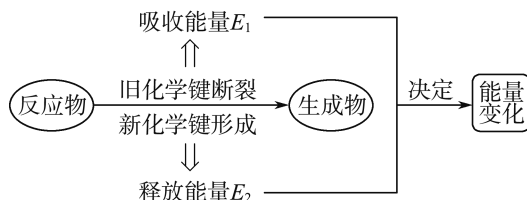
实验操作	
实验现象	①有刺激性气味气体产生 ②用手摸烧杯底部有冰凉感觉 ③用手拿起烧杯,玻璃片黏结到烧杯的底部 ④烧杯内反应物变成糊状
实验结论	该反应的化学方程式为 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$, 该反应为吸热反应

2.(1)吸热反应:吸收热量的化学反应,实现了热能转化为化学能。常见的吸热反应:大多数分解反应、Ba(OH)₂和NH₄Cl的反应、NaHCO₃和盐酸的反应、 $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 、 $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$ 等。

(2)放热反应:释放热量的化学反应,实现了化学能转化为热能。常见的放热反应:所有的燃烧反应、大多数的化合反应、中和反应、活泼金属和酸或水的置换反应、缓慢氧化等。

二、化学键与化学反应中能量变化的关系

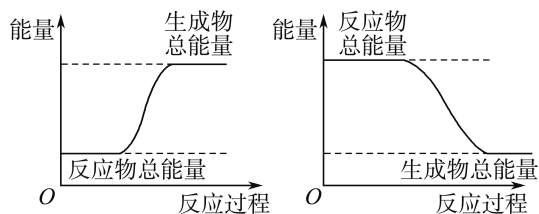
1.化学反应中能量变化的本质原因



(1) $E_1 > E_2$, 反应吸收能量;

(2) $E_1 < E_2$, 反应释放能量。

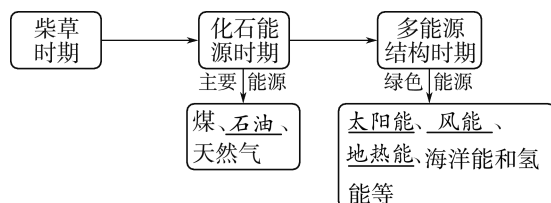
2.决定化学反应中能量变化的因素



(1)反应物总能量小于生成物总能量,反应吸热。

(2)反应物总能量大于生成物总能量,反应放热。

三、人类利用能源的三个阶段



任务型课堂

任务一 放热反应与吸热反应的判断

「探究活动」

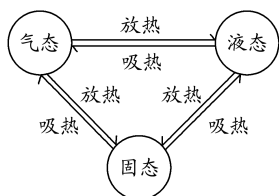
随着科学技术的发展,在太空建造巨大的集光装置会成为可能,利用太阳光可分解海水制氢气: $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{光}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 。

活动 1: 水的分解反应是吸热反应还是放热反应?

提示: H_2O 的分解需要吸收能量,属于吸热反应。

活动 2: 有能量放出(或吸收)的过程都是放热反应(或吸热反应)吗?

提示: 不一定。如图,物质的状态变化也伴随热量的变化,但它们属于物理变化;而放热反应和吸热反应指的是化学变化。

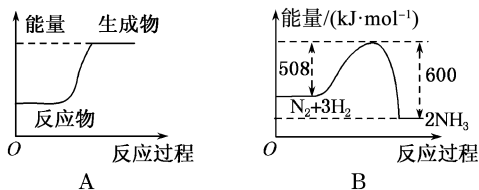


活动 3: 吸热反应和放热反应都可能需要加热,放热反应不需要持续加热,吸热反应需要持续加热,这种说法是否一定正确?

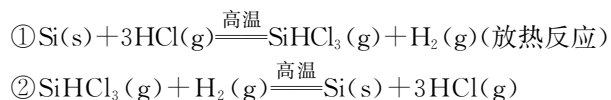
提示: 不一定。有的放热反应需要加热,但反应一旦发生即可停止加热(如燃烧),有的放热反应需要持续加热(如合成氨)。

「评价活动」

1. 下列图示变化为吸热反应的是 (A)



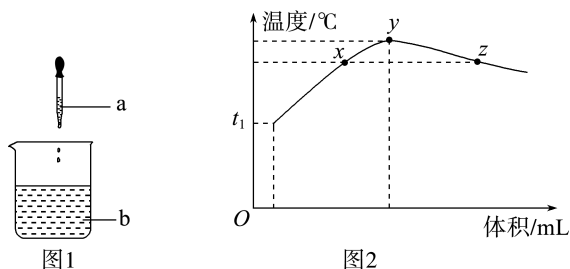
2. 制造太阳能电池需要高纯度的硅,工业上制高纯度的硅常用以下化学反应实现:



以下对上述两个化学反应的叙述,其中错误的是

(B)

- A. 两个反应都是置换反应
 - B. 反应②是放热反应
 - C. 两个反应都有化学能与热能之间的转化
 - D. 两个反应都是氧化还原反应
3. 某同学按图 1 所示装置,探究盐酸与 NaOH 溶液反应的热效应,测得烧杯中溶液温度与加入 a 溶液的体积的关系如图 2 所示。下列判断错误的是 ()



- A. a 可能是 NaOH 溶液
 - B. x、y 两点对应的溶液中,参加反应的酸、碱的质量比不变
 - C. 由图 2 可知该反应存在化学能转化为热能
 - D. 往 y 点对应溶液中加入铁粉,有气泡产生
- 解析:** 实验目的是探究盐酸与 NaOH 溶液反应的热效应,可以将 NaOH 溶液滴入盐酸中,则 a 可能是 NaOH 溶液,故 A 正确;由 $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 知,x、y 两点对应的溶液中,参加反应的酸、碱的物质的量之比均为 1:1,则质量比不变,故 B 正确;由图 2 可知,随着反应的进行,溶液温度升高,则该反应存在化学能转化为热能,故 C 正确;由图像可知,y 点温度最高,盐酸和 NaOH 恰好完全反应,此时溶液为 NaCl 溶液,加入铁粉,无气泡产生,故 D 错误。

任务总结

吸热反应和放热反应的判断方法

(1) 根据反应物和生成物的总能量的相对大小判断——决定因素。

若反应物的总能量大于生成物的总能量,属于放热反应,反之是吸热反应。

(2) 根据化学键断裂或形成时的能量变化判断——用于计算。

若断裂反应物中的化学键所吸收的能量小于形成生成物中化学键所放出的能量,属于放热反应,反之是吸热反应。

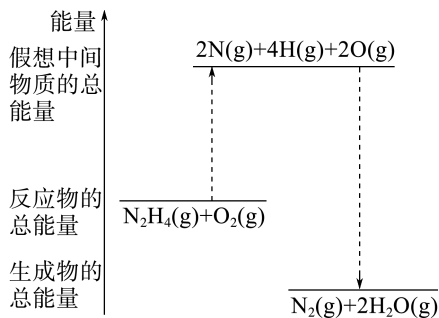
(3) 根据反应物和生成物的相对稳定性判断。由不稳定的物质(能量高)生成稳定的物质(能量低)的反应为放热反应,反之为吸热反应。

任务二 化学键与化学反应中能量变化的关系

「探究活动」

肼(N_2H_4)又称联氨,是一种可燃性的液体,可用作火箭燃料。 N_2H_4 在氧气中完全燃烧生成氮气和水: $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

已知断裂 1 mol 化学键所需的能量如下: $\text{N}\equiv\text{N}$ 为 946 kJ, $\text{N}-\text{N}$ 为 193 kJ, $\text{O}=\text{O}$ 为 497 kJ, $\text{N}-\text{H}$ 为 391 kJ, $\text{O}-\text{H}$ 为 463 kJ。



活动 1: 反应物、生成物中含有哪些化学键?

提示: 反应物中含有 $\text{N}-\text{H}$ 、 $\text{N}-\text{N}$ 和 $\text{O}=\text{O}$, 生成物中含有 $\text{N}\equiv\text{N}$ 、 $\text{O}-\text{H}$ 。

活动 2 反应中 1 mol N_2H_4 和 1 mol O_2 中的化学键断裂时吸收的能量为多少?

提示: $391 \text{ kJ} \times 4 + 193 \text{ kJ} + 497 \text{ kJ} = 2\ 254 \text{ kJ}$ 。

活动 3 反应中形成 1 mol N_2 和 2 mol H_2O 中的化学键放出的能量为多少?

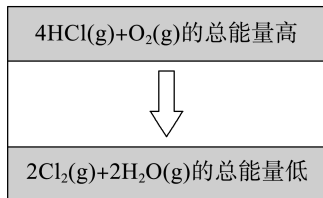
提示: $946 \text{ kJ} + 463 \text{ kJ} \times 4 = 2\ 798 \text{ kJ}$ 。

活动 4 该反应是吸热反应还是放热反应?

提示: 该反应化学键断裂吸收的能量小于化学键形成放出的能量, 因此该反应是放热反应。

「评价活动」

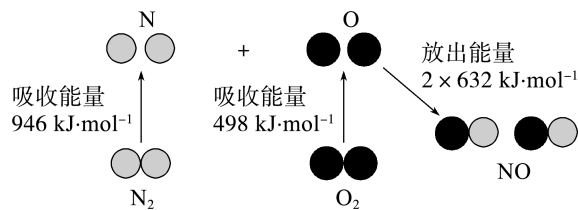
1. 1868 年狄青和洪特发明了用空气中的氧气来氧化氯化氢气体来制取氯气的方法: $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。该化学反应中的能量变化如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 该反应为吸热反应
 B. 若 H_2O 为液态, 则生成物总能量将变大
 C. $4\text{HCl}(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 总能量高于 $2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的总能量, 反应时向环境释放能量
 D. 断开旧化学键吸收的总能量大于形成新化学键所释放的总能量

C 解析: 由图示可知, $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的总能量高于 $2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的总能量, 反应为放热反应, 故 A 错误; 若 H_2O 为液态, 气体变为液体, 物质能量减小, 生成物总能量将变小, 故 B 错误; 反应前后遵循能量守恒, $4\text{HCl}(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 总能量高于 $2\text{Cl}_2(\text{g})$ 和 $2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的总能量, 反应时向环境释放能量, 故 C 正确; 由图示可知, $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的总能量高于 $2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的总能量, 反应为放热反应, 断开旧化学键吸收的总能量小于形成新化学键所释放的总能量, 故 D 错误。

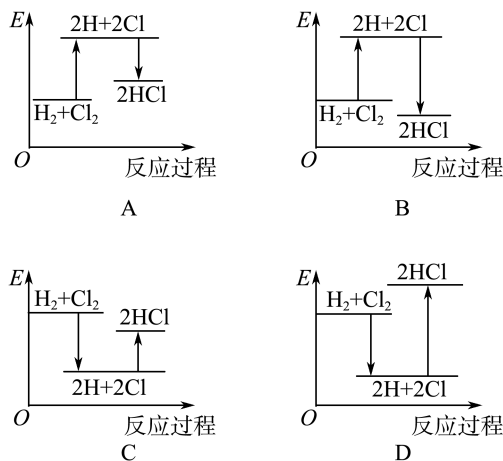
2. 根据如图所示的 $\text{N}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{NO}(\text{g})$ 过程中的能量变化情况, 判断下列说法正确的是 ()



- A. $\text{N}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{NO}(\text{g})$ 是放热反应
 B. 2 mol O 原子结合生成 $\text{O}_2(\text{g})$ 时可以放出 498 kJ 能量
 C. 1 mol $\text{NO}(\text{g})$ 中的化学键断裂时可以放出 632 kJ 能量
 D. 在反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g})$ 中, 生成 2 mol $\text{NO}(\text{g})$ 时放出 180 kJ 能量

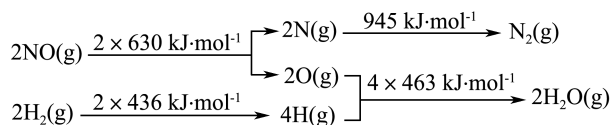
B 解析: 该反应是吸热反应, 故 A 错误; 成键放热, 从图中看出, 2 mol O 原子结合生成 $\text{O}_2(\text{g})$ 时可以放出 498 kJ 能量, 故 B 正确; 1 mol $\text{NO}(\text{g})$ 中的化学键断裂时可以吸收 632 kJ 能量, 故 C 错误; 在反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g})$ 中, 生成 2 mol $\text{NO}(\text{g})$ 时吸收 180 kJ 的能量, 故 D 错误。

3. 下列能正确表示氢气与氯气反应生成氯化氢过程中的能量变化的示意图是 ()



B 解析: 氢气与氯气的反应是放热反应, 反应物的总能量大于生成物的总能量, 反应物断键先吸收能量, 总能量增大, 然后形成化学键时放出能量。

4. (1) 某硝酸厂处理尾气中 NO 的方法: 催化剂存在时用 H_2 将 NO 还原为 N_2 。已知:



则 1 mol N₂ 和 2 mol 水蒸气反应生成氢气和一氧化氮的过程 _____ (填“吸收”或“放出”) _____ kJ 能量。

(2)下列反应中,属于放热反应的是 _____ (填序号,下同),属于吸热反应的是 _____。

- ①物质燃烧;
- ②节日放鞭炮;
- ③酸碱中和反应;
- ④二氧化碳通过炽热的炭层;
- ⑤Ba(OH)₂·8H₂O 与 NH₄Cl 反应;
- ⑥铁粉与稀盐酸反应。

解析: 反应过程中断键吸收 945 kJ + 4 × 463 kJ = 2 797 kJ 的能量,成键放出 2 × 630 kJ + 2 × 436 kJ = 2 132 kJ 的能量,该反应过程中吸收 665 kJ 的能量。(2)常见的放热反应:所有的物质燃烧,所有金属与酸反应,金属与水反应,所有中和反应,绝大多数化合反应和铝热反应;常见的吸热反应:绝大多数分解反应,个别的化合反应(如 C 和 CO₂),某些

复分解反应(如铵盐和强碱),所以放热反应有①②③⑥;吸热反应有④⑤。

答案: (1)吸收 665 (2)①②③⑥ ④⑤

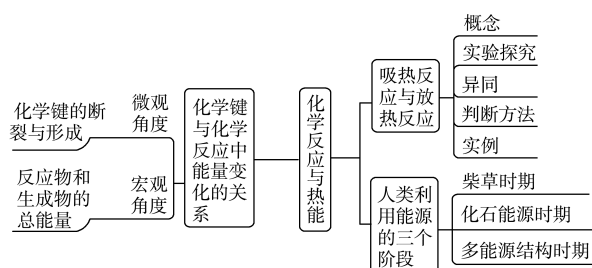
任务总结

(1) 化学反应的本质是旧化学键断裂和新化学键形成,任何化学反应都有热效应。

(2) 化学反应中物质 A 断键吸收的能量与形成该物质 A 成键放出的能量在数值上相等。

(3) 反应的能量变化 = 反应物的键能总和 - 生成物的键能总和。正值为吸热反应,负值为放热反应。

提质归纳



课后素养评价(七)

A组 学习·理解

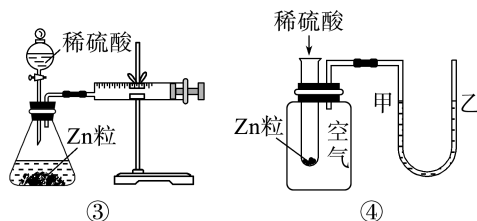
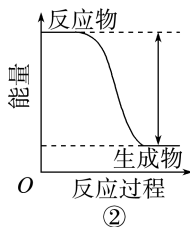
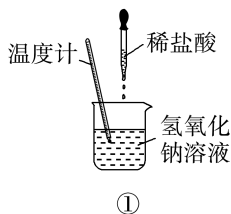
知识点 1 放热反应和吸热反应

1. 下列说法正确的是 ()

- A. 大多数的化合反应是吸收能量的反应
- B. 大多数的分解反应是吸收能量的反应
- C. 释放能量的反应都不需要加热
- D. 吸收能量的反应都需要加热

B 解析: 大多数化合反应是放热反应, A 错误; 大多数分解反应是吸热反应, B 正确; 部分放热反应也需要加热, 如氢气与氧气反应生成水则需点燃, C 错误; Ba(OH)₂·8H₂O 与 NH₄Cl 的反应是吸热的, 常温下就能进行, D 错误。

2. 下列实验现象或图象信息不能充分说明相应的化学反应是放热反应的是 ()



- A. 图①温度计的水银柱上升
- B. 图②中反应物总能量大于生成物总能量
- C. 图③中反应开始后, 针筒活塞向右移动
- D. 图④中反应开始后, 甲处液面低于乙处液面

C 解析: 温度计的水银柱不断上升, 则中和反应放出热量, 说明相应的化学反应是放热反应, 故 A 错误; 由图可知, 反应物总能量大于生成物总能量, 说明相应的化学反应是放热反应, 故 B 错误; Zn 与稀硫酸反应生成氢气, 氢气可使针筒活塞向右移动, 不能充分说明相应的化学反应是放热反应, 故 C 正确; 反应开始后, 甲处液面低于乙处液面, 说明装置内压强增大, 温度升高, 反应为放热反应, 故 D 错误。

3. 冬天用煤炉取暖时要预防发生一氧化碳中毒事故。

下列有关叙述不正确的是 ()

A. C 在 O_2 充足时,发生的反应主要是放热反应

B. 煤燃烧时吹入的氧气越多越好

C. $CO_2 + C \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$ 这一反应属于吸热反应

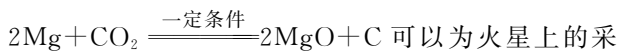
D. 煤燃烧时,反应物自身总能量高于生成物总能量,所以放出热量

B 解析: C 在 O_2 充足时生成二氧化碳,发生的反应主要是放热反应, A 项正确;氧气过多时会带走一部分热量, B 项错误;

$CO_2 + C \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$ 这一反应属于吸热反应, C 项正确;煤燃烧时,反应物自身总能量高于生成物总能量,所以放出热量, D 项正确。

知识点 2 化学键与化学反应中能量变化的关系

4. 镁粉在火星上可以扮演地球上的煤的角色,反应



可以为火星上的采矿车、电站等提供热能。下列关于该反应的说法不正确的是 ()

A. 属于放热反应

B. 反应物的总能量低于生成物的总能量

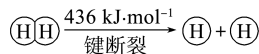
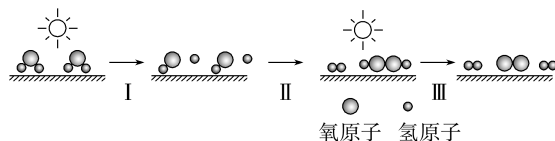
C. 属于氧化还原反应

D. 能量变化与化学键的断裂和形成有关

B 解析: Mg 在 CO_2 中反应产生 MgO 和 C, 与地球上煤的燃烧反应相似, 是放热反应, 故 A 正确; Mg 燃烧放出热量, 说明反应物的总能量高于生成物的总能量, 故 B 错误; 物质燃烧过程中元素化合价发生了变化, 因此该反应属于氧化还原反应, 故 C

正确; 化学反应过程中要吸收能量使反应物化学键断裂, 然后这些原子重新组合形成生成物时释放出能量, 故能量变化与化学键的断裂和形成有关, 故 D 正确。

5. 我国研究人员研制出一种新型复合光催化剂, 利用太阳光在催化剂表面实现高效分解水, 主要过程及能量变化如图所示。下列说法不正确的是 ()



A. 过程 I, 若分解 2 mol $H_2O(g)$, 估算要吸收 926 kJ 的能量

B. 过程 II 放出能量

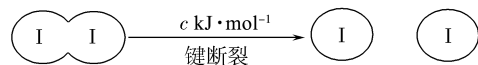
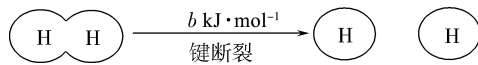
C. 过程 III 发生的反应: $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2 \uparrow$

D. 总反应: $2H_2O \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{光}} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$

C 解析: 断裂 1 mol O—H 吸收 463 kJ 的能量, 过程 I 若分解 2 mol $H_2O(g)$ 断裂 2 mol O—H, 吸收 926 kJ 的能量, 故 A 正确; 过程 II 形成化学键, 放出能量, 故 B 正确; 根据图示, 过程 III 发生的反应为 $H_2O_2 = H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$, 故 C 错误; 利用太阳光在催化剂表面实现高效分解水, 总反应为 $2H_2O \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{光}} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$, 故 D 正确。

B组 应用·实践

6. H_2 和 I_2 在一定条件下能发生反应 $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$, 1 mol H_2 完全反应放出 a kJ 热量。已知 (a, b, c 均大于零):



下列说法不正确的是 ()

A. H_2 和 I_2 中的共价键都是非极性键, HI 中的共价键是极性键

B. 该反应中, 反应物的总能量高于生成物的总能量

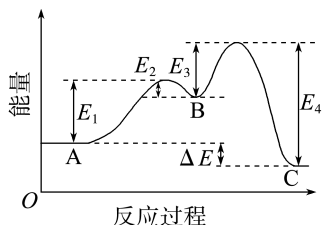
C. 断开 1 mol H—H 和 1 mol I—I 所需能量大于断开 2 mol H—I 所需能量

D. 断开 2 mol H—I 所需能量约为 $(c+b+a)$ kJ

C 解析: H_2 和 I_2 中的共价键都是由同种原子形成的, 属于非极性键, HI 中的共价键是由不同种原子形成的, 属于极性键, A 正确; 该反应是放热反应, 反应物的总能量高于生成物的总能量, B 正确; 该反应是放热反应, 则形成化学键放出的能量大于断裂化学键吸收的能量, 断开 1 mol H—H 和 1 mol I—I 所需的能量小于断开 2 mol H—I 所需的能量, C 错误; 1 mol H_2 完全反应放出 a kJ 热量, 同时消耗 1 mol I_2 , 生成 2 mol HI, 断键吸收的总能量为 $(b+c)$ kJ, 假设形成 2 mol H—I 释放的能量为 x kJ, 则有 $x \text{ kJ} - (b+c) \text{ kJ} = a \text{ kJ}$, $x = a + b + c$, 故断开

2 mol H—I 所需能量约为 $(c+b+a)$ kJ, D 正确。

7. 某反应可分成 $A \rightarrow B \rightarrow C$, 其能量变化如图所示。下列叙述正确的是 ()

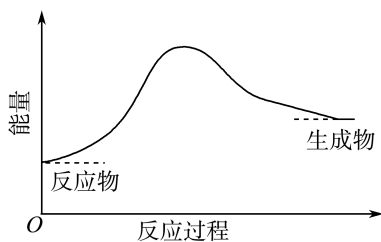


- A. $A \rightarrow B$ 为放热反应
 - B. B 与 C 代表的物质, B 更稳定
 - C. $B \rightarrow C$ 不加热一定能发生
 - D. $C + CO_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$ 的能量变化与 $A \rightarrow C$ 不一致
- 解析:** A 的能量低于 B 的能量, $A \rightarrow B$ 为吸热反应, 故 A 错误; 物质的能量越低越稳定, B 与 C 代表的物质, C 更稳定, 故 B 错误; $B \rightarrow C$ 为放热反应, 有些放热反应需要加热才能发生, 如铝热反应, 故 C 错误; $C + CO_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$ 为吸热反应, A 到 C 的变化为放热反应, 则能量变化与 $A \rightarrow C$ 不一致, 故 D 正确。

8. 许多变化中存在着能量的变化, 请回答下列问题:

(1) 从化学键角度来看, 化学反应的本质是 _____。

已知 $2N_2(g) + 6H_2O(l) \xrightarrow{\text{适当条件}} 4NH_3(g) + 3O_2(g)$ 反应过程中能量变化如图所示, 则反应中断裂的化学键是 _____ (用相应化学键的符号表示), 该反应是 _____ (填“吸热”或“放热”) 反应。



反应 $4NH_3(g) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{点燃}} 2N_2(g) + 6H_2O(l)$ 中反应物的总能量 _____ (填“>”或“<”) 生成物的总能量。

(2) 写出一个属于吸热反应的化学方程式: _____。

解析: (1) 从化学键角度来看, 化学反应的本质为旧化学键的断裂与新化学键的形成; 根据 $2N_2(g) + 6H_2O(l) \xrightarrow{\text{适当条件}} 4NH_3(g) + 3O_2(g)$, 反应中断裂的化学键有 O—H、N≡N; 根据图示, 反应物的总

能量低于生成物的总能量, 可知 $2N_2 + 6H_2O(l) \xrightarrow{\text{适当条件}} 4NH_3(g) + 3O_2(g)$ 反应是吸热反应, 则

$4NH_3(g) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{点燃}} 2N_2(g) + 6H_2O(l)$ 为放热反应, 反应中反应物的总能量大于生成物的总能量。

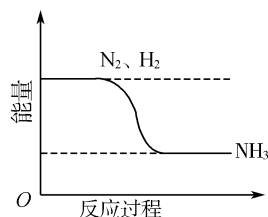
(2) 氢氧化钡晶体与氯化铵固体的反应、碳与二氧化碳的反应以及氢气还原氧化铜的反应等都属于吸热反应。

答案: (1) 旧化学键的断裂与新化学键的形成
O—H、N≡N 吸热 >

(2) $C + CO_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$ (其他合理答案均可)

9. 通常把断裂 1 mol 某化学键所吸收的能量称为键能。键能的大小可以衡量化学键的强弱, 也可以估算化学反应的反应热

已知: N≡N、H—H 和 N—H 的键能分别记作 a 、 b 和 c (单位: $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$), 合成氨反应的能量变化关系如图所示。



回答下列问题:

(1) 生成 1 mol NH_3 要 _____ (填“吸收”或“放出”) 热量 _____ (用含 a 、 b 、 c 的代数式表示) kJ。

(2) NH_3 分解生成 N_2 和 1 mol H_2 要 _____ (填“吸收”或“放出”) 热量 _____ (用含 a 、 b 、 c 的代数式表示) kJ。

解析: (1) 根据图像可知反应物总能量高于生成物总能量, 则反应是放热反应, 依据方程式 $N_2 + 3H_2 \xrightarrow[\text{高温、高压}]{\text{催化剂}} 2NH_3$ 可知生成 1 mol NH_3 放出的热量

是 $\frac{6c-a-3b}{2}$ kJ。(2) 根据以上分析可知 NH_3 分解生成 N_2 和 1 mol H_2 要吸收的热量为 $\frac{6c-a-3b}{3}$ kJ。

答案: (1) 放出 $\frac{6c-a-3b}{2}$ (2) 吸收 $\frac{6c-a-3b}{3}$

第2课时 化学反应与电能

学习任务目标

- 1.能列举出化学能转化为电能的实例,能辨识简单原电池的构成要素,并能分析简单原电池的工作原理。
- 2.能通过原电池的学习,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。

问题式预习

一、化学能转化为电能

1.电能是现代社会中应用最广泛、使用最方便、污染最小的一种二次能源,又称电力。我们日常使用的电能主要来自火力发电。

2.火力发电是通过化石燃料燃烧,使化学能转变为热能,加热水使之汽化为蒸汽以推动蒸汽轮机,带动发电机发电。此过程中的能量转化如下:

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

3.在火力发电中化学能转化为电能的关键是燃烧(氧化还原反应)。氧化还原反应的本质是氧化剂与还原剂之间发生电子转移的过程,电子转移引起旧键的断裂和新键的形成,同时伴随着能量变化。

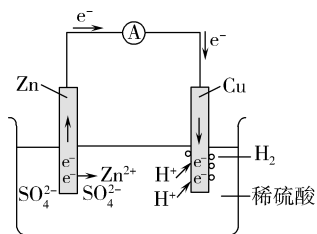
二、化学能转化为电能的装置——原电池

1.原电池

(1)将化学能转化为电能的装置叫原电池。原电池反应的本质是氧化还原反应。

(2)在原电池中,电子流出的一极是负极,电子流入的一极是正极。

2.原电池的工作原理(以 Cu、Zn、稀硫酸形成的原电池为例)



(1)锌片:发生氧化反应,转变成 Zn^{2+} 而进入溶液。

电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ 。

(2)铜片:电子由锌片通过导线流向铜片,溶液中的 H^+ 从铜片上获得电子,发生还原反应,转变成氢原子,氢原子结合成氢分子从铜片上放出。电极反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 。

(3)电池总反应: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(4)启示:通过特定的装置使氧化反应和还原反应分别在两个不同的区域进行,可以使氧化还原反应中转移的电子通过导体发生定向移动,形成电流,从而实现化学能向电能的转化。

三、化学电池

1.一次电池

(1)特点:放电后不能再充电。

(2)锌锰干电池

负极:锌筒,正极:石墨棒,电解质: NH_4Cl 。

2.充电电池——二次电池

(1)特点: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。

(2)类型:铅酸蓄电池、镍氢电池、锂离子电池等。

3.燃料电池

(1)原理:利用原电池的工作原理将燃料和氧化剂的化学能直接转化为电能。

(2)与其他电池的差别:反应物不储存在电池内部,而是从外部提供,电池起着类似试管、烧杯等反应器的作用。

任务型课堂

任务一 原电池的工作原理及应用

「探究活动」

如图为某同学用柠檬、铜片和锌片制作的水果电池。



活动 1: 若用铁片代替锌片, LED 灯能不能亮?

提示: 若用铁片代替锌片, 由于铁能与酸反应, LED 灯仍然能亮。

活动 2: 若用银片代替锌片, LED 灯能不能亮?

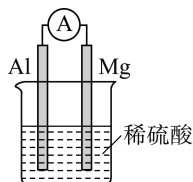
提示: 不能。银片代替锌片, 银和铜都不能与酸反应, 无电流产生, LED 灯不亮。

活动 3: 构成原电池的条件有哪些?

提示: ①两个活泼性不同的电极(金属与金属或金属与能导电的非金属); ②电解质溶液或熔融电解质; ③闭合回路; ④自发进行的氧化还原反应。

「评价活动」

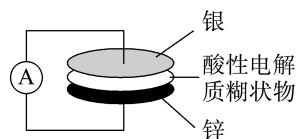
- 下列关于原电池的叙述正确的是 (B)
 - 任何化学反应, 均可以设计成原电池
 - 原电池是把化学能直接转化成电能的装置
 - 原电池的两极必须都是金属
 - 原电池都可以提供持续稳定的电流, 应用十分广泛
- 金属镁和铝设计成如图所示的原电池。下列说法正确的是 ()



- 铝作该原电池的负极
 - 溶液中 SO_4^{2-} 向 Al 极移动
 - Mg 电极的电极反应为 $2\text{H}^+ - 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$
 - 电流方向为 $\text{Al} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{Mg}$
- D 解析: Mg 比 Al 活泼, 且 Mg 能与硫酸反应, 因

此 Mg 为负极, Al 为正极, 故 A 错误; 根据原电池工作原理, 阴离子向负极移动, 阳离子向正极移动, 即 SO_4^{2-} 向 Mg 极移动, 故 B 错误; 根据上述分析, Mg 为负极, 电极反应式为 $\text{Mg} - 2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$, 故 C 错误; 电流方向是正电荷定向移动方向, 从正极流出, 因此电流方向是 $\text{Al} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{Mg}$, 故 D 正确。

3. 如图所示的电池工作时 ()



A. 将电能转化为化学能

B. 电子由银电极流向锌电极

C. 正极反应: $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$

D. 总反应: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$

D 解析: 原电池是将化学能转化为电能的装置, 锌比银活泼, 则锌是电池的负极, 银是电池的正极, 锌会失去电子, 电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, H^+ 在银电极上得电子, 电极反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$, 即电子通过导线由锌电极流向银电极, 总反应为 $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

4. 把 a、b、c、d 四种金属片两两相连浸入稀硫酸中都可组成原电池。若 a、b 相连, 外电路电流从 b 流向 a; a、c 相连, c 为正极; b、d 相连, b 上有气体逸出; c、d 相连时, c 的质量减少。据此判断这四种金属活动性由强到弱的顺序是 ()

A. $a > c > b > d$

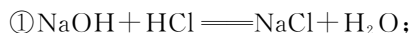
B. $c > d > b > a$

C. $a > c > d > b$

D. $c > a > b > d$

C 解析: 组成原电池时, 负极金属较为活泼, a、b 相连, 外电路电流从 b 流向 a, 说明 a 为负极, 活动性: $a > b$; a、c 相连, c 为正极, 活动性: $a > c$; b、d 相连, b 上有气体逸出, 应为原电池的正极, 活动性: $d > b$; c、d 相连时, c 的质量减少, c 为负极, 活动性: $c > d$; 综上分析可知活动性: $a > c > d > b$, 故 C 正确。

5. 现有如下两个反应:



(1) 根据两个反应的本质, 判断能否设计成原电池: ①不能, ②可以。

(2)如果不能,说明其原因:①的反应是非氧化还原反应,没有电子转移。

(3)如果可以,则写出正、负极材料,相应的电极反应及反应类型(填“氧化反应”或“还原反应”),电解质溶液名称。

负极: $\text{Cu}, \text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$,氧化反应。

正极:石墨棒、Ag、铂、金(任选一种), $2\text{Ag}^+ + 2\text{e}^- = 2\text{Ag}$,还原反应。

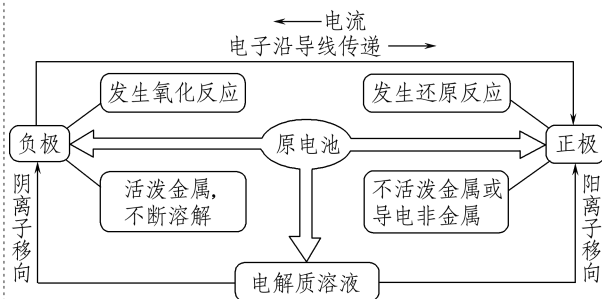
电解质溶液: AgNO_3 溶液。

若导线上转移 1 mol 电子,则正极的质量增加 108g。

任务总结

原电池的工作原理

(1)电极类型的判断方法



(2)电子、离子的移动规律

在原电池中,电子在导线中定向移动(由负极流出,流入正极),离子在溶液中定向移动(阳离子移向正极,阴离子移向负极),即“电子不下水,离子不上岸”或“电子走陆路,离子走水路”,它们共同组成了一个完整的闭合回路。

任务二 常见化学电池电极反应的书写

「探究活动」

化学电池是新能源和可再生能源的重要组成部分。科学技术的进步加速了电池技术的发展,锌锰电池、铅酸蓄电池等传统电池的性能有了明显提高。

活动 1:以 30% 的 KOH 溶液作电解质溶液的氢氧燃料电池的正极反应是什么? KOH 的物质的量浓度如何变化?

提示:正极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$;总的反应方程式为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ 。因为溶液中水的量增加,溶液体积增大,所以 KOH 的物质的量浓度减小。

活动 2:以稀硫酸作电解质溶液的氢氧燃料电池

的正极反应是什么? H_2SO_4 的物质的量如何变化?

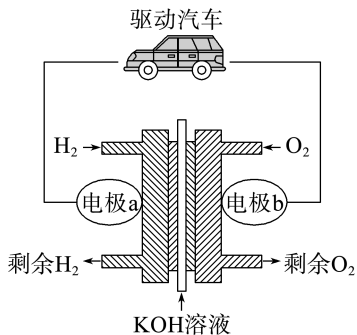
提示:正极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$,总的反应方程式为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ 。 H_2SO_4 的物质的量不变。

活动 3 铅酸蓄电池的正极反应、负极反应分别是什么?

提示:正极反应: $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$; 负极反应: $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$ 。

「评价活动」

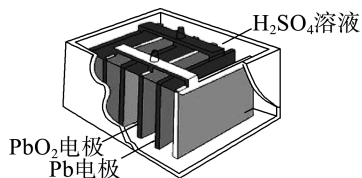
1.某氢氧燃料电池工作原理如图所示。下列说法不正确的是 ()



- A. 电极 a 为电池的负极
B. 电极 b 表面的反应为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
C. 电池工作过程中 K^+ 向负极迁移
D. 氢氧燃料电池将化学能转化为电能的转化率高于火力发电,提高了能源利用率

C 解析:电极 a 上氢气失电子,故电极 a 为负极,故 A 正确;电极 b 为正极,电极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$,故 B 正确;原电池工作时,阴离子移向负极, K^+ 移向正极,故 C 错误;氢氧燃料电池的能量转化率高,可提高能源利用率,故 D 正确。

2.汽车的启动电源常用蓄电池。其结构如图所示,放电时其电池反应如下: $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。根据此反应判断,下列叙述不正确的是 ()



- A. Pb 作为负极,失去电子,被氧化

B. PbO_2 得电子, 被还原

C. 负极反应是 $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$

D. 电池放电时, 溶液酸性增强

D 解析: 原电池中负极失去电子发生氧化反应, 根据电池放电时的反应: $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知, 负极 Pb 失去电子, 即 Pb 为负极, PbO_2 为正极, 故 A 正确; PbO_2 在放电过程中 Pb 元素的化合价降低, 得到电子被还原, 所以 PbO_2 为原电池的正极, 反应中被还原, 故 B 正确; 原电池中, Pb 在反应中失去电子生成 PbSO_4 , 为负极, 电极反应为 $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$, 故 C 正确; 由于原电池在放电的过程中消耗硫酸, 电解质溶液中氢离子浓度逐渐减小, 所以溶液的酸性减弱, 故 D 错误。

3. 研究人员研制出一种锂水电池, 可作为鱼雷和潜艇的储备电源。该电池以金属锂和钢板为电极材料, 以 LiOH 为电解质, 使用时加入水即可放电。总反应为 $2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{LiOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(1) 该电池的负极是 _____, 负极反应是 _____。

(2) 正极现象是 _____。

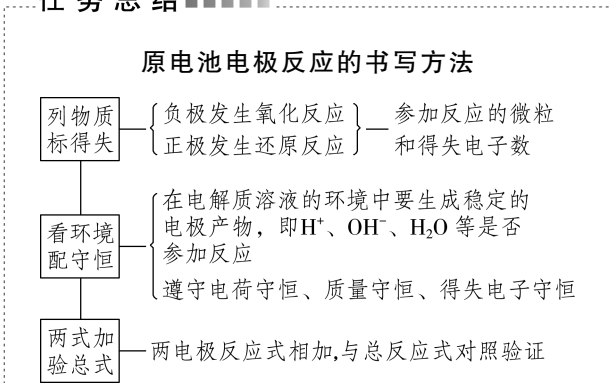
(3) 放电时 OH^- 向 _____ (填“正极”或“负极”) 移动。

解析: 金属锂比铁活泼, 为原电池的负极, 电极反应

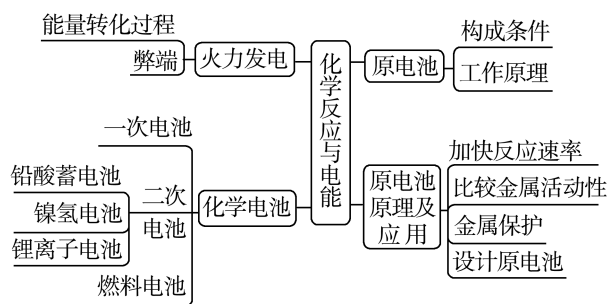
为 $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$, LiOH 溶液中的阳离子有 Li^+ 和 H^+ , 由于氧化性: $\text{H}^+ > \text{Li}^+$, 因此正极反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$, 正极产生无色气体; 在原电池的放电过程中, 阳离子向正极移动, 阴离子向负极移动, 所以 OH^- 向负极移动。

答案: (1) 锂 $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$ (2) 有无色气体产生 (3) 负极

任务总结



► 提质归纳

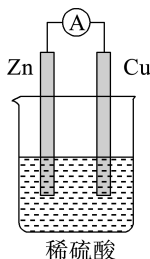


课后素养评价(八)

A组 学习·理解

知识点 1 原电池的原理及应用

1. 下列关于如图所示装置的叙述, 错误的是 ()



A. 该装置将化学能转化为电能

B. 电流从锌片经导线流向铜片

C. 铜极发生的反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

D. 若电路通过 0.2 mol 电子, 理论上负极溶解 6.5 g 锌

B 解析: 该装置是原电池, 将化学能转化为电能, 故 A 正确; 锌为负极, 铜为正极, 则电流从铜片经导线流向锌片, 故 B 错误; 铜极氢离子得电子生成氢气, 故电极反应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$, 故 C 正确; 根据负极发生反应 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, 电路通过 0.2 mol 电子, 负极溶解 0.1 mol Zn, 质量为 $0.1 \text{ mol} \times 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.5 \text{ g}$, 故 D 正确。

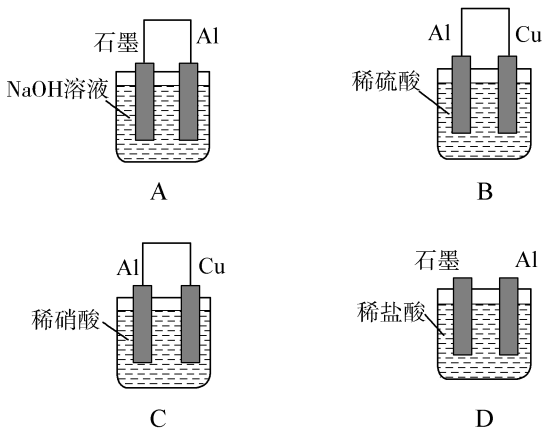
2. X、Y、Z 都是金属, 把 X 浸入 Z 的硝酸盐溶液中, X 的表面有 Z 析出, X 和 Y 组成原电池时, Y 为电池

的负极。X、Y、Z 三种金属的活动性顺序为 ()

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

C 解析: 根据金属活动性顺序和置换反应原理, 可知活动性: $X > Z$, 根据原电池原理, 负极的金属比正极活泼, 可知活动性: $Y > X$, 故有活动性: $Y > X > Z$ 。

3. 为将反应 $2Al + 6H^+ \rightleftharpoons 2Al^{3+} + 3H_2 \uparrow$ 的化学能转化为电能, 下列装置能达到目的的是 (铝条均已除去了氧化膜) ()



B 解析: 将反应 $2Al + 6H^+ \rightleftharpoons 2Al^{3+} + 3H_2 \uparrow$ 的化学能转化为电能, 需要形成原电池, 并且铝为负极, 电解质溶液为非氧化性稀酸, 据此判断。A 为原电池, 铝为负极, 但总反应为 $2Al + 2OH^- + 2H_2O \rightleftharpoons 2AlO_2^- + 3H_2 \uparrow$, A 项不符合; B 为原电池, 铝的金属活动性强于铜, 铝为负极, 总反应为 $2Al + 6H^+ \rightleftharpoons 2Al^{3+} + 3H_2 \uparrow$, B 项符合; C 为原电池, 但硝酸是氧化性酸, 总反应为 $Al + 4H^+ + NO_3^- \rightleftharpoons Al^{3+} + NO \uparrow + 2H_2O$, C 项不符合; D 装置中两电极间未用导线连接, 无闭合回路, D 项不符合。

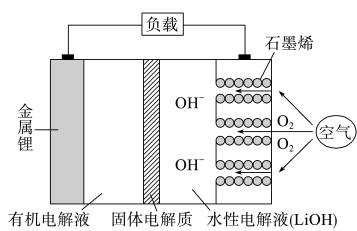
知识点 2 化学电源

4. 锌—空气电池的电池反应为 $2Zn + O_2 \rightleftharpoons 2ZnO$, 原料为锌粒、电解质和空气。下列叙述正确的是 ()

- A. 锌为正极, 空气进入负极反应
B. 负极反应为 $Zn - 2e^- \rightleftharpoons Zn^{2+}$
C. 正极发生氧化反应
D. 电解质溶液肯定是强酸

B 解析: Zn 与 O_2 的反应中, Zn 失去电子发生氧化反应 $Zn - 2e^- \rightleftharpoons Zn^{2+}$, 所以 Zn 作负极, O_2 在正极发生还原反应。若电解质溶液是强酸, 电池反应就不是 $2Zn + O_2 \rightleftharpoons 2ZnO$, 而是 $Zn + 2H^+ \rightleftharpoons Zn^{2+} + H_2 \uparrow$ 。

5. 新型锂—空气电池具有能量大、密度高的优点, 可以用作新能源汽车的电源, 其结构如图所示, 其中固体电解质只允许 Li^+ 通过。下列说法正确的是 ()



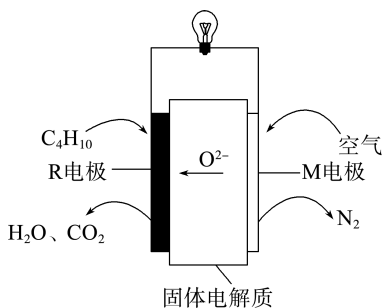
下列说法正确的是 ()

- A. 有机电解液可以改为水性电解液
B. 放电时, 金属锂为该电池的负极, 发生还原反应
C. 放电时, 正极发生的反应为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$
D. 该电池工作时, 石墨烯作为正极被氧化

C 解析: 锂能与水反应, 有机电解液不能改为水性电解液, 故 A 错误; 放电时, 金属锂为该电池的负极, 负极反应为 $Li - e^- \rightleftharpoons Li^+$, 发生氧化反应, 故 B 错误; 放电时, 正极氧气得电子发生还原反应, 发生的反应为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$, 故 C 正确; 石墨烯是正极材料, 起导电作用, 该电池工作时, 正极氧气得电子发生还原反应, 石墨烯不反应, 故 D 错误。

B组 应用·实践

6. 在石油化工生产中, 丁烷(C_4H_{10})是一种重要的化工原料, 丁烷燃料电池的工作原理如图所示。下列说法正确的是 ()

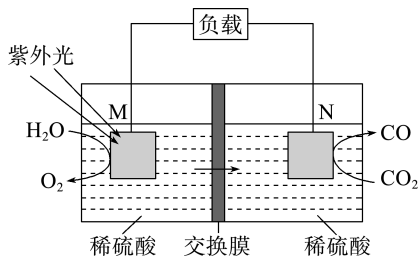


- A. M 电极上发生氧化反应
B. R 电极上的电极反应为 $C_4H_{10} + 13O^{2-} - 26e^- \rightleftharpoons 4CO_2 + 5H_2O$
C. 该电池工作时, 每转移 0.4 mol 电子, 此时消耗 O_2 的质量为 1.6 g
D. 该电池工作时, 外电路中电子的移动方向为 M 电极 \rightarrow 灯泡 \rightarrow R 电极 \rightarrow 固体电解质 \rightarrow M 电极

B 解析: 燃料电池中, 通入空气的一端即 M 电极为正极, 发生还原反应, 通入丁烷的 R 电极为负极, A 错误; 1 个 C_4H_{10} 分子发生氧化反应生成 CO_2 , 失

去 26 个电子, B 正确; 根据关系式 $O_2 \sim 4e^-$, 当转移 0.4 mol 电子时, 消耗 0.1 mol O_2 , 质量为 3.2 g, C 错误; 外电路中电子的移动方向为 R 电极 \rightarrow 灯泡 \rightarrow M 电极, D 错误。

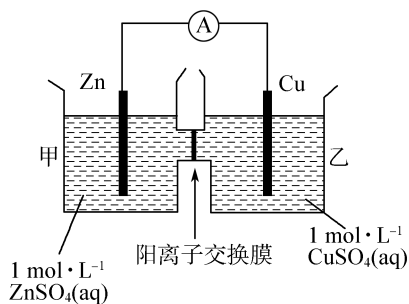
7. 某科研小组用电化学方法将 CO_2 转化为 CO 实现再利用, 转化的基本原理如图所示(该交换膜只允许 H^+ 通过)。下列说法不正确的是 ()



- A. N 极为正极
 B. H^+ 通过交换膜从 M 极移向 N 极
 C. M 极上的电极反应为 $2H_2O - 4e^- = O_2 \uparrow + 4H^+$
 D. 当转化 2 mol CO_2 时, 外电路中转移的电子数为 $2N_A$ (N_A 表示阿伏加德罗常数的值)

D 解析: 由图可知, 该装置为原电池, M 极在紫外光的作用下, H_2O 反应生成 O_2 , O 的化合价由 -2 价升高为 0 价, 失电子, M 极为负极, 电极反应为 $2H_2O - 4e^- = O_2 \uparrow + 4H^+$, N 极为正极, 电极反应为 $CO_2 + 2H^+ + 2e^- = CO + H_2O$, 当转化 2 mol CO_2 时, 外电路中转移的电子数目为 $4N_A$, 原电池中阳离子移向正极, H^+ 通过交换膜从 M 极移向 N 极。

8. 铜锌原电池装置如图所示, 其中阳离子交换膜只允许阳离子和水分子通过。下列有关叙述正确的是 ()



- A. 电池工作一段时间后, 乙池溶液的总质量增加
 B. 铜电极上发生氧化反应
 C. 电池工作一段时间后, 甲池的 $c(SO_4^{2-})$ 减小
 D. 阴阳离子分别通过交换膜向负极和正极移动, 保持溶液中电荷平衡

A 解析: Zn^{2+} 由甲池移向乙池, Cu^{2+} 被还原为

Cu, 电池工作一段时间后, 乙池溶液的总质量增加, A 项正确; 铜电极为正极, 发生还原反应, B 项错误; 电池工作一段时间后, 甲池的 $c(SO_4^{2-})$ 不变, C 项错误; 阳离子 Zn^{2+} 通过阳离子交换膜向正极移动, 同时 Cu^{2+} 被还原为 Cu, 保持溶液中电荷平衡, D 项错误。

9. 某化学兴趣小组的同学为了探究铝电极在电池中的作用, 设计并进行了一系列实验, 实验结果记录如下:

序号	电极	电解质	电流计指针偏转方向
1	Mg、Al	稀盐酸	偏向 Al
2	Al、Cu	稀盐酸	偏向 Cu
3	Al、C	稀盐酸	偏向石墨
4	Mg、Al	氢氧化钠溶液	偏向 Mg
5	Al、Zn	浓硝酸	偏向 Al

试根据表中的实验现象回答下列问题:

(1) 实验 1、2 中 Al 所作的电极(正极或负极) _____ (填“相同”或“不相同”)。

(2) 根据实验 3 完成下列填空:

① 铝为 _____ 极, 电极反应: _____;

② 石墨为 _____ 极, 电极反应: _____;

③ 电池总反应离子方程式: _____。

(3) 实验 4 中铝作 _____ (填“正极”或“负极”), 理由是 _____。

写出铝电极的电极反应: _____。

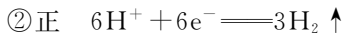
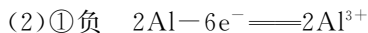
(4) 解释实验 5 中电流计指针偏向铝的原因: _____。

(5) 根据实验结果总结出影响铝在原电池中作正极或负极的因素: _____。

解析: 该实验的设计运用比较法探究铝电极在原电池中的作用。实验 1、2、3 中电解质溶液相同, 电极材料不同; 实验 1 和 4 比较的是电极材料相同, 电解质溶液不同; 实验 5 与其他实验比较的是电极材料和电解质溶液都不同。通过这些结果可以总结出影响铝在原电池中作正极或负极的因素。根据

电极材料及电解质溶液的不同以及反应的实验现象作判断,应注意 Al 可与 NaOH 溶液反应、Al 在浓硝酸中钝化等情况。在稀盐酸中, Mg 比 Al 活泼, Mg 作原电池的负极, Al 作原电池的正极, 电流计指针偏向 Al; 在稀盐酸中, Al 比 Cu 活泼, Al 作原电池的负极, Cu 作原电池的正极, 电流计指针偏向 Cu。由此可知, 原电池中电流计指针偏向正极, 实验 1、2 中 Al 所作电极不同。在实验 3 中电流计指针偏向石墨, 由上述规律可知, 在该原电池中铝作负极, 石墨作正极。铝失去电子被氧化成铝离子, 盐酸中的氢离子得到电子被还原为氢气。

答案: (1) 不相同



(3) 负极 铝可以与氢氧化钠溶液发生氧化还原反应, 而镁不与氢氧化钠溶液发生化学反应 $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) 铝在浓硝酸中被钝化, 锌在浓硝酸中被氧化, 即在浓硝酸中 Zn 比 Al 活泼, Zn 作原电池的负极, Al 作原电池的正极, 电流计指针偏向铝

(5) 另一个电极材料的活泼性; 铝电极与电解质溶液能否发生自发的氧化还原反应

第二节 化学反应的速率与限度

第 1 课时 化学反应的速率

学习任务目标

1. 能理解化学反应速率的概念和表示方法, 并能利用公式进行简单的计算。
2. 能通过实验探究, 总结影响化学反应速率的因素, 能从化学反应快慢的角度解释生产、生活中简单的化学现象。
3. 能运用控制变量的方法探究化学反应速率的影响因素, 能初步解释化学实验和化工生产中反应条件的选择问题。

问题式预习

一、化学反应速率

1. 含义及表示方法

含义	化学反应过程进行的 <u>快慢</u> 程度用“ <u>反应速率</u> ”来表示
表示	用单位时间内反应物浓度的 <u>减小</u> 或生成物浓度的 <u>增大</u> (取正值) 来表示
计算式	$v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$
单位	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 或 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

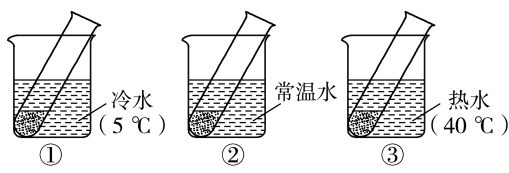
2. 规律

对于同一反应, 用不同的物质来表示反应速率, 其比值一定等于化学方程式中相应的 化学计量数之比。如对于反应: $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) = p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$, $v(\text{A}) : v(\text{B}) : v(\text{C}) : v(\text{D}) = m : n : p : q$ 。

二、外界条件对化学反应速率的影响

1. 实验探究温度、催化剂对化学反应速率的影响

(1) 温度对化学反应速率影响的探究

实验操作	 <p>试管中均为 2~3 mL 相同浓度的滴有 FeCl_3 溶液的 H_2O_2 溶液</p>
实验现象	溶液中产生气泡速率的相对大小为 $\textcircled{3} > \textcircled{2} > \textcircled{1}$
实验结论	其他条件相同时, 温度越高, 化学反应速率越快

(2) 催化剂对化学反应速率影响的探究

实验操作	
实验现象	产生气泡速率的相对大小为②>①,③>①
实验结论	催化剂能加快 H ₂ O ₂ 分解的反应速率

2.外界条件对化学反应速率的影响

温度	其他条件相同时, <u>升高</u> 温度, 化学反应速率增大; <u>降低</u> 温度, 化学反应速率减小
催化剂	其他条件相同时, 使用催化剂能 <u>改变化学反应速率</u>
反应物浓度	一般情况下, 当其他条件相同时, <u>增大</u> 反应物浓度, 化学反应速率增大, <u>降低</u> 反应物浓度, 化学反应速率减小
压强	对于气体来说, 在其他条件相同时, <u>增大</u> 压强(<u>减小</u> 容器容积)相当于增大反应物浓度, 化学反应速率增大; <u>减小</u> 压强(<u>增大</u> 容器容积)相当于减小反应物浓度, 化学反应速率减小

任务型课堂

任务一 化学反应速率的正确理解及计算方法

「探究活动」

硝酸是工业生产中的重要原料,工业制备硝酸的流程为 $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$, 其中一个重要反应为 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

活动 1: 若反应在 10 L 密闭容器中进行,半分钟后,水蒸气的物质的量增加了 0.45 mol, 计算此反应的速率 $v(\text{H}_2\text{O})$ 、 $v(\text{NH}_3)$ 、 $v(\text{O}_2)$ 、 $v(\text{NO})$ 。

提示: $v(\text{H}_2\text{O}) = 0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$;
 $v(\text{NH}_3) = 0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$;
 $v(\text{O}_2) = 0.075 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$;
 $v(\text{NO}) = 0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

活动 2: 在同一化学反应中,用不同物质表示该反应的速率时,各数据之间有什么关系?

提示: 同一化学反应中,用不同物质的浓度变化表示的化学反应速率之比等于化学方程式中相应物质的化学计量数之比,这是有关化学反应速率的计算或换算的依据。

活动 3: 思考用 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ 计算出来的速率,是某一时刻的瞬时速率还是某段时间内的平均速率?

提示: 化学反应速率实际上指的是某物质在某一段时间内化学反应的平均速率,而不是某一时刻的瞬时速率。

「评价活动」

1.一定温度下,向 1 L 密闭容器中加入 1 mol A 气体和 3 mol B 气体,发生反应: $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$, 测得 5 min 内反应物 A 的物质的量由 1 mol 降低到

- 0.5 mol, 则反应速率 $v(\text{A})$ 为 ()
- A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
B. $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
C. $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
D. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

A 解析: 向 1 L 密闭容器中加入 1 mol A 气体和 3 mol B 气体,起始时 A 的浓度为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 5 min 内反应物 A 的物质的量由 1 mol 降低到 0.5 mol, 则 A 的浓度减少了 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $v(\text{A}) = \frac{0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{5 \text{ min}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

2. 稀土是重要的战略资源,素有“工业味精”的美誉。CO 和 NO_2 在氧化钕 (Nd_2O_3) 等稀土催化剂的作用下可发生反应: $4\text{CO} + 2\text{NO}_2 \xrightarrow{\text{Nd}_2\text{O}_3} \text{N}_2 + 4\text{CO}_2$, 在不同条件下的化学反应速率如下,其中反应速率最大的是 ()

- A. $v(\text{CO}) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
B. $v(\text{NO}_2) = 0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
C. $v(\text{N}_2) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
D. $v(\text{CO}_2) = 1.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

A 解析: A 项, $v(\text{CO}) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 则 $v(\text{N}_2) = \frac{1}{4} \times 60 \text{ s} \cdot \text{min}^{-1} \times v(\text{CO}) = 0.75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; B 项, $v(\text{NO}_2) = 0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 则 $v(\text{N}_2) = \frac{1}{2} \times v(\text{NO}_2) = 0.35 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; C 项, $v(\text{N}_2) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; D 项, $v(\text{CO}_2) = 1.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 则 $v(\text{N}_2) = \frac{1}{4} \times v(\text{CO}_2) = 0.275 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 故 A 项表示的反应速率最大。

3. 将等物质的量的 A、B 混合于 2 L 的密闭容器中, 发生如下反应: $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons xC(g) + 2D(g)$, 经 5 min 后, 测得 D 的浓度为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(A) : c(B) = 3 : 5$, C 的平均反应速率为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。求:

(1) 此时 A 的浓度 $c(A) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应开始前容器中 A、B 的物质的量: $n(A) = n(B) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol}$ 。

(2) B 的平均反应速率: $v(B) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(3) x 的值为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案: (1) 0.75 3 (2) 0.05 (3) 2

任务总结

化学反应速率的计算和比较

(1) 计算

① 根据 $v(B) = \frac{\Delta c(B)}{\Delta t}$ 计算。

② 根据同一反应中不同物质的反应速率之比等于化学计量数之比。

③ 列出起始量、转化量、某时刻量进行计算。

(2) 比较

① 归一法: 先换算为同一单位、同一物质的速率, 再比较数值的大小。

② 比值法: 比较化学反应速率与化学计量数的比值, 如 $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$, 若 $\frac{v(A)}{a} > \frac{v(B)}{b}$, 则 $v(A) > v(B)$ 。

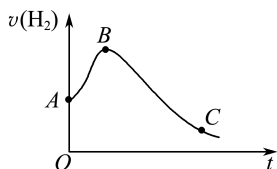
任务二 化学反应速率的影响因素

「探究活动」

活动 1: 工业生产硫酸时, 要先将黄铁矿矿石(主要成分为 FeS_2) 粉碎后, 再投入沸腾炉, 为什么?

提示: 将铁矿石粉碎, 是为了增大与空气的接触面积, 增大反应速率。

活动 2: 为了变废为宝, 某同学设计利用废铁制取氢气。对于 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) \rightleftharpoons \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$, 改变某些条件会影响产生氢气的速率, $v(\text{H}_2) - t$ 图像中, 为何 AB 段 $v(\text{H}_2)$ 逐渐增大, BC 段又逐渐减小?



提示: AB 段 $v(\text{H}_2)$ 逐渐增大, 主要原因是反应放热, 导致温度升高, 反应速率逐渐增大; BC 段 $v(\text{H}_2)$ 逐渐减小, 主要原因是随反应的进行, 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小, 导致反应速率逐渐减小。

「评价活动」

1. 在高温、高压和有催化剂的恒容密闭容器中进行反应: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 。下列说法不正确的是 ()

- A. 若向容器中充入 1 mol N_2 和 3 mol H_2 , 最终将生成 2 mol NH_3
 B. 向容器中充入 He(不参与反应)对反应速率没有影响
 C. 使用催化剂是为了增大反应速率
 D. 增大 N_2 的浓度可增大反应速率

A 解析: 该反应为可逆反应, 反应物不可能全部转化为生成物, A 项错误; 向容器中充入 He(不参与反应), 反应物和生成物的浓度均不改变, 对反应速率没有影响, B 项正确; 加入催化剂, 可增大反应速率, C 项正确; 增大 N_2 的浓度, 反应速率增大, D 项正确。

2. 下列措施与化学反应速率无关的有 ()

- ① 向炉膛内鼓风 ② 炉膛内用煤粉代替煤块
 ③ 食物存放在冰箱 ④ 糕点包装内放置除氧剂
 ⑤ 将固体试剂溶于水配成溶液后反应 ⑥ 高炉炼铁增加炉高
 ⑦ 在铁制品表面刷油漆 ⑧ 向门窗合页里注油
 ⑨ 纸张在暴晒下变黄

- A. 1 项 B. 2 项
 C. 3 项 D. 4 项

B 解析: ① 向炉膛内鼓风, 增大了氧气的浓度, 提高化学反应速率, ① 错误; ② 用煤粉代替煤块, 增大了反应物之间的接触面积, 提高了化学反应速率, ② 错误; ③ 食物放在冰箱里, 降低了温度, 降低了化学反应速率, ③ 错误; ④ 糕点包装里放置除氧剂, 降低氧气浓度, 降低了化学反应速率, ④ 错误; ⑤ 将固体试剂溶于水配成溶液后反应, 增大了反应物的接触面积, 提高了反应速率, ⑤ 错误; ⑥ 高炉炼铁增加炉高, 延长反应时间, 与反应速率无关, ⑥ 正确; ⑦ 铁制品表面刷油漆, 减缓了铁的氧化速率, 与反应速率有关, ⑦ 错误; ⑧ 向门窗合页里注油, 起到润滑的作用, 与反应速率无关, ⑧ 正确; ⑨ 纸张在暴晒下变黄, 是因为阳光的暴晒加速了纸张被氧化的速率, 与反应速率有关, ⑨ 错误; 故答案选 B。

3. 少量铁粉与 100 mL $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的足量稀盐酸反应, 反应速率太小。以下方法可以增大反应速率但不改变氢气的产量的是 ()

- ①滴入几滴浓盐酸 ②滴加几滴硫酸铜溶液
 ③改用 10 mL 0.1 mol · L⁻¹ 的硝酸溶液
 ④改用浓硫酸
 ⑤升高温度(不考虑盐酸挥发)
 ⑥改用 10 mL 0.1 mol · L⁻¹ 的盐酸
 A. ①②④⑤⑥ B. ①⑤⑥
 C. ③⑤⑥ D. ①②⑤⑥

B 解析: ①少量铁粉说明盐酸是过量的,加入浓盐酸后氢离子浓度增大,反应速率增大且产生氢气的量不变;②滴加硫酸铜溶液后,铁粉先置换铜,导致产生氢气的量减少;③硝酸和铁反应不能生成氢气;④冷的浓硫酸使铁发生钝化;⑤升高温度,反应速率增大,且产生氢气的量不变;⑥HCl 的物质的量不变,但是氢离子的浓度变大,反应速率增大且产生氢气的量不变。

4. 硫代硫酸钠溶液与稀硫酸反应的化学方程式为
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 下列各组实验最先出现浑浊的是 ()

实验	温度 / °C	Na ₂ S ₂ O ₃ 溶液		稀硫酸	
		V / mL	c / (mol · L ⁻¹)	V / mL	c / (mol · L ⁻¹)
A	25	5	0.1	10	0.1
B	25	5	0.2	5	0.2
C	35	5	0.1	10	0.1
D	35	5	0.2	5	0.2

D 解析: 浓度相同时,温度越高,反应速率越大,则选项 C、D 中的反应速率分别大于选项 A、B 中的反应速率;温度相同时,浓度越大,反应速率越大,D 中反应物的浓度大于 C 中反应物的浓度,则 D 中反应速率最大,在实验中最先出现浑浊,故选 D。

任务总结

化学反应速率的影响因素

(1) 影响规律

外界条件加强,反应速率增大;外界条件减弱,反应速率减小。

(2) 特殊情况

①增大固体或纯液体用量,反应速率不变。

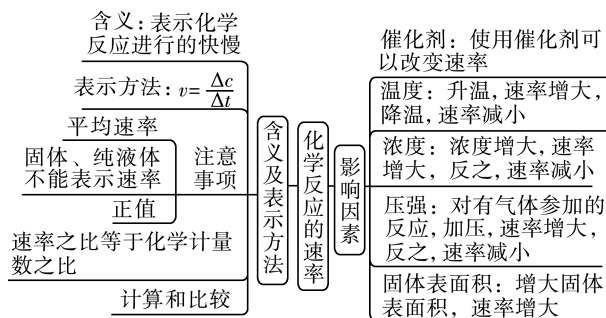
②充入非反应气体对化学反应速率的影响

a. 恒容时:充入非反应气体→压强增大,但各物质浓度不变→反应速率不变。b. 恒压时:充入非反应气体→压强不变→体积增大→各物质浓度减小→反应速率减小。

③对于可逆反应,温度改变时, $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$ 的变化具有一致性,即同增或同减,但二者变化的幅度不同。

④催化剂能同时、同等程度地改变正、逆反应的速率;催化剂不能使本来不发生的化学反应发生。

► 提质归纳



课后素养评价(九)

A组 学习·理解

知识点 1 化学反应速率的计算与比较

1. 反应 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) = 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

在 10 L 密闭容器中进行, 半分钟后, 水蒸气的物质的量增加了 0.45 mol, 则此反应的平均速率(反应物的消耗速率或产物的生成速率)可表示为 ()

- A. $v(\text{NH}_3) = 0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 B. $v(\text{O}_2) = 0.001 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 C. $v(\text{NO}) = 0.001 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 D. $v(\text{H}_2\text{O}) = 0.004 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

C 解析: $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.45 \text{ mol}}{\frac{10 \text{ L}}{30 \text{ s}}} = 0.001 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 根据 $v(\text{NH}_3) : v(\text{O}_2) : v(\text{NO}) : v(\text{H}_2\text{O}) = 4 : 5 : 4 : 6$ 可得, $v(\text{NH}_3) = v(\text{NO}) = \frac{4}{6} \times 0.001 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0.001 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, $v(\text{O}_2) = \frac{5}{6} \times 0.001 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0.001 25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

2. 在四个不同容器中, 不同条件下进行合成氨反应, 化学

方程式为 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3(\text{g})$ 。根据在相同时间内测定的结果判断生成氨的速率最快的是 ()

- A. $v(\text{NH}_3) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 B. $v(\text{H}_2) = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 C. $v(\text{N}_2) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 D. $v(\text{H}_2) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

A 解析: 将四个速率统一单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 且换算成用氢气表示的速率, 数值分别是 0.75、0.3、0.6、0.6, 故 A 项速率最快。

知识点 2 影响化学反应速率的因素

3. 铁与氧气在有水的环境中反应, 生成一种叫氧化铁的物质, 是铁锈的主要成分, 铁生锈的总反应为 $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + x\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 。铁锈特别容易吸收水分, 铁表面的铁锈如果不除去, 铁将锈蚀得更快。下列反应条件的改变对反应 $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + x\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 的速率的影响不正确的是 ()

- A. 增大 O_2 的浓度能增大铁生锈速率
 B. 潮湿环境中铁生锈的速率更大
 C. 干燥空气中铁生锈的速率更大
 D. 升高温度能增大铁生锈速率

C 解析: 增大 O_2 的浓度, 反应物浓度增大, 反应速率增大, 能加快铁生锈的速率, 故 A 正确; O_2 在有水的环境中与铁反应, 故潮湿环境中铁生锈的速率更大, 故 B 正确; 干燥空气中铁不易生锈, 故 C 错误; 升高温度, 反应速率增大, 能加快铁生锈的速率, 故 D 正确。

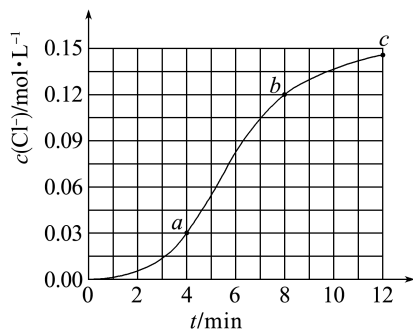
4. 少量铁粉与 100 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀盐酸反应, 若想减小此反应速率而不改变 H_2 的产量, 可以使用如下方法中的 ()

- ①加 H_2O ②加热 ③滴入几滴浓盐酸
 ④加 CH_3COONa 固体 ⑤加 NaCl 溶液
 ⑥滴入几滴硫酸铜溶液 ⑦加 NaNO_3 溶液
 A. ①⑤⑦ B. ③⑥
 C. ①②⑤ D. ①④⑤

D 解析: ①加 H_2O 氢离子浓度减小, 反应速率减小, 但是生成氢气量不变, 故①正确; ②加热增大反

应速率, 但是生成氢气量不变, 故②错误; ③滴入几滴浓盐酸, 氢离子浓度增大, 反应速率增大, 故③错误; ④加 CH_3COONa 固体, 生成醋酸, 氢离子浓度减小, 反应速率减小, 但是生成氢气量不变, 故④正确; ⑤加 NaCl 溶液, 氢离子浓度减小, 反应速率减小, 但是生成氢气量不变, 故⑤正确; ⑥滴入几滴硫酸铜溶液, 置换出铜覆盖在铁表面, 构成原电池, 反应速率增大, 但 Fe 减少, 导致生成的氢气减少, 故⑥错误; ⑦加 NaNO_3 溶液, 酸性条件下硝酸根离子有强氧化性, 和 Fe 反应生成 NO 而不是氢气, 生成的氢气量减少, 故⑦错误。

5. 某化学小组欲测定 KClO_3 与 NaHSO_3 反应的化学反应速率, 并探究影响其化学反应速率的因素。所用试剂为 20 mL $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KClO_3 溶液和 20 mL $0.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHSO_3 溶液, 测得数据如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 4~8 min 的反应速率 $v(\text{SO}_4^{2-}) = 0.0225 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 B. 反应过程中, 该反应的化学反应速率先增大后减小
 C. ab 段速率变化的原因可能是该反应放热
 D. bc 段速率变化的原因可能是反应物浓度减小

A 解析: 两者反应的离子方程式为 $\text{ClO}_3^- + 3\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$ 。4~8 min 的反应速率 $v(\text{Cl}^-) = \frac{(0.12 - 0.03) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{4 \text{ min}} = 0.0225 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 则 $v(\text{SO}_4^{2-}) = 3v(\text{Cl}^-) = 0.0675 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 故 A 错误; 该反应为放热反应, 随着反应的进行反应速率先增大, 反应物浓度减小后反应速率再减小, 故 B 正确; ab 段速率变化的原因可能是该反应放热, 故 C 正确; bc 段速率变化的原因可能是反应物浓度减小, 故 D 正确。

B组 应用·实践

6. 4 mol A 和 4 mol B 两种气体在 2 L 的密闭容器中发生反应,生成 C 和 D 两种气体。化学方程式为 $2A+B \rightleftharpoons 2C+D$ 。前 10 s 内,A 的平均反应速率为 $0.12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,则 10 s 时,容器中 B 的物质的量浓度为 ()

- A. $3.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $1.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $2.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B 解析:由化学反应速率与化学计量数关系得: $\frac{v(A)}{v(B)}$

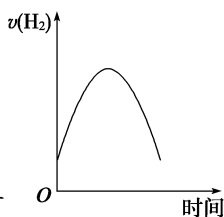
$$= \frac{2}{1}, 10 \text{ s 内 } v(B) = \frac{v(A)}{2} = 0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1},$$

则 10 s 内 B 的物质的量浓度减小量为 $0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times 10 \text{ s} = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 10 s 时 $c(B) =$

$$\frac{4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} - 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

7. 现把镁条投入盛有盐酸的敞口容器中,产生 H_2 的速率如图所示。在下列因素中对产生 H_2 速率没有影响的是 ()

- A. 溶液的温度
B. 镁条的表面积
C. Cl^- 的浓度
D. H^+ 的浓度



C 解析:镁与盐酸反应的离子方程式为 $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$,反应与 Cl^- 无关, Cl^- 浓度不影响生成氢气的反应速率。

8. 在一定条件下,将 3 mol A 和 1 mol B 两种气体混合于固定容积为 2 L 的密闭容器中,发生反应: $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons xC(g) + 2D(g)$ 。2 min 末,测得生成 0.8 mol C、0.4 mol D。下列判断正确的是 ()

- A. $x = 4$
B. 2 min 时,A 的浓度为 $2.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. 2 min 内 A 的反应速率为 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
D. 2 min 内 B 的浓度的减小量为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

A 解析:物质的量的变化量之比等于化学计量数之比,故 $0.8 \text{ mol} : 0.4 \text{ mol} = x : 2$,解得 $x = 4$,列三段式:

	$3A(g) + B(g)$	\rightleftharpoons	$4C(g) + 2D(g)$	
起始量/mol	3		0 0	
变化量/mol	0.6		0.8 0.4	
2 min 时的量/mol	2.4		0.8 0.4	

由上述分析可知, $x = 4$,故 A 正确;2 min 时,A 的浓度为 $\frac{2.4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故 B 错误;2 min 内

A 的反应速率为 $\frac{0.6 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 2 \text{ min}} = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,

故 C 错误;2 min 内 B 的浓度的减小量为 $\frac{0.2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} =$

$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故 D 错误。

9. Fenton 法常用于处理含难降解有机物 p-CP 的工业废水,在调节好 pH 和 Fe^{2+} 浓度的废水中加入 H_2O_2 溶液,所产生的羟基自由基能氧化降解污染物 p-CP。控制 p-CP 的初始浓度相同,其余实验条件见下表,探究有关因素对该降解反应速率的影响。下列说法不正确的是 ()

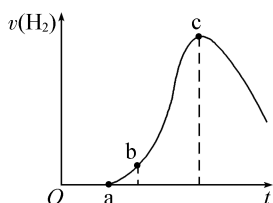
实验 编号	H_2O_2 溶液 (6.0×10^{-3} $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	含 Fe^{2+} 溶液 (0.30×10^{-3} $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	蒸馏水	温度
	V/mL	V/mL	V/mL	T/K
①	1.5	3.5	10	298
②	1.5	3.5	10	313
③	3.5	3.5	x	298

- A. 实验①、②可探究温度对 p-CP 降解速率的影响
B. 实验①、③可探究 $c(\text{H}_2\text{O}_2)$ 对 p-CP 降解速率的影响
C. 实验③中, $x = 10$
D. 温度过高时,降解反应速率减小,可能的原因是 H_2O_2 受热分解

C 解析:根据表格数据可知,实验①、②只有实验温度不同,其他外界条件相同,可探究温度对 p-CP 降解速率的影响,故 A 正确;实验①、③中加入 H_2O_2 溶液的体积不同,向混合溶液中加入水,使溶液总体积相同,则 $c(\text{H}_2\text{O}_2)$ 不同,故这两个实验可探究 $c(\text{H}_2\text{O}_2)$ 对 p-CP 降解速率的影响,故 B 正确;根据实验①、②可知混合溶液总体积是 $1.5 \text{ mL} + 3.5 \text{ mL} + 10 \text{ mL} = 15 \text{ mL}$,则实验③中, $3.5 \text{ mL} + 3.5 \text{ mL} + x \text{ mL} = 15 \text{ mL}$,所以 $x = 8$,故 C 错误;

H_2O_2 不稳定,受热易分解,在温度过高时,降解反应速率减小,可能的原因是 H_2O_2 受热分解,导致 $c(\text{H}_2\text{O}_2)$ 减小,因而反应速率减小,故 D 正确。

10. 把在空气中久置的铝片 5.0 g 投入盛有 500 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸溶液的烧杯中,该铝片与硫酸反应产生氢气的速率与反应时间的关系可用如图曲线来表示。



回答下列问题:

- (1) 曲线由 $O \rightarrow a$ 段不产生氢气的原因是

_____ ,
有关反应的化学方程式为 _____。

- (2) 曲线由 $b \rightarrow c$ 段,产生氢气的速率增加较快的主要原因是 _____。

_____。
(3) 曲线 c 以后,产生氢气的速率逐渐下降的主要原因是 _____。

解析: (1) 在空气中久置的铝片表面有氧化铝薄膜,硫酸首先和氧化铝反应,所以 $O \rightarrow a$ 段不产生 H_2 。(2) $b \rightarrow c$ 段,虽然硫酸的浓度减小,但该反应是放热反应,反应进行中体系温度逐渐升高,化学反应速率逐渐加快。(3) 曲线 c 以后,硫酸的浓度减小,成为影响化学反应速率的主要因素,故反应速率逐渐下降。

答案: (1) 硫酸首先和氧化铝反应,不产生 H_2



(2) 反应放热,温度是影响反应速率的主要因素,升温使反应速率增大

(3) 随着反应的进行,硫酸的浓度逐渐减小,该因素成为影响化学反应速率的主要因素,化学反应速率开始减小

第 2 课时 化学反应的限度 化学反应条件的控制

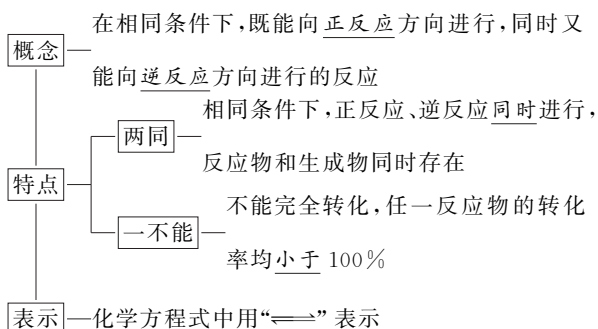
学习任务目标

1. 能通过对化学反应限度的学习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状态。
2. 能描述化学平衡状态,判断化学反应是否达到平衡。能初步解释化学实验和化工生产中反应条件的选择问题。

问题式预习

一、化学反应的限度

1. 可逆反应

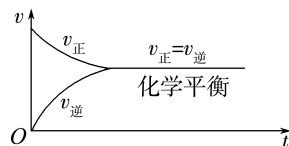


2. 化学平衡状态

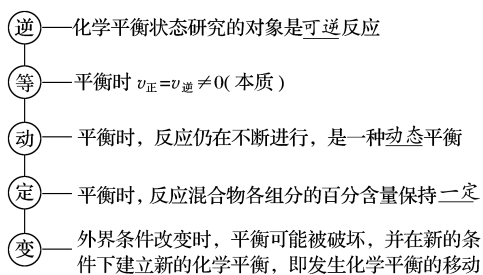
(1) 概念

如果外界条件(温度、浓度、压强等)不发生改变,当可逆反应进行到一定程度时,正反应速率与逆反应速率相等,反应物的浓度与生成物的浓度都不再改变,达到一种表面静止的状态,称为化学平衡状态,简称化学平衡。

(2) 化学平衡建立的过程



(3) 特征



3. 化学反应的限度

(1) 化学平衡状态是可逆反应在一定条件下所能达到的或完成的最大程度, 任何可逆反应在给定条件下的进行程度都有一定的限度。

(2) 不同条件下, 同一可逆反应的化学反应限度不同; 相同条件下, 不同反应的化学反应限度也不同。

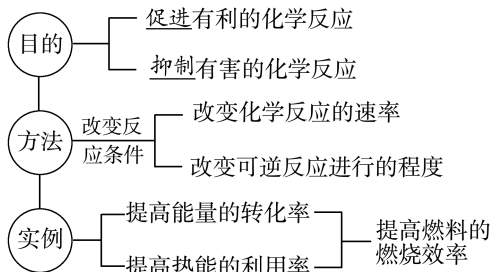
(3) 化学反应的限度决定了反应物在该条件下转化为生成物的最大转化率。

二、化学反应条件的控制

1. 工业合成氨的条件

外界因素	适宜条件
温度	温度过低, 反应速率很小, 合成氨反应一般选择在 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 下进行
压强	增大压强有利于氨气的合成, 但并不是合成氨时压强越大越好。目前我国的合成氨厂一般采用的压强是 $10 \text{ MPa} \sim 30 \text{ MPa}$

2. 化学反应条件的控制

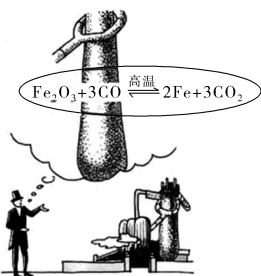


任务型课堂

任务一 化学平衡状态的判断

「探究活动」

17 世纪时, 炼制 1 t 生铁所需焦炭的实际用量远高于按照化学方程式计算所需的量, 且从高炉内出来的气体中含有未利用的 CO 气体。为提高生产效率, 炼铁工程师设法增加高炉的高度, 但高炉尾气中 CO 的比例仍然没有改变。直到 19 世纪下半叶, 人们才认识到 CO 还原 Fe_2O_3 的反应实质。



活动 1 炼铁工程师设法增加高炉的高度, 但高炉尾气中 CO 的比例仍然没有改变, 其原因是什么?

提示: 高炉炼铁发生的反应是 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$, 该反应是可逆反应, 反应进行到一定程度时达到最大限度, 只通过增加高炉的高度, 不改变其他反应条件, 不能使化学平衡移动, 所以高炉尾气中 CO 的比例不会改变。

活动 2 恒容条件下进行反应 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$, 请写出四个表明该反应达到平衡状态的依据。

提示: ① CO 或 CO_2 的浓度保持不变; ② 混合气体的密度保持不变; ③ $n(\text{CO})$ 或 $n(\text{CO}_2)$ 保持不变; ④ $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 的质量不变。

「评价活动」

1. 一定条件下, 在恒压密闭容器中进行反应: $3\text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{高温}} \text{Si}_3\text{N}_4(\text{g}) + 12\text{HCl}(\text{g})$ 。能表示上述反应达到化学平衡状态的是 ()

- A. $v_{逆}(\text{N}_2) = 3v_{正}(\text{H}_2)$
- B. $v_{正}(\text{HCl}) = 4v_{正}(\text{SiCl}_4)$
- C. 混合气体的密度保持不变
- D. $c(\text{N}_2) : c(\text{H}_2) : c(\text{HCl}) = 1 : 3 : 6$

C 解析: 根据化学反应速率之比等于化学计量数之比, $v_{逆}(\text{N}_2) = 3v_{正}(\text{H}_2)$ 表示 $v_{正} < v_{逆}$, 不是平衡状态, 故 A 不符合题意; $v_{正}(\text{HCl})$ 与 $4v_{正}(\text{SiCl}_4)$ 都表示正反应速率, 等式自始至终都成立, 不能说明反应达到平衡状态, 故 B 不符合题意; 该反应为气体的物质的量增大的反应, 容器的容积为变量, 因为混合气体的总质量不变, 所以混合气体的密度保持不变说明容器的容积不变, 说明反应达到了平衡状态, 故 C 符合题意; 平衡时浓度关系与是否平衡无关, 故 D 不符合题意。

2. 某温度下, 将 NO_2 与 SO_2 以体积比为 1 : 2 置于密闭容器中, 发生反应: $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) +$

$\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H = -41.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。下列能说明反应达到平衡状态的是 ()

- A. 体系压强保持不变
 B. SO_2 和 NO 的体积比保持不变
 C. 每消耗 1 mol SO_3 的同时生成 1 mol NO_2
 D. $v(\text{NO}_2) = v(\text{SO}_3)$

B 解析: A 项, 由于该反应为气体体积不变的反应, 体系压强始终不变, 因此压强不变时不一定是平衡状态, 错误; B 项, SO_2 和 NO 的体积比保持不变, 说明各物质的量保持不变, 正确; C 项, 消耗 SO_3 和生成 NO_2 为同一方向的反应, 错误; D 项, 未指明正、逆反应, 不一定是平衡状态, 错误。

任务总结

利用“两审”“两标志”突破 化学平衡状态的判断题

(1) “两审”——审反应条件和反应特点

① 审反应条件: 看反应是在恒温恒容下进行, 还是在恒温恒压下进行。

② 审反应特点: 看反应物和生成物中是否存在固体或液体, 看反应前后气体分子总数是否发生变化。

(2) “两标志”——动态标志和静态标志

① 动态标志: $v(\text{正}) = v(\text{逆}) \neq 0$ 。

a. 同种物质的生成速率等于消耗速率;
 b. 不同物质必须是异向的反应速率, 且反应速率之比等于其化学计量数之比。

② 静态标志: 各种物理量保持不变, 但其比值不一定等于化学计量数之比。

a. 各物质的质量、物质的量、浓度不变;
 b. 各物质的物质的量分数或质量分数不变;
 c. 温度(绝热)、压强(恒容且反应前后气体分子数不等)、颜色(某气体有颜色)不变。

任务二 化学反应条件的控制

「探究活动」

目前工业合成氨一般在 $400 \sim 500 \text{ }^\circ\text{C}$ 和 $10 \text{ MPa} \sim 30 \text{ MPa}$ 条件下进行, 已知以下信息。

信息 I: 合成氨催化剂最佳活性温度范围为 $400 \sim 500 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

信息 II: 不同条件下, 平衡混合物中氨的含量(%)如表:

温度/ $^\circ\text{C}$	压强/ MPa					
	0.1	10	20	30	60	100
200	15.3	81.5	86.4	89.9	95.4	98.8
300	2.2	52.0	64.2	71.0	84.2	92.6
400	0.4	25.1	38.2	47.0	65.2	79.8
500	0.1	10.6	19.1	26.4	42.2	57.5
600	0.05	4.5	9.1	13.8	23.1	31.4

活动 1: 工业合成氨为什么要使用催化剂?

提示: 使用催化剂, 可以增大反应速率。

活动 2: 工业合成氨选定压强为 $10 \text{ MPa} \sim 30 \text{ MPa}$ 的原因是什么?

提示: 该压强下氨的含量较高, 再增大压强, 氨的含量增大不明显, 但对设备材料强度的要求提高很多, 同时也大大增加能耗, 得不偿失。

活动 3: 工业合成氨选定温度为 $400 \sim 500 \text{ }^\circ\text{C}$ 的原因是什么?

提示: 此温度下催化剂活性最高。

「评价活动」

1. 现向一密闭容器中充入 1 mol N_2 和 3 mol H_2 , 在一定条件下使该反应发生。下列有关说法正确的是 ()

- A. 达到化学平衡时, N_2 将完全转化为 NH_3
 B. 达到化学平衡时, N_2 、 H_2 和 NH_3 的物质的量浓度一定相等
 C. 达到化学平衡时, 正反应和逆反应的速率都不为零
 D. 达到化学平衡时, 转移的电子为 6 mol

C 解析: N_2 和 H_2 合成氨的反应是可逆反应, 反应物不能完全转化为生成物, 因此达到化学平衡时, N_2 不可能完全转化为 NH_3 , A 错误; 达到化学平衡时, N_2 、 H_2 和 NH_3 的物质的量浓度可能相等, 也可能不相等, 这取决于反应条件, B 错误; 化学平衡为动态平衡, 此时任何物质的消耗速率与产生速率相等, 但都不为 0, C 正确; 若 1 mol N_2 和 3 mol H_2 完全反应产生 NH_3 , 反应会转移 6 mol 电子, 但该反应是可逆反应, 反应物不能完全转化为生成物, 故反应达到化学平衡时, 转移的电子的物质的量小于 6 mol , D 错误。

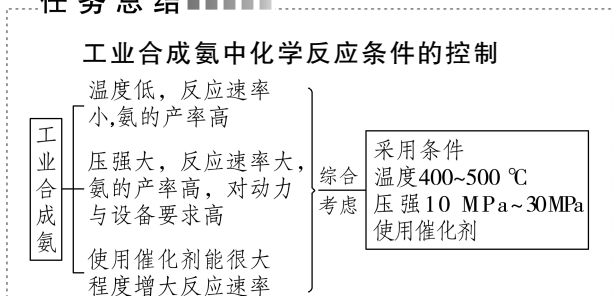
2. 为进一步提高合成氨的生产能力, 科研中最有开发价值的是 ()

- A. 研制高温下活性较高的催化剂
 B. 寻求氮气的新来源
 C. 研制低温下活性较高的催化剂
 D. 研制耐高温和耐高压的新材料建造合成塔

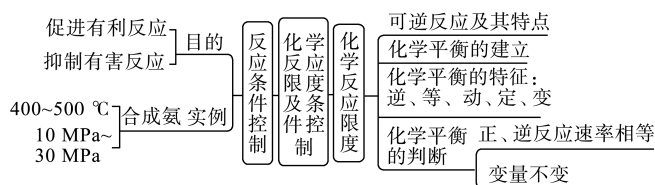
C 解析: 对于合成氨来说, $500 \text{ }^\circ\text{C}$ 左右活性较高的催化剂是铁触媒, 是目前已经使用的条件, 故 A 错误; 空气中氮气含量最多, 空气是氮气的主要来源, 这不是要研究的课题, 故 B 错误; 研制低温下活性较高的催化剂, 符合现代工业合成氨的方向, 有利于大幅提高氨的产率, 故 C 正确; 研制耐高温、高压

的新材料,成本过高,没有开发价值,故D错误。

任务总结



提质归纳



课后素养评价(十)

A组 学习·理解

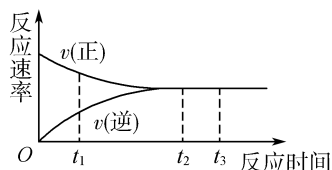
知识点1 化学平衡的建立与特征

1.在恒温、恒容下,当反应容器内总压强不随时间变化时,下列可逆反应一定达到平衡的是 ()

- A. $A(s) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$
 B. $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 3C(g)$
 C. $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(s)$
 D. 以上都达到平衡

C 解析: C项中反应前后气体物质的量不等,恒温恒容下总压强不变,反应达到平衡。

2.一定条件下的某可逆反应,其正反应速率 $v(\text{正})$ 和逆反应速率 $v(\text{逆})$ 随反应时间 t 的变化如图所示。下列判断不正确的是 ()



- A. t_1 时刻, $v(\text{正}) > v(\text{逆})$
 B. t_2 时刻, $v(\text{正}) = v(\text{逆})$
 C. t_2 时刻, 反应达到最大限度
 D. t_3 时刻, 反应停止

D 解析: 由图像知,在 t_1 时刻, $v(\text{正}) > v(\text{逆})$, A项正确; t_2 时刻, $v(\text{正}) = v(\text{逆})$, 反应处于平衡状态, B项正确; t_2 时刻, 反应处于平衡状态, 该反应达到最大限度, C项正确; t_3 时刻, 反应处于平衡状态, 此时反应仍在进行, 反应并未停止, D项错误。

3.某实验探究小组模拟汽车尾气催化处理过程,在一定温度下,向5 L容积固定的密闭容器中充入2 mol $CO(g)$ 和2 mol $NO(g)$,发生反应: $2CO(g)$

$+ 2NO(g) \xrightleftharpoons{\text{一定条件}} N_2(g) + 2CO_2(g)$ 。下列有关说法一定正确的是 ()

- A. 经过足够长时间, NO 的浓度能减小为0
 B. CO 与 CO_2 的浓度之比为1:1时, 此反应一定达到了化学反应限度
 C. 在反应过程中, CO 与 NO 物质的量始终相等
 D. 在反应过程中, 容器中气体的压强一直没有变化

C 解析: 该反应是可逆反应, 反应物不能完全转化, 则 NO 的浓度不可能减小为0, 故A错误; 浓度的变化量与化学计量数成正比, 起始投入2 mol $CO(g)$ 和2 mol $NO(g)$, 当转化率为50%时, 生成1 mol CO_2 , 剩余1 mol CO , 此时 CO 与 CO_2 的浓度之比为1:1, 由于该反应转化率未知, CO 与 CO_2 的浓度之比为1:1时, 此反应不一定达到平衡, 反应不一定达到了化学反应限度, 故B错误; 起始投入2 mol $CO(g)$ 和2 mol $NO(g)$, 由浓度的变化量与化学计量数成正比, CO 与 NO 的变化量相同, 则在反应过程中, CO 与 NO 物质的量始终相等, 故C正确; 在恒温恒容下, 气体的物质的量与压强成正比, 该反应前后气体分子数不相等, 则在反应过程中, 容器中气体的压强会变化, 至平衡时压强不变, 故D错误。

4.目前国际空间站处理 CO_2 废气涉及的反应为 $CO_2 + 4H_2 \xrightleftharpoons{\text{钌催化剂}} CH_4 + 2H_2O$ 。下列关于该反应的说法正确的是 ()

- A. 升高温度能增大该反应的速率
 B. 钌催化剂能减小该反应的速率
 C. 达到平衡时, $v(\text{正}) = v(\text{逆}) = 0$
 D. 达到平衡时, CO_2 能100%转化为 CH_4

A 解析:升高温度,反应速率增大,故 A 正确;钨催化剂能增大该反应的速率,故 B 错误;达到平衡时, $v(\text{正})=v(\text{逆})$,但两者的速率不等于 0,故 C 错误;该反应是可逆反应,达到平衡时, CO_2 不可能 100% 转化为 CH_4 ,转化率小于 100%,故 D 错误。

知识点 2 化学平衡状态的判断

5.在一定条件下, N_2 和 O_2 于密闭容器中发生如下反应: $2\text{N}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ 。下列说法能说明该反应达到化学平衡状态的是 ()

- A.反应不再进行
B.反应体系中的 $c(\text{N}_2)$ 不再发生变化
C. $c(\text{N}_2\text{O})=c(\text{N}_2)$
D. N_2O 的生成速率与 O_2 的生成速率相等

B 解析:平衡时正、逆反应速率相等,但不为 0,A 错误;氮气浓度不再发生变化时说明反应达到平衡状态,B 正确; $c(\text{N}_2\text{O})=c(\text{N}_2)$ 不能说明正、逆反应速率相等,反应不一定达到平衡状态,C 错误; N_2O 的生成速率与 O_2 生成速率的 2 倍相等,说明正、逆

反应速率相等,达到平衡状态,D 错误。

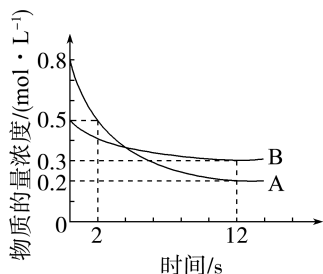
6.工业上常用煤和水作原料经过多步反应制得氢气,其中一步反应的原理为 $\text{CO}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})\rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})+\text{H}_2(\text{g})$ 。下列选项的条件中,可判断该反应达到平衡状态的是 ()

- A.单位时间内生成 2 mol CO 的同时消耗 2 mol CO_2
B.两个 H—O 断裂的同时有一个 H—H 断裂
C.反应容器内的压强不再发生变化
D.混合气体的平均相对分子质量不再发生变化

B 解析:A 项描述的反应速率均为 $v_{\text{逆}}$,不能判断反应达到平衡;B 项说明 H_2O 的分解速率($v_{\text{正}}$)与 H_2 的消耗速率($v_{\text{逆}}$)相等,即 $v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{O})=v_{\text{逆}}(\text{H}_2)$,能判断反应达到平衡;C 项,由于该反应前后气体的物质的量不变,故压强始终不变,不能说明可逆反应达到平衡;D 项,混合气体的质量不变,物质的量不变,故反应前后混合气体的平均相对分子质量不变,不能说明反应达到平衡状态。

B组 应用·实践

7.某温度下,在 2 L 恒容密闭容器中投入一定量的 A、B,发生反应: $3\text{A}(\text{g})+b\text{B}(\text{g})\rightleftharpoons c\text{C}(\text{g})+2\text{D}(\text{s})$,12 s 时生成 C 的物质的量为 0.8 mol(反应进程如图所示)。下列说法正确的是 ()

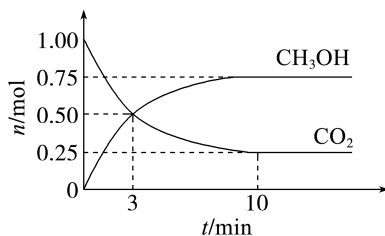


- A.12 s 时,A 的转化率为 75%
B.0~2 s,D 的平均反应速率为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
C.化学计量数之比 $b:c=1:4$
D.图中两曲线相交时,A 的消耗速率等于 A 的生成速率

A 解析:由图像可知,A 的浓度减小量为 $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}-0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}=0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,B 的浓度减小量为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}-0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}=0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,12 s 时生成 C 的物质的量为 0.8 mol,则 C 的浓度增大

为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 $b=1,c=2$ 。由图像可知,12 s 时,A 的转化率为 $\frac{0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 75\%$,A 正确;D 为固体,不能用于表示反应速率的大小,B 错误;由以上分析可知,化学计量数之比 $b:c=1:2$,C 错误;图中两曲线相交时,反应没有达到平衡状态,则 A 的消耗速率不等于 A 的生成速率,D 错误。

8.工业上可以用 CO_2 来生产 CH_3OH 燃料。在体积为 2 L 的密闭容器中,充入 1 mol CO_2 和 3 mol H_2 ,一定条件下发生反应 $\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。测得 CH_3OH 和 CO_2 的物质的量随时间变化的曲线如图所示。下列描述正确的是 ()



- A.达到平衡时, H_2 的转化率为 25%
B.3 min 时, CH_3OH 和 CO_2 的浓度相等,达到了化

学平衡状态

C.反应进行到 10 min 时,CO₂ 的正、逆反应速率相等,反应停止

D.反应开始到 10 min,用 CO₂ 表示的反应速率为 0.037 5 mol·L⁻¹·min⁻¹

D 解析:由图可知,平衡时生成的 CH₃OH 为 0.75 mol,根据 CO₂(g)+3H₂(g)⇌CH₃OH(g)+H₂O(g),则消耗的 H₂ 为 0.75 mol×3=2.25 mol,

H₂ 的转化率为 $\frac{2.25 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} \times 100\% = 75\%$,A 错误;

由图可知,3 min 后 CH₃OH 和 CO₂ 的浓度仍在变化,没有达到平衡状态,B 错误;10 min 时,CO₂ 的正、逆反应速率相等,反应达到化学平衡,但反应没有停止,仍在进行,C 错误;由图可知,反应开始到 10 min,消耗 CO₂ 的物质的量为 1 mol-0.25 mol=0.75 mol,则用 CO₂ 表示的反应速率为

$\frac{0.75 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 10 \text{ min}} = 0.037 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,D

正确。

9.消除大气污染物中的氮氧化物是科技工作者重要的研究课题之一,甲烷可催化还原 NO₂,其反应原理如下:

反应 I:CH₄(g)+4NO₂(g)⇌CO₂(g)+4NO(g)+2H₂O(g)

反应 II:CH₄(g)+4NO(g)⇌CO₂(g)+2N₂(g)+2H₂O(g)

向某恒温恒容密闭容器中充入适量的 CH₄ 和 NO₂,发生上述反应 I 和 II,下列情况不能说明上述反应达到平衡状态的是 ()

A.气体的总压强不随时间变化

B.气体的密度不随时间变化

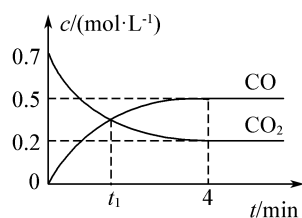
C.H₂O 的体积分数不随时间变化

D.气体的平均相对分子质量不随时间变化

B 解析:由于反应 I 中生成物的气体分子数大于反应物的气体分子数,则随着反应的进行,体系的压强增大,当压强不变时则反应处于平衡状态,故 A 正确;由于反应 I、II 中的反应物和生成物均为气体,则反应前后气体的质量不变,且反应体系的体积不变,则气体的密度始终不变,因此气体的密

度不随时间变化不能说明反应处于平衡状态,故 B 错误;H₂O 的体积分数不随时间变化,反应物和生成物的体积分数均不随时间变化,则反应处于平衡状态,故 C 正确;由于反应 I 中生成物气体分子数大于反应物气体分子数,因此随着反应的进行气体的平均相对分子质量逐渐减小,当气体的平均相对分子质量不随时间变化时,则反应处于平衡状态,故 D 正确。

10.一定条件下铁可以和 CO₂ 发生反应 Fe(s)+CO₂(g)⇌FeO(s)+CO(g) ΔH>0。一定温度下,向某密闭容器中加入足量铁粉并充入一定量的 CO₂ 气体,反应过程中 CO₂ 气体和 CO 气体的浓度与时间的关系如图所示。



(1) t₁ 时,正、逆反应速率的大小关系为 v_正 _____ (填“>”“<”或“=”)v_逆。

(2)4 min 内,CO₂ 的转化率为 _____;CO 的平均反应速率 v(CO)= _____。

(3)下列条件的改变能减慢其反应速率的是 _____ (填序号,下同)。

①降低温度

②减少铁粉的质量

③保持压强不变,充入 He 使容器的体积增大

④保持体积不变,充入 He 使体系的压强增大

(4)下列描述能说明上述反应已达平衡的是 _____。

①v(CO₂)=v(CO)

②单位时间内生成 n mol CO₂ 的同时生成 n mol CO

③容器中气体的压强不随时间而变化

④容器中气体的平均相对分子质量不随时间而变化

解析:(1)因为 t₁ 时化学反应没有达到平衡,反应仍然向正反应方向进行,所以正反应速率大于逆

反应速率,即 $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ 。(2)根据图像分析 4 min 内 CO_2 的变化量为 $0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, CO_2 的转化率为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \div 0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100\% \approx 71.4\%$; CO 在 4 min 内的变化量为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 4 min 内的平均反应速率为 $v(\text{CO}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \div 4 \text{ min} = 0.125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。(3)降低温度化学反应速率减慢,①正确;因为铁粉是固体,减少铁粉的质量不影响化学反应速率,②错误;保持压强不变,充入 He 使容器的体积增大,相当于减小反应物和生成物的浓度,化学反应速率减慢,③正确;保持体积不变,充入 He 使体系压强增大,但反应物和生成物的浓度没有变化,所以化学反应速率不变,

④错误。(4)当 $v_{\text{正}}(\text{CO}_2) = v_{\text{逆}}(\text{CO})$ 时,说明化学反应达到平衡状态,而 $v(\text{CO}_2) = v(\text{CO})$ 不代表正、逆反应速率的关系,不能由此确定化学反应是否达到平衡,①错误;单位时间内生成 $n \text{ mol CO}_2$ 的同时生成 $n \text{ mol CO}$ 说明化学反应的正、逆反应速率相等,②正确;该反应是前后气体体积相等的反应,所以改变压强,对化学平衡无影响,③错误;因为气体的平均相对分子质量与气体的质量和气体的物质的量有关,气体的物质的量不变时,容器中气体的平均相对分子质量不随时间而变化,说明化学反应达到平衡状态,④正确。

答案:(1) $>$ (2)71.4% $0.125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
(3)①③ (4)②④

迁·移·应·用

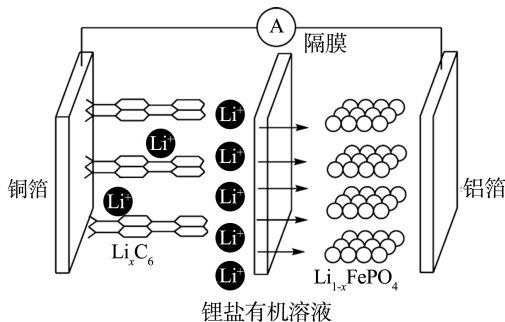
学习目标

1. 能够利用相关信息分析化学电源的工作原理,掌握构成化学电池的基本要素及电极反应式的书写方法。
2. 了解原电池原理的应用,了解化学为人类社会带来的创新和变革,培养严谨的科学态度和社会责任意识。
3. 针对典型案例,能从限度、速率、环保等角度对化学反应和化工生产条件进行综合分析。

活动一 锂离子电池

任务探究

锂离子电池是一种二次电池(充电电池),它主要依靠锂离子在正极和负极之间移动来工作。在充放电过程中, Li^+ 在两个电极之间往返嵌入和脱嵌:充电时, Li^+ 从正极脱嵌,经过电解质嵌入负极,负极处于富锂状态;放电时则相反。其中,磷酸铁锂电池是一种使用磷酸铁锂(LiFePO_4)作为正极材料、碳作为负极材料的锂离子电池。因其具有工作电压高、循环寿命长、安全性能好、自放电率小、无记忆效应等优点,而被广泛应用于电动汽车、储能系统和便携式电子设备等领域。某汽车配置磷酸铁锂“刀片电池”,进而解决磷酸铁锂电池能量密度低的问题。“刀片电池”放电时的总反应为 $\text{Li}_x\text{C}_6 + \text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4 \rightleftharpoons 6\text{C} + \text{LiFePO}_4$,工作原理如图所示。

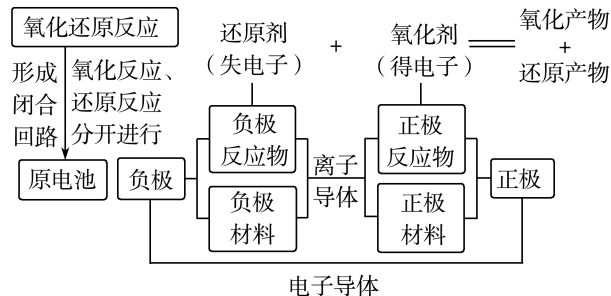


探究思考

1. 该“刀片电池”的正、负极各采用什么材料?
提示:负极:铜箔;正极:铝箔。
2. 放电时,正极的质量如何变化?
提示:正极质量增加。
3. 试写出“刀片电池”放电时,两极的电极反应。
提示:负极: $\text{Li}_x\text{C}_6 - x\text{e}^- \rightleftharpoons x\text{Li}^+ + 6\text{C}$;
正极: $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- \rightleftharpoons \text{LiFePO}_4$ 。

学习总结

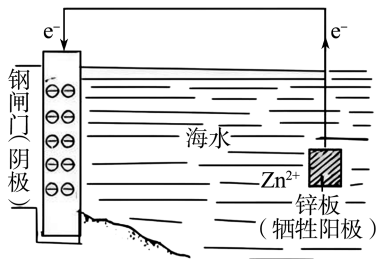
解答原电池类试题的思维流程



活动二 原电池原理的应用

任务探究

船体经常接触海水,容易受到腐蚀。为了保护船体,可以在船底附近安装一些镁合金或锌块。镁、锌比铁活泼,暴露在海水中时,它们就成为原电池的负极,不断遭受腐蚀,这样就能保护作为正极的钢铁设备,延长了船舶的使用寿命。人们把这种保护方法称为牺牲阳极法。



牺牲阳极法示意图

探究思考

1.应用牺牲阳极法保护金属时,被保护的金属应该设计成原电池的哪一极?

提示:将被保护的金属设计成原电池的正极,负极采用相对更活泼的金属。

2.应用如图所示的牺牲阳极法保护船体时,正、负极材料分别是什么?写出相应的电极反应。

提示:负极:锌,电极反应: $\text{Zn}-2\text{e}^{-}\longrightarrow\text{Zn}^{2+}$;正极:船体,电极反应: $\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}+4\text{e}^{-}\longrightarrow4\text{OH}^{-}$ 。

3.白口铁(镀锌铁)和马口铁(镀锡铁)比较,镀层被破坏后,哪个更容易被腐蚀?为什么?

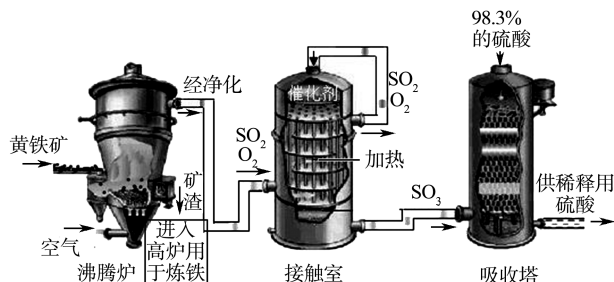
提示:马口铁更易被腐蚀。在白口铁中,因为锌比铁活泼,锌镀层被破坏后,锌作为负极,被腐蚀,从而保护了铁。而在马口铁中,锡的活动性不如铁,因此在镀层被破坏后,铁更容易失去电子,发生腐蚀。

学习总结

活动三 反应条件的选择和控制

任务探究

硫酸是重要的化工产品,在工业上有广泛的应用,目前国内主要利用黄铁矿(FeS_2)燃烧制备硫酸。工业制硫酸的主要流程如图所示:



探究思考

1.下表列出了在不同温度和压强下,接触室中反应 $2\text{SO}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ 达到平衡时 SO_2 的转化率。请分析表格,思考在实际生产中,采用的压强为常压的原因是什么。

温度/ $^{\circ}\text{C}$	不同压强下 SO_2 的转化率/%				
	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	5 MPa	10 MPa
450	97.5	98.9	99.2	99.6	99.7
550	85.6	92.9	94.9	97.7	98.3

提示:0.1 MPa(常压)下 SO_2 的转化率已经很高,若采用更大的压强, SO_2 的转化率提高得很少,且对

原电池原理的应用

(1)增大化学反应速率

一个自发进行的氧化还原反应,形成原电池时会使反应速率增大。如在 Zn 与稀硫酸反应时加入少量 CuSO_4 溶液构成原电池,反应速率增大。

(2)金属的防护

使被保护的金属制品作原电池正极而得到保护。如要保护铁质输水管道或钢铁桥梁等,可用导线将其与一块锌块相连,使锌作原电池的负极。

(3)比较金属活动性

两种金属分别作原电池的两极时,一般作负极的金属比作正极的金属活泼。

(4)设计制作化学电源

①首先将氧化还原反应分成两个半反应。

②根据原电池的反应特点,结合两个半反应找出正、负极材料和电解质溶液。

设备的要求更高,增加生产成本。

2.多余的气体为什么要再充入接触室?

提示:为了提高原料的利用率。

3.接触室中安装热交换器的目的是什么?

提示:利用反应放出的热量预热二氧化硫和氧气;冷却反应生成的三氧化硫。

4.尾气中的 SO_2 必须回收,其原因是什么?

提示: SO_2 属于污染性气体,防止污染环境。

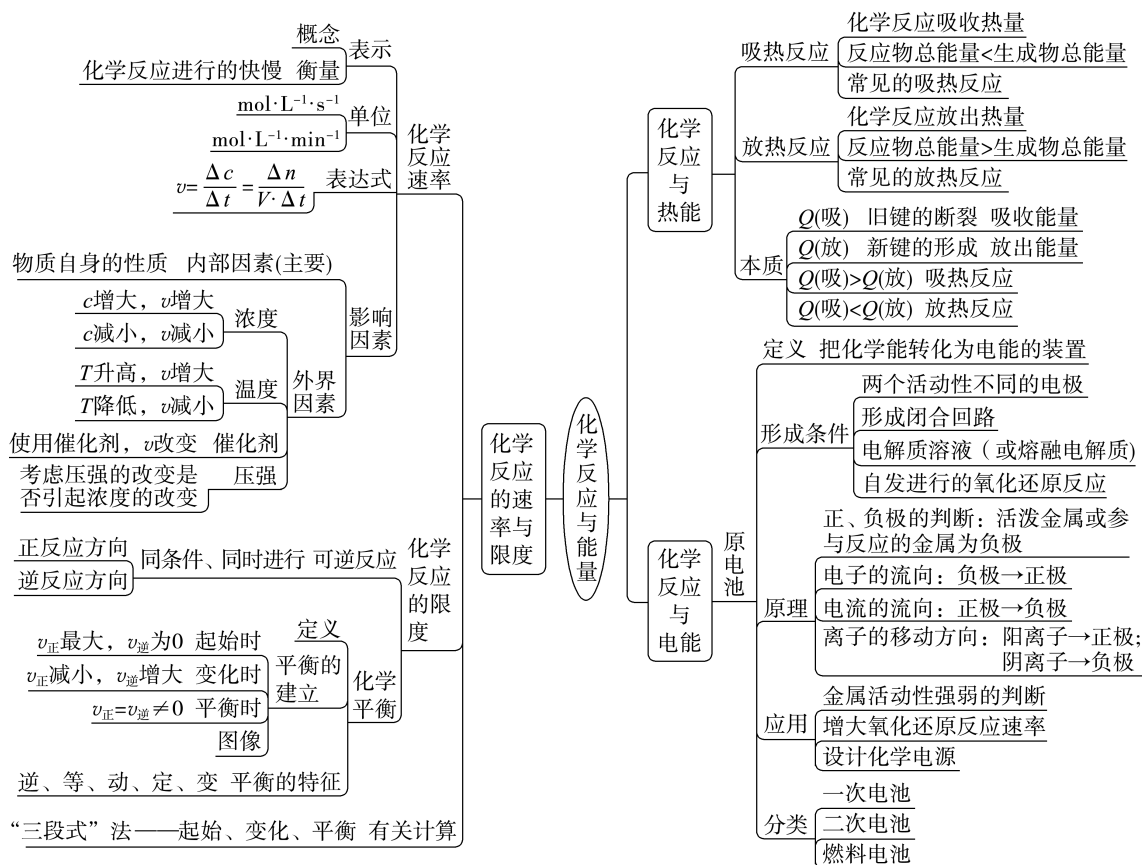
学习总结

化工生产中选择适宜条件的一般原则

条件	原则
从化学反应速率分析	既不能过快,又不能太慢
从化学平衡移动分析	既要注意外界条件对速率和平衡影响的一致性,又要注意二者影响的矛盾性
从原料的利用率分析	①增加易得廉价原料,提高难得高价原料的利用率,从而降低生产成本;②循环操作
从实际生产能力分析	如设备承受高温、高压的能力等
从环保角度分析	遵循绿色化学原则

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

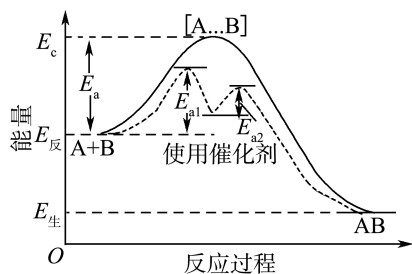
一、催化剂对化学反应的影响

初中时我们已对催化剂有所了解,如二氧化锰作为催化剂能增大过氧化氢分解释放氧气的速率。催化剂应用广泛,据统计,目前有 80% 以上的化工生产过程需要使用催化剂,比如工业合成氨中使用的铁催化剂、工业制硫酸中使用的五氧化二钒催化剂和工业制硝酸中使用的铂铑合金催化剂等,都是为人所熟知的工业催化剂。催化剂可以在较低温度下增大反应速率,从而节约能源,提高产品产量,达到高效节能的目的。

催化剂能显著改变反应速率,但不影响平衡的状态。催化理论至今还不成熟,但以下两点是公认的催化剂的特点:一是催化剂降低了化学反应的活化能,

二是催化剂有选择性。为什么催化剂能改变反应速率呢?我们以基元反应 A 与 B 发生反应生成 AB 为例探讨反应历程:

化学反应的实质是化学键的变化,断键时要吸收能量,成键时则释放能量。基元反应 A 与 B 发生反应生成 AB 的过程中,旧键将断未断、新键将成未成的瞬间,体系处于过渡状态,叫作活化态[A...B]。活化态与起始态之间的能量差 E_a 叫作活化能(如图所示),也可以说,A 和 B 反应生成 AB 的过程必须越过这个能垒,这个能垒越高,反应越难进行,反应速率越小。当有催化剂存在时会改变反应的历程,降低反应能垒,即降低反应活化能(如图所示),使反应物很快地转化为生成物,大大增大了反应速率。



对催化剂的研究还在不断进行。近年来兴起的燃料电池在工作时也需要催化剂,比如在高分子固体电解质型氢氧燃料电池中使用了铂钌合金材料作为催化剂,通过在铂的表面吸附氢分子,氢分子在吸附点分裂成原子,使电池反应能在低温下进行。但是燃料电池中存在的一氧化碳、二氧化硫、积碳等杂质都可能导致催化剂“中毒”,降低催化剂活性,所以我们在选择生产条件时还要考虑杂质、温度、浓度等对催化剂活性的影响。

[交流研讨]

1. 催化剂参与反应吗? 为什么催化剂能够增大反应速率?

2. A 与 B 反应生成 AB 的反应是放热反应还是吸热反应? 使用催化剂对该反应放出(或吸收)热量的多少有无影响?

3. 使用催化剂能否提高反应物的转化率?

二、一次性暖贴

一次性暖贴(俗称暖宝宝)为片状贴剂,是由原料层、明胶层、无纺布三部分组成的,原料层是由铁粉、蛭石、活性炭、食盐、水等组成的混合物,可在空气中氧气的作用下发生放热反应,从而达到保暖的效果。暖贴中的原料层可以在空气中氧气的作用下持续不断地释放热量 12~20 小时,这种反应过程是从一打开真空包装的时候开始的。

使用时将外包装袋撕开,取出内袋,将保护衬纸揭下,贴在需要取暖或热敷部位的内衣外侧(严禁直接接触皮肤),使用完后,从衣服上撕下即可。

[交流研讨]

1. 请简单描述一次性暖贴的工作原理。

2. 书写一次性暖贴中发生反应的方程式,包括电极反应、总反应的化学方程式和其他相关反应的化学方程式。

3. 要求一次性暖贴持续发热的时间长,在一次性暖贴的设计和使用中,是通过哪些措施达成这一目标的?

单元测试卷(二)

(考查范围:第六章 时间:90分钟 分值:100分)

一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。
每小题只有一个选项符合题目要求。

1.下列涉及原电池原理的是 ()

- A.“嫦娥五号”探测器使用的太阳能电池阵
B.“暖宝宝”中装有铁粉、活性炭、无机盐等
C.闪电时产生氮氧化物
D.含铜的铝片投入浓硫酸中放电

B 解析:太阳能电池将太阳能转化为电能,A错误;“暖宝宝”中铁与活性炭形成了原电池,增大了铁的氧化速率,从而更快地释放出热量,B正确;闪电不涉及化学能转化为电能,C错误;铝在浓硫酸中钝化,不能继续反应,不能形成原电池,D错误。

2.下列各组变化中,前者是放热反应,后者是吸热反应的是 ()

- A.生石灰溶于水;锌粒和稀硫酸反应
B.稀释浓硫酸;氯化铵和 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的反应
C.氢氧化钠和盐酸反应;二氧化碳和碳反应
D.工业煅烧石灰石;化石燃料燃烧

C 解析:生石灰溶于水生成氢氧化钙是放热反应;锌粒和稀硫酸反应生成硫酸锌和氢气是放热反应,A项错误。稀释浓硫酸放热,是物理变化,不是放热反应;氯化铵和 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的反应是吸热反应,B项错误。氢氧化钠和盐酸反应生成氯化钠和水,是放热反应;二氧化碳和碳反应生成一氧化碳是吸热反应,C项正确。工业煅烧石灰石生成氧化钙和二氧化碳,是吸热反应;化石燃料燃烧是放热反应,D项错误。

3.有a、b、c、d四个金属电极,有关的实验装置及部分实验现象如下所示:

实验装置				
部分实验现象	a极质量减小, b极质量增大	b极有气体产生, c极无变化	d极溶解, c极有气体产生	电流从a极流向d极

由此可判断这四种金属的活动性顺序是 ()

- A. $a > b > c > d$ B. $b > c > d > a$
C. $d > a > b > c$ D. $a > b > d > c$

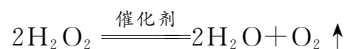
C 解析:装置一是原电池,a极质量减小,说明a极金属失电子形成离子,故a极金属比b极金属活泼;装置二没有形成原电池,由实验现象可知b比c活泼,且c位于金属活动性顺序中氢的后面;装置三和四均形成原电池,可知d比c活泼,d比a活泼。因此四种金属的活动性顺序为 $d > a > b > c$ 。

4.一定温度下,10 mL $0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{O}_2$ 溶液发生催化分解。不同时刻测得生成 O_2 的体积(已折算为标准状况)如下表。下列叙述不正确的是(溶液体积变化忽略不计) ()

t/min	0	2	4	6	8	10
$V(\text{O}_2)/\text{mL}$	0.0	9.9	17.2	22.4	26.5	29.9

- A. 0~6 min 的平均反应速率: $v(\text{H}_2\text{O}_2) \approx 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
B. 6~10 min 的平均反应速率: $v(\text{H}_2\text{O}_2) < 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
C. 反应至6 min时, $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
D. 反应至6 min时, H_2O_2 分解了50%

C 解析:10 mL 溶液中含有 H_2O_2 物质的量为 $0.01 \text{ L} \times 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.004 \text{ mol}$,6 min时,氧气的物质的量为 $0.0224 \text{ L} \div 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.001 \text{ mol}$,根据三段式法解题:



初始物质的量/mol	0.004	0	
变化物质的量/mol	0.002	0.001	
6 min 物质的量/mol	0.002	0.001	

则0~6 min 时间内, $\Delta c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.002 \text{ mol} \div 0.01 \text{ L} = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,所以 $v(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \div 6 \text{ min} \approx 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,A正确;随着反应的进行, H_2O_2 的浓度逐渐减小,又由于反应物的浓度越小,反应速率越慢,所以6~10 min 的平均反应速率小于前6 min 的平均速率,即 $< 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,B正确;6 min时, $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.002 \text{ mol} \div 0.01 \text{ L} = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C错误;6 min时, H_2O_2 的分解率为 $\frac{0.002 \text{ mol}}{0.004 \text{ mol}} \times 100\% = 50\%$,D

正确。

5. 化学能可与热能、电能等相互转化。下列表述不正确的是 ()

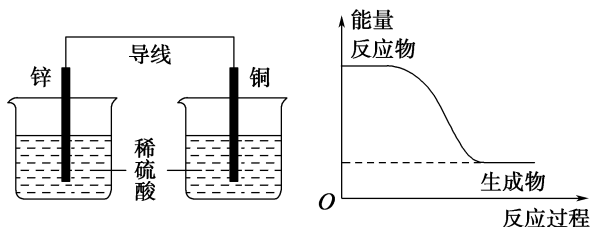


图 I

图 II

- A. 化学反应中能量变化的主要原因是化学键的断裂与形成
 B. 所有的化学反应都伴有能量变化
 C. 图 I 所示的装置能将化学能转变为电能
 D. 图 II 所示的反应为放热反应

C 解析: A 项, 化学反应中能量变化的主要原因是化学键的断裂与形成, 因为断裂旧键要吸收能量、形成新键要放出能量, 正确; B 项, 能量变化是化学反应的基本特征之一, 正确; C 项, 图 I 所示的装置不是原电池, 故不能将化学能转变为电能, 不正确; D 项, 图 II 所示的反应中, 反应物的总能量高于生成物的总能量, 故其为放热反应, 正确。

6. 中国科学院成功研发了一种新型的高性能、低成本的锂铝-石墨双离子电池。该电池放电时的总反应为 $\text{Al-Li} + \text{C}_x\text{PF}_6 \rightleftharpoons \text{Al} + x\text{C} + \text{Li}^+ + \text{PF}_6^-$ 。下列关于该电池放电时的说法正确的是 ()

- A. Al-Li 合金为负极, 发生还原反应
 B. Li^+ 向负极移动
 C. C_xPF_6 发生的电极反应为 $\text{C}_x\text{PF}_6 + \text{e}^- \rightleftharpoons x\text{C} + \text{PF}_6^-$
 D. 正极和负极的质量变化相等

C 解析: Al-Li 为合金, 两种元素的化合价均为 0 价, 在放电总反应中 Li 转化为 Li^+ , 失电子化合价升高, 发生氧化反应, A 错误; 在原电池中, 阳离子向正极移动, Li^+ 应向正极移动, B 错误; 放电总反应中 Li 转化为 Li^+ , 失电子化合价升高, Al-Li 合金为负极, C_xPF_6 为正极, 正极发生还原反应, 电极反应为 $\text{C}_x\text{PF}_6 + \text{e}^- \rightleftharpoons x\text{C} + \text{PF}_6^-$, C 正确; 每转移 1 mol 电子, 负极 1 mol Li 转化为 Li^+ , 进入电解质, 负极质量减少 7 g, 正极的电极反应为 $\text{C}_x\text{PF}_6 + \text{e}^- \rightleftharpoons x\text{C} + \text{PF}_6^-$, 1 mol PF_6^- 进入电解质, 正极质量减少 145 g, 正极和负极的质量变化不相等, D 错误。

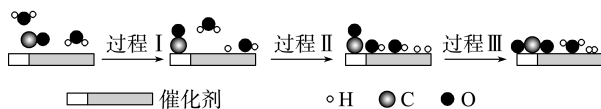
7. 用活性炭处理汽车尾气的反应为: $\text{C}(\text{s}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 。下列关于该反应的说法不正确的是 ()

- A. 该反应体现了 NO 的氧化性

- B. 降低 NO 浓度能够减慢反应速率
 C. 加入足量的活性炭可以使 NO 100% 转化
 D. 合适的催化剂可以加快反应速率

C 解析: 在反应 $\text{C}(\text{s}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 中, N 元素的化合价由 +2 价降低至 0 价, NO 被还原, 因此该反应体现了 NO 的氧化性, 故 A 正确; 减小反应物浓度, 化学反应速率将降低, 故 B 正确; 该反应为可逆反应, 因此反应物无法完全转化为生成物, 故 C 错误; 催化剂能降低化学反应的活化能, 因此合适的催化剂可以加快反应速率, 故 D 正确。

8. 我国科学家使用双功能催化剂(能吸附不同粒子)催化水煤气变换反应: $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, 反应过程示意图如图所示:

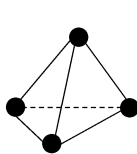


下列说法错误的是 ()

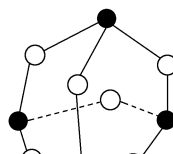
- A. 过程 I、过程 II 均为吸热过程
 B. 使用催化剂提高了该反应的反应速率
 C. 该反应中, $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的总能量高于 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 的总能量
 D. 示意图中, 起始时的 2 个 H_2O 在反应过程中并未都参与了反应

D 解析: 根据图示可知, 过程 I 和过程 II 中水分子中的 O-H 断裂, 化学键断裂吸热, 故 A 正确; 使用催化剂可以降低反应物的活化能, 从而提高反应速率, 故 B 正确; 该反应为放热反应, $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的总能量高于 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 的总能量, 故 C 正确; 从示意图中可知, 2 个 H_2O 中的 O-H 都发生断裂, 因此 2 个 H_2O 都参与了反应, 故 D 错误。

9. 化学反应可视为旧键断裂和新键形成的过程。化学键的键能是形成(或断开)1 mol 化学键时释放(或吸收)的能量。已知白磷和 P_4O_6 的分子结构如图所示, 现提供以下化学键的键能 ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$): P-P: 198; P-O: 360; O=O: 498。则 1 mol 白磷发生反应 $\text{P}_4(\text{白磷}) + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{P}_4\text{O}_6$ 的热效应为 ()



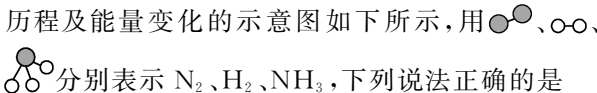
白磷

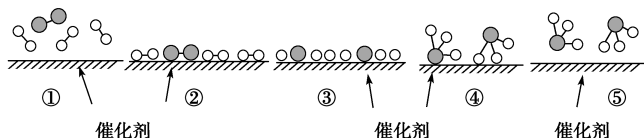
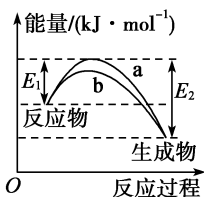
 P_4O_6

- A. 放出 1 638 kJ 的热量
 B. 吸收 1 638 kJ 的热量
 C. 放出 126 kJ 的热量

D.吸收 126 kJ 的热量

A 解析:由反应的热化学方程式知,该反应的能量变化包括 1 mol P_4 、3 mol O_2 断裂键吸收的能量和 1 mol P_4O_6 成键放出的能量。由各物质的分子结构知 1 mol P_4 含 6 mol P—P, 3 mol O_2 含 3 mol $O=O$, 1 mol P_4O_6 含 12 mol P—O, 故放出热量和吸收热量的差值为 $360 \text{ kJ} \times 12 - (198 \text{ kJ} \times 6 + 498 \text{ kJ} \times 3) = 1\,638 \text{ kJ}$, 即放出 1 638 kJ 的热量。

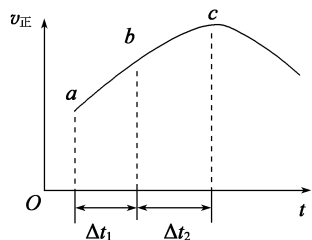
10. 用 N_2 和 H_2 在催化剂表面合成氨气, 该反应的微观历程及能量变化的示意图如下所示, 用  分别表示 N_2 、 H_2 、 NH_3 , 下列说法正确的是 ()



- A. 催化剂在吸附 N_2 、 H_2 时, 催化剂与气体之间的作用力为化学键
- B. 在该过程中, N_2 、 H_2 断键形成 N 原子和 H 原子
- C. 合成氨反应中, 反应物断键吸收的能量大于生成物形成新键释放的能量
- D. 使用催化剂, 合成氨反应放出的热量减少

B 解析:A 项, 催化剂与气体之间的作用力不是化学键, 错误; B 项, 由题图中可知, 每 3 个氢分子和 1 个氮气分子断键得到原子, 然后生成 2 个氨分子, 生成氨分子之前是氢原子和氮原子, 正确; C 项, 合成氨的反应是放热反应, 反应物断键吸收的能量小于生成物形成新键释放的能量, 错误; D 项, 催化剂不会改变反应的热效应, 即使用催化剂, 合成氨反应放出的热量不会变化, 错误。

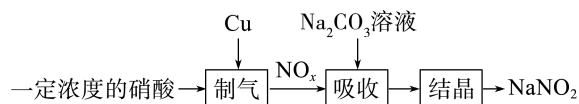
11. 向绝热恒容密闭容器中通入 SO_2 和 NO_2 , 一定条件下使反应 $SO_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) + NO(g)$ 达到平衡, 正反应速率随时间变化的示意图如图所示。由图可得出的正确结论是 ()



- A. 反应在 c 点达到平衡状态
- B. 反应物浓度: a 点小于 b 点
- C. 反应物的总能量低于生成物的总能量
- D. $\Delta t_1 = \Delta t_2$ 时, SO_2 的转化率: a~b 段小于 b~c 段

D 解析:当反应速率保持不变的时候, 反应达到平衡状态, 显然 c 点反应没有达到平衡, A 错误; 随着反应的进行, 反应物的浓度会越来越小, 故反应物浓度 a 点大于 b 点, B 错误; 如果只考虑浓度对反应速率的影响, 正反应速率应该越来越小, 但是由题图可知, a、b、c 三点速率越来越大, 这说明反应是放热的, 故反应物的总能量高于生成物的总能量, C 错误; 题图中曲线 a~b 正下方的面积代表 Δt_1 时间段内 SO_2 的转化浓度, 曲线 b~c 正下方的面积代表 Δt_2 时间段内 SO_2 的转化浓度, 显然曲线 b~c 正下方的面积大, 故 b~c 段 SO_2 的转化率大, D 正确。

12. 硝酸工业尾气中的 NO 、 NO_2 等大气污染物, 可用碱性溶液吸收处理。实验室用纯碱溶液吸收 NO_x , 并制备亚硝酸钠(原理为 $2Na_2CO_3 + NO + NO_2 + H_2O = 2NaNO_2 + 2NaHCO_3$), 流程如下图所示。下列说法不正确的是 ()



- A. 用铜粉替代铜片可加快“制气”速率
- B. 控制 NO_x 的通入速率, 可提高“吸收”效率
- C. “结晶”后的操作通常是过滤、洗涤、干燥
- D. 利用“焰色试验”可检验 $NaNO_2$ 中是否含 $NaHCO_3$

D 解析:用铜粉替代铜片可增大反应物的接触面积, 加快“制气”速率, 故 A 正确; 控制 NO_x 的通入速率, 可使气体被充分吸收, 从而提高“吸收”效率, 故 B 正确; “结晶”后得到晶体, 是从溶液中得到晶体, 其操作通常是过滤、洗涤、干燥, 故 C 正确; $NaNO_2$ 和 $NaHCO_3$ 的焰色均是黄色的, 不能利用“焰色试验”检验 $NaNO_2$ 中是否含 $NaHCO_3$, 故 D 错误。

13. 下列有关化学反应速率的说法正确的是 ()

- A. 用铁片和稀硫酸反应制取氢气时, 改用铁片和浓硫酸可以增大产生氢气的速率
- B. 100 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸与锌反应时, 加入适量的氯化钠溶液, 生成氢气的速率增大
- C. 二氧化硫的催化氧化是一个放热反应, 所以升

高温度,反应速率减小

D.汽车尾气中的 CO 和 NO 可以缓慢反应生成 N_2

和 CO_2 ,减小压强,反应速率减小

D 解析:常温下浓硫酸与铁反应发生钝化,如加热,则生成 SO_2 气体,不能增大生成氢气的速率,A 项错误;加入氯化钠溶液,氯化钠不参与反应,但溶液体积增大,浓度减小,速率减小,B 项错误;升高温度,增大活化分子百分数,反应速率增大,C 项错误;压强越小,反应速率越小,所以减小压强,反应速率减小,D 项正确。

14.电动自行车由于灵活、快捷、方便,已成为上班族的主要代步工具,其电源常采用铅酸蓄电池,反应原理为 $Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4(aq) \xrightleftharpoons[充电]{放电} 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$ 。根据此反应判断下列叙述错误的是 ()

A.放电时负极反应为 $Pb(s) + SO_4^{2-}(aq) - 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4(s)$

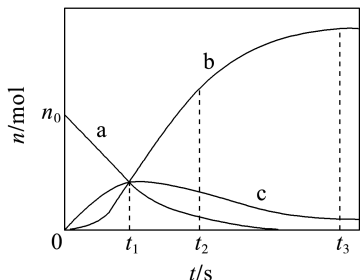
B.充电时电能转化为化学能

C.放电时,电解液的密度增大

D.充电时,电解液的 pH 减小

C 解析:根据总反应可知放电时负极铅发生失去电子的氧化反应,反应为 $Pb(s) + SO_4^{2-}(aq) - 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4(s)$,A 项正确;充电时电能转化为化学能,B 项正确;放电时消耗硫酸,生成难溶性硫酸铅和水,电解液的密度减小,C 项错误;充电时生成硫酸,氢离子的浓度增大,电解液的 pH 减小,D 项正确。

15.反应 $X \rightleftharpoons 2Z$ 经历两步:① $X \rightarrow Y$,② $Y \rightarrow 2Z$ 。反应体系中 X、Y、Z 的物质的量(n)随时间(t)变化的曲线如图所示。下列说法正确的是 ()



A.曲线 c 为 $n(Z)$ 随 t 变化的曲线

B. $0 \sim t_1$ 时间段内,反应速率 $v(X) = v(Y) = v(Z)$

C. t_2 时,Y 的消耗速率大于生成速率

D. t_3 时, $n(Z) = 2n_0 - n(Y)$

C 解析:反应 $X \rightleftharpoons 2Z$ 经历两步:① $X \rightarrow Y$;② $Y \rightarrow 2Z$,则 X 的物质的量随时间逐渐减小,Z

的物质的量随时间逐渐增大,Y 的物质的量随时间先增大后减小,X、Y、Z 分别对应曲线 a、c、b,A 错误; $0 \sim t_1$ 时间段内,X 的消耗量大于 Y 和 Z 的生成量,则 $v(X) > v(Y) = v(Z)$,B 错误; t_2 时刻,Y 的物质的量呈现下降的趋势,说明其消耗速率大于生成速率,C 正确;根据反应

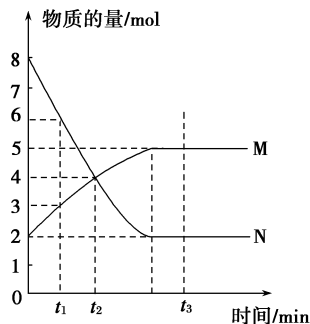
	X	\longrightarrow	Y	
初始量/mol	n_0		0	
转化量/mol	n_0		$n(Y) + \frac{n(Z)}{2}$	
t_3 时的量/mol	0		$n(Y) + \frac{n(Z)}{2}$	
		Y	\longrightarrow	$2Z$
初始量/mol	$n(Y) + \frac{n(Z)}{2}$			0
转化量/mol	$\frac{n(Z)}{2}$			$n(Z)$
t_3 时的量/mol	$n(Y)$			$n(Z)$

由图可知, t_3 时 $n(X) = 0$,则 $n_0 = n(Y) + \frac{n(Z)}{2}$,

则 $n(Z) = 2n_0 - 2n(Y)$,D 错误。

二、非选择题:本题共 4 小题,共 55 分。

得分 16.(6 分)一定温度下,在容积为 $V L$ 的密闭容器中进行反应: $aN(g) \rightleftharpoons bM(g)$,M、N 的物质的量随时间的变化曲线如图所示。请回答下列问题:



(1)此反应的化学方程式中 $\frac{a}{b} =$ _____。

(2) t_1 到 t_2 时刻,以 M 的浓度变化表示的平均反应速率为 _____。

(3)下列叙述中,能说明上述反应达到平衡状态的是 _____ (填字母序号)。

A.反应中 M 与 N 的物质的量之比为 1 : 1

B.混合气体的总质量不随时间的变化而变化

C.混合气体的总物质的量不随时间的变化而变化

- D.单位时间内每消耗 a mol N,同时生成 b mol M
 E.混合气体的压强不随时间的变化而变化
 F.N 的质量分数在混合气体中保持不变

答案:(1)2 (2) $\frac{1}{(t_2-t_1)V}$ mol · L⁻¹ · min⁻¹

(3)CEF

得分 17.(18分)为了深入探究某个化学问题,

往往需要我们依据一定的原理作出假设,并设计一定的化学实验方案。某化学兴趣小组的同学,对实验室制备氧气的若干问题进行如下探究:

[探究一]为探究影响过氧化氢溶液分解速率的某种因素,A 小组记录了如下实验数据:

实验编号	过氧化氢溶液的质量	过氧化氢溶液的浓度	MnO ₂ 的质量	相同时间内产生 O ₂ 的体积
I	50.0 g	1%	0.1 g	9 mL
II	50.0 g	2%	0.1 g	16 mL
III	50.0 g	4%	0.1 g	31 mL

(1)写出本实验中反应的化学方程式:

测量 O₂ 体积的装置是 (填字母序号)。

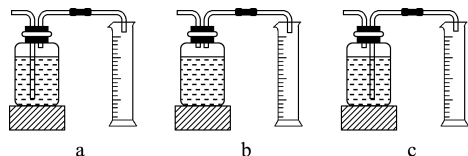


图1

(2)由实验 I、II、III 可知,影响过氧化氢溶液分解速率的因素是 。

[探究二]B 小组查阅资料得知:在过氧化氢溶液的分解反应中,氧化铜也能作催化剂。于是他们用天平称量 0.2 g 氧化铜,取 5% 过氧化氢溶液 5 mL 于试管中,进行如图 2 所示实验:

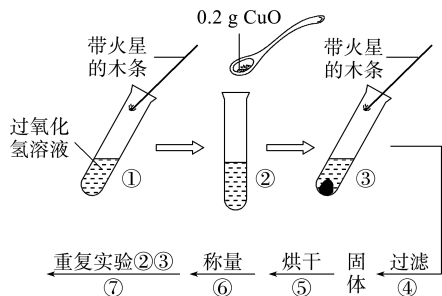


图2

(3)填表:

步骤③的现象	步骤⑥的结果	步骤⑦的现象	结论
	称得氧化铜的质量为 	将固体加入盛有过氧化氢溶液的试管中,并把带火星的木条伸入试管,观察现象	在过氧化氢溶液的分解实验中,氧化铜也能作催化剂

(4)步骤①的目的是 。

(5)步骤④需用到的仪器有铁架台(带铁圈)、烧杯、 、 。

(6)步骤⑦中应选用 的过氧化氢溶液。

(7)过氧化氢能将二氧化硫氧化,反应的离子方程式为 。

 。

解析:(1)反应是过氧化氢在二氧化锰的催化下分解生成水和氧气,用排水法测量产生气体的体积时,导管应该短进长出。(2)I、II、III 的变量是过氧化氢溶液的浓度,因此影响过氧化氢溶液分解速率的因素是过氧化氢溶液的浓度。(3)过氧化氢分解生成了 O₂,O₂ 能使带火星的木条复燃,反应前后催化剂的质量不变,因此步骤⑥称得氧化铜的质量仍然是 0.2 g。(4)在加入氧化铜之前,测试过氧化氢的分解情况,做对照组。(5)过滤需要铁架台、烧杯、漏斗、玻璃棒。(6)步骤⑦是为了检验氧化铜的化学性质有没有变化,重复②③前应该选用相同体积、相同浓度的过氧化氢溶液。(7)过氧化氢将二氧化硫氧化为硫酸,反应的离子方程式为 H₂O₂ + SO₂ = 2H⁺ + SO₄²⁻。

答案:(1)2H₂O₂ $\xrightarrow{\text{MnO}_2}$ 2H₂O + O₂ ↑ c

(2)过氧化氢溶液的浓度

(3)带火星的木条复燃 0.2 g (4)做对照实验

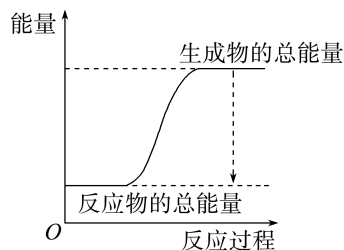
(5)漏斗 玻璃棒 (6)5 mL 5%

(7)H₂O₂ + SO₂ = 2H⁺ + SO₄²⁻

得分 18. (15分) 能源是现代社会的三大

支柱之一, 化学在提高能源的利用率和开发新能源中起到了重要的作用。

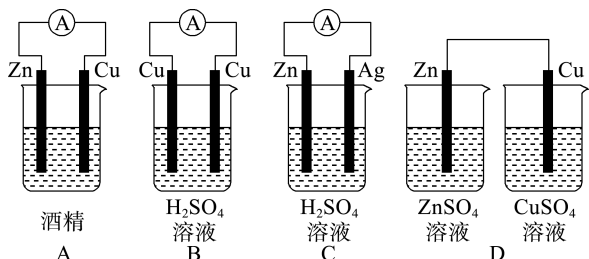
(1) 下列过程的能量变化与下图相符的是 _____ (填字母序号)。



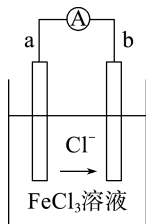
- A. 铝热反应
B. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 晶体与 NH_4Cl 晶体反应
C. 铁在氯气中燃烧

(2) 工业上冶炼铝时, 电解熔融 Al_2O_3 而不电解熔融 AlCl_3 的原因是 _____

(3) 下列装置中能够实现化学能转化为电能的是 _____ (填字母序号)。



(4) 某化学兴趣小组利用反应 $\text{Zn} + 2\text{FeCl}_3 = \text{ZnCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$, 设计了下图所示的原电池装置。

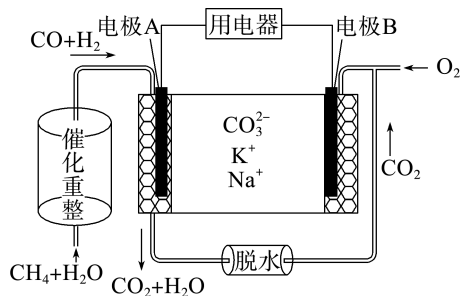


① b 电极为 _____ 极, a 电极的电极反应为 _____。

② 电路中有 0.4 mol 电子通过时, 溶液质量增加 _____ g。

(5) 科学家发明了一种以熔融碳酸盐为离子导体的新型燃料电池, 其工作原理如下图所示。电池工作时, 外电路上电子移动的方向应从电极 _____ (填“ A ”或“ B ”, 下同) 流向用电器。内电路中阳离

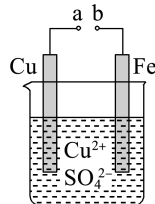
子向电极 _____ 移动。



解析: (1) 由图可知, 反应是吸热反应, 符合条件的是 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4Cl 晶体的反应。(2) AlCl_3 是共价化合物, 熔融状态下不导电, 而 Al_2O_3 是离子化合物, 熔融状态下能导电, 因此选择电解熔融 Al_2O_3 而不电解熔融 AlCl_3 。(3) A 中酒精不是电解质溶液, 不能导电; B 中没有自发进行的氧化还原反应; C 中两个电极和电解质溶液形成了闭合回路, 有自发进行的氧化还原反应, 构成了原电池; D 中没有形成闭合回路; 因此能将化学能转化为电能的是 C。(4) 由 Cl^- 的移动方向推断 b 是负极, a 是正极, 正极上 Fe^{3+} 得电子生成 Fe^{2+} : $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$, 溶液增加的质量是 Zn^{2+} 的质量, 由得失电子守恒得 $2 \text{ mol e}^- \sim 65 \text{ g Zn}^{2+}$, 因此电路中有 0.4 mol 电子通过时, 溶液质量增加 13 g。(5) 燃料电池中通入 O_2 的一极是正极, 即 B 为正极, A 为负极, 电子从 A 极流出; 阳离子向正极 (即 B 极) 移动。

答案: (1) B (2) AlCl_3 是共价化合物, 熔融状态下不导电, 而 Al_2O_3 是离子化合物, 熔融状态下能导电 (3) C (4) ① 负 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$ ② 13 (5) A B

得分 19. (16分) 某小组为研究电化学原理, 设计如图所示装置。根据原电池原理回答下列问题:



(1) 若 a 和 b 不连接, 铁片上发生的反应的离子方程式为 _____。

(2) ① 若 a 和 b 用导线连接时, _____ (填“ Cu ”或

“Fe”)作负极,负极发生的电极反应为 _____, 溶液中 SO_4^{2-} 向 _____ (填“Cu”或“Fe”)极移动。

②若起始时铁和铜的质量相等, CuSO_4 溶液的体积为 500 mL, 将 a 和 b 用导线连接。一段时间后, 铁片和铜片质量相差 1.2 g, 则导线中流过电子的物质的量为 _____ mol (不考虑其他形式能量转化)。

(3) 锂锰电池的体积小, 性能优良, 是常用的一次电池。该电池的反应原理如图所示, 其中电解质 LiClO_4 溶于混合有机溶剂中, Li^+ 通过电解质迁移到 MnO_2 晶格中, 生成 LiMnO_2 。



①电池的正极反应为 _____, 每转移 2 mol 电子, 生成 _____ g LiMnO_2 。

②不能用水代替电池中的混合有机溶剂, 原因是 _____。

③ MnO_2 可与 KOH 和 KClO_3 在高温下反应, 生成 K_2MnO_4 , 该反应的化学方程式为 _____。

解析: (1) 已知 Fe 比 Cu 活泼, a 和 b 不连接时, 发生反应 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 。(2) ①已知 Fe 比

Cu 活泼, 若 a 和 b 用导线连接时, 则 Fe 作负极, 发生氧化反应, 电极反应为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, 溶液中 SO_4^{2-} 向负极 (即铁电极) 移动。②若起始时铁和铜的质量相等, CuSO_4 溶液的体积为 500 mL, 将 a 和 b 用导线连接, 铁电极上的电极反应为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, 铜电极上的电极反应为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$, 故当电路上通过 2 mol 电子时, 铁片和铜片质量相差 $56 \text{ g} + 64 \text{ g} = 120 \text{ g}$, 则一段时间后, 铁片和铜片质量相差 1.2 g, 导线中流过电子的物质的量为 $\frac{1.2 \text{ g}}{120 \text{ g}} \times 2 \text{ mol} = 0.02 \text{ mol}$ 。(3) ①由分析可知, MnO_2 作正极, 电极反应为 $\text{MnO}_2 + \text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{LiMnO}_2$, 根据电极反应可知, 每转移 2 mol 电子, 生成 LiMnO_2 的质量为 $2 \text{ mol} \times 94 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 188 \text{ g}$ 。②金属 Li 性质活泼, 能与水反应, 故不能用水代替电池中的混合有机溶剂。③ MnO_2 可与 KOH 和 KClO_3 在高温下反应, 生成 K_2MnO_4 , 此过程 Mn 的化合价升高, 故 KClO_3 中 Cl 的化合价降低, 该反应的化学方程式为 $3\text{MnO}_2 + 6\text{KOH} + \text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答案: (1) $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$
 (2) ① $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ Fe ② 0.02
 (3) ① $\text{MnO}_2 + \text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{LiMnO}_2$ 188 ② 金属 Li 很活泼, 能与水反应 ③ $3\text{MnO}_2 + 6\text{KOH} + \text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$

期中测试卷

(考查范围: 第五章、第六章 时间: 90 分钟 分值: 100 分)

一、选择题: 本题共 15 小题, 每小题 3 分, 共 45 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 你认为下列说法无科学性错误的是 ()

- ①铅笔芯的原料是重金属铅, 儿童在使用时不可用嘴吮咬铅笔, 以免引起铅中毒
- ②二氧化硅硬度大, 故可用来生产光导纤维
- ③“汽水”浇灌植物有一定道理, 其中二氧化碳的缓释, 有利于植物的光合作用
- ④硅的提纯与应用, 促进了半导体元件的发展, 可以说“硅是信息技术革命的催化剂”
- ⑤碳酸钡可作 X 光透视肠胃的药剂

⑥富勒烯、石墨烯、碳纳米管都是碳元素的单质, 属于新型无机非金属材料

- A. ①③⑥
- B. ③④⑥
- C. ①④
- D. ②③⑤

B 解析: ①铅笔芯的原料是石墨, 故错误; ②二氧化硅具有良好的导光性, 故可用来生产光导纤维, 故错误; ③“汽水”浇灌植物有一定道理, 其中二氧化碳的缓释, 有利于植物的光合作用, 故正确; ④硅的提纯与应用, 促进了半导体元件与集成电路的发展, 可以说“硅是信息技术革命的催化剂”, 故正确; ⑤碳酸钡溶于胃酸 (主要成分为盐酸) 产生有毒的

氯化钡,不能作X光透视肠胃的药剂,故错误;⑥富勒烯、石墨烯、碳纳米管都属于碳纳米材料,是一类新型无机非金属材料,故正确。

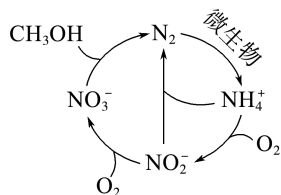
- 2.葡萄酒是以葡萄为原料酿造的一种果酒,它能增强人体新陈代谢,促进血液循环。如图是某品牌葡萄酒的部分说明,我们可以看到其中添加有二氧化硫。下列说法正确的是 ()

原料与辅料:葡萄汁、二氧化硫
 贮存条件:请放置阴凉干燥处
 酒精度:13% vol
 产品类型:干型
 净含量:750 毫升

- A. SO_2 属于非法添加剂,不该添加到葡萄酒中
 B. SO_2 具有还原性,适量的 SO_2 可防止葡萄酒氧化变质
 C. SO_2 具有还原性,故不能用浓硫酸干燥 SO_2
 D. SO_2 使酸性 KMnO_4 溶液和品红溶液褪色的原理相同

B 解析: SO_2 有还原性,适量的 SO_2 可防止葡萄酒中的一些成分被氧化,可作为添加剂,A项错误,B项正确; SO_2 中 S 为 +4 价,硫酸中 S 为 +6 价,为相邻价态,二者不会发生氧化还原反应, SO_2 可用浓硫酸干燥,C项错误;二氧化硫能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,是因为二氧化硫具有还原性,能与酸性 KMnO_4 溶液发生氧化还原反应,二氧化硫能使品红溶液褪色,是因为二氧化硫具有漂白性,能与某些有色物质生成不稳定的无色物质,D项错误。

3. 科学研究人员提出在有机碳源和微生物的作用下,可以实现大气中的氮循环(如图所示),减少环境污染。下列说法正确的是 ()



- A. NH_4^+ 转化成 NO_2^- 属于氮的固定
 B. 图中含氮物质中氮元素的化合价共有三种
 C. NO_3^- 与 CH_3OH 反应过程中 NO_3^- 被氧化
 D. NO_2^- 与 NH_4^+ 反应的离子方程式为 $\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

D 解析: 氮的固定是指将大气中游离态的氮转化为氮的化合物的过程,则 NH_4^+ 转化成 NO_2^- 不属于氮的固定,A项错误; N_2 中 N 元素显 0 价, NH_4^+ 中 N 元素显 -3 价, NO_2^- 中 N 元素显 +3 价, NO_3^- 中 N 元素显 +5 价,B项错误;由图可知, NO_3^- 被 CH_3OH 还原为 N_2 , NO_2^- 与 NH_4^+ 反应产生 N_2 ,同时有 H_2O 生成,反应的离子方程式为 $\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,C项错误,D项正确。

4. 我国“嫦娥五号”探测器带回 1.731 kg 的月球土壤,经分析发现其构成与地球土壤类似。月球的矿产资源极为丰富,仅月球表层 5 cm 厚的沙土中就含有上亿吨铁,月球上的主要矿物有辉石(含 $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$)、斜长石(含 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)和橄榄石(含 Fe_2SiO_4)等。下列说法或分析不正确的是 ()
- A. 辉石、斜长石及橄榄石均属于硅酸盐矿物
 B. 斜长石的成分 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 用氧化物形式可表示为 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$
 C. 月球表层沙土中有大量游离态铁可能是因为月球的表面几乎没有氧气
 D. 橄榄石的成分 Fe_2SiO_4 中铁元素为 +2 价

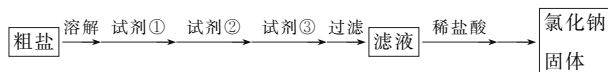
B 解析: 辉石、斜长石和橄榄石均属于硅酸盐矿物,A项正确; $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 中 Na、Si 原子个数比为 1:3,而 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ 中 Na、Si 原子个数比为 2:3,B项错误;月球上有大量游离态铁是因为月球上没有氧化金属铁的物质或者条件,可推测月球的表面几乎没有氧气,C项正确; Fe_2SiO_4 中,硅元素化合价是 +4 价,氧元素化合价是 -2 价,则铁元素化合价是 +2 价,D项正确。

5. 利用如图所示的装置进行下列实验,能得出相应实验结论的是 ()

选项	试剂 a	试剂 b	试剂 c	实验结论	装置
A	稀盐酸	NaHCO_3	Na_2SiO_3 溶液	非金属性: $\text{C} > \text{Si}$	
B	浓盐酸	KMnO_4	石蕊溶液	Cl_2 具有漂白性	
C	稀硫酸	Na_2CO_3	饱和 Na_2CO_3 溶液	溶解度: $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$	
D	浓硫酸	铜片	酸性 KMnO_4 溶液	SO_2 具有还原性	

C 解析:挥发的氯化氢也会和硅酸钠溶液反应生成硅酸沉淀,干扰实验,不能证明非金属性: $C > Si$, A 错误;浓盐酸与酸性 $KMnO_4$ 溶液发生氧化还原反应产生 Cl_2 ,将产生的 Cl_2 通入紫色石蕊溶液中,看到溶液褪色,这是因为 Cl_2 与水反应产生的 $HClO$ 具有强氧化性,会将石蕊溶液氧化为无色,不能证明 Cl_2 具有漂白性, B 错误;将稀硫酸加入 Na_2CO_3 溶液中发生反应生成 CO_2 气体,将产生的 CO_2 气体通入饱和 Na_2CO_3 溶液中,生成溶解度较小的 $NaHCO_3$,溶液中析出晶体,可以证明物质的溶解度: $Na_2CO_3 > NaHCO_3$, C 正确;铜和浓硫酸需要加热才能反应, D 错误。

6.某同学通过如下流程除去粗盐中的杂质 $CaCl_2$ 、 $MgCl_2$ 和 Na_2SO_4 :



下列有关说法不正确的是 ()

- A.除去 Mg^{2+} 的化学方程式为 $MgCl_2 + 2NaOH \longrightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$
- B.试剂①一定不是 Na_2CO_3 溶液
- C.检验 SO_4^{2-} 是否除净:取少量滤液,加稀盐酸酸化,再加 $BaCl_2$ 溶液
- D.滤液中加稀盐酸时只发生反应: $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

D 解析:粗盐中的杂质离子为 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} ,可分别用过量的 Na_2CO_3 溶液、 $NaOH$ 溶液、 $BaCl_2$ 溶液将其转化为沉淀, A 项正确;多余的 Ba^{2+} 可用 Na_2CO_3 除去,故 Na_2CO_3 溶液需在加入 $BaCl_2$ 溶液之后加入, B 项正确;检验 SO_4^{2-} 时,先加稀盐酸酸化,再加 $BaCl_2$ 溶液,观察是否有白色沉淀产生, C 项正确;多余的 CO_3^{2-} 、 OH^- 可用稀盐酸除去,即滤液中加稀盐酸时发生反应: $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$ 、 $Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$, D 项错误。

- 7.自热食品是将水倒在发热包上,发热包遇水自动放热,从而加热食物。发热包的主要成分是生石灰、铁粉、焦炭粉、碳酸钠、焙烧硅藻土等,遇水时铁粉、焦炭粉会形成许多微小的铁碳原电池。下列说法不正确的是 ()
- A.生石灰和水反应生成熟石灰放出热量
- B.发热包遇水最终有碳酸钙和氢氧化钙生成
- C.遇水放热过程中形成了许多微小的铁碳原电池,其中碳作负极

D.铁碳原电池的正极反应为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

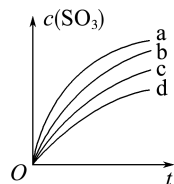
C 解析:生石灰和水反应生成熟石灰属于放热反应,反应过程中放出热量,故 A 正确;发热包遇水最终有碳酸钙和氢氧化钙生成: $Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + 2NaOH$,故 B 正确;遇水放热过程中形成了许多微小的铁碳原电池,其中碳作正极,故 C 错误;铁碳原电池铁作为负极,碳作为正极,正极反应为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$,负极反应为 $2Fe - 4e^- \longrightarrow 2Fe^{2+}$,故 D 正确。

- 8.鱼雷是一种水中兵器,鱼雷采用 $Al-Ag_2O$ 动力电池,以溶有氢氧化钾的流动海水为电解质溶液,电池总反应为 $2Al + 3Ag_2O + 2KOH + 3H_2O \longrightarrow 6Ag + 2K[Al(OH)_4]$,下列说法错误的是 ()
- A. Ag_2O 为电池的正极
- B. Al 在电池反应中被氧化
- C.电子由 Ag_2O 极经外电路流向 Al 极
- D.溶液中的 OH^- 向 Al 极迁移

C 解析:根据电池总反应可知,铝元素的化合价升高,失去电子,即 Al 作电池的负极,则 Ag_2O 作电池的正极,故 A 正确;根据电池总反应, Al 元素的化合价升高,被氧化,故 B 正确;根据原电池工作原理,外电路电子从负极流向正极,即由 Al 极流向 Ag_2O 极,故 C 错误;根据原电池工作原理,阳离子移向正极,阴离子移向负极,即 OH^- 向 Al 极迁移,故 D 正确。

- 9.向四个体积相同的恒容密闭容器中分别充入 SO_2 和 O_2 ,不同条件下开始进行反应(如表所示),平衡前测得生成 SO_3 的浓度随时间的变化情况如图所示,则曲线 b 对应的实验组别是 ()

组别	温度	反应物用量	其他
A	500 °C	10 mol SO_2 和 10 mol O_2	—
B	500 °C	10 mol SO_2 和 10 mol O_2	加入 V_2O_5
C	450 °C	8 mol SO_2 和 5 mol O_2	—
D	500 °C	8 mol SO_2 和 5 mol O_2	—



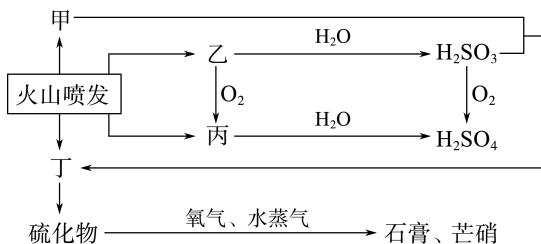
A 解析:由图可知,反应速率: $a > b > c > d$ 。根据表中信息判断, A、B 组中反应相比较,其他条件相同, B 组中反应使用了催化剂,故反应速率: $B > A$;

C、D组中反应相比较,其他条件相同,D组中反应温度较高,故反应速率: $D>C$;A、D组中反应相比较,其他条件相同,A组中反应物的浓度较大,故反应速率: $A>D$ 。综上所述,反应速率由大到小的顺序为 $B>A>D>C$,曲线b对应的实验组别是A。

10. 化学家经过长期的研究发现,高炉中反应 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ 是可逆反应。一定温度下,在一体积恒定的密闭容器中发生上述反应,下列情况能说明反应达到平衡的是 ()
- A. 气体的平均摩尔质量不变
B. 容器内气体压强不变
C. $n(\text{CO}) = n(\text{CO}_2)$
D. $v(\text{CO}) = v(\text{CO}_2)$

A 解析: 气体的平均摩尔质量 = 气体的总质量 / 气体的总物质的量,该反应前后气体总物质的量不变,随着反应的进行,气体的总质量逐渐增大,平均摩尔质量逐渐增大,反应达到平衡时气体的总质量不变,平均摩尔质量不变,则气体的平均摩尔质量不变能说明该反应达到平衡,A项符合题意;该反应前后气体分子数不变,温度一定,容器体积恒定,则容器内气体压强始终不变,即容器内气体压强不变不能说明该反应达到平衡,B项不符合题意; $n(\text{CO}) = n(\text{CO}_2)$ 不能说明两种气体的浓度不再发生变化,即不能说明该反应达到平衡,C项不符合题意;无论反应是否达到平衡,相同时间内 $v(\text{CO})$ 均等于 $v(\text{CO}_2)$,D项不符合题意。

11. 如图为含硫物质的转化示意图。常温常压下,甲、乙均为气体,丙为液体,丁为固体。下列关于甲、乙、丙、丁的判断不正确的是 ()



- A. 甲与乙反应时,甲表现出还原性
B. 乙、丙均为酸性氧化物
C. 乙使品红溶液和溴水褪色的原理相同
D. 丁为黄色固体

C 解析: 根据题意可推知,甲、乙、丙、丁分别为 H_2S 、 SO_2 、 SO_3 、 S 。 H_2S 和 SO_2 反应生成 S 和 H_2O , H_2S 中 S 元素化合价升高,被氧化, H_2S 表现出还原性,A项正确; SO_2 、 SO_3 均能与碱反应生成盐和水,均为酸性氧化物,B项正确; SO_2 有漂

白性,能使品红溶液褪色, SO_2 有还原性,能与溴水发生氧化还原反应而使溴水褪色,原理不同,C项错误;单质 S 为黄色固体,D项正确。

12. 采用高分子除氯剂对含氯 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的污水中的 Cl^- 进行模拟吸附,结果如图所示。下列有关说法正确的是 ()

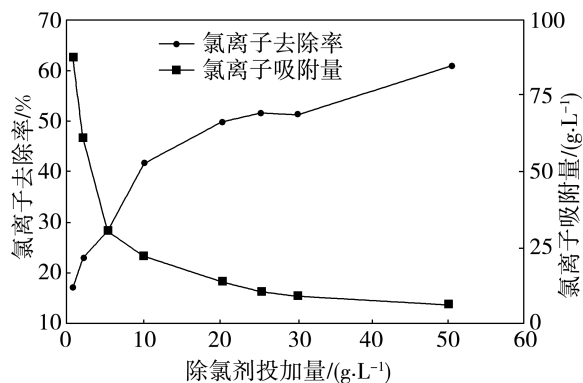


图1 除氯剂投加量对氯离子去除效果的影响

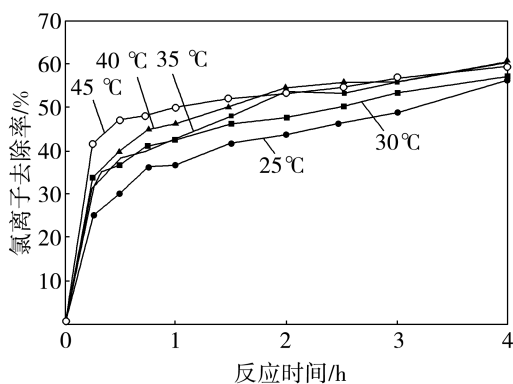


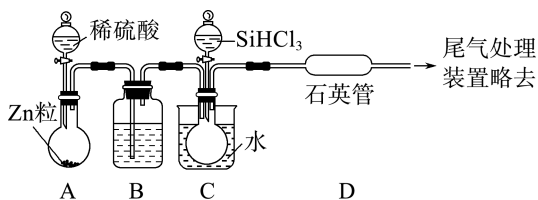
图2 不同反应温度和反应时间下除氯剂对氯离子去除效果的影响

- A. 随着除氯剂投加量的增加,氯离子吸附量逐渐增加
B. 同一污水连续投加 $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 除氯剂进行两次实验,前后两次的氯离子去除率相同
C. 吸附时间达 4 小时,氯离子去除率受温度影响不大
D. 从经济上考虑,工业上吸附除氯最适宜的温度是 $45 \text{ }^\circ\text{C}$

C 解析: 由图 1 可知,随着除氯剂投加量的增加,氯离子吸附量逐渐减小,故 A 错误;由图 1 曲线趋势可以看出,对同一污水连续投加 $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 除氯剂进行两次实验,前后两次的氯离子去除率不相同,故 B 错误;由图 2 可以看出,吸附时间达到 4 h 时,曲线趋于水平,即氯离子去除率受温度影响不大,故 C 正确;从经济上考虑,工业吸附除氯最适宜的温度是 $40 \text{ }^\circ\text{C}$,在该温度下,当吸附时间达到

4 h时,氯离子去除率较大且大于 45 °C 时的氯离子去除率,并且去除氯离子的速率较快,相比与 45 °C 更能节约成本,故 D 错误。

- 13.用 SiHCl_3 与过量 H_2 在 1 100 °C 反应制备高纯硅的装置如图所示(加热及夹持装置均略去)。

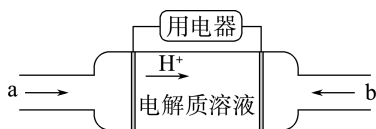


已知: SiHCl_3 遇 H_2O 剧烈反应,在空气中易自燃。下列说法错误的是 ()

- A.装置 B 中的试剂是浓硫酸
- B.实验时需先打开装置 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 SiHCl_3 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

B 解析: SiHCl_3 遇 H_2O 剧烈反应,所以 H_2 应干燥,故装置 B 中的试剂是浓硫酸, A 项正确; SiHCl_3 在空气中易自燃,实验前应排尽装置内的空气,所以应先通 H_2 一段时间,后打开装置 C 中分液漏斗的旋塞, B 项错误; 常温常压下 SiHCl_3 呈液态,需转化为气态进入石英管中与 H_2 反应,所以装置 C 中的烧瓶需要加热, C 项正确; 制备高纯硅时,反应温度为 1 100 °C,装置 D 不能采用普通玻璃管,否则会软化, D 项正确。

- 14.凭借清洁、储量大、能量转化率高等优势,氢能被现代工业视为最理想、潜力最大的新能源。氢能汽车为新型“环保”汽车,氢氧燃料电池是氢能汽车的“心脏”,某种氢氧燃料电池的结构如图所示,下列说法正确的是 ()

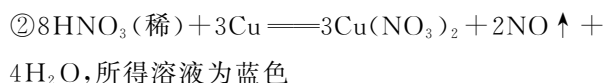
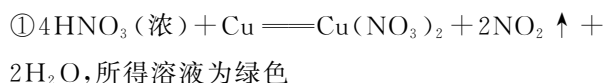


- A.通入的 a 是氧气
- B.右侧电极上的电极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \text{---} 2\text{H}_2\text{O}$
- C.每消耗 11.2 L 氢气,理论上电路中通过的电子数目为 6.02×10^{23}
- D.燃料电池的能量转化率可达到 100%

B 解析: 氢氧燃料电池中, O_2 在正极上被还原, H_2 在负极上被氧化,由 H^+ 的移动方向可知,该氢

氧燃料电池左侧电极为负极,右侧电极为正极,则通入的 a 是氢气,通入的 b 是氧气, A 项错误; 右侧电极为正极,正极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \text{---} 2\text{H}_2\text{O}$, B 项正确; 负极反应为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- \text{---} 2\text{H}^+$, 每消耗 0.5 mol H_2 ,理论上电路中通过 1 mol 电子,但题中没有指明 11.2 L 氢气所处的状况,不能用“ $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”计算 11.2 L 氢气的物质的量, C 项错误; 燃料电池工作时,只有一部分化学能转化为电能,所以能量转化率不可能达到 100%, D 项错误。

- 15.用体积相同的 15 mol · L⁻¹ HNO_3 溶液、4 mol · L⁻¹ HNO_3 溶液分别将两份等质量的铜片完全溶解,发生如下反应:



用注射器分别取①、②中的少量溶液,夹上弹簧夹后,向外拉动注射器活塞,现象如下:

I		①中液面上方呈红棕色……
II		②中无明显变化

下列分析正确的是 ()

- A.①中产生 NO_2 , ②中产生 NO , 说明氧化性: 稀硝酸 > 浓硝酸
- B.溶解等量的 Cu, 作氧化剂的 $\text{HNO}_3(\text{浓})$ 的物质的量大于作氧化剂的 $\text{HNO}_3(\text{稀})$ 的物质的量
- C. I 中溶液上方呈红棕色是因为发生反应 $2\text{NO} + \text{O}_2 \text{---} 2\text{NO}_2$
- D.①和②所得溶液颜色不同,是因为铜离子浓度不同

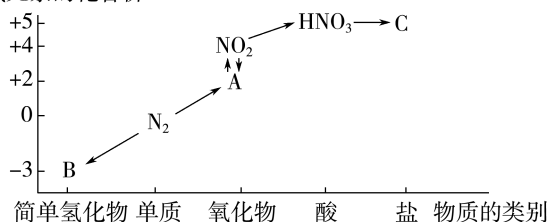
B 解析: ①中产生 NO_2 , ②中产生 NO , 说明浓硝酸的得电子能力强,氧化性: 稀硝酸 < 浓硝酸, 故 A 错误; 由反应可知, 1 mol Cu 消耗的硝酸(浓)为 4 mol, 消耗的硝酸(稀)为 $\frac{8}{3}$ mol, 由此可知溶解等量的铜消耗的浓硝酸更多, 故 B 正确; I 中溶液溶有二氧化氮, 当抽动针筒时压强减小, 二氧化氮从溶液中逸出, 从而出现红棕色, 而不是 NO 与氧气反应的结果, 故 C 错误; 用体积相同的 15 mol · L⁻¹ HNO_3 溶液、4 mol · L⁻¹ HNO_3 溶液分别将两

份等质量的铜片完全溶解,铜离子浓度是相同的,①和②所得溶液颜色不同的原因可能是二氧化氮溶于水,故D错误。

二、非选择题:本题共4小题,共55分。

得分 16.(14分)部分含氮物质及所含氮元素的化合价如图所示,试回答下列问题:

氮元素的化合价



(1)写出A、B的化学式:A _____, B _____。

(2)请写出N₂的一种用途: _____;从N元素的化合价分析,N₂具有氧化性和还原性,请举一例说明N₂具有氧化性: _____

(用化学方程式表示)。

(3)HNO₃与图中的物质C常用于检验Cl⁻的存在,则C的化学式为 _____。

(4)液态的B可用作某些行业的制冷剂。下列关于B的说法错误的是 _____ (填字母序号,下同)。

A.极易溶于水 B.能使湿润的蓝色石蕊试纸变红

C.可用于工业制硝酸 D.可用于生产氮肥

(5)含-3价氮元素的物质可以是B,也可以是铵盐。只用一种试剂,将NH₄Cl、(NH₄)₂CO₃、Na₂CO₃、NaCl这4种盐的溶液区分开(可加热),这种试剂可以是 _____。

A.NaOH溶液 B.AgNO₃溶液

C.CaCl₂溶液 D.Ca(OH)₂溶液

解析:(1)由图可知,A为NO,B为NH₃。(2)通常情况下N₂的化学性质很稳定,可作保护气。(3)实验室中常利用硝酸酸化的AgNO₃溶液检验Cl⁻。(4)常温常压下氨是一种极易溶于水的气体,A项正确;氨的水溶液显弱碱性,则氨气能使湿润的红色石蕊试纸变蓝,B项错误;NH₃具有还原性,在加热和有催化剂的条件下,能被氧气氧化生成一氧化氮和水,氨的催化氧化是工业制硝酸的基础,C项正确;氨可与酸反应生成铵盐,则氨可用于生产氮肥,D项正确。(5)加热时氢氧化钠溶液能与碳酸铵溶液或氯化铵溶液反应产生有刺激性气味的气体,氢氧化钠溶液与碳酸钠溶液或氯化钠溶液混合

均无明显现象,无法区分,A项不符合题意;硝酸银溶液与这四种溶液混合均会产生沉淀,无法区分,B项不符合题意;氯化钙溶液能与碳酸铵溶液或碳酸钠溶液反应产生白色沉淀,氯化钙溶液与氯化铵溶液或氯化钠溶液混合均无明显现象,无法区分,C项不符合题意;加热时氢氧化钙溶液与氯化铵溶液反应产生有刺激性气味的气体,加热时氢氧化钙溶液与碳酸铵溶液反应产生白色沉淀和有刺激性气味的气体,氢氧化钙溶液与碳酸钠溶液反应产生白色沉淀,氢氧化钙溶液与氯化钠溶液混合无明显现象,可以区分,D项符合题意。

答案:(1)NO NH₃

(2)作保护气
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$$
 (或 $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$)

(3)AgNO₃ (4)B (5)D

得分 17.(16分)SO₂和NO_x是主要的大气污染物,探究其性质具有重要意义。请回答:

I.某小组认为一定条件下,用NH₃与NO₂反应转化为无污染物质可进行汽车尾气无害化处理。

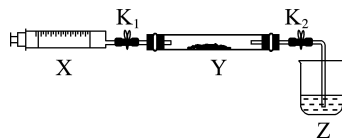
(1)氨气的制备

①实验室用固体物质制氨气的化学方程式为 _____。

②收集纯净、干燥的氨气,可以选择的干燥剂为 _____ (填字母序号)。

A.碱石灰 B.无水CaCl₂ C.浓硫酸

(2)氨气与二氧化氮的反应(反应装置如图所示,部分装置已省略)



已知: $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。

①在硬质玻璃管Y中加入少量催化剂,将NO₂气体注入Y中,Z中应盛装 _____。

②打开K₁,将注射器X中的NH₃缓慢注入Y中,在一定温度下Y中发生反应的化学方程式为 _____。

③将注射器活塞退回原处并固定,待装置恢复到室温,再打开K₂,Z中液体被倒吸入Y中,原因可能是 _____。

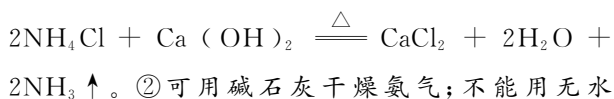
II.该小组继续研究SO₂的性质,探究SO₂能否与

Na₂O₂ 发生氧化还原反应。

(3)用铜丝和浓硫酸反应制备 SO₂ 的化学方程式为 _____。

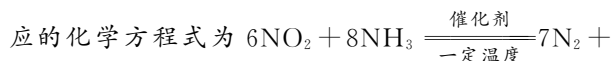
(4)利用(2)中装置,将 Y 中的试剂更换为少量 Na₂O₂,将注射器 X 中气体更换为 SO₂,缓慢推入 Y 中,观察到 Y 中 _____ (填实验现象),说明二者发生了反应;设计方案检验生成的物质中含有 SO₄²⁻: _____。

解析: I. (1)①实验室用加热氯化铵和氢氧化钙的固体混合物的方法制氨气,反应的化学方程式为



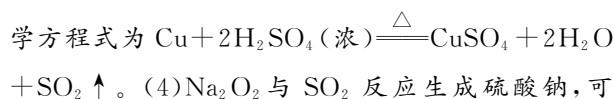
②可用碱石灰干燥氨气;不能用无水 CaCl₂ 干燥氨气;浓硫酸能吸收混合在氨气中的水蒸气,也能与氨气发生反应,因此不能用浓硫酸干燥氨气。

(2)①Z 中应盛装 NaOH 溶液,用于吸收未反应的二氧化氮或 NH₃,防止污染大气。②氨气与二氧化氮发生氧化还原反应生成氮气与水,反应的化学方程式为



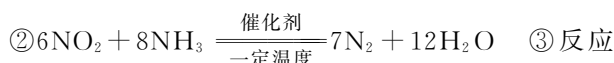
③反应后气体分子数减少,Y 中压强小于外界压强,因此 Z 中液体被倒吸入 Y 中。

II. (3)铜丝和浓硫酸共热生成 SO₂、硫酸铜和水,反应的化学方程式为



(4)Na₂O₂ 与 SO₂ 反应生成硫酸钠,可观察到 Y 中淡黄色粉末变成白色;检验生成的物质中含有 SO₄²⁻ 的方法是取少量白色固体溶于水,加入少量稀盐酸,再加入 BaCl₂ 溶液,有白色沉淀生成,说明生成的物质中含有 SO₄²⁻。

答案: I. (1)① $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \uparrow$ ② A (2)① NaOH 溶液



后气体分子数减少,Y 中压强小于外界压强 II. (3)Cu

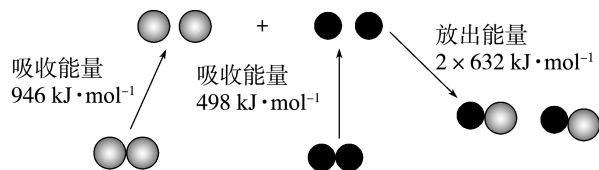


少量稀盐酸,再加入 BaCl₂ 溶液,有白色沉淀生成

得分 18. (13 分)燃油车排放的尾气中含有大量的氮氧化物,对人体健康和环境产生严重的

危害。

(1)汽车尾气中生成 NO 过程的能量变化如下图所示。1 mol N₂ 和 1 mol O₂ 完全反应生成 NO _____ (填“吸收”或“放出”)的能量为 _____。

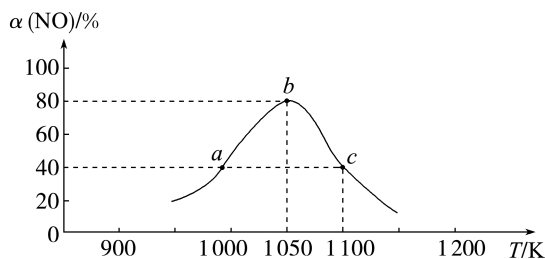


1 mol N₂(g)和1 mol O₂(g)反应生成2 mol NO(g)过程的能量变化

(2)某课题小组利用活性炭对 NO 进行吸附: $\text{C}(\text{s}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$, 向恒压密闭容器中加入足量活性炭和一定量 NO 气体,能说明该反应已达到平衡状态的是 _____ (填字母序号)。

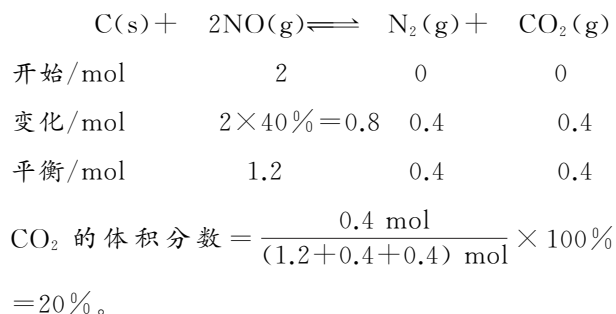
- A. 体系的压强不再变化
- B. $2v_{\text{正}}(\text{NO}) = v_{\text{逆}}(\text{N}_2)$
- C. 混合气体的平均相对分子质量不变
- D. 体系中活性炭的质量不再变化

(3)在上述实验条件下,反应相同时间,测得 NO 的转化率随温度的变化曲线如下图所示,1 050 K 前,NO 的转化率随温度升高而增大的原因是 _____。



(4)在上述实验条件下,1 100 K 时,平衡时 CO₂ 的体积分数是 _____。

解析: (1)1 mol N₂ 和 1 mol O₂ 完全反应生成 NO,反应吸收的能量为 $(946 + 498 - 2 \times 632) \text{ kJ} = 180 \text{ kJ}$ 。(2)该反应是气体体积不变的反应,体系的压强不再变化,不能判断反应是否达到平衡,故 A 错误; $v_{\text{正}}(\text{NO}) = 2v_{\text{逆}}(\text{N}_2)$ 时才说明反应达到平衡,故 B 错误;气体的质量不变时,混合气体的平均相对分子质量不变,说明反应达到平衡,故 C 正确;体系中活性炭的质量不再变化,气体的质量不变,说明反应达到平衡,故 D 正确。(3)1 050 K 前,反应未达到平衡状态,随着温度升高,反应速率增大,相同时间内,NO 的转化率增大。(4)在 1 100 K 时,NO 的转化率为 40%,设通入 2 mol NO,反应的三段式为



答案:(1) 吸收 180 kJ (2) CD

(3) 反应未达到平衡状态, 升高温度, 反应速率增大, 相同时间内 NO 的转化率增大

(4) 20%

得分 19. (12 分) CH_4 、 CH_3OH 既是重要的化工

原料, 又是未来重要的能源物质。请回答下列问题:

(1) 将 1.0 mol CH_4 和 2.0 mol $\text{H}_2\text{O(g)}$ 通入容积为 2 L 的恒容密闭反应室中, 在一定条件下发生反应: $\text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)}$, 测得反应在 5 min 时达到平衡, CH_4 的转化率为 40%。则 0~5 min 内, 用 H_2O 表示该反应的平均反应速率为_____。

(2) 一定条件下, 将 1.0 mol CH_4 与 2.0 mol $\text{H}_2\text{O(g)}$ 通入密闭容器中发生反应: $\text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$, 其他条件不变时, 下列措施可以提高化学反应速率的是_____ (填字母序号, 下同)。

A. 恒容条件下通入 He

B. 增大容器体积

C. 升高温度

D. 通入更多的 $\text{H}_2\text{O(g)}$

(3) 在恒容条件下进行反应: $\text{CO}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$, 则下列实验事实可以作为判断该反应达到平衡状态标志的是_____。

A. 相同时间内消耗 1 mol CO_2 的同时生成 1 mol CH_3OH

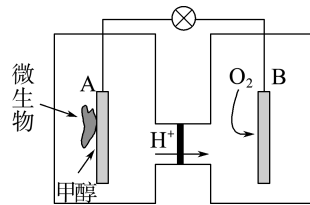
B. 容器内压强保持不变

C. 混合气体的密度保持不变

D. $\text{CH}_3\text{OH(g)}$ 的浓度保持不变

(4) 微生物燃料电池是一种利用微生物将化学能直接转化成电能的装置。如图是某种甲醇微生物燃

料电池的工作原理示意图:



①该装置中外电路电子的流动方向为_____ (填“从 A 到 B”或“从 B 到 A”)。

②放电结束后, B 极室溶液中 $n(\text{H}^+)$ 与电池工作前相比_____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

③A 电极的电极反应为_____。

解析:(1) 根据物质的化学反应速率之比等于对应的化学计量数之比可知, 0~5 min 内, $v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{CH}_4) = \frac{40\% \times 1.0 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 5 \text{ min}} = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(2) 升高温度、增大反应物浓度、使用催化剂等均能加快化学反应速率。A 项, 恒容条件下通入 He, 反应物浓度不变, 化学反应速率不变; B 项, 增大容器体积, 反应物浓度减小, 化学反应速率减小; C 项, 升高温度能加快反应速率; D 项, 通入更多的 $\text{H}_2\text{O(g)}$, 增大反应物浓度, 反应速率加快。

(3) 正反应速率等于逆反应速率, 混合物中各组分浓度保持不变, 则反应达到平衡状态。A 项, CO_2 的消耗和 CH_3OH 的生成均表示正反应, 所以 A 项不能判断该反应是否达到平衡状态; B 项, 该反应是反应前后气体分子数发生变化的反应, 容器内压强保持不变, 说明各物质的浓度保持不变, 即反应达到平衡状态; C 项, 该反应中反应物、生成物均为气体, 根据质量守恒知, 容器内气体总质量始终不变, 又因容器恒容, 则混合气体的密度始终不变, 其不能作为该反应达到平衡状态的标志; D 项, 当 $\text{CH}_3\text{OH(g)}$ 的浓度保持不变时, 说明该反应达到平衡状态。

(4) ①甲醇在 A 电极上失去电子, 则 A 电极为电池的负极, B 电极为电池的正极, 所以该装置中外电路电子的流动方向为从 A 到 B。②B 电极上 O_2 得电子, 与 H^+ 结合生成 H_2O , 消耗 H^+ 的同时, 溶液中的 H^+ 移向 B 极室, 所以 B 极室溶液中 $n(\text{H}^+)$ 与电池工作前相比不变。③ CH_3OH 在负极上失电子, 生成 CO_2 和 H^+ , 电极反应为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- \rightleftharpoons 6\text{H}^+ + \text{CO}_2$ 。

答案:(1) $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (2) CD (3) BD

(4) ①从 A 到 B ②不变 ③ $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- \rightleftharpoons 6\text{H}^+ + \text{CO}_2$

单元概览

学习导航

自然界存在和人工合成的物质中,绝大多数是有机物。有机物种类繁多,在人类生活和生产中都有着广泛的应用。比如煤、石油、天然气既是重要的能源(人们称为化石燃料),又是重要的化工原料,通过化学变化可以获得大量应用广泛的有机产品。人类的生长、生活离不开有机物,乙醇、乙酸是重要的调味品,糖类、油脂、蛋白质是生命成长必需的重要营养物质,塑料、橡胶、合成纤维等是有机合成高分子材料,许多有机高分子材料在生活、生产、国防、科学技术等领域应用十分广泛。

通过本章的学习,我们将会知道:

1. 常见简单有机物的成键特点和官能团,有机化合物的空间结构和同分异构现象,简单有机物的命名。
2. 乙烯、乙醇、乙酸的结构、主要性质和应用,有机化合物之间的相互转化。
3. 合成有机高分子材料、油脂、糖类、蛋白质等有机化合物在生产、生活中的重要作用。

学习目标

1. 能辨识常见有机化合物分子中的碳骨架和官能团;能概括常见有机化合物中碳原子的成键类型;能描述甲烷、乙烯、乙炔的分子结构特征,并能搭建甲烷和乙烷的结构模型;能写出丁烷和戊烷的同分异构体。
2. 能描述乙烯、乙醇、乙酸的主要化学性质及相应性质实验的现象,能书写相关的化学方程式,能利用这些物质的主要性质进行鉴别。
3. 能列举合成有机高分子材料、油脂、糖类、蛋白质等有机化合物在生产、生活中的重要应用,并结合这些物质的主要性质进行简单说明。
4. 结合有机物中的官能团的结构与性质,运用有机物之间的转化关系,进行陌生有机物材料的性质预测与合成。

核心概念

有机物的结构决定性质,性质决定用途。有机物的结构和碳原子的成键特征决定了有机物的多样性;有机物的组成和结构决定了有机物的性质;有机反应的发生是有条件的,模型建构和实验探究是认识有机物的有效方法;综合运用有机反应规律,合成人类生产、生活中所需要的重要有机物。

学法指导

1.借助有机化合物分子模型进行学习。本章的许多内容,如有机化合物分子的空间结构,甲烷、乙烯、苯中碳原子的成键特点,都属于看不见、摸不着的物质微观结构特征,要充分利用空间想象能力进行学习,也可通过类比的方式解决问题。

2.通过化学实验进行探究学习。化学是一门以实验为基础的学科,通过实验现象归纳物质的性质,推测物质的结构。其中乙醇、乙酸的性质探究实验是必做实验。

3.从结构与性质相联系的视角解决问题。学习简单有机化合物的目的之一是加深对物质结构和性质关系的认识。要在学习中运用物质结构知识解释物质性质及其应用问题,将结构与性质联系起来,要根据典型实例认识官能团与性质的关系,利用氧化反应、加成反应、取代反应、聚合反应等有机反应解决有机化合物之间在一定条件下相互转化的问题。

单元任务

有机反应合成物质

运动员在比赛中意外受伤时,队医会用一种快速止疼喷雾对着运动员的受伤部位喷几下,很快运动员就能重新回到赛场上。

喷雾的主要成分是氯乙烷(C_2H_5Cl),它的沸点只有 $12\text{ }^\circ\text{C}$,所以在常温常压下是气体。但只要加压就很容易液化,一般将其封装在一个金属罐内。使用时液态的氯乙烷迅速变为气体,并从运动员受伤部位的皮肤上吸收大量热量,使受伤部位的温度迅速降低,从而麻痹神经,迅速缓解疼痛,起到一定的镇痛作用。

结合本章对有机物性质的探究学习,设计多种方案制备氯乙烷并为工业快速、高效生产氯乙烷选择最合理的方案。

探·究·构·建

第一节 认识有机化合物

学习任务目标

- 1.能知道有机化合物分子是有空间结构的,以甲烷为例认识碳原子的成键特点,能概括常见有机化合物中碳原子的成键类型。
- 2.能认识甲烷及烷烃的结构及其主要性质与应用,知道取代反应等有机反应类型。

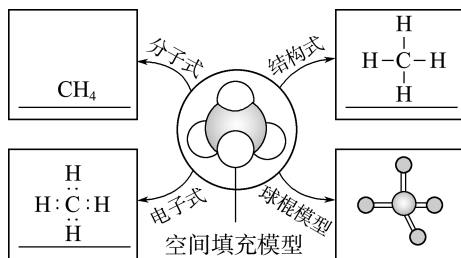
问题式预习

一、有机化合物中碳原子的成键特点

1.最简单的有机物——甲烷

(1)甲烷分子中的碳原子以最外层的4个电子分别与4个氢原子的电子形成了4个C—H共价键。

(2)表示方式



2.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不仅能与其他原子形成共价键,而且碳原子与碳原子之间也能形成共价键,可以形成单键、双键或三键。

(2)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。

二、烷烃的结构

1.甲烷的结构

分子结构示意图	结构特点及空间结构
	4个C—H的长度和强度相同,夹角相等,具有正四面体的空间结构

2.烷烃的结构

(1)碳原子之间只以单键结合,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”。

(2)链状烷烃分子通式: $C_n H_{2n+2}$ ($n \geq 1$)。

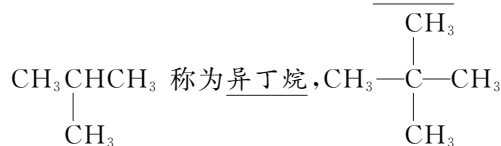
(3)烷烃的习惯命名法

①当碳原子数 $n \leq 10$ 时,以甲、乙、丙、丁、戊、己、

庚、辛、壬、癸依次代表碳原子数;若 $n > 10$,用汉字数字表示;如 $C_8 H_{18}$ 命名为辛烷, $C_{18} H_{38}$ 命名为十八烷。

②当碳原子数相同时,用正、异、新来区别。

如: $CH_3CH_2CH_2CH_3$ 称为正丁烷,



称为新戊烷。

3.同系物、同分异构体

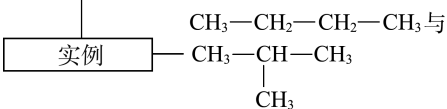
(1)同系物

同系物	结构:相似
	分子组成:相差一个或若干个 CH_2 原子团
	实例: CH_4 、 C_2H_6 、 C_3H_8 互为同系物

(2)同分异构现象和同分异构体

同分异构现象——化合物具有相同的分子式,但具有不同结构的现象

同分异构体——具有同分异构现象的化合物的互称



三、烷烃的性质

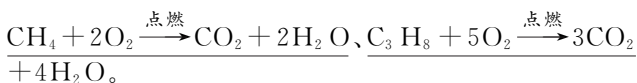
1.物理性质

物理性质	相似性	递变性(随碳原子数的增加)
熔、沸点	较低	逐渐升高
密度	比水小	逐渐增大
状态	气态→液态→固态,常温常压下碳原子数 $n \leq 4$ 的烷烃为气态	
溶解性	难溶于水	

2. 化学性质

(1) 稳定性: 通常情况下与强酸、强碱或高锰酸钾等强氧化剂不反应。

(2) 可燃性: 烷烃可以在空气中完全燃烧, 发生氧化反应, 例如 CH_4 、 C_3H_8 完全燃烧的化学方程式为



(3) 分解反应: 烷烃在较高温度下会发生分解。

(4) 取代反应

① 甲烷与氯气的反应

实验操作	
实验现象	<p>A 装置: 试管内气体颜色逐渐变浅, 试管内壁出现油状液滴, 试管内水面上升</p> <p>B 装置: 无明显现象</p>

续表

实验结论	CH_4 与 Cl_2 在光照条件下才能发生化学反应, 有关化学方程式:
	$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
	$\text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{HCl}$
	$\text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CHCl}_3 + \text{HCl}$
	$\text{CHCl}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CCl}_4 + \text{HCl}$

② 甲烷的四种氯代产物的性质

a. 水溶性: CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 均不溶于水。

b. 状态: 常温下除 CH_3Cl 是气体外, 其余三种均为液体。

③ 取代反应概念: 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。

任务型课堂

任务一 同系物的性质及判断

「探究活动」

液化石油气易燃易爆, 一旦发生事故, 后果极为严重。因此安全使用液化石油气, 特别是防止火灾的发生, 是关系到千家万户生命财产安全的头等大事。液化石油气是在石油炼制过程中由多种低沸点气体组成的混合物, 没有固定的组成。主要成分是丁烯 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$)、丙烯 ($\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$)、丁烷 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) 和丙烷 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$)。

活动 1: 丁烯与丙烯、丁烷与丙烷分别属于什么关系?

提示: 丁烯与丙烯互为同系物, 丁烷与丙烷互为同系物。

活动 2: $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ 和 $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ 的组成相同, 二者中哪一个与 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 互为同系物? 由此判断: 分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的有机物一定互为同系物吗?

提示: 与 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 互为同系物的是 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$, 因为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 和 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ 分子中都含有碳碳双键, 结构相似, 且分子组成上

差一个 CH_2 原子团。而 $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ 的分子中含碳碳单

键不含碳碳双键, 与 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 化学键的类型不同, 结构不相似。由此可知分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的有机物结构不一定相似, 故不一定互为同系物。

活动 3: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 与 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 是否

互为同系物? 为什么?

提示: 不互为同系物。因为同系物在分子组成上必须相差一个或若干个 CH_2 原子团, 一定具有不同的分子式。而 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 与 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 的

分子式相同, 互为同分异构体。

「评价活动」

1. 下列说法错误的是 ()

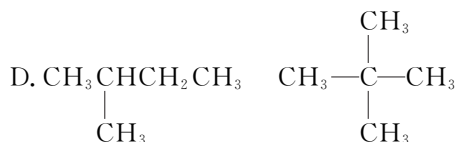
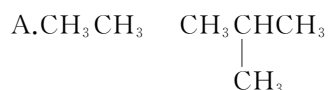
- ① 化学性质相似的有机物一定互为同系物
- ② 分子组成上相差一个或几个 CH_2 原子团的有机物一定互为同系物
- ③ 若烃中碳、氢元素的质量分数相同, 它们必定互为同系物
- ④ 互为同系物的两种有机物的物理性质有差异, 但化学性质必定相似

- A. ①②③④ B. ②③
C. ③④ D. ①②③

D 解析:化学性质相似的有机物,结构不一定相似,故不一定互为同系物,①错误; $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 和

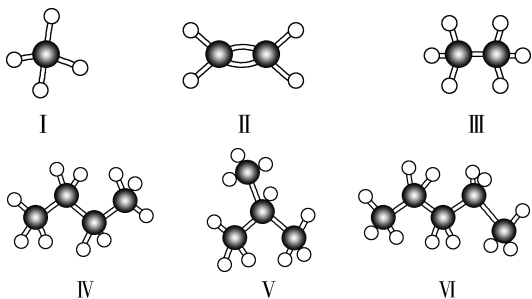
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ 在分子组成上相差一个 CH_2 原子团,碳、氢元素的质量分数均相同,但二者结构不相似,不互为同系物,②③错误;互为同系物的有机物的结构相似,化学性质相似,物理性质随碳原子数的递增呈规律性变化,④正确。

2. 下列各组内的物质不互为同系物的是 ()



D 解析:D项中两种物质的分子式相同,结构式不同,互为同分异构体。

3. 部分烃的球棍模型(小球代表氢原子,大球代表碳原子)如图所示。请回答下列问题:



(1) 写出 II、IV、V、VI 的结构简式:

_____、_____、_____、_____。

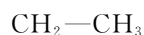
(2) I 分子为 _____ 形结构。

(3) I 和 II _____ (填“互为”或“不互为”)同系物。

解析:(1) I 为 CH_4 , II 为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, III 为 $\text{C}(\text{CH}_3)_4$, IV 为 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, V 为 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, VI 为 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 。

(2) CH_4 分子为正四面体形结构。(3) CH_4 和 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 不互为同系物。

答案:(1) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$



(2) 正四面体 (3) 不互为

任务总结

同系物判断的三个关键点

(1) 同:两种物质属于同一类物质。

(2) 似:两种物质结构相似。

(3) 差:两种物质分子组成上相差一个或多个 CH_2 原子团。

任务二 同分异构体的判断与书写

「探究活动」

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。

活动 1: 同分异构体的相对分子质量一定相同,那相对分子质量相同的物质一定互为同分异构体吗?

提示:不一定。相对分子质量相同的物质,分子式不一定相同,如 CO 、 N_2 、 C_2H_4 的相对分子质量相同,均为 28,但它们的组成不同,分子式不同,不互为同分异构体。

活动 2: 由同分异构体的概念总结如何判断同分异构体。

提示:同分异构体的判断标准为分子式相同,结构不同。

活动 3: 同分异构体的分子中各元素的质量分数分别相等,分子中各元素的质量分数分别相等的物质一定是同分异构体吗?

提示:各元素的质量分数相等的物质,分子式不

一定相同,如 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 和 $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ 分子中碳元素和氢元素的质量分数均相等,但它们不互为同分异构体。

「评价活动」

1. 下列物质中,与 $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 互为同分

异构体的是

()

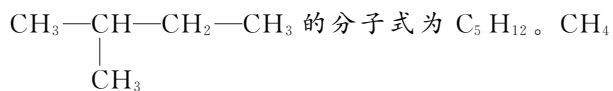
A. CH_4

B. CH_3CH_3

C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

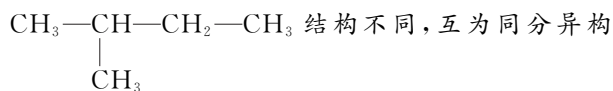
D 解析:同分异构体的分子式相同,但结构不同,



的分子式为 CH_4 , CH_3CH_3 的分子式为 C_2H_6 ,

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 的分子式为 C_3H_8 ,

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 的分子式为 C_5H_{12} , 与



体,故 D 正确。

2. 丁烷(分子式为 C_4H_{10})广泛应用于家用液化石油气,也用于打火机中作燃料。下列关于丁烷的叙述不正确的是 ()

A. 在常温常压下, C_4H_{10} 是气体

B. 丁烷有正丁烷与异丁烷两种同分异构体

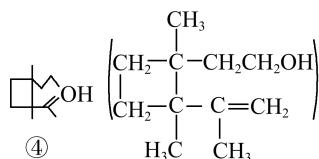
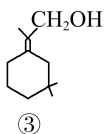
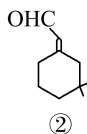
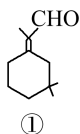
C. C_4H_{10} 与 CH_4 互称为同系物

D. C_4H_{10} 进行一氯取代后生成 3 种沸点不同的产物

D 解析:对于各类烃,当烃分子中 C 原子数小于等于 4 时,在常温下物质的状态为气态,故在常温常压下, C_4H_{10} 是气体,故 A 正确;丁烷分为正丁烷和异丁烷两种不同结构,二者分子式相同,结构不同,因此二者互为同分异构体,故 B 正确; C_4H_{10} 与 CH_4 结构相似,在分子组成上相差 3 个 CH_2 原子团,因此二者互称为同系物,故 C 正确; C_4H_{10} 有正丁烷 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、异丁烷 $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$

两种不同结构,每种物质分子中都存在两种不同化学环境的 H 原子,因此 C_4H_{10} 进行一氯取代后生成 4 种沸点不同的产物,故 D 错误。

3. 四种信息素的结构可表示如下(括号内表示④的结构简式):



以上四种信息素中互为同分异构体的是 ()

A. ①和②

B. ①和③

C. ③和④

D. ②和④

C 解析:分子式相同而结构不同的化合物互为同分异构体,由此可知③和④的分子式相同,都是 $\text{C}_{11}\text{H}_{20}\text{O}$,但结构不同,互为同分异构体。①和②的分子式分别是 $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{O}$ 、 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ 。

4. 已知如下信息:

信息 1:普通打火机常用燃料的成分是 C_4H_{10} 、 C_3H_8 等。

信息 2:乙醇($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)易溶于水、 CCl_4 、 $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ 等,可用作溶剂、消毒剂等。

信息 3:二氯甲烷(CH_2Cl_2)不溶于水,易溶于 CHCl_3 、 CH_3OCH_3 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ 等,是不可燃低沸点溶剂。

信息 4:石墨可以在高温、高压下形成人造金刚石。

根据信息回答下列问题:

(1)上述物质中与 C_4H_{10} 互为同系物的是 _____ (填化学式)。从上述物质再找出一对同系物,它们分别是 _____ 和 _____ (填结构简式)。

(2)上述物质中与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 互为同分异构体的是 _____ (填结构简式)。

(3)石墨和金刚石互为 _____。

(4)写出分子式为 C_4H_{10} 所有同分异构体的结构简式 _____。

解析:(1)同系物是结构相似,组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的一系列物质,由定义可知与 C_4H_{10} 互为同系物的是 C_3H_8 、 CH_3OCH_3 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ 互为同系物。(2)同分异构体是指分子式相同,结构不同的化合物的互称,由此可知与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 互为同分异构体的是 CH_3OCH_3 。(3)石墨和金刚石为结构不同的碳单质,两者互为同素异形体。(4)分子式为 C_4H_{10} 的烷烃结构有正丁烷($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$)和异丁烷[$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$]。

答案:(1) C_3H_8 CH_3OCH_3 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$

(2) CH_3OCH_3

(3)同素异形体

(4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$

任务总结

同分异构体的判断

(1)同分异构体的快速判断:先比较不同有机化合物中的碳原子数,若碳原子个数不同,则不互为同分异构体;若碳原子个数相同,再根据其他原子数目确定分子式是否相同,若分子式相同,结构不同,则互为同分异构体。

(2)判断同分异构体时,注意同一物质的不同写

法,如二氯甲烷可以写成 $\text{H}-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{Cl}$

或 $\text{H}-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{Cl}}{\text{C}}}-\text{H}$ 。

任务三 烷烃的特征反应

「探究活动」

为了充分利用资源,国家大力提倡在农村建沼气池,将垃圾、植物秸秆等转化为沼气。沼气的主要成分为甲烷。

活动 1: 甲烷除能燃烧外,还能和卤素单质在光照条件下发生取代反应,所有的烷烃是否与甲烷相似,都能发生取代反应?

提示: 烷烃的性质与甲烷相似,都能发生取代反应。

活动 2: 取代反应是有机反应的基本类型之一。甲烷与氯气在光照条件下的反应属于取代反应,CH₄与Br₂(g)能否发生类似的反应呢?如何用化学方程式表示?

提示: 能。 $\text{CH}_4 + \text{Br}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Br} + \text{HBr}$ 。

活动 3: CH₄和Cl₂发生取代反应的产物中物质的量最多的是什么?它与Cl₂在物质的量上有什么关系?

提示: 因为在CH₄和Cl₂的取代反应中,每一步都有HCl生成,故产物中物质的量最多的是HCl。根据化学方程式可知,每生成1 mol HCl则消耗1 mol Cl₂,故反应生成的HCl与反应消耗的Cl₂的物质的量相等。

活动 4: CH₄和Cl₂的取代反应中,CH₄的物质的量和四种有机产物的物质的量之和有什么关系?

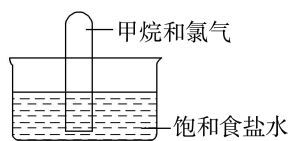
提示: 四种有机产物分别为CH₃Cl、CH₂Cl₂、CHCl₃、CCl₄,根据碳原子守恒,四种有机产物的物质的量之和与甲烷的物质的量相等。

活动 5: CH₄与Cl₂反应共有几种产物?根据取代反应的原理,思考能否用CH₄和Cl₂按1:1的体积比混合来制取纯净的CH₃Cl。

提示: CH₄和Cl₂的反应是连锁反应,不可能只发生第一步取代反应,无论以何种比例混合,生成物均为CH₃Cl、CH₂Cl₂、CHCl₃和CCl₄四种有机物与氯化氢形成的混合物,CH₃Cl的产率低。因此不能用CH₄和Cl₂按1:1的体积比混合来制取纯净的CH₃Cl。

「评价活动」

1. 将等体积的甲烷与氯气混合在一试管中并倒置于水槽里,置于光亮处,下列有关此实验所观察到的现象或结论中,不正确的是 ()



- A. 试管中气体的黄绿色逐渐变浅
B. 试管内壁有油状液滴形成
C. 此反应的生成物只有一氯甲烷
D. 试管中液面上升

C 解析: A项,氯气是黄绿色气体,一氯甲烷和氯化氢是无色气体,光照条件下,甲烷和氯气发生取代反应生成氯代烃和氯化氢,所以气体颜色变浅,正确;B项,二氯甲烷、三氯甲烷和四氯化碳都是液态有机物,所以试管内壁有油状液滴生成,正确;C项,此反应的生成物有一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳和氯化氢,错误;D项,该反应中有氯化氢生成,氯化氢极易溶于水导致试管内压强减小,水进入试管,正确。

2. 在常温常压下断裂1 mol 指定共价键时吸收的能量如下表所示:

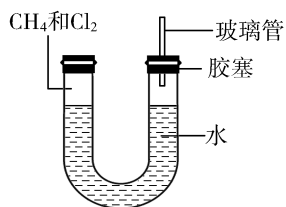
共价键	C—H	Cl—Cl	C—Cl	H—Cl
吸收的能量/kJ	413.4	243	330	436

下列关于CH₄与Cl₂反应的说法正确的是 ()

- A. 该反应的装置需放在日光直射的地方
B. 反应只生成1 mol CH₃Cl时放出热量109.6 kJ
C. 反应的有机产物常温下都是液态
D. 该反应是放热反应,不需要提供能量即可实现

B 解析: CH₄和Cl₂的混合物在日光直射时,反应剧烈,易引起爆炸,A错误;反应只生成1 mol CH₃Cl时,断裂1 mol C—H和1 mol Cl—Cl,成键释放总能量为330 kJ+436 kJ=766 kJ,故生成1 mol CH₃Cl时放出热量为766 kJ-656.4 kJ=109.6 kJ,B正确;有机产物CH₃Cl常温下为气态,C错误;该反应需要光照引发,D错误。

3. 如图所示,U形管的左端被水和胶塞封闭的空间内有甲烷和氯气(体积比为1:4)的混合气体,假定氯气在水中的溶解度可以忽略。将该装置放置在有光亮的地方,让混合气体缓慢地反应一段时间。



(1)假设甲烷与氯气反应充分,且只生成一种有机物,请写出反应的化学方程式:_____。

(2)若甲烷与氯气的体积比为 1 : 1,则得到的产物为_____ (填字母序号,下同)。

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

(3)反应一段时间后,U形管右端的液面变化是_____。

A. 升高

B. 降低

C. 不变

D. 无法确定

(4)若水中含有 Na_2SiO_3 ,则在 U 形管左端可观察到_____。

(5)右端玻璃管的作用是_____。

解析:(1)因氯气足量,若充分反应,则甲烷中的四个氢原子可完全被取代,生成四氯化碳和氯化氢,反应的

化学方程式为 $\text{CH}_4 + 4\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{CCl}_4 + 4\text{HCl}$ 。

(2)甲烷与氯气的取代反应,是四步反应同时发生,故得到四种氯代产物和氯化氢。(3)甲烷和氯气在光照的条件下发生取代反应,U形管左端生成的氯化氢气体易溶于水且生成的有机物中只有 CH_3Cl 为气体,所以压强减小,U形管右端液面降低,左端液面升高。(4)因左端生成的氯化氢溶于水后发生反应 $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SiO}_3 = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$,所以可观察到有白色胶状沉淀生成。(5)为了平衡气压,在 U 形管的右端插有一个玻璃管。

答案:(1) $\text{CH}_4 + 4\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{CCl}_4 + 4\text{HCl}$ (2) D

(3) B (4) 有白色胶状沉淀生成 (5) 平衡气压

任务总结

烷烃与氯气取代反应的特点

(1)反应原理

甲烷与氯气的取代反应为连锁反应,第一步反应一旦开始,后续反应立即进行,且各步反应可同时进行。

(2)产物特点

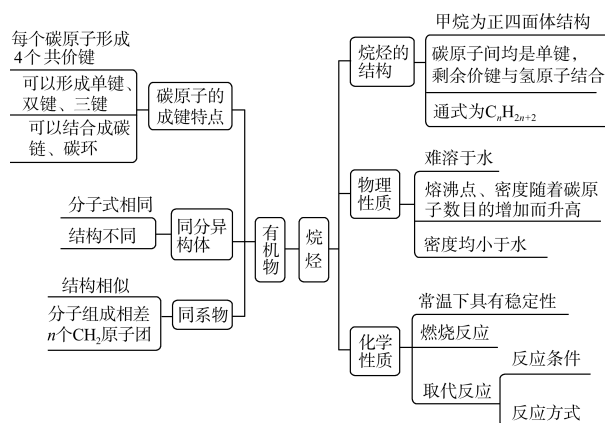
甲烷与氯气的取代反应,四种氯代产物都不溶于水,其中一氯甲烷为气体,其他三种均为液体。

(3)守恒关系

甲烷与氯气的取代反应,每有 1 mol H 被取代,则消耗 1 mol Cl_2 ,同时生成 1 mol HCl ,即 $n(\text{Cl}_2) = n(\text{H}) = n(\text{HCl})$;氯气中的氯原子一半形成氯代甲烷,一半形成氯化氢,即氯化氢中的氯原子和氯代甲烷中的氯原子物质的量相等:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{CH}_3\text{Cl}) + 2n(\text{CH}_2\text{Cl}_2) + 3n(\text{CHCl}_3) + 4n(\text{CCl}_4)$$

提质归纳



课后素养评价(十一)

A组 学习·理解

知识点 1 烷烃的组成和结构

1.下列有关烷烃的叙述中,正确的是 ()

A.烷烃分子中,所有的化学键都是极性键

B.分子通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的烃不一定是烷烃

C.正丁烷和异丁烷分子中共价键数目不同

D.烷烃在光照下可与氯气发生取代反应

解析:烷烃分子中,除甲烷外,其余烷烃均存在

C—H 极性键和 C—C 非极性键,故 A 错误;烷烃中氢原子已经达到饱和,则烷烃不存在类别异构的同分异构体,故分子通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的烃一定是烷烃,故 B 错误;正丁烷和异丁烷分子中均存在 3 个 C—C 和 10 个 C—H 键,即共价键数目均为 13,故 C 错误;烷烃在光照下可与氯气发生取代反应生成卤代烃和卤化氢,故 D 正确。

2. 下列属于烷烃特有性质的是 ()

- A. 在空气中完全燃烧的产物为二氧化碳和水
 B. 它们几乎不溶于水
 C. 可与氯气在光照下发生取代反应
 D. 可与溴水中的溴发生取代反应; 可使酸性高锰酸钾溶液褪色

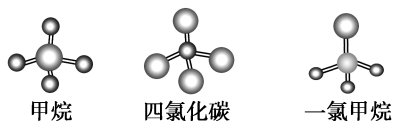
C 解析: 烃类化合物完全燃烧的产物均为二氧化碳和水, 因此 A 不是烷烃的特有性质; 烃类化合物几乎都不溶于水, 所以 B 也不正确; 烷烃与溴水、酸性高锰酸钾溶液均不反应, 故 D 不正确。

3. 下列各组互为同分异构体的是 ()

- A. ^{35}Cl 和 ^{37}Cl
 B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 和 CH_3OCH_3
 C. CH_3CH_3 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
 D. H_2O 和 H_2O_2

B 解析: ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 是氯的两种同位素, A 不正确; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 和 CH_3OCH_3 具有相同的分子式, 都是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, 但结构不同, 前者含有 $-\text{OH}$, 后者含有醚键, 所以二者是同分异构体, B 正确; CH_3CH_3 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 分子结构中, C 原子都形成了四个单键而达到饱和状态, 且分子组成上相差一个 CH_2 原子团, 所以二者是同系物, C 不正确; H_2O 和 H_2O_2 是由 H、O 两种元素组成的不同的化合物, D 不正确。

4. 下图所示是 CH_4 、 CCl_4 、 CH_3Cl 的分子球棍模型。下列说法正确的是 ()



- A. CH_4 、 CCl_4 和 CH_3Cl 都是正四面体结构
 B. CH_4 、 CCl_4 都是正四面体结构
 C. CH_4 和 CCl_4 中的化学键完全相同
 D. CH_4 、 CCl_4 的结构相同, 性质也相同

B 解析: 一氯甲烷分子含有化学键 C—H 和 C—Cl, 不是正四面体结构, 故 A 错误; CH_4 、 CCl_4 分子中都只含有一种化学键且有 4 个键, 都是正四面体结构, 故 B 正确; CH_4 、 CCl_4 分子中含有的化学键分别为 C—H、C—Cl, 故 C 错误; 结构决定性质, CH_4 、 CCl_4 分子中含有的化学键不同, 结构不同, 性质也不同, 故 D 错误。

知识点 2 烷烃的性质

5. 在光照条件下, 将等物质的量的甲烷和氯气混合充分反应后, 得到产物的物质的量最多的是 ()

- A. CH_3Cl B. CHCl_3
 C. CCl_4 D. HCl

D 解析: 甲烷分子里的氢原子是逐步被氯原子取代的, 虽然为等物质的量的甲烷和氯气混合反应, 但发生任何一步反应, 即每取代 1 mol H 都生成 1 mol HCl, 因此生成 HCl 的物质的量最多。

6. 下列反应不属于取代反应的是 ()

- A. $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
 B. $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
 C. $\text{CH}_3\text{CH}_3 + 2\text{Br}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br} + 2\text{HBr}$
 D. $\text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CHBrCl}_2 + \text{HBr}$

A 解析: $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$, 该反应为无机反应中的置换反应, 不属于取代反应; $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$, 该反应属于取代反应; $\text{CH}_3\text{CH}_3 + 2\text{Br}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br} + 2\text{HBr}$, 该反应中, 乙烷中 2 个 H 被 2 个 Br 取代, 该反应属于取代反应; $\text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CHBrCl}_2 + \text{HBr}$, CH_2Cl_2 中 H 被 Br 取代, 属于取代反应。

7. 下列烷烃的沸点是甲烷: -164°C , 乙烷: -89°C , 丁烷: -1°C , 戊烷: 36°C 。根据上述数据推断, 丙烷的沸点可能 ()

- A. 低于 -89°C B. 约为 -42°C
 C. 高于 -1°C D. 高于 36°C

B 解析: 由题给数据可知烷烃中碳原子数越多, 沸点越高, 丙烷的沸点应在乙烷和丁烷的沸点之间。

8. 下列关于 CH_4 和 $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 的叙述正



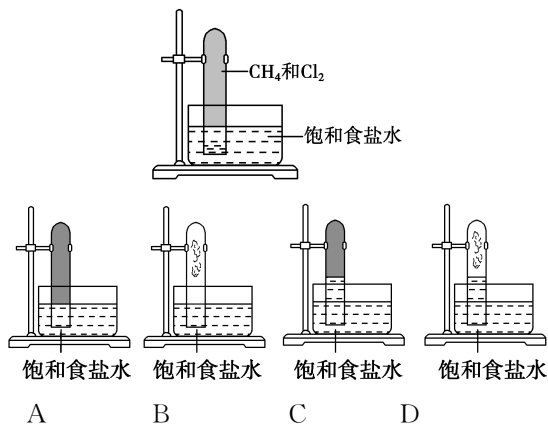
确的是 ()

- A. 均能用组成通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 来表示
 B. 与所有烷烃互为同素异形体
 C. 因为它们结构相似, 所以它们的化学性质相似, 物理性质相同
 D. 通常情况下它们都是气态烷烃

A 解析: 二者均为烷烃, 互为同系物, 化学性质相似, 但物理性质不同, 后者为液体。

B组 应用·实践

9. 实验室中用如图所示的装置进行甲烷与氯气在光照下反应的实验。光照下反应一段时间后,下列装置示意图能正确反映实验现象的是 ()



D 解析: 甲烷和氯气在光照条件下反应, 生成 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 和 HCl , 试管内压强减小, 外压大于内压, 试管内液面升高, 由于 CH_3Cl 为不溶于水的气体, 故不能充满整个试管, D 项正确。

10. 土卫六是环绕土星运行的一颗卫星, 据媒体报道, 土卫六表面的“海洋”中有可能存在生命, 又知这些“海洋”的主要成分是液态甲烷、乙烷以及这两种物质形成的聚合物。下列说法错误的是 ()

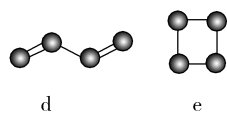
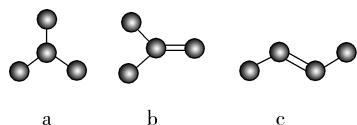
A. 甲烷和乙烷与溴水在光照条件下都能发生取代反应
B. 甲烷和乙烷分子中所有原子不可能共平面
C. 通常条件下, 甲烷、乙烷和强酸、强碱、强氧化剂都不反应
D. 1 mol 乙烷分子中含有 6 mol C—H 共价键

A 解析: 甲烷和乙烷都含有 H 原子, 光照条件下与溴蒸气可发生取代反应, 与溴水不反应, 故 A 错误; 甲烷和乙烷含有饱和碳原子, 分子中的所有原子不可能共平面, 故 B 正确; 甲烷、乙烷化学性质比较稳定, 跟强酸、强碱、强氧化剂都不反应, 故 C 正确; 乙烷的结构式为

$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$, 1 mol 乙烷分

子中含有 6 mol C—H 共价键, 故 D 正确。

11. 下图所示是由 4 个碳原子结合成的 5 种有机物 (氢原子没有画出)。下列说法正确的是 ()



- A. 有机物 a 的名称为甲烷
B. 有机物 a 中四个碳原子共平面
C. 上述有机物中与 c 互为同分异构体的只有 b
D. 上述有机物中, 属于链状烷烃的是 a

D 解析: 有机物 a 含有 4 个碳原子, 其名称为异丁烷, A 错误; 有机物 a 中 4 个碳原子形成四面体结构, 故 4 个碳原子一定不共面, B 错误; 有机物 b、c 和 e 的分子式均为 C_4H_8 , 但其结构不同, 互为同分异构体, C 错误; 有机物 a、e 只含单键, a 是链状烷烃, e 是环状烷烃, D 正确。

12. 分子式为 $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ 的同分异构体有 ()

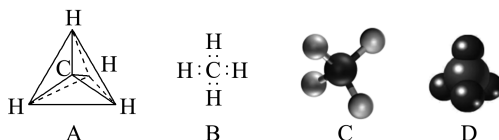
- A. 1 种
B. 2 种
C. 3 种
D. 4 种

D 解析: C_4H_{10} 有两种结构: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (正丁烷), $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ (异丁烷), 正丁烷有 2 种

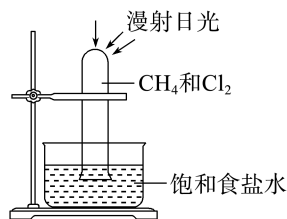
氢原子, 一氯代物有 2 种, 异丁烷也有 2 种氢原子, 一氯代物也为 2 种。

13. 烷烃是重要的化工原料和能源物质。

(1) 下列各图均能表示甲烷的分子结构, 其中最能反映其真实存在情况的是 _____ (填字母序号)。



(2) 某课外活动小组利用如图所示装置探究甲烷和氯气的反应:



① 实验中可观察到的现象有 _____ (填字母序号)。

- A. 试管内液面上升, 最终充满试管
B. 试管内气体颜色逐渐变深
C. 试管内壁出现油状液滴

D.试管内有少量白雾生成

②用饱和食盐水而不用水的原因是_____。

③请写出生成一氯甲烷的化学方程式:_____。

(3)某链状烷烃的相对分子质量为 114,该烷烃的分子式为_____。

(4)有机物 C_2H_6O 、 C_2H_5Cl 、 $CH_3CH=CH_2$ 、 C_5H_{12} 中,与甲烷互为同系物的是_____。

解析:(1)空间填充模型既能体现原子的相对大小又能体现空间结构,所以最能反映其真实存在情况的是 D。(2)①甲烷和氯气发生取代反应的产物中含有难溶于水的气体一氯甲烷,所以液体不能充满试管,故 A 错误;氯气和甲烷发生取代反应,氯气的量减少,所以试管内气体颜色逐渐变浅,故 B 错误;甲烷和氯气发生取代反应,产物中有难溶于

水的二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳液体,试管内壁出现油状液滴,故 C 正确;氯气和甲烷发生取代反应生成氯代甲烷和氯化氢,试管内有少量白雾生成,故 D 正确。②氯气在饱和食盐水中的溶解度小,用饱和食盐水而不用水的原因是降低氯气在水中的溶解度。③氯气和甲烷发生取代反应生成一氯甲烷和氯化氢,反应的化学方程式为 $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{光}} CH_3Cl + HCl$ 。(3)烷烃的通式为 C_nH_{2n+2} ,某链状烷烃的相对分子质量为 114,则 $14n+2=114$, $n=8$,该烷烃的分子式为 C_8H_{18} 。(4) C_5H_{12} 与甲烷都属于烷烃,结构相似,分子组成相差 4 个 CH_2 原子团, C_5H_{12} 与甲烷互为同系物。

答案:(1)D (2)①CD ②降低氯气在水中的溶解度 ③ $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{光}} CH_3Cl + HCl$ (3) C_8H_{18} (4) C_5H_{12}

第二节 乙烯与有机高分子材料

第 1 课时 乙 烯 烃

学习任务目标

- 1.了解烯烃的概念,掌握乙烯的分子结构,初步体会分子结构对物质性质的影响。
- 2.掌握乙烯的化学性质,认识加成反应的特点,从分子的结构理解实验现象的本质。
- 3.了解乙烯的主要用途和工业制取原理,体会化学在改善生活中的重要作用。

问题式预习

一、乙烯的组成与结构

1.组成:乙烯分子中只有碳、氢两种元素。

2.结构

分子式	电子式	结构式	结构简式	球棍模型	空间填充模型
C_2H_4	$\begin{array}{c} H & & H \\ \vdots & & \vdots \\ H : C & :: & C : H \end{array}$		$CH_2=CH_2$		

乙烯的分子结构为平面结构,即乙烯分子中的所

有原子均共面。

二、乙烯的性质和用途

1.乙烯的物理性质

颜色	状态	气味	水溶性	密度
<u>无色</u>	<u>气体</u>	稍有气味	<u>难溶于水</u>	<u>比空气略小</u>

2.乙烯的化学性质

(1)氧化反应

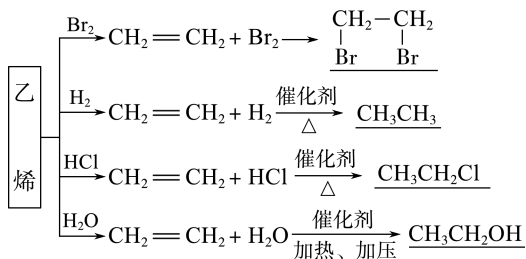
氧化反应

- 燃烧: 化学方程式: $C_2H_4 + 3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2 + 2H_2O$
现象: 火焰明亮且伴有黑烟
- 被强氧化剂氧化: 乙烯能被酸性 $KMnO_4$ 溶液氧化,使溶液褪色

(2)加成反应

①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。

②乙烯的加成反应:



(3)聚合反应

①乙烯能发生自身的加成反应生成高分子化合物聚乙烯,反应的化学方程式为 $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{[-CH}_2\text{-CH}_2\text{]}_n$ 。

②聚合反应: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。

③单体、链节:聚合反应生成的高分子是由较小的结构单元重复连接而成的。在聚乙烯分子中“ $\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$ ”称为链节,链节的数目 n 称为聚合度;能合成高分子的小分子物质称为单体,聚乙烯的单体是乙烯。

3.乙烯的用途

(1)乙烯是重要的化工原料,可用来制聚乙烯塑料、聚乙烯纤维、乙醇等。

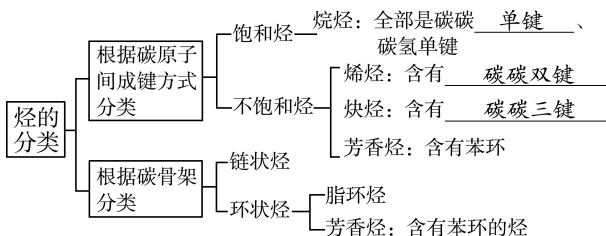
(2)在农业生产中是一种植物生长调节剂,可用于催熟果实。

三、烃



1.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



3.苯

苯是芳香族化合物的母体,是一种具有环状分子结构的不饱和烃,其结构式习惯上简写为 。实际上苯分子中6个碳原子之间的键完全相同,常用  表示苯分子的结构。

任务型课堂

任务一 乙烯的结构和性质

「探究活动」

石油裂解的化学过程是比较复杂的,生成的裂解气是一种复杂的混合气体,它除了主要含有乙烯、丙烯、丁二烯等不饱和烃外,还含有甲烷、乙烷、氢气、硫化氢等。裂解气里烯烃含量比较高,因此,常把乙烯的产量作为衡量石油化工发展水平的标志。

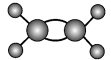
活动 1: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$ 分子中所有原子共平面吗?

提示:氯乙烯分子是乙烯分子中一个氢原子被一个氯原子取代,故所有原子仍共平面。

活动 2: 甲烷和乙烯都是可燃性气体,两者在空气中燃烧的现象有什么区别? 现象不同的原因是什么?

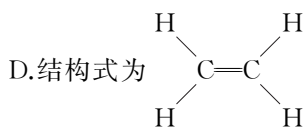
提示: 甲烷在空气中燃烧,产生淡蓝色火焰,乙烯在空气中燃烧,火焰明亮,并伴有黑烟。二者燃烧现象不同的原因是乙烯分子中含碳量高,在空气中往往燃烧不充分,有碳的单质颗粒产生,产生明亮的火焰和黑烟。

「评价活动」

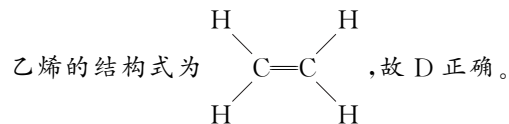
1. 乙烯分子的球棍模型为 。下列关于乙烯

的说法不正确的是 ()

- A. 分子式为 C_2H_4
 B. 含有碳碳双键
 C. 空间结构为直线形



C 解析: 乙烯分子中含有两个碳原子和四个氢原子,分子式为 C_2H_4 ,故 A 正确;由乙烯的球棍模型可知,每个碳原子连接两个氢原子,两个碳原子以双键相连接,所以乙烯分子中含有碳碳双键,故 B 正确;在乙烯分子中,碳氢键与碳碳键之间的夹角为 120° ,结合乙烯的球棍模型可知,乙烯为平面形分子,故 C 错误;在乙烯分子中,每个碳原子与两个氢原子分别形成一个共用电子对,两个碳原子之间形成两个共用电子对,用短线表示共用电子对,则



2. 下列有关说法不正确的是 ()

- A. 乙烯分子没有同系物



C.含一个碳碳双键的烯烃的通式为 $C_n H_{2n}$
 D.乙烯在空气中燃烧的现象与甲烷不同的原因是乙烯的含碳量高

A 解析: $CH_3CH=CH_2$ 是乙烯的同系物。

3.下列关于乙烯的说法中,不正确的是 ()

- A.易溶于水
- B.常温常压下是气体
- C.能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- D.能与氯气发生加成反应

A 解析: 乙烯属于烃,不溶于水,故 A 错误;常温常压下乙烯是气体,故 B 正确;乙烯含碳碳双键,可被酸性高锰酸钾溶液氧化使其褪色,故 C 正确;乙烯含碳碳双键,能与氯气发生加成反应,故 D 正确。

任务总结

乙烯的结构和性质

$$\begin{array}{c}
 H & & H \\
 & \diagdown & / \\
 & C=C & \\
 & / & \diagdown \\
 H & & H
 \end{array}$$

120° 120°

乙烯为平面结构
2个C原子和4个H原子共平面

- 氧化反应(使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色)
- 加成反应
- 加聚反应

任务二 乙烯的加成反应

「探究活动」

乙烯是石油化学工业的重要基本原料。乙烯的用途广泛,其产量可以用来衡量一个国家石油化学工业的发展水平。

活动 1: 乙烯既可使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色,又可使溴水褪色,二者原理是否相同?

提示: 不相同。乙烯使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色,发生的是氧化反应,乙烯被氧化;而乙烯使溴水褪色,发生的是加成反应,乙烯与溴加成生成了 1,2-二溴乙烷。

活动 2: 结合乙烯的加成反应实验探究能否用 Br_2 的四氯化碳溶液鉴别 CH_4 和 C_2H_4 ?

提示: 可以。 CH_4 与 Br_2 的四氯化碳溶液不发生反应,而 C_2H_4 与 Br_2 能发生加成反应生成无色液体 CH_2CH_2 ,从而使 Br_2 的四氯化碳溶液褪色,因此可用 Br_2 的四氯化碳溶液鉴别 CH_4 和 C_2H_4 。

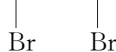
「评价活动」

1.下列关于乙烯的用途的说法不正确的是 ()

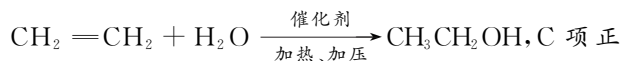
- A.以乙烯为原料可以合成聚乙烯等
- B.乙烯可以用来制备 1,2-二溴乙烷

$$\begin{array}{c}
 CH_2-CH_2 \\
 | \quad | \\
 Br \quad Br
 \end{array}$$
- C.乙烯可以与水发生加成反应制备乙醇 (CH_3CH_2OH)

D.乙烯可以与 HBr 发生加成反应制备 1,2-二溴乙烷 (CH_2-CH_2)



D 解析: 乙烯与溴通过加成反应可制得 1,2-二溴乙烷, B 项正确; 乙烯与水发生加成反应得到乙醇:



正确; 乙烯与 HBr 发生加成反应生成溴乙烷: $CH_2=CH_2 + HBr \rightarrow CH_3CH_2Br$, D 项错误。

2.由乙烯 ($CH_2=CH_2$) 的结构和性质, 推测丙烯 ($CH_2=CH-CH_3$) 的结构或性质错误的是 ()

- A.分子中 3 个碳原子不在同一直线上
- B.能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 发生了氧化反应
- C.能使溴的四氯化碳溶液褪色, 发生了加成反应
- D.与 H_2O 在一定条件下能加成并只得到一种产物

D 解析: 丙烯相当于甲基取代乙烯中的一个氢原子, 3 个碳原子不可能处于同一直线上, 故 A 正确;

丙烯含有碳碳双键, 能与酸性 $KMnO_4$ 溶液发生氧化还原反应, 使酸性高锰酸钾溶液褪色, 故 B 正确; 丙烯含碳碳双键, 能与溴发生加成反应, 使溴的四氯化碳溶液褪色, 故 C 正确; 丙烯的结构不对称, 与 H_2O 发生加成反应, 其产物有 $CH_3CH_2CH_2OH$ 和 $CH_3CHOHCH_3$ 两种, 故 D 错误。

3.使 1 mol 乙烯与氯气发生完全加成反应, 然后使该加成反应的产物与氯气在光照的条件下发生取代反应, 则两个过程中消耗氯气的总物质的量最多是 ()

- A.3 mol
- B.4 mol
- C.5 mol
- D.6 mol

C 解析: 1 mol 乙烯能与 1 mol Cl_2 发生加成反应, 而 1 mol 加成产物中含 4 mol H 原子, 被氯原子完全取代, 消耗 4 mol Cl_2 , 所以共消耗 5 mol Cl_2 。

4.乙烯的产量可以用来衡量一个国家的石油化工发展水平。请回答下列问题:

- (1) 乙烯的结构式是 _____。
- (2) 若将乙烯气体通入溴的四氯化碳溶液中, 反应的化学方程式为 _____。
- (3) 可以用来除去乙烷中混有的少量乙烯的试剂是 _____ (填序号)。

- ①水
- ②氢气
- ③溴水
- ④酸性 $KMnO_4$ 溶液

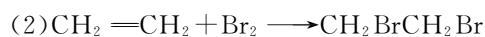
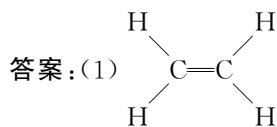
(4) 在一定条件下, 乙烯能与水反应生成有机物 A, 其反应类型是 _____ (填“取代”或“加成”) 反应。

(5) 下列化学反应原理相同的一组是 _____ (填序号)。

- ① 乙烯使溴的四氯化碳溶液和酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
- ② SO_2 使溴水和酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
- ③ SO_2 使品红溶液和滴有酚酞的 $NaOH$ 溶液褪色

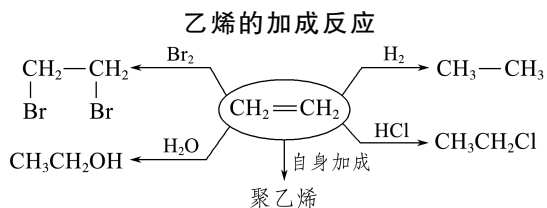
解析: (1) 乙烯的结构式为
$$\begin{array}{c}
 H & & H \\
 & \diagdown & / \\
 & C=C & \\
 & / & \diagdown \\
 H & & H
 \end{array}$$
。(2) 乙烯

中含有碳碳双键,性质较活泼,能和溴发生加成反应生成1,2-二溴乙烷,反应的化学方程式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ 。(3)乙烯中含有碳碳双键,能和溴发生加成反应,能被酸性 KMnO_4 溶液氧化生成二氧化碳和水,与水、氢气只有在一定条件下才能反应且水、氢气的量不易控制,而乙烷与以上物质均不反应,所以可用来除去乙烷中混有的少量乙烯的试剂是溴水。(4)在一定条件下,乙烯能与水发生加成反应生成乙醇。(5)乙烯使溴的四氯化碳溶液褪色是发生了加成反应;乙烯使酸性 KMnO_4 溶液褪色是发生了氧化还原反应,故①错误; SO_2 使溴水、酸性 KMnO_4 溶液褪色均是发生了氧化还原反应,故②正确; SO_2 使品红溶液褪色是 SO_2 和有色物质结合生成了无色物质, SO_2 使滴有酚酞的 NaOH 溶液褪色是 SO_2 和 NaOH 反应生成 Na_2SO_3 和 H_2O ,使溶液的碱性降低,故③错误。

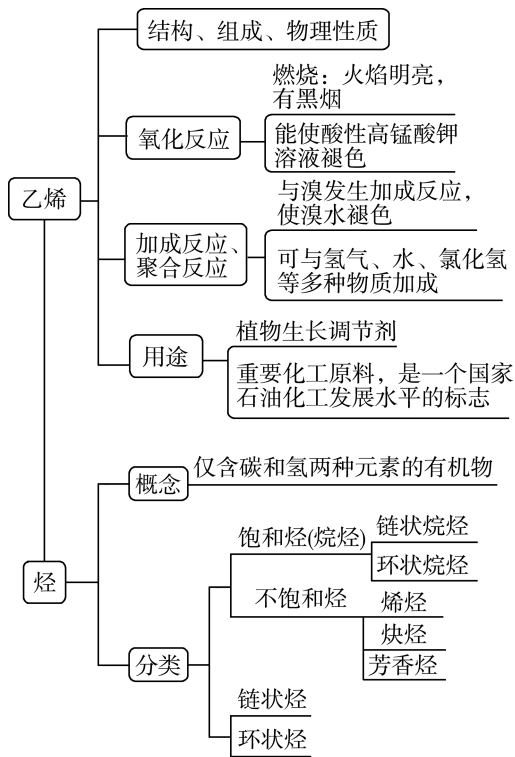


(3)③ (4)加成 (5)②

任务总结



提质归纳

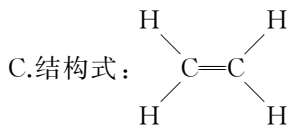
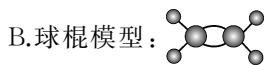
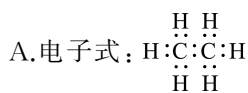


课后素养评价(十二)

A组 学习·理解

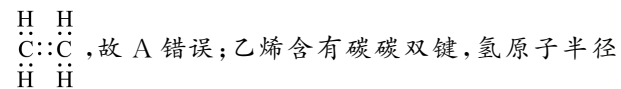
知识点1 乙烯的分子结构

1. 下列关于乙烯的表示方法不正确的是 ()



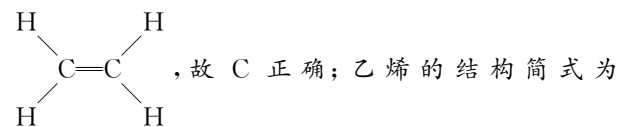
D. 结构简式: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

解析: 乙烯中的碳碳键是碳碳双键,其电子式为



小于碳原子半径,其球棍模型为 ,故 B 正

确;乙烯含有碳碳双键、碳氢单键,其结构式为



$\text{CH}_2=\text{CH}_2$,故 D 正确。

2. 下列关于乙烯和乙烷的说法中,不正确的是 ()

A. 乙烯属于不饱和链烃,乙烷属于饱和链烃

B. 乙烯分子中所有原子处于同一平面上,乙烷分子中所有的原子不在同一平面上

C. 乙烯分子中的碳碳双键比乙烷分子中的碳碳单键更稳定,性质更活泼

D. 乙烯能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,乙烷不能

C 解析:乙烯含有碳碳双键,属于不饱和链烃,乙烷只含碳碳单键,属于饱和链烃,故 A 正确;乙烯分子中 6 个原子处于同一平面上,乙烷分子看作是 2 个甲基相连,原子不可能在同一平面上,故 B 正确;乙烯分子中的双键有 1 个键易断裂,不稳定,故 C 错误;乙烯含有双键,能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,乙烷不能,故 D 正确。

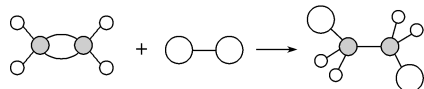
知识点 2 乙烯的化学性质与用途 烃

3.能证明乙烯分子里含有一个碳碳双键的事实是 ()

- A.乙烯分子里碳、氢个数比为 1:2
 B.乙烯完全燃烧生成的 CO_2 和水的物质的量相等
 C.乙烯容易与溴的四氯化碳溶液发生加成反应,且 1 mol $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 完全加成需要消耗 1 mol Br_2
 D.乙烯能使酸性高锰酸钾溶液褪色

C 解析:碳氢个数比为 1:2 是对乙烯的组成分析,而不是证明碳碳双键存在的事实;B 选项与 A 选项的实质是一样的,根据生成的 CO_2 和水的物质的量相等,也只能推断出碳、氢个数比为 1:2;C 选项,加成反应是不饱和烃的特征性质,1 mol 乙烯完全加成需要消耗 1 mol 溴,说明乙烯分子中含有一个碳碳双键;D 选项,能够使酸性高锰酸钾溶液褪色是不饱和烃的特征,包括烯烃和炔烃,并不能说明一定含有碳碳双键,也不能定量地说明乙烯分子的结构中只含有一个碳碳双键。


4.如图所示为用球棍模型表示的某有机反应的过程,下列关于该反应的叙述正确的是 ()



- A.该反应的原子利用率达到 100%
 B.该反应可能是乙烯和氢气的反应
 C.该反应可能是乙炔和氯气的反应
 D.该反应的产物不可能有同分异构体

A 解析:该反应是加成反应,反应物全部转化为生成物,则原子利用率达到 100%,故 A 正确;题图中

单质的原子半径比碳原子半径大,因此该反应不可能是乙烯和氢气的反应,故 B 错误;反应物中的有机物含有碳碳双键,乙炔含碳碳三键,因此不可能是乙炔,故 C 错误;该反应的产物有同分异构体,结

构为 , 故 D 错误。

5.足球比赛中当运动员肌肉挫伤或扭伤时,队医会迅速对运动员的受伤部位喷射一种药剂——氯乙烷(沸点为 $12.27\text{ }^\circ\text{C}$)进行局部冷冻麻醉应急处理。

(1)氯乙烷用于冷冻麻醉应急处理的原因是_____。

(2)制取 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ 最好的方法是_____ (填字母序号)。

- A.乙烷与氯气反应
 B.乙烯与氯气反应
 C.乙烷与 HCl 反应
 D.乙烯与 HCl 反应

(3)选择上述方法的理由是_____

发生反应的化学方程式为_____

解析:为制得纯净的氯乙烷,应用乙烯与 HCl 的加成反应,而不宜用乙烷与 Cl_2 的取代反应。因为乙烯与 HCl 的加成产物只有一种,而乙烷与 Cl_2 的取代产物是多种氯代烷的混合物。

答案:(1)氯乙烷的沸点较低,易挥发而吸收热量,使局部冷冻麻醉 (2)D (3)由于烷烃的卤代反应是分步进行的,而且反应很难停留在一元取代阶段,所以得到的产物往往是混合物;而用乙烯和 HCl 反应只有一种加成产物,所以可以得到相对纯净的产物



B组 应用·实践

6.文献记载:“红柿摘下未熟,每篮用木瓜两三枚放入,得气即发,并无涩味。”下列有关“气”的说法错误的是 ()

- A.将“气”通入溴水中,发生加成反应,溶液褪色
 B.将“气”通入酸性 KMnO_4 溶液中,发生氧化反应,溶液褪色

C.该“气”能作植物生长的调节剂,促进植物生长

D.将“气”在空气中点燃,火焰呈淡蓝色

D 解析:由题给信息可知,文献中的“气”为可作植物生长调节剂的乙烯气体。乙烯与溴水发生加成反应生成不溶于水的 1,2-二溴乙烷,反应的实验现象为溴水褪色且分层,A 正确;乙烯含有碳碳双键,

可与酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应使溶液褪色, B 正确; 乙烯是植物生长的调节剂, 能促进植物生长, C 正确; 乙烯含碳量较大, 燃烧时火焰明亮, 并伴有黑烟, D 错误。

7. 下列叙述正确的是 ()

- A. 等质量的甲烷和乙烯完全燃烧, 乙烯消耗的 O_2 多
 B. $C_5H_{11}Cl$ 有 7 种同分异构体
 C. 乙烯可使溴水褪色
 D. 正丁烷和异丁烷互为同系物

C 解析: 根据烃分子的燃烧通式 $C_xH_y + (x + \frac{y}{4})$

$O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$ 可知在质量相等时烃分子

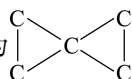
含氢量越高, 耗氧量越多, 甲烷是所有烃类物质含氢量最高的, 则等质量的甲烷和乙烯完全燃烧, 甲烷消耗的 O_2 多, A 项错误; $C_5H_{11}Cl$ 相当于戊烷分子中的 1 个氢原子被氯原子取代, 正戊烷有 3 类氢原子, 异戊烷有 4 类氢原子, 新戊烷有 1 类氢原子, 因此 $C_5H_{11}Cl$ 有 8 种同分异构体, B 项错误; 乙烯含有碳碳双键, 能使溴水褪色, C 项正确; 正丁烷和异丁烷的分子式相同, 结构不同, 互为同分异构体, 不互为同系物, D 项错误。

8. 丙烯 ($CH_3-CH=CH_2$) 是生产口罩的重要原材料。下列有关丙烯的说法错误的是 ()

- A. 丙烯和乙烯互为同系物
 B. 丙烯使溴的四氯化碳溶液褪色和使酸性高锰酸钾溶液褪色的原理相同
 C. 丙烯能发生氧化反应、加成反应和加聚反应
 D. 利用丙烯合成的聚丙烯塑料可制成薄膜、管道、包装材料等


B 解析: 丙烯与乙烯组成和结构相似, 组成上相差一个 CH_2 原子团, 均含一个碳碳双键, 互为同系物, 故 A 正确; 丙烯使溴的四氯化碳溶液褪色是发生了加成反应, 使酸性高锰酸钾溶液褪色是发生了氧化反应, 原理不相同, 故 B 错误; 丙烯含碳碳双键, 可发生加成反应和加聚反应, 能燃烧, 可发生氧化反应, 故 C 正确; 利用丙烯合成的聚丙烯塑料用途广泛, 可制成薄膜、管道、包装材料等, 故 D 正确。

9. 环之间共用一个碳原子的化合物称为螺环化合物,

螺[2,2]戊烷(碳骨架为 ) 是最简单的一种

螺环化合物。下列关于该化合物的说法错误的是


()

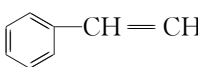
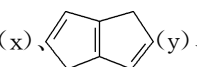

A. 与  互为同分异构体

B. 一氯代物只有一种

C. 所有碳原子处于同一平面

D. 该物质属于环状烃

C 解析: 由题给螺[2,2]戊烷的碳骨架, 补全氢原子, 可得其分子式为 C_5H_8 ,  的分子式也是 C_5H_8 , 但二者结构不同, 故互为同分异构体, A 项正确; 螺[2,2]戊烷分子中的 8 个氢原子完全相同(不考虑立体异构), 故其一氯代物只有一种, B 项正确; 螺[2,2]戊烷中的每个碳原子形成 4 个单键, 而每个碳原子与 4 个原子构成四面体形, 所以分子中所有碳原子不可能处在同一平面上, C 项错误; 螺[2,2]戊烷属于环状烃, D 项正确。

10. 已知  (x)、 (y)、 (z)

互为同分异构体。下列说法不正确的是 ()

A. z 的二氯代物有 3 种

B. x、y 的一氯代物分别有 5 种、3 种

C. x、y 均可使溴的四氯化碳溶液因发生加成反应而褪色

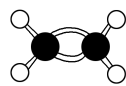
D. x、y 中的所有原子均可能处于同一平面

D 解析: z 为立方烷, 结构高度对称, z 中只有 1 种氢原子, 其一氯代物只有 1 种, 二氯代物有 3 种(2 个氯原子处于立方烷的邻位、面对角线、体对角线), A 正确; x 中有 5 种氢原子, x 的一氯代物有 5 种, y 中有 3 种氢原子, y 的一氯代物有 3 种, B 正确; x、y 中都含有碳碳双键, 都能与溴的四氯化碳溶液发生加成反应使溶液褪色, C 正确; y 中含有饱和碳原子, y 中所有原子不可能处于同一平面上, x 由苯基和乙烯基通过碳碳单键相连, 联想苯和乙烯的结构, 结合单键可以旋转, x 中所有原子可能处于同一平面, D 错误。

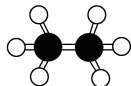
11. 现有 A、B、C 三种烃, 其球棍模型如图:



A



B



C

(1) 等质量的以上物质完全燃烧时耗去 O_2 的量最多的是 _____ (填对应字母序号, 下同)。

(2) 同状况、同体积的以上三种物质完全燃烧时耗去

O₂的量最多的是_____。

(3)等质量的以上三种物质燃烧时,生成二氧化碳最多的是_____,生成水最多的是_____。

(4)在 120 °C、1.01×10⁵ Pa 条件下时,有两种气态烃和足量的氧气混合点燃,相同条件下测得反应前后气体体积没有发生变化,这两种气体是_____。

解析:据球棍模型可知 A 为 CH₄, B 为 C₂H₄, C 为 C₂H₆。(1)等质量的烃完全燃烧时,氢元素的质量分数越大,耗氧量越大,即碳氢原子个数比越小耗氧量越多。CH₄、C₂H₄、C₂H₆ 中的碳氢原子个数比依次为 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{2}{4}$ 、 $\frac{2}{6}$,故 CH₄ 耗 O₂ 最多。(2)等物

质的量的烃 C_xH_y 完全燃烧时, $x + \frac{y}{4}$ 的值越大,耗

氧量越大, CH₄、C₂H₄、C₂H₆ 的 $x + \frac{y}{4}$ 依次为

$1 + \frac{4}{4} = 2$ 、 $2 + \frac{4}{4} = 3$ 、 $2 + \frac{6}{4} = 3.5$,故 C₂H₆ 耗 O₂ 最

多。(3)设三种物质均为 1 g, $n(\text{CO}_2) = n(\text{C})$, 三种物质生成的 $n(\text{C})$ 分别为 $(\frac{1}{16} \times 1)$ mol、 $(\frac{1}{28} \times 2)$ mol、

$(\frac{1}{30} \times 2)$ mol, $(\frac{1}{28} \times 2)$ mol 最大,故 C₂H₄ 燃烧生成

的 CO₂ 最多; $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2}n(\text{H})$, 三种物质中

$n(\text{H}_2\text{O})$ 分别为 $(\frac{1}{2} \times \frac{1}{16} \times 4)$ mol、

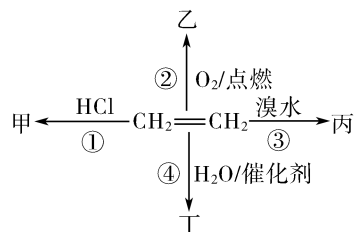
$(\frac{1}{2} \times \frac{1}{28} \times 4)$ mol、 $(\frac{1}{2} \times \frac{1}{30} \times 6)$ mol、 $(\frac{1}{2} \times \frac{1}{16} \times$

4) mol 最大,故 CH₄ 生成的 H₂O 最多。(4)温度

≥100 °C 条件下,当烃分子中含有 4 个氢原子时,该烃完全燃烧前后气体体积不变, $y = 4$ 的为 CH₄、C₂H₄。

答案:(1)A (2)C (3)B A (4)AB

12.根据乙烯的转化图,完成下列问题:



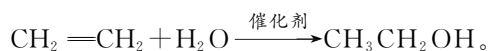
(1)①③的反应类型为_____。

(2)丙的结构简式是_____。

(3)写出反应②的化学方程式:_____。

(4)反应④为工业上乙烯制备乙醇的反应,其化学方程式为_____。

解析:(1)CH₂=CH₂ 与溴、氯化氢均能发生加成反应。(2)溴与乙烯发生加成反应生成 1,2-二溴乙烷(CH₂BrCH₂Br)。(3)反应②为乙烯的燃烧,化学方程式为 $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(4)乙烯与水发生加成反应生成乙醇的化学方程式为



答案:(1)加成反应 (2)CH₂BrCH₂Br



第 2 课时 有机高分子材料

学习任务目标

- 知道合成新物质是有机化学研究价值的重要体现。结合实例认识塑料、橡胶、纤维等在生产、生活领域中的重要应用。
- 能从有机化合物及其性质的角度对有关能源、材料、饮食、健康、环境等实际问题进行分析、讨论和评价。

问题式预习

一、高分子材料的分类

1.天然高分子材料

人们很早就开始使用的棉花、羊毛、天然橡胶等属于天然有机高分子材料。

2.合成高分子材料

塑料、合成纤维、合成橡胶、黏合剂、涂料等属于合成高分子材料,其中前三种被称为“三大合成材料”。

二、塑料

1.塑料的成分

塑料的主要成分是合成树脂。

2. 常见的塑料

(1) 聚乙烯(PE): 绝缘性好, 耐化学腐蚀, 容易老化; 可以制成薄膜, 用于食品、药物的包装材料以及日常用品、绝缘材料等。

(2) 聚氯乙烯(PVC): 绝缘性好, 耐化学腐蚀, 机械强度较高; 可以制成薄膜、管道、日常用品、绝缘材料等。

(3) 聚苯乙烯(PS): 绝缘性好, 耐化学腐蚀, 无毒; 可以制成日常用品、绝缘材料, 还可以制成泡沫塑料用于防震、保温、隔音。

(4) 聚四氟乙烯(PTFE): 耐化学腐蚀, 耐溶剂性好, 耐低温、高温, 绝缘性好; 加工困难; 可制成化工、医药等行业使用的耐腐蚀、耐高温、耐低温制品。

(5) 聚丙烯(PP): 机械强度较高, 绝缘性好, 耐化学腐蚀, 无毒; 可以制成薄膜、管道、日常用品、包装材料等。

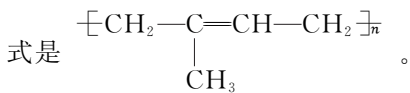
(6) 聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA): 俗称有机玻璃, 透光性好, 易加工; 耐磨性较差, 能溶于有机溶剂; 可制成飞机和车辆的风挡、光学仪器、医疗器械、广告牌等。

(7) 脲醛树脂(UF): 俗称电玉, 绝缘性好, 耐溶剂性好, 不耐酸; 可制成电器开关插座及日常用品等。

三、橡胶

1. 橡胶的分类

(1) 天然橡胶: 主要成分是聚异戊二烯, 结构简



(2) 合成橡胶: 以石油、天然气为原料, 以二烯烃和烯烃等为单体聚合而成。

2. 常见的合成橡胶

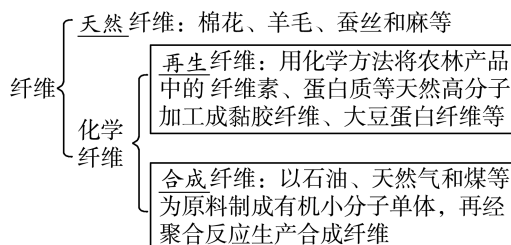
(1) 异戊橡胶: 以异戊二烯为单体进行聚合反应而得。它的性能与天然橡胶十分接近, 又被称为合成天然橡胶。

(2) 硫化橡胶: 天然橡胶硫化的目的是将线型结构转化为网状结构。硫化橡胶具有更好的强度、韧性、弹性和化学稳定性。

(3) 特种橡胶: 耐热和耐酸碱腐蚀的氟橡胶; 耐高温和严寒的硅橡胶。

四、纤维

1. 纤维的分类



2. 合成纤维的性质和用途

(1) 性质: 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。

(2) 用途: 制作衣物、绳索、渔网、工业用滤布, 以及飞机、船舶的结构材料等, 广泛应用于工农业生产的各个领域。

任务型课堂

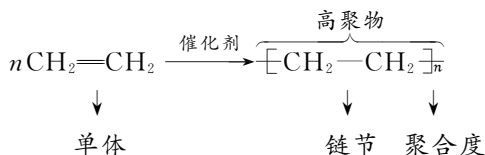
任务 加聚反应合成高分子化合物

「探究活动」

聚乙烯是合成树脂, 是我国合成树脂中产能最大、进口量最多的品种。聚乙烯的抗腐蚀性、电绝缘性优良, 生活中常用的保鲜膜、背心式塑料袋、塑料食品袋、奶瓶、提桶、水壶等均为聚乙烯制品。

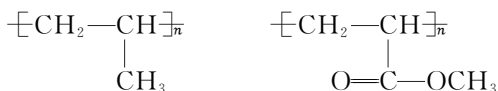
活动 1: 聚乙烯是通过什么方法合成的? 写出对应的化学方程式, 并指出聚乙烯的单体、链节。

提示: 乙烯通过加聚反应得到聚乙烯;



活动 2: 通过聚合物的链节, 可以看出聚合物的

单体, 下面两种聚合物是由何种单体聚合成的?



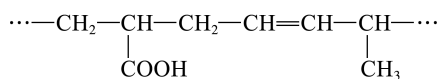
提示: $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$; $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOCH}_3$ 。

「评价活动」

1. 下列说法正确的是 ()
- 链节是高分子化合物中重复出现的结构单元, 如聚乙烯的链节是 $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$
 - 丙烯和聚丙烯都能使溴水褪色
 - 高分子化合物都没有固定的熔、沸点
 - 加聚反应生成高分子化合物的同时, 还有 H_2O 等小分子物质生成
- C 解析:** 链节是高分子化合物中重复出现的结构单元, 如聚乙烯的链节是 $-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$, A 错误;

聚丙烯不能使溴水褪色, B 错误; 高分子化合物是混合物, 没有固定的熔、沸点, C 正确; 加聚反应生成高分子化合物时, 没有小分子物质生成, D 错误。

2. 下图是某高分子的结构片断, 其单体是 ()



- A. $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$
 B. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CHCH}_3$ 、 $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$
 C. $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$ 、 $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_3$
 D. $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$

B 解析: 该高分子主链上全部是碳原子, 所以它是加聚反应的产物, 根据“单键变双键、双键变单键”的原则, 可写出其单体为 $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CHCH}_3$ 和 $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$, 故选 B。

3. 下列有关聚丙烯的认识正确的是 ()

- A. 聚丙烯的链节为 $-\text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 -$
 B. 聚丙烯是混合物
 C. 合成聚丙烯的单体丙烯的结构简式为 CH_2CHCH_3
 D. 聚丙烯能与溴水发生加成反应

B 解析: 聚丙烯的链节是 $-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 -$, 故 A 错

误; 聚丙烯是高分子, 不同分子的聚合度不同, 因此聚丙烯是混合物, 故 B 正确; 合成聚丙烯的单体丙烯的结构简式为 $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_3$, 故 C 错误; 聚丙烯分子中不含碳碳双键, 不能与溴水发生加成反应, 故 D 错误。

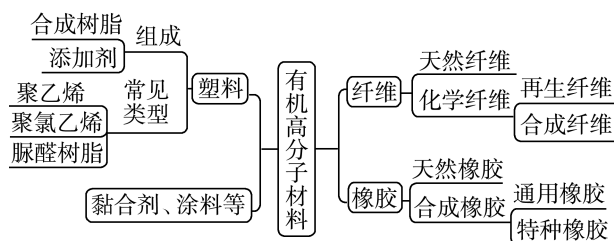
任务总结

加聚反应中单体的判断

(1) 加聚反应的单体必须是含有双键、三键等不饱和键的化合物。例如, 烯烃、二烯烃、炔烃、醛等含不饱和键的有机物。

(2) 判断加聚反应单体的规律是“见双键, 四个碳, 无双键, 两个碳”, 画线断开, 然后“单键变双键, 双键变单键”。

提质归纳



课后素养评价(十三)

A组 学习·理解

知识点 1 有机高分子材料的性能与用途

1. 下列关于高分子化合物的说法正确的是 ()

- A. 高分子化合物的相对分子质量一般在几千至几万
 B. 高分子化合物一般都是混合物
 C. 聚乙烯有固定的熔点和沸点
 D. 高分子化合物中只含 C、H、O 三种元素

B 解析: 高分子化合物的相对分子质量在 10^4 以上, A 错误; 高分子化合物都是混合物, 没有固定的熔、沸点, B 正确, C 错误; 蛋白质属于高分子化合物, 除含有 C、H、O 外, 还含有 N、P 等元素, D 错误。

2. 下列生活用品中主要由合成纤维制造的是 ()

- A. 尼龙绳 B. 宣纸
 C. 羊绒衫 D. 棉衬衣

A 解析: 尼龙绳的主要成分是合成纤维, 宣纸的成分是纤维素, 羊绒衫的主要成分是蛋白质, 棉衬衣的主要成分是纤维素。

3. 食品保鲜膜按材质分为聚乙烯 (PE)、聚氯乙烯 (PVC) 等种类。PE 保鲜膜可直接接触食品, PVC

保鲜膜则不能直接接触食品, 它对人体有潜在危害。下列有关叙述不正确的是 ()

- A. PE、PVC 都属于高分子化合物
 B. PE、PVC 的单体都是不饱和烃, 能使溴水褪色
 C. 焚烧 PVC 保鲜膜会放出有毒气体 HCl
 D. 废弃的 PE 和 PVC 均可回收利用以减少白色污染

B 解析: PE、PVC 都属于高分子化合物, A 正确; PVC 的单体是 $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$, 不属于烃类, B 错误; PVC 中含有氯元素, 在燃烧过程中会产生 HCl, 对人体有害, C 正确; 废弃塑料可造成白色污染, 回收利用可减少对环境的污染, D 正确。

4. (2022·广东卷) 北京冬奥会成功举办、神舟十三号顺利往返、“天宫课堂”如期开讲、“华龙一号”核电海外投产等, 均展示了我国科技发展的巨大成就。下列相关叙述正确的是 ()

- A. 冬奥会“飞扬”火炬所用的燃料 H_2 为氧化性气体
 B. 飞船返回舱表层材料中的玻璃纤维属于天然有机高分子
 C. 乙酸钠过饱和溶液析出晶体并放热的过程仅涉及化学变化

C.可由加聚反应得到
 D.能使酸性高锰酸钾溶液褪色
D 解析:聚四氟乙烯属于高分子化合物,A 正确;聚四氟乙烯是加聚产物,单体是 $\text{CF}_2=\text{CF}_2$,B 正确;聚四氟乙烯可由加聚反应得到,C 正确;分子中不存在碳碳双键,不能使酸性高锰酸钾溶液褪色,D 错误。

- 11.下列物质中,不属于合成材料的是 ()
 A.塑料 B.蛋白质
 C.合成纤维 D.合成橡胶

B 解析:蛋白质属于天然高分子化合物,不属于合成材料。

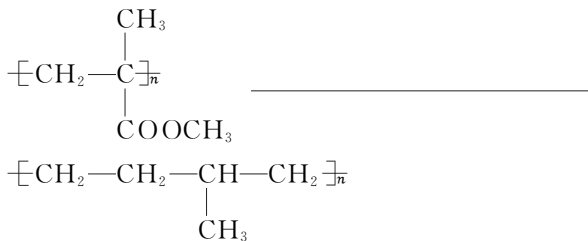
- 12.天然橡胶的主要成分是聚异戊二烯:
 ($\text{[-CH}_2\text{-CH=C(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-]}_n$),许多合成橡胶也

有类似的结构,下列试剂与该橡胶较长时间接触不会发生反应的是 ()

- A. $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ 溶液
 B. 溴水
 C. 浓 HNO_3
 D. NaOH 溶液

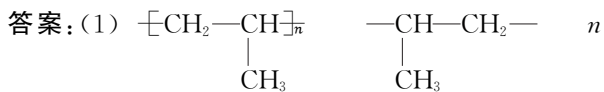
D 解析:由天然橡胶的结构可知:其含有碳碳双键,易被氧化,也能与溴水发生加成反应。

- 13.(1)由丙烯($\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2$)合成的聚丙烯的结构简式为 _____,链节为 _____;聚合度为 _____,聚合物的平均相对分子质量为 _____。
 (2)写出下列高聚物的单体。

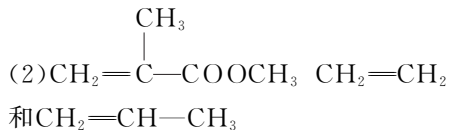


解析:(1)聚丙烯的结构简式为 $\text{[-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-]}_n$,

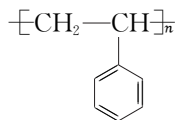
其平均相对分子质量为 $42n$ 。(2)根据高分子化合物找单体的方法进行分析。



$42n$



- 14.按要求完成下列问题。



(1)聚苯乙烯的结构为 _____。

- ①单体是 _____;
 ②实验测得某聚苯乙烯的相对分子质量(平均值)为 52 000,则该高聚物的聚合度 n 为 _____。

(2)完成下列反应的化学方程式,并指出反应类型。

- ①由乙烯制取聚乙烯: _____;
 _____;
 ②由丙烯制取聚丙烯: _____;
 _____。

解析:(1)①聚苯乙烯的单体是 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}=\text{CH}_2$;

② $n = \frac{52\ 000}{104} = 500$ 。(2)乙烯制取聚乙烯和丙烯制取聚丙烯的反应是加聚反应。

答案:(1)① $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}=\text{CH}_2$ ② 500

(2)① $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{[-CH}_2\text{-CH}_2\text{-]}_n$ 加聚反应

② $n\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{[-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-]}_n$

加聚反应

第三节 乙醇与乙酸

第1课时 乙醇

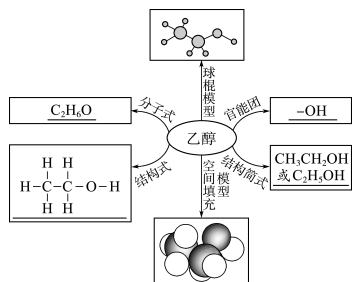
学习任务目标

1. 认识醇的组成和结构特点、性质、转化关系及其在生产、生活中的重要应用。
2. 能够列举醇的典型代表物的主要物理性质。能描述和分析醇的典型代表物的重要反应,书写相应的化学方程式。

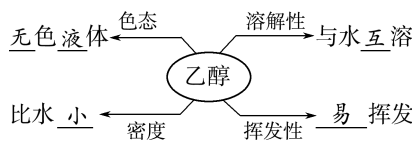
问题式预习

一、乙醇

1. 乙醇的分子组成与结构

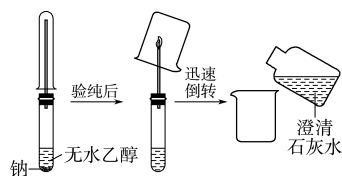


2. 乙醇的物理性质



3. 乙醇的化学性质

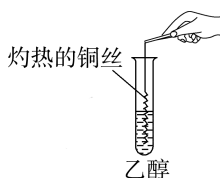
(1) 与钠反应



①实验现象:无水乙醇中放入金属钠后,试管中有气泡产生,放出的气体可在空气中安静地燃烧,火焰呈淡蓝色;烧杯内壁上有水珠生成,迅速倒转烧杯后向其中加入澄清石灰水,石灰水不变浑浊。

②乙醇与钠反应的化学方程式: $2\text{Na} + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(2) 氧化反应



①实验现象:铜丝灼烧时变为黑色,插入乙醇中变为红色,反复几次可闻到刺激性气味。

②乙醇发生催化氧化反应的化学方程式:

$$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$$

③乙醇在空气中燃烧的化学方程式: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

④乙醇与酸性 KMnO_4 溶液反应被氧化为乙酸。

4. 乙醇的用途

- (1) 用作燃料。
- (2) 用作有机化工原料和溶剂。
- (3) 医疗上常用体积分数为 75% 的乙醇溶液作消毒剂。

二、烃的衍生物

1. 烃的衍生物

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。

2. 官能团

(1) 定义:决定有机化合物特性的原子或原子团。

(2) 实例

物质	所含官能团	官能团的名称
CH_3Cl	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{Cl} \\ \end{array}$	碳氯键
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	$-\text{OH}$	羟基
	$-\text{NO}_2$	硝基
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$	碳碳双键

任务型课堂

任务一 钠与乙醇、水反应的比较

「探究活动」

工业生产中会用到金属钠,如钠灯等的制备。生产中会产生废弃的金属钠,可用乙醇与钠反应,处理废弃的金属钠,变成乙醇钠,缓慢地放出氢气。

活动 1:乙醇能与活泼金属钠反应产生氢气,所以乙醇是酸,这种认识对吗?

提示:不对。乙醇不具有酸的通性,不属于酸。

活动 2:如何证明一个乙醇分子中含有一个羟基?

提示:根据 1 mol 乙醇与足量的金属钠反应产生 0.5 mol 的氢气,即可证明一个乙醇分子中含有一个羟基。

活动 3:在处理工业上废弃的金属钠时为什么用乙醇而不用水?

提示:乙醇中的氢氧键断裂比水中的氢氧键断裂难得多,即乙醇羟基中的氢原子不如水分子中的氢原子活泼,因此乙醇与钠的反应比水与钠的反应缓和。

「评价活动」

1.要研究金属钠与酒精、水反应的剧烈程度,下列研究方法中,没有用到的是 ()

A.分类法 B.观察法 C.实验法 D.比较法

A 解析:没有分门别类地对物质及其变化进行研究,故 A 符合题意;实验过程中需要用肉眼观察实验现象,用到的是观察法,故 B 不符合题意;以实验研究金属钠能与酒精、水等反应,用到的是实验法,故 C 不符合题意;采取对比方法研究金属钠与酒精以及它与水反应的异同点,用到的是比较法,故 D 不符合题意。

2.已知分子中含有羟基的物质都能与钠反应产生氢气。

乙醇、乙二醇 ($\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{—OH} \end{array}$)、丙三醇 ($\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—OH} \\ | \\ \text{CH—OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{—OH} \end{array}$) 分别与足量金属钠作用,产生的氢气

在相同条件下体积之比为 2 : 3 : 12,则这三种醇的物质的量之比为 ()

A.4 : 3 : 2 B.12 : 3 : 2 C.1 : 2 : 3 D.4 : 3 : 8

D 解析:羟基个数与被置换的氢原子个数之比为

1 : 1,三种醇与钠反应放出氢气的体积比为 2 : 3 : 12(相同条件下),则三种醇提供的羟基数之比为 2 : 3 : 12,因此三种醇的物质的量之比为 2 : 1.5 : 4 = 4 : 3 : 8,故 D 正确。

3.为了探究乙醇与金属钠反应的原理,某同学做了如下四个实验:

实验一:向小烧杯中加入无水乙醇,再放入一小块金属钠,观察现象,并收集产生的气体。

实验二:设法检验实验一收集到的气体。

实验三:向试管中加入 3 mL 水,并加入一小块金属钠,观察现象。

实验四:向试管中加入 3 mL 乙醚($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$),并加入一小块金属钠,发现无任何现象发生。

请回答以下问题:

(1)简述实验二中检验气体的实验方法及作出判断的依据:_____。

(2)从结构上分析,该实验选取水和乙醚作参照物的原因是_____。

(3)实验三的目的是证明_____;

实验四的目的是证明_____;

根据实验三和实验四的结果,可以证明乙醇与金属钠反应的化学方程式应为_____。

解析:(1)可将收集到的气体点燃,若能燃烧或发出爆鸣声,则可证明该气体是氢气。(2)水分子中含有—OH,乙醚分子中含有乙基,而乙醇分子中含有乙基和羟基,故实验中选取水和乙醚作参照物。(3)通过钠与水的反应证明羟基氢可与钠发生置换反应;通过钠与乙醚不能反应证明乙基上的氢不能与钠发生置换反应。

答案:(1)将收集到的气体点燃,若能燃烧或发出爆鸣声,则证明该气体是氢气

(2)乙醇分子中含有乙基和羟基,而水分子中含有—OH,乙醚分子中含有乙基

(3)羟基氢可与钠发生置换反应 乙基上的氢不能与钠发生置换反应 $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$

任务总结

钠与乙醇、水反应的比较

比较项目	水与钠反应	乙醇与钠反应
钠的变化	钠粒浮于水面,熔成闪亮的小球,并快速地四处游动,很快消失	钠粒开始沉于试管底部,未熔化,最终慢慢消失
声的现象	有“嘶嘶”的声响	无声响
气体验验	点燃,发出淡蓝色的火焰	点燃,发出淡蓝色的火焰
实验结论	钠的密度小于水,熔点低。钠与水剧烈反应,生成氢气。水分子中的氢原子比较活泼	钠的密度比乙醇的密度大。钠与乙醇缓慢反应生成氢气。乙醇羟基上的氢原子相对不活泼
反应的化学方程式	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$	$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$

任务二 乙醇的催化氧化反应

「探究活动」

银饰作为我国传统的一种首饰,一直以来都广受人们的喜爱。焊接银器、铜器时,表面会生成黑色的氧化膜,银匠说可以先把铜、银放在火上烧热,马上蘸一下酒精,铜、银会光亮如初。

活动 1: 这一过程中发生了哪些反应? 铜在反应中起到了什么作用?

提示: $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$, 铜起催化作用。

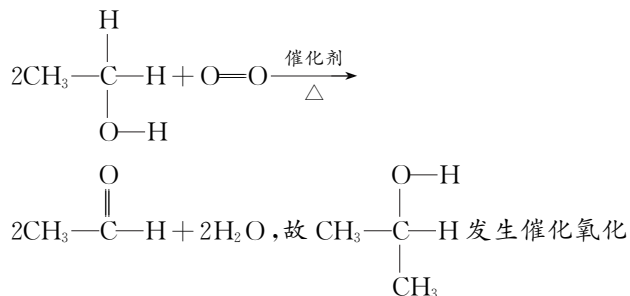
活动 2: 这一过程的总反应是什么? 乙醇在反应中断裂的化学键是什么?

提示: $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$, 乙醇断裂的化学键是 C—H 和 O—H。

活动 3: 根据乙醇催化氧化的实质, 推测 CH_3CHCH_3 发生催化氧化反应的产物是什么?



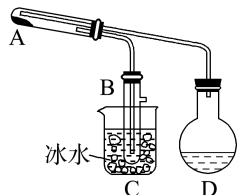
提示: 乙醇催化氧化的实质:



反应的产物为 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 。

「评价活动」

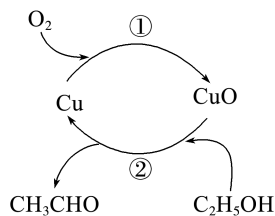
1. 如图所示是乙醇催化氧化制乙醛的实验装置(夹持仪器和加热仪器均未画出)。下列说法错误的是 ()



- A. A 中所盛的固体可以是 CuO
B. D 中的乙醇可用沸水浴加热
C. 具支试管 B 中无色液体产生
D. 具支试管 B 可换成带塞的普通试管

D 解析: 乙醇和 CuO 反应生成乙醛和水, 所以 A 中所盛的固体可以是 CuO, A 项正确; 直接加热时, 生成乙醇蒸气的速率较大, 乙醇和 CuO 反应不完全, 为使 A 中的乙醇平稳汽化成蒸气, D 中的乙醇可用沸水浴加热, B 项正确; 乙醇和 CuO 反应生成乙醛和水, 冷凝后具支试管 B 中无色液体产生, C 项正确; 具支试管 B 应与外界保持相通, 所以具支试管 B 不可换成带塞的普通试管, D 项错误。

2. 乙醇的催化氧化过程如图所示, 下列说法错误的是 ()

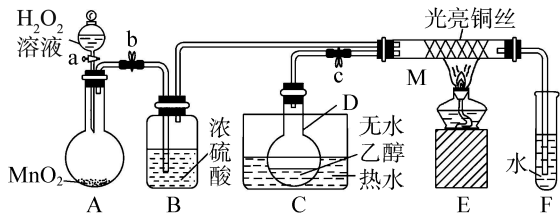


- A. 过程①中的现象是红色固体变成黑色
B. 过程②的化学方程式是 $\text{CuO} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
C. 由图可知, 催化剂不参与化学反应过程
D. 将 Cu 换成 Ag, 也能使乙醇发生催化氧化反应生成乙醛

C 解析: 过程①中, Cu 和 O_2 反应生成 CuO, 红色固体变成黑色, 故 A 正确; 由过程②中的箭头可知, CuO 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 是反应物, CH_3CHO 和 Cu 是产物, 配平可得化学方程式: $\text{CuO} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$, 故 B 正确; 根据图示可知, Cu 是催化剂, 参与了化学反应过程, 故 C 错误; Cu 或 Ag 均可作为乙醇发生催化氧化的催化剂, 故 D 正确。

3. 有关催化剂的催化机理等问题可以从“乙醇的催化氧化

实验”中得到一些启发。某教师设计了如图所示装置(夹持装置等已省略),实验操作:先按图安装好实验装置,关闭活塞 a 及弹簧夹 b、c,把铜丝的中间部分加热片刻,然后打开活塞 a 及弹簧夹 b、c,通过控制活塞 a 和弹簧夹 b,有节奏(间歇性)地通入气体,即可在 M 处观察到明显的实验现象。



试回答以下问题:

(1) A 瓶中发生反应的化学方程式为 _____

B 的作用是 _____, C 中热水的作用是 _____。

(2) M 管中发生反应的化学方程式为 _____。

(3) 从 M 管中可观察到的现象是 _____。

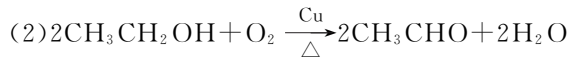
从实验现象中可认识到该实验过程中催化剂 _____ (填“参加”或“不参加”) 化学反应, 还可以认识到催化剂起催化作用需要一定的 _____。

(4) 实验进行一段时间后, 如果撤掉酒精灯, 反应 _____ (填“能”或“不能”) 继续进行, 原因是 _____。

解析: 乙醇的催化氧化反应实质为 O_2 与 Cu 反应生成 CuO, CuO 再将乙醇氧化成乙醛, 且 CuO 被还原为 Cu。

答案: (1) $2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2 \uparrow$ 干燥 O_2

使 D 中乙醇变为蒸气进入 M 管参加反应, 并且用水浴加热能使乙醇气流更平稳



(3) 受热部分的铜丝交替出现变黑、变红的现象
参加 温度

(4) 能 该反应是放热反应, 反应放出的热量能维持该反应的进行

任务总结

醇的催化氧化反应规律

(1) 反应条件

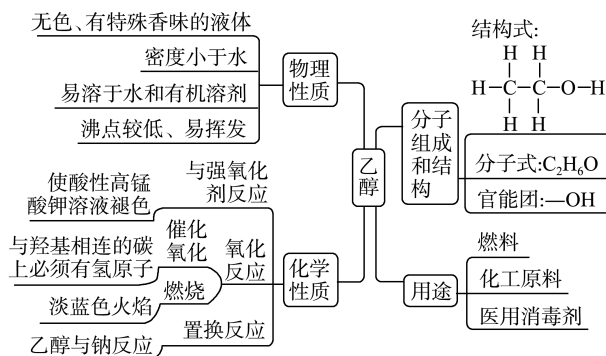
与羟基相连碳原子上必须有氢原子。如



(2) 反应产物

与羟基相连碳原子上含有 2 个或 3 个氢原子被氧化为醛, 含有 1 个氢原子被氧化为酮。

► 提质归纳



课后素养评价(十四)

A组 学习·理解

知识点 1 乙醇的组成和结构

1. 决定乙醇主要化学性质的原子或原子团是 ()

- A. 羟基
- B. 乙基($-CH_2CH_3$)
- C. 氢氧根离子
- D. 氢离子

A 解析: 羟基是乙醇的官能团, 决定其主要化学性质。

2. 分析比较乙烷和乙醇的结构, 下列说法错误的是 ()

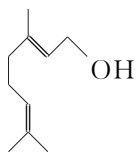
- A. 两个碳原子以单键相连
- B. 乙基与一个羟基相连就是乙醇分子
- C. 乙醇与钠反应而钠与乙烷不反应
- D. 分子里都含 6 个相同的氢原子

D 解析: 乙烷和乙醇的结构简式分别为 CH_3CH_3 和 CH_3CH_2OH , 由于官能团 $-OH$ 的存在, 使乙醇

的结构和性质与乙烷不相同,乙醇分子中有3种氢原子,其中只有羟基上的氢原子与钠反应,乙烷与钠不反应。

知识点2 乙醇与钠的反应

3.香叶醇是合成玫瑰香油的主要原料,其结构简式如下:



下列有关香叶醇的叙述正确的是 ()

- A. 香叶醇的分子式为 $C_{10}H_{17}O$
 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. 能发生加成反应,不能与金属钠反应

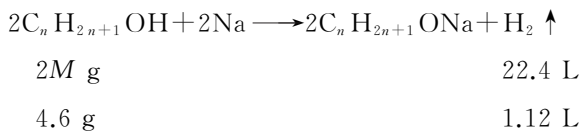
B 解析: 由香叶醇的结构简式确定含有的官能团为碳碳双键和羟基,根据碳形成四个共价键,确定分子式为 $C_{10}H_{18}O$, A 错误;含有碳碳双键,与溴发生加成反应而使其褪色, B 正确;含有碳碳双键和羟基,均能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使其褪色, C 错误;含有碳碳双键和羟基,能发生加成反应,也能与金属钠发生置换反应, D 错误。

4.饱和一元醇的通式为 $C_nH_{2n+1}OH$, 4.6 g 某饱和一元醇与足量金属钠反应,得到 1.12 L (标准状况) 的氢气。该饱和一元醇的分子式为 ()

- A. CH_3OH B. C_2H_5OH
 C. C_3H_7OH D. C_4H_9OH

B 解析: 注意该反应的比例关系: 2 mol 饱和一元醇与足量的钠反应可得 1 mol H_2 。

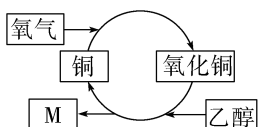
设该饱和一元醇的摩尔质量为 $M g \cdot mol^{-1}$ 。



解得: $M = 46$ 。该饱和一元醇的相对分子质量为 46, 由该醇的通式 $C_nH_{2n+1}OH$ 得等式: $12n + 2n + 1 + 16 + 1 = 46$, $n = 2$, 故该醇为 C_2H_5OH 。

知识点3 乙醇的氧化反应

5.某化学反应过程如图所示。由图得出的判断,错误的是 ()



A. 生成物 M 的化学式为 C_2H_4O

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

B 解析: 图中物质的变化为乙醇 \rightarrow 乙醛, 则 M 为乙醛, 乙醇发生了氧化反应; $Cu \rightarrow CuO \rightarrow Cu$, 铜在反应中作催化剂。

6.下列乙醇的化学性质中不是由羟基所决定的是 ()

A. 跟活泼金属 Na 等发生反应

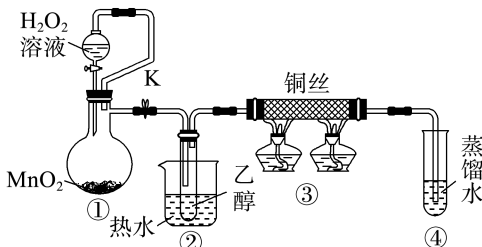
B. 在足量 O_2 中完全燃烧生成 CO_2 和水

C. 当 Ag 或 Cu 存在时跟 O_2 发生反应生成乙醛和 H_2O

D. 乙醇被酸性高锰酸钾氧化为乙酸

B 解析: 乙醇和金属 Na 反应是钠置换羟基上的氢; 乙醇的催化氧化原理是羟基上的氧氢键以及与羟基相连的碳原子上的碳氢键断裂, 形成醛基; 而燃烧时乙醇分子中的化学键全部断裂, 不是由羟基所决定的。

7.乙醇发生催化氧化反应制取乙醛(沸点为 $20.8^\circ C$, 能与水互溶)的装置如图所示(夹持装置已省略)。下列说法错误的是 ()



A. 实验开始前, 需要检查装置的气密性

B. 实验过程中铜丝会出现红黑交替变化

C. 实验开始时需先加热②, 再通 O_2 , 然后加热③

D. 实验结束时需先将④中的导管移出, 再停止加热

C 解析: 反应中需要制备氧气, 有气体生成或参与的实验开始前, 需要检查装置的气密性, 故 A 正确; 实验中 Cu 作催化剂, 在反应过程中, 红色的 Cu 会被氧化成黑色的 CuO , CuO 又会被还原为红色的 Cu, 故会出现红黑交替的现象, 故 B 正确; 实验开始时应该先加热③, 防止乙醇通入③时冷凝, 故 C 错误; 为防止倒吸, 实验结束时需先将④中的导管移出, 再停止加热, 故 D 正确。

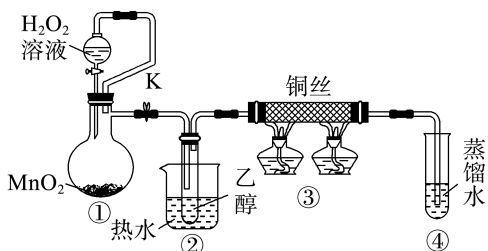
B组 应用·实践

8. 结合乙烯和乙醇的结构与性质, 推测丙烯醇($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$)不能发生的化学反应有()

- A. 加成反应
- B. 氧化反应
- C. 与 Na 反应
- D. 与 Na_2CO_3 溶液反应放出 CO_2

D 解析: 丙烯醇分子中含碳碳双键, 具有烯烃的性质, 能发生加成反应和氧化反应; 含有醇羟基, 具有醇的性质, 能发生氧化反应, 与钠反应, 但不具有酸性, 不能与 Na_2CO_3 溶液反应放出 CO_2 。

9. 乙醇催化氧化制取乙醛(沸点为 20.8°C , 能与水混溶)的装置如图所示(夹持装置已省略)。下列说法错误的是()



- A. 实验开始前, 需要检查装置的气密性
- B. 实验过程中铜丝会出现红黑交替变化
- C. 实验开始时需先加热②, 再通 O_2 , 然后加热③
- D. 实验结束时需先将④中的导管移出, 再停止加热

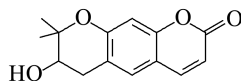
C 解析: 反应中需要制备氧气, 有气体生成或参与的实验, 实验开始前, 需要检查装置的气密性, 故 A 正确; 实验中 Cu 作催化剂, 但在反应中, 红色的 Cu 会被氧化成黑色的 CuO , CuO 又会被还原为红色的 Cu, 故铜丝会出现红黑交替的现象, 故 B 正确; 实验开始时应该先加热③, 防止乙醇通入③时冷凝, 故 C 错误; 为防止倒吸, 实验结束时应先将④中的导管移出, 再停止加热, 故 D 正确。

10. 交警对驾驶员是否饮酒进行检测, 其原理是 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 酸性溶液遇呼出的乙醇蒸气迅速反应。下列对乙醇的描述与此测定原理有关的是()

- ① 乙醇易挥发
 - ② 乙醇密度比水小
 - ③ 乙醇具有还原性
 - ④ 乙醇是烃的含氧衍生物
 - ⑤ 乙醇可与羧酸在浓硫酸的作用下发生取代反应
- A. ②⑤ B. ②③ C. ①③ D. ①④

C 解析: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 酸性溶液遇呼出的乙醇蒸气迅速反应, 所以乙醇易挥发, 沸点低, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 酸性溶液具有强氧化性, 能把乙醇氧化, 因此乙醇具有还原性, ①③正确。

11. 紫花前胡醇可从中药材当归和白芷中提取得到, 能提高人体免疫力, 其结构简式如图所示。下列有关该有机物的叙述正确的是()



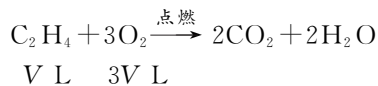
- A. 不能与 Br_2 反应
- B. 能与钠发生置换反应
- C. 不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- D. 不能发生氧化反应

B 解析: 紫花前胡醇中含有碳碳双键, 能与 Br_2 发生加成反应, 故 A 错误; 紫花前胡醇中含有羟基, 可以与 Na 发生置换反应生成 H_2 , 故 B 正确; 紫花前胡醇分子中含有的碳碳双键和醇羟基, 能与酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应, 使溶液褪色, 故 C 错误; 碳碳双键和醇羟基均可以发生氧化反应, 故 D 错误。

12. 在常压和 100°C 条件下, 把乙醇汽化为蒸气, 然后和乙烯以任意比例混合, 其混合气体为 $V\text{ L}$, 将其完全燃烧, 需消耗相同条件下的氧气的体积是()

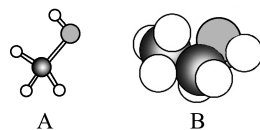
- A. $2V\text{ L}$
- B. $2.5V\text{ L}$
- C. $3V\text{ L}$
- D. 无法计算

C 解析: 总体积为 $V\text{ L}$, 任意比例混合, 无法用化学方程式计算各自的耗氧量, 直接求无法下手。如果转换思维, 将乙醇的分子式改写成 $\text{C}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 然后求解即可。比较乙醇($\text{C}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)和 C_2H_4 完全燃烧时耗氧量相同。又知:



所以乙醇蒸气和乙烯气体无论以何种比例混合, 燃烧时耗氧量总是相同条件下混合气体体积的 3 倍。

13. 如图所示是 A 分子的球棍模型和 B 分子的空间填充模型, 回答下列问题:



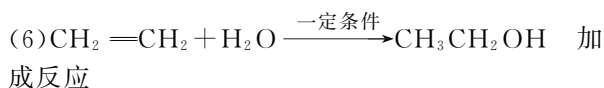
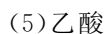
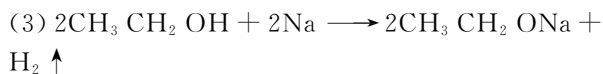
- (1) A 和 B 的关系是_____。
- (2) 写出 A 分子在催化剂存在条件下加热和氧气反应的化学方程式: _____。
- (3) 写出 B 分子和金属钠反应的化学方程式: _____。
- (4) B 与空气中的氧气在铜或银催化作用下反应生成 Y, Y 的结构简式是_____。
- (5) B 与酸性高锰酸钾溶液反应可生成 Z, Z 的名称是_____。
- (6) 工业上用乙烯与水反应可以制取 B, 该反应的

化学方程式为 _____，反应类型是 _____。

解析：(1)根据成键原则，可以判断 A 和 B 的结构简式分别是 CH_3OH 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，它们结构相似，分子组成上相差一个“ CH_2 ”原子团，互称为同系物。(2)乙醇、甲醇都含 $-\text{OH}$ ，甲醇和乙醇性质相似，能被氧化成相应的醛。(3)乙醇能够与金属钠反应。(4)乙醇与空气中的氧气在铜或银催化作用下反应生成乙醛。(5)乙醇与酸性高锰酸钾溶液反应可生成乙酸。(6)乙烯与水加成生成

乙醇。

答案：(1)互为同系物



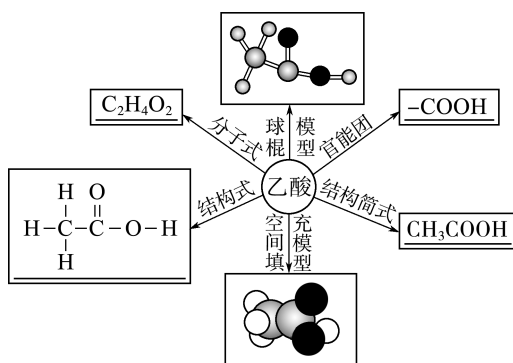
第 2 课时 乙酸 官能团与有机化合物的分类

学习任务目标

- 1.能描述乙酸的主要化学性质及相应性质实验的现象，能书写相关反应的化学方程式，能利用这些物质的主要性质进行鉴别。
- 2.能结合典型实例认识官能团与性质的关系，知道取代反应等有机反应类型。知道有机化合物之间在一定条件下是可以转化的。

问题式预习

一、乙酸的分子组成与结构



二、乙酸的性质

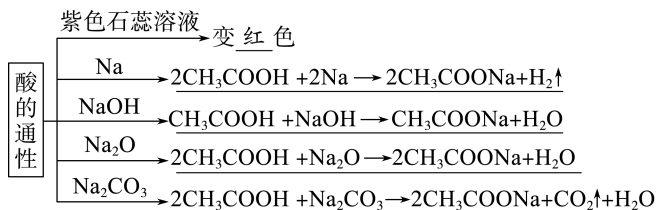
1.物理性质

颜色	状态	气味	溶解性	挥发性
无色	液体	强烈刺激性气味	易溶于水 和乙醇	易挥发

2.化学性质

(1)弱酸性

乙酸是一元弱酸，在水中部分电离，电离方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ，其酸性比碳酸的酸性强，具有酸的通性。请写出下列有关反应的化学方程式或实验现象：



(2)酯化反应

实验操作	乙酸+乙醇+浓硫酸
实验现象	饱和 Na_2CO_3 溶液的液面上有 <u>无色透明的油状液体</u> 生成，且能闻到香味
化学方程式	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

①定义：酸与醇反应生成酯和水的反应，叫酯化反应。

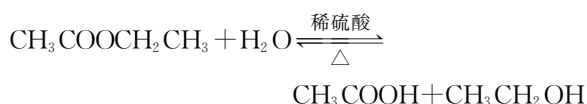
②特点

酯化反应	反应物：酸和醇
	反应条件：浓硫酸、加热
	产物：酯和水
	特点：反应可逆且反应速率很小

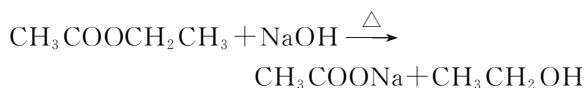
(3)酯的性质：酯化反应是可逆的，乙酸乙酯会发

生水解反应生成酸和醇。

①酸性条件下水解：

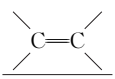



②碱性条件下水解：


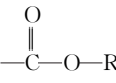
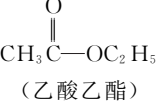


三、有机化合物的类别、官能团和代表物

1. 烃类物质

烃的类别	官能团结构	官能团名称	代表有机物
烷烃	—	—	CH ₄ (甲烷)
烯烃		碳碳双键	CH ₂ =CH ₂ (乙烯)
炔烃	—C≡C—	碳碳三键	CH≡CH (乙炔)
芳香烃	—	—	 (苯)

2. 烃的衍生物

有机物类别	官能团结构	官能团名称	代表有机物
卤代烃		碳卤键	CH ₃ CH ₂ Br (溴乙烷)
醇	—OH	羟基	CH ₃ CH ₂ OH (乙醇)
醛	—CHO	醛基	CH ₃ CHO (乙醛)
羧酸	—COOH	羧基	CH ₃ COOH (乙酸)
酯		酯基	 (乙酸乙酯)

任务型课堂

任务一 乙酸、碳酸、水和乙醇中羟基氢活泼性的比较

「探究活动」

醋是一种发酵的酸味液态调味品，醋是主要含乙酸2%~9%(质量分数)的水溶液，酿造醋除含乙酸外，还含有多种氨基酸以及其他很多微量物质。料酒含有10%~15%的乙醇，做菜加热时放些料酒，会产生一些对人体有益的营养成分。人们生活中，小苏打可以代替其他酵母对面粉进行发酵，将食物进行膨大，使食物更绵软。

活动1：取一小块钠放入乙酸中，试分析可能的反应现象。和钠与乙醇的反应现象相比，有哪些不同？

提示：乙醇和乙酸均能与钠反应产生氢气，但是乙酸具有酸性，所以与钠反应更剧烈，钠在乙酸表面熔成小球，且有气体生成，而钠与乙醇反应，是钠沉在乙醇底部，钠表面有气泡冒出。

活动2：能否用NaHCO₃溶液鉴别乙酸和乙醇？

提示：可以。乙酸比碳酸的酸性强，可以与NaHCO₃反应生成CO₂气体，而乙醇不能与NaHCO₃反应。

活动3：能用NaOH溶液除去乙醇中混有的乙酸吗？

提示：不能。乙酸与NaOH反应生成的乙酸钠溶于水，而乙醇与水互溶。

活动4：乙酸、碳酸、水和乙醇中羟基氢的活泼性由强到弱的顺序是怎样的？

提示：乙酸>碳酸>水>乙醇。

「评价活动」

1. 下列物质中，最难电离出H⁺的是 ()

- A. CH₃COOH B. CH₃CH₂OH
C. H₂O D. H₂CO₃

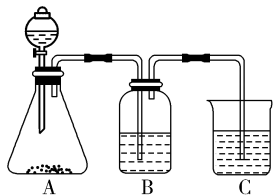
B 解析：电离出H⁺的难易或酸性的强弱，主要取决于羟基氢的活泼性。题述四种物质羟基氢的活泼性由强到弱的顺序为CH₃COOH>H₂CO₃>H₂O>CH₃CH₂OH。

2. 下列物质中，在一定条件下能与醋酸发生反应的是 ()

- ①食盐 ②乙醇 ③氢氧化铜
④金属铝 ⑤氧化镁 ⑥碳酸钙
A. ①③④⑤⑥ B. ②③④⑤⑥
C. ①②④⑤⑥ D. 全部

B 解析：醋酸是一种有机酸，具有酸的通性，与乙醇发生酯化反应；与Cu(OH)₂发生中和反应；与活泼金属Al反应置换出H₂；与碱性氧化物MgO等反应；与盐反应，如Na₂CO₃、CaCO₃等。

3. 为了确认 CH_3COOH 、 H_2CO_3 和 H_2SiO_3 的酸性强弱, 有人设计用如图所示装置做一次实验达到目的(不能再选用其他酸性溶液)。



- (1) 锥形瓶内装有某种可溶性钠盐(正盐)固体(其中含有以上三种酸的酸根的一种), 此固体为 _____, 分液漏斗中所盛试剂是 _____。
- (2) 装置 B 中所盛试剂的名称是 _____, 试剂的作用是 _____。
- (3) 装置 C 中出现的现象是 _____。
- (4) 由实验可知三种酸的酸性强弱为 _____。

解析: CH_3COOH 可与 Na_2CO_3 反应生成 CO_2 , 可以证明酸性: $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3$; CH_3COOH 具有挥发性, 挥发出的 CH_3COOH 对 CO_2 与 Na_2SiO_3 溶液的反应有干扰作用, 因此应先除去混在 CO_2 中的 CH_3COOH 蒸气, 除去 CO_2 中的 CH_3COOH 蒸气应用饱和 NaHCO_3 溶液; CO_2 可与 Na_2SiO_3 溶液反应生成 H_2SiO_3 沉淀(溶液变浑浊), 可以证明酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ 。

答案: (1) 碳酸钠 乙酸

(2) 饱和 NaHCO_3 溶液 除去 CO_2 中的 CH_3COOH 蒸气

(3) 有白色浑浊产生

(4) $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$

任务总结

羟基氢原子活性的比较

比较项目	含羟基的物质		
	乙醇	水	乙酸
羟基上氢原子活性	逐渐增强 →		
在水溶液中电离程度	极难电离	难电离	部分电离
酸碱性	中性	中性	弱酸性
与 Na 反应	反应放出 H_2	反应放出 H_2	反应放出 H_2
与 NaOH 反应	不反应	不反应	反应
与 NaHCO_3 反应	不反应	水解	反应放出 CO_2
与 Na_2CO_3 反应	不反应	水解	反应放出 CO_2

任务二 乙酸的酯化反应

「探究活动」

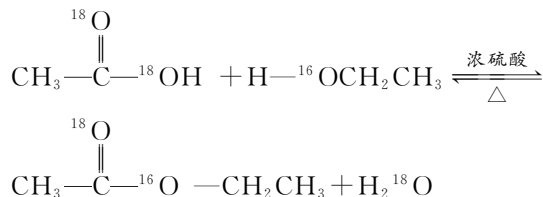
食醋是我们日常生活中必不可少的调味品。厨师在烧菜时, 总喜欢在加了酒之后再放些醋, 于是菜就有香味了。

活动 1: 为什么加了酒之后再放醋饭菜会产生香味?

提示: 因为酒中的乙醇与食醋中的乙酸发生酯化反应生成香料——乙酸乙酯, 因此菜就有香味了。

活动 2: 若乙酸分子中的氧都是 ^{18}O , 乙醇分子中的氧都是 ^{16}O , 则乙醇与过量乙酸在浓硫酸的作用下发生酯化反应, 一段时间后, 分子中含有 ^{18}O 的物质有几种?

提示: 3 种。根据酯化反应的原理: 酸失羟基醇失氢, 写出化学方程式:



显然, 在反应物乙酸以及产物乙酸乙酯和水分子中都存在 ^{18}O 。而乙酸乙酯水解重新生成乙醇时, ^{16}O 仍跟随着乙基, 生成的乙醇中不会有 ^{18}O 。

「评价活动」

1. 乙酸乙酯的制备实验过程如下:

步骤 1: 在一支试管中加入 3 mL 乙醇, 然后边振荡边缓缓加入 2 mL 浓硫酸和 2 mL 乙酸, 再加入几片碎瓷片, 加热并收集蒸出的乙酸乙酯粗品。

步骤 2: 向盛有乙酸乙酯粗品的试管中滴加 1~2 滴 KMnO_4 溶液, 振荡, 溶液紫红色褪去。

步骤 3: 向盛有 Na_2CO_3 溶液的试管中滴加乙酸乙酯粗品, 振荡, 有气泡产生。

下列说法正确的是 ()

- A. 步骤 1 中使用过量的乙醇能提高乙酸的转化率
B. 步骤 1 中使用碎瓷片的目的是作反应的催化剂
C. 步骤 2 中溶液紫红色褪去说明乙酸乙酯粗品含有乙烯

D. 步骤 3 中发生反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

A 解析: 乙酸和乙醇的酯化反应为可逆反应, 提高一种反应物的用量, 可以使平衡正向移动, 提高另一种反应物的转化率, 故 A 正确; 碎瓷片的作用是防止暴沸, 浓硫酸是催化剂, 故 B 错误; 步骤 2 中溶液紫红色褪去也可能是因为乙酸乙酯中有未反应的乙醇, 故 C 错误; 乙酸为弱酸, 不能拆, 离子方程式应为 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{CH}_3\text{COO}^-$, 故 D 错误。

2.1 mol 乙醇(其中的羟基氧原子用 ^{18}O 标记)在浓硫酸存在并加热下与足量乙酸充分反应。下列说法不正确的是 ()

- A. 生成的水分子中一定含有 ^{18}O
 B. 生成的乙酸乙酯中含有 ^{18}O
 C. 可能生成 45 g 乙酸乙酯
 D. 不可能生成相对分子质量为 88 的乙酸乙酯

A 解析: $\text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH}$ 与 CH_3COOH 发生酯化反应的

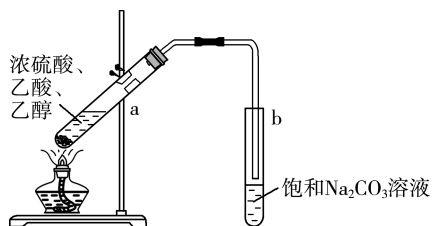
原理为 $\text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}}$

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{C}-^{18}\text{OC}_2\text{H}_5 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$, 因此生成的水中不含 ^{18}O , 乙酸乙酯中含有 ^{18}O , 生成乙酸乙酯的相对分子质量为 90。该反应为可逆反应, 1 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH}$ 参加反应, 生成酯的物质的量为 $0 < n(\text{酯}) < 1$ mol, 即质量关系为 $0 < m(\text{酯}) < 90$ g。

3. 用如图所示装置制备乙酸乙酯。实验时观察到试管 a 中不断有蒸气逸出, 几种有机化合物的沸点如表所示。

物质	乙醇	乙酸	乙酸乙酯
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	78.5	117.9	77.1

下列说法不正确的是 ()



- A. 在试管 a 中应加入沸石防止液体暴沸
 B. a 中逸出蒸气的成分有乙醇、乙酸、乙酸乙酯、水等
 C. 加热温度不能过高, 原因是防止乙酸乙酯挥发
 D. b 中饱和 Na_2CO_3 溶液可以吸收乙醇和乙酸

C 解析: 当加热液体混合物时需要加入沸石或碎瓷片防止暴沸, 故 A 正确; 反应物乙醇和乙酸都易挥发, 生成的乙酸乙酯也易挥发, 在酒精灯加热条件下水也会挥发, 所以 a 中逸出的蒸气的成分有乙醇、乙酸、乙酸乙酯、水等, 故 B 正确; 在本实验中, 温度不宜过高, 过高会产生杂质, 加热使乙酸乙酯挥发, 经过导管冷凝, 冷凝在饱和碳酸钠液面上, 故 C 错误; 乙醇和水互溶, 乙酸可以和碳酸钠反应, 故饱和碳酸钠溶液可以吸收乙醇和乙酸, 故 D 正确。

任务总结

酯化反应实验中注意事项

(1) 试剂的加入顺序

先加入乙醇, 然后边振荡试管边慢慢加入浓硫酸, 冷却后再加入乙酸。

(2) 导管末端不能插入饱和 Na_2CO_3 溶液中, 防止挥发出来的 CH_3COOH 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 溶于水, 造成溶液倒吸。

(3) 浓硫酸的作用

① 催化剂——增大反应速率。

② 吸水剂——提高 CH_3COOH 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 的转化率。

(4) 饱和 Na_2CO_3 溶液的作用

① 降低乙酸乙酯的溶解度, 便于分层, 得到酯。

② 与挥发出来的乙酸反应。

③ 溶解挥发出来的乙醇。

(5) 酯的分离

采用分液法分离试管中的液体混合物, 所得上层液体为乙酸乙酯。

任务三 官能团与有机物的分类

「探究活动」

防腐剂是能抑制微生物活动、防止食品腐败变质的一类食品添加剂。山梨酸

($\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$) 和苯甲酸 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) 都是常用的食品防腐剂。

活动 1: 山梨酸和苯甲酸中含有哪些官能团?

提示: 山梨酸中含有羧基和碳碳双键; 苯甲酸中含有羧基。

活动 2: 有同学认为甲基、乙基等原子团也属于官能团, 该说法对吗?

提示: 甲基、乙基等原子团不属于官能团。官能团是决定有机化合物特殊性质的原子或原子团。例如, 乙醇中含有乙基, 但是决定乙醇性质的是羟基, 所以羟基为官能团。

活动 3: 有同学认为甲酸 ($\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$) 中含有

羟基 ($-\text{OH}$)、羧基 ($-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$)、醛基

($\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$), 共 3 种官能团。你认为这种观点正确吗?

提示:不正确。一般认为,甲酸中有两种官能团,分别为醛基和羧基。而羟基(—OH)是羧基中的一部分,仅仅认为它们为“基”,而不是官能团。因为甲酸具有醛基和羧基两种官能团,所以甲酸具有醛类和羧酸类有机物的性质。

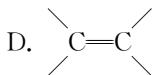
「评价活动」

1. 下列选项中,不属于官能团的是 ()

A. OH^-

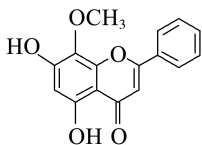
B. —Br

C. — NO_2



A 解析: A 项为氢氧根离子,不属于官能团。

2. 中草药黄芩对肿瘤细胞有独特的杀伤作用。黄芩的主要成分汉黄芩素的结构简式如图所示,其含氧官能团的名称是 ()



A. 羟基、醚键、羰基

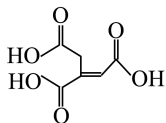
B. 苯环、醚键、羰基

C. 醚键、羰基、碳碳双键

D. 羟基、羰基、酯基

A 解析: 根据该有机物的结构简式可知,其含有的官能团是(酚)羟基、醚键、(酮)羰基、碳碳双键,其中含氧官能团是(酚)羟基、醚键、(酮)羰基,故 A 正确。

3. 键线式是指碳碳键用线段来体现。原则是拐点和端点表示碳原子,氢原子不必标出,其他原子必须单独指明。如果没有其他指明,则碳将由氢来饱和,形成 4 个键。例如,乙烯可表示为“ — ”。乌头酸的结构简式如图所示,下列关于乌头酸的说法正确的是 ()



A. 化学式为 $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_6$

B. 乌头酸可发生加成反应

C. 乌头酸分子中能发生酯化反应的官能团有 2 种

D. 1 mol 乌头酸与足量的钠反应生成 3 mol H_2

B 解析: 由结构简式可知乌头酸的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$, A 错误;含碳碳双键可发生加成反应, B 正确;含 3 个 — COOH , 可发生酯化反应, 碳碳双键不发生酯化反应, C 错误;含 3 个 — COOH , 1 mol 乌头酸与足量的钠反应生成 1.5 mol H_2 , D 错误。

4. 营养专家认为反式脂肪酸对人类健康有害,主要表

现在形成血栓、影响发育、影响生育、降低记忆、容易发胖、引发冠心病等。请你根据以上信息回答下列问题。

(1) 反式脂肪酸中除含有碳碳双键之外,还一定含有的官能团是_____ (填官能团的名称)。

(2) ① 反式脂肪酸中含有碳碳双键,以 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ 为例,该物质能发生的反应类型是_____ (填字母序号)。

A. 加成反应

B. 酯化反应

C. 取代反应

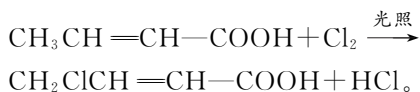
D. 消去反应

② 以 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ 为例,写出其与 Cl_2 在光照条件下(按物质的量之比 1 : 1)发生反应的化学方程式:_____。

(3) ① $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ 与水发生加成反应后生成的新分子中含有的官能团有_____、_____ (写出官能团的名称)。

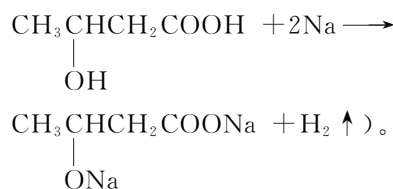
② 写出 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ 与水发生加成反应的产物与足量的金属钠发生反应的化学方程式:_____。

解析: (1) 脂肪酸含有羧基,则反式脂肪酸一定还含有的官能团是羧基。(2) ① 反式脂肪酸中含有碳碳双键和羧基,碳碳双键能发生加成反应,羧基能与醇发生酯化反应,酯化反应是取代反应。② $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ 与 Cl_2 在光照条件下按物质的量之比 1 : 1 发生取代反应的化学方程式为



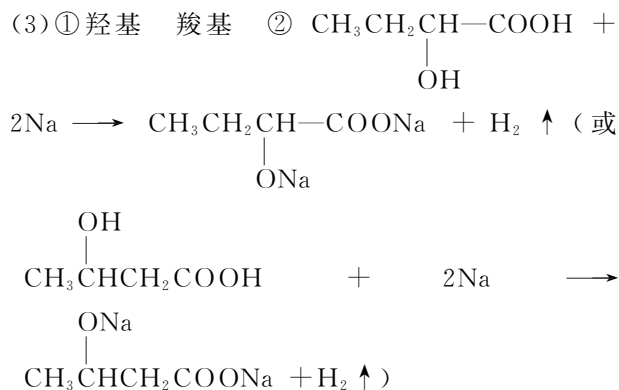
(3) ① $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ 与水发生加成反应后生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ 或 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-\text{COOH}$,

含有的官能团有羟基、羧基。② 羟基和羧基都能与钠反应,化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH} +$



答案: (1) 羧基

(2) ① ABC ② $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{CH}_2\text{ClCH}=\text{CH}-\text{COOH} + \text{HCl}$



任务总结

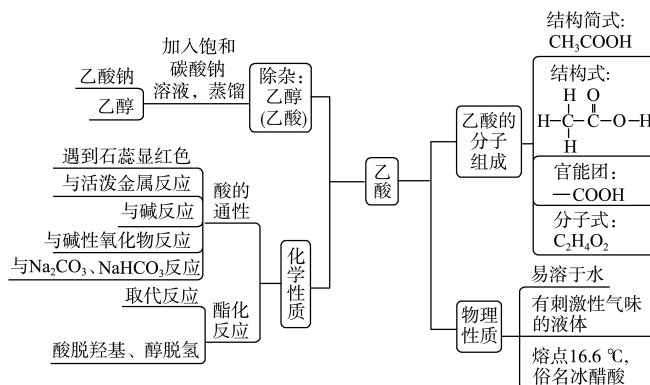
官能团与有机物的分类和性质

- (1) 烷烃和芳香烃没有官能团。
 (2) 官能团与离子的区别, 如 $-\text{OH}$ 为中性原子团, 电子式为 $\cdot\ddot{\text{O}}:\text{H}$, OH^- 为带负电阴离子, 电子式为 $[\cdot\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$ 。

(3) 官能团与与有机物性质

官能团	结构	性质
碳碳双键	$\text{C}=\text{C}$	加成反应、氧化反应、加聚反应
醇羟基	$-\text{OH}$	置换反应、氧化反应、酯化反应
羧基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	弱酸性、酯化反应

► 提质归纳



课后素养评价(十五)

A组 学习·理解

知识点 1 乙酸的组成与性质

1. 下列关于乙酸的说法中, 不正确的是 ()
 A. 乙酸是一种重要的有机酸, 是具有刺激性气味的液体
 B. 乙酸的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, 分子里含有 4 个氢原子, 所以乙酸是四元酸
 C. 无水乙酸又称冰醋酸, 它是纯净物
 D. 乙酸易溶于水和乙醇
B 解析: 虽然 1 个乙酸分子里含有 4 个氢原子, 但是在水溶液中只能电离出一个 H^+ , $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$, 所以乙酸属于一元酸。

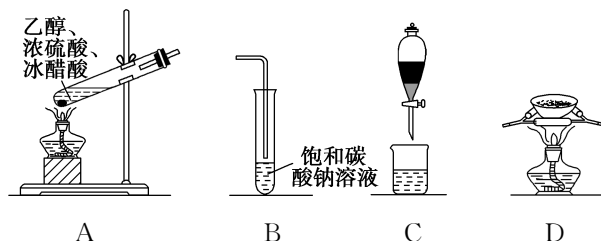
2. 酒精和食醋是日常生活中的常用品, 下列方法不能将两者鉴别开的是 ()
 A. 闻气味
 B. 分别用来浸泡水壶中的水垢看是否溶解
 C. 分别滴加 NaOH 溶液
 D. 分别滴加紫色石蕊溶液
C 解析: 二者气味不同, A 项正确; 乙酸能与 CaCO_3 反应放出 CO_2 气体, 能使紫色石蕊溶液变红, 而乙醇不能, B、D 项正确; C 项, 尽管乙酸能与 NaOH 反应, 但现象不明显, 不能鉴别。

3. 下列关于乙酸的说法中, 不正确的是 ()
 A. 无色无味液体
 B. 官能团为羧基
 C. 一定条件下, 能与乙醇发生反应
 D. 能使紫色石蕊溶液变红

A 解析: 乙酸是无色、有刺激性气味的液体, 故 A 错误; 乙酸的官能团为羧基, 故 B 正确; 乙酸含有羧基, 在浓硫酸作催化剂、加热条件下, 能与乙醇发生酯化反应生成乙酸乙酯, 故 C 正确; 乙酸易溶于水, 在溶液中能部分电离出乙酸根离子和氢离子, 具有酸的通性, 能使紫色石蕊溶液变红, 故 D 正确。

知识点 2 乙酸的酯化反应

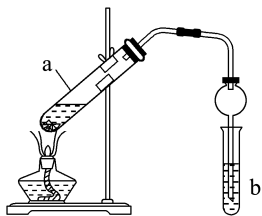
4. 在制备和纯化乙酸乙酯的实验过程中, 下列操作未涉及的是 ()



D 解析: A 项装置用于制备乙酸乙酯, B 项装置用

于除去乙酸乙酯中的乙酸、乙醇(纯化),C项装置用于分离乙酸乙酯,D项装置用于蒸发浓缩或蒸发结晶。只有D项操作在制备和纯化乙酸乙酯的实验中未涉及。

5. 实验室中可利用如图所示装置制取乙酸乙酯。下列说法正确的是 ()

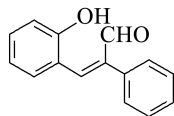


- A. 乙酸乙酯的羧酸类同分异构体有 3 种
 B. 长颈漏斗除起到导气冷凝的作用外还起到防止倒吸的作用
 C. 若实验中用的乙醇为 $\text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH}$, 则所得乙酸乙酯的相对分子质量为 88
 D. 试管 b 中溶液可选用 NaOH 溶液, 用于除去乙酸乙酯中的乙酸

B 解析: 乙酸乙酯的同分异构体中属于羧酸的有丁酸($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$)、2-甲基丙酸[$\text{HOOCCH}(\text{CH}_3)_2$], 共 2 种, 故 A 错误; 长颈漏斗上端容积较大, 利于乙酸乙酯充分与空气进行热交换, 起到冷凝的作用, 也可起到防止倒吸的作用, 故 B 正确; 乙酸与乙醇反应, 乙酸提供羟基, 乙醇提供羟基氢原子, 两者结合生成水, 其余部分互相结合成酯, 所以 $\text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH}$ 与乙酸反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 该酯的相对分子质量为 90, 故 C 错误; 乙酸乙酯能和 NaOH 溶液反应, 试管 b 中溶液不可选用 NaOH 溶液, 故 D 错误。

知识点 3 官能团与有机化合物的分类

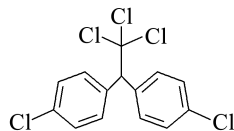
6. 化合物 M(如图所示)是合成药物盐酸沙格雷酯的中间体, M 中不存在的官能团为 ()



- A. 酯基
 B. 羟基
 C. 醛基
 D. 碳碳双键

A 解析: 根据 M 的结构简式可知, M 中含有羟基、醛基和碳碳双键, 所以 M 中不存在的官能团为酯基, 故 A 正确。

7. 杀虫剂 DDT 因能有效杀死疟蚊(疟疾寄生虫的主要载体)曾被广泛使用, 后由于其产生的严重环境问题而被绝大多数国家禁用。DDT 的结构简式如图所示, 对它的分类不合理的是 ()



- A. 属于卤代烃
 B. 属于芳香烃
 C. 属于芳香族化合物
 D. 属于烃的衍生物

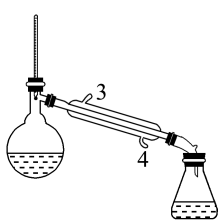
B 解析: DDT 含有氯原子、碳原子和氢原子, 该物质属于卤代烃, 分类合理, 故 A 不符合题意; DDT 含有氯原子, 不属于芳香烃, 分类不合理, 故 B 符合题意; DDT 含有苯环, 属于芳香族化合物, 分类合理, 故 C 不符合题意; 烃分子中的氢原子被其他原子或者原子团所取代而生成的一系列有机化合物称为烃的衍生物, DDT 属于芳香烃中氢原子被氯原子取代, 所以属于烃的衍生物, 分类合理, 故 D 不符合题意。

B组 应用·实践

8. 实验室采用图 a 装置制备乙酸异戊酯 [$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$] (夹持及加热装置略), 产物依次用少量水、饱和 NaHCO_3 溶液、水、无水 MgSO_4 固体处理后, 再利用图 b 装置进行蒸馏, 从而达到提纯目的。下列说法正确的是 ()



图a



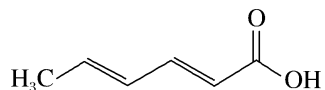
图b

- A. 分别从 1、3 口向冷凝管中通入冷水
 B. 依次向图 a 装置中小心加入浓硫酸、乙酸和异戊醇
 C. 第二次水洗的主要目的是洗掉 NaHCO_3 等混合物中的盐
 D. 图 a 和图 b 装置中的冷凝管可以互换

C 解析: 冷凝管中冷凝水常采用下进上出, 使气态物质充分冷却, 所以从 1、4 口向冷凝管中通入冷水, 故 A 错误; 浓硫酸遇水放热, 所以浓硫酸应该缓慢加入异戊醇中, 再加入乙酸, 加入物质的顺序

为异戊醇、浓硫酸、乙酸,故 B 错误;加入饱和 NaHCO_3 溶液的主要目的是除去残留的硫酸,第二次水洗的主要目的是除去产品中残留的 NaHCO_3 等盐,故 C 正确;图 a 和图 b 装置中的冷凝管分别为球形冷凝管和直形冷凝管,球形冷凝管常与发生装置连接,起冷凝回流作用,直形冷凝管常用于气态物质的冷凝,其下端接接收器,球形冷凝管倾斜角度大易造成堵塞,使冷凝效果变差,故 D 错误。

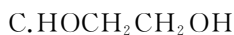
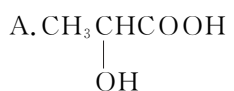
9. 山梨酸是一种防腐保鲜剂,广泛应用于食品、饮料、烟草、农药、化妆品等行业,其结构简式如图所示。下列有关山梨酸的说法正确的是 ()



- A. 分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$
 B. 只能发生加成反应,不能发生取代反应
 C. 能使溴的四氯化碳溶液褪色,但不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
 D. 其水溶液既能与碳酸钠反应,又能与钠反应

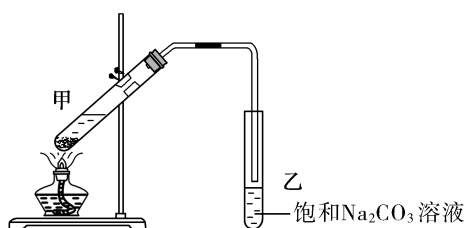
D 解析: 根据山梨酸的结构简式可知,其分子式为 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$, A 错误;甲基、羧基均能发生取代反应, B 错误;碳碳双键既能使溴的四氯化碳溶液褪色,也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, C 错误;羧基能电离出氢离子,与碳酸钠、钠均能反应, D 正确。

10. 在同温同压下,某有机物和过量 Na 反应得到 V_1 L 氢气,取另一份等量的有机物和足量的 NaHCO_3 反应得 V_2 L 二氧化碳,若 $V_1 = V_2 \neq 0$,则此有机物可能是 ()



A 解析: Na 既能与羟基反应,又能与羧基反应。 NaHCO_3 只与羧基反应,不与羟基反应。因此,能使生成的 CO_2 与 H_2 的量相等的只有 A 项。

11. 俗话说,“酒是陈的香”,其原因是酒在储存过程中生成了有香味的乙酸乙酯,在实验室里我们也可以用如图所示的装置来模拟该过程。



请回答下列问题:

- (1) 在大试管中需加入浓硫酸、冰醋酸各 2 mL, 乙醇 3 mL, 加入试剂的正确操作是_____。
 (2) 浓硫酸的作用:_____。
 (3) 饱和碳酸钠溶液的主要作用是_____
 _____。
 (4) 装置中通蒸气的导管只能插到饱和碳酸钠溶液的液面上方,不能插入溶液中,目的是_____,
 长导管的作用是_____。
 (5) 若要把制得的乙酸乙酯分离出来,应采用的实验操作是_____。
 (6) 进行该实验时,最好向试管甲中加入几块碎瓷片,其目的是_____。
 (7) 试管乙中观察到的现象是_____,由此可见,乙酸乙酯的密度比水_____(填“大”或“小”),而且_____。

解析: 制取乙酸乙酯加入试剂时应考虑浓硫酸的稀释问题,不能先在试管中加入浓硫酸,一般是先加入乙醇,再加入浓硫酸和冰醋酸。分离乙酸乙酯时先将盛有混合物的试管充分振荡,使乙酸、乙醇溶解,静置分层后取上层得乙酸乙酯。

- 答案:** (1) 先在试管中加入一定量的乙醇,然后边振荡试管边慢慢加入浓硫酸和冰醋酸
 (2) 催化剂、吸水剂
 (3) 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,便于分层析出
 (4) 防止受热不均匀引起倒吸 将反应生成的乙酸乙酯蒸气冷凝
 (5) 分液
 (6) 防止大试管中液体暴沸而冲出导管
 (7) 上层产生油状液体,并闻到水果香味 小 易挥发

第四节 基本营养物质

学习任务目标

- 1.能列举糖类、蛋白质、氨基酸、油脂等在生产、生活中的重要应用,并结合这些物质的主要性质进行简单说明。
- 2.能从有机化合物及其性质的角度对有关能源、材料、饮食、健康、环境等实际问题进行分析、讨论和评价。

问题式预习

一、糖类

1.基本营养物质的种类

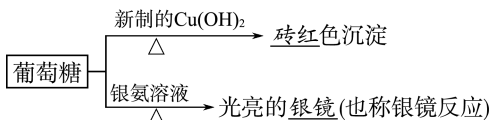
食物中的营养物质主要包括:糖类、蛋白质、油脂、维生素、无机盐和水。

2.常见的糖类物质

类别	单糖	二糖	多糖
特点	不能水解为更简单的糖分子	水解后能生成两分子单糖	水解后能生成多分子单糖
代表物	葡萄糖、果糖	蔗糖、麦芽糖、乳糖	淀粉、纤维素
代表物的分子式	$C_6H_{12}O_6$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$(C_6H_{10}O_5)_n$
代表物间的关系	同分异构体	同分异构体	—

3.糖类的特征反应

(1)葡萄糖

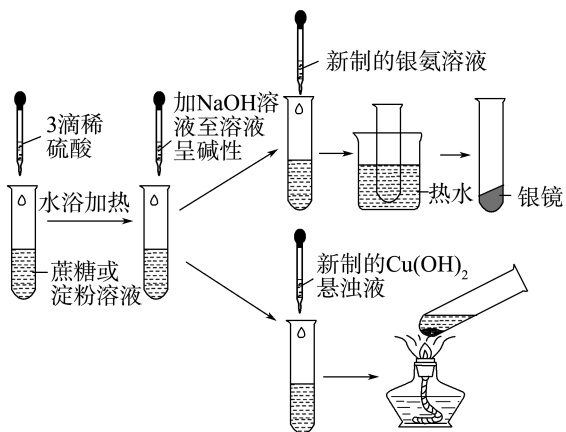


(2)淀粉:常温下,淀粉遇 I_2 变蓝色。

4.糖类的水解反应

(1)糖类的水解

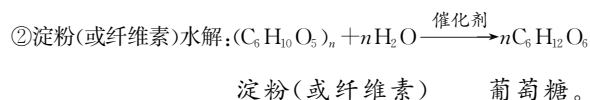
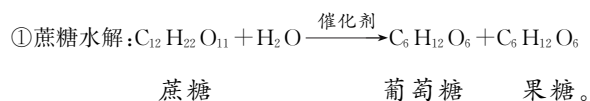
①实验操作:



②实验现象:最终有银镜和砖红色沉淀生成。

③实验结论:蔗糖或淀粉在稀硫酸的催化作用下能发生水解反应,其水解产物能发生银镜反应,也能与新制的 $Cu(OH)_2$ 反应。

(2)糖类的水解方程式



二、蛋白质

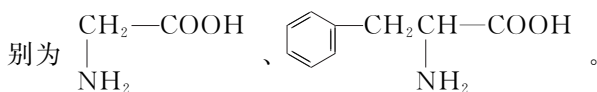
1.蛋白质的组成

蛋白质中主要含有碳、氢、氧、氮、硫等元素,属于天然有机高分子化合物。

2.蛋白质的性质

(1)水解反应

蛋白质的最终水解产物是氨基酸。甘氨酸、苯丙氨酸的结构简式分



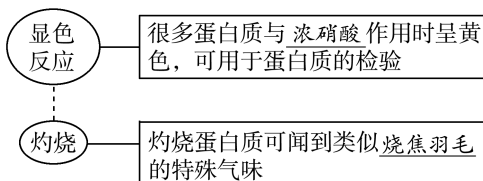
氨基酸分子中含有酸性基团 $-\text{COOH}$, 碱性基团 $-\text{NH}_2$ 。氨基酸之间经聚合反应最终形成蛋白质。

(2)变性

蛋白质在一些化学试剂,如重金属的盐类、强酸、强碱、乙醇、甲醛等,以及一些物理因素,如加热、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,在水中不能重新溶解,蛋白质变性是不可逆过

程,可用于杀菌消毒。

(3)特征反应



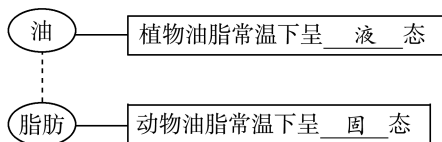
3.蛋白质在生产、生活中的作用

- (1)蛋白质是人类必需的营养物质。
- (2)驴皮制的阿胶是一种中药材。
- (3)动物的毛和蚕丝的成分都是蛋白质,它们是重要的纺织原料。

(4)绝大多数酶是蛋白质。

三、油脂

1.分类



2.概念

油脂是由高级脂肪酸和甘油(丙三醇)通过酯化反应生成的酯,属于酯类化合物。

3.结构

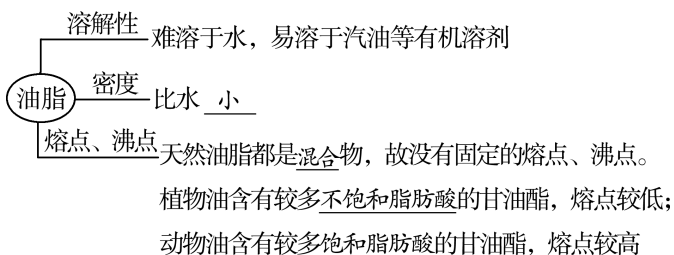


4.常见高级脂肪酸

名称	饱和脂肪酸		不饱和脂肪酸	
	软脂酸	硬脂酸	油酸	亚油酸
结构简式	$C_{15}H_{31}COOH$	$C_{17}H_{35}COOH$	$C_{17}H_{33}COOH$	$C_{17}H_{31}COOH$

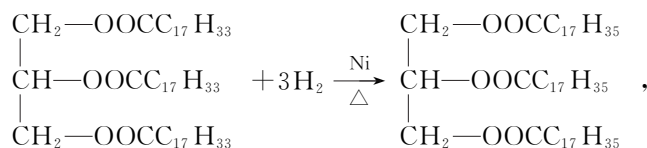
5.油脂的性质

(1)物理性质



(2)油脂的氢化

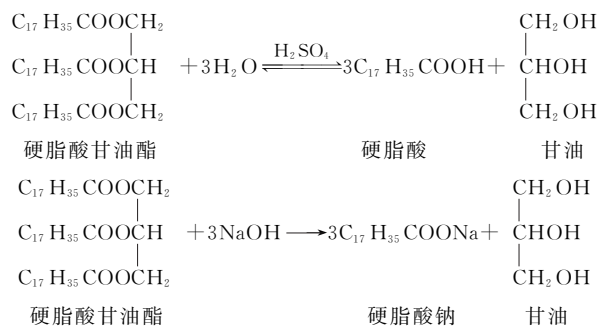
油酸甘油酯与氢气发生加成反应的化学方程式为



这一过程称为油脂的氢化,也可称为油脂的硬化。这样制得的油脂叫人造脂肪,通常又称为硬化油。

(3)油脂的水解

油脂在酸性条件下水解生成高级脂肪酸和甘油;在碱性条件下水解生成高级脂肪酸钠和甘油。



6.油脂的作用

- (1)油脂在人体内氧化,提供能量。
- (2)在工业上利用油脂在碱性条件下的水解反应(即皂化反应),生产肥皂。
- (3)在烹饪过程中,油脂不仅是加热介质,还会赋予食物令人愉悦的风味和口感。

任务型课堂

任务一 糖类的性质

「探究活动」

江米酒又称糯米酒、甜酒、酒酿、醪糟,是中国传统酒类之一。酿造江米酒的主要原料是江米(糯米),酿制工艺简单,口味香甜醇美,含酒精量极少,因此深受人们喜爱。

活动 1:米酒既有酒味又有甜味,分析其中甜味的来源。

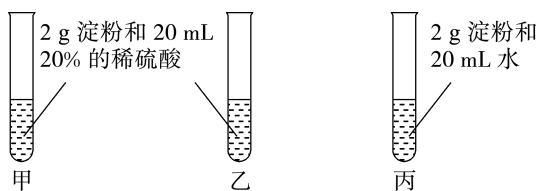
提示:淀粉属于多糖,淀粉首先在淀粉酶作用下水解生成麦芽糖,麦芽糖在麦芽糖酶的作用下可进一步水解为葡萄糖。

活动 2: 实验室中若检验淀粉水解产生的葡萄糖, 能不能向水解液中直接加入银氨溶液?

提示: 淀粉的水解是用硫酸作催化剂, 水解液显酸性, 银氨溶液在酸性条件下不能存在。检验淀粉水解产物葡萄糖时, 需在碱性条件下进行, 所以需先加入过量的 NaOH 溶液除去 H_2SO_4 后, 才能加入银氨溶液进行后续实验。

「评价活动」

1. 为检验淀粉水解的情况, 进行如图所示的实验, 试管甲和丙均用 $60\sim 80\text{ }^\circ\text{C}$ 的水浴加热 $5\sim 6\text{ min}$, 试管乙不加热。待试管甲中的溶液冷却后再进行后续实验。



实验 1: 取少量甲中溶液, 加入新制的氢氧化铜, 加热, 没有砖红色沉淀出现。

实验 2: 取少量乙中溶液滴加几滴碘水, 溶液变为蓝色, 但取少量甲中溶液做此实验时, 溶液不变蓝。

实验 3: 取少量丙中溶液, 加入 NaOH 溶液调节至碱性, 再滴加碘水, 溶液颜色无明显变化。

下列结论错误的是 ()

- A. 淀粉水解需要在催化剂和一定温度下进行
 B. 欲检验淀粉是否完全水解, 最好在冷却后的水解液中直接加碘
 C. 欲检验淀粉的水解产物是否具有还原性, 可在水解液中加入新制的氢氧化铜并加热
 D. 若用唾液代替稀硫酸, 则实验 1 可能出现预期的现象

C 解析: 实验甲与乙、甲与丙都是对照实验, 前者探究温度的影响, 后者探究催化剂的影响, 通过对照实验可知, A 项正确; 因为碘可与 NaOH 溶液发生反应: $I_2 + 2NaOH = NaI + NaIO + H_2O$, 故用碘检验淀粉是否存在时, 不能有 NaOH 存在, 且因为碘易升华, 所以冷却后加入碘, B 项正确; 用新制的氢氧化铜检验水解产物的还原性, 必须在碱性环境中进行, 故在水解液中先加 NaOH 溶液中和稀

硫酸至碱性后, 再加入新制的氢氧化铜并加热, C 项错误; 若用唾液代替稀硫酸, 则不必加碱中和, 直接加入新制的氢氧化铜加热即可出现预期现象, D 项正确。

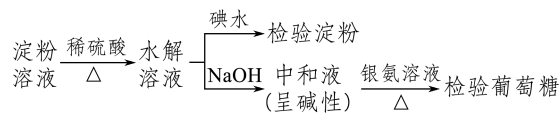
2. 淀粉和纤维素都属于多糖, 都是由葡萄糖聚合形成的大分子化合物, 组成都可以用 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 表示。下列关于淀粉和纤维素的叙述不正确的是 ()
- A. 都能发生水解反应
 B. 基本结构单元相同
 C. 互为同分异构体
 D. 都是天然高分子

C 解析: 淀粉和纤维素都属于多糖, 在一定条件下都可以水解生成葡萄糖, 故 A 正确; 淀粉和纤维素组成都可以用 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 表示, 基本结构单元相同, 故 B 正确; 淀粉和纤维素组成都可以用 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 表示, 属于高分子, 聚合度 n 不同, 不互为同分异构体, 故 C 错误; 淀粉和纤维素都是天然高分子, 故 D 正确。

任务总结

淀粉水解程度的检验

(1) 检验原理



(2) 注意事项

① 淀粉水解程度的检验, 必须直接取水解液加入碘水, 不能取中和液, 因为碘能与 NaOH 溶液反应。

② 因淀粉水解反应是用硫酸作催化剂, 而与新制的 $Cu(OH)_2$ 反应的溶液必须呈碱性, 所以应先中和再检验。

任务二 蛋白质的性质

「探究活动」

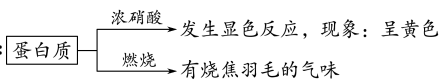
蛋白质是组成细胞的基础物质。动物的肌肉、毛皮以及在人体新陈代谢中起催化作用的酶、运输氧气的血红蛋白、引起疾病的细菌和病毒、抵抗疾病的抗体中都含有蛋白质。一切重要的生命现象和生理机

能都与蛋白质密切相关,不同结构的蛋白质发挥着不同的生理功能,可以说没有蛋白质就没有生命。

活动 1:哪些因素会使蛋白质发生变性?

提示:物理因素:加热、加压、搅拌、振荡、紫外线、超声波等;化学因素:重金属盐类、强酸、强碱、乙醇、甲醛等有机物。

活动 2:检验蛋白质的方法有哪些?

提示: 

「评价活动」

1.麻和丝绵的主要成分分别属于 ()

- A.纤维素、油脂
- B.糖类、油脂
- C.纤维素、蛋白质
- D.油脂、蛋白质

C 解析:麻的主要成分为植物的纤维素;丝绵的主要成分为动物的蛋白质,C项正确。

2.市场上有一种加酶洗衣粉,它是在洗衣粉中加入少量的碱与蛋白酶制成的。蛋白酶的催化活性很强,衣物上的血迹遇到它,能水解而除去。下列衣料中,不能用加酶洗衣粉洗涤的是 ()

- A.棉织品
- B.亚麻织品
- C.腈纶织品
- D.丝织品

D 解析:蛋白酶可以使蛋白质水解,不能用加酶洗衣粉洗涤主要成分是蛋白质的物品,丝织品的主要成分是蛋白质。

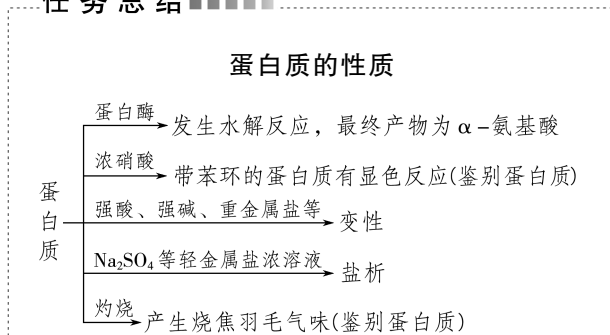
3.下列关于蛋白质的说法不正确的是 ()

- A.蛋白质在酶的作用下最终水解成氨基酸
- B.阿胶的主要成分是蛋白质,蚕丝的主要成分是纤维素
- C.向蛋白质溶液中加入饱和硫酸钠溶液,析出蛋白质固体,加蒸馏水后又溶解
- D.浓硝酸溅到皮肤上,使皮肤呈现黄色是由于浓硝酸与皮肤发生了显色反应

B 解析:蛋白质在酶的作用下能水解,最终产物为氨基酸,故 A 正确;蚕丝的主要成分是蛋白质,故 B 错误;蛋白质溶液中加入饱和硫酸钠溶液,使蛋白质析出,盐析是可逆过程,故析出的蛋白质固体加蒸馏水后又重新溶解,故 C 正确;浓硝酸与皮肤上含苯环的蛋白质能发生显色反应,从而呈现黄色,

故 D 正确。

任务总结



任务三 油脂的性质

「探究活动」

植物油和石蜡油虽然都称为“油”,但从化学组成和分子结构来看,它们是完全不同的。

活动 1:植物油和矿物油的主要成分分别是什么?

提示:植物油的主要成分为不饱和高级脂肪酸的甘油酯;矿物油的主要成分为碳氢化合物。

活动 2:豆油、花生油等植物油能否使溴水、酸性 KMnO_4 溶液褪色?

提示:豆油、花生油等植物油中含有碳碳双键,可以使溴水、酸性 KMnO_4 溶液褪色。

活动 3:如何区分植物油和矿物油?

提示:植物油为不饱和高级脂肪酸甘油酯,矿物油为烃类化合物,加入 NaOH 溶液并加热,酯水解,不分层,而矿物油不发生反应,分层,可根据现象不同进行区分。

「评价活动」

1.下列叙述不正确的是 ()

- A.油脂属于酯类,是高级脂肪酸甘油酯
- B.鸡蛋炒糊时有烧焦羽毛的气味
- C.蛋白质水解的最终产物是氨基酸
- D.油脂都不能使溴水褪色

D 解析:油脂是高级脂肪酸甘油酯,A项正确;鸡蛋蛋白的主要有机成分是蛋白质,蛋白质水解的最终产物是氨基酸,蛋白质灼烧时有烧焦羽毛的气味,B、C项正确;液态的油脂分子中含有不饱和烃基,与溴发生加成反应,能使溴水褪色,D项不正确。

2.下列关于油脂的说法不正确的是 ()

- 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

A 解析:油脂在人体内的水解产物是高级脂肪酸和甘油,不一定是硬脂酸,A项错误。

- 3.亚油酸又称9,12-十八碳二烯酸,在玉米油中的含量高达60%,经常食用玉米油可降低人体血清中的胆固醇,有防止动脉粥样硬化、冠状动脉硬化和血栓形成的作用,因此玉米油被誉为“健康油”“长寿油”。下列有关说法正确的是 ()

- A.玉米油属于酯类,能水解
B.玉米油没有固定的熔、沸点,常温下为固态
C.亚油酸不能使溴水褪色
D.玉米油营养价值高是因为饱和脂肪酸含量高

A 解析:玉米油属于高级脂肪酸的甘油酯,属于酯类,能水解,故A正确;玉米油是混合物,没有固定的熔、沸点,常温下为液态,故B错误;亚油酸又称9,12-十八碳二烯酸,亚油酸中含碳碳双键,所以能和溴发生加成反应而使溴水褪色,故C错误;玉米油可降低人体血清中的胆固醇,有防止动脉粥样硬化、冠状动脉硬化和血栓形成的作用,玉米油营养价值高是因为不饱和脂肪酸含量高,故D错误。

任务总结

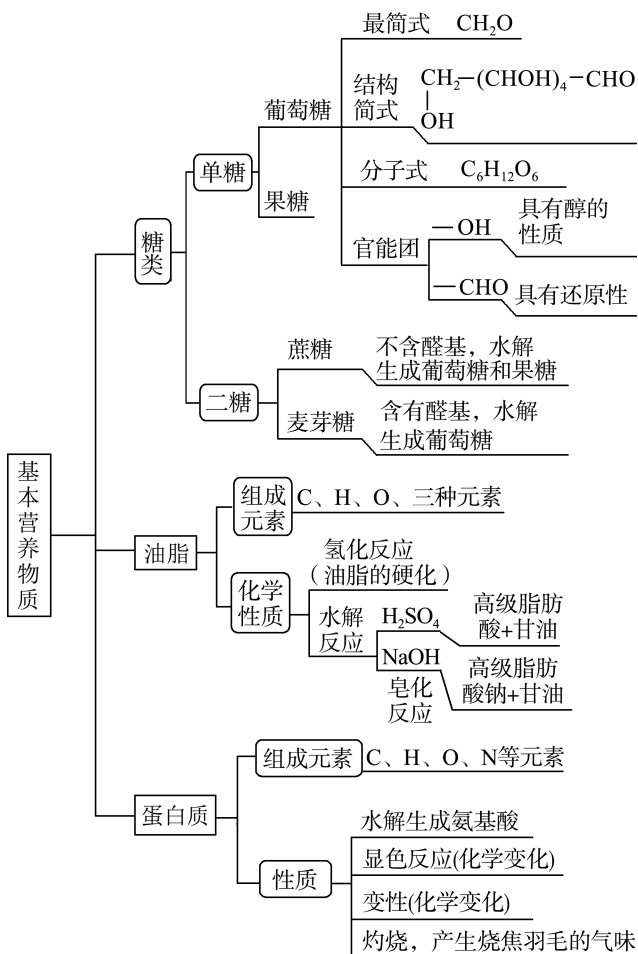
油脂的性质及应用

(1)皂化:油脂在碱性条件下的水解反应,用于制取肥皂。

(2)氢化(硬化):植物油和氢气发生加成反应,用于制取人造脂肪。

(3)氧化:油脂被空气中的氧气氧化而发生变质,又称为油脂的酸败。

► 提质归纳



课后素养评价(十六)

A组 学习·理解

知识点1 糖类

- 1.下列有关糖类物质的叙述不正确的是 ()

- A.葡萄糖和果糖互为同分异构体
B.蔗糖和麦芽糖互为同分异构体
C.淀粉和纤维素互为同分异构体
D.糖类可分为单糖、二糖和多糖

C 解析:葡萄糖与果糖、蔗糖与麦芽糖两组物质的分子式都相同,但结构不同,它们都互为同分异构体;淀粉和纤维素的分子式都可表示为 $(C_6H_{10}O_5)_n$,但 n 值不同,不能互称为同分异构体;根据糖类能否水解及水解生成单糖的多少,糖类可分为单糖、二糖和多糖。

- 2.下列关于蔗糖的说法中,不正确的是 ()

- A.蔗糖是最重要的二糖,它的相对分子质量是葡萄糖的两倍
B.向纯净的蔗糖溶液中加入银氨溶液,微热,不发生银镜反应
C.向蔗糖与稀硫酸共热后的溶液中滴加银氨溶液,再水浴加热,看不到银镜生成
D.在蔗糖里加入浓硫酸,可观察到颜色变黑,并有气泡出现

A 解析:葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$,蔗糖的分子式为 $C_{12}H_{22}O_{11}$,A不正确;蔗糖无还原性,B正确;蔗糖在酸性条件下的水解产物中的葡萄糖有醛基,但在加银氨溶液之前,必须加碱调至溶液呈碱性,C正确;蔗糖加浓硫酸炭化脱水,并且伴随着氧化

还原反应,有大量气泡出现,D正确。

知识点 2 油脂的结构与性质

3.油脂是植物油与动物脂肪的总称。油脂既是重要的食物,又是重要的化工原料。油脂的以下性质和用途与其含有的不饱和碳碳双键有关的是 ()

- A.工业生产中,常利用油脂在碱性条件下的水解反应来制取肥皂
B.油脂属于酯
C.植物油能使溴的四氯化碳溶液褪色
D.脂肪是有机体组织里储存能量的重要物质

C 解析:本题要求选出“与其含有的不饱和碳碳双键有关的”性质,A、B、D三项是油脂的共性,与结构中是否含有不饱和碳碳双键无关;C项“与 Br_2 加成”是不饱和碳碳双键的特性。

4.区别植物油和矿物油的正确方法是 ()

- A.加入酸性高锰酸钾溶液,振荡
B.加入 NaOH 溶液,煮沸
C.加入新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液,煮沸
D.加入溴水,振荡

B 解析:植物油和矿物油都能使酸性高锰酸钾溶液和溴水褪色;都不与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液反应;加 NaOH 溶液,煮沸时,植物油会发生水解而不再分层,矿物油不反应而溶液仍分为两层,故 B 项正确。

5.《天工开物》中记载:“凡乌金纸由苏、杭造成,其纸用东海巨竹膜为质。用豆油点灯,闭塞周围,只留针孔通气,熏染烟光而成此纸。”下列说法正确的是 ()

- A.“乌金纸”的“乌”与“纸”,其成分都是有机物
B.“巨竹膜”和豆油的主要成分都属于天然高分子
C.可以用热的氢氧化钠溶液鉴别豆油和直馏汽油
D.豆油的主要成分为油脂,在酸性条件下可水解生成乙醇和不饱和高级脂肪酸

C 解析:由“熏染烟光而成此纸”可知,“乌”为不完全燃烧生成的炭黑,故 A 错误;豆油属于油脂,不是高分子,故 B 错误;豆油的主要成分为油脂,加入氢氧化钠溶液可水解生成易溶的高级脂肪酸盐,直馏

汽油为含烃的物质,不和氢氧化钠反应,溶液分层,两者现象不同,能鉴别,故 C 正确;豆油的主要成分为油脂,在酸性条件下可水解生成甘油和高级脂肪酸,故 D 错误。

知识点 3 蛋白质的组成与性质

6.豆腐是一种营养丰富的食物,下列有关叙述错误的是 ()

- A.豆浆主要是豆类蛋白质与水形成的胶体分散系
B.取少量豆浆于试管中稀释,用“激光笔”照射,可观察到光亮的“通路”
C.用煮过后的豆浆制作豆腐,其蛋白质仍然具有生理活性
D.豆浆中加入盐卤汁或石膏,可凝聚成豆腐,其原理与江河入海口形成“三角洲”类似

C 解析:豆浆是由豆类蛋白质与水形成的分散系,属于胶体,故 A 正确;豆浆是胶体,稀释后同样有丁达尔效应,用“激光笔”照射,能看到光亮的通路,故 B 正确;豆浆中含豆类蛋白质,加热能使蛋白质变性,不可逆,不再具有生理活性,故 C 错误;电解质溶液能够使胶体聚沉,豆浆中加入盐卤汁或石膏,可凝聚成豆腐,发生了胶体的聚沉,江河入海口形成“三角洲”也是发生了胶体的聚沉,两者原理类似,故 D 正确。

7.下列说法错误的是 ()

- A.向鸡蛋清溶液中滴入饱和硫酸铵溶液,会析出白色沉淀
B.向 NaOH 溶液中滴入饱和氯化铁溶液,能制取氢氧化铁胶体
C.浓硝酸溅在皮肤上能使皮肤呈现黄色,是由于浓硝酸和蛋白质发生了显色反应
D.蛋白质是天然有机高分子化合物

B 解析:向 NaOH 溶液中滴入饱和氯化铁溶液,会生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,B项错误。

B组 应用·实践

8.关于油脂,下列说法不正确的是

- A.硬脂酸甘油酯可表示为 $\begin{array}{c} \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}-\text{CH} \\ | \\ \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}-\text{CH}_2 \end{array}$
B.花生油能使酸性高锰酸钾溶液褪色
C.植物油通过催化加氢可转变为氢化油
D.油脂是一种重要的工业原料,可用于制造肥皂、油漆等

A 解析:硬脂酸为饱和高级脂肪酸,其结构可以表示为 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$,硬脂酸甘油酯可表示为 $\begin{array}{c} \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOCH}_2 \\ | \\ \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOCH} \\ | \\ \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOCH}_2 \end{array}$,A 错误;花生油中含有较多的不饱和

高级脂肪酸甘油酯,含有碳碳双键,可以使酸性高锰酸钾溶液褪色,B正确;植物油含有较多的不饱和高级脂肪酸甘油酯,可以和氢气发生加成反应生成氢

化植物油,C正确;油脂是一种重要的工业原料,在碱性条件下水解可用于制造肥皂,D正确。

- 9.把过量氢氧化钠和硫酸铜溶液加入某病人的尿液中微热时,如果观察到砖红色沉淀,说明该尿液中含有 ()

A. CH_3COOH B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
C. NaCl D. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (葡萄糖)

D 解析:加入氢氧化钠和硫酸铜溶液相当于加入氢氧化铜,题给四种分子,只有葡萄糖能与氢氧化铜反应,出现砖红色沉淀。

- 10.青苹果汁遇到碘酒时显蓝色,熟苹果汁能与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应生成砖红色沉淀,这说明 ()

A.青苹果中只含淀粉
B.熟苹果中只含单糖
C.苹果转熟时单糖聚合成淀粉
D.苹果转熟时淀粉水解为葡萄糖

D 解析:青苹果汁遇碘酒显蓝色,证明含有淀粉,熟苹果汁与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 生成砖红色沉淀说明生成了葡萄糖,从而证明苹果转熟时淀粉水解生成葡萄糖,A、B、C三项错误。

- 11.现有四种试剂:①新制的氢氧化铜;②浓硝酸;③硝酸银溶液;④碘水。为了鉴别葡萄糖、淀粉、食盐、鸡蛋清四瓶无色溶液,分别选择合适的试剂,正确的顺序是 ()

A.①②③④ B.④①②③
C.①④②③ D.①④③②

D 解析:葡萄糖与新制的氢氧化铜共热生成砖红色沉淀;淀粉遇到碘显蓝色;食盐溶液中氯离子与银离子反应生成白色沉淀;鸡蛋清溶液中含有蛋白质,遇到浓硝酸显黄色,故试剂顺序为①④③②。

- 12.糖类、油脂、蛋白质是人类生活的基本营养物质。下列叙述正确的是 ()

A.豆油长期放置变质是因为发生了加成反应
B.食物中含有的纤维素,在人体内直接水解成葡萄糖
C.糖类、油脂、蛋白质都是天然有机高分子化合物
D.棉麻、蚕丝织品可通过灼烧时产生的气味来进行鉴别

D 解析:油脂变质的实质是由于油脂中的碳碳双键受到空气中的氧、水或微生物作用氧化成过氧化物,过氧化物继续分解,产生一些具有特殊气味的低分子醛、酮或羧酸等,A项错误;人体内没有能使纤维素水解的酶,因此食物中含有的纤维素,不能在人体内直接水解成葡萄糖,B项错误;油脂相对分子质量较小,不属于高分子化合物,另外单糖和二糖也不是高分子化合物,C项错误;蛋白质灼烧可产生烧焦羽毛的气味,因此棉麻、蚕丝织品可通过灼烧时产生的气味来进行鉴别,D项正确。

- 13.有机化合物与人类的生活、健康密不可分,糖尿病

是由体内胰岛素紊乱导致的慢性疾病,以高血糖为主要标志。长期摄入高糖食品和缺少运动都易导致糖尿病。

(1)血糖是指血液中的葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$),下列说法不正确的是 (填字母序号)。

- a.葡萄糖属于碳水化合物,其分子式可表示为 $\text{C}_6(\text{H}_2\text{O})_6$,则每个葡萄糖分子中含6个 H_2O
b.糖尿病人尿糖高,可用新制的氢氧化铜来检测病人尿液中的葡萄糖
c.葡萄糖为人体提供能量
d.淀粉水解的最终产物是葡萄糖

(2)木糖醇 $[\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{CH}_2\text{OH}]$ 是一种甜味剂,糖尿病人食用后血糖不会升高,请预测木糖醇的一种化学性质:_____。

(3)糖尿病人宜多吃蔬菜和豆类食品等低糖食物,蔬菜中富含维生素,豆类食品中富含蛋白质。下列说法错误的是 (填字母序号,下同)。

- a.蛋白质属于天然有机高分子,且都不溶于水
b.误服可溶性重金属盐时,可以吃熟鸡蛋、喝牛奶等解毒

c.人体内不含纤维素水解酶,不能消化纤维素,因此蔬菜中的纤维素对人体没有用处

d.天然彩棉和丝织品均不可用加酶洗衣粉洗涤

(4)在日常生活中,下列做法错误的是_____。

- a.用燃烧法鉴别毛织品和棉织品
b.用纯碱洗涤锅盖上的油渍
c.用闻气味的方法鉴别白酒和米醋
d.用淀粉溶液鉴别加碘盐与非加碘盐

(5)淀粉溶液和蛋白质溶液都是胶体,用一束光通过这两种溶液,都产生_____,若检验它们可选用的试剂是_____。

解析:(1)葡萄糖分子中不含水分子,a不正确。

(2)木糖醇含醇羟基,可以发生酯化反应、氧化反应等。(3)蛋白质是天然高分子,有些蛋白质能溶于水,a错误;误服可溶性重金属盐时,可以吃生鸡蛋、喝牛奶等解毒,熟鸡蛋的蛋清已经变性不能解救,b错误;纤维素虽不能被人体消化,但可以促进胃肠的蠕动,加强消化和排泄,c错误;天然彩棉的主要成分是纤维素,可以用加酶洗衣粉洗涤,丝织品的主要成分是蛋白质,若用加酶洗衣粉洗涤则会使蛋白质发生水解,d错误。(4)毛织品的主要成分是蛋白质,灼烧时有烧焦羽毛气味,a正确;油渍属于油脂,在碱性条件下可水解,b正确;闻气味可鉴别白酒和米醋,c正确;加碘盐是在食盐中加入 KIO_3 ,不是 I_2 ,淀粉溶液不能用于鉴别加碘盐与非加碘盐,d错误。

答案:(1)a (2)能与羧酸发生酯化反应(或其他合理答案) (3)abcd (4)d (5)丁达尔效应 碘水

迁·移·应·用

学习目标

- 1.能辨识有机化合物分子中的官能团。
- 2.能根据有机化合物分子的结构特征推测简单有机化合物的某些化学性质。

活动一 根据官能团预测陌生有机物的性质

任务探究

叶醇是荷叶独特香味的来源,它是具有强烈清香气味的无色液体。叶醇及其酯不仅是名贵的香料,还可作用香精生产中的调香物质。叶醇及其衍生物是世界流行的清香型名贵香料之一。

探究思考

下图为叶醇(图1)及其衍生物(图2)的结构简式:

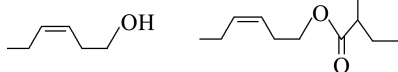


图1

图2

- 1.叶醇中含有的官能团是什么?写出它能够发生的反应的类型。

提示:碳碳双键:加成反应、加聚反应、氧化反应等;
羟基:取代反应、置换反应、氧化反应等。

- 2.请写出图2物质的分子式。

提示: $C_{11}H_{20}O_2$ 。

- 3.试写出叶醇在一定条件下转化为图2对应物质的化学方程式,并判断反应类型。

提示: $CH_3CH_2CH=CHCH_2CH_2OH +$



$CH_3CH_2CH=CHCH_2CH_2OOCCH(CH_3)CH_2CH_3 + H_2O$;取代反应。

学习总结

不同官能团的性质差异

官能团	碳碳双键	羟基	羧基	酯基
结构		$-OH$	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-OH \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-OR' \end{array}$
反应类型	加成反应 加聚反应 氧化反应	取代反应 氧化反应 置换反应	取代反应	水解反应

活动二 以乙烯为起点建构有机物之间的转化关系

任务探究

乙烯的产量可作为衡量一个国家石油化学工业发展水平的标志。传统的乙酸酯化法工艺因其产率较低已被逐步淘汰,而大规模生产乙烯的方法主要是

乙醛缩合法和乙醇脱氢法,在乙醛原料较丰富的地区,万吨级以上的乙醛缩合法装置也得到了广泛的应用。

► 探究思考

1. 以乙烯为原料, 设计合成乙酸乙酯的路线(无机物任选)。

提示: 乙烯 \rightarrow 乙醇 \rightarrow 乙醛 \rightarrow 乙酸 \rightarrow 乙酸乙酯。

2. 在进行有机合成路线设计时, 需要考虑哪些问题呢?

提示: 产物是否纯净, 产物是否好收集, 是否发生副反应, 反应条件是否简易, 污染排放是否少。

► 学习总结

有机合成路线的设计

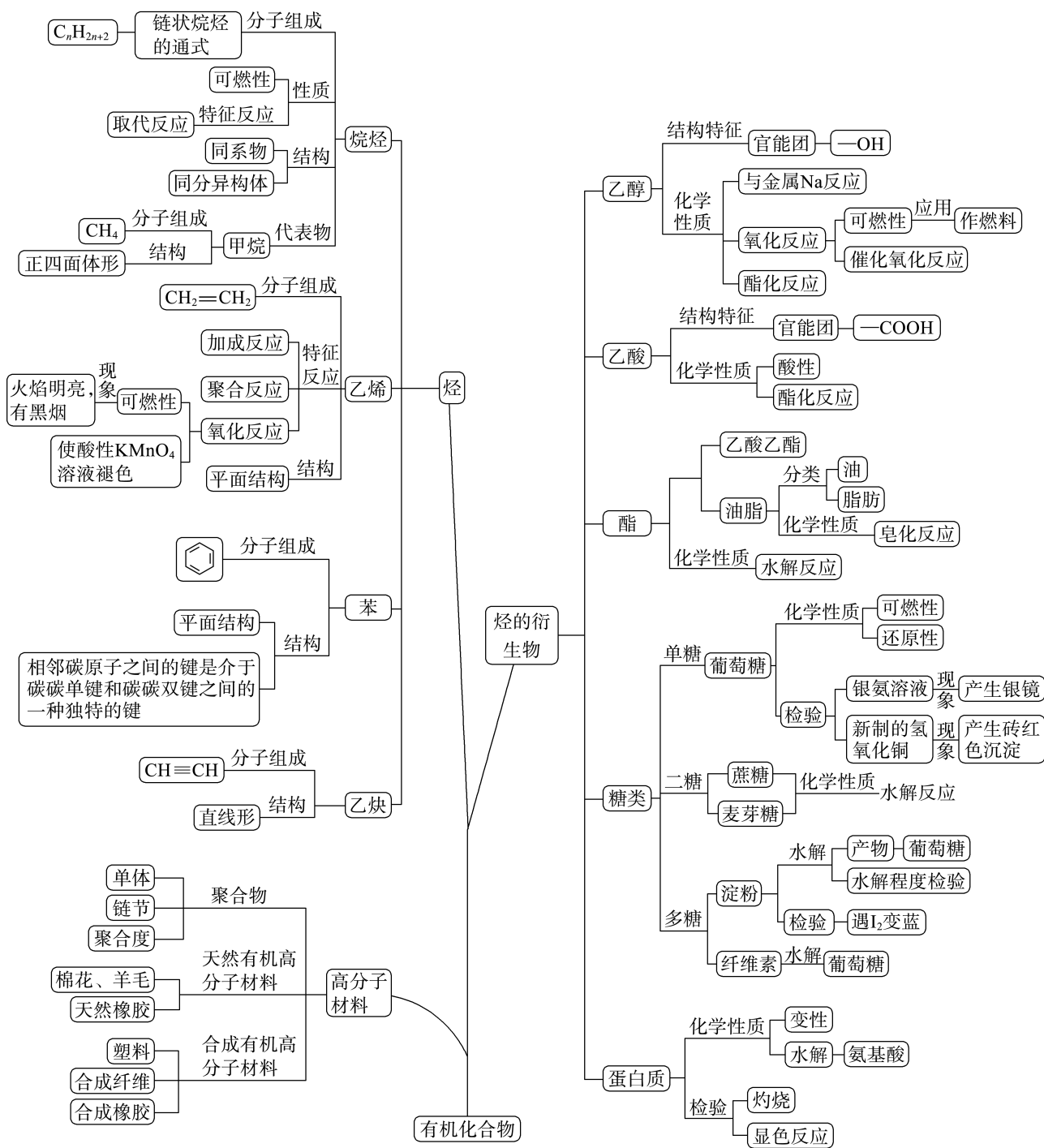
(1) 有机合成过程主要包括两个方面: 其一是碳骨架的变化, 如碳链的增长和缩短、链状有机物和环状有

机物的互相转化; 其二是官能团的引入和消除、官能团的衍变等变化。考查有机合成, 实质是根据有机物的性质, 进行必要的官能团反应, 从而达到考查官能团性质的目的。

(2) 预测陌生有机物的性质时, 要找已知条件最多的, 信息量最大的。这些信息可以是化学反应、有机物的性质(包括物理性质和化学性质)、反应条件、实验现象、官能团的结构特征、变化前后的碳链或官能团间的差异、数据上的变化等。推断有机物, 通常是先通过相对分子质量确定可能的分子式, 再通过试题中提供的信息, 判断有机物可能存在的官能团和具有的性质, 最后综合各种信息, 确定有机物的结构简式。其中, 最关键的是找准突破口。

重 · 构 · 拓 · 展

多维体系构建

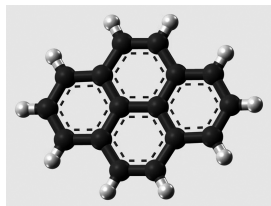


● 学科视野拓展 ●

一、太空中发现复杂的含碳分子

某研究团队在遥远的星际云中发现了大量的芘(pyrene)——一种大型的被称为多环芳烃的含碳分子。多环芳烃是由碳原子环构成的有机分子。

如图所示,一个芘分子由碳原子(黑色)和氢原子(白色)组成,含有四个环。化学模型显示,芘分子一旦形成就很难被破坏。



[交流研讨]你能写出芘分子的分子式吗?

二、丙烯腈的认识和利用

丙烯腈是一种重要的有机合成单体,是三大合成材料(合成纤维、合成橡胶、塑料)的重要化工原料。由丙烯腈制得的聚丙烯腈纤维(即腈纶),性能极似羊毛,因此也叫合成羊毛。丙烯腈与丁二烯共聚可制得丁腈橡胶,它具有良好的耐油性、耐寒性、耐磨性和电绝缘性能,并且在大多数化学溶剂、阳光和热作用下,性能比较稳定。丙烯腈与丁二烯、苯乙烯共聚制得ABS树脂,它具有质轻、耐寒、抗冲击性能较好等优点。丙烯腈水解可制得丙烯酰胺和丙烯酸及其酯类,它们是重要的有机化工原料。丙烯腈还可电解加氢偶联制得己二腈,由己二腈加氢又可制得己二胺,己二胺是尼龙-66的原料,可制造抗水剂和胶黏剂等,也用于其他有机合成和医药工业中,还可作谷类熏蒸剂等。

[交流研讨]某种ABS工程树脂由丙烯腈($\text{CH}_2=\text{CHCN}$,用A表示)、1,3-丁二烯($\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$,用B表示)和苯乙烯(用S表示)按一定比例共聚而得。经元素分析可知,该ABS工程树脂的组成为 $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c$ (a, b, c 为正整数),则原料中A和B的物质的量之比是多少(用 a, b, c 表示)?

单元测试卷(三)

(考查范围:第七章 时间:90分钟 分值:100分)

一、选择题:本题共 15 小题,每小题 3 分,共 45 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.广东有众多国家级非物质文化遗产,如广东剪纸、粤绣、潮汕工夫茶艺和香云纱染整技艺等。下列说法不正确的是 ()

- A.广东剪纸的裁剪过程不涉及化学变化
 B.冲泡工夫茶时茶香四溢,体现了分子是运动的
 C.制作粤绣所用的植物纤维布含有天然有机高分子
 D.染整技艺中去除丝胶所用的纯碱水溶液属于纯净物

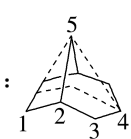
D 解析:广东剪纸的裁剪过程中没有新物质生成,故不涉及化学变化,A 正确;冲泡工夫茶时茶香四溢,是因为茶水的香味分子不停地做无规则的运动,扩散到空气中,B 正确;制作粤绣所用的植物纤维布含有纤维素,纤维素属于天然有机高分子,C 正确;染整技艺中去除丝胶所用的纯碱水溶液属于混合物,D 错误。

2.二环[3,2,1]辛烷(,每个拐点均表示一个


碳原子,氢原子按碳四价补齐)是一种桥环化合物。下列关于该化合物的说法不正确的是 ()

- A.该化合物的分子式为 C_8H_{14}
 B.该化合物的一元氯代产物有 5 种
 C.该化合物能够发生取代反应,但不能发生氧化反应
 D.该化合物分子中所有的碳原子不可能共平面

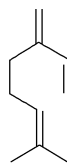
C 解析:根据二环[3,2,1]辛烷的键线式得到该化合物的分子式为 C_8H_{14} ,故 A 正确;该化合物有一个对称面,其一元氯代产物有 5 种:

,故 B

正确;该化合物能够和氯气在光照条件下发生取代反应,二环[3,2,1]辛烷能燃烧,因此也能发生氧化反应,故 C 错误;根据甲烷是正四面体结构,通过分

析,带“*”号碳原子连的三个碳原子不可能共平面,故 D 正确。

3.科学家在 $-100\text{ }^\circ\text{C}$ 的低温下合成一种烃 X,此分子的结构简式如图所示。下列说法正确的是 ()



- A.X 的分子式为 $C_{10}H_{16}$
 B.标准状况下,1 mol X 的体积约为 22.4 L
 C.X 能使溴水和酸性高锰酸钾溶液褪色,原理一样
 D.充分燃烧等质量的 X 和甲烷,X 消耗氧气较多

A 解析:根据结构简式可知,X 的分子式为 $C_{10}H_{16}$,故 A 正确;标准状况下,X 不可能为气体,1 mol X 的体积不可能为 22.4 L,故 B 错误;X 中含有碳碳双键,能使溴水和酸性高锰酸钾溶液褪色,但前者是发生加成反应,后者是发生氧化反应,原理不一样,故 C 错误;等质量的烃燃烧,含氢量高的烃耗氧量大,甲烷是含氢量最高的烃,故充分燃烧等质量的 X 和甲烷,X 消耗氧气较少,故 D 错误。

4.下列食品或日常用品中主要成分是天然高分子化合物的是 ()

- A.涤纶
 B.花生油
 C.真丝睡衣
 D.保鲜膜

C 解析:涤纶是和保鲜膜是人工合成的高分子化合物,A、D 错误;花生油不是高分子化合物,B 错误;真丝是蛋白质,是天然高分子化合物,C 正确。

5.下列说法不正确的是 ()

- A.植物油氢化过程中发生了加成反应
 B.木材纤维和土豆淀粉遇碘水均显蓝色
 C.用灼烧的方法鉴别纤维制品和蚕丝制品
 D.可以使用根据葡萄糖特征反应原理制备的试纸对糖尿病患者进行测试

B 解析:植物油氢化过程中发生油脂与氢气的加成反应,A 正确;纤维素遇碘水不显蓝色,B 错误;蚕丝属于蛋白质,灼烧后有烧焦的羽毛气味,C 正确;可以使用根据葡萄糖特征反应原理制备的试纸对糖尿病患者进行测试,D 正确。

6.生命活动需要一系列复杂的化学过程来维持,食物中的营养物质是这些过程的物质和能量基础。下列说法正确的是 ()

- A.淀粉和纤维素水解的最终产物不同

- B.一定条件下,葡萄糖能与新制的氢氧化铜、新制的银氨溶液反应
- C.结晶牛胰岛素属于蛋白质,特定条件下会发生变性,变性属于物理变化
- D.奶油俗称黄油,属于油脂,奶油中含有较多的不饱和脂肪酸甘油酯

B 解析:淀粉和纤维素水解的最终产物都是葡萄糖,故 A 错误;葡萄糖中含有醛基,一定条件下,葡萄糖能与新制的氢氧化铜、新制的银氨溶液反应,故 B 正确;蛋白质变性是化学变化,故 C 错误;奶油是由液态油脂氢化后生成的物质,其中多数是饱和脂肪酸甘油酯,故 D 错误。

- 7.下列物质既能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,又能使溴水因发生化学反应而褪色的是 ()

①甲烷 ②苯 ③聚乙烯 ④乙烯

⑤ $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$

A.②③⑤

B.④⑤

C.①④⑤

D.③④⑤

B 解析:所给物质④和⑤中含有碳碳双键,既能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,又能使溴水因发生化学反应而褪色。

- 8.有一种醇的分子式为 $\text{C}_{25}\text{H}_{45}\text{O}$,由其合成的酯的分子式为 $\text{C}_{32}\text{H}_{49}\text{O}_2$,合成这种酯的酸是 ()

A. $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{COOH}$

B. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

C. $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH}$

D. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH}$

B 解析:酯化反应是“酸+醇 $\xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}}$ 酯+水”,根据质量守恒可知,酸的分子式是 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ 。

- 9.下列由实验得出的结论正确的是 ()

选项	实验	结论
A	某有机物完全燃烧,只生成 CO_2 和 H_2O	该有机物属于烃类物质
B	乙醇和水都可与金属钠反应产生可燃性气体	乙醇分子中的羟基氢与水分子中的羟基氢具有相同的活性
C	用乙酸浸泡水壶中的水垢,可将其清除	乙酸的酸性强于碳酸的酸性
D	甲烷与氯气在光照下反应后的混合气体能使湿润的蓝色石蕊试纸变红	产生的一氯甲烷具有酸性

C 解析:某有机物完全燃烧只生成 CO_2 和 H_2O ,

该有机物可能含有氧元素,A项错误;钠与水反应比与乙醇反应剧烈,说明水中的氢比乙醇中的氢活泼,B项错误;根据“较强酸制备较弱酸”可判断出乙酸酸性大于碳酸,C项正确;甲烷与氯气在光照下发生取代反应除生成一氯甲烷外,还产生了 HCl , HCl 能使湿润的蓝色石蕊试纸变红,D项错误。

- 10.《黄帝内经》记载:“五谷为养,五果为助,五畜为益,五菜为充。”以上食物中富含糖类、蛋白质、油脂等营养物质。下列说法正确的是 ()

A.蛋白质水解的最终产物为氨基酸

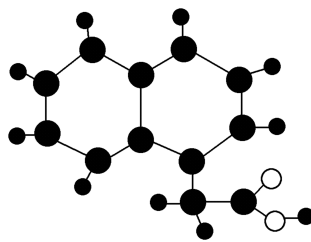
B.葡萄糖和蔗糖均为单糖

C.天然油脂具有固定的熔、沸点

D.淀粉和纤维素互为同分异构体

A 解析:蛋白质是氨基酸的脱水缩合物,蛋白质水解生成氨基酸,故 A 正确;蔗糖水解生成葡萄糖和果糖,蔗糖不是单糖,故 B 错误;天然油脂属于混合物,不具有固定的熔、沸点,故 C 错误;淀粉和纤维素具有相同的分子通式 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$,但 n 的取值不同,即分子式不一样,不互为同分异构体,故 D 错误。

- 11.有机物 M(只含 C、H、O)的球棍模型如图所示。不同大小、颜色的小球代表不同的原子,小球之间的“棍”表示共价键,既可以表示三键,也可以表示双键,还可以表示单键。下列有关 M 的推断不正确的是 ()



A.M 的分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_2$

B.M 与足量氢气在一定条件下反应的产物,环上的一氯代物有 10 种

C.M 能发生中和反应、取代反应、加成反应

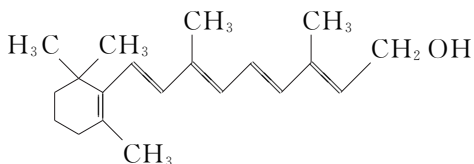
D.一个 M 分子最多有 11 个原子共面

D 解析:根据球棍模型推出 M 的化学式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_2$, A 正确;M 与足量氢气在一定条件下发生加成反应,得到

,环上有 10 种不同化

学环境的氢原子,因此环上的一氯代物有10种,B正确;M中有羧基和苯环,能发生中和反应、取代反应、加成反应,C正确;一个M分子中最多有22个原子共面,D错误。

- 12.维生素A₁的结构简式如下图所示,下列说法错误的是 ()



- A.维生素A₁易溶于NaOH溶液
 B.1 mol 维生素A₁与足量的金属钠反应,放出0.5 mol 氢气
 C.1 mol 维生素A₁能与5 mol H₂发生加成反应
 D.维生素A₁能使酸性高锰酸钾溶液褪色

A 解析:维生素A₁中含碳碳双键、羟基两种官能团,不溶于NaOH溶液,A错误;1 mol 维生素A₁含1 mol —OH,与足量的金属钠反应,放出0.5 mol 氢气,B正确;1 mol 维生素A₁含5 mol 碳碳双键,能与5 mol H₂发生加成反应,C正确;维生素A₁中含碳碳双键、羟基,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,D正确。

- 13.用图1所示的装置制备乙酸乙酯,并用图2所示的步骤分离乙酸乙酯、乙醇和乙酸。下列说法错误的是 ()

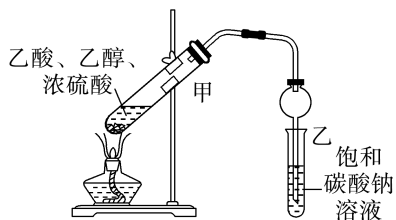


图1

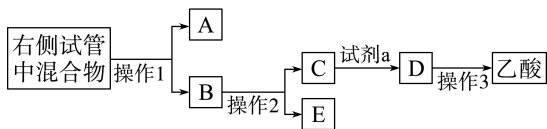


图2

- A.反应试剂的加入顺序为乙醇→浓硫酸→乙酸
 B.乙试管内液体不可以用氢氧化钠溶液代替
 C.操作1、操作2是分液,操作3是蒸馏
 D.A是乙酸乙酯,E是乙醇,试剂a可以是硫酸

C 解析:实验所得的产物通入饱和碳酸钠溶液中,乙酸与碳酸钠反应生成乙酸钠等,乙醇溶解在其中,乙酸乙酯不溶且浮在液面上,可使用分液法分离;然后将下层液体蒸馏,制得乙醇;再加入硫

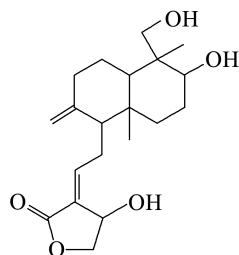
酸,将乙酸钠转化为乙酸,再蒸馏得乙酸。实验室制乙酸乙酯时,反应试剂的加入顺序为乙醇→浓硫酸→乙酸,故A正确;因为在NaOH溶液中乙酸乙酯会发生水解,所以乙试管内液体不可以用氢氧化钠溶液代替,故B正确;操作1是分液,操作2、操作3是蒸馏,故C错误;分液后得到的A是乙酸乙酯,第一次蒸馏得到的E是乙醇,第二次蒸馏前,加入的试剂a可以是硫酸,故D正确。

- 14.我国传统酿醋工艺的主要步骤有蒸、酵、泚、陈。
 ①“蒸”:将大米等原料蒸熟后放至冷却;
 ②“酵”:拌酶曲入坛发酵,经糖化成醇,再在醋酸菌作用下成酸;
 ③“泚”:除糟,闻到酒、醋香味;
 ④“陈”:陈放1~3年,闻到果香味。下列有关叙述正确的是 ()

- A.步骤①将大米蒸熟后产生大量葡萄糖
 B.步骤②中涉及葡萄糖水解为乙醇的反应
 C.步骤③用萃取法除去坛底的糟
 D.步骤④乙醇和乙酸缓慢地发生酯化反应

D 解析:步骤①将大米蒸熟后淀粉溶胀,并没有水解,不会产生大量葡萄糖,故A错误;步骤②中涉及葡萄糖在酒化酶作用下反应生成乙醇,但不是水解反应,故B错误;步骤③用过滤法除去坛底的糟,是将固体和液体分离,故C错误;步骤④闻到果香味,是因为乙醇和乙酸缓慢地发生酯化反应,生成了乙酸乙酯,故D正确。

- 15.穿心莲内酯具有祛热解毒、消炎止痛之功效,被誉为天然抗生素药物,结构简式如图所示。下列说法正确的是 ()



- A.该物质的分子式为C₂₀H₃₂O₅
 B.该物质的含氧官能团有3种
 C.1 mol 该物质与足量Na反应,生成标准状况下33.6 L H₂
 D.该物质最多可与3 mol H₂发生加成反应

C 解析:根据结构简式确定该物质的分子式为C₂₀H₃₀O₅,故A错误;该物质的含氧官能团有2种,即酯基和羟基,故B错误;羟基和Na以1:1反应,该分子中含有3个羟基,1 mol 该物质可与3 mol Na反应生成1.5 mol 氢气,标准状况下的体

积为 33.6 L,故 C 正确;该物质中的碳碳双键可与 H_2 发生加成反应,故 1 mol 该物质最多可与 2 mol H_2 发生加成反应,选项中未给该物质的量,无法确定,故 D 错误。

二、非选择题:本题共 4 小题,共 55 分。

得分 16.(14 分)塑料制品是人类日常生活中

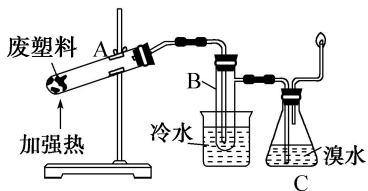
使用量最大的合成高分子材料。大量塑料制品的生产和使用,给人们的生活带来了极大的方便,同时也造成了严重的环境问题——白色污染。当今白色污染问题已得到了人们应有的重视,一些科学家也成功地找到了治理白色污染的有效途径。结合学过的知识,回答下列问题:

(1)写出工业上利用石油裂解气生产聚乙烯的化学方程式:_____。

(2)塑料废弃物的危害有_____ (填序号)。

- ①破坏土壤结构,影响植物生长
- ②造成海难事件
- ③破坏环境卫生
- ④危及海洋生物的生存

(3)某些废旧塑料可采用下列方法处理:将废塑料隔绝空气加强热,使其变成有用的物质,实验装置如图所示(加热装置略)。



加热某种废弃塑料得到的产物有氢气、甲烷、乙烯、丙烯、苯、甲苯、炭等。

①试管 B 收集到的产品为_____和_____，其一氯代物分别有几种？

②锥形瓶 C 中观察到的现象为_____。

③写出 C 中逸出的气体在工业上的两种用途:_____、_____。

解析:(1)乙烯加聚生成聚乙烯: $nCH_2=CH_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} [CH_2-CH_2]_n$ 。(2)塑料结构稳定,不易分解,不透气,不透水,这些性质造成了它的危害是①②③④。(3)①经冷水的冷却,试管 B 中可收集到常温下为液态的产物——苯和甲苯,其一氯代物

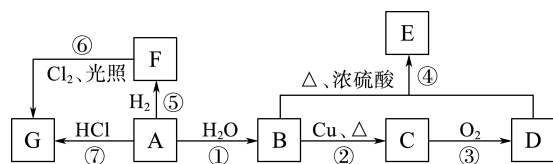
分别为一种和四种。②乙烯、丙烯等使 C 中溴水褪色。③C 中逸出的气体为氢气和甲烷,可作为合成氨的原料或作燃料。

答案:(1) $nCH_2=CH_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} [CH_2-CH_2]_n$

(2)①②③④ (3)①苯 甲苯 一种、四种(与前面相对应) ②溴水褪色 ③作合成氨的原料作燃料

得分 17.(15 分)A、B、C、D、E、F、G 均为有机

物,其中 A 是常用来衡量一个国家石油化工发展水平的标志性物质,它们之间有如图转化关系。已知醛基在氧气中易被氧化成羧基,请回答下列问题:



(1)写出 A、B 中官能团的名称:A _____, B _____。

(2)在 F 的同系物中最简单的有机物的空间结构为_____。

(3)写出与 F 互为同系物的含 5 个碳原子的所有同分异构体中一氯代物种类最少的物质的结构简式:_____。

(4)写出下列编号对应反应的化学方程式,并注明反应类型:

- ② _____, _____ 反应;
- ④ _____, _____ 反应。

解析:A 是常用来衡量一个国家石油化工发展水平的标志性物质,则 A 为 $CH_2=CH_2$; 乙烯与水发生加成反应生成的 B 为 CH_3CH_2OH , 乙醇发生催化氧化反应生成的 C 为 CH_3CHO , 乙醛进一步发生氧化反应生成的 D 为 CH_3COOH , 乙酸与乙醇发生酯化反应生成的 E 为 $CH_3COOCH_2CH_3$, 乙烯与氢气发生加成反应生成的 F 为 CH_3CH_3 , 乙烯与 HCl 发生加成反应生成的 G 为 CH_3CH_2Cl , 乙烷与氯气在光照条件下发生取代反应也生成氯乙烷。

(1)A 为 $CH_2=CH_2$, 含有的官能团为碳碳双键; B 为 CH_3CH_2OH , 含有的官能团为羟基。(2)F 为 CH_3CH_3 , 在 F 的同系物中最简单的有机物为甲烷,其空间结构为正四面体。(3)F 为 CH_3CH_3 , 与

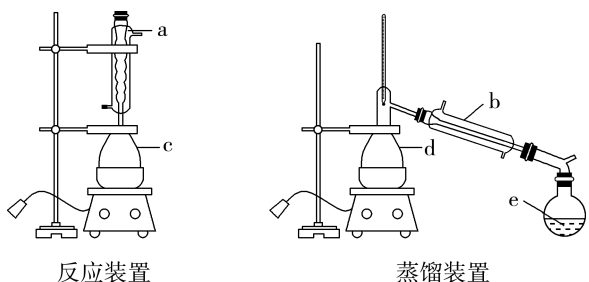
F 互为同系物的含 5 个碳原子的所有同分异构体的结构简式分别是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 和 $\text{C}(\text{CH}_3)_4$ ，其中一氯代物的种类分别有 3 种、4 种、1 种。(4) 反应②是乙醇发生催化氧化反应生成乙醛，化学方程式为 $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；反应④是乙醇与乙酸发生酯化反应生成乙酸乙酯，化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，也属于取代反应。

答案：(1) 碳碳双键 羟基 (2) 正四面体 (3) $\text{C}(\text{CH}_3)_4$

(4) $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$
氧化

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 酯化(或取代)

得分 18. (10 分) 某化学兴趣小组利用如图装置进行乙酸乙酯合成和分离的实验探究，请回答以下问题：



(1) 写出合成乙酸乙酯的化学方程式 _____。

(2) 仪器 b 的名称为 _____，图中起冷凝回流作用的是 _____ (填“a”“b”“c”“d”或“e”)。

(3) 装置 e 中盛放的试剂是 _____。

(4) 经过 0.5 h 加热反应后，将反应装置 c 中的粗产品转移至 d 中进行蒸馏。

物质	98%浓硫酸	乙酸乙酯	乙酸	乙醇	乙醚	水
沸点	338 °C	77.1 °C	118 °C	78.5 °C	34.6 °C	100 °C

根据上表分析，蒸馏后得到的乙酸乙酯中，最有可能含有 _____ 杂质。

解析：(1) 乙酸与乙醇发生酯化反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。(2) 仪器 b 的名称是直形冷凝管，题图中起到冷凝回流作用的是球形冷凝管 a。(3) 装置 e 中盛放的试剂是饱和 Na_2CO_3 溶液，其作用是溶解乙醇、中和乙酸，收集反应制得的乙酸乙酯。(4) 由表格中的数据可知，乙醇与乙酸乙酯的沸点接近，则蒸馏后得到的乙酸乙酯中，最有可能含有的杂质是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 。

答案：(1) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
(2) 直形冷凝管 a
(3) 饱和 Na_2CO_3 溶液 (4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

得分 19. (16 分) 为探究乙烯与溴的加成反应，

甲同学设计并进行如下实验：先用乙醇和浓硫酸为原料制取乙烯 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2=\text{CH}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$)，将生成的气体直接通入溴水中，发现溶液褪色，即证明乙烯与溴水发生了加成反应。

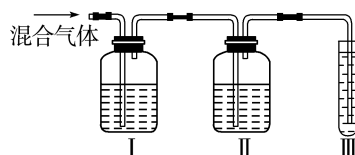
乙同学发现在甲同学的实验中，产生的气体有刺激性气味，推测在制得的乙烯中还可能含有少量还原性的杂质气体，由此提出必须先除去杂质，再与溴水反应。

请你回答下列问题：

(1) 甲同学设计的实验 _____ (填“能”或“不能”) 验证乙烯与溴水发生了加成反应，其理由是 _____ (填字母序号)。

- A. 使溴水褪色的反应，未必是加成反应
- B. 使溴水褪色的反应，就是加成反应
- C. 使溴水褪色的物质，未必是乙烯
- D. 使溴水褪色的物质，就是乙烯

(2) 乙同学推测此乙烯中必定含有一种杂质气体是 _____，它与溴水反应的化学方程式是 _____，在验证过程中必须全部除去。为此，乙同学设计了如图所示的实验装置：



请回答: I、II、III 装置中可盛放的试剂是 I _____
(填字母序号, 下同)、II _____、III _____。

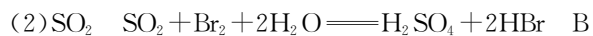
- A. 品红溶液 B. NaOH 溶液
C. 溴水 D. 酸性高锰酸钾溶液

(3) 为验证这一反应是加成反应而不是取代反应, 丙同学提出可用 pH 试纸来测试反应后溶液的酸性, 理由是 _____。

解析: 在实验室制备乙烯的过程中, 由于浓硫酸具有强氧化性, 可以将一部分乙醇氧化, 本身被还原成 SO_2 , SO_2 具有较强的还原性, 可以将溴水还原, 因此, 要想证明乙烯能与溴水反应, 必须除去 SO_2 , 一般来说, 除 SO_2 只能用 NaOH 溶液。如何证明 SO_2 是否被彻底除去, 在 I 装置后必须加一个盛有

品红溶液的试剂瓶, 即 II 中盛放的是品红溶液, 在确认完全除去 SO_2 后将气体通入盛有溴水的试管中, 溴水褪色, 则一定是乙烯与溴水反应的结果, 但绝不能认为二者发生的一定是加成反应。如何证明二者发生的不是取代反应呢? 只能根据两种反应的特点, 加成反应只有一种产物生成, 而取代反应除了生成有机产物外, 还有 HBr 生成, 通过设法证明反应后的溶液中无 HBr, 可知二者发生的反应是加成反应而不是取代反应。

答案: (1) 不能 AC



A C

(3) 若发生取代反应, 必定生成 HBr, 溶液酸性将会明显增强, 故可用 pH 试纸验证

单元概览

学习导航

化学与资源、能源、材料、环保、健康、安全等领域都密切相关。按照绿色化学思想和循环经济原则,利用化学变化可以改变原有物质的组成和结构,合成新物质,使之具有更加优异的性能;化学在资源开发利用中发挥了重要的作用,但同时也可能产生严重的环境问题;化学品在农业生产、人体营养和健康中发挥着重要的作用,指导我们合理施用化肥、农药,合理使用药物,安全使用食品添加剂。我们应坚持可持续发展,树立绿色化学观念。

在本章中,我们将学习以下内容:

- 1.以金属矿物、海水和化石燃料等自然资源的综合利用为例,认识和体会化学的应用价值,认识化学对建构清洁低碳、安全高效的能源体系所发挥的作用。
- 2.应科学、安全、有效和合理地使用通过化学反应从自然资源中获得的大量化学品。
- 3.化学在环境监测与评价、环境保护和清洁生产等方面发挥着重要的作用。绿色化学的目的在于使化工生产实现从源头减少或消除环境污染。

本章我们将从“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”“科学态度与社会责任”相结合的视角,认识金属冶炼的原理和方法、海水中化学物质的提取流程与方法,以及化石燃料的综合利用,构建自然资源开发利用的认知模型。学习自然资源(金属矿物、海水、化石燃料)的开发利用、化学品的合理使用及环境污染与防治措施等知识,关注与化学有关的社会热点问题,体会化学在可持续发展中的重要作用,树立绿色化学观念,培养努力学好化学知识、服务社会的责任意识。

学习目标

- 1.以金属矿物、海水资源的开发利用为例,认识化学在实现无机物转化中的作用和贡献。
- 2.了解煤、石油、天然气等化石燃料综合利用的方法和意义,了解化学在开发利用自然资源中的重要作用。
- 3.通过学习化肥及农药的合理施用、合理用药、安全使用食品添加剂等知识,认识化学在发展工农业、创建良好生态环境和维持人体健康等方面的作用。在化学品使用、食品与药品安全等方面树立自觉遵守有关法律、法规的意识。
- 4.能列举大气、水体和土壤的常见污染物及其防治措施,认识化学在治理污染和保护环境中的重要作用,树立绿色化学的观念。

核心概念

化学与资源、能源、材料、环保、健康、安全等当今社会的重要研究课题息息相关,在社会的可持续发展中发挥着重大作用。

学法指导

1.充分利用已经学习的知识。复习初中所学的大气污染物、碳循环、水污染的处理流程,以及前面所学的金属及其化合物的性质、海水中的元素等内容,将分散知识点整合起来,形成逻辑链。

2.理论与实际相联系,解决实际问题。本章内容与日常生活的联系非常紧密,需要结合日常现象、生活常识进行分析,加强理论与实际的联系,体会化学在资源利用与环境保护中的重要作用。

单元任务

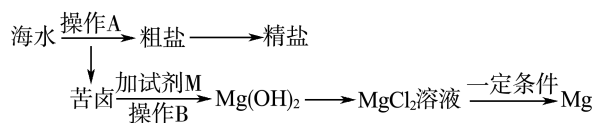
2022年北京冬奥会和冬残奥会不仅是运动健儿的“竞技场”,也是前沿科技的“大舞台”。

(一)滑雪是冬奥会的比赛项目之一,制作滑雪头盔的复合材料中含有玻璃钢,制作滑雪杖杆的金属材料为镁铝合金。

(二)吉祥物“冰墩墩”“雪容融”由PVC、PC、ABS和亚克力等材料制作而成。

(三)2022年北京冬奥会和冬残奥会通过科技助力碳中和,体现绿色环保理念。

1.从海水中获得金属镁的流程如下图所示:



操作A为_____,试剂M为_____,电解得到的镁蒸气需要在下列_____ (填字母序号)气体氛围中冷却。

A. O_2 B. N_2 C. Ar D. Cl_2

2.PVC的单体氯乙烯可以用乙烯和氯气为原料制备,乙烯为石油的_____产品。

3.制作“冰墩墩”内充材料PET的过程中用到了芳香烃,芳香烃的主要来源为_____和_____。

4.速滑馆利用二氧化碳跨临界直接制冰技术,与传统氟利昂相比,有什么优点?

探·究·构·建

第一节 自然资源的开发利用

学习任务目标

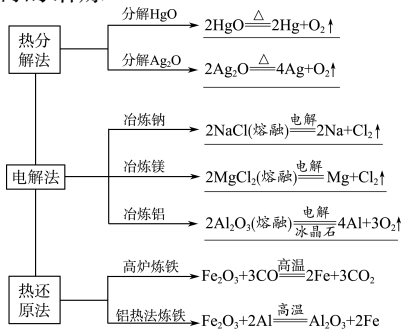
1. 金属矿物和海水资源开发利用的相关知识与工业生产密切相关,能从不同视角对纷繁复杂的化学变化进行分类研究。
2. 能举例说明重要资源和能源的主要类型、成分和用途;辩证地看待资源利用的利弊及其对环境和社会的影响。

问题式预习

一、金属矿物的开发利用

1. 金属在自然界的存在形态
除金、铂等少数金属外,绝大多数金属元素以化合物的形式存在于自然界中。

2. 金属的冶炼



3. 有效利用金属资源的途径

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。

二、海水资源的开发利用

1. 海水水资源

海洋约占地球表面积的71%,海水约占地球总水量的97%。

2. 海水水资源的利用

(1) 海水淡化的主要方法:蒸馏法、反渗透法、电渗析法等。

(2) 溴的提取——“吹出法”

① 氧化:向酸化的海水中通入适量的氯气,使Br⁻转化为溴单质,反应的离子方程式为 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ 。

② 吹出:向含溴单质的水溶液中通入空气,将生成的溴吹出。

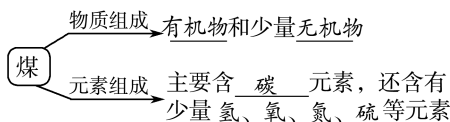
③ 吸收:用二氧化硫作还原剂使溴转化为氢溴酸,以使其与空气分离,反应的化学方程式为 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$ 。

④ 蒸馏:用氯气将氢溴酸氧化为溴后蒸馏分离。

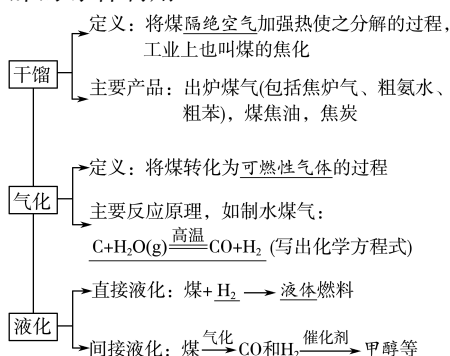
三、煤、石油和天然气的综合利用

1. 煤的综合利用

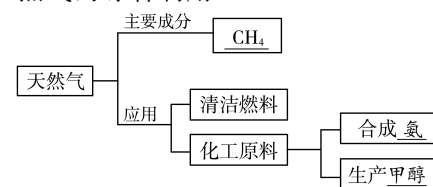
(1) 煤的组成



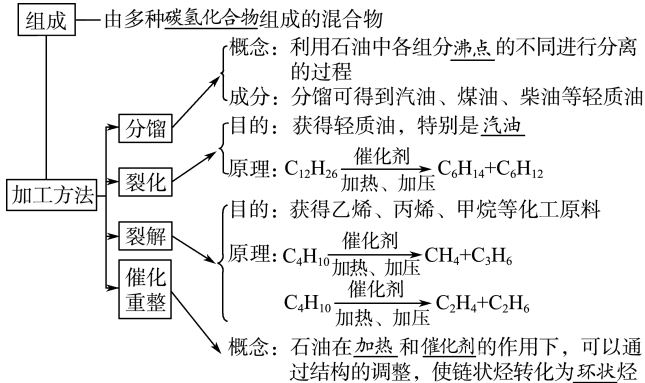
(2) 煤的综合利用



2. 天然气的综合利用



3. 石油的综合利用



任务型课堂

任务一 金属的冶炼方法

「探究活动」

活动 1: 根据金属冶炼的方法讨论, 金属冶炼的实质是什么?

提示: 金属冶炼的实质是金属离子得到电子被还原为金属单质的过程, $M^{n+} + ne^{-} = M$ 。

活动 2: 从自然界中获得金属单质, 是否都必须发生氧化还原反应?

提示: 否。有些金属单质的化学性质稳定, 如金、铂等, 在自然界中主要以游离态形式存在, 获得这些金属就不需要发生氧化还原反应, 用富集的方法就可以, 如淘金。

活动 3: 热还原法冶炼铁, 哪些物质可以作为还原剂?

提示: C、CO、H₂、Al。

活动 4: 金属冶炼方法与金属活动性有什么关系?

提示: 金属的冶炼方法:

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		物理方法				

「评价活动」

1. 从金属利用的历史看, 先是青铜器时代, 而后是铁器时代, 铝的冶炼是近百年的事。决定金属使用年代先后顺序的关键因素是 ()

- A. 金属的活动性
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

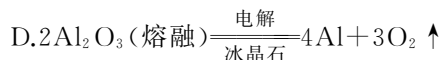
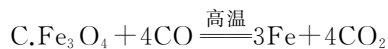
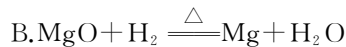
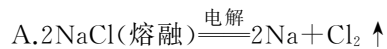
A 解析: 金属的活动性越强, 越容易与其他物质反应生成化合物, 其化合物越不容易被还原, 导致该金属的冶炼越难, 所以决定金属使用年代的是金属的活动性, 与金属的导电性、延展性、在地壳中的含量无关。

2. 下列金属的冶炼方法中, 属于热还原法的是 ()

- A. $2Ag_2O \xrightarrow{\Delta} 4Ag + O_2 \uparrow$
B. $Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$
C. $Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{高温} 2Fe + 3CO_2$
D. $MgCl_2(\text{熔融}) \xrightarrow{电解} Mg + Cl_2 \uparrow$

C 解析: A 项为热分解法, B 项为置换反应, C 项为热还原法, D 项为电解法。

3. 下列金属冶炼的化学反应原理, 错误的是 ()



B 解析: 工业上电解熔融氯化钠冶炼金属钠, 故 A 正确; 工业上电解熔融氯化镁冶炼金属镁, 故 B 错误; 工业上用 CO 还原铁的氧化物炼铁, 故 C 正确; 工业上电解熔融氧化铝冶炼金属铝, 故 D 正确。

任务总结

电解法冶炼金属的注意事项

(1) 电解法适合于金属活动性顺序中 K~Al 的活泼金属。

(2) 电解法冶炼金属电解的是化合物的熔融态, 而不是溶液。

(3) 电解冶炼 Mg, 电解熔融氯化镁, 而不用氧化镁, 因为氧化镁熔点高, 电解时消耗能量多。

(4) 电解冶炼 Al, 电解熔融氧化铝, 而不是氯化铝, 因为氯化铝为共价化合物, 熔融时不导电。

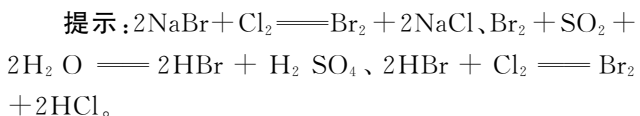
任务二 海水资源的综合利用

「探究活动」

活动 1: 从海水中提取淡水或食盐的方法是什么? 是什么变化?

提示: 从海水中提取淡水用蒸馏的方法, 提取食盐用蒸发的方法, 都为物理变化。

活动 2: 用空气吹出法从海水中提取溴的原理是什么?



活动 3: 从海带中提取碘的流程如图所示:



海带灼烧前, 为什么不用水冲洗海带表面的附着物, 而是用刷子刷? 写出加入稀硫酸和 H₂O₂ 时发生反应的离子方程式。

提示: 为减少海带中 I⁻ 的流失, 不能用水冲洗。
 $2I^- + H_2O_2 + 2H^+ = I_2 + 2H_2O$ 。

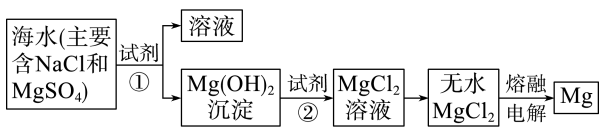
「评价活动」

1. 海水蕴藏着丰富的化学资源。仅通过物理方法就能从海水中获得的物质是 ()

- A. 食盐 B. 金属钠 C. 烧碱 D. 氢气

A 解析: 海水中水的沸点较低, 通过蒸发结晶即可得到 NaCl, 为物理变化, 故 A 正确; 海水中得到钠, 需要首先从海水中获得氯化钠, 然后再电解熔融状态的氯化钠得到钠, 为化学变化, 故 B 错误; 电解饱和食盐水可制备 NaOH, 有新物质生成, 为化学变化, 故 C 错误; 海水中得到氢气, 需要通过电解水或电解饱和食盐水溶液获得, 为化学变化, 故 D 错误。

2. 镁及其合金是用途很广的金属材料。大量的镁是从海水中提取的, 其中的主要步骤如图所示:

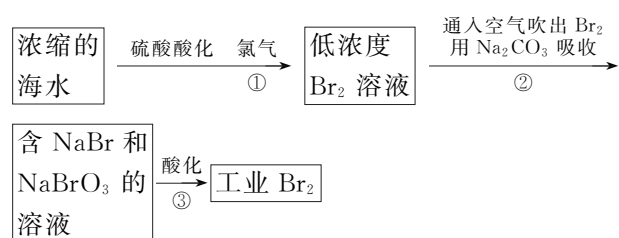


下列说法不正确的是 ()

- A. 为了节省原料, 海水可选用提取粗盐后的母液
 B. 为了使 $MgSO_4$ 转化为 $Mg(OH)_2$, 工业上试剂①主要选用 NaOH
 C. 加入试剂①后, 可过滤得到 $Mg(OH)_2$ 沉淀
 D. 镁与铝等金属按一定比例制成的合金, 由于其密度小、强度大, 可用于制造飞机

B 解析: 海水提取粗盐后的母液中含有镁离子, 可作为提取镁的原料, A 正确; 工业上使 Mg^{2+} 沉淀, 应选用廉价的石灰乳, 可利用海边大量存在的贝壳煅烧生成生石灰制得, B 错误; 加入试剂①后, 可得到 $Mg(OH)_2$ 沉淀, 故可用过滤的方法得到沉淀, C 正确; 合金的密度一般比成分金属小, 机械强度更强, 故镁与铝等金属制成的合金密度小、强度大, 可用于制造飞机, D 正确。

3. 空气吹出法是工业规模海水提溴的常用方法, 流程如下:

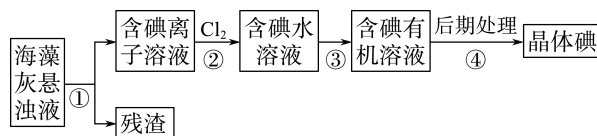


下列说法不正确的是 ()

- A. 步骤①发生的主要反应为 $Cl_2 + 2Br^- \rightleftharpoons Br_2 + 2Cl^-$
 B. 步骤②③的目的是富集溴元素
 C. 获得工业 Br_2 的方法是过滤
 D. 步骤②发生的主要反应为 $3Br_2 + 3Na_2CO_3 \rightleftharpoons 5NaBr + 3CO_2 + NaBrO_3$

C 解析: 步骤①中, 海水中的 NaBr 与通入的 Cl_2 发生置换反应: $Cl_2 + 2Br^- \rightleftharpoons Br_2 + 2Cl^-$, A 正确; 步骤②是将 Br_2 溶解并转化为含溴离子, 步骤③又将含溴离子转化为 Br_2 , 但溴水的浓度由小变大, 所以两步操作的目的是富集溴元素, B 正确; 第③步操作后, 所得溴仍以液态存在于混合物中, 大部分溴以 Br_2 形式沉在下层, 所以获得工业 Br_2 的方法不是过滤, C 不正确; 由步骤②可以看出, Br_2 在 Na_2CO_3 溶液中转化为 NaBr 和 $NaBrO_3$, 同时还应生成 CO_2 , 所以步骤②发生的主要反应为 $3Br_2 + 3Na_2CO_3 \rightleftharpoons 5NaBr + 3CO_2 + NaBrO_3$, D 正确。

4. 下图是实验室从海藻里提取碘的部分流程。

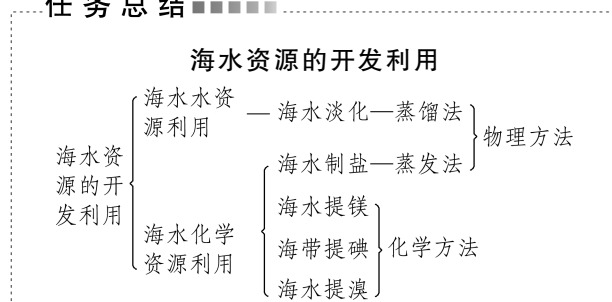


下列判断不正确的是 ()

- A. 步骤①③的操作分别是过滤、萃取
 B. 可用淀粉溶液检验步骤②的反应是否有碘单质生成
 C. 步骤③中加入的有机溶剂可能是乙醇
 D. 步骤②发生了氧化还原反应

C 解析: 步骤①用于分离固体和液体, 操作是过滤, ③为提取水中的碘得到碘的有机溶液, 操作为萃取分液, A 正确; 取步骤②的产物少量, 加淀粉溶液, 观察是否变蓝, 此法可用于检验反应②是否有碘单质生成, B 正确; 乙醇与水互溶, 不能萃取水中的碘, 步骤③中加入的有机溶剂不可能是乙醇, 可以是四氯化碳等, C 不正确; 步骤②氯气和碘离子发生了氧化还原反应得到碘单质, D 正确。

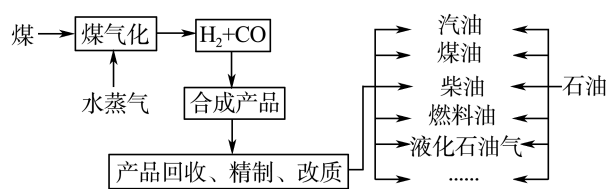
任务总结



任务三 煤和石油的综合利用

「探究活动」

下图是煤间接液化的流程示意图。



活动 1: 写出煤气化反应的化学方程式, 思考说明煤气化的意义。

提示: $C + H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$ 。煤气化能够减少煤燃烧时的粉尘污染, 提高煤燃烧的效率, 气化后的产品可以用于化工生产, 提高煤的综合利用价值。

活动 2: 上图中由石油获得相应产品的方法是什么? 该方法是物理变化还是化学变化? 得到的各种分馏产品是纯净物吗?

提示: 题图中由石油获得相应产品的方法是分馏, 属于物理变化, 所得产品是混合物。

活动 3: 如何鉴别直馏汽油和裂化汽油?

提示: 可利用不饱和烃的性质来鉴别, 如能使溴的四氯化碳溶液或酸性高锰酸钾溶液褪色的是裂化汽油, 不能使其褪色的是直馏汽油。

「评价活动」

1. 在石油工业中, 将重油制成乙烯的方法是 ()

- A. 裂化 B. 裂解 C. 干馏 D. 分馏

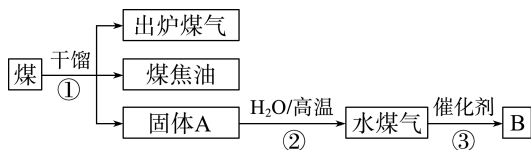
B 解析: 将重油制成气态不饱和烃, 应采取比裂化更高的温度才可以实现, 即采用裂解的方法。

2. 下列变化中, 属于化学变化的是 ()

- A. 用苯从溴水中萃取溴
B. 重油裂化得到轻质燃料油
C. 从煤焦油中提取苯、甲苯、二甲苯
D. 石油分馏得到汽油、煤油等产物

B 解析: 萃取是物理变化, A 错误; 重油裂化是化学变化, B 正确; 从煤焦油中提取苯、甲苯、二甲苯, 石油分馏得到汽油、煤油等产物, 均是采用蒸馏方法得到的, 属于物理变化, C、D 错误。

3. 煤的综合利用如下图所示。下列说法正确的是 ()

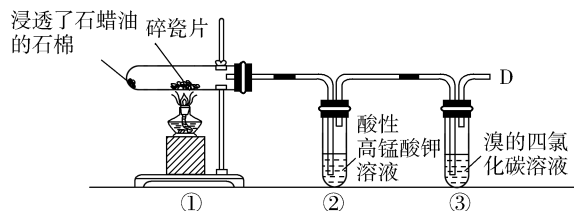


- A. 出炉煤气是纯净物
B. 煤中含有苯、甲苯、二甲苯等有机物
C. ②是放热的过程
D. 反应②的化学方程式为 $C + H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$

D 解析: 出炉煤气是焦炉气、粗氨水、粗苯的混合物, A 错误; 煤是由有机物和少量无机物组成的混合物, 通过干馏可得到苯、甲苯、二甲苯等有机物, B 错误; 反应②是碳与水蒸气反应生成 CO 和 H_2 , 化学

方程式为 $C + H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$, 该反应是吸热反应, C 错误, D 正确。

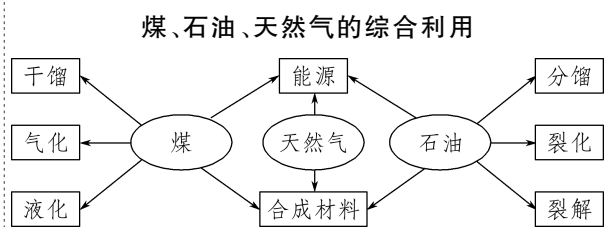
5. 某研究性学习小组在实验室中模拟石油的催化裂化, 装置如下图所示。下列说法不正确的是 ()



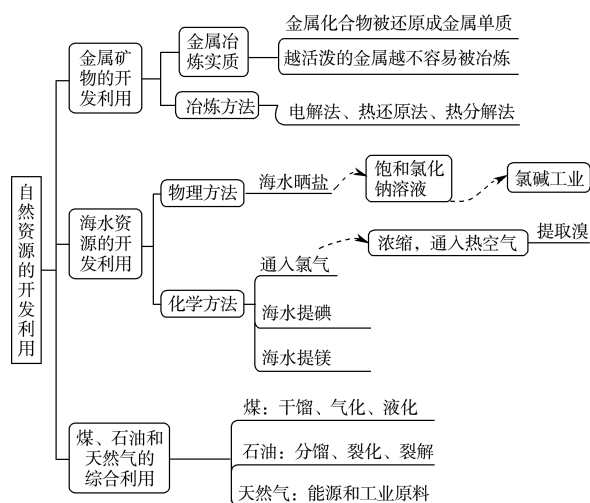
- A. 加药品前必须检查装置的气密性
B. 加热一段时间后观察到试管②、③中溶液的颜色褪去, 证明试管②、③中均发生了加成反应
C. 实验证明石油经催化裂化生成了不饱和烃
D. 试管③中可能发生了如下反应: $CH_2=CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2BrCH_2Br$

B 解析: 组装好实验装置后, 要先检查装置的气密性, 再加入药品, A 正确; 试管②中酸性高锰酸钾溶液具有强氧化性, 溶液褪色说明 MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+} , 烯烃发生了氧化反应, B 错误; 试管②、③中溶液褪色, 说明石油经催化裂化生成了不饱和烃, C 正确; 试管③中盛有溴的四氯化碳溶液, 可与反应生成的烯烃发生加成反应, D 正确。

任务总结



► 提质归纳



课后素养评价(十七)

A组 学习·理解

知识点 1 金属的冶炼

1. 下列文中描述的变化过程与金属冶炼原理无关的是

()

- A.《抱朴子》:丹砂(HgS)烧之成水银
 B.《天工开物》:炉甘石($ZnCO_3$)与煤饼混合,密封加热
 C.《梦溪笔谈》:熬胆矾铁釜,久之亦化为铜
 D.《浪淘沙》:千淘万漉虽辛苦,吹尽狂沙始到金

D 解析:“丹砂(HgS)烧之成水银”,即 HgS 发生分解反应生成水银,此过程为热分解法冶炼汞,与金属冶炼原理有关,故 A 错误;炉甘石分解生成氧化锌被木炭还原,有锌生成,是热还原法冶炼锌,故 B 错误;铁与硫酸铜反应生成硫酸亚铁和铜,是湿法炼铜,与金属冶炼原理有关,故 C 错误;沙里淘金利用了沙子和黄金的密度不同,不涉及化学变化,与金属冶炼原理无关,故 D 正确。

2. 我国夏代已经有青铜器,传说夏禹铸九鼎,史料中更有夏禹之子夏启炼铜的记载。冶铁技术大约出现在西周时期,冶炼出生铁使我国成为世界上最早发明和使用生铁的国家。下列有关金属冶炼的说法不正确的是

()

- A. 金属的冶炼先后,主要取决于金属的活动性强弱
 B. 炼铁时,加入石灰石的作用是除去铁矿石中的二氧化硅
 C. 金属冶炼的过程就是被冶炼的金属得电子被还原的过程
 D. 工业上用电解氯化镁溶液的方法冶炼金属镁

D 解析:金属活动性越强越难冶炼,金属活动性越弱,越容易冶炼,故金属的冶炼先后,主要取决于金属的活动性强弱,故 A 正确;炼铁时,石灰石中的碳酸钙在高温条件下分解能生成氧化钙和二氧化碳,氧化钙能和二氧化硅反应生成硅酸钙,从而除去铁矿石中的二氧化硅,故 B 正确;金属冶炼就是金属化合物变为金属单质的过程,就是金属得电子被还原的过程,故 C 正确;工业上用电解熔融氯化镁的方法冶炼金属镁,不能在水溶液中进行,故 D 错误。

知识点 2 海水提溴、提镁

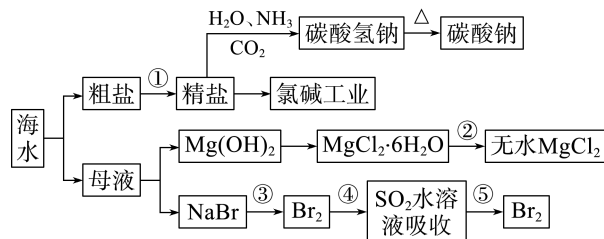
3. 海洋是一个巨大的宝藏,期待着人们的开发和利用。下列物质不经过化学变化就能从海水中获得的是

()

- A. 单质溴 B. 单质镁
 C. 烧碱 D. 食盐

D 解析:通入氯气将溴离子氧化为溴单质,A 错误;通过电解熔融的氯化镁得到镁,B 错误;把从海水中获得的氯化钠配制成饱和食盐水电解,即得烧碱、氢气和氯气,C 错误;海水经太阳暴晒,蒸发水分后即得食盐,D 正确。

4. 海洋中有丰富的资源。海水利用的部分过程如图所示。



已知: $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 受热生成 $Mg(OH)Cl$ 和 HCl 气体等。下列有关说法正确的是

()

- A. 制取 $NaHCO_3$ 的反应是利用其溶解度大于 $NaCl$
 B. 在过程②中将 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 灼烧即可制得无水 $MgCl_2$
 C. 在第③、④、⑤步骤中,溴元素均被氧化
 D. 工业上将石灰乳加入海水中得到 $Mg(OH)_2$ 沉淀

D 解析:向饱和食盐水中通入氨以及二氧化碳,溶解度较小的碳酸氢钠会先析出,制取 $NaHCO_3$ 的反应是利用其溶解度小于 $NaCl$,故 A 错误;在过程②中将 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 在 HCl 气流中灼烧即可制得无水 $MgCl_2$,故 B 错误;由③可知 $NaBr \rightarrow Br_2$, $NaBr$ 中溴元素的化合价为 -1 价,单质中溴元素的化合价为 0 价,则在反应中溴元素的化合价升高,溴元素被氧化,第④、⑤步是溴的提纯,既有溴元素被氧化也有溴元素被还原,故 C 错误;由流程可知,母液中加石灰乳生成氢氧化镁,即工业上将石灰乳加入海水中得到 $Mg(OH)_2$ 沉淀,故 D 正确。

知识点 3 煤、石油和天然气的综合利用

5. 下列有关煤、石油、天然气等资源的说法不正确的是

()

- A. 石油裂解得到的汽油是混合物
 B. 石油产品都可用于加成反应
 C. 天然气是一种清洁的化石燃料
 D. 煤是混合物

B 解析:石油裂解得到多种烃的混合物,石油产品中的烷烃不能发生加成反应,天然气是一种清洁的化石燃料,煤是由复杂的有机物和无机物组成的混合物,主要元素是碳。

6. 随着社会的发展,能源的开发和利用逐步从粗犷的燃烧转向更精细化利用。下列关于煤、石油、天然气的说法正确的是

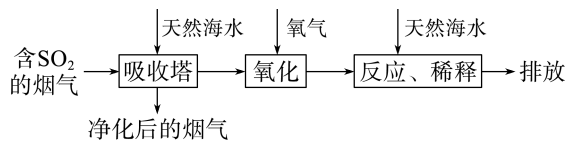
()

- A. 天然气属于化石能源
 B. 乙烯是石油分馏后的产物
 C. 焦炉气的主要成分为 C_4 以下的烷烃
 D. 煤的干馏属于物理变化

A 解析:煤、石油、天然气均属于化石能源,故 A 正确;乙烯是石油裂解后的产物,故 B 错误;焦炉气的主要成分为氢气、甲烷、乙烯、一氧化碳等,故 C 错误;煤的干馏属于化学变化,故 D 错误。

B组 应用·实践

7.天然海水中主要含有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Br^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等离子。火力发电燃煤排放的含 SO_2 的烟气可利用海水脱硫,其工艺流程如下图所示:

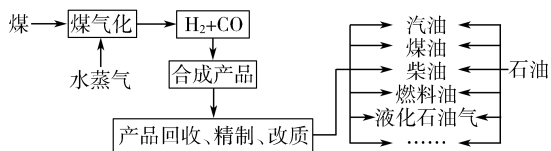


下列说法错误的是 ()

- A.天然海水中由于含有 NaCl 等而呈中性
 B.氧化是利用氧气将 H_2SO_3 、 HSO_3^- 、 SO_3^{2-} 等氧化生成 SO_4^{2-}
 C.反应、稀释时加天然海水的目的是中和、稀释经氧气氧化后海水中生成的酸
 D.排放出来的海水中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度大于进入吸收塔中天然海水中的 SO_4^{2-} 的物质的量浓度

解析:海水中含有 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 等,故海水呈碱性,A 错误;排放出的海水中吸收了 SO_2 气体,并被氧化成 SO_4^{2-} ,故排放出来的海水中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度大于进入吸收塔中天然海水中的 SO_4^{2-} 的物质的量浓度,D 正确。

8.与石油资源相比,我国的煤炭资源相对比较丰富,加快“煤制油”的发展,对我国社会经济可持续发展有着深远的意义。下图是煤间接液化的典型流程示意图。



请根据上图信息回答下列问题。

(1)煤气化反应的化学方程式是 _____,

该反应是吸热反应,说明反应物总能量 _____ (填“>”“<”或“=”)生成物总能量。

(2)如图由石油获得相应产品的方法是 _____。

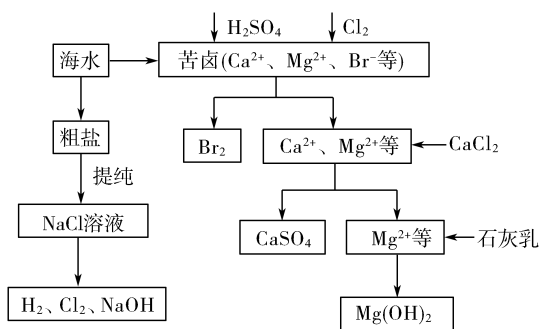
(3)丁烷是液化石油气的成分之一,它的结构有 _____ 种,其中一种含有支链的物质的结构简式是 _____。

解析:煤气化是碳与水蒸气发生反应生成一氧化碳和氢气,反应的化学方程式为: $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}$

+ H_2 ;该反应为吸热反应,因此反应物总能量 < 生成物总能量。(2)石油分馏得到汽油、柴油、煤油、燃料油等。(3)丁烷有两种结构:正丁烷 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) 和异丁烷 ($\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$)。

答案:(1) $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$ < (2)分馏
 (3)二 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$

9.工业上对海水资源综合利用的部分工艺流程如图所示。



(1)目前大量制造淡水,大部分使用下列何种方法 _____ (填字母序号,下同)。

- A.蒸馏法 B.凝固法
 C.离子交换法 D.反渗透法

(2)粗盐中因含有何种成分而易潮解 _____。

- A.氯化钠 B.氯化镁
 C.氯化钙 D.硫酸钙

(3)粗盐的提纯有如下实验操作:①加入过量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液、②加入过量 NaOH 溶液、③加入过量 BaCl_2 溶液、④加入过量 Na_2CO_3 溶液、⑤加入过量盐酸、⑥过滤、⑦蒸发结晶。正确的实验操作顺序是 _____。

- A.③②④⑥⑤⑦ B.③④②⑤⑦
 C.②③④⑤⑥⑦ D.①④⑥⑤⑦

解析:(3)物质分离与提纯的原则:不增、不减、易分离、易复原,故 Na_2CO_3 一定要在 BaCl_2 之后加入, HCl 一定要在 BaCl_2 、 Na_2CO_3 、 NaOH 之后加入, BaCl_2 与 NaOH 也可用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 代替。

答案:(1)A (2)BC (3)AD

第二节 化学品的合理使用

学习任务目标

- 1.能从化学的角度分析化学品的合理使用原则,能对化学品的使用形成正确的认识。
- 2.能借助国家关于安全生产、环境保护、食品安全、药物开发等方面的法律法规分析与化学有关的社会热点问题。

问题式预习

一、化学品 化肥、农药的合理施用

1.化学品的分类

(1)大宗化学品:像乙烯、硫酸、纯碱、化肥等属于大宗化学品。

(2)精细化学品:像医药、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、农药的作用:施用化肥和农药是保障农作物增产、减少农作物损失的重要措施。

(2)合理施用化肥:除了要考虑土壤酸碱性、作物营养状况等因素,还必须根据化肥本身的性质进行科学施用。例如,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。不合理施用化肥会造成水体富营养化,产生水华等污染现象,还会影响土壤的酸碱性 and 土壤结构。

(3)农药的种类和施用:人类早期使用的农药有除虫菊、烟草等植物和波尔多液、石灰硫黄合剂等无机物。后来,人们研制出了有机氯农药、有机磷农药、氨基甲酸酯和拟除虫菊酯类农药等有机合成农药,使农药向着高效、低毒和低残留的方向发展。

(4)农药对环境的危害:农药对生态系统和自然环境的影响是广泛而复杂的。例如,农药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;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。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。

二、合理用药

1.药物的分类:药物按照来源可以分为天然药物与合成药物。现有药物中的大部分属于合成药物。

2.药物的作用方式:药物在人体内有着不同的作用方式,有的是通过改变机体细胞周围的物理、化学环境而发挥药效,如抗酸药能中和胃里过多的胃酸,缓解胃部不适。更多的药物是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:是一种重要的合成药物,化学名称为乙酰水杨酸,具有解热镇痛作用。阿司匹林是以水杨酸为原料生产的。

4.合理用药

(1)原因:药物在促进人类健康的同时,可能对机体产生与用药目的无关的有害作用。例如:阿司匹林长期大量服用可能会导致胃痛、头痛、眩晕、恶心等不适症状。

(2)措施:合理用药必须在医生、药师指导下,遵循安全、有效、经济和适当等原则,主要考虑药物和机体两个方面。

三、安全使用食品添加剂

1.食品添加剂:为改善食品品质和色、香、味,以及防腐、保鲜和加工工艺的需要而加入食品中的人工合成或天然物质。食品添加剂按来源分为天然的和人工合成的两大类。

2.常见的添加剂

(1)着色剂、增味剂

①着色剂:着色剂是指以给食品着色和改善食品色泽为目的的食品添加剂。分为天然色素和合成色素两大类。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:味精能增加食品的鲜味,是一种常用的增味剂,其主要成分为谷氨酸钠。味精最早是从海带中发现和提取出来的,现在主要以淀粉为原料通过发酵法生产。

(2)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。实际生产中还会使用由碳酸盐和酸性物质等混合而成的复合膨松剂。

②凝固剂:为了改善食品的形态,食品加工中还会使用凝固剂等物质。例如,制作豆腐常用的凝固剂

是盐卤,盐卤中含有的氯化镁、硫酸钙,另外还有葡萄糖酸- δ -内酯等都是制作豆腐常用的凝固剂。

(3) 防腐剂、抗氧化剂

①防腐剂:能防止食品发生由微生物引起的腐败变质,以延长食品保存时间的食品添加剂。常见的防腐剂有苯甲酸及其钠盐、山梨酸及其钾盐等。亚硝酸钠是一种防腐剂和护色剂,可用于一些肉制品如腊肉、香肠等的生产。它不但使肉制品较长时间地保持鲜红色,且具有防止变质的作用。但是,亚硝酸钠具有一定毒性,还会与食物作用生成致癌物。

②抗氧化剂:有些食品会因在空气中被氧化而变质,需要加入抗氧化剂。例如,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。

(4)营养强化剂:由于人们的年龄阶段(如婴幼儿时期、中老年时期等)、工作环境及地方性营养状况等的特殊要求,需要在食品中加入营养强化剂,以补充必要的营养成分。例如,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。

3. 食品添加剂的使用原则

- (1)不应对人体健康产生不良影响。
- (2)在食品加工中具有工艺必要性,不能以非法目的使用食品添加剂。
- (3)在达到预期的效果下尽可能地降低在食品中的用量。

任务型课堂

任务一 化肥、农药的合理施用

「探究活动」

施用化肥和农药是保障农作物增产、减少农作物损失的重要措施,但化肥和农药施用不当会给人类和环境带来危害。

活动 1: 化肥有哪些种类?

提示:根据化肥所含营养元素的不同,化肥可以分为氮肥、磷肥、钾肥和复合肥,其中复合肥是指含有两种或两种以上营养元素的化肥。

活动 2: 农药有哪些种类?

提示:根据化学组成和结构,农药可以分为有机氯类、有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类化合物等。

活动 3: 不合理使用化肥、农药,会造成哪些危害?

提示:不合理使用化肥,不仅会造成浪费,还会影响土壤的酸碱性和土壤结构,造成水体富营养化,产生水华等污染现象;不合理使用农药,在农药的吸附、转移、降解过程中会造成土壤和作物的农药残留,从而毒害水生生物和污染水源等。

「评价活动」



1. 尿素($\text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}_2$)是人工合成的有机物,下列关于尿素的叙述不正确的是 ()

- A. 尿素是一种氮肥
- B. 尿素是人体新陈代谢的一种产物
- C. 尿素能发生水解反应
- D. 尿素是一种酸性物质

D 解析:尿素是一种氮肥,也是人体新陈代谢的产物,从结构上看,它能发生水解反应。

2. 农业上用的杀菌剂波尔多液由硫酸铜和石灰乳按一定比例配制而成,它能防治植物病菌的原因是 ()

- A. 硫酸铜使菌体蛋白质盐析
- B. 石灰乳使菌体蛋白质水解
- C. 菌体蛋白质溶解于波尔多液
- D. 铜离子和石灰乳使菌体蛋白质变性

D 解析:铜盐属于重金属盐,石灰乳呈现碱性,均能使蛋白质变性。

3. 施用氮肥能促进农作物生长,有效提高农产品中蛋白质的含量。下列说法不正确的是 ()

- A. 硝酸铵是一种高效氮肥
- B. 铵态氮肥不能与草木灰混合使用
- C. 铵态氮肥中氮元素只有一种化合价
- D. 存放碳酸氢铵时,应密封并置于阴凉通风处

C 解析:硝酸铵是一种高效的氮肥,故 A 正确;铵态氮肥不能与草木灰混合使用,故 B 正确;铵态氮肥中氮元素不止一种化合价,比如 NH_4NO_3 中,氮元素有两种化合价,故 C 错误;存放碳酸氢铵时,应密封并置于阴凉通风处,防止碳酸氢铵分解,故 D 正确。

任务总结

常见化肥和农药的种类

(1)氮肥的种类
铵态氮肥,如硫酸铵;硝态氮肥,如硝酸钠等;有机氮肥,如尿素等。

(2)农药的种类
有机氯农药有六六六、DDT,其特点是稳定,不易分解、高残留;有机磷农药有敌敌畏、敌百虫、乐果,其特点是剧毒,容易分解、低残留。

任务二 药物的合理使用

「探究活动」

抗酸药能中和过多的胃酸,下图所示是某抗酸药的说明书,根据说明书,回答下列问题。

成分:本品为复方制剂,每片含主要成分氢氧化铝 0.245 克,碳酸镁 0.105 克,颠茄流浸膏 0.002 6 毫克。

性状:本品为白色片剂。

适应证:用于缓解胃酸过多引起的胃痛、反酸,慢性胃炎。

用法用量:口服,成人一次 2~4 片,一日 3 次,饭前半小时或胃痛发作时嚼碎后服用。

不良反应:便秘,长期服用可引起骨质疏松等,肾功能不全者禁用。

有效期:36 个月。

活动 1 服用该抗酸药时嚼服比吞服效果好的原因是什么? 写出氢氧化铝和胃酸作用的化学方程式。

提示:服用该抗酸药治疗胃酸过多的反应原理是氢氧化铝和盐酸反应生成氯化铝和水,反应物间的接触面积越大,反应越充分且反应速率越大,嚼服可以增大药物和胃酸的接触面积,便于充分反应。氢氧化铝和胃酸(主要为盐酸)反应的化学方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

活动 2 医生建议该抗酸药连续服用不可以超过 7 天,为什么?

提示:长期服用可导致严重便秘,有可能导致肠梗阻,老年人长期服用该抗酸药会引起骨质疏松,肾功能不全者易引起铝中毒。

活动 3 一些抗酸药中的主要成分是碳酸氢钠,写出碳酸氢钠和胃酸作用的离子方程式。分析胃溃疡患者能否使用碳酸氢钠类抗酸药物。

提示: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。碳酸氢钠与胃酸作用生成大量 CO_2 ,使胃内压强增大,胃溃疡患者易形成胃穿孔,因此不能使用碳酸氢钠类抗酸药物。

活动 4 合理用药需要遵循哪些原则? 考虑的因素有哪些?

提示:合理用药应遵循安全、有效、经济、适当等原则。需考虑药物和机体两个方面的因素:药物方面要考虑剂量、剂型、给药途径及时间等因素;机体方面要考虑患者年龄、性别、症状、心理和遗传等因素。

「评价活动」

1. 下列药物类型中由于过度使用导致人类面临无药

可用的危机的是 ()

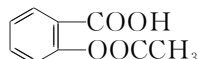
- A. 中成药
B. 抗生素
C. 抗酸药
D. 解热镇痛药

2. 下列有关用药的说法不正确的是 ()

- A. OTC 药房中只出售营养补剂类药品
B. 在普通的 OTC 药房中买不到标有 R 的药品
C. 在药店买回来的阿司匹林属于 OTC 类药品
D. 减肥药能在药店买到

A 解析:OTC 药房出售的药品都是非处方药,比营养补剂药品范围还要广,A 错误,B 正确;减肥药和阿司匹林都属于 OTC 类药品,可以在 OTC 药房或药店买到,C、D 均正确。

3. 阿司匹林是一种重要的合成药,其结构简式为

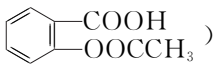


。下列关于阿司匹林的说法错误的是 ()

- A. 阿司匹林可以与 NaOH 发生中和反应
B. 阿司匹林的分子结构中含有两种官能团
C. 阿司匹林肠溶片包装盒上标记“OTC”,说明该药物必须凭医生的处方购买
D. 长期大量服用阿司匹林可能会导致胃痛,眩晕,恶心等不适症状

C 解析:阿司匹林含有羧基,可以与 NaOH 发生中和反应,故 A 正确;阿司匹林的分子结构中含有羧基和酯基两种官能团,故 B 正确;阿司匹林肠溶片包装盒上标记“OTC”,“OTC”表示非处方药,说明该药物不需要凭医生的处方购买,故 C 错误;阿司匹林含有羧基,对胃有一定的刺激作用,因此长期大量服用阿司匹林可能会导致胃痛,眩晕,恶心等不适症状,故 D 正确。

4. 人体胃酸的主要成分是盐酸。胃酸可帮助消化食物,但胃酸过多会损伤胃黏膜,使人感觉不适。抗酸药(又称抑酸剂)可以中和胃里过多的胃酸。下列物质不属于抗酸药的是 ()

- A. 阿司匹林(主要成分: )
B. 复方氢氧化铝片[主要成分: $\text{Al}(\text{OH})_3$]
C. 碳酸氢钠片(主要成分: NaHCO_3)
D. 胃得乐(主要成分: MgCO_3)

A 解析:阿司匹林的主要成分含有羧基,不能与酸反应,因此它不能用作抗酸药,故 A 符合题意。

任务总结

常见药物的使用

(1) 抗酸药的原理

利用金属氧化物、碱、盐等与胃中多余的盐酸发生反应,其主要成分有氧化镁、氢氧化镁、碳酸钙、碳酸氢钠、氢氧化铝、柠檬酸钠等。

(2) 阿司匹林的药效

阿司匹林在沸水中容易发生水解反应,生成水杨酸和乙酸,其中水杨酸具有消炎、镇痛的作用。

任务三 食品添加剂的安全使用

「探究活动」

随着食品工业的发展,食品添加剂已成为现代食品工业的重要组成部分,其安全使用的问题也越来越受到人们的关注。

活动 1 “绝大多数食品添加剂在摄入过量时对人体有害,所以应该禁止使用食品添加剂。”这种观点正确吗?为什么?

提示:不正确。在规定范围内合理使用食品添加剂,对人体健康不会产生不良影响。

活动 2 作为消费者,你如何看待广告宣传中“绝不含防腐剂”“零添加”的说法?

提示:这是一种营销策略,商家利用消费者对防腐剂、添加剂的恐惧心理,误导消费者,打开销路,甚至卖出更高价格。有些食品如果不加入防腐剂,还未出厂就坏掉了,甚至可能产生毒素,因此在规定范围内规范合理使用防腐剂,可以保证食品安全。完全不使用食品添加剂的食品在现代食品工业环境下已经很难找到了,只要在规定范围内规范使用食品添加剂,对人体健康不会产生不良影响。我们应该理性、科学地看待食品添加剂。

「评价活动」

1. 下表是某风味固体饮料中的配料(部分)与说明:

配料	白砂糖、食品添加剂(柠檬黄、L-抗坏血酸等)、矿物质(焦磷酸铁等)
生产日期	请见包装背面
保质期	18个月
贮存条件	常温条件贮存,并置于阴凉干燥处

- 蔗糖是白砂糖的主要成分,与麦芽糖均为二糖
- 柠檬黄是常见的天然色素
- L-抗坏血酸易被氧化而发挥抗氧化作用,是常用的抗氧化剂

④铁是红细胞形成的必需元素

上述判断正确的是 ()

- A. 只有①③ B. 只有②③④
C. 只有①③④ D. ①②③④

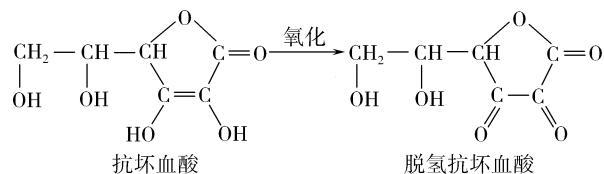
C 解析:①蔗糖是白砂糖的主要成分,与麦芽糖均为二糖,正确;②柠檬黄是常见的人工合成色素,错误;③L-抗坏血酸,即维生素C,具有还原性,易被氧化,是常用的抗氧化剂,正确;④铁是血红细胞形成的必需元素,正确,综上所述①③④正确,故选C。

2. 下列食品中加入成分不是营养强化剂的是 ()

- A. 食盐中加碘
B. 酱油中加铁
C. 食品中加硒
D. 火腿中加亚硝酸钠

D 解析:食盐中加碘、酱油中加铁、食品中加硒都是作营养强化剂,火腿中加亚硝酸钠是作防腐剂。

3. 抗坏血酸(即维生素C)是水果罐头中常用的食品添加剂,在空气中发生如下图所示变化。下列说法不正确的是 ()



- A. 在水果罐头中加入抗坏血酸作抗氧化剂
B. 抗坏血酸能发生酯化反应、水解反应和加成反应
C. 脱氢抗坏血酸能发生水解反应和氧化反应
D. 抗坏血酸能使酸性高锰酸钾溶液褪色,脱氢抗坏血酸则不能

D 解析:抗坏血酸在空气中能被氧化生成脱氢抗坏血酸,故可用作抗氧化剂,A正确;抗坏血酸含有酯基,能发生水解反应,含有羟基,能发生酯化反应,含有碳碳双键,能与H₂发生加成反应,B正确;脱氢抗坏血酸含有酯基,能发生水解反应,含有羟基且相连碳原子上有氢原子,能发生氧化反应,C正确;抗坏血酸含有羟基和碳碳双键,脱氢抗坏血酸含有羟基,两者都能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使溶液褪色,D错误。

4. 饮食也是一种独特的文化。适量的添加剂使饮食更加丰富多彩。

(1)某企业食品有限公司生产的鲜橙果汁,配料:①水、②糖、③鲜橙浓缩汁、④柠檬酸、⑤黄原胶、⑥食用香料、⑦胡萝卜素(鲜橙原汁含量≥20%,净含量:1.5 L)。其中属于食品添加剂中的着色剂的是_____(填序号,下同),属于调味剂的是_____,由于没有加入_____,建议最好不要贮存太久。

(2)下列不属于食品安全检测指标的是_____(填字母序号)。

- A. 淀粉的含量 B. 二氧化硫的含量
C. 亚硝酸盐的含量 D. 甲醛的含量

解析:(1)胡萝卜素可作食用橙色色素,属于着色剂;糖、柠檬酸和食用香料分别提升食物的甜味、酸

味、香味,属于调味剂;该食品没有添加防腐剂,最好不要贮存太久。(2)淀粉是一种营养物质,故不属于食品安全检测指标。

答案:(1)⑦ ②④⑥ 防腐剂 (2)A

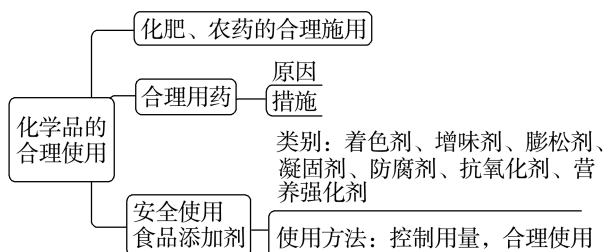
任务总结

食品添加剂的使用

在下列情况下可使用食品添加剂:

- (1)保持或提高食品本身的营养价值;
- (2)作为某些特殊膳食的必要配料或成分;
- (3)提高食品的质量和稳定性,改进其感官特性;
- (4)便于食品的生产、加工、包装、运输或者贮藏。

提质归纳



课后素养评价(十八)

A组 学习·理解

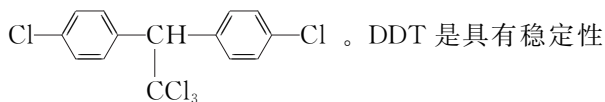
知识点 1 化肥、农药的合理施用

1.合理混施肥料能增强土壤肥效,使农作物增产。下列关于肥料混施的做法错误的是 ()

- A.人畜粪尿等农家肥不能与草木灰、石灰氮、石灰等碱性肥料混用
- B.磷矿粉、骨粉等难溶性磷肥可以与草木灰、石灰等碱性肥料混用
- C.钙镁磷肥等碱性肥料不能与铵态氮肥混施
- D.化学肥料不能与细菌性肥料混用

B 解析:人畜粪尿等农家肥属于氮肥,不宜与碱性肥料混用,A 正确;磷矿粉、骨粉等难溶性磷肥若与碱性肥料混用,会中和土壤内的有机酸类物质,使难溶性磷肥更难溶解,作物无法吸收利用,B 错误;钙镁磷肥等碱性肥料若与铵态氮肥混施,会产生氨挥发,降低肥效,C 正确;化学肥料有较强的腐蚀性、挥发性和吸水性,若与根瘤菌等细菌性肥料混合施用,会杀伤或抑制活菌体而使细菌性肥料失效,D 正确。

2.滴滴涕(DDT)是 20 世纪 60 年代以前广为应用的一种杀虫剂,其结构简式为



的脂溶性有机物。DDT 因具有容易生产、价格低廉、杀虫活性较高且较广等特点而被大量使用,最终造成环境污染。下列关于 DDT 的说法不正确的是 ()

- A.DDT 也能杀死有益的生物
- B.DDT 极易溶于水
- C.DDT 是烃的衍生物
- D.DDT 不易被生物分解

B 解析:根据对 DDT 性质的描述,“稳定性、脂溶性、药效普适性”等,可以判断出 DDT 对有益生物同样有毒、难溶于水、易溶于有机溶剂、稳定不易分解。

3.在蔬菜生长过程中,常喷洒农药防治病虫害。据研究,用碱性溶液或清水浸泡,可使残留在蔬菜上的农药的含量降低,因此,买来的蔬菜在食用前最好用稀碱水或清水浸泡一段时间,浸泡蔬菜时应加入适量 ()

- A.纯碱
- B.白酒
- C.白糖
- D.食醋

A 解析:纯碱即 Na_2CO_3 ,溶于水后 CO_3^{2-} 水解使溶液呈碱性,能更好地降低农药毒性。

知识点 2 合理用药

4.下列关于小药箱中常备药物的作用叙述错误的是 ()

- A.板蓝根冲剂用于治疗感冒
- B.氟哌酸用于退热止痛
- C.阿司匹林用于退热止痛
- D.胃舒平用于抑酸止胃痛

B 解析:氟哌酸是抑菌消炎药,用于治疗急性肠胃炎导致的腹泻。

知识点 3 安全使用食品添加剂

5.食品添加剂是现代食品工业的灵魂,下列食品添加剂的使用目的不合理的是 ()

选项	添加剂	使用目的
A	味精	增加食品的鲜味
B	小苏打	加工馒头时,可中和酸并产生大量气体

续表

选项	添加剂	使用目的
C	维生素 C	添加到水果罐头中,补充必要的营养成分
D	硫酸亚铁	添加到奶粉中,作为营养强化剂

C 解析:味精是一种常用的增味剂,能增加食品的鲜味,故 A 正确;小苏打为 NaHCO_3 ,它能与酸反应生成 CO_2 气体,故 B 正确;维生素 C 为还原剂,它作为水果罐头中的抗氧化剂,故 C 错误;奶粉中加入硫酸亚铁,作为一种补铁营养强化剂,故 D 正确。

6.食品抗氧化剂是能阻止或延缓食品氧化变质、提高食品稳定性和延长贮存期的食品添加剂。下列物质不属于食品抗氧化剂的是 ()

- A.月饼中的茶多酚
B.葡萄酒中的少量二氧化硫
C.面包中的食用碳酸氢铵
D.植物油中的丁基羟基茴香醚

C 解析:月饼中的茶多酚属于食品抗氧化剂,故 A 不符合题意;葡萄酒中的少量二氧化硫具有还原性,属于食品抗氧化剂,故 B 不符合题意;面包中的食用碳酸氢铵,是膨松剂,不属于食品抗氧化剂,故 C 符合题意;植物油中的丁基羟基茴香醚具有还原性,属于食品抗氧化剂,故 D 不符合题意。

B组 应用·实践

7.(2022·海南卷)化学物质在体育领域有广泛用途。下列说法错误的是 ()

- A.涤纶可作为制作运动服的材料
B.纤维素可以为运动员提供能量
C.木糖醇可用作运动饮料的甜味剂
D.“复方氯乙烷气雾剂”可用于运动中急性损伤的镇痛

B 解析:涤纶属于合成纤维,其抗皱性和保形性很好,具有较高的强度与弹性恢复能力,可作为制作运动服的材料,A 正确;人体没有分解纤维素的酶,故纤维素不能为运动员提供能量,B 错误;木糖醇具有甜味,可用作运动饮料的甜味剂,C 正确;氯乙烷具有冷冻麻醉作用,从而使局部产生快速镇痛效果,所以“复方氯乙烷气雾剂”可用于运动中急性损伤的镇痛,D 正确。

8.劳动是幸福的源泉,下列劳动项目与所述的化学知识没有关联的是 ()

选项	劳动项目	化学知识
A	社区消毒:向不同区域喷洒“84”消毒液消毒	NaClO 具有强氧化性
B	生产活动:葡萄酒中添加适量 SO_2	SO_2 可以漂白
C	日常防火:用水玻璃浸泡木材或纺织品可防火	Na_2SiO_3 阻燃、耐高温
D	医疗健康:医生用氢氧化铝给病人治疗胃酸过多	氢氧化铝能与盐酸反应

B 解析:“84”消毒液消毒,涉及的化学知识是 NaClO 具有强氧化性,A 正确;葡萄酒中添加适量 SO_2 ,涉及的化学知识是 SO_2 能杀菌,具有还原性,防氧化,不是利用其漂白性,B 错误; Na_2SiO_3 的熔

点高,不易燃烧,常用作阻燃剂,用水玻璃浸泡木材或纺织品可以防火,C 正确;胃酸的主要成分为盐酸,用氢氧化铝可以中和过多胃酸,生成无害的 AlCl_3 排出体外,D 正确。

9.某地筹建中的“生态农业科技园区”,不仅是农业高新技术示范和推广基地,也是一个观光休闲的生态农业园区。在一些生产思路上你认为不妥当的是 ()

- A.将农家肥与化肥综合利用,以提高生产效益
B.对大棚中的植物施加适量的 CO_2 ,以促进其光合作用
C.种植、养殖、制沼气相结合,既可改善环境又可提高农牧业的产量
D.硝酸铵和熟石灰混合施用,在给作物提供营养元素的同时,又能降低土壤的酸性

D 解析:熟石灰和硝酸铵反应生成 NH_3 放出,会降低肥效。

10.我国是个农业大国,农业是立国之本,化学品对农业的发展起着巨大的推动作用,请回答下列问题:

(1)农作物的生长仅靠土壤中的 N 元素不能满足生长的需要,必须靠施肥加以补充。下列可作氮肥的化合物是 _____ (填字母序号,下同),其中含 N 量最高的是 _____。

- A.碳酸氢铵 B.磷酸二氢钙
C.硫酸钾 D.硝酸钾
E.尿素

(2)农作物生长过程中不可缺少的微量元素有 Fe、Mn、B、Cu、Mo 等,它们或是酶的组成成分,或能提高酶的活性,是农作物体内营养物质的形成和新陈代谢不可缺少的。常用的铜肥是胆矾,在盐碱地(土壤 $\text{pH}>7$)施用胆矾时宜将溶液 _____

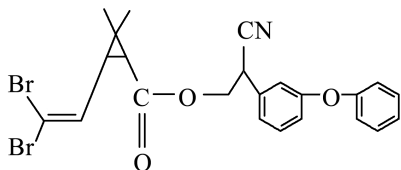
_____ (填“喷在叶片上”或“随水灌入土壤中”), 主要理由是_____。

(3)波尔多液是一种常用的植物杀菌剂,它用硫酸铜、生石灰、水按一定的比例配制而成,是一种天蓝色黏稠状悬浮液体。通常现用现配,你认为下列容器不能用来盛装波尔多液的是_____ (填字母序号)。

- A.塑料容器 B.铜制容器
C.铁制容器 D.陶器

分析其防治病虫害的原因:_____。

(4)拟除虫菊酯是一种高效、低毒,对昆虫有强烈触杀作用的杀虫剂,其中对光稳定的溴氰菊酯的结构简式如图所示。



溴氰菊酯的化学式为_____, 可发生_____ (填两种反应类型)等反应。

解析:(1)可作氮肥使用,则该化合物中必须含有N元素。(2)在碱性土壤中,由于 Cu^{2+} 与碱性物质结合生成不易被农作物吸收的不溶物,所以宜在农作物叶面喷施。(3)因为铁的活动性比铜强,所以Fe可以从 Cu^{2+} 的溶液中置换出Cu; Cu^{2+} 为重金属离子,其药效体现在能使细菌的蛋白质变性,而达到杀菌效果。(4)拟除虫菊酯是一种酯类化合物,分子中含碳碳双键,能发生加成、取代、水解等反应,其化学式为 $\text{C}_{23}\text{H}_{21}\text{NO}_3\text{Br}_2$ 。

答案:(1)ADE E

(2)喷在叶片上 Cu^{2+} 在碱性条件下生成不溶物,农作物根部不易吸收

(3)C Cu^{2+} 在碱性条件下使菌体蛋白质变性

(4) $\text{C}_{23}\text{H}_{21}\text{NO}_3\text{Br}_2$ 加成、取代(答案合理即可)

第三节 环境保护与绿色化学

学习任务目标

- 1.能列举常见的大气、水体和土壤的污染物及其危害,能说出常见污染的成因和防治措施的化学原理,能结合具体的污染问题设计简单的防治方案。
- 2.能举例说明化学对环境保护的作用。对我国的污染现状有全面的认识,关注污染的防治措施,建立绿色化学的思想。

问题式预习

一、化学与环境保护

1.环境问题:通常所说的环境问题,主要是指由于人类不合理地开发和利用自然资源而造成的生态环境破坏,以及工农业生产和人类生活所造成的环境污染。

2.大气污染物:大气污染物主要来自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。这些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.污水的处理:常用的方法有物理法、化学法和生物法等。

二、绿色化学

1.绿色化学的核心思想就是改变“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.化学反应就是原子重新组合的过程,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%。

原子利用率 = $\frac{\text{期望产物的总质量}}{\text{生成物的总质量}}$ 之比。

任务型课堂

任务 环境保护与绿色化学

「探究活动」

活动 1:煤、石油、天然气的开发利用对环境造成了哪些破坏?

提示:(1)煤、石油、天然气燃烧,造成温室效应、酸雨和光化学烟雾。(2)煤、石油、天然气的开采造成植被的破坏。

活动 2:当今全球面临的严重的环境污染及其影响因素有哪些?

提示:当今全球面临的严重的环境污染及其影响因素有:

- (1)温室效应——CO₂。
- (2)酸雨——SO₂ 及氮氧化物。
- (3)臭氧空洞——氟氯烃及氮氧化物。
- (4)光化学烟雾——碳氢化合物及氮氧化物。
- (5)水华和赤潮——氮、磷等元素。
- (6)白色污染——塑料制品。

活动 3:“CO₂ 能引起温室效应,故 CO₂ 属于大气污染物之一。”这句话对吗?

提示:CO₂ 不属于大气污染物,大气污染物是指大气中危害人类和环境的人为污染物和天然污染物。它们主要来源于燃料燃烧和大规模的工矿企业,包括颗粒物、硫氧化物、一氧化碳、氮氧化物、碳氢化合物、其他有害物质等。

活动 4:四大基本反应类型中,哪种类型符合最理想的“原子经济性反应”?

提示:“原子经济性反应”要求反应物中的原子全部转化为期望的最终产物,符合要求的是化合反应。

「评价活动」

1.利用化学知识降低污染、治理污染,改善人类居住环境是化学工作者的首要任务。下列做法不利于环境保护的是 ()

- A.使用 Na₂S 作为沉淀剂去除工业废水中的 Cu²⁺
- B.将废旧塑料制品裂解为化工原料
- C.对废电池做深埋处理
- D.将生活垃圾进行分类处理

解析:S²⁻ 是常见的沉淀剂,可以和 Cu²⁺ 反应生成硫化铜沉淀,有利于环境的保护,故 A 不符合题意;废旧塑料制品裂解为化工原料,避免白色污染,有利环境保护,故 B 不符合题意;对废电池做深埋处理,电池中的重金属离子会污染土壤和地下水,

不利于环境保护,故 C 符合题意;将生活垃圾分类处理再进行合理的回收利用,故 D 不符合题意。

2.(2021·全国乙卷)我国提出争取在 2030 年前实现“碳达峰”,2060 年前实现“碳中和”,这对于改善环境,实现绿色发展至关重要。“碳中和”是指 CO₂ 的排放总量和减少总量相当。下列措施中能促进“碳中和”最直接有效的是 ()

- A.将重质油裂解为轻质油作为燃料
- B.大规模开采可燃冰作为新能源
- C.通过清洁煤技术减少煤燃烧污染
- D.研发催化剂将 CO₂ 还原为甲醇

D 解析:将重质油裂解为轻质油作为燃料,并不能减少二氧化碳的排放量,达不到“碳中和”的目的,故 A 不符合题意;大规模开采可燃冰作为新能源,会增大二氧化碳的排放量,不符合“碳中和”的要求,故 B 不符合题意;通过清洁煤技术减少煤燃烧污染,不能减少二氧化碳的排放量,达不到“碳中和”的目的,故 C 不符合题意;研发催化剂将二氧化碳还原为甲醇,可以减少二氧化碳的排放量,达到“碳中和”的目的,故 D 符合题意。

3.据报道,某日,一城市雾大无风,家庭和工厂排出的烟雾经久不散,每立方米大气中二氧化硫的含量高达 38 mg,烟尘达 45 mg,居民健康普遍受到危害。请回答下列问题:

(1)流经该城市的主要河道也因此而受到污染,引起鱼类死亡,这与此种类型大气污染形成_____有关。

(2)这种大气污染对人体_____系统的危害最大,将会造成_____ (举两种主要病症)等病症。

(3)为了防止这种污染,硫酸厂可用氨水来吸收 SO₂,其离子方程式为_____。

(4)目前,一种有效的方法是用直升机喷洒白垩粉(CaCO₃粉)以降低这种污染,其化学方程式是_____。

(5)要防止此类危害的再次出现,应采取的根本措施是_____。

解析:由二氧化硫的含量高可知,与酸雨有关;同时可知,用碱性物质可处理此种类型大气污染。

答案:(1)酸雨

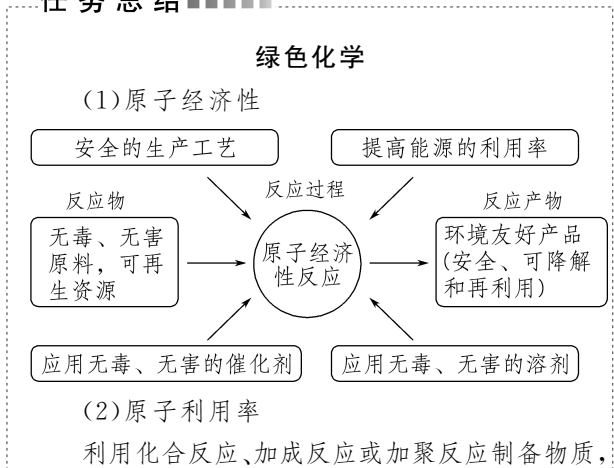
(2)呼吸 呼吸困难、咳嗽、咽喉肿痛、支气管哮喘、肺气肿(任选两种)

(3)SO₂ + 2NH₃ + H₂O = 2NH₄⁺ + SO₃²⁻



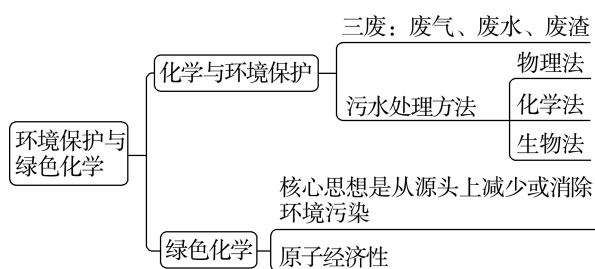
(5) 严格控制污染源

任务总结



反应物全部转化为期望产物, 原子利用率为 100%。

► 提质归纳



课后素养评价(十九)

A组 学习·理解

知识点 1 化学与环境保护

1. 关爱自然, 刻不容缓。下列做法不应提倡的是 ()

- A. 推广电动汽车, 践行绿色交通
- B. 拒绝露天烧烤, 合理健康饮食
- C. 秸秆就地焚烧, 增强土壤肥效
- D. 净化工业尾气, 减少雾霾生成

C 解析: 推广电动汽车, 践行绿色交通, 减少化石燃料的使用, 可以减少环境污染物的排放, 有利于保护环境, 应大力提倡, 故 A 正确; 拒绝露天烧烤, 合理健康饮食, 可以减少空气污染物的排放, 有利于保护环境, 应大力提倡, 故 B 正确; 秸秆就地焚烧, 会产生大量空气污染物, 不利于环境保护, 不应提倡, 故 C 错误; 净化工业尾气, 能减少灰尘等排放, 有利于减少雾霾的生成, 应大力提倡, 故 D 正确。

2. 2022 年 1 月, 国务院办公厅印发了《中央生态环境保护整改办法》, 凸显了国家治理环境的决心和力度。下列说法错误的是 ()

- A. 含氮的氧化物是光化学烟雾的主要成分
- B. 使用绿色工艺、开发绿色产品, 从源头上消除污染
- C. 大力开发使用化石能源, 解决能源危机
- D. 大气中 CO_2 的含量增加会导致温室效应加剧

C 解析: 氮氧化物能产生光化学烟雾, 故 A 正确; 使用绿色工艺、开发绿色产品, 能从源头上消除污染, 故 B 正确; 化石能源燃烧, 产生大量污染性气

体, 故 C 错误; CO_2 是主要温室气体, 大气中 CO_2 含量的增加会导致温室效应加剧, 故 D 正确。

3. 下表中解决相对应的环境问题所采取的措施不科学的是 ()

选项	环境问题	措施
A	臭氧空洞	限制氟氯烃类物质的生产量和消耗量
B	酸雨	改变能源结构, 减少二氧化硫和氮氧化物的排放量
C	白色污染	回收利用废旧塑料, 开发可降解塑料
D	水体富营养化	禁止使用含磷洗衣粉及施用氮肥

D 解析: 氟氯烃是造成臭氧空洞的主要原因; 减少二氧化硫、氮氧化物的排放有利于控制酸雨的产生; 对废旧塑料回收利用及开发可降解塑料制品均有利于减少白色污染; 禁止施用氮肥不符合农业现状, D 不科学。

4. 下列说法正确的是 ()

- A. 白色污染是指白色垃圾袋等造成的污染
- B. 使用一次性筷子、纸杯、塑料袋等, 不利于保护环境
- C. 汽车尾气的排放是造成温室效应的主要原因
- D. 含磷洗涤剂的使用是造成水体富营养化的主要原因

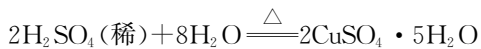
B 解析: 白色污染是指塑料造成的污染, A 错误;

使用一次性筷子、纸杯、塑料袋等,不利于保护环境,B正确;汽车尾气的排放不是造成温室效应的主要原因,C错误;水体富营养化的主要原因是过多含氮、磷元素物质的排入,D错误。

知识点2 绿色化学

5.“绿色化学”又称环境无公害化学。下列叙述符合“绿色化学”原则的是 ()

- A.绿色化学的核心是利用化学原理对工业生产造成的环境污染进行治理
B.大量用纯液态有机物代替水作溶剂
C.研制新型杀虫剂,使它只对目标昆虫有毒杀作用而对其他昆虫无害
D.工业上用废铜制取胆矾 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: $2\text{Cu} + \text{O}_2 +$



D 解析:绿色化学的核心是预防污染,不是治理污染,A错误;B项水为无毒试剂,用水作溶剂符合“绿色化学”,B错误;绿色化学是不使用有毒物质,C错误; $2\text{Cu} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,符合“绿色化学”原则,D正确。

6.下列实验遵循绿色化学原则的是 ()

- ①在铜与浓硝酸反应的实验中,将铜片改为可调节高度的铜丝
②将实验室的废酸液和废碱液中和后再放入指定位置集中处理
③用 H_2O_2 溶液代替高锰酸钾制氧气
④将用铜粉与浓硫酸反应制取硫酸铜的实验方案改为先将铜粉在空气中充分加热制得氧化铜,再将氧化铜溶解在稀硫酸中
- A.①② B.②③
C.③④ D.①②③④

D 解析:①铜与浓硝酸剧烈反应产生有毒的 NO_2 气体,将铜片改为可调节高度的铜丝可及时终止反应,减少 NO_2 气体的排放量;②将实验室的废酸液和废碱液中和后可以减少污染;③用 H_2O_2 溶液制氧气副产物为水,不产生污染;④既杜绝了产生 SO_2 而导致的污染,又提高了硫原子的利用率。以上过程均做到了从源头上减少或杜绝污染,符合绿色化学的思想。

B组 应用·实践

7.下列做法不利于实现可持续发展的是 ()

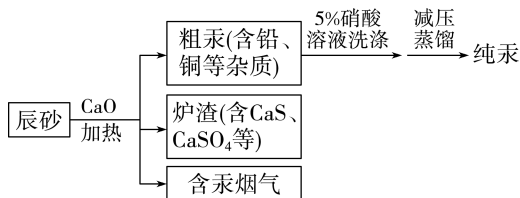
- A.工业生产过程产生的“三废”不加处理任意排放
B.生活垃圾不随意丢弃,分类回收处理再利用
C.使用高效催化剂将汽车尾气转化为氮气和二氧化碳
D.利用工业废气中的二氧化碳制造全降解塑料

A 解析:工业生产过程产生的“三废”不加处理任意排放会造成严重的环境污染,不利于实现可持续发展,故A符合题意;生活垃圾不随意丢弃,分类回收处理再利用可减轻环境污染、减少垃圾处理量并增加资源化利用价值,有利于实现可持续发展,故B不符合题意;使用高效催化剂将汽车尾气中有毒、有污染的 CO 和 NO 转化为无毒、无污染的氮气和二氧化碳,有利于实现可持续发展,故C不符合题意;利用工业废气中的二氧化碳制造全降解塑料,可以降低大气中 CO_2 的含量,减少白色污染,有利于实现可持续发展,故D不符合题意。

8.工业上制汞的方法是焙烧辰砂(主要含 HgS),发生

反应的化学方程式为 $\text{HgS} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Hg} + \text{SO}_2$,还原出的汞呈气态,冷凝得液态汞,其流程如图所示。

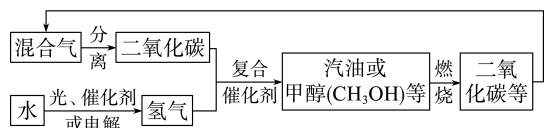
下列说法不正确的是 ()



- A.洗涤粗汞时可用5%的盐酸代替5%的硝酸溶液
B. $\text{HgS} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Hg} + \text{SO}_2$ 属于置换反应
C.含汞烟气必须处理达标后才能排放
D.流程中加入 CaO 的目的是减少 SO_2 的排放

A 解析:5%的硝酸的作用是除去铅、铜等杂质,而盐酸不与铜等杂质反应,因此不能用5%的盐酸代替5%的硝酸,A错误;由化学方程式知,该反应属于置换反应,B正确; Hg 对环境有危害,含汞烟气必须经过处理达标后才能排放,C正确; CaO 可与 SO_2 、 O_2 反应生成 CaSO_4 ,减少了 SO_2 的排放,D正确。

9.“碳中和”作为一种新型环保形式,可推动全社会绿色发展。我国争取在 2060 年前实现“碳中和”,科学家正在研究建立如下图所示的二氧化碳新循环体系:



下列说法正确的是 ()

- ①减少碳排放有利于缓解全球变暖
- ②无机物和有机化合物可以相互转化
- ③光能(或电能)可以转化为化学能
- ④风电、光伏发电等新能源的开发和使用可减少碳排放

- A. ①②③④ B. ①②④
C. ①②③ D. ①③④

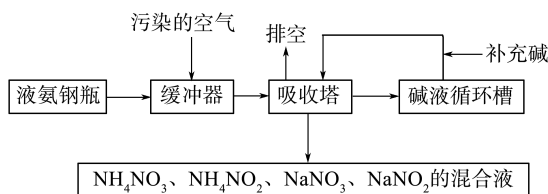
解析:汽油、甲醇转化为二氧化碳是将化学能转化为热能和光能,同时将有机物转化为无机物,水转化为氢气过程中说明光能(或电能)可以转化为化学能,减少碳排放有利于缓解全球变暖,风电、光伏发电等新能源的开发和使用可减少碳排放,故 A 正确。

10.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%。如用 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$ 合成 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$,欲使原子利用率达到最高,还需要的反应物是 ()

- A. H_2 和 CO_2 B. CO_2 和 H_2O
C. CO 和 CH_3OH D. CH_3OH 和 H_2

解析:原子利用率达到最高,即 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$ 与选项中的物质化合完全转化成 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$,根据原子守恒可知,只有 C 项符合题意。

11.某硝酸厂附近空气中的主要污染物为氮的氧化物。为了保护环境 and 综合利用,可采用氨-碱两级吸收法。此法兼有碱吸收和氨吸收两法的优点,其吸收工艺流程如下:



- (1)排空物质的主要成分为_____。
(2)进入吸收塔以前加一个缓冲器的目的是_____。
(3)从吸收塔排出的混合液的用途为_____ (任写一项)。

解析:(1)排空物质是无污染的气体,主要成分为 N_2 、 O_2 。(2)进入吸收塔以前加一个缓冲器的目的是使氨气和污染的空气充分混合,使氮的氧化物与氨气充分反应,从而转化为无毒的 N_2 。(3)从吸收塔排出的混合液含有铵盐,可以作为氮肥。

- 答案:**(1) N_2 、 O_2
(2)使氨气和污染的空气充分混合
(3)用作肥料

迁·移·应·用

学习目标

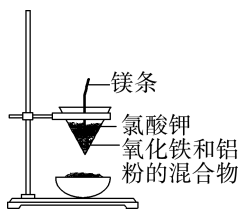
1. 能够正确描述铝热反应的实验现象,了解实验中各种试剂的作用,正确书写铝热反应的化学方程式。
2. 了解海水提镁的流程,能够正确书写相关化学方程式。
3. 基于物质性质,了解预防和治理氮、硫氧化物污染的方法,认识化学对环境保护的重要意义。

活动一 铝热法冶炼金属

任务探究

铝热法冶炼金属属于金属热还原法。铝热法广泛用于工业生产纯金属(如锰、铬、钒等)、铁合金,还可用于焊接金属等。

通过实验我们可以探究铝热法的基本原理。根据如图所示装置设计实验:



(1) 将氧化铁和铝粉按照体积比 3:2 混合均匀制成铝热剂,装入纸漏斗内(铝热剂下面可加入少量铁粉)。

(2) 取少量氯酸钾充分研碎,撒到铝热剂顶部,取一根 10 cm 左右的镁条,用砂纸打磨后插入铝热剂顶部。

(3) 戴好防护镜,引燃镁条,观察实验现象。

探究思考

1. 描述实验现象并解释产生这些现象的原因。

提示:剧烈反应,火光四射,发出耀眼的白光,纸漏斗被烧破,有红色液体滴落,冷却后变为黑色固体。

2. 写出铝热反应的化学方程式。

提示: $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ 。

3. 实验中镁条、氯酸钾分别起什么作用?

提示:镁条:燃烧释放大量热,提供高温环境,引发

反应。

氯酸钾:受热分解生成的氧气作助燃剂,加速镁条燃烧。

学习总结

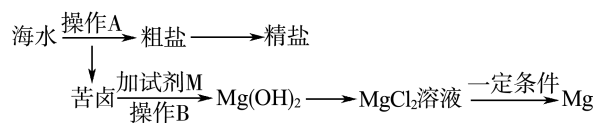
金属的冶炼方法

热分解法	分解 HgO	$2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$
	分解 Ag ₂ O	$2\text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 4\text{Ag} + \text{O}_2 \uparrow$
电解法	冶炼钠	$2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$
	冶炼镁	$\text{MgCl}_2(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$
	冶炼铝	$2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$
热还原法	高炉 炼铁	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
	铝热法 炼铁	$2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$
其他方法	湿法 炼铜	$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
	火法 炼铜	$\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{SO}_2$

活动二 海水提镁

任务探究

海水提镁经过下列过程:

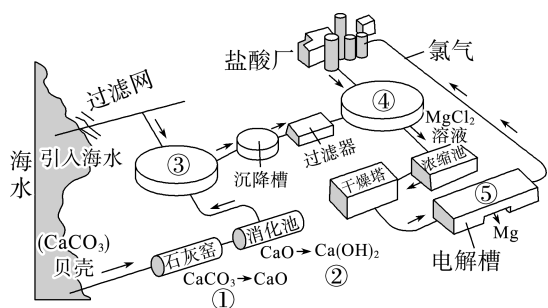


(1)将海水抽入沉淀池中,加入石灰乳,生成氢氧化镁的悬浊液,沉降后得到纯度很高的 Mg(OH)_2 。

(2)用盐酸溶解 Mg(OH)_2 得到 MgCl_2 溶液,将溶液浓缩结晶得到 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体。

(3)将 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体在 HCl 气流中加热干燥得到无水 MgCl_2 。

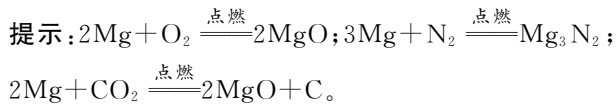
(4)电解熔融 MgCl_2 可得氯气和金属镁。其生产的工艺如下图所示。



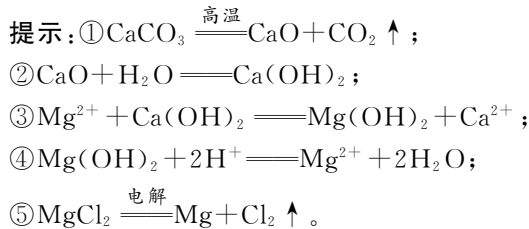
► 探究思考

1.若将镁放在空气中燃烧,会发生哪些反应?写出对

应的化学方程式。



2.写出上述提镁过程中①②③④⑤对应的化学方程式。(有离子方程式的写出离子方程式)

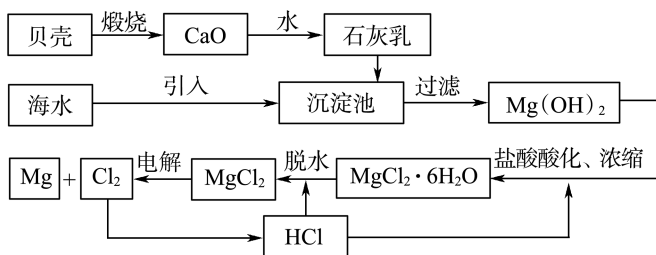


3.工业上为何不用电解熔融氧化镁的方法冶炼镁?

提示:氧化镁熔点远高于氯化镁,电解熔融氧化镁耗能远高于电解熔融的氯化镁,经济效益差。

► 学习总结

海水提镁流程图



活动三 氮氧化物、硫氧化物污染的防治

► 任务探究

动植物的生长离不开氮元素,若植物缺少氮元素,会导致植株矮小、细弱,叶片呈黄绿色。单纯依靠自然界的固氮远远不能满足人类对食物的需求,所以需要通过人工固氮制成氮肥进而提升粮食产量;硫元素是化工生产中常见的元素,例如工业制硫酸、橡胶硫化、二氧化硫漂白纸张……化石燃料中含有许多的氮、硫元素,化石燃料的不合理使用会引发一系列的环境污染问题。

► 探究思考

1.空气中 NO_2 、 SO_2 超标,对人与自然会产生哪些影响?

提示: NO_2 、 SO_2 溶于雨水会形成酸雨。①酸雨进

入江河湖泊,会使水酸化,造成鱼类死亡;②酸雨落至土壤里,使土壤酸化,能直接破坏农作物、森林和草原;③酸雨还会加速建筑物、桥梁、工业设备的腐蚀;④酸雨危害人的健康。

2.结合自己的生活经验,你认为我们可以通过哪些措施来防止空气中 NO_2 、 SO_2 超标?

提示:①消除污染源,改变能源结构,开发新能源,如氢能、风能、太阳能等清洁能源。
 ②对二氧化碳和氮氧化物的排放加以控制,如煤中加入脱硫剂,废气中二氧化硫吸收后排放,处理汽车尾气等等。
 ③健全法律法规,严格规定污染物的排放标准,提高环境保护意识。

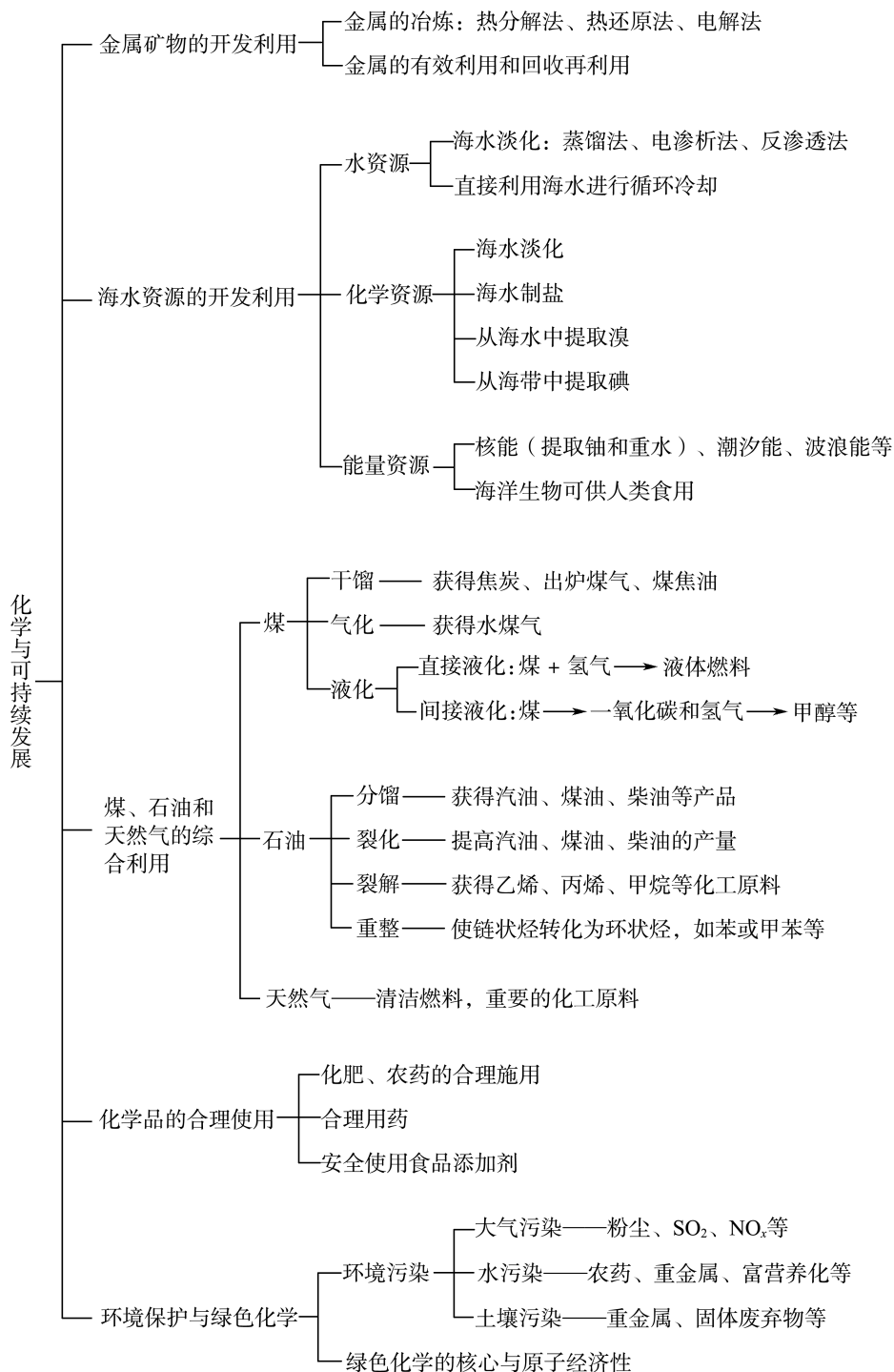
▶ 学习总结

六大环境问题及其危害

环境问题	主要污染物	主要危害
酸雨 (雨水 pH < 5.6)	SO ₂ 及氮氧化物 (NO _x)	土壤酸化、污染水源、建筑物被腐蚀等
温室效应	CO ₂ 、CH ₄	造成全球气候变暖,水位上升,陆地面积减小
臭氧空洞	氟氯代烃、氮氧化物 (NO _x)	使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、氮氧化物 (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	难降解的废弃塑料	在土壤中影响农作物吸收养分和水分,导致农作物减产;易被动物当成食物吞入,导致动物死亡;混入生活垃圾中难处理、难降解
赤潮(海水中)和水华(淡水中)	废水中含 N、P 等营养元素	水体富营养化,导致水中藻类疯长,消耗水中溶解的氧气,使水质腐败变质、变臭,水生生物因缺氧而死亡

重·构·拓·展

● 多维体系构建 ●



● 学科视野拓展 ●

金属的应用与保护

金属材料受周围介质的作用而损坏,称为金属腐蚀。金属的腐蚀现象非常普遍,如铁制品生锈($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)、铝制品表面出现白斑(Al_2O_3)、铜制品表面产生铜绿 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ 、银器表面变黑(Ag_2S 、 Ag_2O)等都属于金属腐蚀。其中用量最大的金属——铁制品的腐蚀最为常见。

金属防腐方法指采用一定的防腐蚀技术和措施,延长金属材料及其制品的使用寿命,保证机件正常运行方法。人们采取了一系列科学的方法,以防止钢铁等金属材料锈蚀。

钢铁淬火 钢铁易腐蚀,在使用环境中很容易生锈。为提高钢铁的防腐性能,将红热的钢铁放到水中快速冷却,俗称淬火。淬火时水会沸腾,水面上会形成火焰,淬火后铁表面被镀上一层烤蓝,即致密的氧化膜(Fe_3O_4)。

铝表面氧化 干燥空气中,铝的表面立即形成致密的氧化膜,使其不会进一步氧化。在铝制品的加工中也会利用加厚、加密氧化膜的方法提高铝制品的抗腐蚀性。

铝表面的氧化膜为氧化铝,而氧化铝的熔点高于金属铝的熔点。下列实验可以证明氧化铝的存在:在酒精灯的火焰上,加热铝箔并不断抖动。可以观察到铝熔化,但不会滴下来,这是因为高熔点的氧化铝包裹着熔化的铝。

铝制品表面的氧化膜容易被食盐水、酸性溶液或碱性溶液破坏。因而使用铝制品时,要防止其长期和食盐水、酸性溶液或碱性溶液接触。

[交流研讨]你见过哪些防止钢铁等金属材料锈蚀的方法?将这些防止钢铁等金属材料锈蚀的方法进行分类,分析不同类型防止钢铁等金属材料锈蚀方法的化学原理。

单元测试卷(四)

(考查范围:第八章 时间:90分钟 分值:100分)

一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求。

- 1.下面是某些杀虫剂的广告语及其说明,其中科学、合理的是 ()
- A.拥有“灭百虫”,夏睡保安宁。“灭百虫”牌杀虫剂能杀死蚊、蝇、蚂蚁、蟑螂等害虫,对人体绝对无害,保证人体健康
- B.拥有“虫克星”,居所保清静。“虫克星”牌杀虫剂,系统中药制剂,绝对不含任何化学成分,不污染环境,是一种“绿色”杀手
- C.拥有“蚊蝇愁”,盛夏不用愁。“蚊蝇愁”牌杀虫剂,系采用宫廷秘方经高科技手段配制而成,气味芬芳,杀伤力强,一药在手,蚊蝇俱愁。本品可用于晒制食品的灭蝇剂,如晒制鱼干、虾皮等
- D.拥有“蟑会没”牌杀蟑螂专用药,让蟑螂永远消失

在你的视线里。本品为杀蟑气雾剂C型,配方独特,没有刺激性难闻气味,刺激性小,能快速杀死活动在外或隐匿的蟑螂,适用于家庭、餐厅、宾馆、办公室等场所,但切勿向人畜、食物、食具直接喷射,药液沾在皮肤上可用肥皂水清洗

- D 解析:A项,杀虫剂具有一定的毒性,长期使用会对生活环境和人们的健康产生影响,对人体绝对无害的杀虫剂是没有的;B项,任何物质都是由一定的分子或原子等构成的,“不含任何化学成分”,不合乎事实;C项,将杀虫剂用于晒制食品的防蝇措施的报道屡见不鲜,这一做法是违法的、害人的,因为有毒的杀虫剂随食品进入人体,对人们的身体健康构成了极大的危害。
- 2.从古至今,人类的生活、生产都离不开材料的应用。下列说法正确的是 ()

- A.三星堆祭祀坑内发现了大量丝绸朽化后的残留物,丝绸的主要成分是蛋白质
- B.人民币票面文字采用了含 Fe_3O_4 的磁性油墨, Fe_3O_4 常用作红色颜料
- C.北斗卫星上使用的硅太阳能电池阵,利用 SiO_2 将太阳能转化为电能
- D.“奋斗者”号潜水器使用的固体浮力材料,由空心玻璃微球填充在高强度树脂中制成,属于无机非金属材料

A 解析:丝绸为蚕丝制品,主要成分是蛋白质,A 正确; Fe_3O_4 为黑色晶体,常用作红色颜料的是 Fe_2O_3 ,B 错误;硅太阳能电池阵利用硅的半导体性质将太阳能转化为电能,C 错误;固体浮力材料由空心玻璃微球填充在高强度树脂中制成,其中树脂为有机高分子材料,故该浮力材料为复合材料,D 错误。

- 3.下列关于金属冶炼的说法错误的是(设 N_A 为阿伏加德罗常数的值) ()

- A.可用直接加热 Ag_2O 的方法冶炼制备 Ag
- B.用海水为原料制得 MgO 固体,再用 H_2 还原 MgO 来制备 Mg
- C.在电解熔融 NaCl 制取金属钠的反应中,钠元素被还原
- D.用 Al 和 Fe_2O_3 反应冶炼铁,1 mol 氧化剂参与反应,转移电子数为 $6N_A$

B 解析:银的金属活动性比较弱,可用加热 Ag_2O 的方法冶炼,故 A 正确;制备单质镁应该用电解熔融氯化镁的方法,故 B 错误;电解熔融 NaCl 时,Na 元素的化合价从 +1 价降到 0 价,被还原,故 C 正确;用 Al 和 Fe_2O_3 反应冶炼铁,化学方程式为 $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$,氧化剂为 Fe_2O_3 ,Fe 元素的化合价从 +3 价变为 0 价,则 1 mol 氧化剂参与反应,转移 6 mol 电子,故 D 正确。

- 4.化学与生活密切相关,下列有关说法正确的是 ()

- A.加热能杀死流感病毒是因为病毒的蛋白质受热发生变性
- B.乙醇和汽油都是可再生能源,应大力推广使用“乙醇汽油”
- C.计算机、光缆在信息产业中有广泛应用,制造光

缆和计算机芯片的主要材料都是硅

- D.海水淡化可以解决淡水供应危机,向海水中加入明矾可以使海水淡化

A 解析:乙醇汽油仍是以汽油为主的燃料,汽油不属于可再生能源,B 项错误;光缆的主要成分是二氧化硅,C 项错误;明矾只能使海水中的悬浮颗粒沉淀,不能使海水得到淡化,D 项错误。

- 5.(2022·全国甲卷)化学与生活密切相关。下列叙述正确的是 ()

- A.漂白粉与盐酸可混合使用以提高消毒效果
- B.温室气体是形成酸雨的主要物质
- C.棉花、麻和蚕丝均为碳水化合物
- D.干冰可用在舞台上制造“云雾”

D 解析:漂白粉的有效成分次氯酸钙与盐酸混合,会发生氧化还原反应生成有毒的 Cl_2 ,二者不能混合使用,A 错误;温室气体主要是指 CO_2 , CO_2 不是形成酸雨的主要物质,B 错误;蚕丝的主要成分是蛋白质,蛋白质不是碳水化合物,C 错误;干冰是固态的 CO_2 ,干冰升华时,吸收大量的热,使周围温度降低,大量的水蒸气凝结成了小液滴,形成“云雾”,D 正确。

- 6.已知某藻类的化学式为 $\text{C}_{106}\text{H}_{263}\text{N}_{16}\text{P}$,该藻类过度生长是导致“水华”(“水华”主要是指水中某些植物营养元素含量过高,以致藻类疯狂生长、水质恶化而造成的水体污染的现象)的原因之一。下列与此信息相关的叙述中,你不赞成的是 ()

- A.该藻类由碳、氢、氮、磷 4 种元素组成
- B.若使用无磷洗衣粉,可有效防止该藻类的过度生长
- C.向河中过量排放含有氮肥的农田水,也可能造成该藻类的过度生长
- D.禁止使用化肥是防止“水华”的最好方法

D 解析:根据藻类的化学式可知藻类含有的元素有碳、氢、氮、磷;使用无磷洗衣粉,可减少水体中磷的含量,可有效防止藻类的过度生长;向河水中过量排放含有氮肥的农田水,水体中的含氮量增加,此藻类过度生长的可能性增大;禁止使用化肥确实能有效防止“水华”,但不利于提高农作物的产量,

是不切实际的。

7.海洋是巨大的物质资源宝库,有待人们进一步开发、利用和保护。氯化钠是海水中含量最多的盐。从远古时代开始,人们就掌握了从海水中获取食盐的方法。近代以来,随着科学技术和化学工业的发展,人们在工业上以氯化钠为原料进一步制备金属钠、氯气、烧碱、碳酸氢钠和碳酸钠,并以氯气、烧碱等为原料进一步从海洋中提取出溴、碘、镁。这些海洋化工产品为化学工业生产体系输送了大量的基础原料,为人类的可持续发展做出了重要贡献。下列提取海洋资源的方法不正确的是 ()

- A.将海水蒸发结晶得到氯化钠晶体
B.利用熟石灰从海水中沉淀氢氧化镁
C.在海带浸取液中通入氯气制备碘
D.利用空气从浓缩的海水中氧化出溴

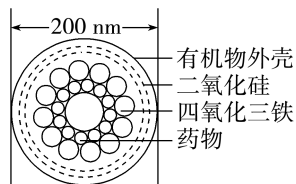
D 解析:氯化钠的溶解度受温度的影响变化不大,因此可将海水蒸发结晶得到氯化钠晶体,故 A 正确;利用熟石灰将海水中的镁离子转化为氢氧化镁沉淀,故 B 正确;在海带浸取液中通入足量氯气,将碘离子氧化为碘单质,故 C 正确;海水中的溴是以溴离子的形式存在,提取溴的方法是先向浓缩的海水中通入足量氯气,将溴离子氧化为溴单质,然后通入热空气将溴单质吹出,故 D 错误。

8.在实验室进行物质制备,下列从原料及有关试剂分别制取相应的最终产物的设计中,理论上正确、操作上可行、经济上合理的是 ()

- A. $C \xrightarrow{\text{在空气中点燃}} CO \xrightarrow{CuO, \Delta} CO_2 \xrightarrow{NaOH \text{ 溶液}} Na_2CO_3$
B. $Cu \xrightarrow{AgNO_3 \text{ 溶液}} Cu(NO_3)_2 \text{ 溶液} \xrightarrow{NaOH \text{ 溶液}} Cu(OH)_2$
C. $Fe \xrightarrow{\text{点燃}} Fe_2O_3 \xrightarrow{H_2SO_4 \text{ 溶液}} Fe_2(SO_4)_3 \text{ 溶液}$
D. $CaO \xrightarrow{H_2O} Ca(OH)_2 \text{ 溶液} \xrightarrow{Na_2CO_3 \text{ 溶液}} NaOH \text{ 溶液}$

D 解析:A 项和 B 项中使用 NaOH、AgNO₃, 造价高, 不经济; C 项中 Fe 点燃生成 Fe₃O₄, 与 H₂SO₄ 溶液反应生成 FeSO₄、Fe₂(SO₄)₃ 的混合溶液, 原理不正确; D 项原理正确, 所用化学试剂较经济, 且操作简单, 符合设计要求。

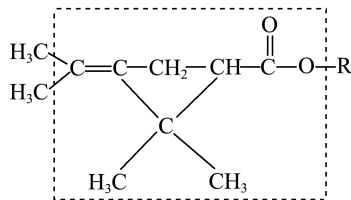
9.能够在人体血管中通行的药物分子运输车——“纳米药物分子运输车”在中国科学院上海硅酸盐研究所研制成功,该“运输车”可提高肿瘤的治疗效果,其结构如图所示。下列有关说法错误的是 ()



- A.包装上印有“OTC”标识的药物为非处方药
B.油脂、蔗糖这类含碳化合物属于有机物
C.分散质粒子直径在 1~100 nm 的分散系为胶体,该“运输车”分散于水中所得的分散系不属于胶体
D.该“运输车”中铁元素的化合价为 +3 价

D 解析:“OTC”代表非处方药,“R”代表处方药,故 A 正确;油脂、蔗糖均含碳元素,根据其组成和结构特点,可知它们属于有机物,故 B 正确;该“纳米药物分子运输车”的直径为 200 nm,而胶体分散质粒子直径为 1~100 nm,所以该“纳米药物分子运输车”分散于水中所得的分散系不属于胶体,故 C 正确;由图可知,该有机物中含有四氧化三铁,其中铁元素的价态有 +2 价和 +3 价,故 D 错误。

10.大约在 500 年前,人们就注意到某些菊科植物的花蕾中存在杀虫作用的物质。后经研究发生凡具有如方框内结构,且 R 不是氢原子的有机物,就可能是一种高效、低毒,对昆虫有强烈杀伤作用的杀虫剂。下列对此杀虫剂的叙述错误的是 ()



- A.能与氢气发生加成反应,但其生成物无杀虫作用
B.在酸性溶液中,此类杀虫剂将会失去杀虫作用
C.此类杀虫剂密封保存在碱性溶液中,其杀虫作用不变
D.左端的甲基(-CH₃)可被取代,其产物仍有杀虫作用

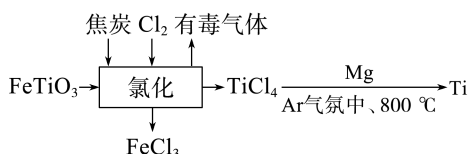
C 解析:此类杀虫剂密封保存在碱性溶液中,会发生水解反应,其生成物不再具有方框内的结构,失去杀虫作用。

11.(2021·广东卷)化学创造美好生活。下列生产活动中,没有运用相应化学原理的是 ()

选项	生产活动	化学原理
A	用聚乙烯塑料制作食品保鲜膜	聚乙烯燃烧生成 CO_2 和 H_2O
B	利用海水制取溴和镁单质	Br^- 可被氧化、 Mg^{2+} 可被还原
C	利用氢氟酸刻蚀石英制作艺术品	氢氟酸可与 SiO_2 反应
D	公园的钢铁护栏涂刷多彩防锈漆	钢铁与潮湿空气隔绝可防止腐蚀

A 解析:聚乙烯是一种无毒的塑料,是常见的食品包装袋材料之一,用聚乙烯塑料制作食品包装袋与聚乙烯燃烧生成二氧化碳和水无关,故 A 符合题意;溴离子具有还原性,能与氯气反应生成溴单质,镁离子具有弱氧化性,能用电解熔融氯化镁的方法制得镁,则利用海水制取溴和镁的单质,与溴离子可被氧化、镁离子可被还原有关,故 B 不符合题意;氢氟酸能与二氧化硅反应,常用来刻蚀石英制作艺术品,则用氢氟酸刻蚀石英制作艺术品,与氢氟酸能与二氧化硅反应有关,故 C 不符合题意;钢铁在潮湿的空气中易发生吸氧腐蚀,在护栏上涂油漆可以隔绝钢铁与潮湿空气接触,防止钢铁腐蚀,则公园的钢铁护栏涂刷多彩油漆防锈,与隔绝钢铁与潮湿的空气防止腐蚀有关,故 D 不符合题意。

12.钛合金广泛应用于航空航海领域。钛铁矿(其中 Ti 为 +4 价)在高温下经氯化得到四氯化钛,再制取金属钛的流程如图所示。下列说法不正确的是 ()

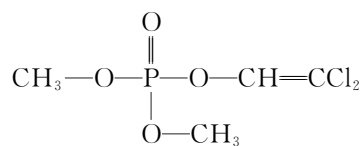


- A. 纯钛比钛合金熔点高
 B. 氯化过程中 FeCl_3 既是氧化产物又是还原产物
 C. 制取金属钛时,可用 CO_2 替代 Ar 以隔绝空气
 D. 若制取 1 mol 金属钛,则氯化过程中转移电子的

物质的量至少为 7 mol

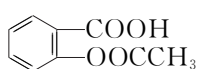
C 解析:合金比其成分金属的熔点低,故 A 正确;氯化过程中发生反应: $2\text{FeTiO}_3 + 6\text{C} + 7\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{FeCl}_3 + 6\text{CO} + 2\text{TiCl}_4$,Fe 的化合价由 +2 价升高为 +3 价,而 Cl 的化合价由 0 价降低为 -1 价, FeCl_3 既是氧化产物又是还原产物,故 B 正确;制取金属钛时,选用 Ar 的目的是隔绝空气,防止 Ti、Mg 与空气中的成分发生,而镁与二氧化碳反应,不能用 CO_2 替代 Ar 气以隔绝空气,故 C 错误;根据原子守恒可知, $\text{TiCl}_4 \sim 7 \text{ mol e}^- \sim \text{Ti}$,若制取 1 mol 金属钛,氯化过程中转移电子的物质的量至少为 7 mol,故 D 正确。

13.敌敌畏是农业上常用的有机磷农药之一,其分子的结构简式如图所示。请判断下列说法正确的是 ()



- A. 敌敌畏的分子式是 $\text{C}_4\text{H}_6\text{PO}_4\text{Cl}_2$
 B. 敌敌畏不可以发生加成反应
 C. 洗去沾在手上的敌敌畏用碱性肥皂较好
 D. 洗去沾在手上的敌敌畏用中性香皂较好

C 解析:敌敌畏的分子式应是 $\text{C}_{14}\text{H}_9\text{PO}_4\text{Cl}_2$,A 错误;分子内含有碳碳双键,所以能发生加成反应,B 错误;敌敌畏属于磷酸酯,能发生水解反应,并且在碱性条件下比在中性或酸性条件下容易,C 正确、D 错误。

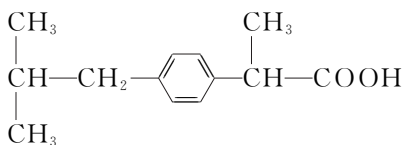
14.阿司匹林是一种常用的解热镇痛药,其结构简式为 ,根据其结构推断,其不可能有的性质为 ()

- A. 阿司匹林的作用是解热镇痛
 B. 该物质能发生酯化反应
 C. 该物质可水解生成水杨酸(邻羟基苯甲酸)
 D. 该物质极易溶于水和有机溶剂

D 解析:阿司匹林的作用是解热镇痛,A 正确;从阿司匹林的结构简式可见,它含有羧基,能与醇发生酯化反应,B 正确;阿司匹林能在酸性条件下发生水解反应生成水杨酸(邻羟基苯甲酸),C 正确;

该物质为有机物,且含有苯环及酯基结构,因此不可能极易溶于水,D错误。

- 15.布洛芬片常用来减轻感冒症状,其结构简式如图所示,下列有关说法错误的是 ()



- A.布洛芬的分子式为 $C_{13}H_{18}O_2$
 B.布洛芬与苯乙酸互为同系物
 C.1 mol 布洛芬最多能与 3 mol 氢气发生加成反应
 D.布洛芬在苯环上发生取代反应,其一氯代物有 4 种

D 解析:根据结构简式确定分子式为 $C_{13}H_{18}O_2$, A 正确;结构相似、在分子组成上相差一个或若干个“ CH_2 ”原子团的有机物互称为同系物,布洛芬和苯乙酸结构相似,且在分子组成上相差 5 个“ CH_2 ”原子团,所以互为同系物,B 正确;布洛芬含有的苯环结构可与氢气发生加成反应,故 1 mol 布洛芬最多能与 3 mol 氢气发生加成反应,C 正确;布洛芬苯环上的氢原子只有两种等效氢,则布洛芬在苯环上发生取代反应,其一氯代物有 2 种, D 错误。

二、非选择题:本题共 4 小题,共 55 分。

得分 16.(10 分)化学与生产生活息息相关,请回答下列问题。

(1)将金属钠和铝粉同时投入水中,发生反应的离子方程式为 _____、_____。

_____。

(2)在汽车尾气系统中安装催化转化器,可有效减少 NO 的排放。当尾气中空气不足时,NO 和 CO 在催化转化器中生成两种无毒的气体排出,写出该过程的化学方程式:_____。

(3)打破水银温度计,为防止汞中毒,可以在汞上面撒一层硫粉,写出反应的化学方程式:_____。

(4)NO 是治疗心血管疾病的信使分子,NO 与空气接触的反应现象是_____。

_____。

(5)有下列四种物质:

- A.青霉素 B.葡萄糖
 C.苯甲酸钠 D.维生素 C

请根据题意填空:

①被称作抗坏血酸的是 _____ (填字母序号,下同)。

②可用作食品防腐剂的是 _____。

③生活中常见的有阻止多种细菌生长的功能的抗生素类药物是 _____。

④可通过血液运输为人体补充能量的是 _____。

解析:(1)将金属钠和铝粉同时投入水中,钠与水反应生成 NaOH 和 H_2 ,生成的 NaOH 再与 Al 反应生成 $Na[Al(OH)_4]$,离子方程式为 $2Na + 2H_2O = 2Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$, $2Al + 2OH^- + 6H_2O = 2[Al(OH)_4]^- + 3H_2 \uparrow$ 。(2)NO 和 CO 在催化转化器中生成两种无毒的气体,则这两种无毒的气体分别为 N_2 和 CO_2 ,化学方程式为 $2CO + 2NO \xrightarrow{\text{催化剂}} N_2 + 2CO_2$ 。(3)汞可以和硫反应生成 HgS,可防止汞挥发引起的汞中毒,化学方程式为 $Hg + S = HgS$ 。(4)NO 与空气中的氧气反应生成 NO_2 , NO_2 为红棕色气体,故 NO 与空气接触的反应现象为气体由无色变为红棕色。(5)①被称作抗坏血酸的是维生素 C;②苯甲酸钠是常用的防腐剂;③青霉素是抗生素,能阻止多种细菌生长;④葡萄糖在体内能被氧化分解,最终生成二氧化碳和水,同时释放能量,所以能给人体补充能量。

答案:(1) $2Na + 2H_2O = 2Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$
 $2Al + 2OH^- + 6H_2O = 2[Al(OH)_4]^- + 3H_2 \uparrow$

(2) $2CO + 2NO \xrightarrow{\text{催化剂}} N_2 + 2CO_2$

(3) $Hg + S = HgS$

(4)气体由无色变为红棕色

(5)①D ②C ③A ④B

得分 17.(12 分)某兴趣小组获得两包制作“跳跳糖”的添加剂,一包是柠檬酸晶体,另一包是标注为钠盐的白色粉末。将少量柠檬酸和这种白色粉末溶于水,混合后产生了能使澄清石灰水变浑浊的气体。兴趣小组对白色粉末的化学成分进行了以下探究:

[提出问题]白色粉末的化学成分是什么?

[做出猜想]

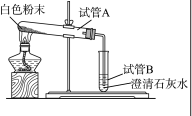
猜想 1:碳酸钠;

猜想 2:碳酸氢钠;

猜想 3:碳酸钠和碳酸氢钠。

[查阅资料]碳酸钠溶液、碳酸氢钠溶液均呈碱性。

[实验探究]小明、小磊分别对有关猜想设计实验方案并进行实验:

项目	实验操作	实验现象	实验结论
小明	室温下,将白色粉末溶于水后用 pH 试纸测定其酸碱度	pH _____ (填“>”“<”或“=”)7	溶液呈碱性,猜想 1 成立
小磊	用如图所示的装置进行实验: 	试管 A 中有水珠产生,试管 B 中液体变浑浊	猜想 2 成立,试管 A 中反应的化学方程式为 _____

[交流反思]大家一致认为小明和小磊的结论不准确。

- (1)小明实验结论不准确的原因是 _____。
 (2)小磊的实验方案不能排除白色粉末中是否含有 _____。

[继续探究]小林称取 m g 白色粉末与足量稀盐酸反应,充分反应后生成二氧化碳的质量为 n g,通过计算并分析实验数据确定了猜想 3 正确,则 n 的取值范围为 _____

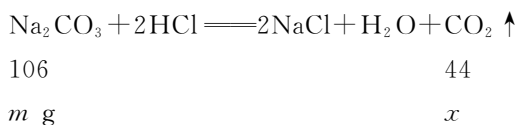
(用含 m 的代数式表示)。

[结论分析]查阅资料后得知添加剂的成分是柠檬酸和碳酸氢钠,小组成员分析后认为白色粉末中的碳酸钠是由碳酸氢钠分解产生的。

解析:[实验探究]小明:碳酸钠溶液呈碱性,溶液的 $\text{pH}>7$,猜想 1 成立;小磊:由实验的现象可知,碳酸氢钠受热分解生成了碳酸钠、水和二氧化碳,反应的化学方程式是 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

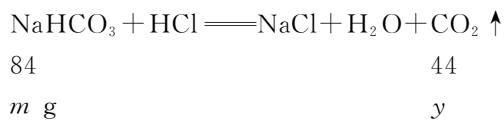
[交流反思](1)碳酸钠溶液、碳酸氢钠溶液均呈碱性,溶液的 $\text{pH}>7$ 不能证明猜想 1 成立,所以小明实验结论不准确。(2)碳酸钠和碳酸氢钠的混合物受热也会生成水和二氧化碳,不能排除白色粉末中混有碳酸钠。

[继续探究]小林通过计算确定了猜想 3 正确,可用极端假设法计算:①假设固体全部为碳酸钠,设其与盐酸反应生成的二氧化碳的质量为 x 。



$$\frac{106}{m \text{ g}} = \frac{44}{x}, \text{解得 } x = \frac{22}{53}m \text{ g}.$$

②假设固体全部为碳酸氢钠,设其与盐酸反应生成的二氧化碳的质量为 y 。



$$\frac{84}{m \text{ g}} = \frac{44}{y}, \text{解得 } y = \frac{11}{21}m \text{ g}.$$

实际上固体为碳酸钠和碳酸氢钠的混合物,则 n 的取值范围为 $\frac{22}{53}m < n < \frac{11}{21}m$ 。

答案:[实验探究] $>$ $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

[交流反思](1)碳酸钠溶液、碳酸氢钠溶液均呈碱性

(2)碳酸钠

[继续探究] $\frac{22}{53}m < n < \frac{11}{21}m$

得分 18.(16分)酸雨形成的原理之一可简示如下:



请回答下列问题:

(1)A 物质的化学式为 _____, B 物质的化学式为 _____。

(2)三个反应中,不属于氧化还原反应的是 _____ (填序号)。

(3) SO_2 中硫元素显 +4 价,它可以降低到 0 价,利用这一性质可在工厂的烟道气中通入合适的 _____ (填“氧化剂”或“还原剂”)除去 SO_2 , 达到减少污染的目的。

(4)雨水的 $\text{pH}<5.6$ 时,就判断为酸雨。已知 $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$,经测定某次降雨的雨水只含硫酸,且其浓度为 $5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则这次降雨 _____ (填“是”或“不是”)酸雨。

(5)某火力发电厂燃烧的煤中含有大量的硫,其排出的废气中往往含有 SO_2 、 O_2 、 N_2 、 CO_2 等。研究表明:高烟囱可以有效降低地面 SO_2 的浓度。

①你认为减少酸雨产生的途径可采取的措施是 _____ (填字母序号)。

- A.少用煤作燃料
- B.把工厂的烟囱造高
- C.燃料脱硫
- D.把工厂迁移到农村
- E.开发新能源

②请从全球环境保护的角度,分析这种建高烟囱的方法是否可取? _____,

理由是_____。

解析:(1)(2)图示原理为含硫燃料 $\xrightarrow[①]{O_2} SO_2 \xrightarrow[②]{O_2}$

$SO_3 \xrightarrow[③]{H_2O} H_2SO_4$, 其中反应③不是氧化还原反应。

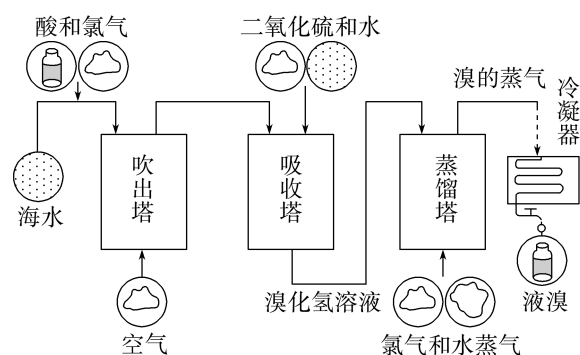
(3) SO_2 中硫元素的化合价降低, SO_2 被还原, 应加入还原剂。(4) $c(H_2SO_4) = 5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, 则 $c(H^+) = 2 \times 5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, 所以 $pH = -\lg(1 \times 10^{-4}) = 4 < 5.6$, 是酸雨。

(5)①少用煤作燃料, 燃料脱硫, 开发新能源都会减少 SO_2 的排放, A、C、E 正确; ②建高烟囱, 向环境中排放 SO_2 的总量未减少, 所以该方法不可取。

答案:(1) SO_2 SO_3 (2) ③ (3) 还原剂 (4) 是 (5) ① ACE ② 不可取 未减少二氧化硫的总排放量

得分

19.(15分)海洋是生命的摇篮, 浩瀚的海洋中蕴藏着丰富的资源。人们可以从海水中提取淡水和制得一些重要的化工产品。海水提溴的工艺流程如下图所示:



(1)工业上利用 $MgCl_2$ 制备 Mg , 常用的冶炼方法是_____。通入热空气吹出 Br_2 , 利用了溴的_____ (填字母序号)。

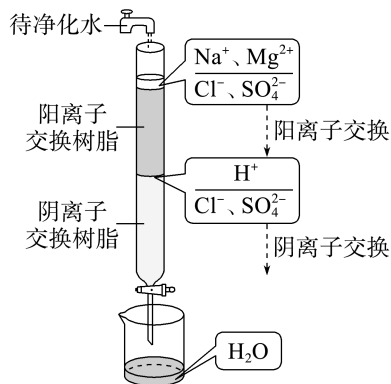
- A. 氧化性 B. 还原性
C. 挥发性 D. 腐蚀性

(2)写出吸收塔中反应的离子方程式:_____。

(3)某同学提出, 证明溴化氢溶液中含有溴离子的实验方案是: 取出少量溶液, 先加入过量新制氯水, 再加入 KI 淀粉溶液, 观察溶液是否变蓝色。判断该方案是否合理并简述理由:

(4)蒸馏塔在蒸馏过程中, 温度应控制在 $80 \sim 90 \text{ }^\circ\text{C}$ 。温度过高或过低都不利于生产, 请解释原因:

(5)从海水中获得淡水也可用离子交换法, 其净化水的过程如图所示。下列说法正确的是_____ (填字母序号)。



- A. 经过阳离子交换树脂后, 水中阳离子总数减少
B. 通过阴离子交换树脂后, 水中只有 SO_4^{2-} 被除去
C. 通过净化处理后的水, 导电性增强
D. 阴离子交换树脂填充段存在反应: $H^+ + OH^- = H_2O$

解析:(1)工业上通过电解熔融的 $MgCl_2$ 制备 Mg , 所以常用的冶炼方法是电解, 溴易挥发, 所以通入热空气吹出 Br_2 。(2)吸收塔中二氧化硫和水的混合物吸收热空气吹出的溴, 反应的离子方程式为 $SO_2 + Br_2 + 2H_2O = 4H^+ + SO_4^{2-} + 2Br^-$ 。(3)不合理, 因为过量的氯水也能氧化碘离子生成碘单质: $Cl_2 + 2I^- = 2Cl^- + I_2$, 淀粉溶液也会变蓝色。(4)蒸馏塔在蒸馏过程中, 温度应控制在 $80 \sim 90 \text{ }^\circ\text{C}$ 。温度过高或过低都不利于生产, 因为温度过高, 大量水蒸气随溴蒸出, 溴蒸气中水蒸气含量增加, 温度过低, 溴不能完全蒸出, 产率较低。(5)根据电荷守恒, 经过阳离子交换树脂后, 1个 Mg^{2+} 被 2个 H^+ 替换, 所以水中阳离子总数增多, A 错误; 通过阴离子交换树脂后, 水中 Cl^- 、 SO_4^{2-} 都被除去, B 错误; 净化处理后的水, 离子浓度大大减小, 导电性减弱, C 错误; 阴离子交换树脂填充段生成 OH^- , OH^- 与阳离子交换树脂段生成的 H^+ 结合, 从而发生反应: $H^+ + OH^- = H_2O$, D 正确。

答案:(1) 电解 C (2) $SO_2 + Br_2 + 2H_2O = 4H^+ + SO_4^{2-} + 2Br^-$ (3) 不合理, 氯水是过量的, 过量的氯水也能氧化碘离子生成碘单质: $Cl_2 + 2I^- = 2Cl^- + I_2$, 淀粉溶液也会变蓝色 (4) 温度过高, 大量水蒸气随溴排出, 溴蒸气中水蒸气含量增加, 温度过低, 溴不能完全蒸出, 产率较低 (5) D

期末测试卷(一)

(时间:90分钟 分值:100分)


一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.北京冬奥会备受世界瞩目。下列说法错误的是 ()

- A.冰壶主材料花岗岩属于无机非金属材料
- B.火炬“飞扬”使用的碳纤维属于有机高分子材料
- C.冬奥会“同心”金属奖牌属于合金材料
- D.短道速滑服使用的超高分子量聚乙烯属于有机高分子材料

B 解析:花岗岩的主要成分是石英、云母、长石等矿物,属于无机非金属材料,A正确;碳纤维指的是含碳量在90%以上的高强度高模量纤维,属于无机非金属材料,B错误;金属奖牌属于合金材料,C正确;聚乙烯属于有机高分子材料,D正确。

2.对下列化学用语的理解和描述正确的是 ()

- A.乙烯的结构简式为 CH_2CH_2
- B.甲酸甲酯的分子式为 HCOOCH_3
- C.乙酸分子中含有甲基,甲基的电子式为: $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{C} : \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$
- D.乙醇分子的空间填充模型为 

D 解析:乙烯的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$,A错误;甲酸甲酯的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$,B错误;甲基为中性

基团,碳原子有一单电子,电子式为 $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \cdot \text{C} : \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$

错误。

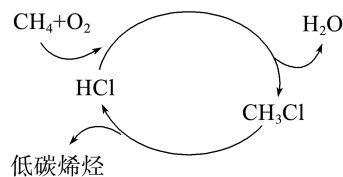
3.我国提出力争在2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和,为了实现该目标,减少空气中 CO_2 的含量,下列不属于有效途径的是 ()

- A.利用废弃油井将 CO_2 高压填埋封存
- B.将 CO_2 制成干冰进行人工降雨
- C.采用电催化还原法将 CO_2 转化为甲醇、二甲醚等能源物质
- D.将工业废气中的 CO_2 回收,用作大棚蔬菜的气体肥料

B 解析:利用废弃油井将 CO_2 高压填埋封存,能

够减少空气中 CO_2 的含量,故A正确;将 CO_2 制成干冰进行人工降雨主要利用干冰升华吸热,并不能减少空气中 CO_2 的含量,故B错误;采用电催化还原法将 CO_2 转化为甲醇、二甲醚等能源物质,能够减少空气中 CO_2 的含量,故C正确;将工业废气中的 CO_2 回收,用作大棚蔬菜的气体肥料,能够减少空气中 CO_2 的含量,故D正确。

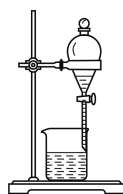
4.以乙烯、丙烯为代表的低碳烯烃是石油化工领域的核心产品,也是重要的基础有机化工原料,一种新型合成低碳烯烃的工艺流程如图所示。下列说法正确的是 ()



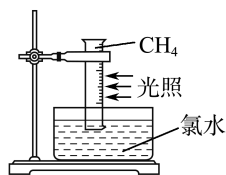
- A.乙烯可由石油分馏获取
- B.该工艺流程中,产物只有低碳烯烃
- C.HCl可循环使用
- D.该工艺流程中,HCl和 CH_3Cl 均为催化剂

C 解析:石油的成分是烷烃和环烷烃,所以石油分馏的馏分中没有烯烃,石油裂解可以获得乙烯,故A错误;根据该工艺流程可知,产物有低碳烯烃和水,故B错误;根据工艺流程可知,HCl为反应物,后又循环生成,可循环使用,故C正确;该工艺流程中, CH_3Cl 为中间产物,故D错误。

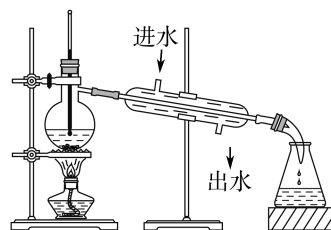
5.下列实验装置、试剂或操作正确的是 ()



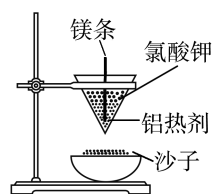
A.分离乙醇和乙酸



B.甲烷和氯气的取代反应



C.蒸馏石油



D.铝热反应

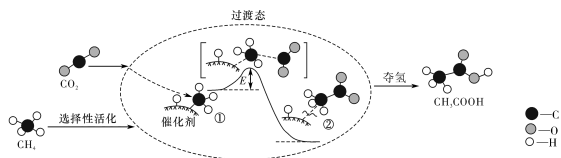
$$v(\text{MnO}_4^-) = 0.0625 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

C. $a = 1.0, b = 1.5$

D. 实验 4 与实验 1 相比,说明 Mn^{2+} 可能是该反应的催化剂

B 解析: 酸性 KMnO_4 溶液与 NaHSO_3 溶液反应生成 K_2SO_4 、 MnSO_4 、 Na_2SO_4 和 H_2O , 反应的离子方程式为 $5\text{HSO}_3^- + 2\text{MnO}_4^- + \text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$, 故 A 正确; 由数据可知, 实验 3 中 KMnO_4 和 NaHSO_3 的物质的量之比为 $(0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2.0 \times 10^{-3} \text{ L}) : (0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 4.0 \times 10^{-3} \text{ L}) = 1 : 4$, 则 KMnO_4 完全反应, 从反应开始到反应结束这段时间内 $v(\text{MnO}_4^-) = \frac{0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2.0 \times 10^{-3} \text{ L}}{\frac{8 \times 10^{-3} \text{ L}}{4 \text{ min}}} = 0.00625 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 故 B 错误; 由数据可知, 实验 1、2 的实验目的是探究稀硫酸的浓度对反应速率的影响, 由探究实验变量唯一化原则可知, 溶液的总容积应保持不变, 则 $a = 8.0 - 7.0 = 1.0$, 同理可知, 实验 1、4 的实验目的是探究 MnSO_4 对反应速率的影响, 则 $b = 8.0 - 6.5 = 1.5$, 故 C 正确; 由数据可知, 实验 1、4 的实验目的是探究 MnSO_4 对反应速率的影响, 加入 MnSO_4 溶液, 酸性 KMnO_4 溶液与 NaHSO_3 溶液反应的速率迅速增大, 说明 Mn^{2+} 能增大反应速率, 是该反应的催化剂, 故 D 正确。

10. 我国科研人员提出了由 CO_2 和 CH_4 转化为高附加值产品 CH_3COOH 的催化反应历程, 该历程示意图如下所示。



下列说法不正确的是 ()

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

D 解析: 根据反应前后原子种类和数目, 由 CO_2 和 CH_4 转化为高附加值产品 CH_3COOH 中原子利用率为 100%, A 正确; $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ 过程中, 有 C—H 发生断裂, B 正确; 根据图示变化 ① \rightarrow ② 放出能量, 同时甲烷和二氧化碳形成 C—C, C

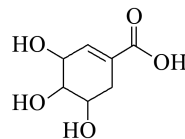
正确; 催化剂不改变平衡转化率, D 错误。

11. 已知: 氮氧化物与悬浮在大气中的海盐粒子能相互反应: $4\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{NaCl}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{NaNO}_3(\text{s}) + 2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$ 。在恒温条件下, 向 2 L 恒容密闭容器中加入 0.4 mol NO_2 和 0.2 mol NaCl , 10 min 反应达到平衡时 $n(\text{NaNO}_3) = 0.1 \text{ mol}$, 下列叙述不正确的是 ()

- A. 10 min 内用 NO 浓度变化表示的速率 $v(\text{NO}) = 0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- B. 反应速率与 NaCl 的加入量有关
- C. 升高温度, 正、逆反应速率均增大
- D. $v(\text{NO}_2) = 2v(\text{NO}) = 4v(\text{Cl}_2)$

B 解析: 10 min 内用 NO 浓度变化表示的速率 $v(\text{NO}) = 0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, A 正确; NaCl 是固体, 故反应速率与 NaCl 的加入量无关, B 错误; 升高温度, 正、逆反应速率均增大, C 正确; $v(\text{NO}_2) : v(\text{NO}) : v(\text{Cl}_2) = 4 : 2 : 1$, 故 $v(\text{NO}_2) = 2v(\text{NO}) = 4v(\text{Cl}_2)$, D 正确。

12. 莽草酸可用于合成药物达菲, 莽草酸的结构简式如图所示。下列关于莽草酸的说法正确的是 ()



- A. 分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_5$
- B. 分子中的含氧官能团有羟基、碳碳双键、羧基
- C. 可发生加成和取代反应
- D. 莽草酸属于芳香族化合物

C 解析: 根据莽草酸的结构简式可知, 其分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}_5$, 故 A 错误; 分子中的含氧官能团有羟基、羧基, 碳碳双键不是含氧官能团, 故 B 错误; 分子中含有碳碳双键, 可发生加成反应, 含有羟基、羧基, 能发生取代反应, 故 C 正确; 莽草酸不含苯环, 不属于芳香族化合物, 故 D 错误。

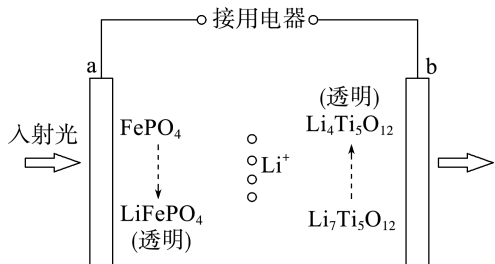
13. 工业上烟气脱氮的原理为 $\text{NO}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{NH}_3(\text{g}) = 2\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (放热反应), 若反应在恒容条件下进行, 能说明反应已经达到平衡状态的是 ()

- A. 容器内混合物的质量不变
- B. 容器内气体的密度不变
- C. 反应消耗 0.5 mol NO 的同时生成 1 mol N_2

D. N_2 的浓度不变

D 解析: 气体质量守恒, 则容器内混合物的质量不变不能说明反应已达到平衡, 故 A 错误; 反应在恒容条件下进行, 气体质量守恒, 则容器内气体的密度始终不变, 故气体的密度不变不能说明反应已达到平衡, 故 B 错误; 反应消耗 0.5 mol NO 必定生成 1 mol N_2 , 不能说明反应已达到平衡, 故 C 正确; N_2 的浓度不变, 其他各气体的浓度也不变, 说明反应已达到平衡, 故 D 正确。

14. 一种新一代集电致变色功能和储能功能于一体的电子器件的工作原理如图所示, 放电时该器件的透光率增强。下列说法错误的是 ()



- A. 放电时, Li^+ 移向 a 极
 B. 放电时, b 极材料中锂元素的化合价升高
 C. 放电时, a 极的电极反应为 $FePO_4 + Li^+ + e^- \rightleftharpoons LiFePO_4$
 D. 当 a、b 两极质量变化差为 14 g 时, 外电路转移 1 mol 电子

B 解析: 由图可知, 放电时, a 极为原电池正极, Li^+ 移向正极, 与 $FePO_4$ 在正极得到电子发生还原反应生成 $LiFePO_4$, 电极反应为 $FePO_4 + Li^+ + e^- \rightleftharpoons LiFePO_4$, b 极为负极, $Li_7Ti_5O_{12}$ 在负极失去电子发生氧化反应生成 $Li_4Ti_5O_{12}$, 钛元素的化合价升高, 锂元素的化合价不变; 放电时总反应为 $3FePO_4 + Li_7Ti_5O_{12} \rightleftharpoons 3LiFePO_4 + Li_4Ti_5O_{12}$, 则外电路转移 1 mol 电子时, 负极质量减少 7 g, 正极质量增加 7 g, 两极质量变化差为 14 g。

15. SCR 法 (选择性催化还原技术) 是一种以 NH_3 作为还原剂, 将烟气中 NO_x 分解成无害的 N_2 和 H_2O 的干法脱硝技术, 反应原理为 ① $6NO + 4NH_3 \rightleftharpoons 5N_2 + 6H_2O$; ② $6NO_2 + 8NH_3 \rightleftharpoons 7N_2 + 12H_2O$; ③ $NO + NO_2 + 2NH_3 \rightleftharpoons 2N_2 + 3H_2O$ 。

- 下列说法正确的是 ()
 A. NO_2 为酸性氧化物
 B. 氮气的化学性质不活泼, 其原因是氮元素的非

金属性很强

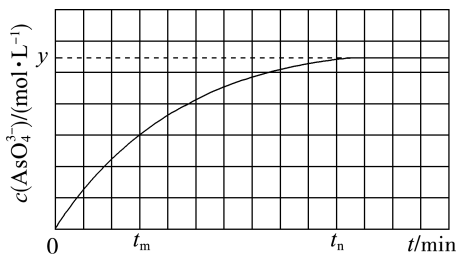
- C. 反应③中每生成标准状况 22.4 L N_2 , 转移电子数 $3N_A$
 D. $HNO_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2$, 以上各步变化均能通过一步完成

CD 解析: NO_2 不是酸性氧化物, A 错误; 氮气分子中存在 $N \equiv N$, 破坏时需要吸收很高的能量, 所以氮气性质不活泼, B 错误; 每生成标准状况 22.4 L N_2 , 转移电子数 $3N_A$, C 正确; $HNO_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2$, 均能通过一步完成, D 正确。

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 55 分。

得分 16. (14 分) 化学反应的速率与限度在社会生产、生活和科学研究中具有广泛的应用, 对人类文明的进步和现代化建设具有重大的价值, 与我们每个人息息相关。恒温条件下, 在 5 L 恒容密闭容器内充入 1.5 mol X(g) 与 2.0 mol Y(g), 反应 10 min 后达到平衡, 此时 X 的物质的量减少 1 mol, Y 的物质的量浓度为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 0 ~ 10 min 内, 生成 Z 的平均反应速率为 $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。请回答下列问题:

- (1) 该反应的化学方程式为 _____。
 (2) 0 ~ 10 min 内, $v(Y) = \text{_____} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。
 (3) 反应达到平衡状态时, X、Y 的转化率分别为 _____、_____ (保留三位有效数字)。
 (4) 298 K 时, 将一定物质的量浓度的 Na_3AsO_3 、 I_2 和 NaOH 三种溶液混合, 发生反应:
 $AsO_3^{3-}(\text{aq}) + I_2(\text{aq}) + 2OH^-(\text{aq}) \rightleftharpoons AsO_4^{3-}(\text{aq}) + 2I^-(\text{aq}) + H_2O(\text{l})$ 。溶液中 $c(AsO_4^{3-})$ 与反应时间 (t) 的关系如图所示。



- ① t_m 时, $v(\text{正})$ _____ (填“>”“<”或“=”) $v(\text{逆})$ 。
 ② 从 0 到 t_n , $v(OH^-) = \text{_____}$ 。
 ③ 下列可判断反应达到平衡的是 _____ (填字母序号)。
 a. 溶液的 pH 不再变化
 b. $v(I^-) = 2v(AsO_3^{3-})$

$c(\text{AsO}_4^{3-})$
 $c(\text{AsO}_3^{3-})$ 不再变化

解析:(1)X的物质的量减少1 mol,Y的物质的量浓度为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则此时Y的物质的量为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 5 \text{ L} = 1.0 \text{ mol}$,Y的消耗量为 $(2.0 - 1.0) \text{ mol} = 1.0 \text{ mol}$;0~10 min内,生成Z的平均反应速率为 $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,则生成Z的物质的量为 $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 10 \text{ min} \times 5 \text{ L} = 2.0 \text{ mol}$,则X、Y、Z的化学计量数之比为1:1:2,反应的化学方程式为 $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g})$ 。

(2)0~10 min内, $v(\text{Y}) = \frac{1.0 \text{ mol}}{10 \text{ min}} = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(3)反应达到平衡状态时,X的转化率为 $\frac{1.0 \text{ mol}}{1.5 \text{ mol}} \times 100\% \approx 66.7\%$,Y的转化率为

$\frac{1.0 \text{ mol}}{2.0 \text{ mol}} \times 100\% = 50\%$ 。

(4)① t_m 时刻之后,产物 AsO_4^{3-} 的物质的量浓度仍在增加,因此反应正向进行, $v(\text{正}) > v(\text{逆})$ 。②从0到 t_n , $\Delta c(\text{AsO}_4^{3-}) = y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 OH^- 的转化浓度为 $2y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

因此 $v(\text{OH}^-) = \frac{2y}{t_n} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

③a.该反应正向进行时消耗 OH^- ,溶液 pH 降低,当 pH 不再变化时,反应达到平衡;b.没有指明正、逆反应速率,因此无法判断反应是否达到平衡;c.当

$\frac{c(\text{AsO}_4^{3-})}{c(\text{AsO}_3^{3-})}$ 不再变化,即两者物质的量浓度均不再

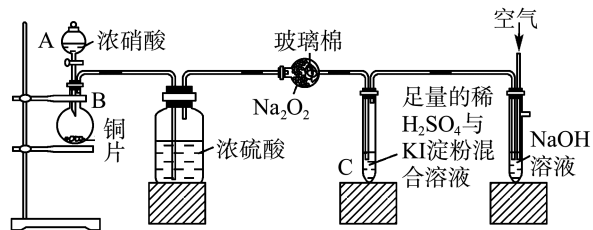
变化,即可判断反应达到平衡,故选 ac。

答案:(1) $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g})$

(2)0.02 (3)66.7% 50.0%

(4)① $>$ ② $\frac{2y}{t_n} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ③ac

得分 17.(12分)某校化学兴趣小组为探究二氧化氮的氧化性和还原性,设计了如下装置图:



已知:① $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



请回答下列问题:

(1)盛放浓硝酸的装置的名称是 _____。

(2)装置乙的作用是 _____。

(3)装置丙中实验现象为淡黄色固体变为白色,发生 $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaNO}_3$,该实验证明 NO_2 具有 _____ 性。

(4)装置丁可证明 NO_2 具有氧化性,其实验现象为 _____,反应的化学方程式为 _____。

(5)装置戊中通入空气的目的是 _____。

(6) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 稀溶液呈蓝色,某同学认为装置甲的B中反应后所得溶液呈绿色是由生成的红棕色 NO_2 溶解于溶液中引起的,请设计一个简单的实验验证其正确性: _____。

解析:(1)盛放浓硝酸的装置是分液漏斗。

(2)由于生成的 NO_2 中含有水蒸气, H_2O 能与 Na_2O_2 反应,对实验造成干扰,因此利用浓硫酸的吸水性除去 NO_2 中含有的水蒸气。

(3)由反应 $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaNO}_3$ 可知, Na_2O_2 中氧元素的化合价降低, NO_2 中氮元素的化合价升高, NO_2 表现出还原性。

(4) NO_2 具有氧化性,可将溶液中的 I^- 氧化为 I_2 , I_2 与淀粉作用出现蓝色。 NO_2 具有氧化性,在反应过程中 NO_2 中氮元素的化合价降低,生成 NO ,反应的化学方程式为 $\text{NO}_2 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(5) NO 不能被 NaOH 溶液直接吸收,需通入空气将 NO 转化为 NO_2 , NO_2 可被 NaOH 溶液直接吸收。(6)欲证明反应后的溶液呈绿色是否由红棕色 NO_2 溶于溶液中引起,可将反应后绿色溶液加水稀释,然后观察溶液的颜色。

答案:(1)分液漏斗

(2)除去生成的 NO_2 中含有的水蒸气

(3)还原

(4)溶液变蓝 $\text{NO}_2 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

(5)将 NO 转化为 NO_2 ,被 NaOH 溶液吸收,防止污染环境

(6)将绿色溶液加水稀释,观察溶液的颜色,如得到蓝色溶液,说明设想不正确

得分 18.(15分)回答下列问题:

I.下表中的数据是破坏1 mol物质中的化学键所消耗的能量。

物质	Cl ₂	Br ₂	I ₂	HCl	HBr	HI	H ₂
键能/ (kJ·mol ⁻¹)	243	193	151	432	366	298	436

(1)下列氢化物中最稳定的是_____ (填字母序号)。

A.HCl B.HBr C.HI

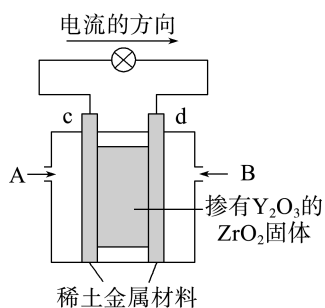
(2)按照反应 I₂ + H₂ = 2HI,生成 2 mol HI _____ (填“吸收”或“放出”)的热量为_____ kJ。

II.在人类的生产、生活对能量的需求日益增长的今天,研究化学反应及其能量变化以及合理利用常规能源和开发新能源具有十分重要的意义。能源是人类赖以生存和发展不可缺少的因素。

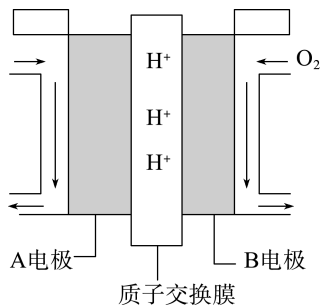
(3)一种蓄电池在充电和放电时发生的反应是 NiO₂ + Fe + 2H₂O $\xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}}$ Fe(OH)₂ + Ni(OH)₂。该电池放电时发生还原反应的物质是_____ (填字母序号)。

A.NiO₂ B.Fe
C.Fe(OH)₂ D.Ni(OH)₂

(4)科学家制造出了一种使用固体电解质的燃料电池,其效率很高,可用于航天航空。如图所示装置中,以稀土金属材料为惰性电极,在两极上分别通入 CH₄ 和空气,其中固体电解质是掺杂了 Y₂O₃ 的 ZrO₂ 固体,它在高温下能传导 O²⁻。c 电极为 _____ (填“正极”或“负极”),d 电极上的电极反应为 _____。



(5)绿色电源“直接二甲醚(CH₃OCH₃)燃料电池”的工作原理如图 2 所示。H⁺ 的移动方向为由 _____ (填“A 到 B”或“B 到 A”)。写出 B 电极的电极反应: _____。电池工作时, A 电极附近 pH _____ (填“增大”“减小”或“不变”)。



解析:(1)键能越大,物质越稳定,HCl 的键能最大,最稳定。(2)反应 I₂ + H₂ = 2HI,生成 2 mol HI,

断键吸收的能量为 151 kJ + 436 kJ = 587 kJ,成键放出的热量为 2 × 298 kJ = 596 kJ,则生成 2 mol HI,放出 9 kJ 的热量。(3) NiO₂ + Fe +

2H₂O $\xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}}$ Fe(OH)₂ + Ni(OH)₂,该电池放电时,铁元素化合价降低,故发生还原反应的物质是 Fe(OH)₂。(4)该燃料电池,电流的方向为由 c 到

d,说明 c 电极为正极,d 电极为负极,负极发生氧化反应,电解质在高温下能传导 O²⁻,则负极的电极反应为 CH₄ + 4O²⁻ - 8e⁻ = CO₂ + 2H₂O。

(5)通 O₂ 的一极为正极,则 B 为正极,A 为负极,H⁺ 向正极移动,即移动方向为由 A 到 B;酸性环境下 O₂ 得电子,电极反应为 O₂ + 4H⁺ + 4e⁻ = 2H₂O;A 电极上发生反应产生 H⁺,pH 减小。

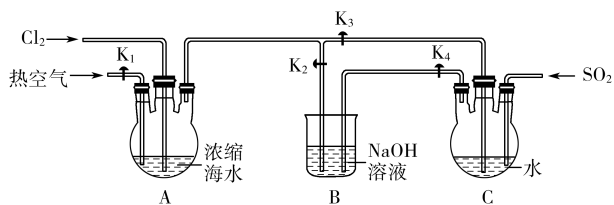
答案:(1)A (2)放出 9 (3)C

(4)正极 CH₄ + 4O²⁻ - 8e⁻ = CO₂ + 2H₂O

(5)A 到 B O₂ + 4H⁺ + 4e⁻ = 2H₂O 减小

得分 19.(14 分)实验小组模拟工业上海水提溴,设计了如下实验。请回答有关问题。

I.富集溴。同学们利用图 1 所示装置进行溴的富集。



实验步骤:
①关闭 K₁、K₃,打开 K₂,向装置 A 中通入足量 Cl₂,充分反应;

②停止通 Cl₂,关闭 K₂,打开 K₁、K₃ 和 K₄,向装置 A 中通入足量热空气,同时向装置 C 中通入足量 SO₂,充分反应;

③停止通气体,关闭 K₁、K₄。

(1)步骤①中主要反应的离子方程式是 _____。

(2)步骤②中通入热空气的作用是 _____。

(3)装置 C 中进行的反应是溴的富集,其中的还原剂是 _____,氧化剂与还原剂的物质的量之比是 _____。

(4)装置 B 中 NaOH 溶液的作用是_____。

II. 制备溴。富集溴的过程结束后,继续向装置 C 中通入 Cl_2 ,充分反应后将 C 中液体用图 2 所示装置蒸馏。

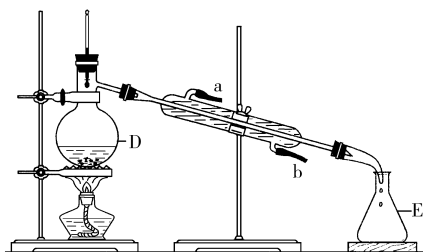


图2

(5)仪器 D 的名称是_____,其中加入少量碎瓷片的作用是_____。

(6)蒸馏时,冷却水应从_____ (填“a”或“b”)口进入。

(7)实验结束后,仪器 E 中收集到的液体呈_____色。

解析:(1)关闭 K_1 、 K_3 ,打开 K_2 ,向装置 A 中通入足量 Cl_2 ,充分反应,发生反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 +$

$2\text{Br}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ 。(2)停止通 Cl_2 ,关闭 K_2 ,打开 K_1 、 K_3 和 K_4 ,向装置 A 中通入足量热空气,同时向装置 C 中通入足量 SO_2 ,充分反应,鼓入热空气的目的是让溴蒸气进入 C 装置中。(3)装置 C 中进行的反应是溴的富集,发生的反应为 $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$,其中的还原剂是二氧化硫,氧化剂与还原剂的物质的量之比是 1:1。(4)装置 B 中 NaOH 溶液的作用是吸收尾气,防止污染环境。(5)根据装置图,仪器 D 为蒸馏烧瓶;加入的碎瓷片可以成为液体受热时的汽化中心,使液体平稳沸腾,防止暴沸。(6)蒸馏时,为了达到更好的冷却效果,水流方向与气流方向应相反,即冷却水应从 b 进水。(7)实验结束后,仪器 E 中收集到的液体为溴单质,因此呈深红棕色。

答案:(1) $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$

(2)将生成的 Br_2 吹入装置 C 中 (3) SO_2 1:1

(4)吸收尾气,防止污染空气 (5)蒸馏烧瓶 防止液体暴沸 (6)b (7)深红棕

期末测试卷(二)

(时间:90分钟 分值:100分)

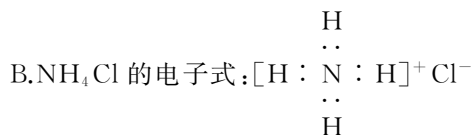
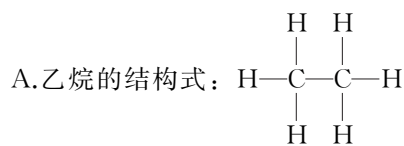
一、**选择题**:本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.中华文化源远流长,化学与文化遗产密不可分。下列说法错误的是 ()

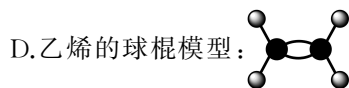
- A.青铜器“越王勾践剑”的主要材质为合金
- B.南唐文房三宝之一的“澄心堂纸”主要成分是纤维素
- C.非物质文化遗产“皮影戏”中制作皮影的兽皮主要成分是油脂
- D.泥土烧制而成的“秦始皇兵马俑”主要成分是硅酸盐

C 解析:青铜属于合金,故A正确;纸的主要成分是纤维素,故B正确;兽皮的主要成分是蛋白质,故C错误;泥土的主要成分是硅酸盐,故D正确。

2.下列物质的表示方法不正确的是 ()



C.醋酸的分子式: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$



B 解析:乙烷为烷烃,结构式为 $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$, A

正确; NH_4Cl 的电子式为 $[\text{H} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}} : \text{H}]^+ [\text{Cl} : \overset{\cdot\cdot}{\cdot}]^-$,

B 错误;醋酸的结构简式为 CH_3COOH , 分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, C 正确;乙烯分子中含有碳碳双键,其球棍模型为 , D 正确。

3.下列说法正确的个数是 ()

- ①乙醇和甘油具有相同的官能团,互为同系物
- ②

高级脂肪酸乙酯是生物柴油中的一种成分,属于油脂 ③烷烃不能使酸性高锰酸钾溶液褪色,说明烷烃不能发生氧化反应

④有机物 A 的键线式为 , 其一氯代

物有 9 种 ⑤硫酸铜可使蛋白质变性,可用于游泳池的杀菌消毒 ⑥聚乙烯塑料的老化是因为发生了加成反应

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

B 解析:①乙醇有一个羟基,甘油有三个羟基,二者不互为同系物,故错误;②油脂是高级脂肪酸的甘油酯,可以看成是三分子的高级脂肪酸与一分子的甘油发生酯化反应生成的产物,故高级脂肪酸乙酯不属于油脂,故错误;③烷烃能燃烧,燃烧也属于氧化反应,故错误;④ , 有 9 种等效氢

原子,故其一氯代物有 9 种,故正确;⑤硫酸铜为重金属盐,可使蛋白质变性,可用于游泳池的杀菌消毒,故正确;⑥聚乙烯不含有碳碳双键,不能发生加成反应,塑料的老化是因为发生了氧化反应,故错误;综上所述,说法正确的有 2 个,故 B 正确。

4.下列实验方案能达到实验目的的是 ()

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

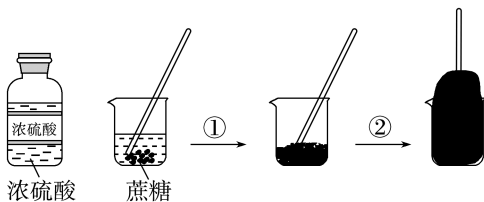
4.下列实验方案能达到实验目的的是 ()

实验目的	A.制备并收集 NO_2	B.除去甲烷中的乙烯
实验方案		
实验目的	C.观察喷泉实验	D.制备并收集乙酸乙酯
实验方案		

C 解析:铜和浓硝酸反应生成二氧化氮,二氧化氮与水反应生成硝酸和一氧化氮,因此不能用排水法收集二氧化氮, A 错误;乙烯被酸性高锰酸钾溶液

氧化为二氧化碳,会引入新的杂质,不能达到除杂目的,B错误;二氧化硫被氢氧化钠溶液吸收,装置中压强迅速减小,从而形成喷泉,C正确;氢氧化钠会和乙酸乙酯反应,应用饱和碳酸钠溶液,D错误。

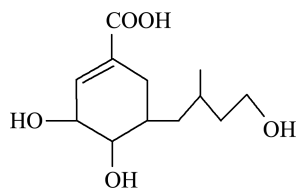
5.蔗糖与浓硫酸发生作用的过程如图所示。下列关于该过程的分析正确的是 ()



- A.过程①白色固体变黑,主要体现了浓硫酸的吸水性
- B.过程②固体体积膨胀,主要是因为生成大量的碳
- C.过程中产生能使品红溶液褪色的气体,体现了浓硫酸的酸性
- D.过程中蔗糖分子发生了化学键的断裂

D 解析:蔗糖中加入浓硫酸,白色固体变黑,体现了浓硫酸的脱水性,A错误;浓硫酸脱水过程中释放大量的热,此时发生反应生成二氧化硫、二氧化碳气体,产生的大量气体,使固体体积膨胀,B错误;该实验过程中生成的二氧化硫能使品红溶液褪色,体现浓硫酸的强氧化性,C错误;该过程中,蔗糖发生化学反应,发生了化学键的断裂,D正确。

6.某有机物M的结构简式如图所示。下列说法错误的是 ()



- A.存在该有机物的芳香族化合物同分异构体
- B.该有机物分子中有3种官能团
- C.该有机物能发生取代反应、氧化反应、加成反应、加聚反应
- D.等量该有机物分别与足量Na、NaHCO₃反应,最多消耗二者的物质的量之比为4:1

A 解析:该有机物的不饱和度为3,而苯环的不饱和度为4,则不可能存在该有机物的芳香族化合物同分异构体,故A项错误;该分子含有羧基、碳碳双键、羟基,共3种官能团,故B项正确;该有机物含有羟基,能发生取代反应、氧化反应,含有碳碳双键,能发生加成反应、加聚反应,故C项正确;羟基、羧基均能与Na反应,1 mol该有机物可消耗4 mol

Na,只有羧基能与NaHCO₃反应,1 mol该有机物可消耗1 mol NaHCO₃,两者的物质的量之比为4:1,故D项正确。

7.工业上可利用CO废气与H₂合成甲醇,原理是CO(g)+2H₂(g)⇌CH₃OH(g),正反应为放热反应。某研究团队模拟该反应,一定温度下在2 L恒容密闭容器中,充入1 mol废气(其中CO的体积分数为40%,其余物质在此条件下不反应)和1 mol H₂,在第5 min达到平衡时,测得容器内压强为0.8p₀ kPa(起始压强为p₀ kPa)。下列说法正确的是 ()

- A.混合气体的密度不再改变,能说明此反应已达到平衡状态
- B.平衡时刻CO的转化率小于H₂的转化率
- C.0~5 min,该反应的平均速率2v(H₂)=v(CH₃OH)=0.02 mol·L⁻¹·min⁻¹
- D.若向此体系中再加入1 mol H₂,平衡时气体的总物质的量一定大于2.2 mol

D 解析:该反应中所有物质都呈气态,建立平衡的过程中混合气体的总质量始终不变, $\rho = \frac{m}{V}$,在恒容密闭容器中,混合气体的密度始终不变,故混合气体密度不再改变不能说明反应已经达到平衡状态,A项错误;1 mol废气中CO的体积分数为40%,则CO的物质的量为0.4 mol,其余气体共0.6 mol,设起始到平衡状态CO转化的物质的量为x mol,列三段式:

	CO(g)+2H ₂ (g)⇌CH ₃ OH(g)		
n(起始)/mol	0.4	1	0
n(转化)/mol	x	2x	x
n(平衡)/mol	0.4-x	1-2x	x

起始压强为p₀ kPa,平衡压强为0.8p₀ kPa,容器为恒温恒容容器,则

$$\frac{0.6+0.4-x+1-2x+x}{1+1} = \frac{0.8p_0}{p_0}$$

解得x=0.2,平衡时CO的转化率为

$$\frac{0.2 \text{ mol}}{0.4 \text{ mol}} \times 100\% = 50\%, \text{H}_2 \text{的转化率为} \frac{0.4 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times 100\% = 40\%$$

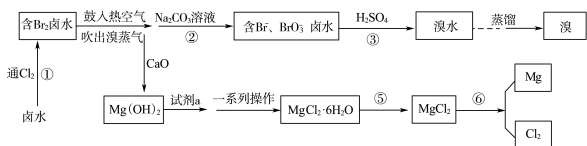
平衡时CO的转化率大于H₂的转化率,B项错误;0~5 min内,v(H₂)=

$$\frac{0.4 \text{ mol} \div 2 \text{ L}}{5 \text{ min}} = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}, v(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{0.2 \text{ mol} \div 2 \text{ L}}{5 \text{ min}} = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}, v(\text{H}_2) = 2v(\text{CH}_3\text{OH}), \text{C项错误;}$$

平衡时CO、H₂、CH₃OH、其余气体的物质的量分别为0.2 mol、0.6 mol、0.2 mol、0.

6 mol, 气体总物质的量为 1.6 mol, 若向此体系中再加入 1 mol H₂, 平衡向正反应方向移动, 若 0.2 mol CO 完全反应则消耗 0.4 mol H₂、生成 0.2 mol CH₃OH, 混合气体总物质的量减少 0.4 mol, 混合气体总物质的量为 1.6 mol + 1 mol - 0.4 mol = 2.2 mol, 该反应为可逆反应, 0.2 mol CO 不可能完全反应, 则平衡时气体总物质的量一定大于 2.2 mol, D 项正确。

8. 海水晒盐后所得“卤水”中可提取“镁”和“溴”, 具体流程如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 反应①和③所得溴水浓度不同
- B. 反应②中每吸收 3 mol Br₂ 转移 5 mol 电子
- C. 通过电解 Mg(OH)₂ 的煅烧产物制取镁单质会更好
- D. “试剂 a”可能为盐酸

C 解析: 卤水中通入 Cl₂ 得到含 Br₂ 卤水, 鼓入热空气吹出溴蒸气, 用 Na₂CO₃ 溶液吸收溴蒸气得到含 Br⁻、BrO₃⁻ 的卤水, 加入 H₂SO₄, Br⁻、BrO₃⁻ 发生归中反应得到溴水, 溴水蒸馏得到溴; 吹出溴蒸气后的溶液中加入 CaO 得到 Mg(OH)₂ 沉淀, 加入试剂 a 溶解 Mg(OH)₂ 后经一系列操作得到 MgCl₂·6H₂O, MgCl₂·6H₂O 在 HCl 气流中加热失去结晶水得无水 MgCl₂, 电解熔融 MgCl₂ 得到 Mg 和 Cl₂。反应①Cl₂ 将卤水中 Br⁻ 氧化成 Br₂, 鼓入热空气吹出溴蒸气, 用 Na₂CO₃ 溶液吸收溴蒸气得到含 Br⁻、BrO₃⁻ 的卤水, 加入 H₂SO₄, Br⁻、BrO₃⁻ 发生归中反应得到溴水, 将溴元素富集, 故反应③所得溴水浓度 > 反应①所得溴水浓度, A 项正确; 反应②中的反应为 3Br₂ + 3Na₂CO₃ = 5NaBr + NaBrO₃ + 3CO₂, 反应中 Br 的化合价部分由 0 价升至 +5 价, 部分由 0 价降至 -1 价, 由化学方程式知, 每吸收 3 mol Br₂ 转移 5 mol 电子, B 项正确; Mg(OH)₂ 的煅烧产物为 MgO, MgO 中离子键的强度大于 MgCl₂ 中离子键的强度, 电解 MgO 会消耗更多的能量, 故电解熔融 MgCl₂ 制取 Mg 单质更好, C 项错误; 试剂 a 用于将 Mg(OH)₂ 溶解, 经一系列操作后得到 MgCl₂·6H₂O, 故试剂 a 可以为盐酸, D 项正确。

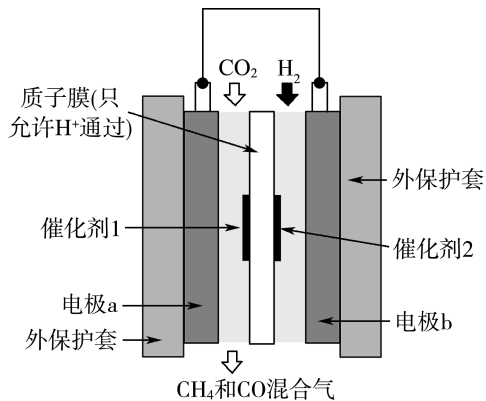
9. 选用如下药品, 探究硫元素的价态变化: ①Na₂SO₃ 溶液、②浓硫酸、③Na₂S 溶液、④稀硫酸、⑤氯水、

⑥品红溶液、⑦铜片、⑧BaCl₂ 溶液, 反应条件任选。下列不能达到实验目的的是 ()

选项	预期转化价态	选择试剂	证明现象
A	-2 → 0	③⑤	溶液变浑浊
B	+4 → +6	①②⑧	①②反应后滴入⑧, 产生白色沉淀
C	+6 → +4	②⑥⑦	②⑦反应产生的气体能够使⑥褪色
D	-2、+4 → 0	①③④	①③混合后滴入④, 溶液变浑浊

B 解析: Na₂S 中硫元素的化合价升高, 被氧化为硫单质, 产生黄色沉淀, 可以加入氧化剂氯水, 能达到实验目的, A 不符合题意; 浓硫酸不能使 SO₃²⁻ 转化为 SO₄²⁻, 硫酸和氯化钡反应生成硫酸钡沉淀, 不能达到实验目的, B 符合题意; 浓硫酸和铜在加热条件下反应生成具有漂白性的二氧化硫气体, 二氧化硫能使品红溶液褪色, 能达到实验目的, C 不符合题意; 硫化钠和亚硫酸钠在酸性条件下发生氧化还原反应生成硫单质, 能达到实验目的, D 不符合题意。

10. 将 CO₂ 转化为人类使用的能源有利于实现碳中和, 某电池利用 CO₂ 和 H₂ 获取 CH₄ 的工作原理如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 该电池中电极 b 作负极
- B. 该电池工作时, 电极 a 产生 CH₄ 的电极反应为 CO₂ + 8H⁺ + 8e⁻ = CH₄ + 2H₂O
- C. 该电池工作时, 质子向电极 a 迁移
- D. 当消耗 1 mol CO₂ 时, 理论上电极 b 消耗 4 mol H₂

D 解析: 由图可知, 二氧化碳发生还原反应、氢气发生氧化反应生成甲烷和 CO 混合气, 则 a 为正极, b 为负极。由分析可知, 该电池中电极 b 作负极, A 正确; 工作时, 电极 a 上部分二氧化碳得到

电子发生还原反应产生 CH_4 , 电极反应为 $\text{CO}_2 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^- = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, B 正确; 原电池工作时, 阳离子(质子)向正极(电极 a)迁移, C 正确; 该电池工作时, 部分二氧化碳转化为 CO , 部分二氧化碳转化为 CH_4 , 生成 CO 和 CH_4 的物质的量未知, 故不能判断消耗 1 mol CO_2 时, 理论上电极 b 消耗氢气的物质的量, D 错误。

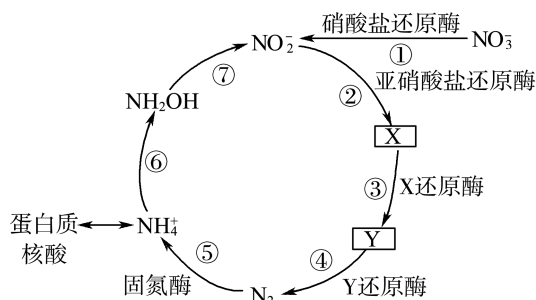
11. 由实验操作和现象, 可得出相应正确结论的是 ()

选项	实验操作	现象	结论
A	向 NaBr 溶液中滴加过量氯水, 再加入淀粉 KI 溶液	溶液先变为橙色, 后变为蓝色	氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$
B	向蔗糖溶液中滴加稀硫酸, 水浴加热, 再加入少量新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液	无砖红色沉淀	蔗糖未发生水解
C	石蜡油加强热, 将产生的气体通入 Br_2 的 CCl_4 溶液	溶液由红棕色变为无色	气体中含有不饱和烃
D	加热试管中的聚氯乙烯薄膜碎片	试管口湿润的蓝色石蕊试纸变红	氯乙烯的加聚反应是可逆反应

C 解析: 向 NaBr 溶液中滴加过量氯水, 溴离子被氧化为溴单质, 但氯水过量, 再加入淀粉 KI 溶液, 过量的氯水可以将碘离子氧化为碘单质, 无法证明溴单质的氧化性强于碘单质, A 错误; 向蔗糖溶液中滴加稀硫酸, 水浴加热后, 应加入氢氧化钠溶液使体系呈碱性, 若不加氢氧化钠, 未反应的稀硫酸会和新制氢氧化铜反应, 不会产生砖红色沉淀, 不能说明蔗糖没有发生水解, B 错误; 石蜡油加强热, 产生的气体能使溴的四氯化碳溶液褪色, 说明气体中含有不饱和烃, 与溴发生加成反应使溴的四氯化碳溶液褪色, C 正确; 聚氯乙烯加强热产生能使湿润的蓝色石蕊试纸变红的气体, 说明产生了氯化氢, 不能说明氯乙烯的加聚反应是可逆反应, 可逆反应是指在同一条件下, 既能向正反应方向进行, 同时又能向逆反应的方向进行的反应, 而氯乙烯的加聚反应和聚氯乙烯加强热分解的条件不同, D 错误。

12. 地球上的生物氮循环涉及多种含氮物质, 转化关系之一如图所示 (X、Y 均为氮氧化物), 羟胺

(NH_2OH) 以中间产物的形式参与循环。下列说法正确的是 ()



- A. 等物质的量的 X、Y 中含有不同数目的氧原子
- B. 步骤④属于氮的固定
- C. 步骤①~⑦均发生氧化还原反应
- D. 为增大反应速率, 该循环过程应在高温下进行

C 解析: 根据已知信息可知, X、Y 均为氮氧化物, NO_2^- 被亚硝酸盐还原酶还原为 X, 结合氮元素的化合价可知, X 是 NO ; X 被 X 还原酶还原为 Y, 则 Y 是 N_2O , 然后根据物质的性质及问题分析解答。X 是 NO , Y 是 N_2O , 当 X、Y 物质的量相等时, X、Y 分子中含有相同数目的氧原子, A 错误; 步骤④是 N_2O 转化为 N_2 , 是含氮化合物转化为氮的单质, 因此不属于氮的固定, B 错误; 根据流程图可知, 步骤①~⑦中都有元素化合价发生变化, 因此步骤①~⑦的反应均发生氧化还原反应, C 正确; 酶是具有催化活性的蛋白质, 在高温条件下会发生变性而失去生理活性, 因此该循环过程在高温下进行, 化学反应速率反而会减小, D 错误。

13. 室温下, 用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液和蒸馏水进行如下所示的 5 个实验, 分别测量浑浊度随时间的变化 (已知: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$)。下列说法不正确的是 ()

编号	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液	H_2SO_4 溶液	蒸馏水	浑浊度随时间变化的曲线
	V/mL	V/mL	V/mL	
①	1.5	3.5	10	
②	2.5	3.5	9	
③	3.5	3.5	x	
④	3.5	2.5	9	
⑤	3.5	1.5	10	

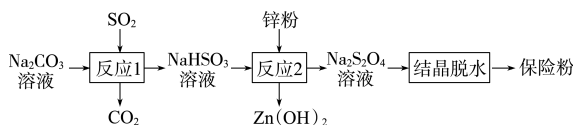
- A. 实验③中 $x = 8$
- B. 实验①②③或③④⑤均可说明其他条件相同时, 增大反应物浓度可增大该反应速率

C.在加热条件下进行实验②,其浑浊度变化曲线应变为 a

D.降低 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浓度比降低 H_2SO_4 溶液浓度对该反应的化学反应速率的影响程度更大

C 解析:实验③④⑤变量为 H_2SO_4 的浓度,根据控制变量法的要求有: $3.5 + 2.5 + 9 = 3.5 + 3.5 + x$, 则 $x = 8$, A 正确;实验①②③的变量为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的浓度,③④⑤的变量为 H_2SO_4 的浓度,两个分组均可说明其他条件相同时,增大反应物浓度,可缩短到达相同浑浊度所需的时间,即可增大该反应速率, B 正确;加热会使反应速率增大,在加热条件下进行实验②,可缩短到达相同浑浊度所需的时间,则浑浊度变化曲线应在曲线②左边,而不是曲线 a, C 错误; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浓度的改变对速率影响更大,该推断的证据是达到相同浑浊度时,实验①②③所需时间的改变量大于实验③④⑤所需时间的改变量, D 正确。

14.连二亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)俗称保险粉,有强还原性,在空气中极易被氧化。用 NaHSO_3 还原法制备保险粉的流程如下。下列说法错误的是 ()

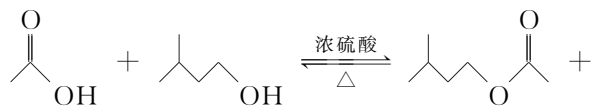


- A.反应 1 说明酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$
- B.反应 1 结束后,可用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液检验 NaHSO_3 是否被氧化
- C.反应 2 中消耗的氧化剂和还原剂的物质的量之比为 1 : 2
- D.反应 2 最好在无氧条件下进行

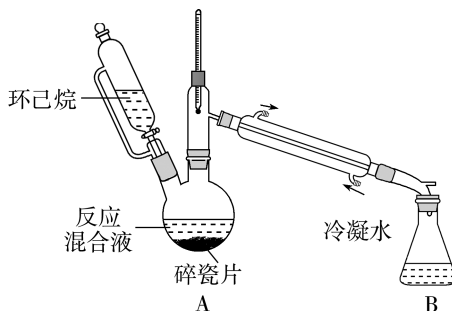
C 解析:反应 1 为二氧化硫通入碳酸钠溶液中生成亚硫酸氢钠和二氧化碳,则说明酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$, A 正确;亚硫酸氢钠不与氯化钡反应,若加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液,出现白色沉淀,则沉淀为硫酸钡,可证明 NaHSO_3 被氧化, B 正确;反应 2 为 $2\text{NaHSO}_3 + \text{Zn} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 + \text{Zn}(\text{OH})_2$, 硫元素的化合价从 +4 价下降到 +3 价,还原剂是锌,锌元素的化合价从 0 价升高到 +2 价,消耗的氧化剂和还原剂的物质的量之比为 2 : 1, C 错误;连二亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)俗称保险粉,有强还原性,在空气中极易被氧化,故反应 2 最好在无氧条件下进行, D 正确。

15.实验室用如下装置(夹持和水浴加热装置略)制备

乙酸异戊酯(沸点 142°C),其反应原理为



H_2O 。已知:实验中利用环己烷—水的共沸体系(沸点 69°C)带出水分;体系中沸点最低的有机物是环己烷(沸点 81°C)。下列说法错误的是 ()

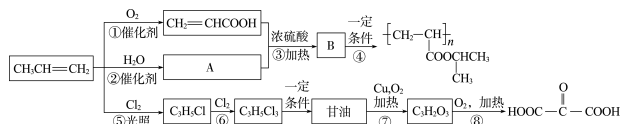


- A.实验时应依次向装置 A 中加入浓硫酸、乙酸、异戊醇、环己烷
- B.装置 A 中的温度需控制在 $69 \sim 81^\circ\text{C}$
- C.乙酸异戊酯在装置 A 中收集
- D.以共沸体系带出水分促使反应正向进行

A 解析:乙酸和异戊醇在浓硫酸催化作用下生成乙酸异戊酯,实验中利用环己烷—水的共沸体系(沸点为 69°C)带出水分,促使反应生成乙酸异戊酯。实验时应依次向装置 A 中加入异戊醇、乙酸、浓硫酸、环己烷,故 A 错误;产品的沸点为 142°C ,环己烷的沸点是 81°C ,环己烷—水的共沸体系的沸点为 69°C ,温度可以控制在 $69 \sim 81^\circ\text{C}$,故 B 正确;乙酸异戊酯在装置 A 中收集, B 中收集到环己烷—水的共沸体系,故 C 正确;由化学方程式可知,生成物中含有水,若将水分离出去,可促进反应正向进行,该反应选择以共沸体系带出水分,可以促使反应正向进行,故 D 正确。

二、非选择题:本题共 4 小题,共 55 分。

16.(14 分)下图是以丙烯为原料模拟合成其他重要化工原料的流程图。



回答下列问题:

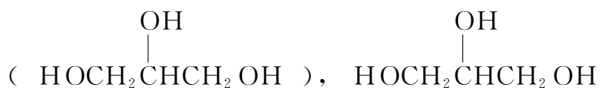
- (1)A 的结构简式为 _____;反应②还会生成 A 的一种同分异构体,其结构简式为 _____。
- (2)B 中官能团的名称为 _____。

(3)反应①~⑧中属于取代反应的是_____ (填序号,下同),属于加成反应的是_____。

(4)反应⑦的化学方程式是_____。

(5)反应⑥消耗标准状况下 2.24 L Cl₂,理论上反应⑦中参与反应的 O₂ 的物质的量是_____。

解析:由题干转化信息可知,CH₃CH=CH₂ 被催化氧化为 CH₂=CHCOOH,CH₃CH=CH₂ 与 H₂O 发生催化加成反应转化为 A,A 和 CH₂=CHCOOH 发生酯化反应生成 B,B 发生加聚反应生成聚丙烯酸异丙酯,故 A 的结构简式为 (CH₃)₂CHOH,B 为 CH₂=CHCOOCH(CH₃)₂,CH₃CH=CH₂ 与 Cl₂ 光照条件下发生取代反应生成 ClCH₂CH=CH₂,ClCH₂CH=CH₂ 与 Cl₂ 继续发生加成反应生成 ClCH₂CHClCH₂Cl,ClCH₂CHClCH₂Cl 在 NaOH 水溶液中加热发生水解反应生成甘油,即丙三醇



在 Cu 作催化剂下催化氧化为 $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{OHCCCHO} \end{array}$,

$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{OHCCCHO} \end{array}$ 继续被氧化为 $\begin{array}{c} \text{O} & \text{O} \\ || & || \\ \text{HOOC} & \text{COOH} \end{array}$,据此分析解题。

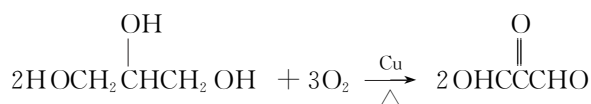
(1)由分析可知,A 的结构简式为 (CH₃)₂CHOH,反应②还会生成 A 的一种同分异构体,其结构简式为 CH₃CH₂CH₂OH。(2)由分析可知,B 的结构简式为 CH₂=CHCOOCH(CH₃)₂,B 中官能团的名称为碳碳双键和酯基。(3)由题干转化关系图可知,反应①为氧化反应,反应②为加成反应,反应③为酯化反应或取代反应,反应④为加聚反应,反应⑤为取代反应,反应⑥为加成反应,反应⑦为氧化反应,反应⑧为氧化反应,故反应①~⑧中属于取代反应的是③⑤;属于加成反应的是②⑥。(4)由

题干转化关系图可知,反应⑦即

$$\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{HOCH}_2\text{CHCH}_2\text{OH} \end{array}$$

在 Cu 作催化剂下催化氧化为

$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{OHCCCHO} \end{array}$,该反应的化学方程式是



+6H₂O。(5)由题干转化关系图可知,反应⑥每消耗 1 mol Cl₂ 就能制得 1 mol ClCH₂CHClCH₂Cl,

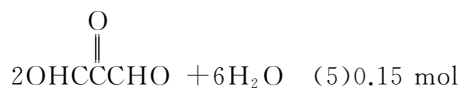
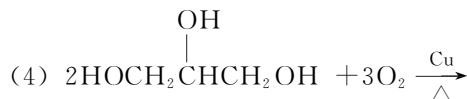
经水解就能制得 1 mol $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{HOCH}_2\text{CHCH}_2\text{OH} \end{array}$,

1 mol $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{HOCH}_2\text{CHCH}_2\text{OH} \end{array}$ 发生反应⑦消耗 1.5 mol O₂,则反应⑥消耗标准状况下 2.24 L (即 0.1 mol)Cl₂,理论上反应⑦中参与反应的 O₂ 的物质的量是 0.15 mol。

答案:(1)(CH₃)₂CHOH CH₃CH₂CH₂OH

(2)碳碳双键和酯基

(3)③⑤ ②⑥



17.(14 分)利用 CO₂ 合成甲酸(HCOOH)是实现碳中和的途径之一,其反应原理为 CO₂(g)+H₂(g) ⇌ HCOOH(g)。

回答下列问题:

(1)423 K 时,在刚性容器中,CO₂(g)、H₂(g)按物质的量之比 1:1 投料,测得容器内压强随时间变化如下表所示。

时间/min	0	20	40	60	80	100
压强/MPa	p ₀	0.75p ₀	0.67p ₀	0.65p ₀	0.65p ₀	0.65p ₀

已知:气体分压=物质的量分数×总压。20 min 时,CO₂ 的分压为_____MPa (用含 p₀ 的式子表示,下同);用气体分压变化表示反应速率,则 0~20 min, v(H₂) = _____MPa·min⁻¹; 60 min 时, v_正(CO₂) _____ (填“>”“<”或“=”)v_逆(H₂)。

(2)能说明上述反应达到平衡状态的是_____ (填字母序号)。

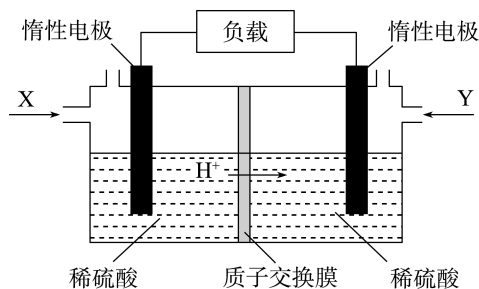
a.混合气体的密度保持不变

b.混合气体的平均摩尔质量保持不变

c.c(CO₂)=c(H₂)

d.1 mol H—H 断裂的同时消耗 1 mol HCOOH

(3)以甲酸为燃料的电池总反应为 2HCOOH+O₂ = 2CO₂+2H₂O,其工作原理如图所示。



①加入的 X 是_____ (填“甲酸”或“氧气”); 正极的电极反应为_____。

②当生成 1 mol CO₂ 时, 外电路中转移 1.6 mol 电子, 则电池的能量转化率为_____。

解析: (1) 合成甲酸的反应是气体体积减小的反应, 在 60 min 时容器压强不再变化, 反应达到平衡, 20 min 时可以列三段式为

	$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{g})$		
起始	0.5p ₀	0.5p ₀	0
转化	x	x	x
平衡	0.5p ₀ -x	0.5p ₀ -x	x

20 min 时容器内压强为 $p_0 - x = 0.75p_0$, 解得 $x = 0.25p_0$, 因此 20 min 时, CO₂ 的分压为 0.25p₀MPa。用气体分压变化表示反应速率, 则 0~20 min 内, 用氢气表示的反应速率为 $v = \frac{0.25p_0 \text{MPa}}{20 \text{min}} = 0.0125p_0 \text{MPa} \cdot \text{min}^{-1}$; 60 min 时, 反应已经达到平衡, 此时 $v_{\text{正}}(\text{CO}_2) = v_{\text{逆}}(\text{H}_2)$ 。

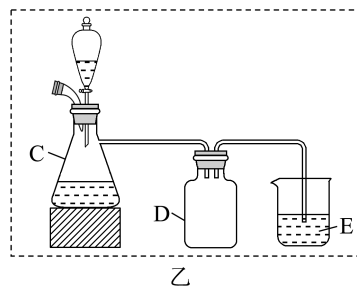
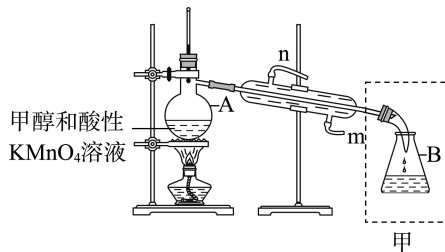
(2) 该容器体积、气体质量均不变, 由 $\rho = \frac{m}{V}$ 可知, 气体密度一直保持不变, a 不能说明反应达到平衡状态; 平均摩尔质量指混合气体的质量和混合气体的物质的量的比值, 当平衡时, 各组分的物质的量不再发生变化, b 能说明反应达到平衡状态; 当反应进行时反应物化学计量数之比为 1:1, 且初始物质的量相等, 总体积相等, 所以该反应一直存在 $c(\text{CO}_2) = c(\text{H}_2)$, c 不能说明反应达到平衡状态; 1 mol H—H 断裂的同时消耗 1 mol HCOOH, $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$, d 能说明反应达到平衡状态。(3) ①以甲酸为燃料的电池中存在质子交换膜, 根据 H⁺ 移动方向可知左边电极为电池负极, 负极电极反应为 $\text{HCOOH} - 2\text{e}^- = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$, 右边电极为电池正极, 正极电极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ 。②当生成 1 mol CO₂ 时, 理论上转移电子

的物质的量为 2 mol, 外电路中转移 1.6 mol 电子, 则电池的能量转化率为 $\frac{1.6 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \times 100\% = 80\%$ 。

答案: (1) 0.25p₀ 0.0125p₀ = (2) bd

(3) ①甲酸 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ ② 80%

18. (14 分) 实验室用下图所示装置制备 MnSO₄。其原理为先用酸性 KMnO₄ 溶液将甲醇(CH₃OH)氧化为甲酸(HCOOH), 再用甲酸与稀硫酸、MnO₂ 反应制备 MnSO₄。



实验步骤如下:

步骤 I: 将 32.0 g 甲醇和适量酸性 KMnO₄ 溶液加入仪器 A 中进行反应。

步骤 II: 点燃酒精灯进行第一次蒸馏。

步骤 III: 用装置乙替换装置甲, 进行第二次蒸馏; 蒸馏完成, 向锥形瓶中滴加稀硫酸。反应结束后, 分离提纯获得产品 MnSO₄ 固体。

已知:

① 甲醇(又称木醇)为无色有挥发性的液体, 有毒, 沸点为 65 ℃;

② 甲酸(又称蚁酸)为无色有刺激性气味的液体, 有腐蚀性, 易挥发, 沸点为 100.6 ℃, 与水形成共沸物的沸点为 107 ℃。

回答下列问题:

(1) 仪器 A 的名称为_____, E 的作用为_____。

(2) 第一次蒸馏时锥形瓶内收集到的液体为_____ (填名称)。第二次蒸馏时锥形瓶内应收集温度高于_____ (填“65”或“100.6”) ℃ 的馏分, 冷凝管的进水口为_____ (填“n”或“m”)。

(3) 步骤 III 中锥形瓶内发生反应的化学方程式为_____。

(4)实验获得 120.8 g MnSO_4 产品,甲醇的有效利用率为_____。

解析:(1)仪器 A 的名称为蒸馏烧瓶;因甲酸有腐蚀性,易挥发,会污染空气,故 E 的作用为吸收挥发出来的甲酸气体。(2)甲醇沸点为 $65\text{ }^\circ\text{C}$,甲酸沸点为 $100.6\text{ }^\circ\text{C}$,先蒸发出沸点低的甲醇,故第一次蒸馏时锥形瓶内收集到的液体为甲醇;第二次蒸馏时蒸发出来的是沸点较高的甲酸,锥形瓶内应收集温度高于 $100.6\text{ }^\circ\text{C}$ 的馏分,冷凝管中的水应该为下进上出,进水口为 m。(3)步骤 III 中锥形瓶内甲酸、硫酸和二氧化锰发生反应生成硫酸锰,化学方程式为 $\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 = \text{MnSO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(4) $\text{CH}_3\text{OH} \sim \text{HCOOH} \sim \text{MnSO}_4$, 32.0 g 甲醇的物质的量为 1 mol ,则理论上生成 1 mol 硫酸锰,实验获得 120.8 g MnSO_4 产品,甲醇的有效利用率为 $\frac{120.8\text{ g}}{1\text{ mol} \times 151\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% = 80\%$ 。

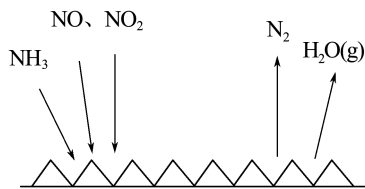
答案:(1)蒸馏烧瓶 吸收挥发出来的甲酸气体

(2)甲醇 $100.6\text{ }^\circ\text{C}$ m

(3) $\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 = \text{MnSO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

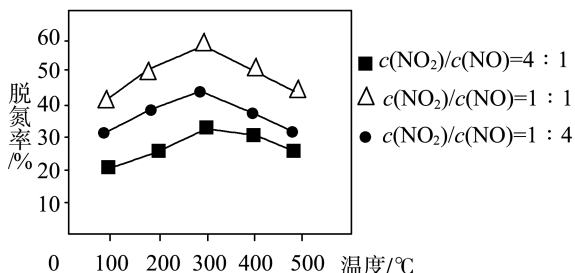
(4)80%

19.(13分)(1)雾霾严重影响人们的生活质量,其中氮氧化物和硫氧化物是造成雾霾天气的主要原因之一。消除氮氧化物有多种方法。 NH_3 催化还原氮氧化物(SCR)技术是目前应用最广泛的烟气氮氧化物脱除技术。反应原理如图所示:

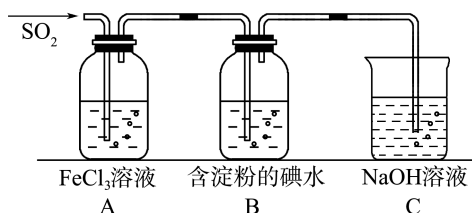


①由图 1 可知 SCR 技术中的氧化剂为_____。

②Fe 为催化剂时,在氨气足量的情况下,不同 $c(\text{NO}_2)/c(\text{NO})$ 对应的脱氮率如图所示,脱氮效果最佳的 $c(\text{NO}_2)/c(\text{NO}) =$ _____。



(2)某化学小组为探究 SO_2 气体还原 Fe^{3+} 、 I_2 的反应,使用的药品和装置如图所示:



①写出由铜和浓硫酸制取 SO_2 的化学方程式:_____。

②装置 A 中的现象是_____。

③根据以上现象,该小组认为 SO_2 与 FeCl_3 发生氧化还原反应。

写出 SO_2 与 FeCl_3 溶液反应的离子方程式:_____。

④装置 B 中蓝色溶液褪色,表明 I^- 的还原性比 SO_2 _____(填“强”或“弱”)。

解析:(1)①由图知氮氧化物中的氮元素的价态降低,故 NO 、 NO_2 是氧化剂。②由图知,当 $c(\text{NO}_2)/c(\text{NO})=1:1$ 时,脱氮效果最佳。(2)①铜和浓硫酸在加热条件下发生反应的化学方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;②装置 A 中 SO_2 为还原剂,被氧化为 SO_4^{2-} , Fe^{3+} 为氧化剂,被还原为 Fe^{2+} ,则 A 中反应的现象为溶液颜色由黄色逐渐变为浅绿色;③ SO_2 与 FeCl_3 溶液反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$;④装置 B 中蓝色溶液褪色,说明 SO_2 将 I_2 还原为 I^- ,可知 I^- 的还原性比 SO_2 弱。

答案:(1)① NO 、 NO_2 ②1:1

(2)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溶液由黄色变为浅绿色 ③ $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$ ④弱