

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

第一节 硫及其化合物·····	1
第 1 课时 硫和二氧化硫·····	1
第 2 课时 硫酸及 SO_4^{2-} 的检验 不同价态含硫物质的转化·····	6
第二节 氮及其化合物·····	13
第 1 课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮·····	13
第 2 课时 氨和铵盐·····	20
第 3 课时 硝酸 酸雨及防治·····	26
第三节 无机非金属材料·····	32
单元活动构建·····	38
第五章质量评估·····	40

第六章 化学反应与能量

第一节 化学反应与能量变化·····	47
第 1 课时 化学反应与热能·····	47
第 2 课时 化学反应与电能·····	53
第二节 化学反应的速率与限度·····	60
第 1 课时 化学反应的速率·····	60
第 2 课时 化学反应的限度 化学反应条件的控制·····	66
单元活动构建·····	73
第六章质量评估·····	75
阶段质量评估·····	81



第七章 有机化合物

第一节 认识有机化合物	89
第二节 乙烯与有机高分子材料	97
第 1 课时 乙烯 炔	97
第 2 课时 有机高分子材料	103
第三节 乙醇与乙酸	108
第 1 课时 乙醇	108
第 2 课时 乙酸 官能团与有机化合物的分类	114
第四节 基本营养物质	122
单元活动构建	128
第七章质量评估	130

第八章 化学与可持续发展

第一节 自然资源的开发利用	136
第二节 化学品的合理使用	142
第三节 环境保护与绿色化学	148
单元活动构建	152
第八章质量评估	154
模块综合检测(一)	161
模块综合检测(二)	168

第五章

化工生产中的重要非金属元素

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。

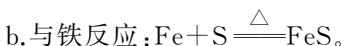
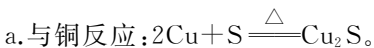
2. 单质硫的性质

(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。

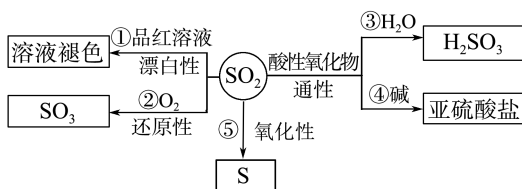
b. 与氧气反应: $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$, 反应中硫表现还原性。

二、二氧化硫

1. 物理性质

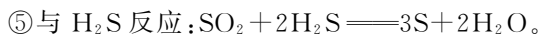
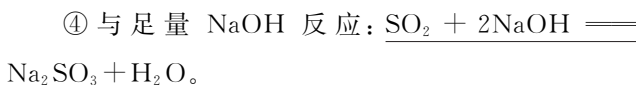
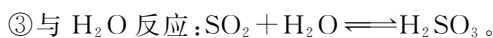
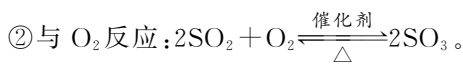
颜色	状态	气味	密度	溶解性
<u>无色</u>	气体	<u>刺激性</u> 气味	比空气 <u>大</u>	<u>易</u> 溶于水

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」

有一座火山因产生蓝色火焰惊艳于世。为什么该火山喷发的火焰是蓝色的？其实说起来也很简单：火山喷发的气体中含有大量的二氧化硫和硫化氢气体，二者发生反应生成硫黄，这些硫黄沿着火山裂缝蔓延而出，与空气混合后在高温中燃烧，散发出迷人的蓝色光芒。

探究 1: 硫黄主要存在于哪些地方？

提示: 火山喷口和地壳岩层。

探究 2: 硫黄在空气、氧气中燃烧时有什么现象？

提示: 在空气中燃烧发出微弱淡蓝色火焰，在氧气中燃烧发出明亮的蓝紫色火焰。

「评价活动」

1. 下列关于硫单质的叙述错误的是 ()

- A. 硫(俗称硫黄)是一种黄色晶体
- B. 硫易溶于水, 自然界中无单质硫存在
- C. 硫在空气中燃烧时生成二氧化硫
- D. 硫质脆, 易研成粉末

B 解析: 硫是一种黄色晶体, 俗称硫黄, 故 A 正确; 硫难溶于水, 微溶于酒精, 易溶于二硫化碳, 自然界中有单质硫和硫的化合物存在, 故 B 错误; 硫的化学性质比较活泼, 在空气中燃烧时生成二氧化硫, 故 C 正确; 硫质脆, 易研成粉末, 故 D 正确。

2. 下列关于硫的说法正确的是 ()

- A. 硫是一种淡黄色能溶于水的固体
- B. 过量的硫与铁反应生成 Fe_2S_3
- 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: 硫是一种淡黄色的固体, 但不溶于水, 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, 难溶于酒精, 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。

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 SO_2 。

(2) 与金属反应: 硫黄与变价金属反应时, 生成低价态的金属硫化物, 例如 FeS 、 Cu_2S 。

(3) 与碱反应: 硫与碱反应既表现氧化性又表现还原性。

例如用热的 NaOH 溶液洗涤附着在试管内壁上的硫黄, 反应为 $3\text{S} + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\quad} 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

任务二 二氧化硫的鉴别、净化及检验

「探究活动」

二氧化碳和二氧化硫均可用作食品添加剂。饮用含二氧化碳的饮料, 可使体内的热量随二氧化碳气体排出, 产生清凉爽快的感觉, 还能刺激口感。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。例如, 在葡萄酒酿制过程中, 葡萄汁中某些细菌的繁殖会影响发酵, 添加适量的二氧化硫可以起到杀菌的作用。二氧化硫又是一种抗氧化剂, 能防止葡萄酒中的一些成分被氧化, 起到保质作用, 并有助于保持葡萄酒的天然果香味。

探究 1: SO_2 作防腐剂和抗氧化剂体现了 SO_2 的什么性质？

提示: 体现了 SO_2 的还原性。

探究 2: CO_2 和 SO_2 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 CO_2 和 SO_2 , 为什么？

提示: 不能用澄清石灰水鉴别 SO_2 和 CO_2 , 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。

探究 3: 若要证明某气体是 CO_2 和 SO_2 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。

探究 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. 下列物质中不能用于吸收 SO_2 的是 ()

- A. AlCl_3
- B. CaO
- C. NaOH
- D. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

A 解析: SO_2 属于酸性氧化物, 能与碱(如 NaOH 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)和碱性氧化物(如 CaO)发生反应而被吸收。

2. 检验 SO_2 气体中是否混有 CO_2 气体, 可采用的方法是 ()

- A. 通过品红溶液
B. 通过澄清石灰水
C. 先通过 NaOH 溶液, 再通过澄清石灰水
D. 先通过足量酸性 KMnO_4 溶液, 再通过澄清石灰水

D 解析: SO_2 、 CO_2 都能使澄清石灰水变浑浊, 需先利用 SO_2 的还原性, 除去 SO_2 , 再检验 CO_2 。

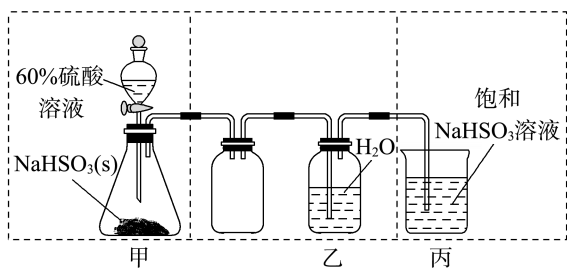
3. 能与 SO_2 气体发生反应, 但无沉淀产生的是 ()

- 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

D 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。

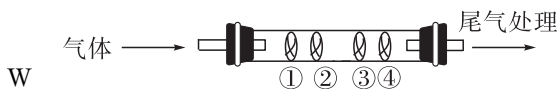
4. (2022·江苏卷) 实验室制取少量 SO_2 水溶液并探究其酸性, 下列实验装置和操作不能达到实验目的的是 ()



- 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。

5. 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

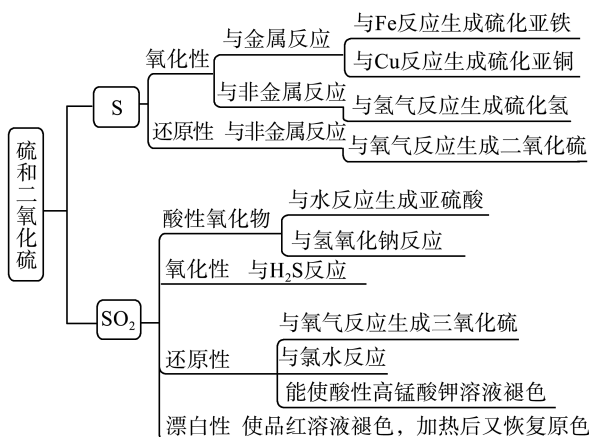
(1) 验证 CO_2 和 SO_2 同时存在时, 因两者均具有酸性氧化物的性质, 因此只能利用 SO_2 的漂白性, 先验证 SO_2 的存在, 再除尽 SO_2 , 最后验证 CO_2 的存在。

(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)

基础性·能力运用

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。

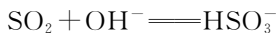
5.SO₂ 气体与下列溶液中的溶质不发生反应的是 ()

- A.NaOH 溶液
B.酸性 KMnO₄ 溶液
C.溴水
D.Na₂SO₄ 溶液

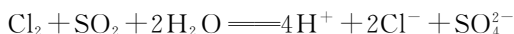
D 解析:因 SO₂ 是酸性氧化物,所以能和碱反应;因 SO₂ 具有还原性,所以能和酸性 KMnO₄ 溶液、溴水反应;亚硫酸的酸性弱于硫酸,所以不能和 Na₂SO₄ 溶液反应。

6.下列离子方程式正确的是 ()

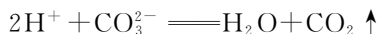
- A.向 NaOH 溶液中通入少量的 SO₂:



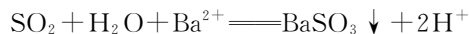
- B.向氯水中通入少量的 SO₂:



- C.将 SO₂ 通入饱和的 NaHCO₃ 溶液中:



- D.将 SO₂ 通入 BaCl₂ 溶液中:



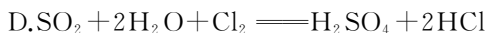
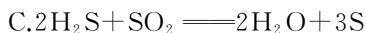
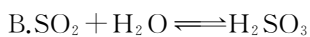
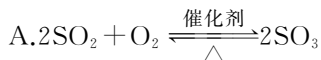
B 解析:A 项为 SO₂+2OH⁻→SO₃²⁻+H₂O;C 项中应为 2HCO₃⁻+SO₂→SO₃²⁻+2CO₂+H₂O;D 项中不反应。

7.下列有关亚硫酸的叙述不正确的是 ()

- A.亚硫酸是 SO₂ 的水溶液,显酸性
B.SO₃ 与水剧烈反应,生成亚硫酸
C.亚硫酸具有漂白性,能够使品红溶液褪色
D.亚硫酸不稳定,易分解为 H₂O 和 SO₂

B 解析:亚硫酸是 SO₂ 的水溶液,显酸性;亚硫酸不稳定,容易分解为 H₂O 和 SO₂,因此二氧化硫与水反应是可逆反应,化学方程式为 SO₂+H₂O⇌H₂SO₃,所以溶液中有二氧化硫,具有漂白性;SO₃ 溶于水,剧烈反应生成硫酸。

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, SO_2 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。

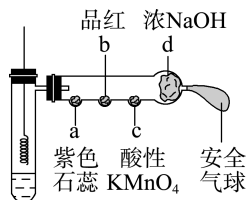
9. 向 FeCl_3 和 BaCl_2 的酸性混合溶液中通入 SO_2 气体, 有白色沉淀生成, 此沉淀是 ()
- A. BaSO_4 B. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
C. BaSO_3 D. S

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。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: $2\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$, $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ 。

综合性·创新提升

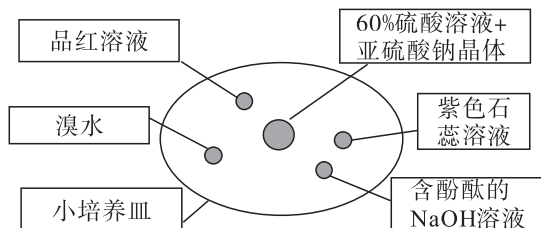
10. (2022·广东卷) 若将铜丝插入热浓硫酸中进行如图(a~d 均为浸有相应试液的棉花) 所示的探究实验。下列分析正确的是 ()



- A. Cu 与浓硫酸反应, 只体现 H_2SO_4 的酸性
B. a 处变红, 说明 SO_2 是酸性氧化物
C. b 或 c 处褪色, 均说明 SO_2 具有漂白性
D. 试管底部出现白色固体, 说明反应中无 H_2O 生成

B 解析: 铜和浓硫酸反应过程中, 生成 CuSO_4 体现浓硫酸的酸性, 生成 SO_2 体现出浓硫酸的强氧化性, A 错误; a 处的紫色石蕊溶液变红, 是因为 SO_2 溶于水生成了酸, 可说明 SO_2 是酸性氧化物, B 正确; b 处品红溶液褪色, 是因为 SO_2 具有漂白性, 而 c 处酸性 KMnO_4 溶液褪色, 是 SO_2 和 KMnO_4 发生氧化还原反应, SO_2 体现还原性, C 错误; 实验过程中试管底部出现白色固体, 成分为无水硫酸铜, 而非蓝色的 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 是因为浓硫酸体现吸水性, 将反应生成的 H_2O 吸收, D 错误。

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
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

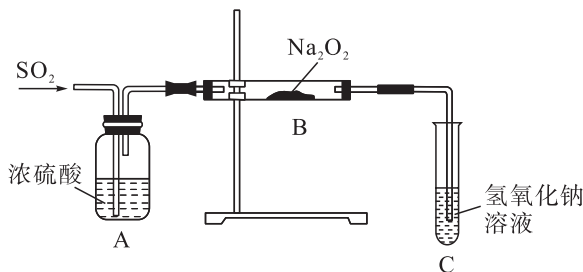
D 解析: SO_2 与水反应生成亚硫酸, 亚硫酸溶液显酸性, 使紫色石蕊溶液呈现红色, 使含有酚酞的 NaOH 溶液红色变浅。

12. 为除去 CO_2 中混有的 SO_2 和 O_2 , 下列试剂使用顺序正确的是 ()

- ①饱和 Na_2CO_3 溶液 ②饱和 NaHCO_3 溶液
③浓硫酸 ④灼热的铜网 ⑤碱石灰
- A. ①③④ B. ②③④
C. ②④③ D. ③④⑤

B 解析: 除杂时, 所选试剂不能和被提纯物质反应, 故①⑤不可以; ②饱和 NaHCO_3 溶液除去 SO_2 的同时放出 CO_2 气体, 且带出部分水蒸气, 用③浓硫酸除去水蒸气后, 再用④灼热的铜网除去 O_2 从而得到纯净的 CO_2 。

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。



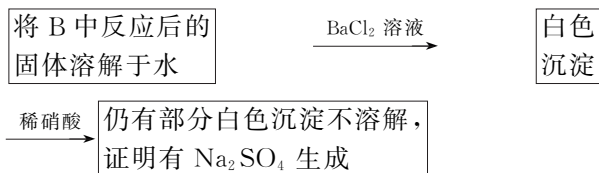
请回答下列问题:

(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 SO_4^{2-} 的检验 不同价态含硫物质的转化

学习任务目标

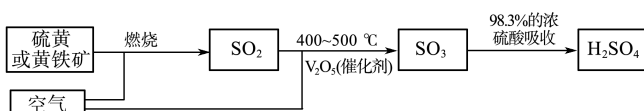
1. 能结合工业生产实际,理解硫酸的工业制备原理。
2. 能通过实验探究,了解硫酸的酸性和浓硫酸的特性。通过浓硫酸的脱水性实验探究,能发现异常现象并分析产生现象的原因,设计探究实验得出浓硫酸与木炭的反应。
3. 能通过实验探究,设计实验检验硫酸根离子。
4. 能认识硫元素在物质中具有的不同价态,可通过氧化还原反应实现含有不同价态硫元素的物质的相互转化。

问题式预习

一、硫酸

1. 工业制备硫酸的原理

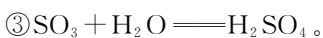
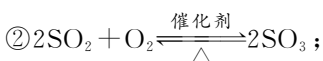
(1) 工业制硫酸的原理示意图



(2) 写出工业制硫酸的化学方程式:



+ 8SO_2);



2. 硫酸的化学性质

硫酸具有酸的通性,可与酸碱指示剂作用,也可与碱、碱性氧化物、活泼金属及某些盐反应。

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与非金属反应

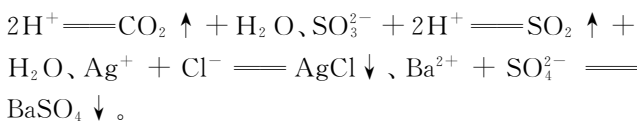
加热时浓硫酸与木炭反应的化学方程式为



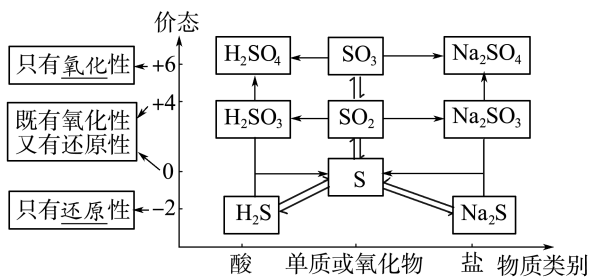
二、硫酸根离子的检验

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: $CO_3^{2-} +$



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」

某报刊曾报道过下面一段新闻: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。

探究 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。

探究 2:浓硫酸为不挥发性强酸,为何会到处弥漫着刺鼻的气味?

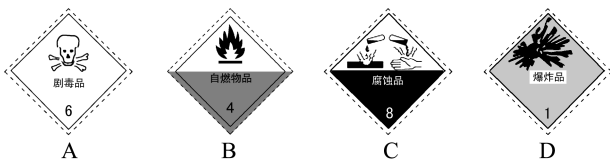
提示:浓硫酸氧化 C 生成 CO_2 ,自身转化成为具有刺激性气味的 SO_2 。

探究 3:该运载浓硫酸的罐车可能是用什么材料制造的?

提示:常温下,浓硫酸使铁、铝钝化,可用铁制或铝制容器盛放浓硫酸。

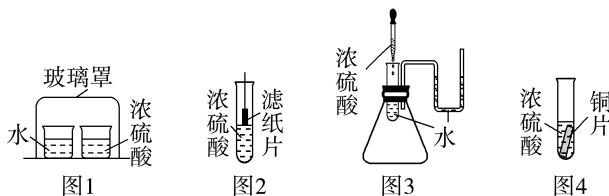
「评价活动」

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. 一辆满载浓硫酸的槽罐车在路上因车祸翻倒,浓硫酸大量泄漏。为了不污染旁边的水源,下列采取的措施正确的是 ()

- A. 用水冲洗泄漏的浓硫酸
 B. 将熟石灰撒在泄漏的浓硫酸上
 C. 将氧化钡撒在泄漏的浓硫酸上
 D. 用土将泄漏的浓硫酸掩埋

B 解析:用水冲洗只能稀释浓硫酸,并不能消除硫酸的危害,故 A 错误;熟石灰能中和硫酸,发生中和反应,能消耗硫酸且不会生成有害物质,故 B 正确;氧化钡与硫酸反应会生成硫酸钡与水,硫酸被消耗,但过量的氧化钡易造成重金属污染,故 C 错误;掩埋硫酸并不能除净硫酸,不能消除硫酸的危害,故 D 错误。

4. 下图是化学纯浓硫酸试剂瓶标签上的部分内容。

硫酸	
化学纯(CP)	(500 mL)
品名: 硫酸	
化学式: H_2SO_4	
相对分子质量: 98	
密度: $1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$	
质量分数: 98%	

该浓硫酸的物质的量浓度为 $\underline{\hspace{2cm}}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。若在实验室将该浓硫酸进行稀释, 稀释的操作方法是 $\underline{\hspace{2cm}}$;

若在稀释过程中, 少量浓硫酸不慎沾在手上, 处理方法为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

解析: 该浓硫酸的物质的量浓度 $c = \frac{1000\rho\omega}{M} =$

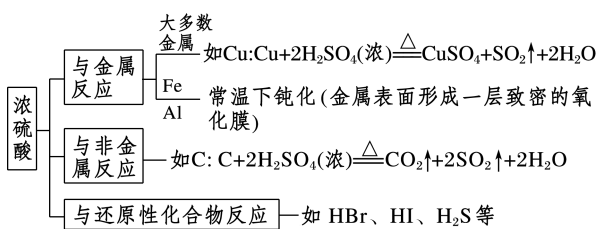
$$\frac{1000 \times 1.84 \times 98\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

将浓硫酸沿烧杯壁缓缓注入盛有水的烧杯中, 并用玻璃棒不断搅拌, 使产生的热量迅速散去。浓硫酸具有较强的腐蚀性, 不慎沾到皮肤上, 应立即用大量水冲洗, 然后涂上稀的碳酸氢钠溶液。

答案: 18.4 将浓硫酸沿烧杯壁缓缓注入盛有水的烧杯中, 并用玻璃棒不断搅拌, 使产生的热量迅速散去 立即用大量水冲洗, 然后涂上稀的 NaHCO_3 溶液

任务总结

浓硫酸的性质



任务二 SO_4^{2-} 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“ Na_2S ”字样(如图所示)。已知固体 M 只可能是 Na_2S 、 Na_2SO_3 、 Na_2SO_4 中的一种。



探究 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 Na_2S ; 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 。

探究 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 。

探究 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. 为了检验某溶液中是否含有硫酸根离子, 下列操作最合理的是 ()

- A. 先加硝酸钡溶液产生白色沉淀, 再加盐酸, 白色沉淀不溶解则原溶液中含有硫酸根离子
- B. 先加硝酸钡溶液产生白色沉淀, 再加稀硝酸, 白色沉淀不溶解则原溶液中含有硫酸根离子
- C. 先用盐酸酸化无明显现象, 再加氯化钡溶液, 若有白色沉淀则原溶液中含有硫酸根离子
- D. 先用硝酸酸化无明显现象, 再加氯化钡溶液, 若有白色沉淀则原溶液中含有硫酸根离子

C 解析: 先加硝酸钡溶液产生白色沉淀, 可能为 BaSO_3 , 再加盐酸, BaSO_3 被 H^+ 和 NO_3^- 形成的硝酸氧化为 BaSO_4 , 白色沉淀不溶解, 则原溶液中可能含有亚硫酸根离子, A 错误; 先加硝酸钡溶液产生白色沉淀, 可能为 BaSO_3 , 再加稀硝酸, BaSO_3 被硝酸氧化为 BaSO_4 , 白色沉淀不溶解, 则原溶液中可能含有亚硫酸根离子, B 错误; 先用盐酸酸化无明显现象, 则不含有 Ag^+ , 且能除去溶液中的亚硫

酸根离子、碳酸根离子等,再加氯化钡溶液,若有白色沉淀,则原溶液中一定含有硫酸根离子,C正确;若溶液中含有亚硫酸根离子,先用硝酸酸化时,被氧化为硫酸根离子,再加氯化钡溶液,有白色沉淀生成,则原溶液中可能含有亚硫酸根离子,D错误。

3. 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
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

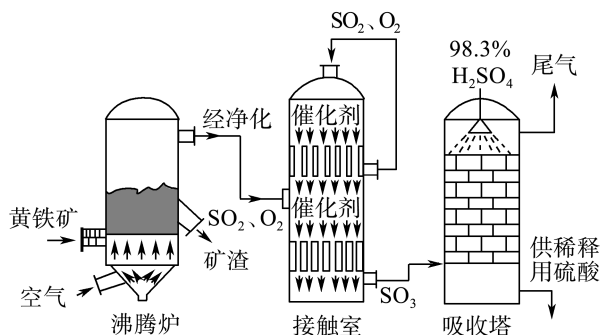
SO_4^{2-} 的检验

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

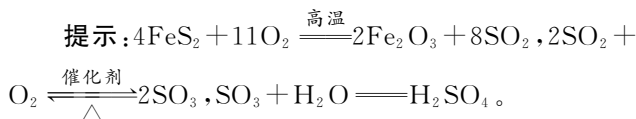
「探究活动」

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。

探究 1:分别写出在沸腾炉、接触室、吸收塔内发生的主要反应。



探究 2:在三个设备内发生的反应均为氧化还原反应吗?

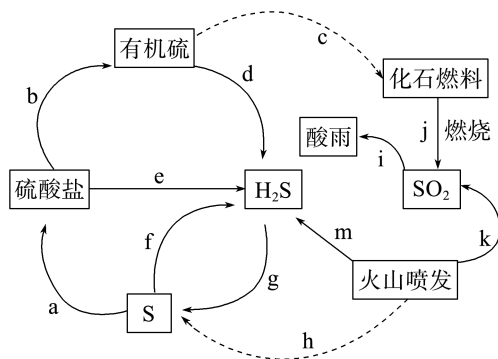
提示:在沸腾炉和接触室中发生的反应为氧化还原反应,在吸收塔内发生的反应不是氧化还原反应。

探究 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」

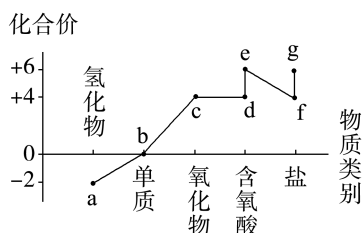
1. 自然界中硫元素的转化如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 步骤 a、j 的转化需要加入氧化剂才能实现
- B. H_2S 在氧化还原反应中只能表现还原性
- C. 在燃煤中添加生石灰可减少 SO_2 的排放
- D. 用盐酸和 $BaCl_2$ 溶液可以检验可溶性硫酸盐中的阴离子

B 解析: 步骤 a 为 S 转化成硫酸盐, j 为化石燃料的燃烧, 均为氧化反应, 需要加入氧化剂才能实现, 故 A 正确; H_2S 溶液和活泼金属反应时, H_2S 表现氧化性, 故 B 错误; 燃煤中添加 CaO , 可以与燃烧生成的 SO_2 反应生成 $CaSO_3$, 再被氧化为 $CaSO_4$, 可有效地减少 SO_2 的排放, 故 C 正确; 检验 SO_4^{2-} 的方法为先加过量稀盐酸, 没有明显现象, 再加 $BaCl_2$, 若有白色沉淀, 则说明有 SO_4^{2-} , 故 D 正确。

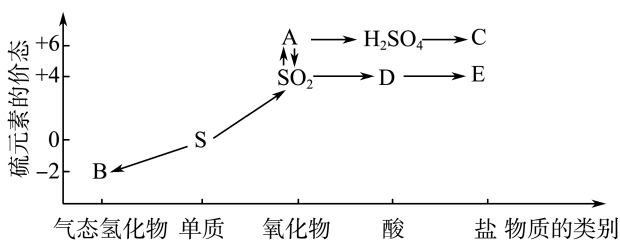
2. 硫元素的价类二维图如下所示。下列说法错误的是



- 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。

3. 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:

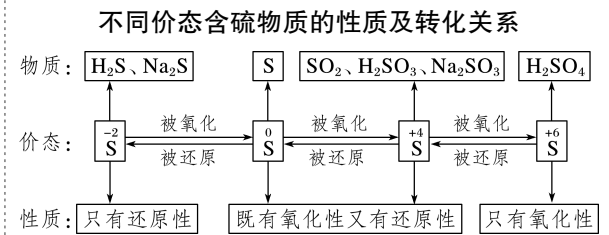


- (1) 写出指定物质的化学式: A. _____, B. _____。
- (2) D 转化为硫酸是酸雨形成的重要过程之一, 写出其反应的化学方程式: _____。
- (3) 若 C 是铜盐, 试写出由 $H_2SO_4 \rightarrow C$ 的化学方程式: _____。
- (4) 为进一步减少 SO_2 的污染并变废为宝, 我国正在探索在一定条件下用 CO 还原 SO_2 得到单质硫的方法来除去 SO_2 。写出该反应的化学方程式: _____。

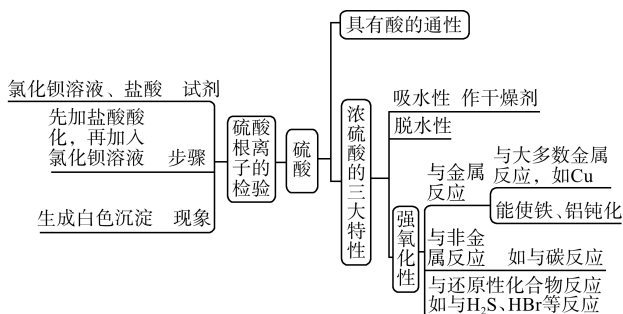
解析: A 中 S 的化合价为 +6 价, 且为氧化物, 因此 A 为三氧化硫; B 中 S 的化合价为 -2 价, 且为气态氢化物, 因此 B 为硫化氢; C 为铜盐, 且由硫酸反应得到, 因此 C 为硫酸铜; 由硫元素的价态及对应物质的类别可知, D 为亚硫酸, E 为亚硫酸盐。

- 答案:** (1) SO_3 H_2S
 (2) $2H_2SO_3 + O_2 = 2H_2SO_4$
 (3) $Cu + 2H_2SO_4(浓) \xrightarrow{\Delta} CuSO_4 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$ (其他合理答案也可)
 (4) $2CO + SO_2 \xrightarrow{一定条件} S + 2CO_2$

任务总结



► 提质归纳

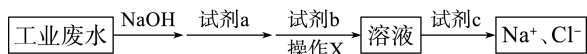


课后素养评价(二)

基础性·能力运用

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. 下列对浓硫酸的叙述正确的是 ()

- A. 常温下，浓硫酸与铁、铝不反应，所以铁制、铝制容器能盛放浓硫酸
 B. 浓硫酸具有吸水性，能使蔗糖炭化
 C. 浓硫酸和铜片在加热条件下反应，浓硫酸既表现出酸性，又表现出氧化性
 D. 浓硫酸与亚硫酸钠反应制取 SO_2 时，浓硫酸仅表现出难挥发性

C 解析：常温下，浓硫酸与铁、铝接触，能使金属表面生成一层致密的氧化物保护膜，阻止内部金属继续与浓硫酸反应，致密的氧化物保护膜的生成过程中发生了化学反应，A 项错误；浓硫酸从蔗糖中夺取与水分子组成相当的氢原子和氧原子，使蔗糖炭化，体现了浓硫酸的脱水性，而不是吸水性，B 项错误；铜与浓硫酸在加热条件下发生反应

$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，2 mol H_2SO_4 中有 1 mol 做氧化剂，还有 1 mol 起酸的作用，C 项正确；实验室中用浓硫酸与固体亚硫酸钠反应制取 SO_2 ： $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\quad} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，反应原理是用难挥发性酸制易挥发性酸，强酸制弱酸，因而在此反应中浓硫酸表现出难挥发性和酸性，D 项错误。

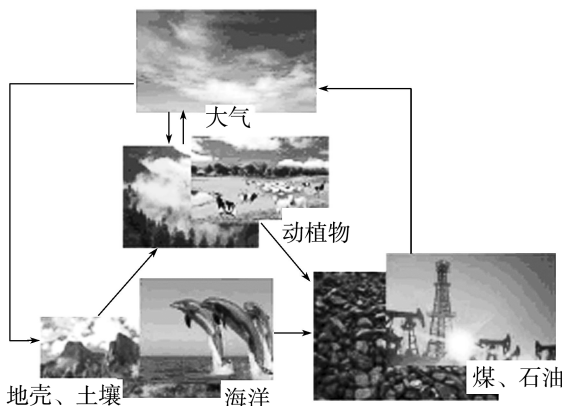
3. 硫酸厂的钢铁硫酸储罐在拆除前需进行安全检测。某次检测到罐体内残留 H_2SO_4 浓度为 $4.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， H_2 、 CO 、 SO_2 和 H_2S 的体积分数分别为 4.2%、0.019%、0.000 8% 和 0.005%。下列有关推测合理的是 ()

- A. 钢铁储罐可以用来储存稀硫酸
 B. CO 可能是 C 或有机物被浓硫酸氧化的产物
 C. H_2 可能是浓硫酸与 Fe 反应的产物
 D. SO_2 和 H_2S 可能是稀硫酸被还原的产物

B 解析：钢铁储罐的主要成分为 Fe，Fe 与稀硫酸发生反应： $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\quad} \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ ，则钢铁储罐不能用来储存稀硫酸，故 A 错误；C 或有机物与浓硫酸发生氧化还原反应，浓硫酸体现强氧化性，生成的 CO 是氧化产物，故 B 正确；浓硫酸有强氧化性，Fe 在冷的浓硫酸中发生钝化，在加热条件下 Fe 与浓硫酸发生氧化还原反应，均不产生 H_2 ，故 C 错误；稀硫酸没有强氧化性，不能得电子，所以 SO_2 和 H_2S 不是稀硫酸被还原的产物，故 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 ()



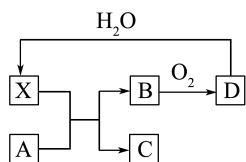
- A. 煤、石油中的硫元素燃烧时能生成 SO_2
 B. 动物尸体腐败过程产生的 H_2S 气体会进入大气

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 H_2SO_4 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

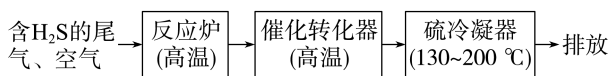
C. 若 A 为碳单质, 则将 C 通入少量的澄清石灰水中, 一定可观察到有白色沉淀产生

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 CO_2 , 过量的 CO_2 通入澄清石灰水中没有沉淀产生, 且 C 也可为 H_2O , C 项错误; 工业上, SO_2 转化为 SO_3 的条件是 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 左右、常压、使用催化剂, D 项正确。

综合性·创新提升

6. 工业上用克劳斯工艺处理含 H_2S 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 H_2S 发生反应: $2H_2S + 3O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2SO_2 + 2H_2O$

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

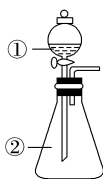
B. 催化转化器中发生的反应为 $SO_2 + 2H_2S \xrightarrow{\text{高温}} 3S + 2H_2O$

C. 为提高 H_2S 转化为 S 的比例, 理论上应控制反应炉中 H_2S 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 $SO_2 + 2H_2S \xrightarrow{\text{高温}} 3S + 2H_2O$, 故 B 正确; 根据反应: $SO_2 + 2H_2S \xrightarrow{\text{高温}} 3S + 2H_2O$ 和 $2H_2S + 3O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2SO_2 + 2H_2O$ 分析, 为提高 H_2S 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 H_2S 变为 SO_2 , 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	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	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 SO_2 , D 项正确。

8. 硫在自然界中以游离态和多种化合态形式出现。硫的化合物大多具有氧化性或还原性。许多金属硫化物难溶于水。完成下列填空：

(1) 硫化氢具有还原性，可以和许多氧化剂反应。在酸性条件下， H_2S 和 KMnO_4 反应生成 S 、 MnSO_4 、 K_2SO_4 和 H_2O ，写出该反应的化学方程式：

(2) 石油化工的废气中有 H_2S 。写出从废气中回收单质硫的两种方法(除空气外，不使用其他原料，用化学方程式表示)：

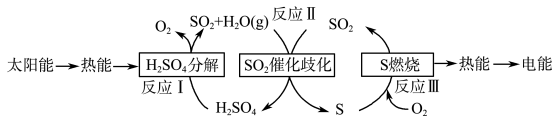
解析：(1) $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{-2e^-} \text{S}$ ， $\text{KMnO}_4 \xrightarrow{+5e^-} \text{Mn}^{2+}$ ，按得失电子守恒配平系数，即得： $5\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{S} \downarrow$ 。

(2) 由题意可知，生成 S 的反应有 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2 + \text{S}$ 等。

答案：(1) $5\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{S} \downarrow$

(2) $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ， $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2 + \text{S}$ (或 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$)

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 H_2SO_4 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 H_2SO_4 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 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ 。(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 $2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \uparrow$ 。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， SO_2 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) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

(2) $2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \uparrow$ 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

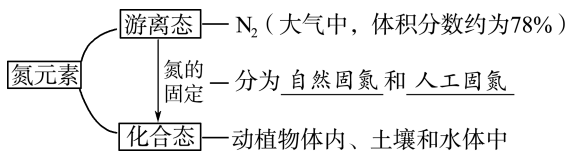
学习任务目标

- 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

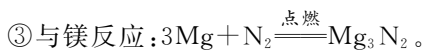
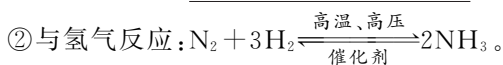
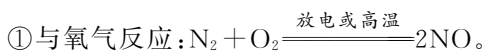


2. 氮气的性质

(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	<u>无色</u>	<u>红棕色</u>
	溶解性	不溶于水	易溶于水
化学性质	与 O_2 反应	$2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$	不反应
	与 H_2O 反应	不反应	$3NO_2 + H_2O \rightleftharpoons 2HNO_3 + NO$
	毒性	<u>有毒</u>	<u>有毒</u>

任务型课堂

任务一 氮的固定及氮的氧化物

「探究活动」

某地有一狭长山谷, 当地牧民经常遇到在风和日丽的晴天顷刻间电闪雷鸣, 狂风大作, 人畜皆遭雷击而倒毙, 奇怪的是这里牧草茂盛、四季常青, 被当地牧民称为“魔鬼谷”。

探究 1: 电闪雷鸣时发生什么反应?

提示: $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$ 。

探究 2: “牧草茂盛、四季常青”的原因是什么?

提示: NO 被空气中的 O_2 氧化为 NO_2 , NO_2 被雨水吸收转化为 HNO_3 , HNO_3 随雨水降到大地, 与土壤的矿物质结合成硝酸盐, 含氮化合物可促进植物的生长。

探究 3: 自然界还有哪些固氮形式?

提示: 生物固氮(豆科植物的根瘤把空气中的氮气转化为硝酸盐)。

「评价活动」

1. 众所周知, 一氧化氮是一种大气污染物, 是吸烟、汽车尾气及垃圾燃烧等释放出的有害气体。下列关

于 NO 的说法错误的是 ()

- A. NO 是无色气体
- B. NO 是汽车尾气的有害成分之一
- C. 可以用向上排空气法收集 NO
- D. NO 在一定条件下也可作氧化剂

C 解析: 因 NO 可与空气中的 O_2 反应生成 NO_2 , 故 NO 不能用排空气法收集, 只能用排水法收集。

2. 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。

3. 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。

4. 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。

5. 下列反应必须加入氧化剂且一步反应就能完成的是 ()

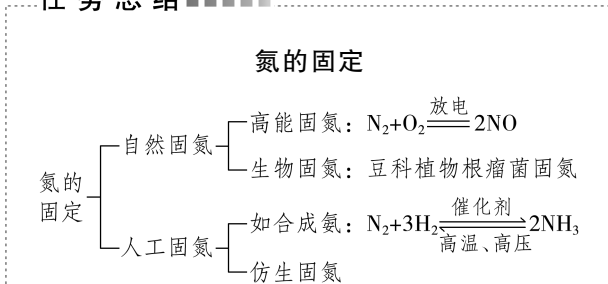
- ① N₂ → NO₂ ② NO₂ → NO ③ NO₂ → HNO₃
 ④ N₂ → NO ⑤ N₂ → NH₃

- A. ① B. ②⑤ C. ④ D. ③④

C 解析: 该题有两个要求:(1)必须加入氧化剂。(2)一步反应就能完成。反应①、③、④从化合价角度来看氮元素的化合价都升高,但反应① N₂ → NO₂ 不能一步反应就完成,而反应③ NO₂ → HNO₃,虽然氮元素的化合价升高,但不加氧化剂也能实现,如 3NO₂ + H₂O = 2HNO₃ + NO,在该反应中,

NO₂ 既是氧化剂又是还原剂,只有反应④ N₂ → NO 必须加入氧化剂且一步反应就能完成。

任务总结 ■■■■■

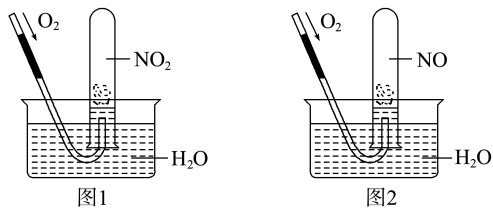


任务二 氮的氧化物溶于水的计算

「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。



探究 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?

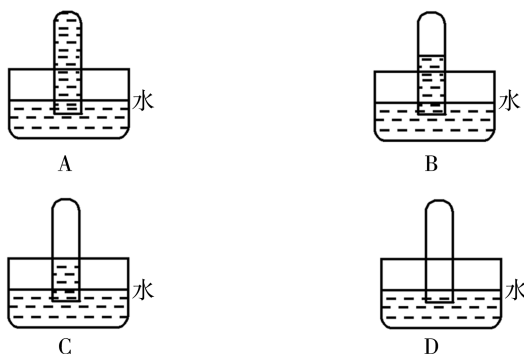
提示: 红棕色气体逐渐变为无色,试管内液面上升,持续通入适量 O₂,试管内可充满水。当 V(NO₂):V(O₂) = 4:1 时,NO₂ 完全转化成 HNO₃。

探究 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; SO_2 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. 将一定体积的 NO_2 、 NO 和 O_2 依次通入倒置于水槽且装满水的容器, 充分反应后容器中仍充满溶液, 则通入的 NO_2 、 NO 和 O_2 的体积比可能是 ()

- A. 1 : 1 : 2
- B. 4 : 3 : 2
- C. 4 : 16 : 13
- D. 4 : 3 : 4

C 解析: 根据 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$, $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$, 将一定体积的 NO_2 、 NO 和 O_2 依次通入倒置于水槽且装满水的容器, 充分反应后容器中仍充满溶液, 根据得失电子守恒, 则 $n(\text{NO}_2) + 3n(\text{NO}) = 4n(\text{O}_2)$, 故 C 正确。

3. 在一定条件下, 将 NO_2 和 O_2 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 ()

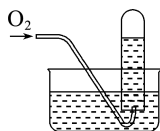
- A. 1.2 mL
- B. 2.4 mL
- C. 3 mL
- D. 10 mL

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 O_2 , 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 O_2 反应后剩余 6 mL NO_2 , 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 O_2 , 下列有关实验最终状态的描述正确的是 ()

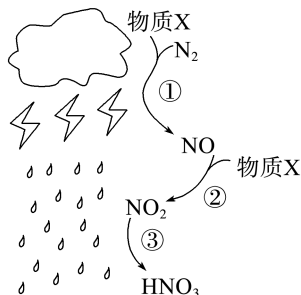
- A. 试管内气体呈红棕色
- B. 试管内气体为无色的 NO
- C. 试管内气体为无色的 O_2
- D. 试管内液面上升至充满整个试管

B 解析: NO 和 O_2 恰好反应生成 HNO_3 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 O_2 , 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。

5. 如图所示为雷雨时节, 雨水中硝酸的形成过程。回答下列有关问题:



(1) 图中物质 X 为 _____ (填化学式), 转化①、②、③中属于氮的固定的是 _____。

(2) NO_2 与水蒸气反应生成稀硝酸的化学方程式为 _____; 该反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 _____。

(3) 俗话说“雷雨发庄稼”, 一些植物的根可以将空气中的 N_2 转化为 NH_3 , NH_3 与雨水中的 HNO_3 反应, 形成氮肥。这种氮肥加热至 230°C 分解, 产生两种常温下无污染的气体, 该反应的化学方程式为 _____。

(4) 将容积为 50 mL, 充满 O_2 和 NO_2 气体的试管倒扣在装满水的水槽中, 试管内液面上升, 最终有 5 mL 气体剩余, 假设反应前后试管内气体压强和温度均不变, 则反应前试管内 O_2 和 NO_2 的体积比可能为 _____ (写出所有可能的答案)。

解析: (1) 氮气和氧气放电条件下合成一氧化氮, 故 X 为 O_2 ; 氮的固定为游离态的氮变为化合态的氮的过程, 故属于氮的固定的为①。(2) 二氧化氮和水生成硝酸和一氧化氮, 化学方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$; 该反应中 3 mol 二氧化氮中有 2 mol 生成硝酸, 为还原剂, 有 1 mol 生成一氧化氮, 为氧化剂, 故氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1 : 2。(3) 氨和硝酸生成氮肥硝酸铵, 硝酸铵加热分解生成两种无污染的气体氮气和氧气, 故化学方程式为 $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{230^\circ\text{C}} \text{O}_2 \uparrow + 2\text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。(4) 若 NO 剩余, 则首先发生反应 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$, 然后剩余的二氧化氮继续反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 最终 NO 是 5 mL, 则剩余的 NO_2 是 15 mL。所以另外 35 mL 气体是 NO_2 和 O_2 按照体积比 4 : 1 进行反应, 其中 28 mL 是二氧化氮, 7 mL 是氧气, 所以二氧化氮共计 43 mL, 氧气 7 mL, 则 O_2 和 NO_2 的体积比为 7 : 43; 若 O_2 剩余, 剩余 O_2 是 5 mL, 则另外 45 mL 气体是 NO_2 和 O_2 按照体积比 4 : 1 进行反应, 其中 36 mL 是二氧化氮, 9 mL 是氧气, 所以二氧化氮

是36 mL,氧气共计14 mL,则O₂和NO₂的体积比为7:18。

答案:(1)O₂ ①

(2)3NO₂+H₂O=2HNO₃+NO 1:2

(3)2NH₄NO₃ $\xrightarrow{230\text{ }^\circ\text{C}}$ O₂↑+2N₂↑+4H₂O

(4)7:43 或 7:18

任务总结

NO_x与O₂混合气体溶于水的计算

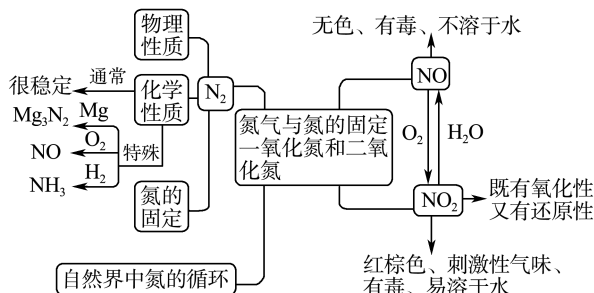
(1)4NO₂+O₂+2H₂O=4HNO₃

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

(2)4NO+3O₂+2H₂O=4HNO₃

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

提质归纳



课后素养评价(三)

基础性·能力运用

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N₂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 ()

- ①NH₃ ②NO ③NO₂ ④N₂O₃
 ⑤N₂O₅ ⑥HNO₃

A. ②④⑥ B. ②③⑤⑥

C. ①④⑤ D. ①③⑤

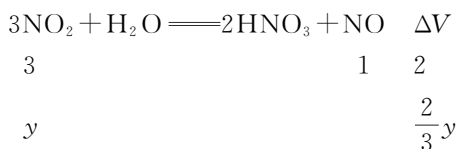
C 解析:放电时,空气中的N₂和O₂会化合生成NO,NO很容易与O₂反应生成NO₂,NO₂溶于水生成HNO₃和NO,N₂O₃、N₂O₅溶于水易形成对应的酸。

知识点2 NO_x与O₂、H₂O反应的计算

3. 将盛有N₂和NO₂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N₂和NO₂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N₂和NO₂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O₂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 ()

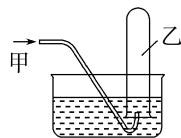
- A. $\frac{1}{4}$ B. $\frac{3}{4}$
 C. $\frac{1}{8}$ D. $\frac{3}{8}$

C 解析:4NO+3O₂+2H₂O=4HNO₃;若各取NO和O₂4体积,则反应后剩余1体积O₂,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O₂,乙为NO
 B. 甲为O₂,乙为NO₂
 C. 甲为NO,乙为O₂
 D. 甲为NO₂,乙为O₂

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·mol⁻¹,则乙气体的物质的量是 $\frac{V}{V_m}$ mol;若甲为O₂,乙为NO,发生反应:4NO+3O₂+2H₂O=4HNO₃,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 · L⁻¹;

若甲为 O₂,乙为 NO₂,发生反应:4NO₂ + O₂ + 2H₂O = 4HNO₃,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 · L⁻¹;

若甲为 NO,乙为 O₂,发生反应 4NO + 3O₂ + 2H₂O = 4HNO₃,根据化学方程式可知生成硝酸的物

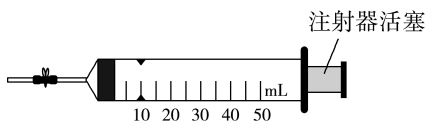
质的量为 $\frac{V}{V_m} \times \frac{4}{3}$ mol,硝酸浓度为 $\frac{4}{3V_m}$ mol · L⁻¹;若

甲为 NO₂,乙为 O₂,发生反应 4NO₂ + O₂ + 2H₂O = 4HNO₃,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 · 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 NO₂,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 N₂ 和 O₂ 组成的混合气体[其中 V(N₂):V(O₂)=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) ()

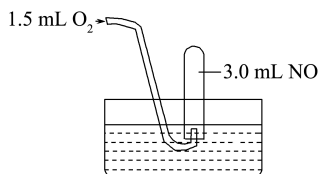


- A.NO 和 N₂,23 mL B.NO₂ 和 N₂,45 mL
C.NO 和 N₂,45 mL D.NO,23 mL

解析:NO₂ 与水发生反应:3NO₂ + H₂O = NO + 2HNO₃,45 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(N₂):V(O₂)=4:1],则 N₂ 的体积为 15 mL ×

$\frac{4}{5}=12$ mL,O₂ 体积为 15 mL × $\frac{1}{5}=3$ mL,发生反应:4NO + 3O₂ + 2H₂O = 4HNO₃,3 mL O₂ 消耗 4 mL NO,则剩余 NO 为 15 mL - 4 mL = 11 mL,N₂ 难溶于水,则剩余气体为 NO 和 N₂,总体积为 11 mL + 12 mL = 23 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。

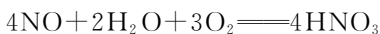
- (1)写出观察到的现象(可不写满,也可补充):

- 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 NO₂:2NO + O₂ = 2NO₂,然后 NO₂ 与水反应:3NO₂ + H₂O = 2HNO₃ + NO,导致试管中的液面上升。

将上述两个反应合并可得:



4 3
V(NO) 1.5 mL

解得 V(NO)=2.0 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

综合性·创新提升

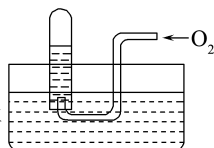
- 8.NO₂ 可以用氢氧化钠溶液吸收,或在一定条件下用氨气与其反应使之转化为无污染的物质,发生反应的化学方程式分别是 2NO₂ + 2NaOH = M + NaNO₃ + H₂O,8NH₃ + 6NO₂ = 7X + 12H₂O。则 M、X 代表的物质的化学式分别是 ()

- A.NaNO₂、N₂ B.HNO₂、N₂
C.NO、HNO₃ D.N₂、N₂

解析:根据化合价升降关系以及原子守恒,判断 M 为 NaNO₂,X 为 N₂。

- 9.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



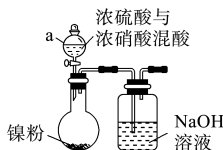
D 解析:试管中盛装的气体呈红棕色,那么一定有二氧化氮存在。根据题述现象可知,原试管中盛装的气体的成分情况可能为① NO_2 、② NO_2 和 O_2 (少量)、③ NO_2 和 NO 等。

10. 为了避免 NO 、 NO_2 、 N_2O_4 对大气的污染,常采用 NaOH 溶液进行吸收处理(反应的化学方程式: $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{NO}_2 + \text{NO} + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)。现有由 $a \text{ mol NO}$ 、 $b \text{ mol NO}_2$ 、 $c \text{ mol N}_2\text{O}_4$ 组成的混合气体恰好被 $V \text{ L NaOH}$ 溶液吸收(无气体剩余),则此 NaOH 溶液的物质的量浓度为 ()

- A. $\frac{a+b+c}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 B. $\frac{2a+b+c}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. $\frac{a+b+2c}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. $\frac{b+2c}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C 解析:为了避免 NO 、 NO_2 、 N_2O_4 对大气的污染,常采用 NaOH 溶液进行吸收处理,根据反应的化学方程式: $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{NO}_2 + \text{NO} + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 可知,氮氧化物最终转化为 NaNO_3 、 NaNO_2 。 $a \text{ mol NO}$ 、 $b \text{ mol NO}_2$ 、 $c \text{ mol N}_2\text{O}_4$ 组成的混合气体恰好被 $V \text{ L NaOH}$ 溶液吸收(无气体剩余),再根据元素守恒得到 NaOH 物质的量为 $(a+b+2c) \text{ mol}$,因此 NaOH 溶液的物质的量浓度为 $\frac{(a+b+2c) \text{ mol}}{V \text{ L}} = \frac{a+b+2c}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故C正确。

11. 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: $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。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

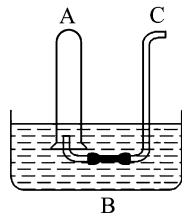
B. 将烧瓶中反应后的溶液蒸发结晶可以获得 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体

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 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 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。

12. 如图所示,在B水槽中装有 500 mL 水,容积为 $a \text{ mL}$ 的试管A充满了 NO_2 和 NO 的混合气体(标准状况),将试管A倒插入B水槽的水中。充分反应后,试管A中剩余气体的体积为 $0.5a \text{ mL}$ 。



(1) 将A倒插入B水槽中发生的反应为

_____,
 该反应中氧化剂与还原剂的质量比为_____,
 原混合气体中 NO_2 和 NO 的物质的量之比为_____。

(2) 通过导气管C向剩余 $0.5a \text{ mL}$ 气体的试管A中持续通入氧气,A中可能观察到的现象是

_____。
 _____。

(3)当试管 A 中充满气体时停止通入氧气,然后将试管取出水槽,B 水槽中溶液的物质的量浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (设溶液的体积仍为 500 mL)。

解析:(1)试管 A 倒插入 B 水槽中后,发生反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,氧化剂与还原剂均为 NO_2 ,质量比为 1 : 2。根据题意有 $\frac{1}{3}n(\text{NO}_2) + n(\text{NO}) = \frac{1}{2}[n(\text{NO}_2) + n(\text{NO})]$, $n(\text{NO}_2) : n(\text{NO}) = 3 : 1$ 。(2)试管 A 中剩余 0.5a mL 气体为 NO ,通入氧气后,发生反应 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$,可写为 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$,无色气体变为红棕色气体,试管中液面不断上升至全充满,

继续通入氧气后,试管中液面下降,最后充满无色气体(O_2)。(3)试管中充满气体时,根据氮原子守恒, $n(\text{HNO}_3) = n(\text{气体}) = \frac{a}{22.4} \times 10^{-3} \text{ mol}$,

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{\frac{a}{22.4} \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = \frac{a}{11\ 200} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

答案:(1) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 1 : 2
3 : 1

(2)无色气体变为红棕色,试管中液面不断上升至全充满。继续通入氧气后,试管中液面下降,最后充满无色气体

$$(3) \frac{a}{11\ 200}$$

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。

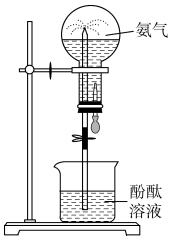
问题式预习

一、氨

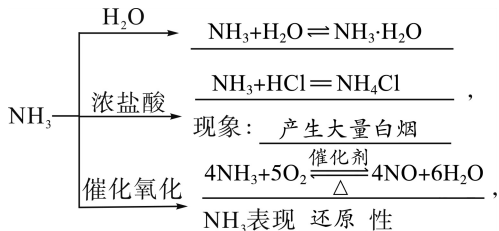
1.物理性质

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

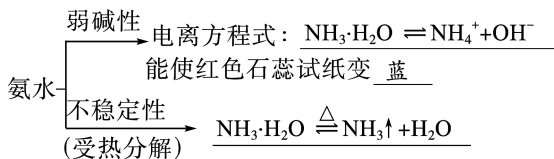
2.喷泉实验

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



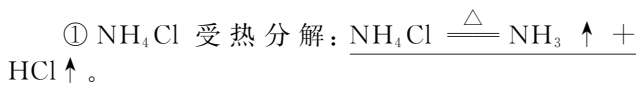
二、铵盐

1.物理性质

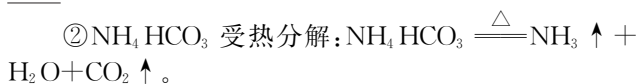
绝大多数铵盐 易 溶于水。

2.化学性质

(1)不稳定性



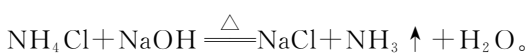
现象:白色固体消失,在试管口 重新凝结成白色固体。



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:



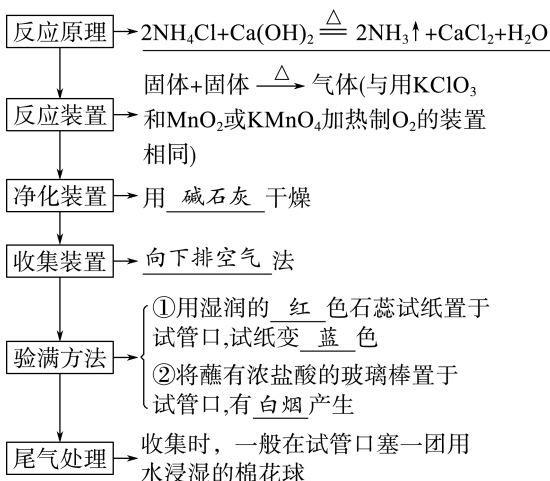
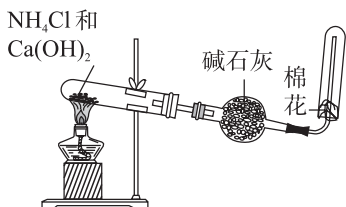
3. NH_4^+ 的检验

(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



任务型课堂

任务一 氨和铵盐的性质

「探究活动」

合成氨是人类科学技术发展史上的一项重大成就,在很大程度上解决了地球上因粮食不足而导致的饥饿问题,是化学和技术对社会发展与进步的巨大贡献。

探究 1: 氨有哪些用途?

提示: 合成炸药、农药、染料; 制备硝酸、纯碱等。

探究 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。

探究 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. 下列关于铵盐和氮肥的说法正确的是 ()

- ① 农业生产中常使用的氮肥都是易溶于水的;
- ② 生产中使用的尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 不属于有机物;
- ③ 铵态氮肥可以与草木灰混合施用;
- ④ 铵态氮肥在使用时宜深施盖土, 避免受热。

- A. ①③ B. ①④
C. ②③ D. ②④

B 解析: 农业生产中常使用的氮肥都是易溶于水的, ① 正确; 尿素是人类历史上第一种人工合成的有机物, ② 错误; 铵态氮肥不可以与草木灰混合施

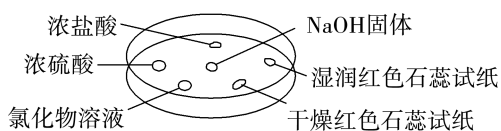
用, 因为二者混合使用后会生成氨, 氨易挥发, 造成氮元素的损失, ③ 错误; 铵态氮肥受热易分解, 在使用时宜深施盖土, 避免受热, ④ 正确; 综上所述, 正确的组合为 ①④, 答案选 B。

2. 某同学探究氨和铵盐的性质, 相关实验操作及现象正确的是 ()

- A. 加热 NH_4Cl 晶体制备氨
- B. 将分别蘸有浓氨水和浓硫酸的玻璃棒靠近, 观察到白烟
- C. 将浓氨水滴到 CaO 上, 会有氨生成
- D. 除去碘中混有的少量氯化铵, 可采用升华的方法

C 解析: NH_4Cl 晶体受热分解生成氨和氯化氢, 但氨和氯化氢冷却后又结合成氯化铵, 所以不能用加热 NH_4Cl 晶体的方法制备氨, 故 A 错误; 将分别蘸有浓氨水和浓盐酸 (或浓硝酸) 的玻璃棒靠近, 挥发出来的 NH_3 和 HCl (HNO_3) 结合成氯化铵 (硝酸铵) 固体小颗粒, 在空气中形成白烟, 浓硫酸难挥发, 所以将分别蘸有浓氨水和浓硫酸的玻璃棒靠近, 不能观察到白烟, 故 B 错误; 将浓氨水滴到 CaO 上, 发生反应 $\text{CaO} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 \uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$, 生成氨, 同时 CaO 遇水放出大量的热, 使一水合氨分解生成氨, 故 C 正确; 在加热条件下, 碘升华, 氯化铵分解生成氨和氯化氢, 冷却后碘凝华, 氨和氯化氢结合成氯化铵, 碘和氯化铵仍混在一起, 所以不能采用升华的方法除去碘中混有的少量氯化铵, 故 D 错误。

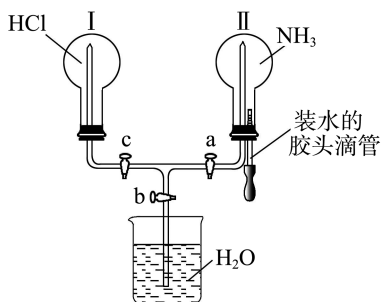
3. 利用培养皿探究氨的性质, 如图所示。实验时向 NaOH 固体上滴几滴浓氨水, 立即用另一表面皿扣在上面。下表中对实验现象所做的解释正确的是 ()



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。

4. 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」

在众多的化工原料和产品中, 都能见到硫和氮等元素的踪迹。工业上, 由 N_2 可制 NH_3 , 由 NH_3 可制 HNO_3 及铵盐, 有的铵盐可作农业上的化肥, 有的铵盐可用于实验室中制 NH_3 。

探究 1: 实验室制取氨用的原料是什么? 其原理是什么?

提示: 实验室制取氨的原料是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 NH_4Cl 。

原理: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

探究 2: 实验中产生的多余的氨要进行处理以免污染空气, 应如何处理?

提示: 可在导管口放一团用水或稀硫酸浸湿的棉花团。

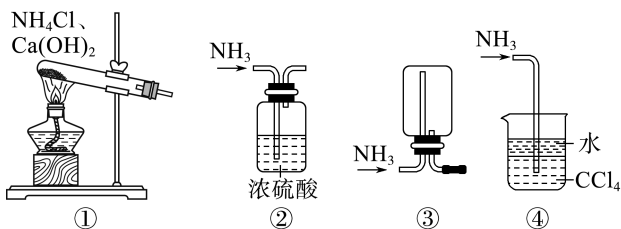
探究 3: 实验室制取氨时如何干燥氨气? 能否使用氯化钙或浓硫酸干燥?

提示: 可用碱性干燥剂碱石灰进行干燥。不能用氯

化钙或浓硫酸干燥。因为 NH_3 是碱性气体,能与浓硫酸反应, NH_3 也能与 CaCl_2 反应生成络合物。

「评价活动」

1. 实验室制备氨的装置如图所示,下列有关仪器使用或实验操作不正确的是 ()



A. 实验室用装置①制备少量氨

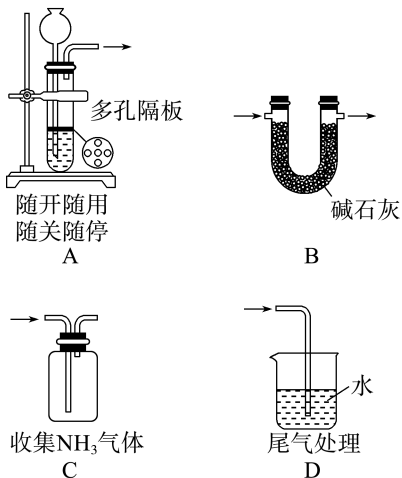
B. 用装置②干燥氨

C. 用装置③收集氨

D. 用装置④吸收多余氨防止倒吸

B 解析: 加热氯化铵和氢氧化钙发生反应产生氨,可用来制备氨气,A 正确;氨气与硫酸反应,不能用浓硫酸干燥氨,故 B 错误;氨的密度比空气小,可用向下排空气法收集,C 正确;氨不溶于 CCl_4 ,用 CCl_4 和水产生隔层,能防倒吸,D 正确。

2. 实验室用浓氨水和生石灰反应生成 NH_3 ,按照生成、净化、收集、尾气处理的顺序进行实验。下列装置(“→”表示气流方向)能达到实验目的的是 ()



B 解析: 浓氨水和生石灰反应放热,不可采用简易启普发生器,故 A 错误;氨可以用碱石灰干燥,故 B 正确;氨密度比空气密度小,收集时应短进长出,故 C 错误;氨极易溶于水,处理尾气时应用倒扣的漏斗防止倒吸,故 D 错误。

3. 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 ;

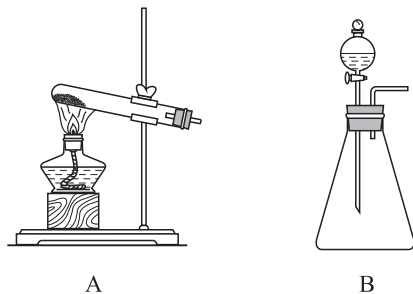
③ 浓氨水。

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

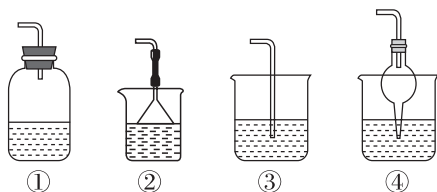
D. 碱石灰

E. 固体 CaO

F. 无水 CaCl_2

(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 NH_3 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

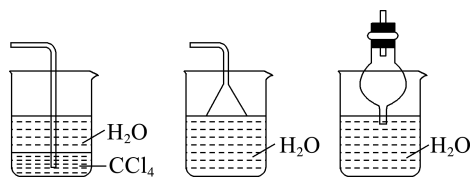
氨的实验室制法的注意事项

(1) 制备

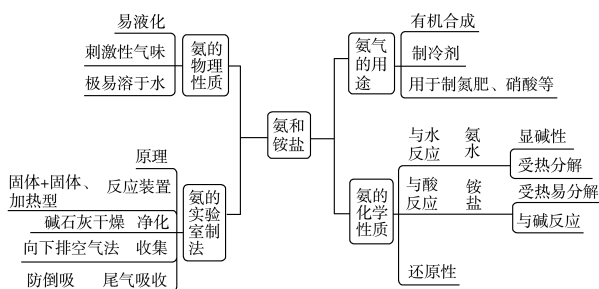
不直接加热氯化铵,因为生成的氨气和 HCl 会化合生成氯化铵,不直接加热硝酸铵,因为加热时易发生爆炸。

(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

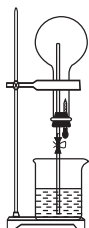


课后素养评价(四)

基础性·能力运用

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,烧瓶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. CO_2 (NaHCO_3 溶液)/无色喷泉
- B. NH_3 (含酚酞的水)/红色喷泉
- C. H_2S (CuSO_4 溶液)/黑色喷泉
- D. HCl (AgNO_3 溶液)/白色喷泉

A 解析: CO_2 不与 NaHCO_3 反应,且 CO_2 在 NaHCO_3 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. 下列关于铵盐的叙述不正确的是 ()

- A. 所有铵盐中,氮元素化合价都是-3 价
- B. 铵盐都能与碱反应
- C. 铵态氮肥不宜与碱性物质混合使用
- D. 铵盐中都含有铵离子

A 解析: NH_4NO_3 中的氮元素化合价为-3 价、+5 价, A 错误。

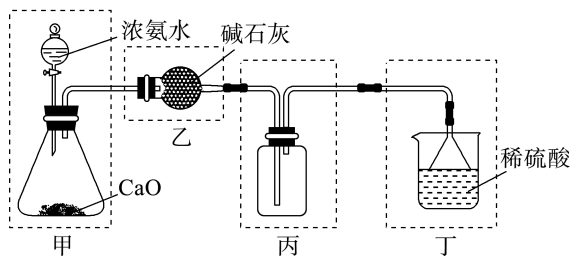
知识点 3 氨气的实验室制法

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。

综合性·创新提升

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. 为了检验某固体物质中是否含有 NH_4^+ , 你认为下列试纸和试剂需用到的是 ()

①蒸馏水 ②NaOH 溶液 ③红色石蕊试纸
 ④蓝色石蕊试纸 ⑤稀硫酸

A. ①②④ B. ①②③
 C. ②③ D. ①③⑤

B 解析: 固体溶于 NaOH 溶液后, 加热, 若含有 NH_4^+ , 则发生 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, NH_3 能使湿润(用到蒸馏水)的红色石蕊试纸变蓝。

9. 下列离子方程式书写正确的是 ()

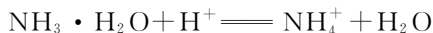
A. 实验室用氯化铵和熟石灰制氨气:



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

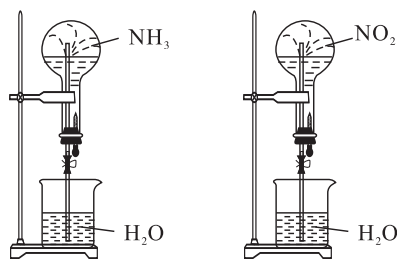
书写的要求; D 项, 向氨水中滴加 FeCl_3 溶液应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ 。

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 ()



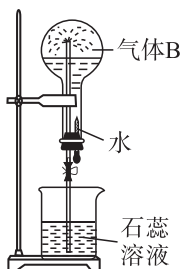
A. ① > ② B. ① < ②
 C. ① = ② D. 不能确定

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 $\frac{\frac{2}{3}V}{\frac{2}{3}V} = \frac{2}{3} \frac{V}{V_m} =$

$\frac{1}{V_m}$, 所以物质的量浓度相等。

12. A 是一种酸式盐, 它与 NaOH 溶液共热, 放出无色气体 B, 用圆底烧瓶收集干燥的气体 B, 按如图所示装置进行喷泉实验, 挤压胶头滴管, 可得到蓝色喷泉。若向 A 中加入稀盐酸, 产生的无色气体 C 能使品红溶液褪色。请回答下列问题:



(1) A 的化学式为_____。

(2) 可用于除去 B 中水分的干燥剂是_____, 收集气体 B 的方法是_____。

(3) 写出反应 A→C 的离子方程式:_____。

(4) A 与过量 NaOH 溶液共热反应的离子方程式为_____。

解析: 根据无色气体 B 能使石蕊溶液变蓝色, 推知 B 为 NH₃; 根据无色气体 C 能使品红溶液褪色, 推知 C 为 SO₂; 因为 A 为酸式盐, 所以进一步推知 A 为 NH₄HSO₃。NH₄HSO₃ 与过量 NaOH 溶液共热时发生反应 $\text{NH}_4\text{HSO}_3 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

答案: (1) NH₄HSO₃ (2) 碱石灰 向下排空气法

(3) $\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$

(4) $\text{NH}_4^+ + \text{HSO}_3^- + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \uparrow + \text{SO}_3^{2-}$

第 3 课时 硝酸 酸雨及防治

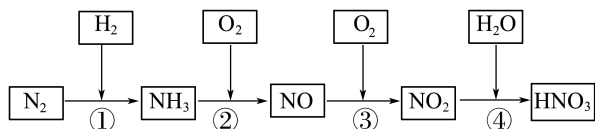
学习任务目标

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。

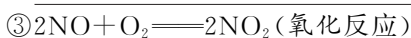
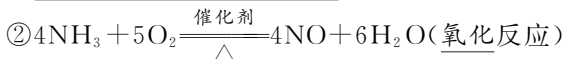
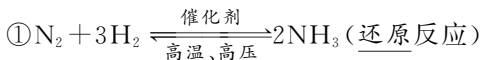
问题式预习

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。



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 $8\text{HNO}_3(\text{稀}) + 3\text{Cu} = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

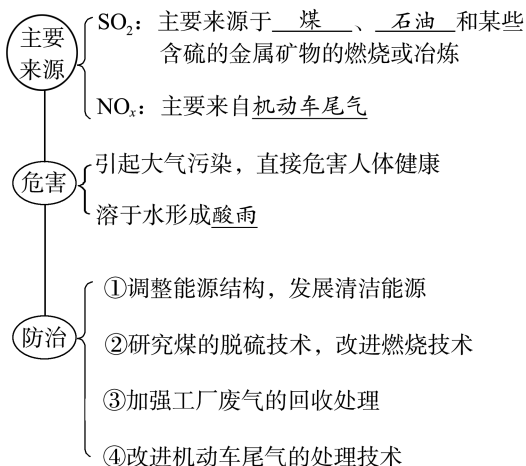
② 常温下, 冷的浓硝酸能使铁、铝钝化。

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。

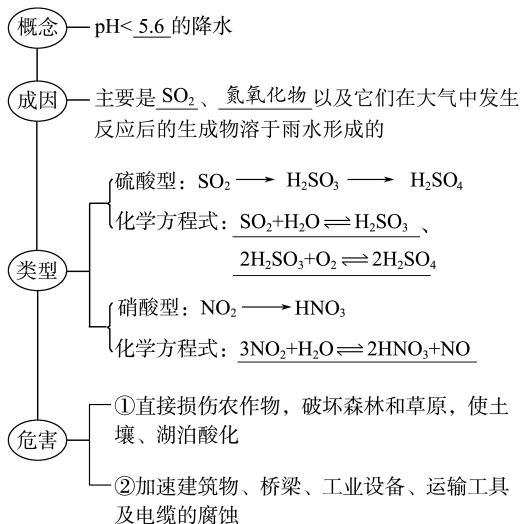
(3) 不稳定性

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 NO₂ 又溶于硝酸。

二、SO₂ 与 NO_x 对大气的污染1. SO₂ 和 NO_x 的主要来源、危害和防治

2. 酸雨



任务型课堂

任务一 硝酸的强氧化性

「探究活动」

硝酸是重要的化工原料, 用于制化肥、农药、炸药、染料等。

探究 1: 浓硝酸中加入紫色石蕊溶液, 溶液先变红又褪色, 这表现了 HNO₃ 的什么性质?

提示: 酸性和强氧化性。

探究 2: 浓、稀硝酸分别与铜反应时, 其还原产物相同吗?

提示: 浓硝酸、稀硝酸分别与铜反应时, 其还原产物不同, 前者生成 NO₂, 后者生成 NO。

探究 3: 酸性条件下 Fe²⁺、NO₃⁻、Na⁺ 能大量共存吗?

提示: 不能大量共存, NO₃⁻ 在酸性条件下可将 Fe²⁺ 氧化为 Fe³⁺。

「评价活动」

1. 下列反应中硝酸既表现出酸性又表现出氧化性的是 ()

- 使石蕊溶液变红
- 与铜反应放出 NO 气体, 生成 Cu(NO₃)₂
- 与 Na₂CO₃ 反应放出 CO₂ 气体, 生成 NaNO₃
- 与 S 单质混合共热时生成 H₂SO₄ 和 NO₂

B 解析: A 项, HNO₃ 只表现出酸性; B 项, Cu 与稀硝酸反应时, 硝酸部分起酸的作用生成 Cu(NO₃)₂, 部分作氧化剂被还原为 NO; C 项, $2\text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaNO}_3$, HNO₃ 只表现出酸性; D 项, HNO₃ 将 S 氧化为 H₂SO₄, 自身被还原为 NO₂, 在该反应中 HNO₃ 只表现出氧化性。

2. 下列关于硝酸的说法正确的是 ()

- 硝酸与金属反应时, 主要是 +5 价的氮得电子
- 浓硝酸与浓盐酸按 1 : 1 的体积比所得的混合物叫王水
- 硝酸电离出的 H⁺ 能被 Zn、Fe 等金属还原成 H₂
- 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 H₂, 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。

3. 下列说法正确的是 ()

- 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 NO₂
- 常温下, 铝遇浓硝酸或浓硫酸时会发生钝化
- 实验室可用加热氯化铵固体的方法制备氨气
- 大气中 NO₂ 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 NO₂, 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; NH₄Cl 加热分解生成 NH₃ 和 HCl, 二者冷却后又可重新化合生成 NH₄Cl, 不能用加热 NH₄Cl 的方法制取 NH₃, C 错误; NO₂ 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

NO₃⁻的强氧化性

碱性、中性条件下,NO₃⁻无氧化性,但在酸性条件下,NO₃⁻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NO₃⁻的组合相当于HNO₃,能够氧化具有强还原性的离子,而单纯的NO₃⁻不能氧化这些离子。

加热时NO₃⁻表现出强氧化性,例如硝酸铵加热时易爆炸,黑火药(S、KNO₃、C)加热时爆炸。

任务二 硝酸与金属反应的计算

「探究活动」

探究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,

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

探究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HNO₃转变为Cu(NO₃)₂和氮的氧化物(NO₂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HNO₃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NO₂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NO₂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NO₂和NO的混合气体,当铜完全溶解时,共产生NO₂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NO₂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 mol·L⁻¹的浓硝酸中,得到NO₂和N₂O₄的混合气体1 120 mL(标准状况)。向反应后的溶液中加入1.0 mol·L⁻¹NaOH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 mol·L⁻¹的浓硝酸中含有HNO₃的物质的量为_____mol。

(2)该合金含铜_____g。

(3)混合气体中,NO₂和N₂O₄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、NO₂、N₂O₄,NO₂、N₂O₄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 mol·L⁻¹的浓硝酸中含有HNO₃的物质的量为0.05 L × 14 mol·L⁻¹ = 0.7 mol。(2)根据 $n(\text{OH}^-) = 0.06 \text{ mol}$ 以及Cu(OH)₂和Mg(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N₂O₄的物质的量为 a ,则NO₂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NO₂的物质的量为 0.04 mol ,所以混合气体中,NO₂和N₂O₄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NO₃⁻一部分仍以NO₃⁻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 $3\text{Cu}+8\text{H}^++2\text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{Cu}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$ 。

任务三 酸雨的形成及防治

「探究活动」

探究 1: 酸雨的产生与什么有关? 造成怎样的危害?

提示: 酸雨的产生与 SO_2 、 NO_x 有关。酸雨有很大的危害,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、运输设备和电缆的腐蚀。

探究 2: 煤燃烧会产生含 SO_2 的废气,可以采用“钙基固硫法”解决。即将生石灰与含硫的煤混合后再燃烧,可以将生成的 SO_2 最终转化为 CaSO_4 ,请写出该反应的化学方程式。

提示: $2\text{CaO}+2\text{SO}_2+\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CaSO}_4$ 。

「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

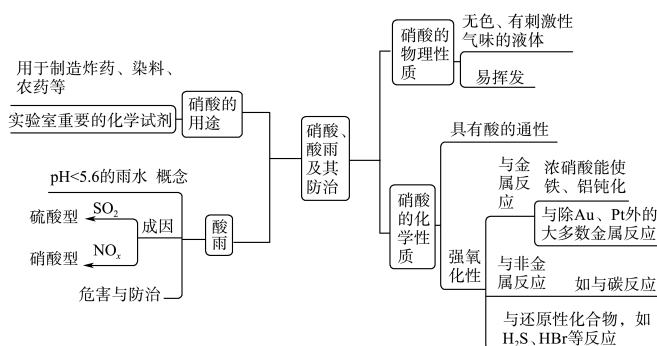
A 解析: A 项,温室效应是 CO_2 的大量排放导致的,植树造林可降低空气中 CO_2 的浓度,缓解温室效应;B 项, SO_2 和 NO_2 等酸性气体的大量排放,会导致酸雨;C 项,汽车尾气中含氮氧化物、碳氢化合物,可引起光化学烟雾;D 项,氮、磷等营养元素可使水体富营养化,引起赤潮。

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)

基础性·能力运用

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. FeCl_3 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. $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
 B. $\text{FeO} + 4\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2 \uparrow$
 C. $\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}_2 \uparrow$
 D. $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{NO}_3$

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
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 Fe^{3+} , 过量铁粉将 Fe^{3+} 还原, 最终得到 Fe^{2+} , 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 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸反应, 若 $c(\text{NO}_3^-)$ 减少 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{H}^+)$ 减少 ()

- A. $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D 解析: 铜跟 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸反应的离子方程式为 $8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + 3\text{Cu} \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, H^+ 和 NO_3^- 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 $12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

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 $x =$

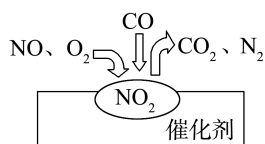
1.5 mol , $y = 0.5 \text{ mol}$, 故混合气体中 NO_2 和 NO 的体积比为 $3:1$, 故 B 正确; 纵观整个过程, 根据得失电子守恒可知, Mg、Cu 失去的电子数等于氧气获得的电子数, 则转移电子为 $0.75 \text{ mol} \times 4 = 3 \text{ mol}$, 反应中 Mg、Cu 均为 +2 价, 根据得失电子守恒, 可知 Mg、Cu 的物质的量之和为 $3 \text{ mol} \div 2 = 1.5 \text{ mol}$, 故 C 错误; NO 、 NO_2 与 O_2 、 H_2O 反应又转化为 HNO_3 , 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 ()

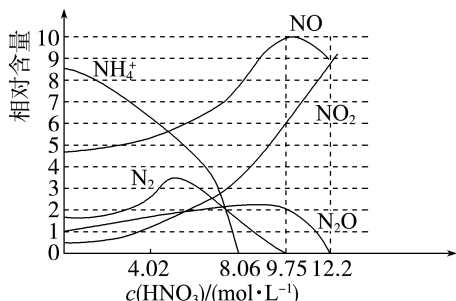


- A. NO_2 是该过程的最终产物
 B. NO 和 O_2 必须在催化剂表面才能反应
 C. 汽车尾气的主要污染成分是 CO_2 、 NO 和 NO_2 等
 D. 该催化转化的总化学方程式: $2\text{NO} + \text{O}_2 + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{CO}_2 + \text{N}_2$

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。

综合性·创新提升

7. 铁与不同浓度的硝酸溶液反应时, 各种含氮产物的相对含量与硝酸溶液浓度的关系如图所示, 下列说法正确的是 ()



- A. 硝酸溶液的浓度越小, 其氧化产物中氮元素的价态越低
 B. 铁与足量 $4.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸溶液反应, 所得含氮产物主要为 NO
 C. 足量铁与 $30 \text{ mL } 12.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸溶液反应, 生成的气体物质的量为 0.122 mol
 D. 少量铁与浓度恒为 $9.75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸溶液反应, 还原剂与氧化剂的物质的量之比为 $13 : 15$

D 解析: 根据图示可知, 硝酸溶液的浓度越小, 其还原产物中氮元素的价态越低, 故 A 错误; 根据图示可知, 铁与足量 $4.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸溶液反应, 所得含氮产物主要为 NH_4^+ 、NO 等, 故 B 错误; 足量铁与 $30 \text{ mL } 12.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸溶液反应, 随反应进行, 硝酸浓度降低, 生成含氮产物有 NO、 NO_2 、 N_2 、 N_2O 、 NH_4^+ , 故 C 错误; 少量铁与浓度恒为 $9.75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸溶液反应, 生成含氮还原产物的物质的量之比 $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) : n(\text{N}_2\text{O}) = 5 : 3 : 1$, 设 $n(\text{NO})$ 、 $n(\text{NO}_2)$ 、 $n(\text{N}_2\text{O})$ 分别为 5 mol 、 3 mol 、 1 mol , 根据 N 原子守恒, 被还原的硝酸为 10 mol , Fe 被氧化为 Fe^{3+} , 根据得失电子守恒, 被氧化的 Fe 有 $\frac{26}{3} \text{ mol}$, 所以还原剂与氧化剂的物质的量之比为 $13 : 15$, 故 D 正确。

8. 将一定量铁粉和铜粉的混合物加入由稀硫酸和稀硝酸组成的混合溶液中, 充分反应后金属粉末有剩余。下列有关推断正确的是 ()

- A. 反应过程中不可能产生 H_2
 B. 剩余的金属粉末中一定有铜
 C. 向反应后的溶液中加入 KSCN 溶液会变红色
 D. 向反应后的溶液中加入足量的稀硫酸, 则金属粉末的质量一定会减少

B 解析: 铁和稀硫酸反应会产生氢气, A 错误; 铁的活泼性比铜强, 故更易反应, 故剩余的金属粉末中一定有铜, B 正确; 三价铁离子会与铁单质或铜

单质反应生成二价铁离子, 反应后有金属粉末剩余, 故一定没有三价铁, 不能发生其特征反应, C 错误; 反应后剩余的金属粉末中可能只含有铜, 也可能含有铜和铁, 若只有铜单质剩余, 加入足量的稀硫酸, 则金属粉末的质量不会减少, D 错误。

9. 用以下三种途径制取相同质量的硝酸铜, 下列叙述不正确的是 ()

- ①铜与浓硝酸反应 ②铜与稀硝酸反应 ③铜与氧气反应生成氧化铜, 氧化铜再与稀硝酸反应

- A. 对环境造成的危害: ③最小
 B. 所消耗的 HNO_3 的物质的量: ① > ② > ③
 C. 三种途径所消耗的铜的质量相同
 D. 铜与浓硝酸反应速率最快, 故制取硝酸铜的最佳方案是①

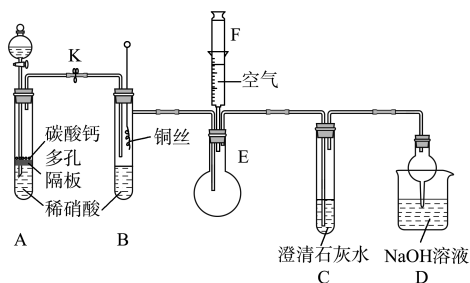
D 解析: 铜与浓、稀硝酸反应时, HNO_3 既体现氧化性, 又体现酸性, HNO_3 与氧化铜反应时, HNO_3 只体现酸性, 所以③消耗的 HNO_3 最少。制取硝酸铜的最佳方案是③。

10. 镁、铝、铁的合金投入 $300 \text{ mL } \text{HNO}_3$ 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。

11. 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尽，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

(2)铜丝上产生气泡，溶液变为蓝色 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

(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

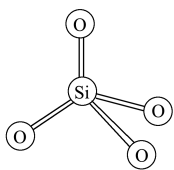
- 1.能通过阅读和讨论，了解陶瓷、玻璃、水泥等传统硅酸盐材料的生产原料、性能和主要用途，知道普通玻璃的主要成分，感受传统硅酸盐材料在城乡建设中发挥的重要作用。
- 2.能从结构角度分析硅和二氧化硅性质的差异，形成“结构决定性质”的观念。
- 3.能通过学习，了解晶体硅、二氧化硅、新型陶瓷、碳纳米材料的性能和用途，感受新型无机非金属材料的奇特性能及其在高科技领域所发挥的重要作用，激发学习化学的兴趣。

问题式预习

一、硅酸盐材料

1.定义：由硅、氧和金属元素组成的化合物的总称。

2.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.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_2SiO_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 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ 、 $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

二、新型无机非金属材料

1. 硅

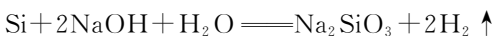
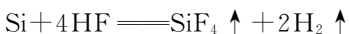
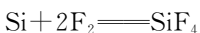
(1) 硅的存在和导电性

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: $2\text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{1\,800\sim 2\,000\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si}(\text{粗硅}) + 2\text{CO} \uparrow$ 。

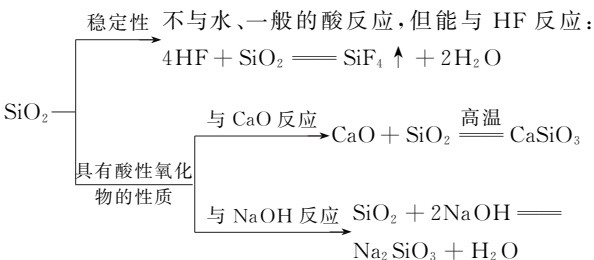
②纯硅的制备: $\text{Si}(\text{粗硅}) + 3\text{HCl} \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$ 、 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1\,100\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si}(\text{纯硅}) + 3\text{HCl}$ 。

(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本材料,可以制作光导纤维。

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。

探究 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 。

探究 2:如何利用二氧化硅制取纯硅?

提示: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{1\,800\sim 2\,000\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$, $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$, $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1\,100\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ 。

探究 3:工业上可利用反应 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{1\,800\sim 2\,000\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ 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.下列有关硅元素的叙述正确的是 ()

- A.硅与任何酸都不反应
- B.硅元素是构成许多矿物与岩石的基本元素,其化合态主要是氧化物和硅酸盐
- C.硅的性质很稳定,能以游离态形式存在于自然界中
- D.常温时硅不与任何物质反应

B 解析:硅是亲氧元素,在自然界中全以化合态形式存在,主要是氧化物和硅酸盐的形式,B对,C错误;常温时,硅能与氟气、氢氟酸、氢氧化钠溶液等发生反应,A、D错误。

2.下列对硅及其化合物的有关叙述正确的是 ()

- 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.Na₂SiO₃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

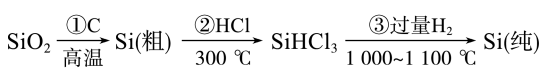
A 解析:生产玻璃的原料有石英砂、石灰石、纯碱,故石英可以用来生产玻璃,A正确;二氧化硅能够使光线发生全反射,因此常用于制作光导纤维,B错误;硅的化学性质不活泼,但常温下能与氟单质、氢氟酸发生反应,C错误;Na₂SiO₃的水溶液具有黏结力强和耐高温等特征,因此 Na₂SiO₃ 可用作黏合剂和防火剂的原料,由于玻璃中含有 SiO₂,SiO₂ 能够与 NaOH 发生反应产生 Na₂SiO₃,将玻璃瓶与试剂瓶黏在一起,因此实验室保存 NaOH 溶液应用橡胶塞,不能使用玻璃塞,D错误。

3.(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。

4.高纯晶体硅是典型的无机非金属材料,又是“半导体”材料,它的发现和使用曾引起计算机的一场“革命”。它可以按如图所示方法制备,下列说法错误的是 ()



A.步骤①的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + \text{CO}_2 \uparrow$

B.步骤②和步骤③中发生的反应不互为可逆反应

C.该方法的优点是部分反应物可循环使用

D.SiO₂ 既能与氢氟酸反应,又能与氢氧化钠溶液反应

A 解析:步骤①粗硅制备的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$,故 A 错误;步骤②和步骤③为粗硅的纯化,步骤②的化学方程式为 $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$,步骤③的化学方程式为 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1\ 000\sim 1\ 100\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si} + 3\text{HCl}$,反应条件不同,则不互为可逆反应,故 B 正确;该方法的优点是部分反应物如 HCl 可循环使用,故 C 正确;SiO₂ 既能与氢氟酸反应,又能与氢氧化钠溶液反应,故 D 正确。

5.用地壳中某主要元素生产的多种产品在现代高科技中占有重要位置,足见化学对现代物质文明的重要作用。例如:

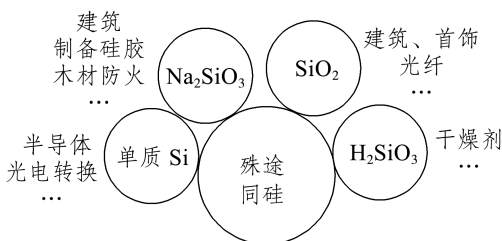
- (1)计算机芯片的主要成分是_____。
- (2)光导纤维的主要成分是_____。
- (3)目前应用最多的太阳能电池的光电转化材料是_____。
- (4)常用作吸附剂、干燥剂或催化剂载体的物质是_____。

解析:(1)晶体硅的导电性介于导体与绝缘体之间,是良好的半导体材料,正是由于这一性质且它的来源极其丰富,从 20 世纪中叶开始,硅成为信息技术的关键材料,硅芯片的使用,使计算机的体积大大缩小。(2)二氧化硅制成的光导纤维传导光的能力非常强,抗干扰能力强,质量小且细,是一种非常好的通信材料。(3)硅是人类将太阳能转化为电能的常用材料,主要利用其半导体性能,光电池是极有发展前景的新型能源。(4)硅胶多孔,吸附能力强,常用作吸附剂、干燥剂或催化剂载体。

答案:(1)硅(或 Si 或单晶硅) (2)二氧化硅(或 SiO₂) (3)硅(或 Si) (4)硅胶

任务总结

硅及其化合物的用途



任务二 SiO₂ 与 CO₂ 性质的比较

「探究活动」

探究 1:有人说 SiO₂ 既能与 NaOH 反应,又能与 HF 反应,则 SiO₂ 属于两性氧化物,此说法正确吗?

提示:错误。因为 SiO₂ 与 HF 反应是 SiO₂ 的特性,且没有生成盐和水,并与其他酸不反应, SiO₂ 属于酸性氧化物。

探究 2:为什么 CO₂ 和 SiO₂ 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:SiO₂ 和 CO₂ 均属于酸性氧化物,故其化学性质相似。CO₂ 是由分子构成的,而 SiO₂ 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ⅣA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 SiO₂ 和 CO₂ 的说法不正确的是 ()

- A.CO₂ 与 SiO₂ 都能和 H₂O 反应生成相应的酸
 B.SiO₂ 能与酸反应,CO₂ 不能与酸反应
 C.SiO₂ 与 CO₂ (干冰)都能够与氢氧化钠溶液反应
 D.水晶的主要成分是 SiO₂

A 解析:CO₂ + H₂O = H₂CO₃,但 SiO₂ 与 H₂O 不反应,故 A 错误;SiO₂ + 4HF = SiF₄ ↑ + 2H₂O,CO₂ 不能与酸反应,故 B 正确;SiO₂ 与 CO₂ (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 SiO₂ + 2NaOH = Na₂SiO₃ + H₂O、CO₂ + 2NaOH = Na₂CO₃ + H₂O,故 C 正确;水晶的主要成分是 SiO₂,故 D 正确。

2.在一定条件下,既能与 CO₂ 反应,又能与 SiO₂ 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:SiO₂ 和 CO₂ 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.CO₂ 和 SiO₂ 都是酸性氧化物,所以二者物理性质相似
 B.因为 CaCO₃ + SiO₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ CaSiO₃ + CO₂ ↑,所以硅酸的酸性比碳酸强

C.CO₂ 和 SiO₂ 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 CO₂ 反应,但能与 SiO₂ 反应

D 解析:CO₂ 和 SiO₂ 都是酸性氧化物,和其物理性质无因果关系,CO₂ 的熔、沸点低,硬度小,微溶于水, SiO₂ 的熔、沸点高,硬度大,不溶于水,CO₂ 和 SiO₂ 的物理性质相差较大,A 不正确;CaCO₃ + SiO₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ CaSiO₃ + CO₂ ↑,反应进行的原因是 SiO₂ 的沸点高,CO₂ 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;CO₂ 和 SiO₂ 都与碳反应,碳作还原剂,CO₂ 和 SiO₂ 均作氧化剂,C 不正确;CO₂ 能与碳酸钠溶液反应,不能与 Na₂CO₃ 固体反应, SiO₂ 能与碳酸钠固体在高温下反应,D 正确。

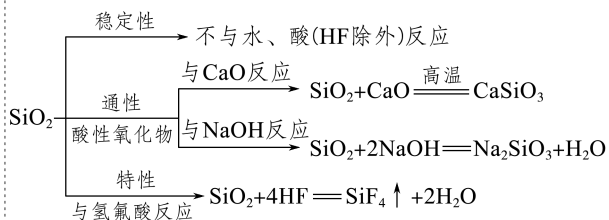
4.下列说法正确的是 ()

- A.H₂SiO₃ 既可由 SiO₂ 溶于水制得,也可由 Na₂SiO₃ 和其他酸(如盐酸)反应制得
 B.由 Na₂CO₃ + SiO₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ Na₂SiO₃ + CO₂ ↑可知,酸性:H₂SiO₃ > H₂CO₃
 C.由 CO₂ 通入 Na₂SiO₃ 溶液中,产生白色沉淀可知,酸性:H₂CO₃ > H₂SiO₃
 D.H₂SiO₃ 难溶于水,因此不能与 NaOH 溶液反应

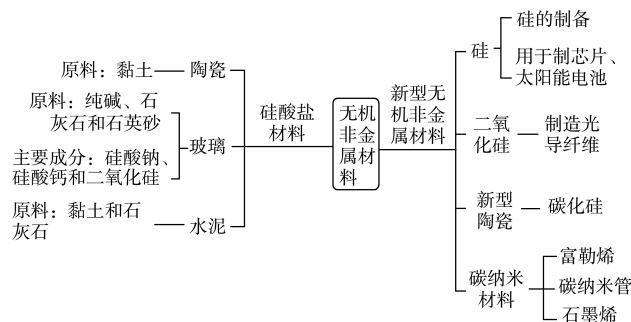
C 解析:SiO₂ 与水不反应,A 项错误;所给反应在高温条件下进行,不能据此判断 H₂CO₃ 和 H₂SiO₃ 的酸性强弱,B 项错误;CO₂ + H₂O + Na₂SiO₃ = H₂SiO₃ ↓ + Na₂CO₃,可证明酸性:H₂CO₃ > H₂SiO₃,C 项正确;H₂SiO₃ 是二元弱酸,可与 NaOH 溶液发生中和反应,D 项错误。

任务总结

从分类、价态、特性角度认识二氧化硅的性质



► 提质归纳



课后素养评价(六)

基础性·能力运用

知识点 1 硅酸盐材料

1. (2023·湖南卷)中华文化源远流长,化学与文化传承密不可分。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,经高温烧结而成

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结定型生成硅酸铝,D 正确。

2. 下列叙述正确的是 ()

- A. 高温下二氧化硅与碳酸钠反应放出二氧化碳,说明硅酸(H_2SiO_3)的酸性比碳酸强
 B. 陶瓷、玻璃、水泥容器都能贮存氢氟酸
 C. 石灰抹墙、水泥砌墙的硬化过程原理相同
 D. 玻璃窑中出来的气体主要成分是二氧化碳

D 解析:A 项,二氧化硅在高温下能与碳酸钠反应生成 CO_2 气体,但不能说明硅酸的酸性比碳酸强,上述反应之所以能进行是因为 CO_2 不断逸出,促使反应向右进行;B 项,三种物质都能与氢氟酸反应;C 项,石灰硬化的原理是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 CO_2 反应生成 CaCO_3 的过程,而水泥硬化过程中发生复杂的物理变化和化学变化。

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 SiO_2 ,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. 下列说法正确的是 ()

- A. 硅是人类将太阳能转变为电能的常用材料
 B. 工艺师常利用盐酸刻蚀石英制作艺术品
 C. 水晶项链和餐桌上的瓷盘都是硅酸盐制品
 D. 粗硅制备单晶硅不涉及氧化还原反应

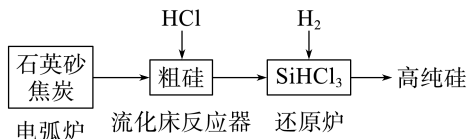
A 解析:硅可用于制造太阳能电池,A 项正确;刻蚀石英用的是氢氟酸而不是盐酸,B 项错误;水晶的主要成分是 SiO_2 ,C 项错误;由粗硅制备单晶硅的过程可表示为粗硅 $\xrightarrow{\text{Cl}_2}$ SiCl_4 $\xrightarrow{\text{H}_2}$ Si ,涉及氧化还原反应,D 项错误。

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 Si_3N_4
 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 ()

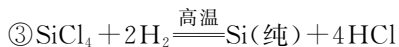
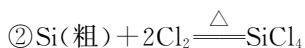
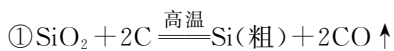
- A. 自然界中存在大量的单质硅
 B. 电弧炉中反应的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + \text{CO}_2 \uparrow$
 C. 二氧化硅能与氢氟酸反应,而硅不能与氢氟酸反应
 D. SiHCl_3 (沸点 $33.0\text{ }^\circ\text{C}$) 中含有少量的 SiCl_4 (沸点 $67.6\text{ }^\circ\text{C}$),通过蒸馏(或分馏)可提纯 SiHCl_3

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 $33.0\text{ }^\circ\text{C}$)和 SiCl_4 (沸点 $67.6\text{ }^\circ\text{C}$)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。

综合性·创新提升

7.从石英砂制取高纯硅的主要化学反应如下:

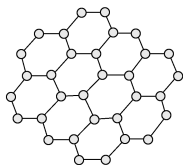


关于上述反应的叙述不正确的是 ()

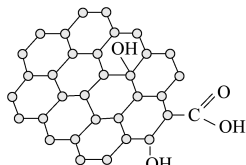
- A. ①③是置换反应,②是化合反应
 B. 高温下,焦炭与氢气的还原性均强于硅
 C. 任一反应中,每消耗或生成 28 g 硅,均转移 4 mol 电子
 D. 高温下在焙炉里将石英砂、焦炭、氯气、氢气按比例混合就能得到高纯硅

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

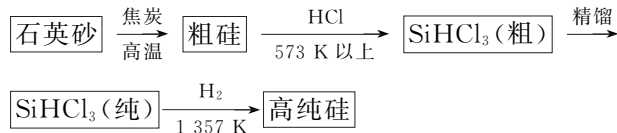
下列有关说法正确的是 ()

- 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.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:



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:

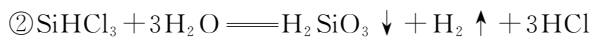
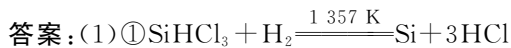
- I. Mg 在高温条件下可与 SiO_2 反应;
 II. 金属硅化物与稀硫酸反应生成硫酸盐和 SiH_4 ;
 III. SiH_4 在空气中自燃。

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。

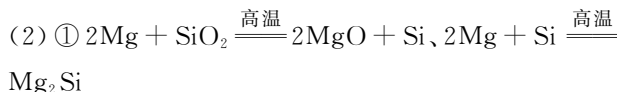
①第 I 步实验发生反应的化学方程式是_____。

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

解析:(1)在 SiHCl_3 中,把硅考虑为 +4 价,则氢为 -1 价,氯为 -1 价, SiHCl_3 水解时,-1 价氢还原水中 +1 价的氢,生成氢气。



高温下, H_2 遇 O_2 发生爆炸



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



单元活动构建

单元活动 1 利用化工生产构建非金属及其化合物转化关系

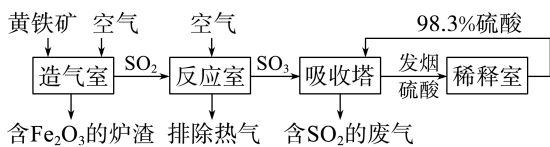
「单元任务」

任务内容	
任务一	利用硫酸的工业生产构建硫及其化合物转化关系
任务二	利用硝酸的工业生产构建氮及其化合物转化关系
任务三	利用硅的工业生产构建硅及其化合物转化关系

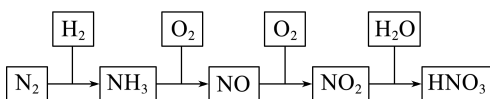
「任务导引」

硫酸、硝酸、单质硅是重要的化工产品,在生产生活中应用广泛。

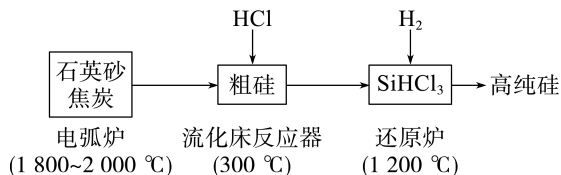
1. 硫酸是重要的化工原料,可用于生产化肥、农药、炸药、染料和盐类等。工业上一般以硫黄或其他含硫矿物(如黄铁矿)为原料制备硫酸。



2. 硝酸是重要的化工原料,可用于生产化肥、农药、炸药、染料等。工业上一般以氨、空气为主要原料制硝酸。



3. 硅是应用最为广泛的半导体材料。工业上用焦炭还原石英砂制得粗硅,进一步提纯得到高纯硅。



任务一 利用硫酸的工业生产构建硫及其化合物转化关系

活动 1 工业上利用黄铁矿(FeS_2)制备硫酸的化学方程式为_____。

提示: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ 、 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 、 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

活动 2 工业制备硫酸时吸收塔中用_____吸收三氧化硫,目的是_____。

提示: 98.3% 浓硫酸 防止形成酸雾,提高 SO_3 的吸收效率。

任务二 利用硝酸的工业生产构建氮及其化合物转化关系

活动 1 工业上利用氨、空气制备硝酸的化学方程式为_____。

提示: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta, \text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{NO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NO}_2$ 、 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NO} + 2\text{HNO}_3$ 。

活动 2 从理论上分析,要使氨完全转化为硝酸,则原料中氧气和氨的物质的量的投料比至少为_____。

提示: 2:1。根据 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta, \text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 4\text{HNO}_3$,可知总反应为 $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

任务三 利用硅的工业生产构建硅及其化合物转化关系

活动 1 工业上利用石英砂制备高纯硅的化学方程式为_____。

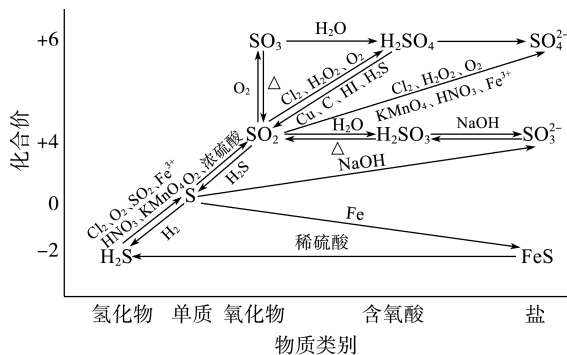
提示: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{1800 \sim 2000 \text{ } ^\circ\text{C}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ 、 $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{300 \text{ } ^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$ 、 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1100 \text{ } ^\circ\text{C}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ 。

活动 2 制备高纯硅的流程中可以循环利用的物质为_____。

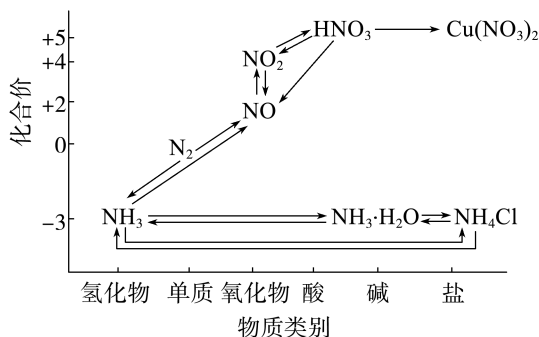
提示: HCl 、 H_2 。

「知识链接」

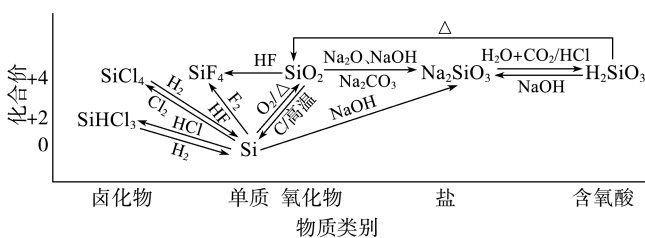
1. 硫及其化合物转化关系



2. 氮及其化合物转化关系



3. 硅及其化合物转化关系



「活动达标」

1. 2023年5月10日,随着天舟六号货运飞船的成功发射,“珠海造”玉龙810芯片项目正式进入在轨飞行阶段。我国在半导体行业取得了一定的突破。下列有关Si及SiO₂的描述错误的是 ()

A. 自然界中存在大量的SiO₂,如石英、水晶等的主要成分均是SiO₂

B. 粗硅的制备反应: $\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + \text{CO}_2 \uparrow$

C. 粗硅的提纯涉及的反应: $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{\text{高温}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$

D. 硅单质是一种半导体材料,可用于制作芯片

B 解析: 硅元素以二氧化硅和硅酸盐形式存在于地壳中,石英、水晶的主要成分都是二氧化硅,故A正确;粗硅的制备是二氧化硅与碳在高温条件下反应生成粗硅和CO,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;粗硅的提纯是利用粗硅和氯化氢在高温条件下反应生成三氯硅烷和氢气,涉及了反应: $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{\text{高温}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$,故C正确;在元素周期表中,硅处于金属和非金属的过渡位置,所以硅是半导体,高纯度的硅单质广泛用于制作太阳能电池、芯片,故D正确。

2. (2022·江苏卷)氮及其化合物的转化具有重要应用。下列说法不正确的是 ()

A. 自然固氮、人工固氮都是将N₂转化为NH₃

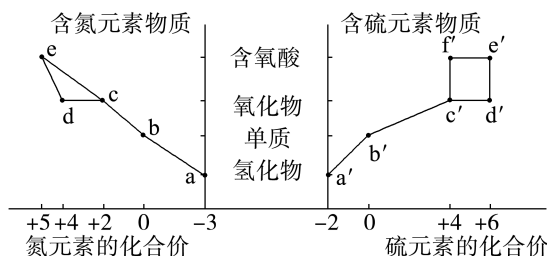
B. 侯氏制碱法以H₂O、NH₃、CO₂、NaCl为原料制备NaHCO₃和NH₄Cl

C. 工业上通过NH₃催化氧化等反应过程生产HNO₃

D. 多种形态的氮及其化合物间的转化形成了自然界的“氮循环”

A 解析: 雷电作用下N₂和O₂转化为NO: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$,故A错误;侯氏制碱法以H₂O、NH₃、CO₂、NaCl为原料制备NaHCO₃和NH₄Cl,反应原理为 $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$,故B正确;氨与氧气在催化条件下反应生成NO,NO与氧气反应生成NO₂,NO₂与水、氧气反应生成硝酸,故C正确;氮元素在自然界中既有游离态又有化合态,多种形态的氮及其化合物间的转化形成了自然界的“氮循环”,故D正确。

3. 部分含氮元素物质及含硫元素物质的分类与相应化合价的关系如图所示。下列推断不合理的是 ()



A. 可以通过a的催化氧化反应制备c

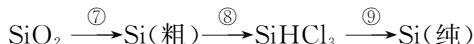
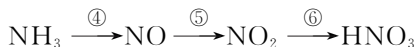
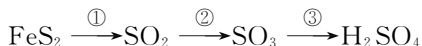
B. 工业上通过 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow e$ 来制备HNO₃

C. 向a'的溶液中通入c'可以得到b'

D. e'的浓溶液可以用铁或铝槽车来运输

B 解析: 由图示信息可知,a是NH₃,b是N₂,c是NO,d是NO₂,e是HNO₃,a'是H₂S,b'是S,c'是SO₂,d'是SO₃,e'是H₂SO₄,f'是H₂SO₃。a是NH₃,NH₃的催化氧化生成NO和H₂O,故A正确;工业上通过NH₃的催化氧化生成NO,NO与O₂反应生成NO₂,NO₂与H₂O反应生成HNO₃,故B错误;a'是H₂S,c'是SO₂,H₂S与SO₂反应生成S和H₂O,故C正确;铁或铝遇浓硫酸钝化,故可以用铁或铝槽车来运输浓硫酸,故D正确。

4. 接触法制硫酸、氨氧化法制硝酸、工业制备高纯硅经过下列主要变化(已知SiHCl₃中H元素的化合价为-1):



下列说法符合事实的是 ()

A. 上述所有变化都是氧化还原反应

B. 反应②④⑤⑧都是化合反应,反应③⑥均用水作吸收剂

C. 反应⑦的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + \text{CO}_2 \uparrow$

D.反应⑨每生成 1 mol Si 转移 4 mol 电子

D 解析:反应③为 SO_3 和 H_2O 反应生成 H_2SO_4 , 没有元素的化合价发生变化, 不是氧化还原反应, 故 A 错误; NH_3 催化氧化生成 NO 和 H_2O , 该反应不是化合反应, Si 和 HCl 反应生成 H_2 和 SiHCl_3 也不是化合反应, 工业上利用浓硫酸吸收 SO_3 制备

H_2SO_4 , 不用水吸收, 故 B 错误; 反应⑦的化学方程式应该为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$, 故 C 错误; 反应⑨的化学方程式为 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 3\text{HCl}$, 反应过程中, Si 的化合价从 +4 价降低到 0 价, 每生成 1 mol Si 转移 4 mol 电子, 故 D 正确。

第五章质量评估

(90 分钟 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

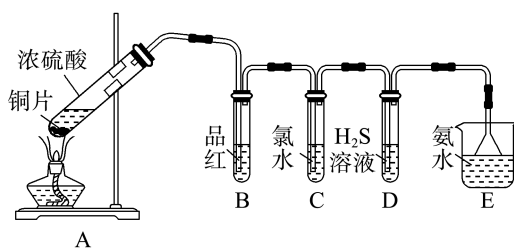
A 解析: Si 用于制造太阳能电池板, SiO_2 是制造光导纤维的主要材料, 故 A 错误; 葡萄酒中通常添加少量 SO_2 , 作抗氧化剂, SO_2 既可以杀菌, 又可防止营养成分被氧化, 故 B 正确; 安装催化光解设施, 这样汽车尾气中的 CO 和 NO_x 可以转化为 N_2 和 CO_2 , 二者均是无毒气体, 故 C 正确; 瓷器为硅酸盐产品, 其制备原料主要为黏土, 故 D 正确。

2. 材料是人类赖以生存的物质基础, 是科技进步的核心, 是高新技术发展和社会现代化的先导, 是一个国家科学技术和工业水平的反映和标志。下列有关材料的说法正确的是 ()

- A. 芯片的材料主要成分是水晶
 B. 晶体硅是制造光导纤维的材料
 C. 硅酸钠是制备硅胶和木材防火剂的原料
 D. 铝合金广泛用作新型建筑材料, 是因为其导电性好

C 解析: 晶体硅为良好的半导体材料, 是制造芯片主要原料, 水晶的主要成分为二氧化硅, 故 A 错误; 二氧化硅具有良好的光学特性, 是制造光导纤维主要原料, 故 B 错误; 硅酸钠与酸反应生成硅酸, 能制备硅胶, 硅酸钠不燃烧也不支持燃烧, 可以用作木材防火剂, 故 C 正确; 铝合金密度小、硬度大、美观, 所以铝合金广泛用作新型建筑材料, 与其导电性无关, 故 D 错误。

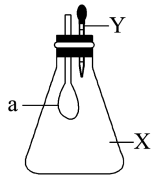
3. 实验室用如图所示装置验证浓硫酸与二氧化硫的有关性质, 下列说法正确的是 ()



- 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 ()

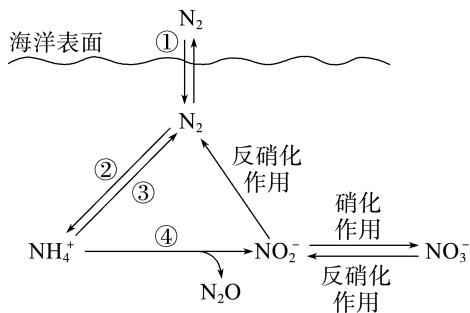


- A. X 是 NH_3 , Y 是水
 B. X 是 SO_2 , Y 是 NaOH 浓溶液
 C. X 是 CO_2 , Y 是稀硫酸
 D. X 是 HCl , Y 是 NaNO_3 稀溶液

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。

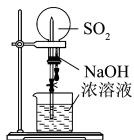
5. 海洋中无机氮的循环过程可用下图表示。下列关于海洋氮循环的说法正确的是 ()



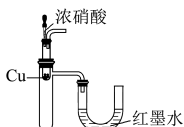
- A. 海洋中不存在游离态的氮
 B. 海洋中的氮循环起始于氮被氧化
 C. 海洋中的反硝化作用一定有氧气的参与
 D. 向海洋排放含 NO_3^- 的废水会影响海洋中 NH_4^+ 的含量

D 解析: 由图知, 空气中的氮气和海洋中的氮气之间存在平衡, 则海洋中存在游离态的氮, 故 A 错误; 由图知, 海洋中的氮循环起始于海水中氮气转变为铵根离子, 氮元素的化合价降低, 这是氮的还原, 故 B 错误; 由图知, 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降低含氧量的过程, 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; 向海洋排放含 NO_3^- 的废水, 则硝酸根离子浓度增大, 促进反硝化作用, 亚硝酸根离子浓度增大, 促进反硝化作用, 使海洋中氮气浓度增大, 促使反应 ② 发生, 则会影响海洋中 NH_4^+ 的含量, 故 D 正确。

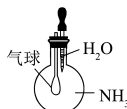
6. 下列实验装置不能达到实验目的的是 ()



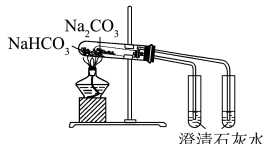
A. 用 SO_2 做喷泉实验



B. 验证 Cu 与浓硝酸反应的热量变化



C. 验证 NH_3 易溶于水

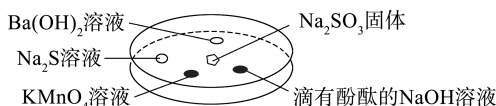


D. 比较 Na_2CO_3 与 NaHCO_3 的稳定性

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; NaHCO_3 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。

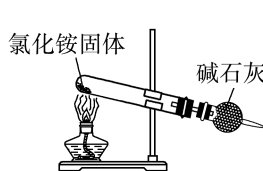
7. 如图所示, 利用培养皿探究 SO_2 的性质。实验时向 Na_2SO_3 固体上滴几滴浓硫酸, 立即用另一培养皿扣在上面。表中对实验现象的描述或解释不正确的是 ()



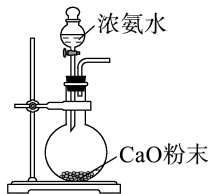
选项	实验现象	解释
A	$\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液变浑浊	SO_2 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应产生了 BaSO_3 沉淀
B	Na_2S 溶液变浑浊	SO_2 与 Na_2S 溶液反应产生了 S 单质
C	KMnO_4 溶液褪色	SO_2 具有还原性
D	滴有酚酞的 NaOH 溶液褪色	SO_2 具有漂白性

D 解析: A 项, $\text{SO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 正确; B 项, SO_2 溶于水生成 H_2SO_3 , 进而与 Na_2S 溶液反应生成 S 单质, 正确; C 项, SO_2 具有还原性, 能使高锰酸钾溶液褪色, 正确; D 项, SO_2 与 NaOH 反应生成 Na_2SO_3 或 NaHSO_3 , 使溶液褪色, 不是漂白性, 错误。

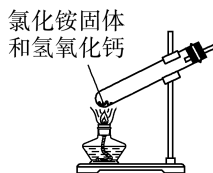
8. 某研究所开发了过渡金属-氢化锂复合催化剂体系, 实现了氨的低温催化合成。如图所示装置中可用于实验室制取少量氨的是 ()



A



B



C



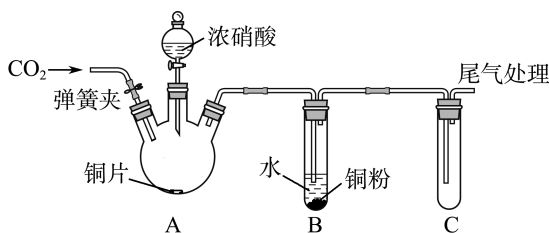
D

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 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 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 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$,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 CO_2 气体,目的是排出装置内的空气

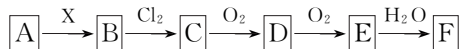
B.A 装置中反应的离子方程式为 $\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

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 CO_2 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 $\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,B 正确;B 装置中发生反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$,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 Cl_2 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 H_2SO_4

B.当 X 是强碱时,A、B、C、D、E、F 中均含同一种元素,F 是 HNO_3

C.B 和 Cl_2 的反应是氧化还原反应

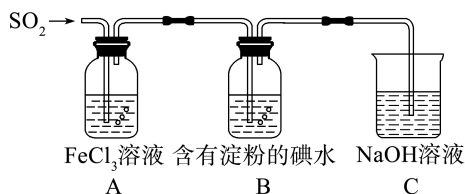
D.当 X 是强酸时,C 在常温下是气态单质

D 解析:无机化合物涉及 S、N、C、Na 连续氧化的有 $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$; $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$; $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$; $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$; $\text{C} \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$; $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$ 。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 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 。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

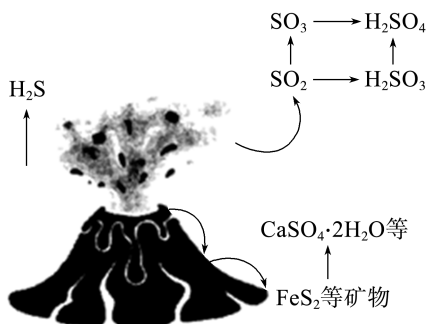
C.为了验证 A 中发生了氧化还原反应,加入 KMnO_4 溶液,紫红色褪去

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: $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$,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: $\text{SO}_2 > \text{I}^-$,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: $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,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: $2\text{KMnO}_4 + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$,溶液紫红色褪去;若 SO_2 与 FeCl_3 发生反应: $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{FeCl}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} + 2\text{FeCl}_2$;当向该溶液中加入酸性高锰酸钾溶液时,会发生反应: $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$,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: $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{FeCl}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} + 2\text{FeCl}_2$,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: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$,产生白色沉淀;若没有发生氧化还原反应,则由于酸

性: $\text{HCl} > \text{H}_2\text{SO}_3$, 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。

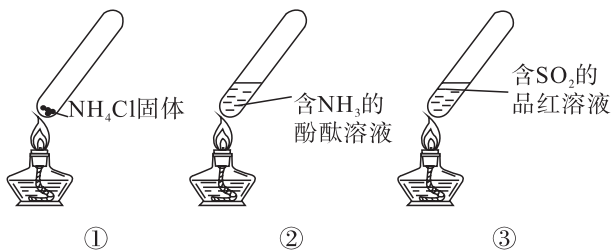
12. 火山喷发是硫元素在自然界中转化的重要途径, 部分过程如图所示。下列说法错误的是 ()



- 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 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

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 $(1 + 2 \times [+6 - (-1)]) = 15 \text{ mol}$, 故最多可消耗 O_2 的物质的量为 $\frac{15 \text{ mol}}{4} = 3.75 \text{ mol}$, 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 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, 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

A 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

A 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. 14 g 铜、银合金与一定量某浓度的硝酸溶液完全反应, 将放出的气体与 1.12 L (标准状况下) 氧气混合通入水中, 恰好全部被水吸收, 则合金中铜的质量是 ()

- A. 9.6 g B. 6.4 g C. 4.8 g D. 3.2 g

D 解析: Cu 、 Ag 合金与 HNO_3 反应过程如下:



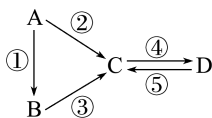
Cu 、 Ag 与 HNO_3 反应是氧化还原反应, Cu 、 Ag 失电子, HNO_3 得电子, 生成 NO_2 或 NO 或二者的混合物。由于 NO_2 、 NO 、 O_2 都被水吸收生成 HNO_3 , 即 NO_2 、 NO 又将电子转移给 O_2 , 因此在整个反应过程中, 相当于 Cu 、 Ag 失电子给 0.05 mol O_2 , 0.05 mol O_2 得电子的物质的量 = $0.05 \text{ mol} \times 4 = 0.2 \text{ mol}$ 。设 Cu 的物质的量为 x 、 Ag 的物质的量为 y , 则有

$$\begin{cases} 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot x + 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot y = 14 \text{ g}, \\ 2x + y = 0.2 \text{ mol}, \end{cases}$$

解得 $\begin{cases} x=0.05 \text{ mol} \\ y=0.1 \text{ mol} \end{cases}$, 所以铜的质量为 $m(\text{Cu})=0.05 \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=3.2 \text{ g}$ 。

二、非选择题(本题共 5 小题,共 55 分)

得分 16.(11 分) A、B、C、D 均为中学化学常见的纯净物, A 是单质。它们之间有如下的反应关系:



(1) 若 A 是淡黄色固体, C、D 是氧化物, C 是造成酸雨的主要物质, 写出实验室制备 C 的化学反应方程式: _____。

(2) 若 B 是气态氢化物, C、D 是氧化物且会造成光化学烟雾污染。B 与 C 在一定条件下反应生成的 A 是大气的主要成分, 写出该反应的化学方程式: _____。

(3) 若 D 物质具有两性, ②、③ 反应均要用强碱溶液, 发生反应④时通入过量的一种引起温室效应的主要气体。判断组成单质 A 的元素在周期表中的位置: _____。

(4) 若 A 是太阳能电池用的光伏材料。C、D 为钠盐, 两种物质中除钠、氧外的元素为同一主族, 且溶液均显碱性。写出反应②的化学方程式: _____。D 的化学式是 _____。

解析: (1) A 为淡黄色的固体单质, A 为 S, C 和 D 分别为 SO_2 和 SO_3 , 实验室制备 SO_2 的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。(2) 根据题中描述可知, A 为 N_2 , B 为 NH_3 , C 为 NO , D 为 NO_2 , NH_3 与 NO 在一定条件下生成 N_2 的化学方程式为 $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow{\text{一定条件}} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。(3) 根据题中描述可知, A 为 Al, B 为 Al_2O_3 , C 为四羟基合铝酸盐, D 为氢氧化铝, Al 在元素周期表中的位置为第三周期第 III A 族。(4) A 为 Si, B 为 SiO_2 , C 为 Na_2SiO_3 , D 为 Na_2CO_3 , 硅与氢氧化钠溶液反应生成硅酸钠, 化学方程式为 $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2 \uparrow$ 。

答案: (1) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ (2) $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow{\text{一定条件}} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

(3) 第三周期第 III A 族 (4) $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2 \uparrow$ Na_2CO_3

得分 17.(12 分) 氨在人类的生产和生活中有着广泛的应用。某化学兴趣小组利用图 1 装置探究氨气的有关性质。

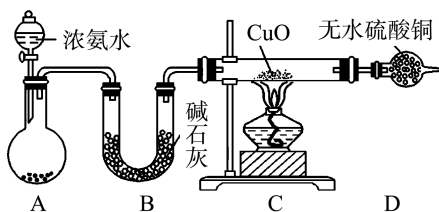


图 1

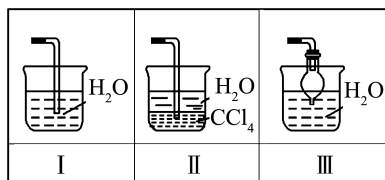


图 2

(1) 如图 1 装置 A 中烧瓶内试剂可选用 _____ (填字母序号), B 的作用是 _____。

a. 碱石灰 b. 生石灰 c. 浓硫酸 d. 烧碱溶液

(2) 连接好装置并检验装置的气密性后, 装入试剂, 然后应先 _____ (填“a”或“b”)。

a. 打开旋塞逐滴向圆底烧瓶中加入浓氨水

b. 加热装置 C

(3) 实验中观察到 C 中 CuO 粉末变红, D 中无水硫酸铜变蓝, 并收集到一种单质气体, 则该反应相关的化学方程式为 _____。该反应证明氨气具有 _____ 性。

(4) 该实验缺少尾气吸收装置, 图 2 中能用来吸收尾气的装置是 _____ (填装置序号)。

(5) 氨气极易溶于水, 若标准状况下, 将 2.24 L 的氨气溶于水配成 1 L 溶液, 所得溶液的物质的量浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解析: (1) 装置 A 是制备氨的发生装置, 浓氨水滴入固体碱石灰、氧化钙或固体氢氧化钠都可以生成氨; 浓硫酸和氨发生反应, 氨易溶于烧碱溶液, 不能选择浓硫酸、氢氧化钠溶液制备氨; B 装置中碱石灰的作用是吸收水蒸气, 干燥氨。(2) 连接好装置并检验装置的气密性后, 装入试剂, 打开旋塞逐滴向圆底烧瓶中加入浓氨水发生反应生成氨。(3) 实验中观察到 C 中 CuO 粉末变红证明生成铜, D 中无水硫酸铜变蓝说明生成水, 并收集到一种单质气体, 依据氧化还原反应分析, 氧化铜氧化氨气为氮气, 氧化铜被还原为铜, 反应的化学方程式为

$3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$; 氮元素的化合价升高为 0 价, NH_3 作还原剂, 具有还原性。

(4) 氨极易溶于水, 吸收尾气需要防止倒吸, 图 2 中能用来吸收尾气的装置是 II、III, 装置 I 易发生倒吸。(5) 氨极易溶于水, 若标准状况下, 将 2.24 L 的氨溶于水配成 1 L 溶液, 溶质氨物质的量为 0.1 mol, 所得溶液的物质的量浓度 $= \frac{0.1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案: (1) ab 吸收水蒸气, 干燥氨 (2) a

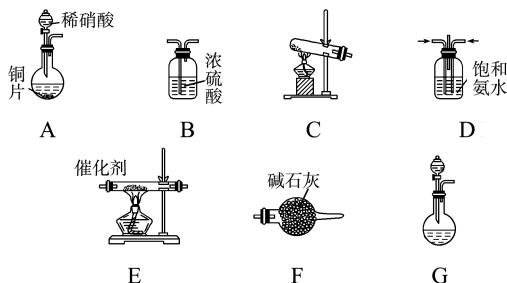
(3) $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 还原

(4) II、III (5) 0.1

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)。

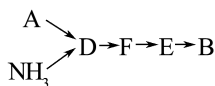
- ① 用炽热的木炭与水蒸气反应制取氢气
- ② 用排饱和食盐水的方法收集氯气
- ③ 实验室制氧气有时需要加热, 有时不需要加热
- ④ 用无水氯化钙干燥氨

(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

(3) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

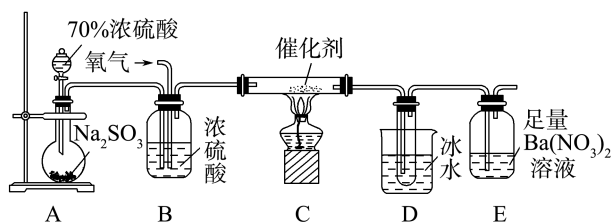
(5) c (6) NO 直接排放, 缺少 NO 吸收装置

得分 19. (12 分) 二氧化硫是重要的工业原料,

探究其制备方法和性质具有重要的意义。

(1) 工业上用黄铁矿 (FeS_2 , 其中硫元素为 -1 价) 在高温下和氧气反应制备 SO_2 : $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 8\text{SO}_2 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3$, 该反应中被氧化的元素是 _____ (填元素符号)。当该反应转移 2.75 mol 电子时, 生成的二氧化硫在标准状况下的体积为 _____ L。

(2) 实验室中用如图装置测定 SO_2 被催化氧化为 SO_3 的转化率。(已知 SO_3 的熔点为 16.8°C , 假设气体进入装置时分别被完全吸收, 且忽略空气中 CO_2 的影响)

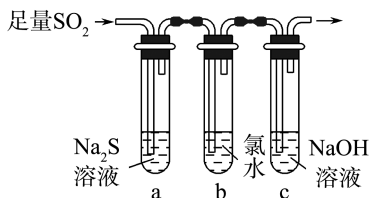


①简述使用分液漏斗向圆底烧瓶中滴加浓硫酸的操作：_____。

②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，其目的是_____。

③实验结束后，若装置 D 增加的质量为 m g，装置 E 中产生白色沉淀的质量为 n g，则此条件下二氧化硫的转化率是_____（用含字母的代数式表示，不用化简）。

(3)某学习小组设计用如图所示装置验证二氧化硫的化学性质。



①能说明二氧化硫具有氧化性的实验现象为_____。

②为验证二氧化硫的还原性，充分反应后，取试管 b 中的溶液分成三份，分别进行如下实验。

实验 I：向第一份溶液中加入 AgNO_3 溶液，有白色沉淀生成。

实验 II：向第二份溶液中加入品红溶液，红色褪去。

实验 III：向第三份溶液中加入 BaCl_2 溶液，产生白色沉淀。

上述实验中合理的是_____（填“I”“II”或“III”）；试管 b 中发生反应的离子方程式为_____。

解析：(1)反应中铁元素和硫元素的化合价均升高，两种元素均被氧化，11 mol O_2 参加反应生成 8 mol SO_2 时转移电子 44 mol，故转移 2.75 mol 电子时，

生成的 SO_2 在标准状况下的体积为 $\frac{2.75}{44} \times 8 \times 22.4$

L = 11.2 L。(2)①打开分液漏斗旋塞前，首先要打开分液漏斗上口的活塞，以利于分液漏斗中的液体顺利滴下。②反应停止后还要继续通入一段时间氧气，目的是将产物 SO_3 以及未反应的 SO_2 全部赶至吸收装置。③装置 D 中增加的质量为 SO_3 的质量，装置 E 中沉淀为 BaSO_4 ，根据硫元素守恒，被氧化的 SO_2 的物质的量为 $\frac{m}{80}$ mol，未被氧化的 SO_2 的

物质的量为 $\frac{n}{233}$ mol，故 SO_2 的转化率为 $\frac{\frac{m}{80}}{\frac{m}{80} + \frac{n}{233}} \times$

100%。(3)① SO_2 能将 S^{2-} 氧化，生成硫单质。

②方案 I， Cl^- 与 Ag^+ 反应可得到 AgCl 白色沉淀；

方案 II 中氯水可使品红溶液褪色；方案 III 中产生白色沉淀可证明 SO_2 与 Cl_2 发生了氧化还原反应，反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^-$ 。

答案：(1)Fe、S 11.2

(2)①打开分液漏斗上口的活塞，旋开分液漏斗的旋塞，缓慢滴加浓硫酸 ②使残留在装置中的 SO_2 和 SO_3 被充分吸收

$$\textcircled{3} \frac{\frac{m}{80}}{\frac{m}{80} + \frac{n}{233}} \times 100\%$$

(3)①试管 a 中出现淡黄色浑浊 ② III $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^-$

得分 20. (8 分) 50 mL 浓硫酸(足量)中加入

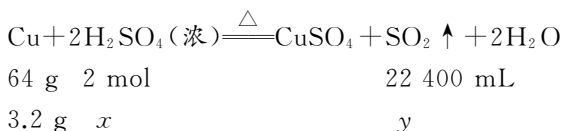
3.2 g Cu，在加热条件下充分反应：

(1)反应消耗的 H_2SO_4 的物质的量是_____，生成 SO_2 的体积(标准状况下)为_____ mL。

(2)若题干中浓硫酸的物质的量浓度为 a mol · L⁻¹，投入足量的铜片加热，充分反应后，被还原的硫酸的物质的量 $n(\text{H}_2\text{SO}_4)$ _____（填“等于”“大于”或“小于”）0.025a mol。

(3)将题干中反应后的溶液稀释到 500 mL，取出 50 mL，并向取出液中加入足量的 BaCl_2 溶液，得到沉淀 19.81 g，则原浓硫酸的物质的量浓度为_____。

解析：(1)设消耗 H_2SO_4 的物质的量为 x ，生成 SO_2 的体积为 y ，



$$\frac{64 \text{ g}}{3.2 \text{ g}} = \frac{2 \text{ mol}}{x} = \frac{22 \ 400 \text{ mL}}{y}$$

解得： $x = 0.1$ mol， $y = 1\ 120$ mL。

(2) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.05a$ mol，由于在 Cu 与浓硫酸的反应中，溶质 H_2SO_4 不可能全部参加反应，且被还原的硫酸为参加反应的硫酸的一半，故实际被还原的硫酸的物质的量小于 0.025a mol。(3)因为

$$n(\text{BaSO}_4) = \frac{19.81 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.085 \text{ mol}, n(\text{SO}_2) = 0.05 \text{ mol}, \text{所以原溶液中硫酸的物质的量: } n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_4^{2-}) + n(\text{SO}_2) = 0.085 \text{ mol} \times 10 + 0.05 \text{ mol} = 0.9 \text{ mol}, \text{从而 } c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0.9 \text{ mol}}{0.05 \text{ L}} = 18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

答案：(1)0.1 mol 1 120 (2)小于

(3)18 mol · L⁻¹

第六章

化学反应与能量

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

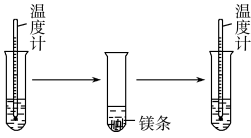
- 1.能认识物质具有能量,认识吸热反应与放热反应,了解化学反应体系中能量改变与化学键的断裂和形成有关。
- 2.能通过多种渠道了解人类对化学反应中能量的利用情况,了解节能的意义和方法,感受化学学科的社会价值。

问题式预习

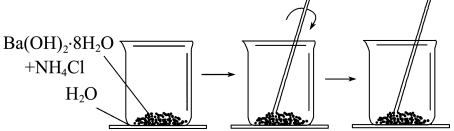
一、化学能与热能的相互转化

1.实验探究

(1)镁与盐酸反应

实验操作	
实验现象	产生大量 <u>气泡</u> ,温度计指示温度 <u>升高</u>
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 <u>放热</u> 反应

(2) $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 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 <u>糊状</u>
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 <u>吸热</u> 反应

2.吸热反应与放热反应

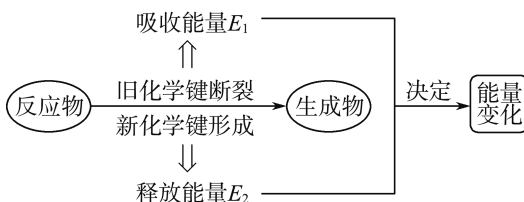
(1)吸热反应:吸收热量的化学反应,实现了热能

转化为化学能。

(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。

二、化学键与化学反应中能量变化的关系

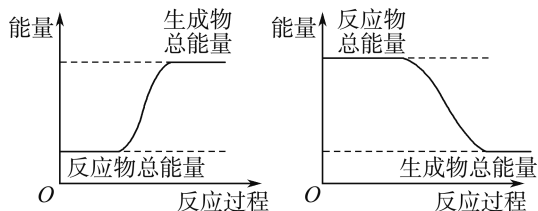
1.化学反应中能量变化的本质原因



(1) $E_1 > E_2$,反应吸收能量;

(2) $E_1 < E_2$,反应释放能量。

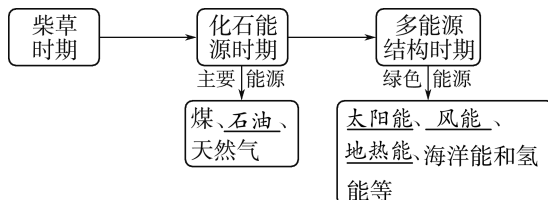
2.决定化学反应中能量变化的因素



(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



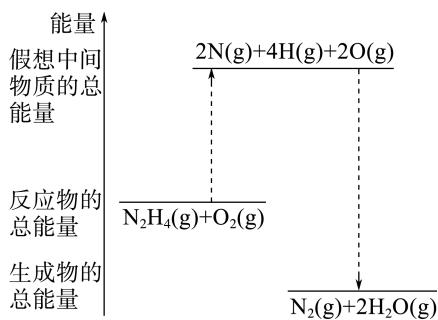
任务型课堂

任务一 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(kJ): $\text{N}\equiv\text{N}$ 为 946, $\text{N}-\text{N}$ 为 193, $\text{O}=\text{O}$ 为 497, $\text{N}-\text{H}$ 为 391, $\text{O}-\text{H}$ 为 463。



探究 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 $\text{N}\equiv\text{N}$ 、 $\text{O}-\text{H}$ 。

探究 2: 上图中反应物断裂化学键时吸收的能量为多少?

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

探究 3: 上图中生成物形成化学键时放出的能量为多少?

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

探究 4: 该反应放出的能量为多少?

提示: $2\ 798 \text{ kJ} - 2\ 254 \text{ kJ} = 544 \text{ kJ}$ 。

「评价活动」

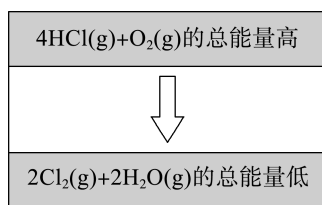
1. (2023·湖北卷) 2023 年 5 月 10 日, 天舟六号货运飞船成功发射, 标志着我国航天事业进入高质量发展新阶段。下列不能作为火箭推进剂的是 ()

- A. 液氮—液氢 B. 液氧—液氢
C. 液态 NO_2 —肼 D. 液氧—煤油

A 解析: 虽然氮气在一定的条件下可以与氢气反应, 而且是放热反应, 但是, 由于 $\text{N}\equiv\text{N}$ 键能很大, 该反应的速率很小, 氢气不能在氮气中燃烧, 在短时间内不能产生大量的热量和气体, 因此, 液氮—液氢不能作为火箭推进剂, A 符合题意; 氢气可以在氧气中燃烧, 反应速率很大且产生大量的热量和

气体, 因此, 液氧—液氢能作为火箭推进剂, B 不符合题意; 肼和 NO_2 在一定的条件下可以发生剧烈反应, 该反应产生大量的热量和气体, 因此, 液态 NO_2 —肼能作为火箭推进剂, C 不符合题意; 煤油可以在氧气中燃烧, 反应速率很快且产生大量的热量和气体, 因此, 液氧—煤油能作为火箭推进剂, D 不符合题意。

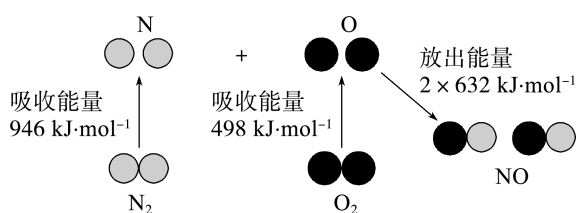
2. 1868 年狄青和洪特发明了用空气中的氧气来氧化氯化氢气体来制取氯气的方法: $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。该化学反应中的能量变化如图所示。下列说法正确的是 ()



- 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。

3. 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 ()



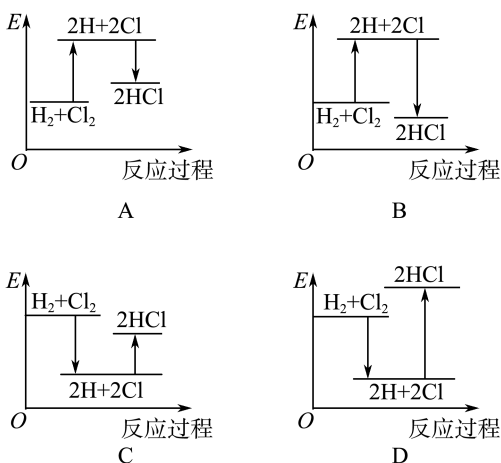
- A. $\text{N}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{NO}(\text{g})$ 是放热反应
B. 2 mol O 原子结合生成 $\text{O}_2(\text{g})$ 时可以放出 498 kJ 能量

C. 1 mol NO(g)中的化学键断裂时可以放出 632 kJ 能量

D. 在反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ 中, 生成 2 mol NO(g)时放出 180 kJ 能量

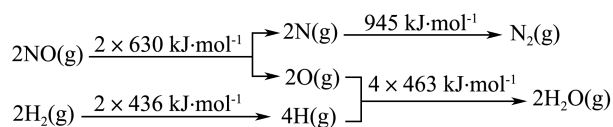
B 解析: 该反应是吸热反应, 故 A 错误; 成键放热, 从图中看出, 2 mol O 原子结合生成 $\text{O}_2(\text{g})$ 时可以放出 498 kJ 能量, 故 B 正确; 1 mol NO(g) 中的化学键断裂时可以吸收 632 kJ 能量, 故 C 错误; 在反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ 中, 生成 2 mol NO(g) 时吸收 180 kJ 的能量, 故 D 错误。

4. 下列能正确表示氢气与氯气反应生成氯化氢过程中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。

5. (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 N_2 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;
- ⑤ $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 反应;
- ⑥ 铁粉与稀盐酸反应。

解析: 反应过程中断键吸收 $945 \text{ kJ} + 4 \times 463 \text{ kJ} = 2797 \text{ kJ}$ 的能量, 成键放出 $2 \times 630 \text{ kJ} + 2 \times 436 \text{ kJ} = 2132 \text{ kJ}$ 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 CO_2), 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。

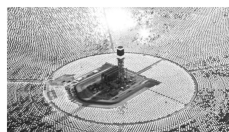
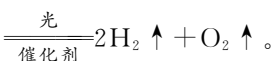
(2) 化学反应中物质 A 断键吸收的能量与形成该物质 A 成键放出的能量在数值上相等。

(3) 反应的能量变化 = 反应物的键能总和 - 生成物的键能总和。

任务二 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: $2\text{H}_2\text{O}$

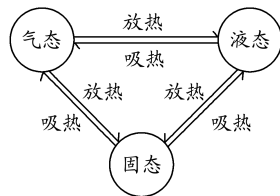


探究 1: 水的分解反应是吸热反应还是放热反应?

提示: H_2O 的分解需要吸收能量, 属于吸热反应。

探究 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。

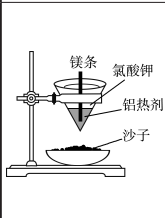

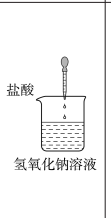
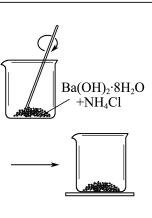


探究 3: 吸热反应和放热反应都可能需要加热, 放热反应不需要持续加热, 吸热反应需要持续加热, 这种说法是否一定正确?

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)。

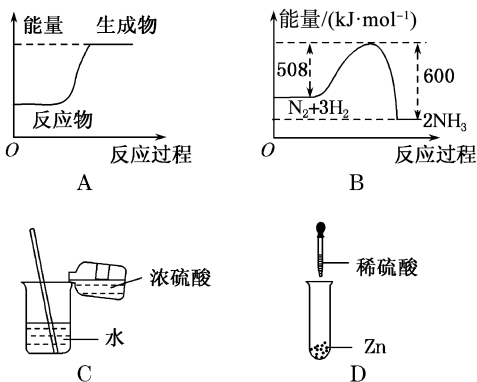
「评价活动」

1. 生命活动与化学反应息息相关,下列反应中能量变化与其他不同的是 ()

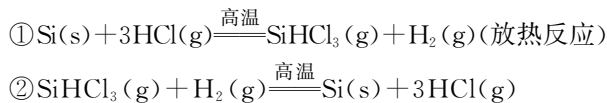
A. 铝热反应	B. 燃料燃烧	C. 酸碱中和反应	D. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 晶体与 NH_4Cl 晶体混合
			

D 解析: A项,铝粉与氧化铁的反应是放热反应; B项,燃料燃烧是放热反应; C项,酸碱中和反应是放热反应; D项,氯化铵晶体与 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的反应是吸热反应。

2. 下列图示变化为吸热反应的是 (A)

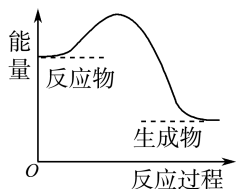


3. 制造太阳能电池需要高纯度的硅,工业上制高纯度的硅常用以下化学反应实现:



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
4. 下列反应中,属于氧化还原反应且反应前后能量变化如下图所示的是 ()



- A. 氢氧化钠溶液与稀硫酸的反应
 B. 在人体组织里葡萄糖转化为 CO_2 和 H_2O
 C. 高温条件下碳粉与二氧化碳的反应
 D. 氯化铵分解的反应

B 解析: 根据图示可知该反应是放热反应。A项,氢氧化钠溶液与稀硫酸的反应是放热反应,但不属于氧化还原反应,错误; B项,在人体组织里葡萄糖转化为 CO_2 和 H_2O 的反应是放热反应,是氧化还原反应,正确; C项,高温条件下碳粉与二氧化碳的反应是氧化还原反应,同时属于吸热反应,错误; D项,氯化铵分解的反应属于非氧化还原反应,同时是吸热反应,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。

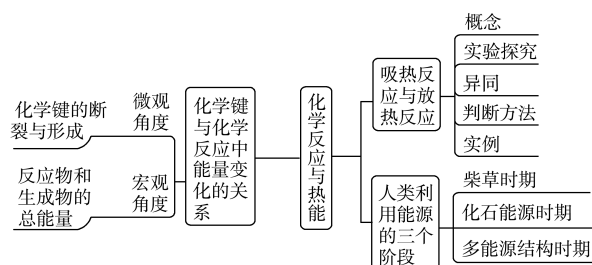
(2) 根据化学键断裂或形成时的能量变化判断——用于计算。

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。

► 提质归纳



课后素养评价(七)

基础性·能力运用

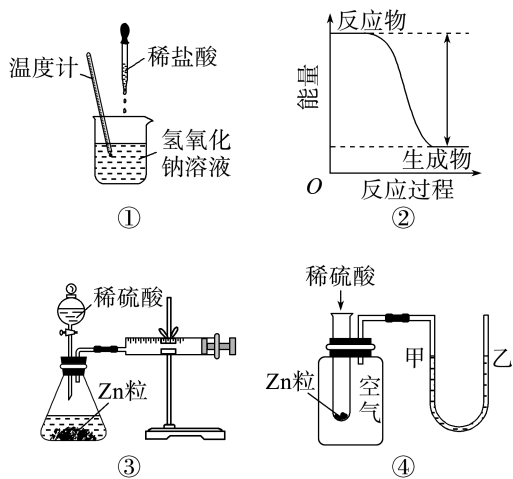
知识点 1 放热反应和吸热反应

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; $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 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. $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 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; $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 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. 用玻璃棒迅速搅拌如图 1 所示装置内(小烧杯与玻璃片之间有一薄层水)的固体混合物。稍后用手拿起烧杯时发现玻璃片与烧杯粘结在一起。下列有关该反应的说法中正确的是 ()

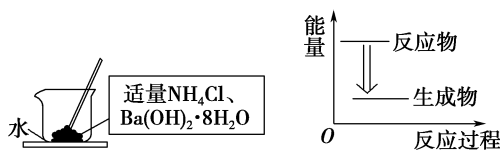


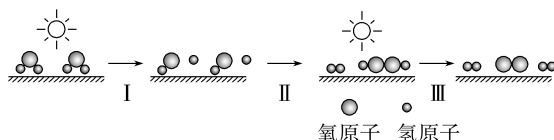
图 1

图 2

- A. 反应中由化学能转化为热能
 B. 反应中的能量关系如图 2 所示
 C. 是吸热反应
 D. 化学键的总键能: 反应物 < 生成物

C 解析: 由题意可知该反应是吸热反应, 热能转化为化学能; 图 2 是放热反应; 吸热反应化学键断裂吸收的能量大于化学键形成放出的能量。

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 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 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: $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

D.总反应: $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{光}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$

C 解析:断裂 1 mol O—H 吸收 463 kJ 的能量,过程Ⅰ若分解 2 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 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 $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$,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 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{光}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$,故 D 正确。

综合性·创新提升

6.金刚石和石墨是碳元素的两种结构不同的单质。在 100 kPa 时,1 mol 石墨转化为金刚石,要吸收 1.895 kJ 的热量。据此,试判断在 100 kPa 下,下列结论正确的是 ()

A.此变化过程属于物理变化

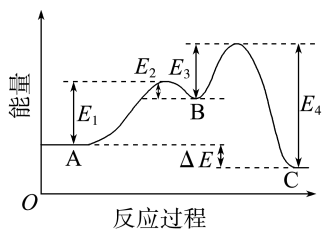
B.石墨比金刚石稳定

C.金刚石转化为石墨需要吸收热量

D.1 mol 金刚石比 1 mol 石墨的总能量低

B 解析:金刚石和石墨是碳元素的两种结构不同的单质,此变化过程属于化学变化,A 不正确;石墨转化为金刚石是吸热反应,石墨的能量较低,所以石墨比金刚石稳定,B 正确,D 不正确;在 100 kPa 时,1 mol 石墨转化为金刚石,要吸收 1.895 kJ 的热量,金刚石转化为石墨要放出热量,C 不正确。

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



A. $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 为放热反应

B.B 与 C 代表的物质,B 更稳定

C. $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 不加热一定能发生

D. $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 的能量变化与 $\text{A} \rightarrow \text{C}$ 不一致

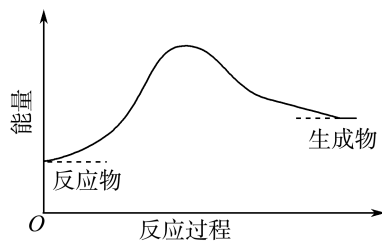
D 解析:A 的能量低于 B 的能量, $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 为吸热反应,故 A 错误;物质的能量越低越稳定,B 与 C 代表的物质,C 更稳定,故 B 错误; $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 为放热反应,有些放热反应需要加热才能发生,如铝热反应,故 C 错误; $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 为吸热反应,A 到 C 的变化为放热反应,则能量变化与 $\text{A} \rightarrow \text{C}$ 不一致,故 D 正确。

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 $2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \xrightarrow{\text{适当条件}} 4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ 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 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 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 $2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \xrightarrow{\text{适当条件}} 4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g})$,反应中断裂的化学键有 O—H、 $\text{N} \equiv \text{N}$;根据图示,反应物的总能量低于生成物的总能量,可知 $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \xrightarrow{\text{适当条件}} 4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ 反应是吸热反应,则 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 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。

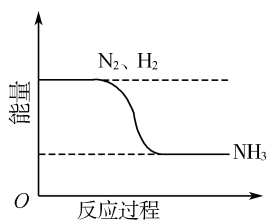
答案:(1)旧化学键的断裂与新化学键的形成 O—H、 $\text{N} \equiv \text{N}$ 吸热 >

(2) $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ (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: $\text{N} \equiv \text{N}$ 、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 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2$

$\xrightarrow[\text{高温、高压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ 可知生成 1 mol NH_3 放出的热量

是 $\frac{6c-a-3b}{2} \text{ kJ}$ 。(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

$\frac{6c-a-3b}{3} \text{ kJ}$ 。

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. “Cu-Zn”原电池

实验装置	现象	
	铜片	有气泡产生
	锌片	不断溶解
	电流表	指针发生偏转

2. 原电池

将化学能转化为电能的装置是原电池。

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。



探究 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。

探究 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。

探究 3: 构成原电池的条件有哪些?

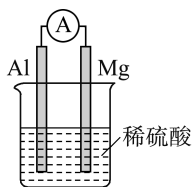
提示: ①两个活泼性不同的电极(金属与金属或金属与能导电的非金属); ②电解质溶液或熔融电解质; ③闭合回路; ④自发进行的氧化还原反应。

「评价活动」

1. 下列关于原电池的叙述正确的是 (B)

- A. 任何化学反应, 均可以设计成原电池
- B. 原电池是把化学能直接转化成电能的装置
- C. 原电池的两极必须都是金属
- D. 原电池都可以提供持续稳定的电流, 应用十分广泛

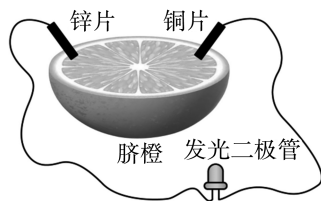
2. 金属镁和铝设计成如图所示的原电池。下列说法正确的是 ()



- A. 铝作该原电池的负极
- B. 溶液中 SO_4^{2-} 向 Al 极移动
- C. Mg 电极的电极反应为 $2\text{H}^+ - 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$
- D. 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. 某水果电池装置图如下, 已知脐橙果肉含酸性电解质, 下列有关说法不正确的是 ()



- A. 锌片为负极, 放电时质量不断减小
- B. 电流从铜片经导线流向锌片
- C. 锌片表面电极反应: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$
- D. 该装置中的能量转化: 化学能 \rightarrow 电能 \rightarrow 光能

C 解析: Zn 的金属活动性比 Cu 强, 则 Zn 为负极, Cu 为正极。锌片为负极, 放电时发生反应 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, 质量不断减小, 故 A 正确; 在原电池中, 电流由正极沿导线流向负极, 则电流从铜片经导线流向锌片, 故 B 正确; 锌片为负极, 在其表面 Zn 失电子生成 Zn^{2+} , 电极反应: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, 故 C 错误; 该装置属于原电池, 将化学能转化为电能, 使二极管发光, 即又将电能转化为光能, 故 D 正确。

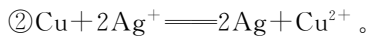
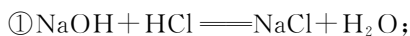
4. 把 a、b、c、d 四种金属片两两相连浸入稀硫酸中都可组成原电池。若 a、b 相连, 外电路电流从 b 流向 a; a、c 相连, c 为正极; b、d 相连, b 上有气体逸出; c、d 相连时, c 的质量减少。据此判断这四种金属活动性由强到弱的顺序是 ()

- 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: $c > d$; 综上所述可知活动性: $a > c > d > b$, 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: $\text{Cu}, \text{Cu} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$, 氧化反应。

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

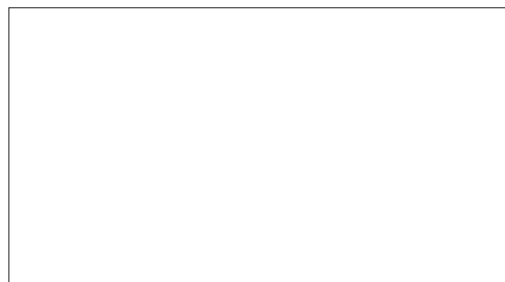
电解质溶液: AgNO_3 溶液。

若导线上转移 1 mol 电子, 则正极的质量增加 108g。

6. 铁及铁的化合物应用广泛, 如 FeCl_3 可用作催化剂、印刷电路铜板的腐蚀剂和外伤止血剂等。

(1) 写出 FeCl_3 溶液腐蚀印刷电路铜板的离子方程式: _____。

(2) 若将(1)中的反应设计成原电池, 请在方框内画出原电池的装置图, 标出正、负极, 并写出电极反应。



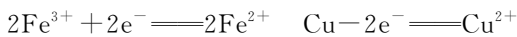
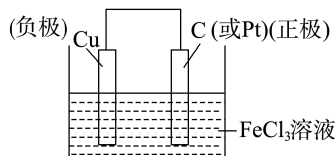
正极反应: _____。

负极反应: _____。

解析: 依据反应 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 得: 氧化反应为 $\text{Cu} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$, 还原反应为 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}$ 。Cu 是负极, 正极材料选用比铜不活泼的铂丝, 或导电的非金属如石墨棒, 电解质溶液选用 FeCl_3 溶液。

答案: (1) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

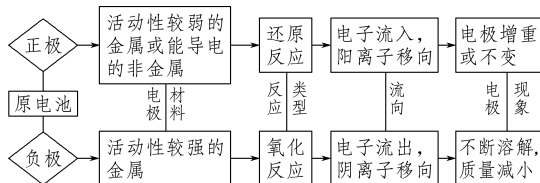
(2) 装置图:



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。

探究 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 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$; 总的反应方程式为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ 。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。

探究 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?

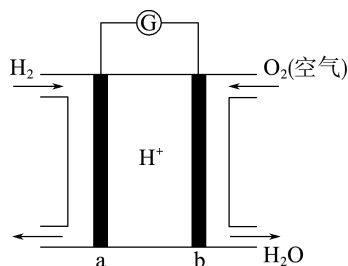
提示: 正极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$, 总的反应方程式为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ 。 H_2SO_4 的物质的量不变。

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

「评价活动」

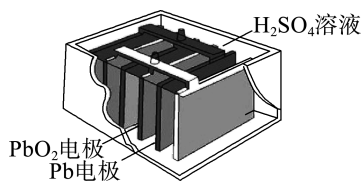
1. 氢氧燃料电池的构造如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. a 是电池正极
 B. b 电极的电极反应为 $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$
 C. 电池工作时, 电池内部中的 H^+ 向 a 电极迁移
 D. 电子由 a 沿导线流向 b, 再由 b 通过电解质溶液流回 a

B 解析: 该燃料电池中, 通入氢气的一极为负极, 即 a 电极为负极, b 电极为正极, 故 A 错误; 通入氧气的 b 电极为原电池的正极, 氧气得电子生成水, 电极反应式为 $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$, 故 B 正确; 电池工作时, H_2 在负极发生失电子的反应生成 H^+ , H^+ 向 b 电极迁移, 故 C 错误; 原电池工作时, 电子由负极 a 经外电路流向正极 b, 但电子不能进入溶液中, 故 D 错误。

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: $PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$ 。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 $Pb + SO_4^{2-} - 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4$
 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: $PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$ 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 $Pb + SO_4^{2-} - 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4$, 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. 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液, 电池反应为 $2Al + 3Ag_2O + 2KOH \rightleftharpoons 6Ag + 2KAlO_2 + H_2O$ 。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: A 项, 根据原电池的工作原理, 化合价升高、失电子的一极作负极, 即铝单质作负极, 则 Ag_2O 作电池的正极, 正确; B 项, 根据电池总反应, 铝的化合价升高, 被氧化, 正确; C 项, 根据原电池的工作原理, 外电路电子从负极流向正极, 由铝流向氧化银, 错误; D 项, 阳离子移向正极, 阴离子移向负极, 即 OH^- 移向铝极, 正确。

4. 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 $2Li + 2H_2O \rightleftharpoons 2LiOH + H_2 \uparrow$ 。

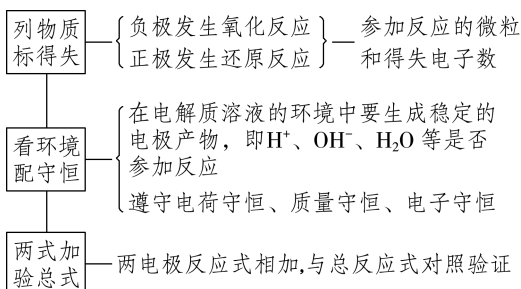
- (1) 该电池的负极是 _____, 负极反应是 _____。
 (2) 正极现象是 _____。
 (3) 放电时 OH^- 向 _____ (填“正极”或“负极”) 移动。

解析: 金属锂比铁活泼, 为原电池的负极, 电极反应为 $Li - e^- \rightleftharpoons Li^+$, LiOH 溶液中的阳离子有 Li^+ 和 H^+ , 由于氧化性: $H^+ > Li^+$, 因此正极反应为 $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$, 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。

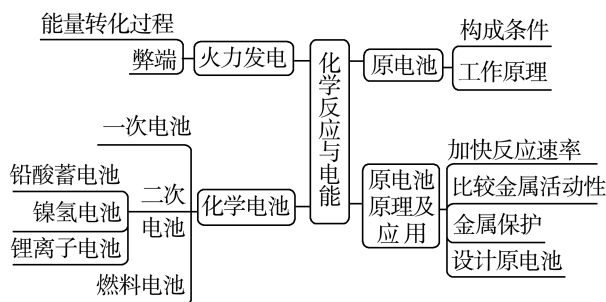
答案: (1) 锂 $Li - e^- \rightleftharpoons Li^+$ (2) 有无色气体产生 (3) 负极

任务总结

原电池电极反应的书写方法



► 提质归纳

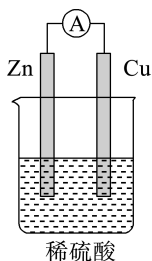


课后素养评价(八)

基础性·能力运用

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 $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$
 D. 若电路通过 0.2 mol 电子, 理论上负极溶解 6.5 g 锌

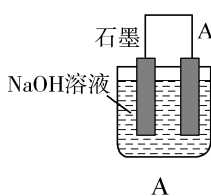
B 解析: 该装置是原电池, 将化学能转化为电能, 故 A 正确; 锌为负极, 铜为正极, 则电流从铜片经导线流向锌片, 故 B 错误; 铜极氢离子得电子生成氢气, 故电极反应为 $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$, 故 C 正确; 根据负极发生反应 $Zn - 2e^- \rightleftharpoons Zn^{2+}$, 电路通过 0.2 mol 电子, 负极溶解 0.1 mol Zn , 质量为 $0.1 \text{ mol} \times 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.5 \text{ g}$, 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 ()

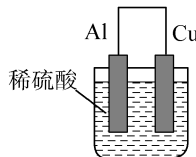
- A. $X > Y > Z$ B. $X > Z > Y$
 C. $Y > X > Z$ D. $Y > Z > X$

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: $Y > X > Z$ 。

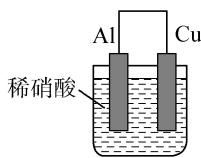
3. 为将反应 $2Al + 6H^+ \rightleftharpoons 2Al^{3+} + 3H_2 \uparrow$ 的化学能转化为电能, 下列装置能达到目的的是 (铝条均已除去了氧化膜) ()



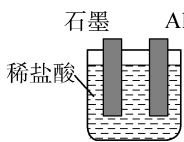
A



B



C



D

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. 据报道, 锌电池可取代目前广泛应用的铅酸蓄电池, 因为锌电池容量更大, 而且没有铅污染。其电池反应为 $2Zn + O_2 \rightleftharpoons 2ZnO$, 原料为锌粒、电解质和空气。下列叙述正确的是 ()

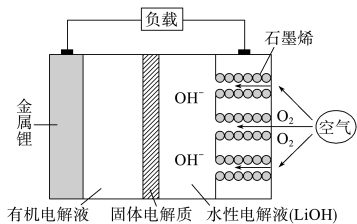
- A. 锌为正极, 空气进入负极反应
 B. 负极反应为 $Zn - 2e^- \rightleftharpoons Zn^{2+}$
 C. 正极发生氧化反应

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 $Zn - 2e^- = Zn^{2+}$, 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 $2Zn + O_2 = 2ZnO$, 而是 $Zn + 2H^+ = Zn^{2+} + H_2 \uparrow$ 。

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



质只允许 Li^+ 通过。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 $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$

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 $Li - e^- = Li^+$, 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 $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$, 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。

综合性·创新提升

6. 下列叙述是某同学做完铜锌原电池的实验后得出的结论和认识, 你认为正确的是 ()

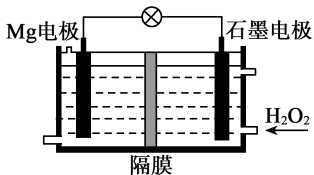
- A. 构成原电池正极和负极的材料必须是两种金属
- B. 由铜、锌作为电极与硫酸铜溶液组成的原电池中, 锌是负极

C. 电子沿外导线由锌流向铜, 通过硫酸溶液被氢离子得到而放出氢气

D. 铜锌原电池工作时, 若有 13 g 锌被溶解, 电路中就有 0.2 mol 电子通过

B 解析: 构成原电池电极的材料不一定是金属, 例如锌和石墨电极也能跟电解质溶液组成原电池, A 错误; 在原电池中, 活泼金属中的电子流向不活泼的金属, 因此活泼金属是负极, B 正确; 电子不能通过电解质溶液, 应该是氢离子在铜极上得到由锌沿外导线转移过来的电子, C 错误; 铜锌原电池工作时, 锌作负极失电子, 电极反应为 $Zn - 2e^- = Zn^{2+}$, 1 mol Zn 失去 2 mol 电子, 0.2 mol Zn (质量为 13 g) 被溶解, 电路中有 0.4 mol 电子通过, D 错误。

7. $Mg-H_2O_2$ 电池可用于驱动无人驾驶的潜航器。该电池以海水为电解质溶液, 示意图如下。该电池工作时, 下列说法正确的是 ()



A. Mg 电极是该电池的正极

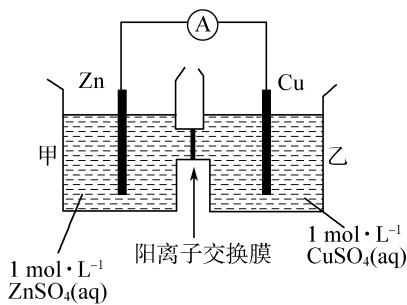
B. H_2O_2 在石墨电极上发生还原反应

C. 电池工作时电子由石墨电极流出

D. 电池工作时实现了电能向化学能的转化

B 解析: 原电池的负极被氧化, 镁为负极, 而非正极, 故 A 错误; H_2O_2 作为氧化剂, 在石墨上被还原变为 H_2O 和 OH^- , 发生还原反应, 故 B 正确; 电子从负极流向正极, 即从 Mg 电极移向石墨电极, 故 C 错误; 原电池是将化学能转化为电能的装置, 故 D 错误。

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

(2) ① 负 $2Al - 6e^- = 2Al^{3+}$

② 正 $6H^+ + 6e^- = 3H_2 \uparrow$

③ $2Al + 6H^+ = 2Al^{3+} + 3H_2 \uparrow$

(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 $Al + 4OH^- - 3e^- = AlO_2^- + 2H_2O$

(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: $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$, $v(\text{A}) : v(\text{B}) : v(\text{C}) : v(\text{D}) = m : n : p : q$ 。

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

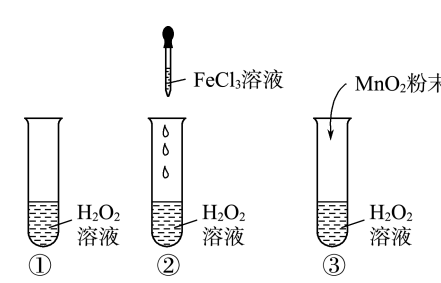
(1) 温度对化学反应速率影响的探究

实验操作	
	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

续表

实验现象	溶液中产生气泡速率的相对大小为 $\text{③} > \text{②} > \text{①}$
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 $\text{②} > \text{①}$, $\text{③} > \text{①}$
实验结论	催化剂能加快 H_2O_2 分解的反应速率

2. 外界条件对化学反应速率的影响

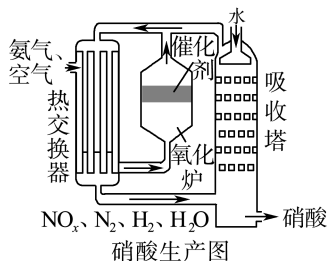
温度	其他条件相同时, <u>升高</u> 温度, 化学反应速率增大; <u>降低</u> 温度, 化学反应速率减小
催化剂	其他条件相同时, 使用催化剂能 <u>改变</u> 化学反应速率
反应物浓度	一般情况下, 当其他条件相同时, <u>增大</u> 反应物浓度, 化学反应速率增大, <u>降低</u> 反应物浓度, 化学反应速率减小
压强	对于气体来说, 在其他条件相同时, <u>增大</u> 压强(<u>减小</u> 容器容积)相当于增大反应物浓度, 化学反应速率增大; <u>减小</u> 压强(<u>增大</u> 容器容积)相当于减小反应物浓度, 化学反应速率减小

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 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。



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

探究 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。

探究 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. 反应 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 在 5 L 密闭容器中进行, 半分钟后 NO 的物质的量增加了 0.3 mol, 则此反应的平均速率 v 为 (C)

- A. $v(\text{O}_2) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 B. $v(\text{NO}) = 0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 C. $v(\text{H}_2\text{O}) = 0.003 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 D. $v(\text{NH}_3) = 0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

2. 将 4 mol A 和 2 mol B 在 2 L 的密闭容器中混合, 并在一定条件下发生如下反应: $2\text{A}(\text{s}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$, 反应 2 s 后测得 C 的浓度为 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。下列说法正确的是 (D)

- A. 用物质 A 表示 2 s 内的平均反应速率为 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 B. 用物质 B 表示 2 s 内的平均反应速率为 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 C. 2 s 时 $v(\text{C}) = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 D. 2 s 时物质 B 的浓度为 $0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

3. 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。

4. 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: $3\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons x\text{C}(\text{g}) + 2\text{D}(\text{g})$, 经 5 min 后, 测得 D 的浓度为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{A}) : c(\text{B}) = 3 : 5$, 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 $c(\text{A}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应开始前容器中 A、B 的物质的量: $n(\text{A}) = n(\text{B}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol}$ 。
 (2) B 的平均反应速率: $v(\text{B}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。
 (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

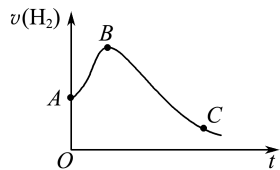
「探究活动」

黄铁矿(FeS_2)因其呈浅黄铜色并具有明亮的金属光泽，常被误认为是黄金。

探究 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。

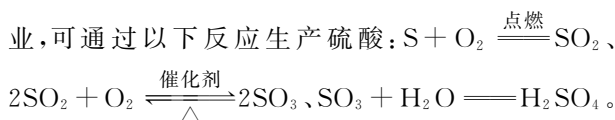
探究 2: 为了变废为宝，某同学设计利用废铁制取氢气。对于 $Fe + H_2SO_4(\text{稀}) = FeSO_4 + H_2 \uparrow$ ，改变某些条件会影响产生氢气的速率， $v(H_2)-t$ 图像中，为何 AB 段 $v(H_2)$ 逐渐增大，BC 段又逐渐减小？



提示: AB 段 $v(H_2)$ 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 $v(H_2)$ 逐渐减小，主要原因是随反应的进行，溶液中 $c(H^+)$ 减小，导致反应速率逐渐减小。

「评价活动」

1. 硫酸是重要的化工产品，广泛用于冶金和石油工业，可通过以下反应生产硫酸： $S + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} SO_2$ 、



关于反应 $2SO_2 + O_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2SO_3$ ，下列说法正确的是 ()

- A. 增大 O_2 的浓度能加快反应速率
 B. 添加催化剂不影响反应速率
 C. 减小压强能加快反应速率
 D. 升高温度能减慢反应速率

A 解析: 增大 O_2 的浓度，反应速率加快，故 A 正确；催化剂可以加快反应速率，故 B 错误；减小压强，反应速率减慢，故 C 错误；升高温度，反应速率加快，故 D 错误。

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. 一定量的铁片与足量稀硫酸反应制取氢气时，下列措施能使氢气生成速率增大且生成氢气总量不变的是 ()

- A. 降低温度
 B. 不用稀硫酸，改用 98% 浓硫酸
 C. 滴加少量 $CuSO_4$ 溶液
 D. 不用铁片，改用等量的铁粉

D 解析: 因降温时反应体系的温度降低，则化学反应速率减小，A 错误；铁在浓硫酸中发生钝化阻碍反应进行，氢气生成量减少，B 错误；滴加少量 $CuSO_4$ 溶液，铁置换出 Cu，构成 Fe、Cu 原电池，从

而增大了生成氢气的速率,但是氢气的总质量减少,C 错误;改用铁粉,增大了铁与硫酸的接触面积,则反应速率增大,D 正确。

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 / $^{\circ}\text{C}$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液		稀硫酸	
		V/ mL	$c/$ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	V/ mL	$c/$ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)
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。

5. 在日常的生活、生产中有许多充分利用外界条件对化学反应速率影响的例子, 如冰箱保存食品; 煤炉扇风炉火变旺; 酸奶加酵母发酵快; 空气中水蒸气含量越高, 铁越容易生锈等。

在下列事实中, 各是什么因素影响了化学反应速率。

事实	影响因素
(1) 集气瓶中 H_2 和 Cl_2 的混合气体, 在瓶外点燃镁条时发生爆炸	_____
(2) 黄铁矿煅烧时要粉碎成矿粒	_____
(3) 熔化的 KClO_3 放出气泡很慢, 撒入少量 MnO_2 则很快产生气体	_____
(4) 同浓度、同体积的盐酸放入同样大小的锌粒和镁条, 产生气体有快有慢	_____
(5) 同样大小的石灰石分别与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸和 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸反应, 速率不同	_____
(6) 夏天食品容易变质, 而冬天不易发生该现象	_____

解析: 影响化学反应速率的因素除了浓度、温度、压强、催化剂以外, 光、电磁波、超声波、反应物颗粒的大小、溶剂的性质等, 也会对化学反应速率产生影响。

答案: (1) 光 (2) 反应物的接触面积 (3) 催化剂

- (4) 反应物本身的性质 (5) 反应物的浓度
(6) 反应温度

6. (1) 已知锌与稀硫酸反应为放热反应, 某学生为了探究其反应过程中的速率变化, 用排水集气法收集反应放出的氢气, 实验记录如下:

时间/min	1	2	3	4	5
氢气体积/mL	30	120	280	350	370

- ① 反应速率最大的时间段(即 $0 \sim 1 \text{ min}$ 、 $1 \sim 2 \text{ min}$ 、 $2 \sim 3 \text{ min}$ 、 $3 \sim 4 \text{ min}$ 、 $4 \sim 5 \text{ min}$) 为 _____, 原因是 _____。

- ② 反应速率最小的时间段为 _____, 原因是 _____。

(2) 另一学生也做同样的实验, 由于反应太快, 测量氢气的体积时不好控制, 他事先在硫酸溶液中分别加入以下物质用以减小反应速率:

- A. 蒸馏水
B. 加更细小的锌粒
C. NaCl 溶液

你认为他的做法可行的是 _____ (填字母序号); 做法不可行的理由是 _____。

答案: (1) ① $2 \sim 3 \text{ min}$ 该反应是放热反应, 此时温度高

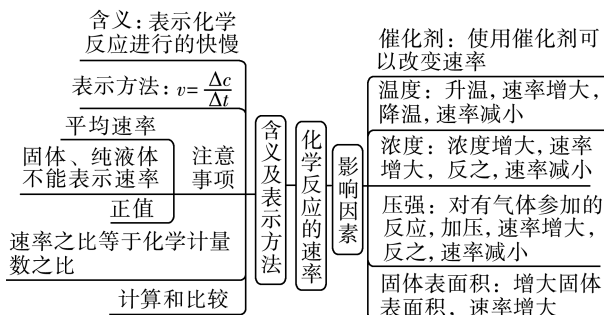
② $4 \sim 5 \text{ min}$ 此时 H^+ 的浓度小 (2) AC 加入更细小的锌粒, 增大接触面积, 使反应速率更大

任务总结

化学反应速率的影响因素

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

► 提质归纳

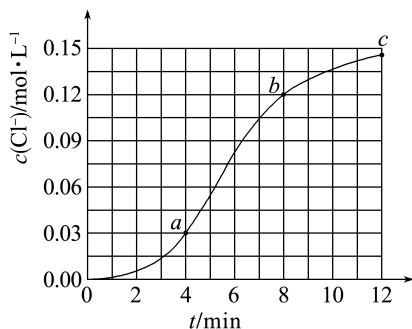


课后素养评价(九)

基础性·能力运用

知识点 1 化学反应速率的计算与比较

1. 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。

2. 反应 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 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. $v(\text{O}_2) = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

C. $v(\text{NO}) = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

D. $v(\text{H}_2\text{O}) = 0.0045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

C 解析: $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.45 \text{ mol}}{30 \text{ s}} = 0.015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 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, $v(\text{NH}_3) = v(\text{NO}) = \frac{4}{6} \times 0.015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, $v(\text{O}_2) = \frac{5}{6} \times 0.015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0.0125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

3. 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

4. 硼镁矿(主要成分为 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$)与硫酸反应可制备硼酸(H_3BO_3), 下列措施能增大该反应速率的是 ()

A. 减小硼镁矿颗粒大小

B. 增加硼镁矿的质量

C. 减小 H_2SO_4 浓度

D. 增加反应时间

A 解析: 减小硼镁矿颗粒大小, 接触面积增大, 反应速率增大, 故 A 正确; $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是固体, 增加硼镁矿的质量, 反应速率几乎不变, 故 B 错误; 减小 H_2SO_4 浓度, 氢离子浓度减小, 反应速率减小, 故 C 错误; 增加反应时间, 与影响反应速率的因素无关, 不能增大反应速率, 故 D 错误。

5. 对于在同一容器中进行的反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$, 下列说法正确的是 ()

A. 将炭块磨成粉末可以减慢反应速率

B. 升高温度一般可以加快反应速率

C. 容器容积不变, 向其中充入 N_2 , 反应速率加快

D. 增加炭块的质量能加快反应速率

B 解析:将炭块磨成粉末,增大了反应物之间的接触面积,可加快反应速率,A错误;升高温度,反应速率一定加快,B正确;向容器内充入 N_2 ,由于容器容积不变,没引起各物质的浓度变化,另一方面, N_2 不与其中的任何物质反应,也不会引起浓度变化,故反应速率不变,C错误;增加炭块的质量,由于炭块是固体,其浓度不随量的变化而变化,因此反应速率不会改变,D错误。

6.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。

综合性·创新提升

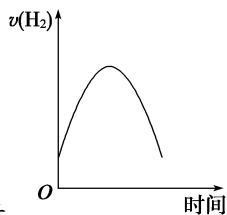
7.对于反应: $A+B \rightleftharpoons C$,下列条件的改变一定能使化学反应速率加快的是 ()

- A.增加A的物质的量
B.升高体系的温度
C.增加体系的压强
D.减少C的物质的量

B 解析:增加固体物质的量和增大非气态反应的压强,都不能改变化学反应速率,但升高体系的温度,一定能加快化学反应速率。由于A、B、C的状态未知,故A、C、D项均不正确。

8.现将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 $Mg+2H^+ \rightleftharpoons Mg^{2+}+H_2 \uparrow$,反应与 Cl^- 无关, Cl^- 浓度不影响生成氢气的反应速率。

9.反应 $4A(s)+3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)+D(g)$,经2 min后B的浓度减少 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。对此反应的说法正确的是 ()

A.用B表示的反应速率是 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

B.用B、C、D分别表示反应的速率,其比值是3:2:1

C.2 min末的反应速率用B表示是 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

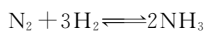
D.这2 min内用B和C表示的速率的值都是逐渐减小

B 解析: $v_B = \frac{0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ min}} = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,A项错误;同一反应中,用不同物质表示的速率与化学方程式中各物质的化学计量数成正比,B项正确;C项中,反应速率为平均值,并非2 min末的速率,C项错误;B为反应物,而C为生成物,两者不可能同时减少,D项错误。

10.在2 L容积不变的容器中,发生 $N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ 的反应。现通入4 mol H_2 和4 mol N_2 ,10 s内用 H_2 表示的反应速率为 $0.12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,则10 s后容器中 N_2 的物质的量是 ()

- A.1.6 mol B.2.8 mol
C.3.2 mol D.3.6 mol

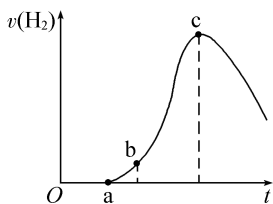
C 解析: $v(H_2) = \frac{\Delta c}{\Delta t}$, $\Delta c = 0.12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times 10 \text{ s} = 1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$



$c(\text{初})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	2	2
$\Delta c/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	0.4	1.2
$c(10\text{ s})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	1.6	0.8

所以 10 s 后 N_2 的物质的量为 $1.6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 2\text{ L}=3.2\text{ mol}$ 。

11. 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

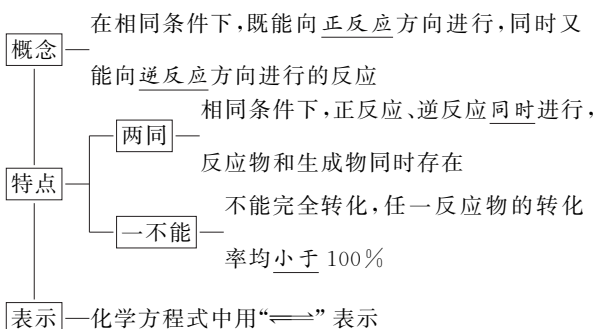
学习任务目标

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. 化学平衡状态的建立

(1) 利用浓度变化理解化学平衡建立过程中速率的变化

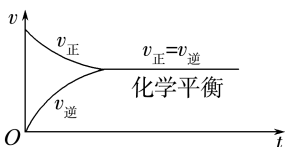
在一定条件下, 把 1 mol N_2 和 3 mol H_2 充入一密闭容器中, 在一定条件下发生反应。根据要求填表:

$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$				
时刻	反应物浓度	$v_{\text{正}}$	生成物浓度	$v_{\text{逆}}$
开始时	$c(\text{N}_2)$ <u>最大</u> $c(\text{H}_2)$ <u>最大</u>	<u>最大</u>	<u>0</u>	<u>0</u>

续表

进行中	$c(\text{N}_2)$ <u>减小</u> $c(\text{H}_2)$ <u>减小</u>	<u>减小</u>	<u>增大</u>	<u>增大</u>
平衡时	$c(\text{N}_2)$ <u>不变</u> $c(\text{H}_2)$ <u>不变</u>	<u>不变</u>	<u>不变</u>	<u>不变</u>

(2) 利用速率-时间($v-t$)图像理解化学平衡建立的过程



3. 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) 特征

- ① **逆**——化学平衡状态研究的对象是可逆反应
- ② **等**——平衡时 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}} \neq 0$ (本质)
- ③ **动**——平衡时,反应仍在不断进行,是一种动态平衡
- ④ **定**——平衡时,反应混合物各组分的百分含量保持一定
- ⑤ **变**——外界条件改变时,平衡可能被破坏,并在新的条件下建立新的化学平衡,即发生化学平衡的移动

4. 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。

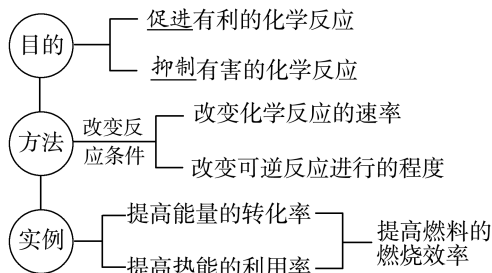
(3) 化学反应的限度决定了反应物在该条件下转化为生成物的最大转化率。

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

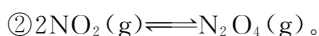
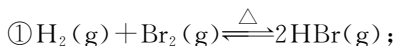


任务型课堂

任务一 化学平衡状态的判断

「探究活动」

溴蒸气与二氧化氮均为红棕色,它们都具有不同程度的毒性。在恒温、恒容的条件下,在两个密闭容器中分别发生如下两个反应:



探究 1: 对于反应①②,反应体系中气体的颜色保持不变是否是平衡状态?

提示: 气体的颜色不变,说明反应中溴蒸气与二氧化氮的浓度不再发生变化,即反应已经处于平衡状态。

探究 2: 若反应体系中气体的压强保持不变,两反应是否达到平衡状态?

提示: 反应①反应前后气体体积不变,恒温、恒容的条件下,容器中的压强始终保持不变,故反应不一

定达到平衡状态;反应②反应前后气体体积减小,容器内压强发生变化,若容器中的压强保持不变,反应一定达到平衡状态。

探究 3: 若反应体系中混合气体的密度不变,两反应是否达到平衡状态?

提示: 恒温、恒容条件下,两反应中混合气体的体积(即容器的体积)不变,根据质量守恒,混合气体的质量也不变,所以混合气体的密度不随反应的进行而改变,故两反应均不一定达到平衡状态。

「评价活动」

1. 可逆反应在一定条件下达到化学平衡时,下列说法错误的是 ()

- A. 正反应速率等于逆反应速率
- B. 反应物和生成物的浓度不再发生变化
- C. 反应体系中混合物的组成保持不变
- D. 正、逆反应速率都为零

D 解析: A项,化学反应为动态平衡,达到平衡状

态时,正、逆反应速率相等,正确;B项,达到平衡状态时,反应物和生成物的浓度不再发生变化,各组分浓度不变,正确;C项,当反应体系中混合物的组成保持不变时,达到平衡状态,正确;D项,达到平衡状态时,正、逆反应速率相等,但不等于零,错误。

2. 甲醇是一种可再生能源,具有广阔的开发和应用前景。一定温度和压强下,在某密闭容器中发生反应: $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。下列说法正确的是 ()

- A. 达到平衡后,容器中可能只存在 CH_3OH 、 H_2O
 B. 达到平衡后,正、逆反应速率相等且均为零
 C. 增大压强,正反应速率增大,逆反应速率减小
 D. 通过调控反应条件,可以增大平衡时 CH_3OH 的质量

D 解析:该反应是可逆反应,达到平衡后,反应物和生成物都同时存在,则容器中存在 CO_2 、 H_2 、 CH_3OH 、 H_2O ,故 A 错误;化学平衡是动态平衡,反应未停止,达到平衡后,正、逆反应速率相等且不为零,故 B 错误;对于有气体参与的反应,增大压强,化学反应速率增大,则正反应速率增大,逆反应速率也增大,故 C 错误;该反应是气体分子数减小的反应,增大压强,平衡正向移动,平衡时 CH_3OH 的质量增大,故 D 正确。

3. 下列关于化学反应速率和限度的说法中,错误的是 ()

- A. 可以通过改变某些条件来改变化学反应限度
 B. 可以通过无限延长化学反应的时间来改变反应的限度
 C. 决定化学反应速率的主要因素是反应物本身的性质
 D. 化学反应限度决定了反应物在该条件下的最大转化率

B 解析:化学反应限度即化学平衡,当改变温度等条件时,化学平衡移动,即发生改变,故 A 正确;延长化学反应时间不能改变化学平衡状态,即无法改变反应的限度,故 B 错误;化学反应速率的主要影响因素为反应物本身的性质,故 C 正确;达到限度即反应达到平衡,反应物的消耗速率等于生成速率,转化率不再改变,即转化率最大,故 D 正确。

4. 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: $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ $\Delta H = -41.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。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 为同一方向的变化,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

化学平衡状态判断的依据

(1) 直接依据——根据速率关系

① 同一物质:生成速率 = 消耗速率,即 $v_{\text{正}}(\text{A}) = v_{\text{逆}}(\text{A})$ 。

② 不同物质:速率之比 = 化学计量数之比,但必须是不同方向的速率,如 $a\text{A} + b\text{B} \rightleftharpoons c\text{C} + d\text{D}$, $\frac{v_{\text{正}}(\text{A})}{v_{\text{逆}}(\text{B})} = \frac{a}{b}$ 。

(2) 间接依据——根据各组分的量

首先分析该量是“变量”还是“恒量”,如为“恒量”,即该量随反应的进行永远不变,则不能作为判断平衡状态的依据;如为“变量”,即该量随反应进行而改变,当其“不变”时,则为平衡状态。

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

温度/℃	压强/MPa					
	0.1	10	20	30	60	100
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

探究 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。

探究 2:工业合成氨选定压强为 10MPa~30MPa 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。

探究 3:工业合成氨选定温度为 400~500℃ 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. 合成氨工业上采用循环操作, 主要是因为 ()

- A. 增大化学反应速率
- B. 提高平衡混合物中 NH_3 的含量
- C. 降低 NH_3 的沸点
- D. 提高 N_2 和 H_2 的利用率

D 解析: 合成氨工业上采用循环操作, 使未反应的 N_2 和 H_2 进入合成塔重新反应, 提高 N_2 和 H_2 的利

用率, 避免造成不必要的浪费, 故 D 正确。

3. 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℃ 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。

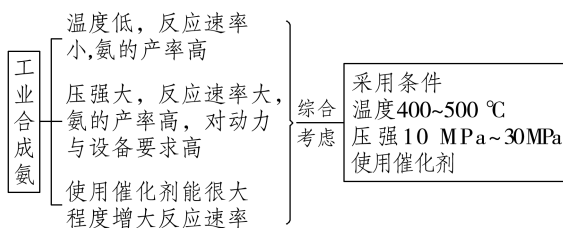
4. 在一密闭容器中, 对于 $N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2NH_3(g)$ 反应来说, 能说明反应达到平衡状态的是 ()

- A. $2v(H_2)_{\text{正}} = 3v(NH_3)_{\text{正}}$
- B. $3v(N_2)_{\text{正}} = v(H_2)_{\text{正}}$
- C. 断裂 1 mol $N \equiv N$ 的同时形成 6 mol $N-H$
- D. 形成 3 mol $H-H$ 的同时形成 6 mol $N-H$

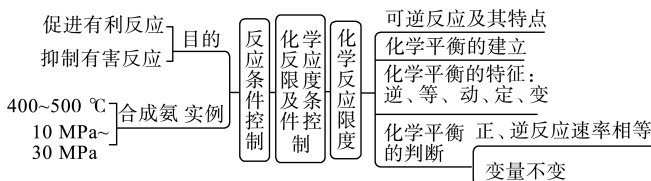
D 解析: $2v(H_2)_{\text{正}} = 3v(NH_3)_{\text{正}}$, 均为正反应速率, 反应过程中等式始终成立, A 错误; $3v(N_2)_{\text{正}} = v(H_2)_{\text{正}}$, 均为正反应速率, 反应过程中等式始终成立, B 错误; 断裂 1 mol $N \equiv N$ 的同时形成 6 mol $N-H$, 均为正反应速率, 反应过程中始终成立, C 错误; 形成 $H-H$ 为逆反应, 形成 $N-H$ 为正反应, 形成 3 mol $H-H$ 的同时形成 6 mol $N-H$, 体现正逆反应速率相等, 处于平衡状态, D 正确。

任务总结

工业合成氨中化学反应条件的控制



► 提质归纳



课后素养评价(十)

基础性·能力运用

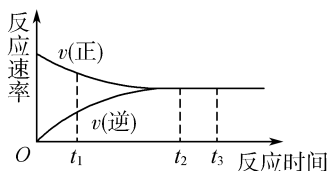
知识点 1 化学平衡的建立与特征

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。

知识点 2 化学平衡状态的判断

4. 恒温恒容条件下, 能说明反应 $A(s) + 2B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ 一定处于化学平衡状态的是 ()

- A. 混合气体的密度不再改变
 B. 容器内的压强保持不变
 C. C 与 D 的物质的量相等
 D. 消耗 1 mol B 的同时消耗 0.5 mol A

A 解析: 该反应是有固体参加的可逆反应, 故混合气体的密度不再改变时, 反应达到化学平衡状态, A 正确; 该反应是反应前后气体物质的量不变的可逆反应, 故压强保持不变不能作为反应达到平衡的标志, B 错误; 生成物 C 与 D 的化学计量数相等, 无论是否达到平衡, C 与 D 的物质的量总是相等, 所以不能说明反应达到平衡, C 错误; 消耗 B 和消耗 A 均指正反应方向, 不能说明反应达平衡状态, D 错误。

5. 在一定条件下, N_2 和 O_2 于密闭容器中发生如下反应: $2N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2O(g)$ 。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. 在一定条件下, 使一定量的 A 和 B 气体混合发生反应 $2\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{C}(\text{g})$ 。下列描述中, 说明反

应已达到平衡状态的是 ()

- A. 各物质的浓度之比 $c(\text{A}) : c(\text{B}) : c(\text{C}) = 2 : 3 : 4$
 B. 混合气体中各物质的浓度相等
 C. 单位时间内, 消耗 a mol A 物质的同时消耗 $2a$ mol C 物质
 D. 混合气体的体积是反应开始前的 $\frac{4}{5}$

C 解析: 化学平衡状态时, 各组分浓度保持不变, 不是浓度相等; 用不同物质的反应速率表示达到平衡, 要求反应方向是一正一逆, 且反应速率之比为化学计量数之比。

综合性·创新提升

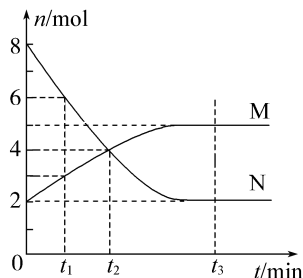
7. 工业上常用煤和水作原料经过多步反应制得氢气,

其中一步反应的原理为 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, 下面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 的 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是 $v_{\text{正}}$, 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, 反应前后混合气体的相对分子质量不变, 故不能说明反应达到平衡状态。

8. 在一定温度下, 容器内某一反应中 M、N 的物质的量随反应时间变化的曲线如图所示, 下列表述正确的是 ()



- A. 反应的化学方程式为 $2\text{M} \rightleftharpoons \text{N}$

- B. t_2 时, 正、逆反应速率相等, 达到平衡
 C. t_3 时, 正反应速率大于逆反应速率
 D. t_1 时, N 的浓度是 M 的 2 倍

D 解析: 由图像可知 N 为反应物, M 为生成物, 然后找出在相同时间段内变化的 M、N 的物质的量之比 (与是否达平衡无关) 以确定 M、N 在化学方程式中的化学计量数之比, 即该反应的化学方程式为 $2\text{N} \rightleftharpoons \text{M}$ 。 t_2 时刻 M、N 的物质的量相等, 但此时 M、N 的物质的量仍在发生变化, 反应未达到平衡状态, 因此正反应速率不等于逆反应速率。 t_3 时刻及 t_3 时刻之后, M、N 的物质的量不再改变, 证明已达到平衡状态, 此时正、逆反应速率相等。

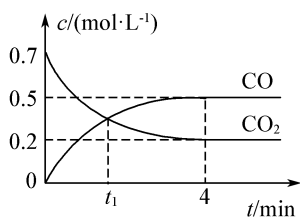
9. 将一定量纯净的氨基甲酸铵置于特制的密闭真空容器中 (假设容器体积不变, 固体试样体积忽略不计), 在恒定温度下使其达到分解平衡: $\text{NH}_2\text{COONH}_4(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 。可以判断该分解反应已经达到化学平衡的是 ()

- A. $2v(\text{NH}_3) = v(\text{CO}_2)$
 B. 密闭容器中总压强不变
 C. 密闭容器中混合气体的平均摩尔质量不变
 D. 密闭容器中二氧化碳的体积分数不变

B 解析: $2v(\text{NH}_3) = v(\text{CO}_2)$ 未体现正、逆反应速率的关系, A 项错误; 密闭容器中总压强不变, 说明

总物质的量不变,正、逆反应速率相等,B项正确;因为反应物是固体,所以整个密闭容器中混合气体的平均摩尔质量是个定值,始终不变,C项错误;因为反应物是固体,容器中氮气和二氧化碳的物质的量之比始终为2:1,即二氧化碳的体积分数不变,D项错误。

- 10.一定条件下铁可以和 CO_2 发生反应 $\text{Fe}(\text{s})+\text{CO}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{FeO}(\text{s})+\text{CO}(\text{g})\quad\Delta H>0$ 。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 CO_2 气体,反应过程中 CO_2 气体和 CO 气体的浓度与时间的关系如图所示。



(1) t_1 时,正、逆反应速率的大小关系为 $v_{\text{正}}$ _____ (填“>”“<”或“=”) $v_{\text{逆}}$ 。

(2) 4 min 内, CO_2 的转化率为 _____; CO 的平均反应速率 $v(\text{CO}) =$ _____。

(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 _____。

- ① $v(\text{CO}_2) = v(\text{CO})$
- ② 单位时间内生成 $n \text{ mol CO}_2$ 的同时生成 $n \text{ mol CO}$

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 t_1 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 mol · L⁻¹ · min⁻¹

(3) ①③ (4) ②④

单元活动构建

单元活动2 利用锌和稀硫酸的反应探究能量变化和化学反应速率

「单元任务」

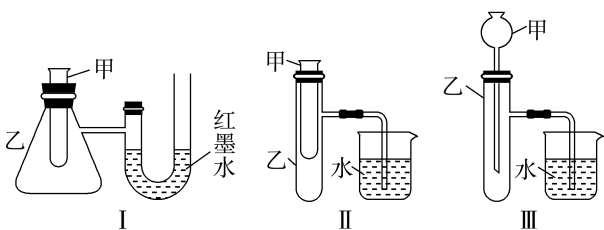
任务内容	
任务一	利用锌和稀硫酸的反应探究化学反应中的能量变化
任务二	利用锌和稀硫酸的反应探究原电池工作原理
任务三	利用锌和稀硫酸的反应探究化学反应速率的测定及影响因素

「任务导引」

1. 锌和稀硫酸反应,发生物质变化的同时释放出能量,将化学能转化为热能,可以通过设计实验进行探究。
2. 锌和稀硫酸的反应为自发进行的氧化还原反应,可以设计成原电池,将化学能转化为电能。
3. 锌和稀硫酸的反应速率可以进行测定,反应速率与锌的表面积、温度、硫酸浓度等因素有关。

任务一 利用锌和稀硫酸的反应探究化学反应中的能量变化

活动1 下列装置中不能用来证明“锌和稀硫酸反应是吸热反应还是放热反应”的是_____。



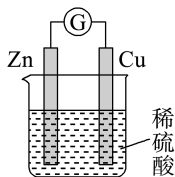
提示:反应放热,气体膨胀,I装置U形管中红墨水左液面降低,II装置烧杯中有气泡冒出,均可说明反应放热,III装置不能证明。

活动2 选择装置I进行实验(实验前U形管里液面左右相平),在甲试管中加入适量锌和稀硫酸,U形管中可观察到的现象是_____。

提示:左端液柱降低,右端液柱升高

任务二 利用锌和稀硫酸的反应探究原电池工作原理

锌、铜、稀硫酸构成的原电池的装置如图所示:



活动1 原电池电极及电极反应

Zn为_____极,电极反应为_____。

Cu为_____极,电极反应为_____。

提示:负 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ 正 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

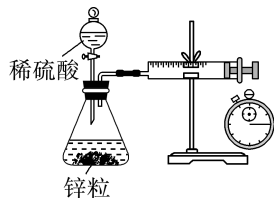
活动2 原电池中电子移动方向、电流方向及离子移动方向

该装置外电路中电子从_____极(填“Cu”或“Zn”,下同)流向_____极;外电路电流从_____极流向_____极;稀硫酸中 H^+ 移向_____极, SO_4^{2-} 移向_____极。

提示:Zn Cu Cu Zn Cu Zn

任务三 利用锌和稀硫酸的反应探究化学反应速率的测定及影响因素

活动1 测定锌与稀硫酸反应的速率:



实验过程中需要记录的实验数据有_____。请写出其他测定反应速率大小的方法:

提示:反应时间、生成气体体积(可以通过单位时间内生成气体的多少或生成一定体积氢气所需的时间测定) 测定一段时间内溶液中 $c(\text{H}^+)$ 或锌粒质量的变化

活动2 探究锌和稀硫酸反应的速率的影响因素

相同质量的锌和相同浓度的足量的稀硫酸反应,得到实验数据如下表所示:

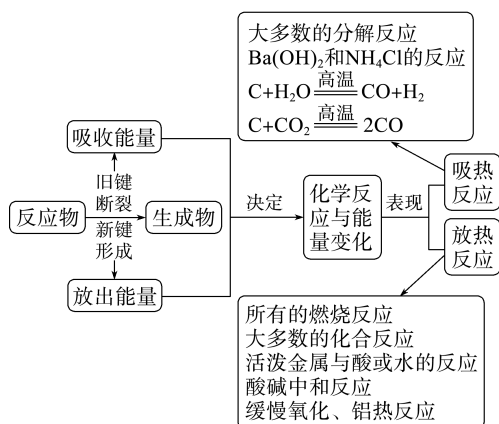
实验编号	锌的状态	反应温度/ $^{\circ}\text{C}$	收集 100 mL 氢气所需时间/s
1	块状薄片	15	200
2	块状薄片	25	90
3	粉末	25	10

该实验的目的是探究_____、_____对锌和稀硫酸反应速率的影响;实验 1 和 2 表明_____, 化学反应速率越大;能表明固体的表面积对反应速率有影响的实验编号是_____和_____。

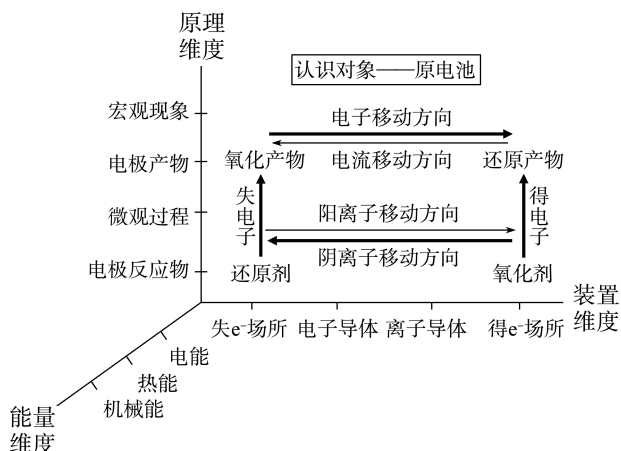
提示:固体表面积 温度 温度越高 2 3。实验 2、3 中接触面积不同,实验 1、2 中温度不同,则该实验的目的是探究固体表面积、温度对锌和稀硫酸反应速率的影响;实验 1 和 2 表明,温度越高,反应速率越大;表明固体的表面积对反应速率有影响的实验编号为 2、3。

[知识链接]

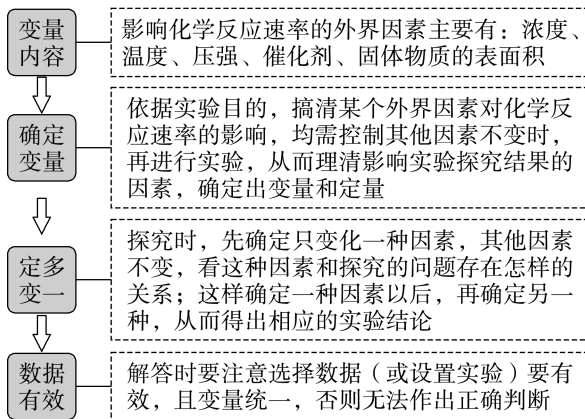
1. 化学反应中能量变化



2. 原电池的工作原理



3. 外界条件对化学反应速率影响的实验探究



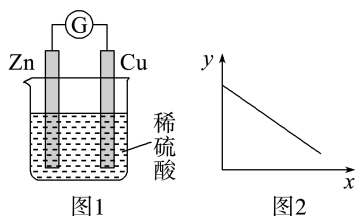
「活动达标」

1. 下列各组涉及的变化属于吸热反应的是 ()

- A. NH₄NO₃ 溶于水
- B. Ba(OH)₂ 晶体与 NH₄Cl 混合研磨
- C. Na 投入水中
- D. Zn 和稀硫酸反应

B 解析: NH₄NO₃ 溶于水吸收热量, 为物理变化, A 错误; Ba(OH)₂ 晶体与 NH₄Cl 混合研磨, 两者反应生成 BaCl₂、NH₃ 和 H₂O, 为吸热反应, B 正确; Na 与水反应生成 NaOH 和 H₂, 为放热反应, C 错误; Zn 与稀硫酸反应生成 ZnSO₄ 和 H₂, 为放热反应, D 错误。

2. 图 1 是铜锌原电池示意图。图 2 中, x 轴表示实验时流入正极的电子的物质的量, y 轴表示 ()



- A. 铜棒的质量
- B. c(Zn²⁺)
- C. c(H⁺)
- D. c(SO₄²⁻)

C 解析: Cu 是正极, 氢离子得电子发生还原反应, Cu 电极的质量不变, 故 A 错误; Zn 是负极, 发生反应: Zn-2e⁻ = Zn²⁺, 所以随着反应的进行, 溶液中的 c(Zn²⁺) 增大, 故 B 错误; 正极发生反应: 2H⁺+2e⁻ = H₂↑, 不断消耗 H⁺, 所以随着反应的进行, 溶液中的 c(H⁺) 逐渐减小, 故 C 正确; SO₄²⁻ 不参加电极反应, 其浓度不变, 故 D 错误。

第六章质量评估

(90分钟 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.下列发电站在发电过程中实现化学能转化为电能的是 ()

- A.三峡水力发电站
B.甘肃酒泉风电基地
C.大亚湾核电站
D.上海虹桥垃圾焚烧发电厂

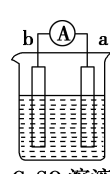
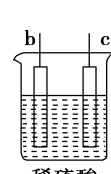
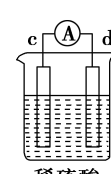
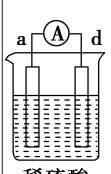
D 解析:三峡水力发电站是将水的势能转化为电能,故A错误;甘肃酒泉风电基地是将风能转化为电能,故B错误;大亚湾核电站是将核能转化为电能,故C错误;上海虹桥垃圾焚烧发电厂是将化学能转化为电能,故D正确。

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:

实验装置	 CuSO ₄ 溶液 装置一	 稀硫酸 装置二	 稀硫酸 装置三	 稀硫酸 装置四
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. $a > b > d > c$

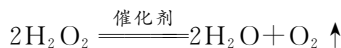
C 解析:装置一是原电池,a极质量减小,说明a极金属失电子形成离子,故a极金属比b极金属活泼;装置二没有形成原电池,可知b比c活泼,且c位于金属活动性顺序表中氢的后面;装置三和四均形成原电池,易知d比c活泼,d比a活泼。因此四种金属的活动性顺序为 $d > a > b > c$ 。

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 ()

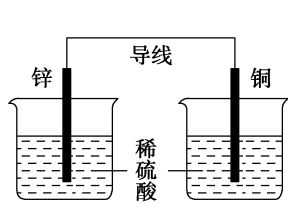


图 I

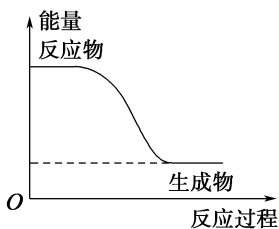
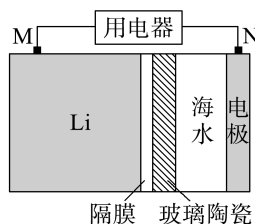


图 II

- 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. 海水电池在海洋能源领域备受关注, 一种锂-海水电池构造示意图如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. M 极发生的电极反应: $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$
 B. 隔膜和玻璃陶瓷只具有传导离子的功能, 不具有防水的功能
 C. 海水中的 H_2O 或者海水中溶解的 O_2 等物质在 N 极反应
 D. 该锂-海水电池属于一次电池

B 解析: M 极为负极, 其电极反应为 $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$, 故 A 正确; 为了防止水与 Li 直接反应, 隔膜和玻璃陶瓷起到防水作用, 同时兼具传导离子功能, 故 B 错误; N 极为正极, 海水中的 H_2O 或者海水中溶解的 O_2 等物质在 N 极得电子, 发生还原反应, 故 C 正确; 该锂-海水电池不具有充电功能, 属于一次电池, 故 D 正确。

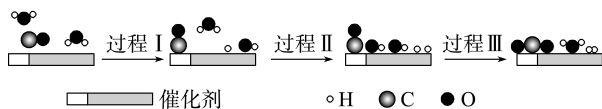
7. 用活性炭处理汽车尾气的反应为: $\text{C}(\text{s}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 。下列关于该反应的说法不正确的是 ()

- 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:

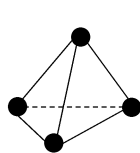


下列说法错误的是 ()

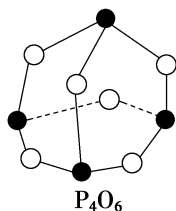
- A. 过程 I、过程 II 均为吸热过程
 B. 使用催化剂提高了该反应的反应速率
 C. 该反应中, $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的总能量高于 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 的总能量
 D. 示意图中: 起始时的 2 个 H_2O 在反应过程中并未都参与了反应

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 ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$): $\text{P}-\text{P}$: 198; $\text{P}-\text{O}$: 360; $\text{O}=\text{O}$: 498。则 1 mol 白磷发生反应 $\text{P}_4(\text{白磷}) + 3\text{O}_2 = \text{P}_4\text{O}_6$ 的热效应为 ()



白磷

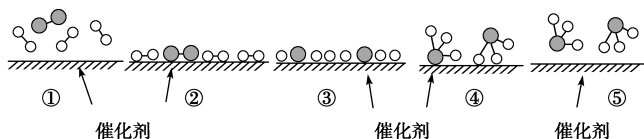
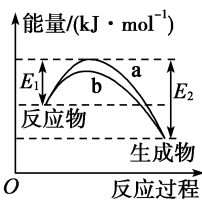

 P_4O_6

- 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 $1\,638 \text{ kJ}$ 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 \bullet 、 \circ 、 \circ 分别表示 N_2 、 H_2 、 NH_3 , 下列说法正确的是

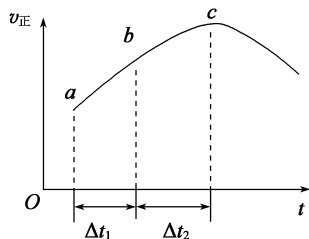
()



- 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

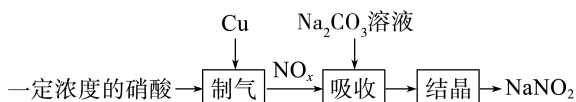
B. 反应物浓度: a 点小于 b 点

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: $a \sim b$ 段小于 $b \sim c$ 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 $a \sim b$ 正下方的面积代表 Δt_1 时间段内 SO_2 的转化浓度, 曲线 $b \sim c$ 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 $b \sim c$ 正下方的面积大, 故 $b \sim c$ 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. $100 \text{ mL } 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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 N₂ 和 CO₂,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 SO₂ 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 $\text{Pb(s)} + \text{PbO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。根据此反应判断下列叙述错误的是 ()

A.放电时负极反应为 $\text{Pb(s)} + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_4(\text{s})$

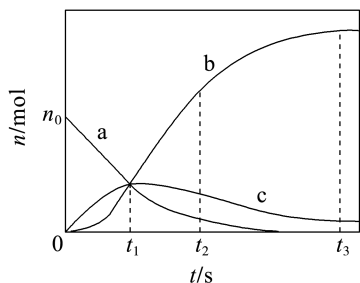
B.充电时电能转化为化学能

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 $\text{Pb(s)} + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_4(\text{s})$,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 $\text{X} \rightleftharpoons 2\text{Z}$ 经历两步:① $\text{X} \rightarrow \text{Y}$,② $\text{Y} \rightarrow 2\text{Z}$ 。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~t₁ 时间段内,反应速率 $v(\text{X}) = v(\text{Y}) = v(\text{Z})$

C.t₂ 时,Y 的消耗速率大于生成速率

D.t₃ 时, $n(\text{Z}) = 2n_0 - n(\text{Y})$

C 解析:反应 $\text{X} \rightleftharpoons 2\text{Z}$ 经历两步:① $\text{X} \rightarrow \text{Y}$;② $\text{Y} \rightarrow 2\text{Z}$,则 X 的物质的量随时间逐渐减小,Z

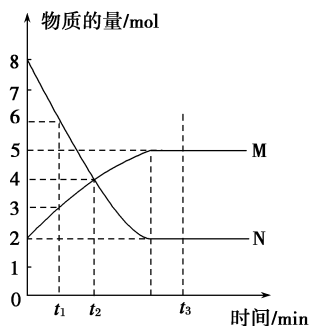
的物质的量随时间逐渐增大,Y 的物质的量随时间先增大后减小,X、Y、Z 分别对应曲线 a、c、b,A 错误;0~t₁ 时间段内,X 的消耗量大于 Y 和 Z 的生成量,则 $v(\text{X}) > v(\text{Y}) = v(\text{Z})$,B 错误;t₂ 时刻,Y 的物质的量呈现下降的趋势,说明其消耗速率大于生成速率,C 正确;根据反应

	X	\rightarrow	Y	
初始量/mol	n_0		0	
转化量/mol	n_0		$n(\text{Y}) + \frac{n(\text{Z})}{2}$	
t ₃ 时的量/mol	0		$n(\text{Y}) + \frac{n(\text{Z})}{2}$	
		Y	\rightarrow	2Z
初始量/mol		$n(\text{Y}) + \frac{n(\text{Z})}{2}$		0
转化量/mol		$\frac{n(\text{Z})}{2}$		$n(\text{Z})$
t ₃ 时的量/mol		$n(\text{Y})$		$n(\text{Z})$

由图可知,t₃ 时 $n(\text{X}) = 0$,则 $n_0 = n(\text{Y}) + \frac{n(\text{Z})}{2}$,则 $n(\text{Z}) = 2n_0 - 2n(\text{Y})$,D 错误。

二、非选择题(本题共 5 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: $a\text{N}(\text{g}) \rightleftharpoons b\text{M}(\text{g})$,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 $\frac{a}{b} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2)t₁ 到 t₂ 时刻,以 M 的浓度变化表示的平均反应速率为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3)下列叙述中,能说明上述反应达到平衡状态的是 $\underline{\hspace{2cm}}$ (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

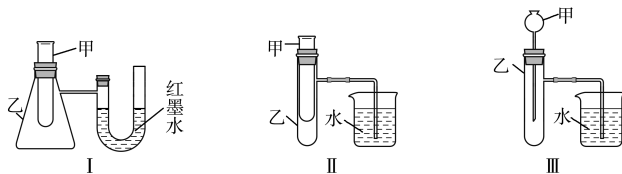
E.混合气体的压强不随时间的变化而变化

F.N 的质量分数在混合气体中保持不变

答案:(1)2 (2) $\frac{1}{(t_2-t_1)V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

(3)CEF

得分 17.(14分)为了探究化学能与热能的转化,某实验小组设计了如图所示三套实验装置:



(1)上述3个装置中,不能证明“铜与浓硝酸反应是吸热反应还是放热反应”的是_____。

(2)某同学选用装置I进行实验(实验前U形管里液面左右相平),在甲试管里加入适量氢氧化钡溶液与稀硫酸,U形管中可观察到的现象是_____,说明该反应属于_____

(填“吸热”或“放热”)反应。

(3)为探究固体M溶于水的热效应,选择装置II进行实验(反应在甲中进行)。

①若M为钠,则实验过程中烧杯中可观察到的现象是_____。

②若观察到烧杯里产生气泡,则说明M溶于水_____ (填“一定是放热反应”“一定是吸热反应”或“可能是放热反应”)。

(4)至少有两种实验方法能证明超氧化钾与水的反应($4\text{KO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{KOH} + 3\text{O}_2 \uparrow$)是放热反应还是吸热反应。

方法①:选择上述装置_____ (填“I”“II”或“III”)进行实验;

方法②:取适量超氧化钾粉末用脱脂棉包裹并放在石棉网上,向脱脂棉上滴加几滴蒸馏水,片刻后,若观察到棉花燃烧,则说明该反应是_____ (填“吸热”或“放热”)反应。

解析:(1)装置I可通过U形管中红墨水液面的变化判断铜与浓硝酸的反应是放热反应还是吸热反应;装置II可通过烧杯中是否产生气泡判断铜与浓硝酸的反应是放热反应还是吸热反应;装置III不能证明铜与浓硝酸反应是放热反应还是吸热反应。

(2)氢氧化钡与硫酸反应属于中和反应,中和反应都是放热反应,所以锥形瓶中气体受热膨胀,导致U形管左端液柱降低,右端液柱升高。(3)①若M

为钠,钠与水反应生成氢氧化钠和氢气,该反应为放热反应,放出的热量使大试管中温度升高,气体压强增大,所以右边烧杯中有气泡产生,反应完毕后,冷却至室温,烧杯里的导管内形成一段水柱。

②若观察到烧杯里产生气泡,说明M溶于水可能放出热量,由于放热反应一定属于化学变化,而有热量放出的不一定为化学变化,如某些物质(如氢氧化钠)溶于水放热,但不是化学反应,因此可能是放热反应。(4)方法②:取适量超氧化钾粉末用脱脂棉包裹并放在石棉网上,向脱脂棉上滴加几滴蒸馏水,片刻后,若观察到棉花燃烧,则说明该反应是放热反应。

答案:(1)III

(2)左端液柱降低,右端液柱升高 放热

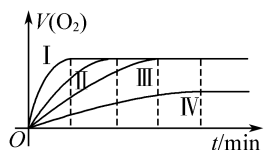
(3)①产生气泡,反应完毕后,冷却至室温,烧杯里的导管内形成一段水柱 ②可能是放热反应

(4)I或II 放热

得分 18.(6分)某实验小组以 H_2O_2 分解为例,研究浓度、催化剂、温度对反应速率的影响。按照如下方案完成实验。

实验序号	反应物	催化剂	温度
①	10 mL 10% H_2O_2 溶液	无	25 °C
②	10 mL 20% H_2O_2 溶液	无	25 °C
③	10 mL 20% H_2O_2 溶液	无	40 °C
④	10 mL 20% H_2O_2 溶液	1~2滴 0.1 mol · L ⁻¹ FeCl_3 溶液	40 °C

通过实验得到氧气的体积与时间的关系如图所示。回答下列问题:



(1)代表实验①的曲线是_____。

(2)对比实验③和④的目的是_____。

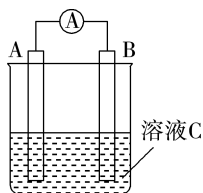
(3)通过上面对比实验,所得出的实验结论是_____。

解析:(1)反应温度越高,使用合适的催化剂,反应物的浓度越大,反应速率越大,实验①中 H_2O_2 溶液浓度最小,没有使用催化剂,温度为25 °C,则在

实验①~④中反应速率最小,图中斜率越大,反应速率越大,则代表实验①的为IV。(2)实验③、④中,反应物浓度、反应温度相同,而实验④中使用了催化剂,所以对比实验③和④的目的是研究催化剂对反应速率的影响。(3)根据实验①、②可知,增大反应物浓度,反应速率增大;根据实验②、③可知,升高反应温度,反应速率增大;根据实验③、④可知,使用合适的催化剂,反应速率增大,通过对比实验,得出的实验结论是其他条件不变,增大反应物的浓度、升高温度或加入合适的催化剂,化学反应速率增大。

答案:(1)IV (2)研究催化剂对反应速率的影响
(3)其他条件不变,增大反应物的浓度、升高温度或加入合适的催化剂,化学反应速率增大

得分 19.(15分)如图所示,是原电池的装置图。请回答:

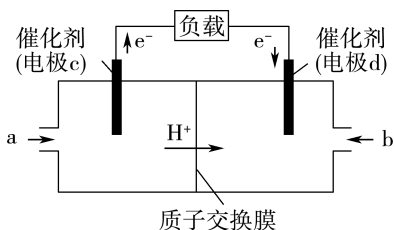


(1)若溶液C为稀硫酸,电流表指针发生偏转,B的电极材料为Fe,且作负极,则A电极上发生的电极反应为_____ ;反应进行一段时间后溶液C的酸性_____ (填“升高”“降低”或“基本不变”)。

(2)若需将反应 $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ 设计成如图所示的原电池装置,则A极(负极)材料为_____,B极电极反应为_____。

(3)若C为 CuCl_2 溶液,Zn是_____极,Cu极发生_____反应,电极反应为_____。反应过程溶液中 $c(\text{Cu}^{2+})$ _____ (填“变大”“变小”或“不变”)。

(4)CO与 H_2 反应还可制备 CH_3OH , CH_3OH 可作为燃料使用,用 CH_3OH 和 O_2 组合形成的质子交换膜燃料电池的结构示意图如下:



电池总反应为 $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$, 则电极c是_____ (填“正极”或“负极”),若电路中转移2 mol电子,则上述 CH_3OH 燃料电池,消耗的 O_2 在标准状况下的体积为_____ L。

解析:(1)Fe作负极,正极发生反应 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$,溶液的酸性降低。(2)若将反应 $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ 设计成原电池,则负极材料为Cu,正极材料可为石墨,溶液C可为 FeCl_3 溶液,正极的电极反应为 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}$ 。(3)若C为 CuCl_2 溶液,Zn是负极,Cu极发生还原反应,电极反应为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$,反应过程溶液中 $c(\text{Cu}^{2+})$ 变小。(4)根据电子移动方向,得电极c是负极,若电路中转移2 mol电子,则消耗的 O_2 在标准状况下的体积为11.2 L。

答案:(1) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$ 降低
(2) Cu $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}$
(3)负 还原 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ 变小
(4)负极 11.2

得分 20.(14分)用氟硼酸(HBF_4 ,属于强酸)

代替硫酸作铅酸蓄电池的电解质溶液,可使铅酸蓄电池在低温下工作时的性能更优良,反应的化学方程式为 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 4\text{HBF}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{Pb}(\text{BF}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。 $\text{Pb}(\text{BF}_4)_2$ 为可溶于水的强电解质,回答下列问题:

(1)该电池放电时负极材料是_____,正极材料是_____。

(2)该电池在放电过程中,负极质量_____ (填“减少”“增加”或“不变”,下同),正极质量_____。

(3)放电时,电解液中氟硼酸的浓度将_____。

(4)放电时的负极反应为_____,正极区酸性_____ (填“增强”“减弱”或“不变”)。

解析:(1)放电时正极是 PbO_2 ,负极是Pb。(2)因 $\text{Pb}(\text{BF}_4)_2$ 为可溶于水的强电解质,该电池在放电过程中,正极、负极质量都减少。(3)放电时消耗氟硼酸生成水,氟硼酸的浓度将变小。(4)放电时,负极上金属铅发生的是失电子反应,正极上发生的是还原反应, $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$,氢离子的浓度减小,酸性减弱。

答案:(1)Pb PbO_2 (2)减少 减少 (3)减小
(4) $\text{Pb} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}$ 减弱

阶段质量评估

(90分钟 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.陶瓷是火与土的结晶,是中华文明的象征之一,其形成、性质与化学有着密切的关系。下列说法错误的是 ()

- A.“雨过天晴云破处”所描述的瓷器青色,来自氧化铁
- B.闻名世界的秦兵马俑是陶制品,由黏土经高温烧结而成
- C.陶瓷是应用较早的人造材料,主要化学成分是硅酸盐
- D.陶瓷化学性质稳定,具有耐酸碱侵蚀、抗氧化等优点

A 解析:氧化铁为棕红色固体,瓷器的青色不可能来自氧化铁,故 A 错误;秦兵马俑是陶制品,陶制品是由黏土或含有黏土的混合物经混炼、成型、煅烧而制成的,故 B 正确;陶瓷的主要原料是取之于自然界的硅酸盐矿物,陶瓷的主要成分是硅酸盐,与水泥、玻璃等同属硅酸盐产品,故 C 正确;陶瓷的主要成分是硅酸盐,硅酸盐的化学性质不活泼,具有不与酸或碱反应、抗氧化的特点,故 D 正确。

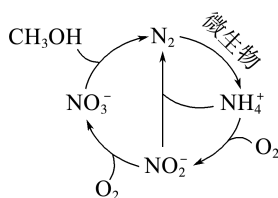
2.葡萄酒是以葡萄为原料酿造的一种果酒,它能增强人体新陈代谢,促进血液循环。如图是某品牌葡萄酒的部分说明,我们可以看到其中添加有二氧化硫。下列说法正确的是 ()

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 $\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

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 $\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,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

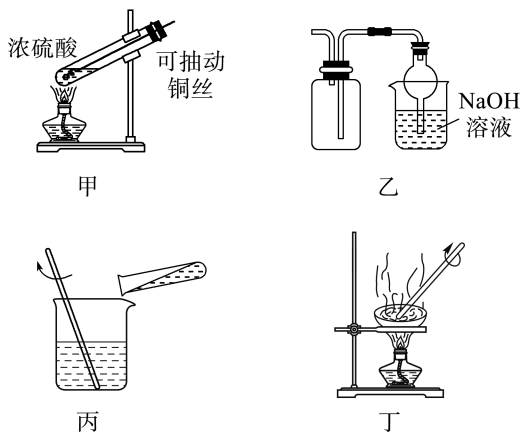
B.斜长石的成分 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 用氧化物形式可表示为 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$

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。

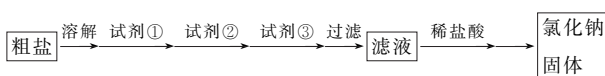
5. Cu 与浓硫酸反应的实验装置如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 装置乙可用于收集 SO_2 并防止其污染空气
 B. 上下移动装置甲中的铜丝可以减少污染物的排放
 C. 如图丙将甲中反应后所得的溶液倒入加水的烧杯中可验证是否有 CuSO_4 生成
 D. 装置丁将硫酸铜溶液加热浓缩、冷却结晶, 可析出 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

A 解析: SO_2 的密度大于空气, 收集时应该长进短出, 故 A 错误; 上下移动装置甲中的铜丝可以控制反应的速率和反应的进行情况, 减少污染物的排放, 故 B 正确; 浓硫酸稀释应该沿器壁慢慢注入水中, 硫酸铜溶液显蓝色, 故将甲中反应后溶液如图丙倒入加水的烧杯中可验证是否有 CuSO_4 生成, 故 C 正确; 装置丁将硫酸铜溶液加热浓缩得到硫酸铜饱和溶液, 冷却结晶可析出 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 故 D 正确。

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 $\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$

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: $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

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: $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 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 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-$

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: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$, 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 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-$, 负极反应为 $2\text{Fe} - 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+}$, 故 D 正确。

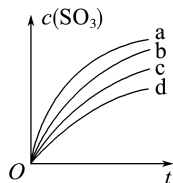
8. 鱼雷是一种水中兵器, 鱼雷采用 $\text{Al}-\text{Ag}_2\text{O}$ 动力电池, 以溶有氢氧化钾的流动海水为电解质溶液, 电池总反应为 $2\text{Al} + 3\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 6\text{Ag} + 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, 下列说法错误的是 ()

- 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. 经过化学家长期的研究发现, 高炉中反应 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$

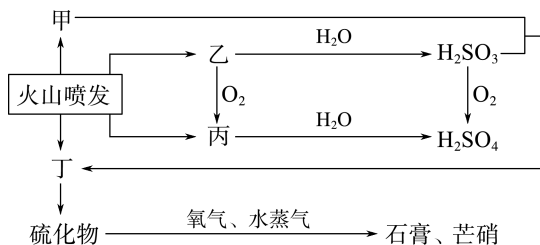
$+ 3\text{CO}(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{高温}} 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ 是可逆反应。一定温度下, 在一体积恒定的密闭容器中发生上述反应, 下列情况能说明反应达到平衡的是 ()

- 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 ()

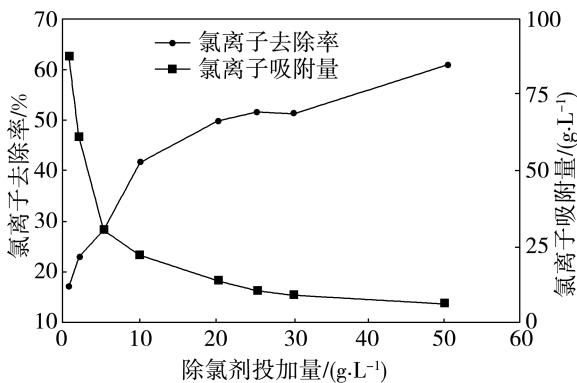


图1 除氯剂投加量对氯离子去除效果的影响

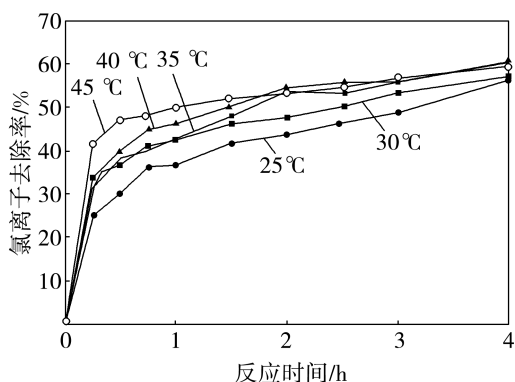
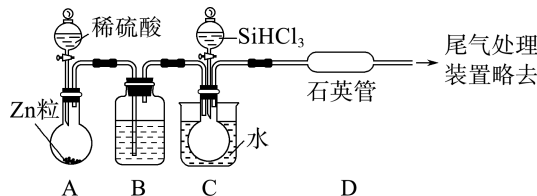


图2 不同反应温度和反应时间下除氯剂对氯离子去除效果的影响

- 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 $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的氯离子去除率, 并且去除氯离子的速率较快, 相比与 $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 更能节约成本, 故 D 错误。

13. 用 SiHCl_3 与过量 H_2 在 $1\ 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 反应制备高纯硅的装置如图所示(加热及夹持装置均略去)。



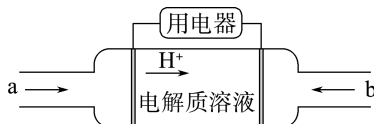
已知: SiHCl_3 遇 H_2O 剧烈反应, 在空气中易自燃。下列说法错误的是 ()

- 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 $1\ 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 装置 D 不能采用普通玻璃管, 否则会软化, D 项正确。

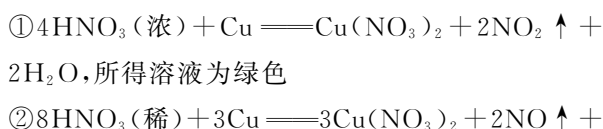
14. 凭借清洁、储量大、能量转化率高等优势, 氢能被现代工业视为最理想、潜力最大的新能源。氢能源汽车为新型“环保”汽车, 氢氧燃料电池是氢能源汽车的“心脏”, 某种氢氧燃料电池的结构如图所示, 下列说法正确的是 ()



- A. 通入的 a 是氧气
- B. 右侧电极上的电极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$
- 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%

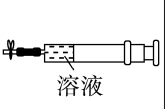
B 解析: 氢氧燃料电池中, O_2 在正极上被还原, H_2 在负极上被氧化, 由 H^+ 的移动方向可知, 该氢氧燃料电池左侧电极为负极, 右侧电极为正极, 则通入的 a 是氢气, 通入的 b 是氧气, A 项错误; 右侧电极为正极, 正极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$, B 项正确; 负极反应为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- = 2\text{H}^+$, 每消耗 0.5 mol H_2 , 理论上电路中通过 1 mol 电子, 但题中没有指明 11.2 L 氢气所处的状况, 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 $15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液、 $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液分别将两份等质量的铜片完全溶解, 发生如下反应:



$4\text{H}_2\text{O}$, 所得溶液为蓝色

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 HNO_3 (浓) 的物质的量大于作氧化剂的 HNO_3 (稀) 的物质的量

C. I 中溶液上方呈红棕色是因为发生反应 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$

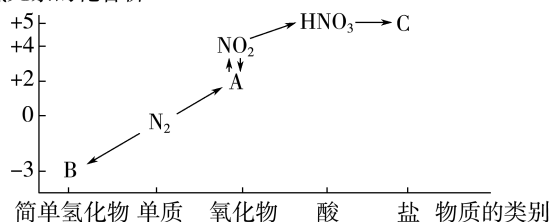
D. ①和②所得溶液颜色不同, 是因为铜离子浓度不同

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 消耗浓硝酸 (浓) 为 4 mol , 消耗稀硝酸 (稀) 为 $\frac{8}{3} \text{ mol}$, 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 $15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液、 $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 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 5 小题, 共 55 分)

得分 16. (10 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 N_2 的一种用途: _____; 从 N 元素的化合价分析, N_2 具有氧化性和还原性, 请举一例说明 N_2 具有氧化性: _____

(用化学方程式表示)。

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

(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 NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 Na_2CO_3 、 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. AgNO_3 溶液

C. CaCl_2 溶液

D. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液

解析: (1) 由图可知, A 为 NO , B 为 NH_3 。(2) 通常情况下 N_2 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 AgNO_3 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; NH_3 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 NH_3

(2) 作保护气 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ (或 $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$)

(3) AgNO_3 (4) B (5) D

得分 17. (11分) SO_2 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 NH_3 与 NO_2 反应转化为无污染物质可进行汽车尾气无害化处理。

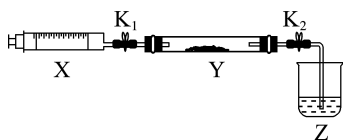
(1) 氨气的制备

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 CaCl_2 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 NO_2 气体注入 Y 中,Z 中应盛装_____。

② 打开 K_1 ,将注射器 X 中的 NH_3 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 K_2 ,Z 中液体被倒吸入 Y 中,原因可能是_____。

II. 该小组继续研究 SO_2 的性质,探究 SO_2 能否与 Na_2O_2 发生氧化还原反应。

(3) 用铜丝和浓硫酸反应制备 SO_2 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 Na_2O_2 ,将注射器 X 中气体更换为 SO_2 ,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 SO_4^{2-} :_____。

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 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \uparrow$ 。② 可用碱石灰干燥氨气;不能用无水 CaCl_2 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) ① Z 中应盛装 NaOH 溶液,用于吸收未反应的二氧化氮或 NH_3 ,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 $6\text{NO}_2 + 8\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{一定温度}]{\text{催化剂}} 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ 。

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 SO_2 、硫酸铜和水,反应的化学

方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。(4) Na_2O_2 与 SO_2 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 SO_4^{2-} 的方法是取少量白色固体溶于水,加入少量稀盐酸,再加入 BaCl_2 溶液,有白色沉淀生成,说明生成的物质中含有 SO_4^{2-} 。

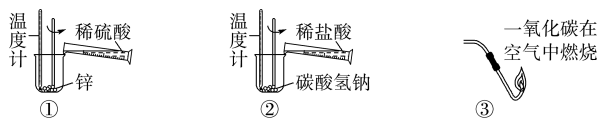
答案: I. (1) ① $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \uparrow$ ② A (2) ① NaOH 溶液

② $6\text{NO}_2 + 8\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{一定温度}]{\text{催化剂}} 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ ③ 反应后气体分子数减少,Y 中压强小于外界压强 II. (3) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ (4) 淡黄色粉末变成白色 取少量白色固体溶于水,加入少量稀盐酸,再加入 BaCl_2 溶液,有白色沉淀生成

得分 18. (12分) 化学反应中不仅有物质变化,

而且总是伴随着能量变化。

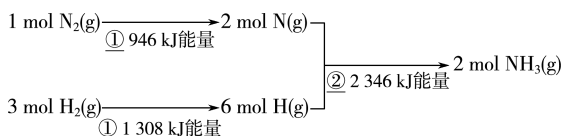
(1) 以下实验中发生的反应属于吸热反应的是_____ (填序号)。



如图所示,能表示①中反应的能量变化的是_____ (填字母序号)。



(2) 从微观角度分析化学反应中的能量变化:



图中①和②分别为_____ (填“吸收”或“释放”,

下同)、_____。H₂(g)与N₂(g)反应生成2 mol NH₃(g)时,释放_____ kJ 能量。

(3)当前,很多地区倡导用天然气(主要成分为甲烷)替代煤作为家用燃料,结合下表分析其原因:_____(写两条)。

燃料	每千克燃料燃烧释放的能量/kJ
天然气	55 812
煤	20 908

解析:(1)①中锌与稀硫酸的反应属于放热反应;②中稀盐酸和碳酸氢钠的反应属于吸热反应;③中一氧化碳在空气中燃烧属于放热反应,故②符合题意。①中反应为放热反应,反应物总能量高于生成物总能量,因此表示①中反应的能量变化的是A。(2)①为断裂化学键,断裂化学键吸收能量,②为形成化学键,形成化学键释放能量;断裂1 mol N₂(g)和3 mol H₂(g)中的化学键吸收的总能量为946 kJ + 1 308 kJ = 2 254 kJ,形成2 mol NH₃(g)中的化学键释放的能量为2 346 kJ,因此H₂(g)和N₂(g)反应生成2 mol NH₃(g)时释放的能量为2 346 kJ - 2 254 kJ = 92 kJ。(3)由表中数据可知,相同质量的天然气和煤相比,天然气燃烧放出的能量更多;天然气的主要成分是甲烷,燃烧时污染较小。

答案:(1)② A (2)吸收 释放 92 (3)相同质量的天然气和煤相比,天然气燃烧放出的能量更多;天然气的主要成分是甲烷,燃烧时污染较小

得分 19.(11分)探究一定条件下反应物浓度

对硫代硫酸钠(Na₂S₂O₃)与硫酸反应速率的影响。

[查阅资料]

a. Na₂S₂O₃ 易溶于水,能与硫酸发生反应:
Na₂S₂O₃ + H₂SO₄ = Na₂SO₄ + S ↓ + SO₂ ↑ + H₂O;

b. 浊度计用于测量浑浊度的变化。产生的沉淀越多,浑浊度(单位为 NTU)值越大。

[实验过程]

用图1所示装置进行如表所示的5个实验,分别测量混合后体系达到相同浑浊度的过程中,浑浊度随时间的变化。实验①~⑤所得数据如图2中曲线①~⑤所示。

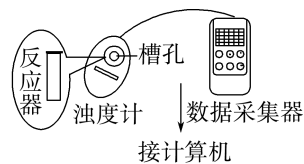


图1 实验装置

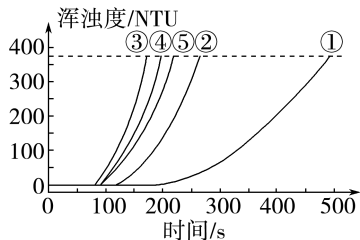


图2 浑浊度随时间的变化

实验编号	Na ₂ S ₂ O ₃ 溶液		H ₂ SO ₄ 溶液		蒸馏水
	c/(mol·L ⁻¹)	V/mL	c/(mol·L ⁻¹)	V/mL	
①	0.1	1.5	0.1	3.5	10
②	0.1	2.5	0.1	3.5	9
③	0.1	3.5	0.1	3.5	x
④	0.1	3.5	0.1	2.5	9
⑤	0.1	3.5	0.1	1.5	10

[分析与解释]

(1)实验①中,液体混合后 Na₂S₂O₃ 的初始浓度为 _____ mol·L⁻¹。

(2)实验③中,x = _____。

(3)实验①、②、③的目的是 _____。

解析:(1)实验①中,液体混合后的总体积为15 mL,则混合后 Na₂S₂O₃ 的初始浓度为 $\frac{0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.5 \text{ mL}}{15 \text{ mL}} = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(2)实

验①、②、③中所用 H₂SO₄ 溶液的浓度、体积相同,所用 Na₂S₂O₃ 溶液的浓度相同、体积不同,利用变量控制法,其他条件应相同,即只改变混合后 Na₂S₂O₃ 的初始浓度,则混合溶液的总体积应均为15 mL,故 x = 8。(3)实验①、②、③中各组液体混合后 H₂SO₄ 的初始浓度相同,Na₂S₂O₃ 的初始浓度不同,则实验目的是探究其他条件相同时,Na₂S₂O₃ 的浓度变化对反应速率的影响。

答案:(1)0.01 (2)8 (3)探究其他条件相同时,Na₂S₂O₃ 的浓度变化对反应速率的影响

得分 20.(11分)CH₄、CH₃OH 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 CH₄ 和2.0 mol H₂O(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: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$,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_____。

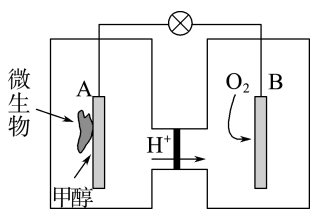
(2)一定条件下,将 1.0 mol CH_4 与 2.0 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 通入密闭容器中发生反应: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$,其他条件不变时,下列措施可以提高化学反应速率的是_____ (填字母序号,下同)。

- 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 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

(3)在恒容条件下进行反应: $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$,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. $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 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 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$,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 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 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 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- \rightleftharpoons 6\text{H}^+ + \text{CO}_2$

第七章

有机化合物

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。

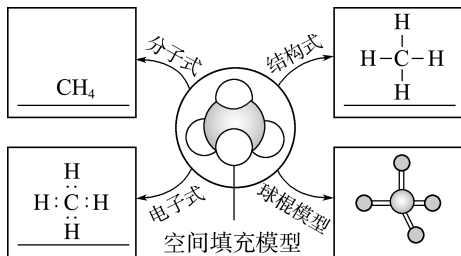
问题式预习

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) 烷烃分子通式: $C_n H_{2n+2}$ ($n \geq 1$)。

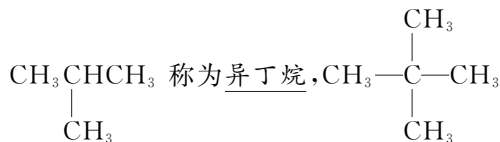
(3) 烷烃的习惯命名法

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: $CH_3 CH_2 CH_2 CH_3$ 称为正丁烷,



称为新戊烷。

3. 同系物、同分异构体

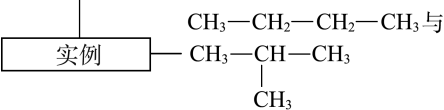
(1) 同系物

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 、 $C_2 H_6$ 、 $C_3 H_8$ 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

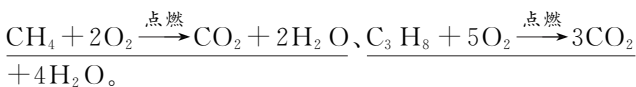
	相似性	递变性(随碳原子数的增加)
熔、沸点	较低	逐渐升高
密度	比水小	逐渐增大
状态	气态→液态→固态,常温常压下碳原子数 $n \leq 4$ 的烷烃为气态	
溶解性	难溶于水	

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。

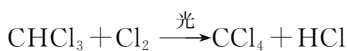
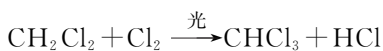
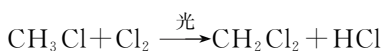
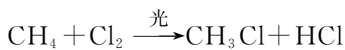
(4)取代反应

①甲烷与氯气的反应

实验操作	
实验现象	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 B 装置:无明显现象

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:



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($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$)。

探究 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。

探究 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,且分子组成上相

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。

探究 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. 有甲、乙两种烃，含碳的质量分数相等。下列关于甲和乙的叙述正确的是 ()

- A. 甲和乙一定互为同分异构体
 B. 甲和乙可能互为同系物
 C. 甲和乙的实验式不同
 D. 甲和乙各 1 mol 完全燃烧后生成 CO_2 的质量一定相等

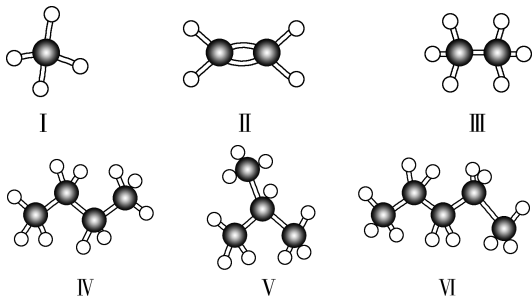
B 解析：因为甲、乙都是烃，碳的质量分数相同，则氢的质量分数也一定相同，则 C、H 的个数比相同，即实验式相同，可能互为同系物，如 C_2H_4 和 C_3H_6 ，但分子式不一定相同。

3. 下列各组内的物质不互为同系物的是 ()

- A. CH_3CH_3 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
 B. $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$
 C. $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$
 D. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

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。

4. 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 CH_3-

CH_3 ，IV 为 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ，V 为 $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ，VI 为 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

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) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
 $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

CH_2-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。

探究 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。

探究 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。

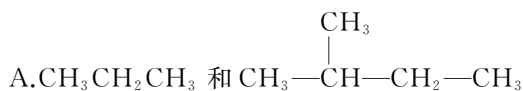
探究 3：同分异构体的分子中各元素的质量分数分别相等，分子中各元素的质量分数分别相等的物质一定是同分异构体吗？

提示：各元素的质量分数相等的物质，分子式不

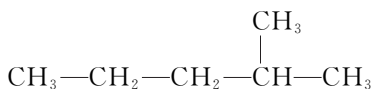
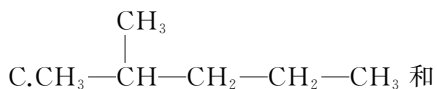
一定相同，如 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 和 $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ 分子中碳元素和氢元素的质量分数均相等，但它们不互为同分异构体。

「评价活动」

1. 下列互为同分异构体的是 ()



- B. 异戊烷和新戊烷



- D. 甲烷和乙烷

B 解析: 同分异构体是分子式相同而结构不同的化合物的互称。A、D 中的两种物质的分子式不同，C 中是同种物质，B 符合。

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

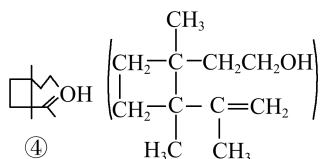
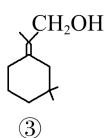
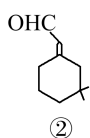
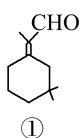
- D. C_4H_{10} 进行一氯取代后生成 3 种沸点不同的产物

D 解析: 对于各类烃, 当烃分子中 C 原子数小于或等于 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 $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$



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

同分异构体的理解和书写

(1) 同分异构体的概念理解

① 一同: 分子式相同 → 相对分子质量必相同。

② 一不同: 结构不同 → 原子或原子团的连接顺序(或空间排列)不同。

(2) 烷烃同分异构体的书写技巧

两注意: 写出最长的碳链为主链; 找出中心对称线

四句话: 主链由长到短, 支链由整到散, 位置由心到边, 排布由对到邻、间

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。



探究 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。

探究 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。CH₄+Br₂(g) $\xrightarrow{\text{光}}$ CH₃Br+HBr。

探究 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。

探究 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?

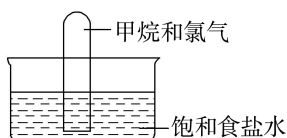
提示: 四种有机产物分别为CH₃Cl、CH₂Cl₂、CHCl₃、CCl₄,根据碳原子守恒,四种有机产物的物质的量之和与甲烷的物质的量相等。

探究 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

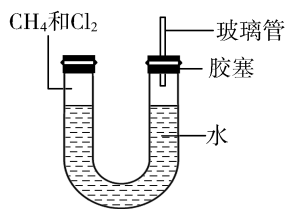
C 解析: A项,氯气是黄绿色气体,一氯甲烷和氯化氢是无色气体,光照条件下,甲烷和氯气发生取代反应生成氯代烃和氯化氢,所以气体颜色变浅,正确;B项,二氯甲烷、三氯甲烷和四氯化碳都是液态有机物,所以试管内壁有油状液滴生成,正确;C项,此反应的生成物有一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳和氯化氢,错误;D项,该反应中有氯化氢生成,氯化氢极易溶于水导致试管内压强减小,水进入试管,正确。

2. 1 mol CH₄与Cl₂发生取代反应,待反应完成后测得四种取代物的物质的量相等,则消耗Cl₂的物质的量为 ()

- A. 0.5 mol B. 2 mol
C. 2.5 mol D. 4 mol

C 解析: 因为CH₄与Cl₂发生取代反应生成的四种取代物中的碳原子均来自CH₄,由碳原子守恒可知,1 mol CH₄与Cl₂发生取代反应生成1 mol取代物,且每一种取代物的物质的量均为0.25 mol。由于CH₃Cl、CH₂Cl₂、CHCl₃、CCl₄分子中的氯原子均来自Cl₂,由氯原子守恒得消耗Cl₂的物质的量n(Cl₂)=(0.25×1+0.25×2+0.25×3+0.25×4) mol=2.5 mol。

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. CH₃Cl、HCl
B. CCl₄、HCl
C. CH₃Cl、CH₂Cl₂
D. CH₃Cl、CH₂Cl₂、CHCl₃、CCl₄、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

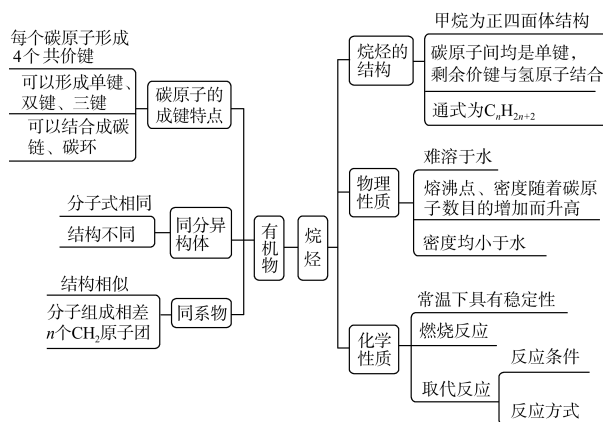
甲烷与氯气的取代反应,四种氯代产物都不溶于水,其中一氯甲烷为气体,其他三种均为液体。

(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)

基础性·能力运用

知识点 1 烷烃的组成和结构

1.下列各组物质互为同系物的是 ()

- A. O_2 和 O_3
 B. CH_4 和 C_3H_8
 C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 和 $(\text{CH}_3)_3\text{CH}$
 D. ^1_1H 和 ^2_1H

B 解析:结构相似,在分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的物质互称为同系物。 O_2 和 O_3 互为同素异形体; ^1_1H 和 ^2_1H 互为同位素; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 和 $(\text{CH}_3)_3\text{CH}$ 分子式相同,结构不同,互为同分异构体;只有 CH_4 和 C_3H_8 满足同系物的概念。

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

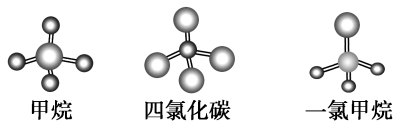
C 解析:烃类化合物完全燃烧的产物均为二氧化碳和水,因此 A 不是烷烃的特有性质;烃类化合物几乎都不溶于水,所以 B 也不正确;烷烃与溴水、酸性高锰酸钾溶液均不反应,故 D 不正确。

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,前者含有一 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。

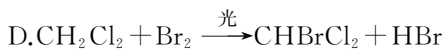
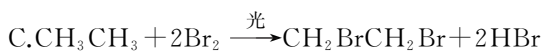
知识点 2 烷烃的性质

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. $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$



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 $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 的叙述正

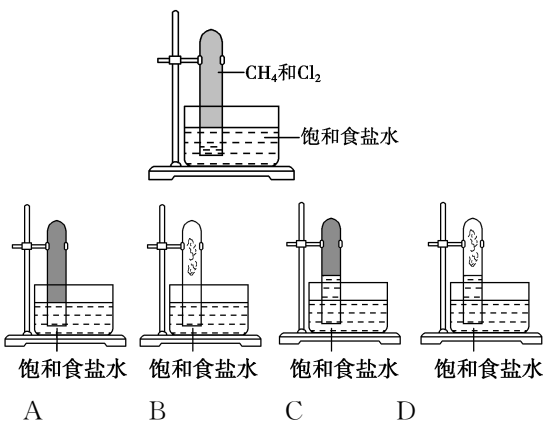
确的是 ()

- 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。

综合性·创新提升

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. 为验证甲烷分子中含有碳、氢两种元素, 可将其燃烧产物通过①浓硫酸、②澄清石灰水、③无水硫酸铜, 正确的顺序是 ()

- A. ①②③ B. ②③
C. ②③① D. ③②

D 解析: 证明甲烷分子中含有碳、氢两种元素, 只要证明其燃烧生成了 H_2O 和 CO_2 即可, 应先用无水硫酸铜检验水, 再用澄清石灰水检验 CO_2 。

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

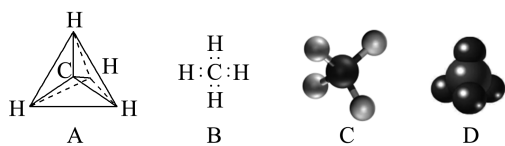
D 解析: C_4H_{10} 有两种结构: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (正丁烷), $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ (异丁烷), 正丁烷有 2 种



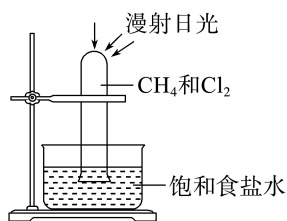
氢原子, 一氯代物有 2 种, 异丁烷也有 2 种氢原子, 一氯代物也为 2 种。

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 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 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 $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ 。(3) 烷烃的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 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) ① CD ② 降低氯气在水中的溶解度 ③ $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ (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 炔

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	$H \cdot \cdot C \cdot \cdot C \cdot \cdot H$		$CH_2=CH_2$		

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。

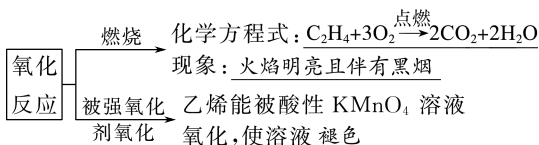
二、乙烯的性质和用途

1. 乙烯的物理性质

颜色	状态	气味	水溶性	密度
无色	气体	稍有气味	难溶于水	比空气略小

2. 乙烯的化学性质

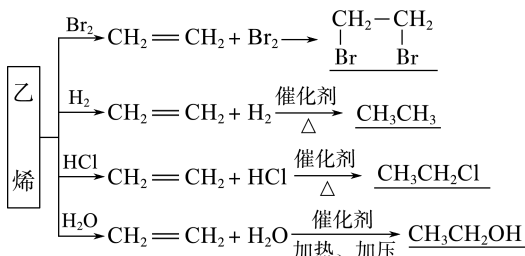
(1) 氧化反应



(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 $nCH_2=CH_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} [CH_2-CH_2]_n$ 。

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“ $-CH_2-CH_2-$ ”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。

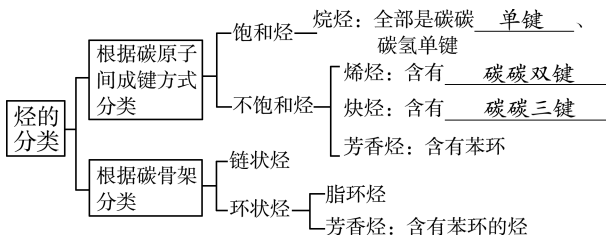
(2) 在农业生产中是一种植物生长调节剂,可用于催熟果实。

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

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。

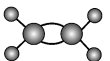
探究 1: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$ 分子中所有原子共平面吗?

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。

探究 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?

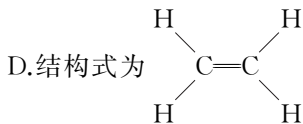
提示: 甲烷在空气中燃烧,产生淡蓝色火焰,乙烯在空气中燃烧,火焰明亮,并伴有黑烟。二者燃烧现象不同的原因是乙烯分子中含碳量高,在空气中往往燃烧不充分,有碳的单质颗粒产生,产生明亮的火焰和黑烟。

「评价活动」

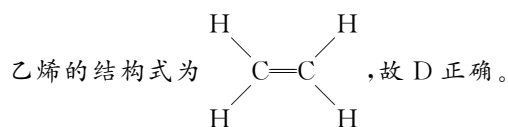
1. 乙烯分子的球棍模型为 。下列关于乙烯

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_nH_{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: $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 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

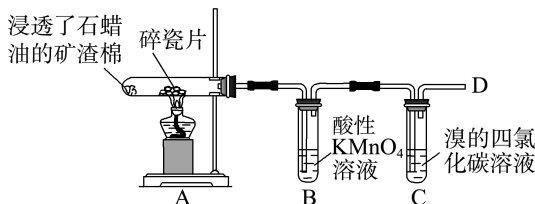
A 解析: 乙烯属于烃,不溶于水,故 A 错误;常温常压下乙烯是气体,故 B 正确;乙烯含碳碳双键,可被酸性高锰酸钾溶液氧化使其褪色,故 C 正确;乙烯含碳碳双键,能与氯气发生加成反应,故 D 正确。

4. 下列关于乙烯的说法中,不正确的是 ()

- A. 官能团为碳碳双键
 B. 不能与氧气在点燃条件下发生反应
 C. 能与溴的四氯化碳溶液反应
 D. 能与水在一定条件下反应

B 解析: 乙烯属于烯烃,其官能团为碳碳双键,A 正确;乙烯为可燃性气体,点燃条件下能在氧气中燃烧,生成二氧化碳和水,B 错误;乙烯能与溴的四氯化碳溶液中的溴发生加成反应,生成 1,2-二溴乙烷,C 正确;在一定条件下,乙烯能与水发生加成反应,生成乙醇,D 正确。

5. 下面是石蜡油在炽热碎瓷片的作用下产生 C_2H_4 并检验 C_2H_4 性质的实验,完成下列各问题。



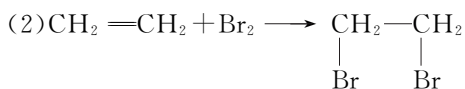
(1) B 中溶液褪色,是因为乙烯被_____。

(2) C 中发生反应的化学方程式为_____。

(3) 在 D 处点燃时必须进行的操作是_____。

解析: 石蜡油分解生成 C_2H_4 , 因为乙烯含有双键具有还原性,可使酸性 KMnO_4 溶液褪色,而 C_2H_4 被氧化。在 C 中, C_2H_4 可与 Br_2 发生加成反应,使得溴的四氯化碳溶液褪色。在 D 处,点燃 C_2H_4 气体前必须验纯。

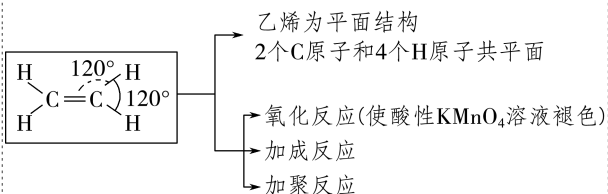
答案: (1) 氧化



(3) 检验乙烯的纯度

任务总结

乙烯的结构和性质



任务二 乙烯的加成反应

「探究活动」

乙烯是世界上产量最大的化工产品之一,乙烯工业是石油化工产业的核心,乙烯产品占石化产品的75%以上,在国民经济中占有重要的地位。

探究 1: 运动员肌肉挫伤或扭伤时,可对受伤部位喷射药剂氯乙烷(沸点 12.5 °C),进行局部冷冻麻醉应急处理。制取氯乙烷(CH₃-CH₂Cl)时,最好用乙烷与氯气反应还是乙烯与氯化氢反应?

提示: 用乙烯与氯化氢反应。乙烷可以与氯气发生取代反应,但是反应可以得到 CH₃-CH₂Cl、CH₂Cl-CH₂Cl、CH₃-CHCl₂……CCl₃-CCl₃ 等一系列取代产物,不能得到纯净的氯乙烷,乙烯和氯化氢加成可以得到纯净的氯乙烷。

探究 2: 乙烯既可使酸性 KMnO₄ 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 KMnO₄ 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。

探究 3: 结合乙烯的加成反应实验探究能否用 Br₂ 的四氯化碳溶液鉴别 CH₄ 和 C₂H₄?

提示: 可以。CH₄ 与 Br₂ 的四氯化碳溶液不发生反应,而 C₂H₄ 与 Br₂ 能发生加成反应生成无色液体 CH₂CH₂,从而使 Br₂ 的四氯化碳溶液褪色,因此可

用 Br₂ 的四氯化碳溶液鉴别 CH₄ 和 C₂H₄。

「评价活动」

1. 乙烯是一种重要的化工原料。下列物质中,不能通过乙烯的加成反应一步制得的是 ()

- A. CH₂BrCH₂Br
B. CH₃CHO
C. CH₃CH₂OH

D. CH₃CH₂Cl

B 解析: 乙烯和溴发生加成反应生成 CH₂BrCH₂Br,故 A 错误;CH₃CHO 不能通过乙烯一步加成获得,故 B 正确;乙烯和水加成生成乙醇,故 C 错误;乙烯和氯化氢发生加成反应生成 CH₃CH₂Cl,故 D 错误。

2. 由乙烯(CH₂=CH₂)的结构和性质,推测丙烯(CH₂=CH-CH₃)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 H₂O 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 KMnO₄ 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 H₂O 发生加成反应,其产物有 CH₃CH₂CH₂OH 和 CH₃CHOHCH₃ 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 Cl₂ 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 Cl₂,所以共消耗 5 mol Cl₂。

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:

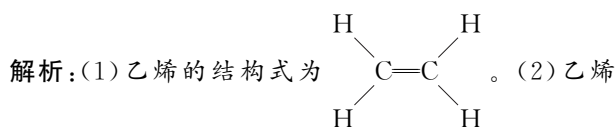
- (1) 乙烯的结构式是_____。
(2) 若将乙烯气体通入溴的四氯化碳溶液中,反应的化学方程式为_____。
(3) 可以用来除去乙烷中混有的少量乙烯的试剂是_____ (填序号)。

- ①水
②氢气
③溴水
④酸性 KMnO₄ 溶液

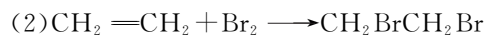
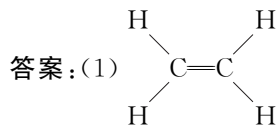
(4) 在一定条件下,乙烯能与水反应生成有机物 A,其反应类型是_____ (填“取代”或“加成”)反应。

(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 KMnO₄ 溶液褪色
② SO₂ 使溴水和酸性 KMnO₄ 溶液褪色
③ SO₂ 使品红溶液和滴有酚酞的 NaOH 溶液褪色

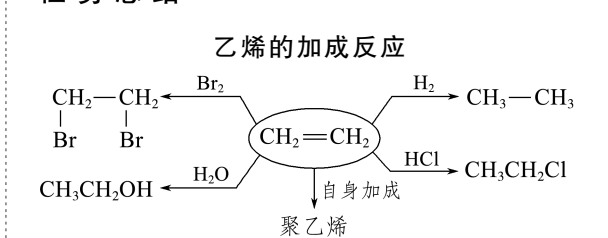


中含有碳碳双键,性质较活泼,能和溴发生加成反应生成1,2-二溴乙烷,反应的化学方程式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ 。(3)乙烯中含有碳碳双键,能和溴发生加成反应,能被酸性 KMnO_4 溶液氧化生成二氧化碳和水,与水、氢气只有在一定条件下才能反应且水、氢气的量不易控制,而乙烷与以上物质均不反应,所以用来除去乙烷中混有的少量乙烯的试剂是溴水。(4)在一定条件下,乙烯能与水发生加成反应生成乙醇。(5)乙烯使溴的四氯化碳溶液褪色是发生了加成反应;乙烯使酸性 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。

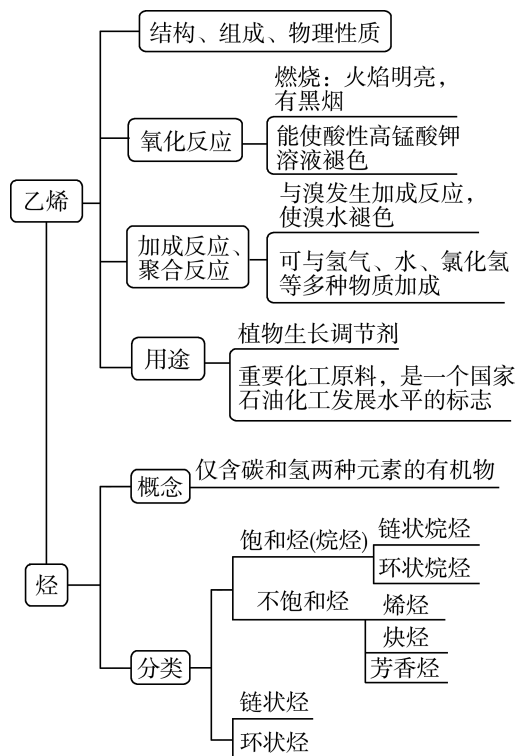


(3)③ (4)加成 (5)②

任务总结



提质归纳



课后素养评价(十二)

基础性·能力运用

知识点 1 乙烯的分子结构

1. 下列关于乙烯分子结构的描述正确的是 ()

- A. 乙烯的分子式可写成 $(\text{CH}_2)_2$
 B. 乙烯的最简式为 $\text{CH}-\text{CH}$
 C. 乙烯分子是空间结构完全对称的分子
 D. 乙烯的结构简式为 CH_2CH_2

C 解析: 乙烯的分子式为 C_2H_4 , 最简式为 CH_2 , 结构简式通常写成 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, 双键不能省略。

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 ()

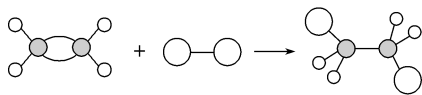
- A. 乙烯分子里碳、氢个数比为 1:2
 B. 乙烯完全燃烧生成的 CO_2 和水的物质的量相等
 C. 乙烯容易与溴的四氯化碳溶液发生加成反应, 且

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

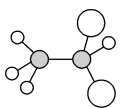
C 解析: 碳氢个数比为 1:2 是对乙烯的组成分析, 而不是证明碳碳双键存在的事实; B 选项与 A 选项的实质是一样的, 根据生成的 CO_2 和水的物质的量相等, 也只能推断出碳、氢个数比为 1:2; C 选项, 加成反应是不饱和烃的特征性质, 1 mol 乙烯完全加成需要消耗 1 mol 溴, 说明乙烯分子中含有一个碳碳双键; D 选项, 能够使酸性高锰酸钾溶液褪色是不饱和烃的特征, 包括烯烃和炔烃, 并不能说明一定含有碳碳双键, 也不能定量地说明乙烯分子的结构中只含有一个碳碳双键。

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)。

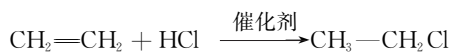
- A. 乙烷与氯气反应
 B. 乙烯与氯气反应
 C. 乙烷与 HCl 反应
 D. 乙烯与 HCl 反应

(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



综合性·创新提升

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. $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ 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 $\text{C}_x\text{H}_y + (x + \frac{y}{4})$

$\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} x\text{CO}_2 + \frac{y}{2}\text{H}_2\text{O}$ 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。

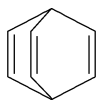
8. 丙烯($CH_3-CH=CH_2$)是生产口罩的重要原材料。

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. 桶烯的键线式如图所示。下列有关说法不正确的是 ()



- A. 桶烯分子中的原子不可能都在同一平面内
 B. 桶烯在一定条件下能发生加成反应和聚合反应
 C. 桶烯与苯乙烯($C_6H_5CH=CH_2$)互为同分异构体
 D. 桶烯中的一个氢原子被氯原子取代,所得产物有三种

D 解析: 该分子中所有原子不可能处在同一平面上,故 A 正确;桶烯分子中含有碳碳双键,具有烯烃的性质,在一定条件下能发生加成反应和加聚反应,故 B 正确;桶烯与苯乙烯($C_6H_5CH=CH_2$)的分子式都为 C_8H_8 ,结构不同,二者互为同分异构体,故 C 正确;桶烯分子中含有两种氢原子,一个氢原子被氯原子取代,所得产物有两种,故 D 错误。

10. 0.5 体积某气态烃只能与 0.5 体积氯气发生加成反应,生成氯代烷。0.5 mol 此氯代烷可与 3 mol Cl_2 发生完全的取代反应,则该烃的结构简式为 ()

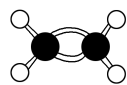
- A. $CH_2=CH_2$
 B. $CH_3CH=CH_2$
 C. CH_3CH_3
 D. $CH_3CH_2CH=CH_2$

B 解析: 0.5 体积某气态烃只能与 0.5 体积氯气发生加成反应,生成氯代烷,确定分子中只含有一个碳碳双键;0.5 mol 此氯代烷可与 3 mol 氯气发生完全的取代反应,确定该分子中有 6 个氢原子(烷烃与氯气取代,烷烃中每有一个氢原子,需要 1 分子的氯气),B 正确。

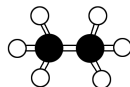
11. 现有 A、B、C 三种烃,其球棍模型如图:



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 O_2 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 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ 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 CH_4 , B 为 C_2H_4 , C 为 C_2H_6 。(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。 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_6 中的碳氢原子个数比依次为 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{2}{4}$ 、 $\frac{2}{6}$,故 CH_4 耗 O_2 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, CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_6 的 $x + \frac{y}{4}$ 依次为

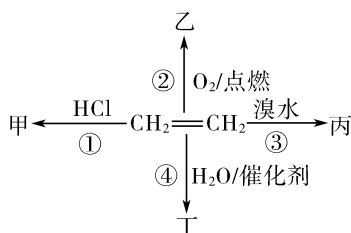
$1 + \frac{4}{4} = 2$ 、 $2 + \frac{4}{4} = 3$ 、 $2 + \frac{6}{4} = 3.5$,故 C_2H_6 耗 O_2 最多。

(3) 设三种物质均为 1 g, $n(CO_2) = n(C)$,三种物质生成的 $n(C)$ 分别为 $(\frac{1}{16} \times 1)\text{ mol}$ 、 $(\frac{1}{28} \times 2)\text{ mol}$ 、

$(\frac{1}{30} \times 2)$ mol, $(\frac{1}{28} \times 2)$ mol 最大, 故 C_2H_4 燃烧生成的 CO_2 最多; $n(H_2O) = \frac{1}{2}n(H)$, 三种物质中 $n(H_2O)$ 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 CH_4 生成的 H_2O 最多。(4) 温度 $\geq 100^\circ C$ 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 CH_4 、 C_2H_4 。

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:



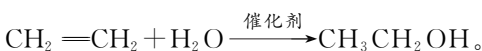
(1)①③的反应类型为_____。

(2)丙的结构简式是_____。

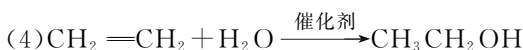
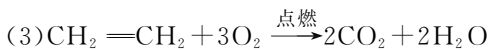
(3)写出反应②的化学方程式:_____。

(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) $CH_2=CH_2$ 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(CH_2BrCH_2Br)。(3)反应②为乙烯的燃烧, 化学方程式为 $CH_2=CH_2 + 3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2 + 2H_2O$ 。(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) CH_2BrCH_2Br



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。

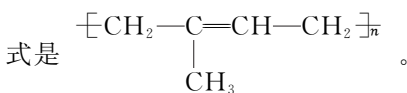
(7)脲醛树脂(UF): 俗称电玉, 绝缘性好, 耐溶剂

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。

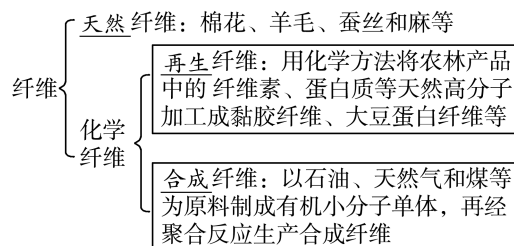
(2)硫化橡胶:天然橡胶硫化的目的是将线型结构转化为网状结构。硫化橡胶具有更好的强度、韧性、弹性和化学稳定性。

(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

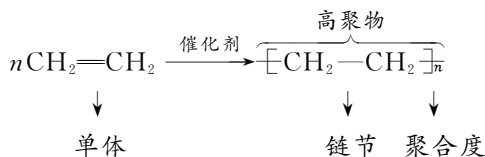
任务 加聚反应合成高分子化合物

「探究活动」

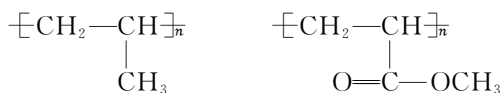
聚乙烯是合成树脂,是我国合成树脂中产能最大、进口量最多的品种。聚乙烯的抗腐蚀性、电绝缘性优良,生活中常用的保鲜膜、背心式塑料袋、塑料食品袋、奶瓶、提桶、水壶等均为聚乙烯制品。

探究 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;



探究 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: $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$; $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOCH}_3$ 。

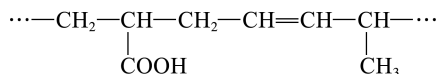
「评价活动」

1. 下列说法正确的是 ()
- A. 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 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
- B. 丙烯和聚丙烯都能使溴水褪色

- C. 高分子化合物都没有固定的熔、沸点
- D. 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。

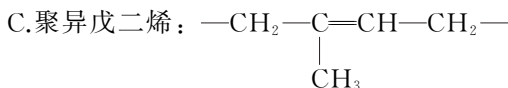
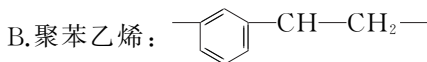
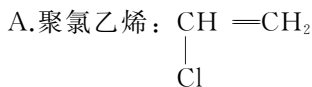
2. 下图是某高分子的结构片断,其单体是 ()



- 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. 下列高分子化合物对应的链节正确的是 ()



D.聚丙烯： $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

C 解析：A 的链节为 $-\text{CH}-\text{CH}_2-$ ；B 的链节

为 $-\text{CH}-\text{CH}_2-$ ；D 的链节为 $-\text{CH}-\text{CH}_2-$ 。



4. 有机材料在生活中有广泛的应用，回答下列有关有机材料的问题：

(1) 有机玻璃是由有机物 X 经加聚制得的热塑性塑料，为透明如玻璃状的无色固体，可用于制造航空窗玻璃、仪表盘、外科照明灯、装饰品和生活用品

等，其结构简式为 $[\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)]_n$ 。请回答下列

问题：

① 写出 X 的结构简式_____。

② 有机物 X 可发生的反应有_____ (填字母序号)。

a. 和氢气加成

b. 使溴水褪色

c. 被酸性高锰酸钾溶液氧化

(2) 请写出下列高分子化合物的单体或由单体生成高聚物的结构简式。

① $[\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_2]_n$ ：_____

② $[\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_n$ ：_____

③ $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CHCl}$ ：_____

解析：(1) ① 高分子化合物 $[\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)]_n$ 的

单体为将两个半键闭合，即 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)$ 。

② 碳碳双键能和氢气加成，使溴水褪色，被酸性高锰酸钾溶液氧化。(2) ① $[\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_2]_n$ 的

单体为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 、 $\text{CHCl}=\text{CH}_2$ 。

② $[\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_n$ 的单体



为 $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)$ 、 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 。



③ $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CHCl}$ 发生加成聚合反应生成高聚

物，结构简式为 $[\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}(\text{OOCCH}_3)]_n$ 。



答案：(1) ① $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)$ ② abc

(2) ① $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 、 $\text{CHCl}=\text{CH}_2$

② $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)$ 、 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$



③ $[\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}(\text{OOCCH}_3)]_n$

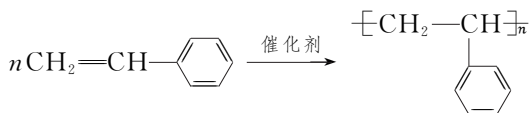
任务总结

(1) 加聚反应单体的判断

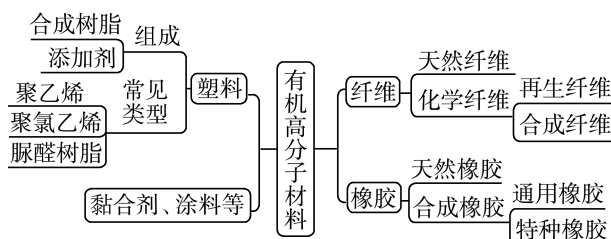
加聚反应的单体必须是含有双键、三键等不饱和键的化合物。例如，烯烃、二烯烃、炔烃等含不饱和键的有机物。

(2) 加聚反应产物的书写

加聚反应本质上是加成反应，在书写加聚产物时要把原来不饱和碳上的原子或原子团看作支链，写在主链的垂直位置上。例如：



提质归纳



课后素养评价(十三)

基础性·能力运用

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
 D. 核电站反应堆所用铀棒中含有的 $^{235}_{92}\text{U}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 互为同位素

D 解析: H_2 作为燃料在反应中被氧化, 体现出还原性, 故 A 项说法错误; 玻璃纤维是一种性能优异的无机非金属材料, 故 B 项说法错误; 乙酸钠过饱和和溶液中析出晶体的过程中无新物质生成, 因此属

于物理变化, 故 C 项说法错误; $^{235}_{92}\text{U}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 是质子数均为 92、中子数不同的核素, 因此二者互为同位素, 故 D 项说法正确。

5. 航天科学家正在考虑用塑料飞船代替铝制飞船进行太空探索, 其依据是 ()

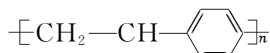
- A. 塑料是一种高分子化合物, 可以通过取代反应大量生产
 B. 塑料生产中加入添加剂可得到性能比铝优良的新型材料
 C. 塑料用途广泛, 可从自然界中直接得到
 D. 塑料是有机物, 不会和强酸强碱作用

B 解析: 飞船速度很大, 所以其材料要求质轻、耐高温、耐摩擦, 因此所用塑料代替品要加入合适的添加剂制成优良的新型材料。

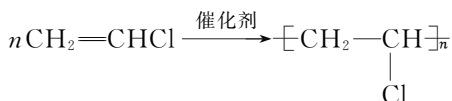
知识点 2 有机高分子材料的合成方法

6. 下列说法正确的是 ()

- A. 聚氯乙烯、聚四氟乙烯的单体相同
 B. 聚苯乙烯的结构简式为

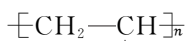


C. 氯乙烯制取聚氯乙烯的反应为



D. 乙烯和聚乙烯都能使溴的四氯化碳溶液褪色

C 解析: 聚氯乙烯的单体是氯乙烯, 聚四氟乙烯的单体是四氟乙烯, A 错误; 聚苯乙烯的结构简式为



, B 错误; 聚乙烯中不含碳碳不饱

和键, 不能使溴的四氯化碳溶液褪色, D 错误。

7. 某高分子化合物的结构简式为 $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{COOC}_2\text{H}_5}{\text{CH}} \right]_n$ 。下列有关叙述不正确的是 ()

- A. 其单体是 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 和 HCOOC_2H_5
 B. 它是加聚反应的产物
 C. 其链节是 $-\underset{\text{COOC}_2\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH}_2-$
 D. 其单体是 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOC}_2\text{H}_5$

A 解析: 该高分子化合物的链节是 $-\underset{\text{COOC}_2\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH}_2-$, 其单体是 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOC}_2\text{H}_5$

H_5 , 它是加聚反应的产物。

综合性·创新提升

8. 熔喷布是制口罩的主要材料,其主要成分为聚丙烯纤维。聚丙烯可由丙烯($\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$)为原料制备。下列有关说法正确的是 ()

A. 丙烯与丙烷互为同分异构体

B. 聚丙烯是天然有机高分子

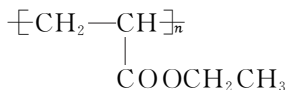
C. 聚丙烯的链节为 $-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$

D. 丙烯与 H_2 通过加成反应合成聚丙烯

C 解析: 丙烯的分子式为 C_3H_6 , 丙烷的分子式为 C_3H_8 , 两者分子式不同, 不互为同分异构体, 故 A 错误; 聚丙烯是由丙烯人工合成的有机高分子, 故 B 错误; 聚丙烯的链节为 $-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$, 故 C 正确;

丙烯可通过自身加聚反应合成聚丙烯, 故 D 错误。

9. 下列关于高分子材料聚丙烯酸乙酯的说法不正确的是 ()



A. 聚丙烯酸乙酯的单体是



B. 聚丙烯酸乙酯是由其单体发生加聚反应制得的

C. 聚丙烯酸乙酯不能使酸性高锰酸钾溶液褪色

D. 聚丙烯酸乙酯的链节为



D 解析: 该物质是 $\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_2\text{CH}_3$ 发生加聚反应的产物, 故聚丙烯酸乙酯的单体是 $\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_2\text{CH}_3$, 反应类型是加聚反应, 故 A、B 正确; 聚丙烯酸乙酯分子中无不饱和的碳碳双键及醇羟基, 故不能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 故 C 正确; 链节是最小的重复单元, 根据聚丙烯酸乙酯结构简式, 可知其链节是 $-\text{CH}_2-\underset{\text{COOCH}_2\text{CH}_3}{\text{CH}}-$,

故 D 错误。

10. 聚四氟乙烯($\left[\text{C}(\text{F})_2-\text{C}(\text{F})_2 \right]_n$)是不粘锅涂覆物质的主要成分。下列关于聚四氟乙烯的说法, 不正确的是 ()

A. 属于高分子化合物

B. 单体是 $\text{CF}_2=\text{CF}_2$

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

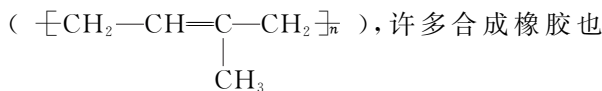
B. 蛋白质

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:



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

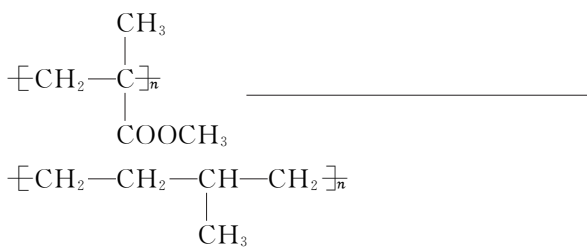
C. 浓 HNO_3

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 $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$,

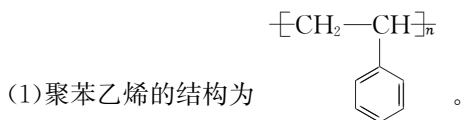
其平均相对分子质量为 $42n$ 。(2) 根据高分子化合物找单体的方法进行分析。

答案: (1) $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$ $-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-$ n

$42n$

(2) $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{COOCH}_3$ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
和 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$

14. 按要求完成下列问题。



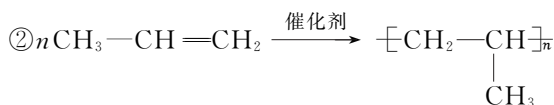
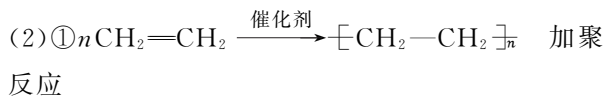
- ① 单体是 _____；
 ② 实验测得某聚苯乙烯的相对分子质量(平均值)为 52 000, 则该高聚物的聚合度 n 为 _____。
 (2) 完成下列反应的化学方程式, 并指出反应类型。

- 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



加聚反应

第三节 乙醇与乙酸

第 1 课时 乙醇

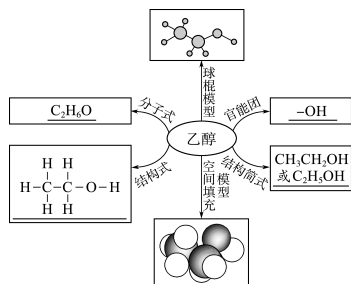
学习任务目标

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。

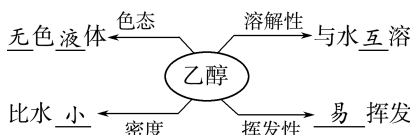
问题式预习

一、乙醇

1. 乙醇的分子组成与结构



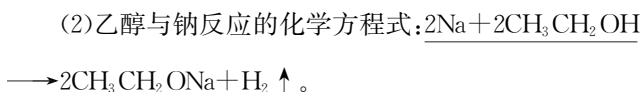
2. 乙醇的物理性质



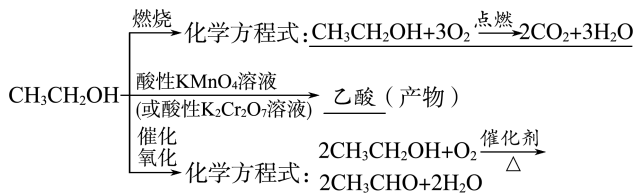
3. 乙醇的化学性质

(1) 实验探究

实验操作	实验现象
	无水乙醇中放入金属钠后, 试管中有 <u>气泡</u> 产生, 放出的气体可在空气中安静地燃烧, 火焰呈 <u>淡蓝色</u> ; 烧杯内壁上有 <u>水珠</u> 生成, 迅速倒转烧杯后向其中加入澄清石灰水, 石灰水 <u>不变</u> 浑浊
	铜丝灼烧时变为 <u>黑色</u> , 插入乙醇后变为 <u>红色</u> , 反复几次可闻到 <u>刺激性</u> 气味



(3)乙醇的氧化反应



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。

探究 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。

探究 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。

探究 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. 下列方法中可以证明乙醇分子中有一个氢原子与其他氢原子不同的是 ()

- A. 1 mol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 完全燃烧生成 3 mol H_2O
 B. 乙醇可以制饮料
 C. 1 mol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 与足量的 Na 作用得 0.5 mol H_2
 D. 1 mol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 可生成 1 mol CH_3CHO

C 解析: A 项,乙醇燃烧时,所有的氢原子均参与反应生成 H_2O ; B 项,无法证明题中结论; D 项,乙醇氧化成乙醛时, O—H 及 C—H 均参与反应,也无法证明氢原子的不同; C 项,乙醇与足量钠反应,参与反应的氢原子占醇分子中氢原子的六分之一,

说明其中一个氢原子与另外五个不同。

2. 下列说法正确的是 ()

- ①检测乙醇中是否含有水可加入少量的无水硫酸铜,若变蓝说明乙醇中含水
 ②除去乙醇中的微量水可加入金属钠,使其完全反应
 ③获得无水乙醇的方法是直接加热蒸馏
 ④获得无水乙醇的方法通常是先用生石灰吸水,然后再加热蒸馏
 A. ①③ B. ②④ C. ①④ D. ③④

C 解析: 无水 CuSO_4 遇水变蓝,故可用无水 CuSO_4 检验乙醇中是否有水存在,故①正确;乙醇和水均可与金属钠反应生成氢气,故②错误;含水的酒精直接加热蒸馏,水也会一起蒸发,得到的酒精不纯,③错误,④正确。

3. A、B、C 三种醇同足量的金属钠完全反应,相同条件下产生相同体积的氢气,消耗这三种醇的物质的量之比为 3:6:2,则三种醇分子里的羟基数之比为 ()

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

D 解析: 由醇和钠的反应可得关系式 $2-\text{OH} \sim \text{H}_2$, 产生相同体积的 H_2 需要相同物质的量的羟基,设都生成 3 mol H_2 ,则需要 6 mol 羟基,则需要一元醇 6 mol,二元醇 3 mol,三元醇 2 mol,所以选 D。

4. 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)水分子中含有一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,而水分子中含有一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。



探究 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。

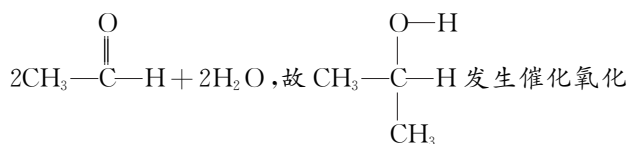
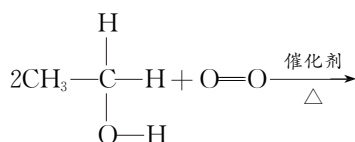
探究 2:这一过程的总反应是什么?乙醇在反应中断裂的化学键是什么?

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。

探究 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?

OH

提示:乙醇催化氧化的实质:



反应的产物为 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 。

「评价活动」

1.将 Cu 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 O_2 共置于高温密闭容器中,发生如下

反应: $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$, $\text{CuO} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是 ()

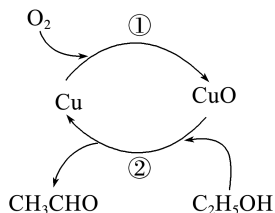
- A. CuO 是催化剂
 B. Cu 是中间产物
 C. CH_3CHO 是生成物
 D. CuO 是生成物

C 解析:将两个化学方程式合并,可得总反应的化学方程式 $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。由此可知, CH_3CHO 是生成物,由于 Cu 是先反应后生成,故

为催化剂,CuO是先生成后反应,故是中间产物。

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

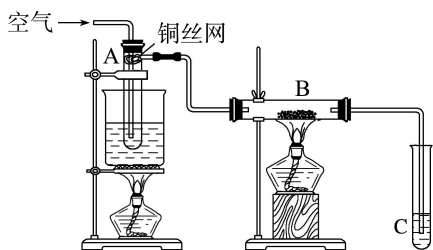
B.过程②的化学方程式是 $\text{CuO} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

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O₂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CH₃CH₂OH是反应物,CH₃CHO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.酒的主要成分是乙醇,少量饮酒对人体有益,但酗酒有害健康。乙醇可在乙醇脱氢酶的作用下被氧化为乙醛,乙醇也可在铜或银的催化作用下发生氧化反应。如图所示进行乙醇的催化氧化实验,试管A中盛有无水乙醇,B中装有CuO(用石棉绒作载体)。请回答下列问题。



(1)向试管A中鼓入空气的目的是_____。

(2)试管A上部放置铜丝网的作用是_____。

(3)玻璃管B中可观察到的现象是_____;相关的化学方程式是_____。

答案:(1)使空气通过乙醇,形成乙醇和空气的混合气体

(2)防止乙醇和空气的混合气体爆炸

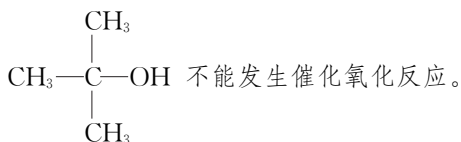
(3)黑色固体变红 $\text{CuO} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$ (或 $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$)

任务总结

醇的催化氧化反应规律

(1)反应条件

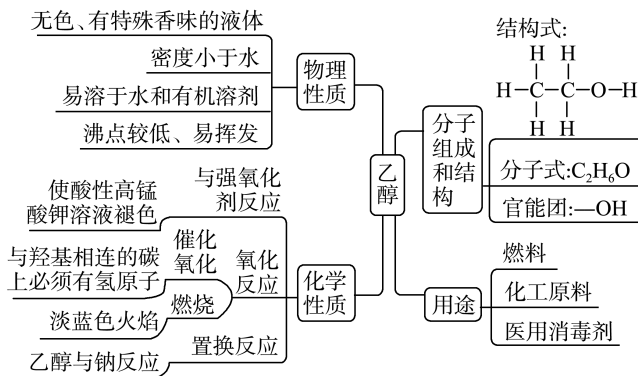
与羟基相连碳原子上必须有氢原子。如



(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)

基础性·能力运用

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($-\text{CH}_2\text{CH}_3$)
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 ()

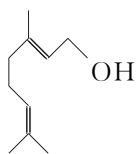
- A.两个碳原子以单键相连
B.乙基与一个羟基相连就是乙醇分子
C.乙醇与钠反应而钠与乙烷不反应
D.分子里都含6个相同的氢原子

D 解析:乙烷和乙醇的结构简式分别为 CH_3CH_3 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,由于官能团 $-\text{OH}$ 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

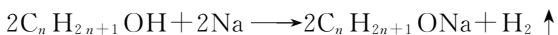
B 解析:由香叶醇的结构简式确定含有的官能团为碳碳双键和羟基,根据碳形成四个共价键,确定分子式为 $C_{10}H_{18}O$,A 错误;含有碳碳双键,与溴发生加成反应而使其褪色,B 正确;含有碳碳双键和羟基,均能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使其褪色,C 错误;含有碳碳双键和羟基,能发生加成反应,也能与金属钠发生置换反应,D 错误。

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 $M g \cdot mol^{-1}$ 。



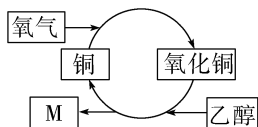
$$2M \text{ g} \qquad \qquad \qquad 22.4 \text{ L}$$

$$4.6 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 1.12 \text{ L}$$

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

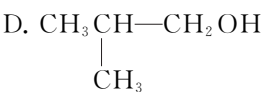
B 解析:乙醇和金属 Na 反应是钠置换羟基上的氢;乙醇的催化氧化原理是羟基上的氧氢键以及与羟基相连的碳原子上的碳氢键断裂,形成醛基;而燃烧时乙醇分子中的化学键全部断裂,不是由羟基所决定的。

7.下列醇不能在 Cu 催化下发生氧化反应的是 ()

- A. $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$
- B. $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$



- C. $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}-OH$
- D. $CH_3CH(CH_3)-CH_2OH$



C 解析:醇发生催化氧化的条件是与羟基相连的碳原子上有氢原子,C 项与 $-OH$ 相连的 C 上无 H,故不能发生催化氧化反应。

综合性·创新提升

8.结合乙烯和乙醇的结构与性质,推测丙烯醇($CH_2=CH-CH_2OH$)不能发生的化学反应有 ()

- A. 加成反应
- B. 氧化反应

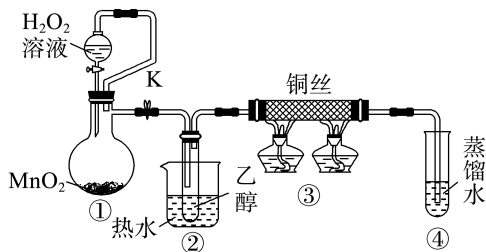
C. 与 Na 反应

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 $20.8\text{ }^\circ\text{C}$, 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,实验结束时需先将④中的导管移出,再停止加热,故 D 正确。

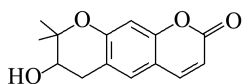
10. 交警对驾驶员是否饮酒进行检测,其原理是 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 酸性溶液遇呼出的乙醇蒸气迅速反应。下列对乙醇的描述与此测定原理有关的是 ()

- 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

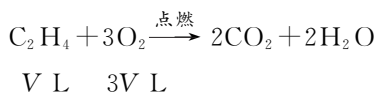
- C. 不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
 D. 不能发生氧化反应

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 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 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 ()

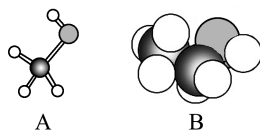
- A. $2V\text{ L}$ B. $2.5V\text{ L}$
 C. $3V\text{ L}$ D. 无法计算

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。

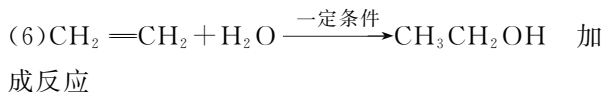
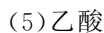
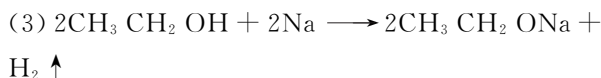
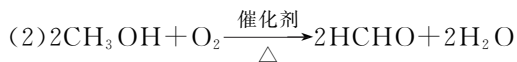
13. 如图所示是 A 分子的球棍模型和 B 分子的空间填充模型,回答下列问题:



- (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



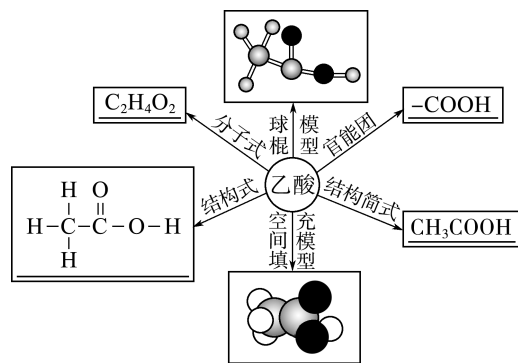
第 2 课时 乙酸 官能团与有机化合物的分类

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

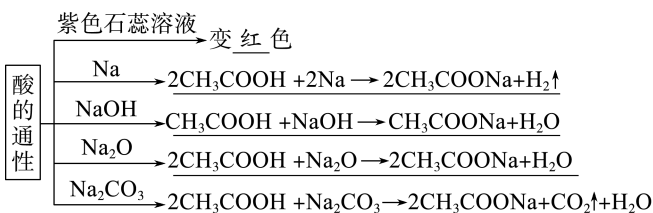
1. 物理性质

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:

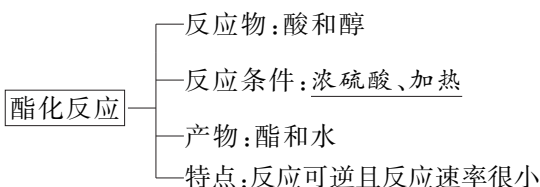


(2) 酯化反应

实验操作	乙酸+乙醇+浓硫酸 饱和 Na_2CO_3 溶液
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 <u>香味</u>
化学方程式	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

①定义:酸与醇反应生成酯和水的反应,叫酯化反应。

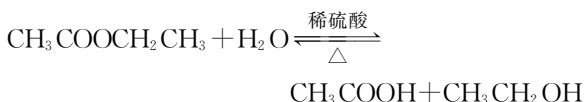
②特点



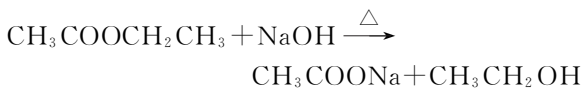
(3)酯的性质:酯化反应是可逆的,乙酸乙酯会发

生水解反应生成酸和醇。

①酸性条件下水解：

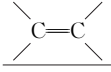



②碱性条件下水解：




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。

探究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。

探究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。

探究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。

探究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

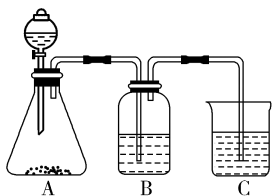
B 解析：醋酸是一种有机酸，具有酸的通性，与乙醇发生酯化反应；与Cu(OH)₂发生中和反应；与活泼金属Al反应置换出H₂；与碱性氧化物MgO等反应；与盐反应，如Na₂CO₃、CaCO₃等。

3. 下列事实能说明碳酸的酸性比乙酸弱的是 ()

- A. 乙酸能发生酯化反应, 而碳酸不能
 B. 碳酸和乙酸都能与碱反应
 C. 乙酸易挥发, 而碳酸不稳定易分解
 D. 乙酸和 Na_2CO_3 反应可放出 CO_2

D 解析: 乙酸能发生酯化反应是由于含有羧基, 与酸性强弱无关; 与碱发生中和反应说明具有酸性, 但不能判断酸性的强弱; 挥发性和不稳定性与酸性强弱无关。

4. 为了比较乙酸、碳酸和硅酸的酸性强弱, 有人设计用如图所示装置, 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 3 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: 由于 CH_3COOH 可与 Na_2CO_3 反应生成 CO_2 , 可以证明酸性: $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3$; 由于 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, 因此应事先除去混在 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; 由于 CO_2 可与 Na_2SiO_3 溶液反应生成硅酸沉淀(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

羟基氢原子活泼性的比较

比较项目	含羟基的物质		
	乙醇	水	乙酸
羟基上氢原子活泼性	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」

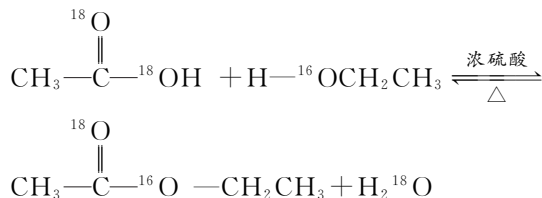
食醋是我们日常生活中必不可少的调味品。厨师在烧菜时, 总喜欢在加了酒之后再放些醋, 于是菜就有香味了。

探究 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。

探究 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 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

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 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{CH}_3\text{COO}^-$, 故 D 错误。

2. 实验室用乙酸、乙醇、浓硫酸制取乙酸乙酯, 加热后, 在饱和 Na_2CO_3 溶液上面得到无色油状液体, 当振荡混合时, 有气泡产生, 该现象说明 ()

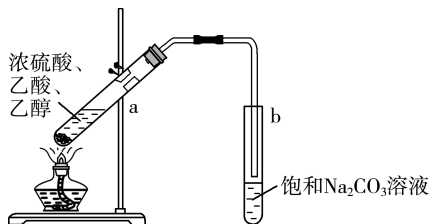
- A. 产品中含有被蒸馏出的 H_2SO_4
 B. 产品中含有未反应的乙醇
 C. 产品中含有未反应的乙酸
 D. 乙酸乙酯与 Na_2CO_3 溶液反应生成 CO_2

C 解析: 由于乙酸、乙醇易挥发, 在制取乙酸乙酯时没有反应的乙酸、乙醇会被蒸出来, 乙酸与碳酸钠溶液发生反应产生二氧化碳气体; 但硫酸难挥发, 不可能被蒸出来。

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

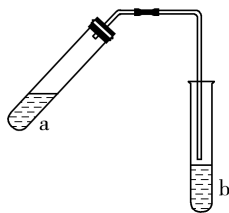
下列说法不正确的是 ()



- 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。

4. 可用如图所示装置制取少量乙酸乙酯(酒精灯等在图中均已略去)。请填空:



(1) 试管 a 中需加入浓硫酸、乙酸各 2 mL, 乙醇 3 mL, 正确的加入顺序是 _____。

(2) 为了防止试管 a 中的液体在加热时发生暴沸, 在加热前应采取的措施是 _____。

(3) 实验中加热试管 a 的目的:

- ① _____;
 ② _____。

(4) 试管 b 中加有饱和 Na_2CO_3 溶液, 其作用是 _____。

(5) 反应结束后, 振荡试管 b, 静置, 观察到的现象是 _____。

解析: (1) 制取乙酸乙酯中药品的加入顺序是先加入乙醇, 然后边振荡试管边慢慢加入浓硫酸, 最后加入乙酸。由于浓硫酸稀释放热, 最后加入乙酸可以减少乙酸的挥发。(2) 在反应前的混合液中还要加入沸石, 避免加热时发生暴沸。(3) 反应采用加热条件, 可以加快反应速率并促进乙酸乙酯的汽化, 及时将乙酸乙酯蒸出, 使平衡向生成乙酸乙酯的方向移动。(4) 收集乙酸乙酯的试管中放入饱和 Na_2CO_3 溶液, 有利于酯的分层析出, 同时吸收挥发出来的乙酸和乙醇。(5) 酯的密度比水的小, 故静置后处在水层之上。

答案: (1) 先加入乙醇, 然后边振荡试管边慢慢加入浓硫酸, 再加入乙酸 (2) 在试管 a 中加入几粒沸石(或碎瓷片) (3) ①增大反应速率 ②及时将产物乙酸乙酯蒸出, 有利于平衡向生成乙酸乙酯的方向移动 (4) 中和挥发出来的乙酸; 溶解挥发出来的乙醇; 减小乙酸乙酯的溶解度, 使溶液分层, 便于分离酯 (5) b 中的液体分层, 上层是透明的油状液体

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。

探究 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。

探究 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。

探究 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 ($-\text{OH}$) 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 ()

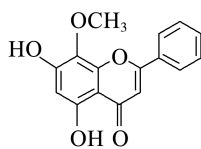
A. OH^- B. $-\text{Br}$

C. $-\text{NO}_2$

D. $\text{C}=\text{C}$

A 解析: A 项为氢氧根离子, 不属于官能团。

2. “促进中医药传承创新发展。”是党的二十大主题之一。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

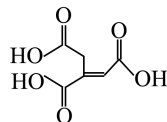
B. 苯环、醚键、羰基

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 $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_6$, A 错误; 含碳碳双键可发生加成反应, B 正确; 含 3 个 $-\text{COOH}$, 可发生酯化反应, 碳碳双键不发生酯化反应, C 错误; 含 3 个 $-\text{COOH}$, 1 mol 乌头酸与足量的钠反应生成 1.5 mol H_2 , D 错误。

4. 苹果醋 (ACV) 是一种由苹果发酵而成的酸性饮品, 具有解毒、降脂等药效。苹果醋是一种常见的有机酸, 其结构简式为 $\text{HOOC}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 。

- (1) 苹果醋中含有的官能团的名称是_____、_____。
- (2) 苹果醋的分子式为_____。
- (3) 1 mol 苹果醋与足量金属钠反应,能生成标准状况下的氢气_____ L。
- (4) 苹果醋可能发生的反应是_____ (填字母序号)。

A. 与 NaOH 溶液反应

B. 与石蕊溶液作用

C. 与乙酸在一定条件下酯化

D. 与乙醇在一定条件下酯化

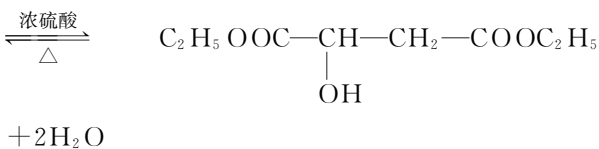
(5) 写出苹果醋与足量乙醇发生酯化反应的化学方程式:_____。

解析: 1 分子苹果醋中含有 2 个 $-\text{COOH}$ 和 1 个 $-\text{OH}$, 都可以与金属钠反应产生 H_2 , 故 1 mol ACV 与足量金属钠反应可产生 1.5 mol H_2 。它含有 $-\text{COOH}$, 可与石蕊溶液作用, 可与 NaOH、乙醇反应; 它含有 $-\text{OH}$, 可与乙酸发生酯化反应。

答案: (1) 羟基 羧基 (2) $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$

(3) 33.6 (4) ABCD

(5) $\text{HOOC}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{COOH} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



任务总结

官能团与有机物的分类和性质

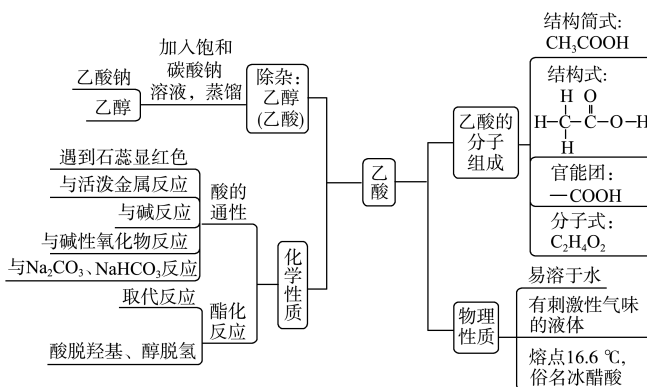
(1) 烷烃和芳香烃没有官能团。

(2) 官能团与离子的区别, 例如, $-\text{OH}$ 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 $[\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$ 。

(3) 官能团与有机物性质:

官能团	结构	性质
碳碳双键	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array}$	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)

基础性·能力运用

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 H, 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:** 虽然一个乙酸分子里含有 4 个 H, 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区分开的是 ()
- 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 KOH 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 KOH 反应, 但现象不明显, 不能鉴别。

3. 下列物质中, 可一次性鉴别乙酸、乙醇、苯及氢氧化钡溶液的是 ()
- A. 金属钠 B. 溴水
- C. 碳酸钠溶液 D. 新制氯水

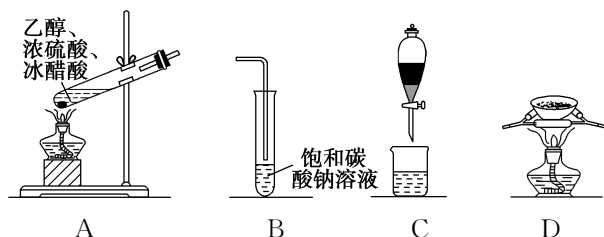
C 解析: “一次性鉴别”要求所加试剂分别加入被检对象中所产生的现象各不相同, 鉴别时不要只注意化学现象, 还要注意一些物理变化产生的现象,

将各试剂加入被检物质后产生的现象列表如下。

被检物质	乙酸	乙醇	苯	氢氧化钡溶液
Na	产生无色气泡	产生无色气泡	无明显现象	产生无色气泡
溴水	不分层	不分层	分层, 上层呈橙红色	溴水褪色
Na ₂ CO ₃	产生无色气泡	不分层	分层	产生白色沉淀
氯水	不分层	不分层	分层, 上层呈浅黄绿色	氯水褪色

知识点 2 乙酸的酯化反应

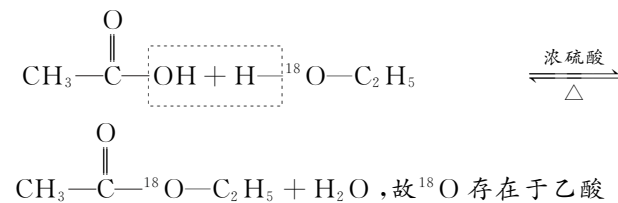
4. 在生成和纯化乙酸乙酯的实验过程中, 下列操作未涉及的是 ()



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. 将 1 mol CH₃CH₂¹⁸OH 在浓硫酸存在和加热条件下与足量 CH₃COOH 充分反应, 下列叙述错误的是 ()

- A. 生成的水分子中不含¹⁸O
 B. 生成的乙酸乙酯中含有¹⁸O
 C. 可能生成 88 g 乙酸乙酯
 D. 可能生成 90 g 乙酸乙酯

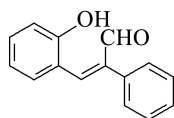


乙酯中, 不存在于水中; 若 1 mol 乙醇完全酯化, 可

生成 1 mol CH₃-C(=O)-¹⁸O-C₂H₅, 其质量为 90 g, 但酯化反应为可逆反应, 1 mol 乙醇不可能完全转化为酯, 故生成乙酸乙酯的质量应小于 90 g。

知识点 3 官能团与有机化合物的分类

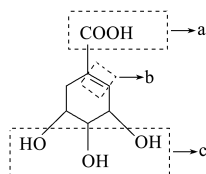
6. 化合物 M(如图所示)是合成药物盐酸沙格雷酯的中间体, M 中不存在的官能团为 ()



- 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. 莽草酸是一种可从中药八角茴香中提取的有机化合物, 具有抗炎、镇痛作用, 可用作抗病毒和抗癌药物的中间体。莽草酸的结构简式如图所示, 下列说法不正确的是 ()

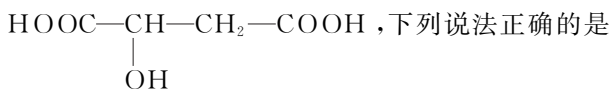


- A. 莽草酸的分子式为 C₇H₁₀O₅
 B. a 对应官能团的名称为羧基
 C. a、c 对应官能团均可与 NaOH 溶液反应
 D. b 对应官能团可以与溴水、酸性 KMnO₄ 溶液反应

C 解析: 由结构简式可知莽草酸的分子式为 C₇H₁₀O₅, 故 A 正确; a 对应的官能团—COOH 的名称为羧基, 故 B 正确; c 对应的官能团是醇羟基, 不能与 NaOH 溶液反应, 故 C 错误; b 对应的官能团是碳碳双键, 可以与溴水发生加成反应, 与酸性 KMnO₄ 溶液发生氧化反应, 故 D 正确。

综合性·创新提升

8. 苹果酸的结构简式为



- 下列说法正确的是 ()
- A. 苹果酸中能发生酯化反应的官能团有 1 种
 B. 1 mol 苹果酸可与 2 mol NaOH 发生中和反应

C. 1 mol 苹果酸与足量金属 Na 反应生成 1 mol H₂
 D. HOOC—CH₂—CH(OH)—COOH 与苹果酸互为同分异构体

B 解析: 苹果酸中含有羧基和羟基, 均能发生酯化反应, A 错误; 羧基和氢氧化钠反应, 羟基和氢氧化钠不能发生反应, 1 mol 苹果酸可与 2 mol NaOH 发生中和反应, B 正确; 羧基和羟基都和钠发生反应,

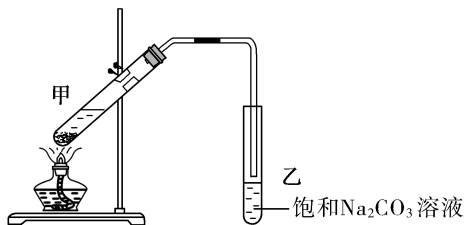
1 mol 苹果酸与足量金属 Na 反应生成 1.5 mol H_2 , C 错误; $HOOC-CH_2-CH(OH)-COOH$ 与苹果酸为同一结构的不同呈现方式, 为同一物质, D 错误。

9. 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. $CH_3CHCOOH$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad OH$
 B. $HOOC-COOH$
 C. $HOCH_2CH_2OH$
 D. CH_3COOH

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。

10. 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中, 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

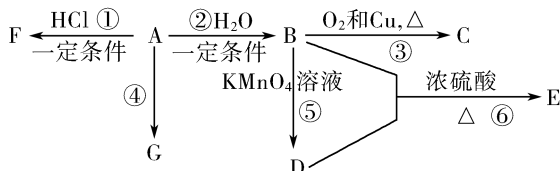
(4) 防止受热不均匀引起倒吸 将反应生成的乙酸乙酯蒸气冷凝

(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

11. 已知: A 是石油裂解气的主要产物之一, 其产量是衡量一个国家石油化工发展水平的标志。下列是有机物 A~G 之间的转化关系:



请回答下列问题:

(1) A、D 中所含官能团的名称分别是_____, _____, C 的结构简式是_____。

(2) E 是一种具有香味的液体, 由 $B+D \rightarrow E$ 的化学方程式为_____, 反应类型是_____。

(3) 足球世界杯比赛中当运动员肌肉扭伤时, 队医立即对其受伤部位喷射物质 F 进行应急处理。写出由 A 制 F 的化学方程式:_____。

(4) H 是 E 的同分异构体, 且 H 能与 $NaHCO_3$ 反应, 则 H 的结构简式可能为_____。

解析: (1) A 是石油裂解气的主要产物之一, 其产量是衡量一个国家石油化工发展水平的标志。A 为乙烯, 官能团为碳碳双键; 乙烯与水加成生成乙醇, 乙醇被酸性高锰酸钾直接氧化成乙酸, B 为乙醇, D 为乙酸, 官能团为羧基; 乙醇催化氧化生成乙醛, 结构简式为 CH_3CHO 。(2) 乙醇和乙酸反应生成乙酸乙酯, 化学方程式为 $CH_3COOH + CH_3CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$, 该反应的反应类型为酯化反应, 属于取代反应。

(3) 乙烯与氯化氢发生加成反应生成氯乙烷, 可以用于运动员肌肉扭伤时进行应急处理; 则 A 制 F 的化学方程式为: $CH_2 = CH_2 + HCl \xrightarrow{\text{一定条件}} CH_3CH_2Cl$ 。

(4) H 是乙酸乙酯的同分异构体, 且 H 能与 $NaHCO_3$ 反应, 则 H 为羧酸, 因此结构简式为 $CH_3CH_2CH_2COOH$ 、 $(CH_3)_2CHCOOH$ 。

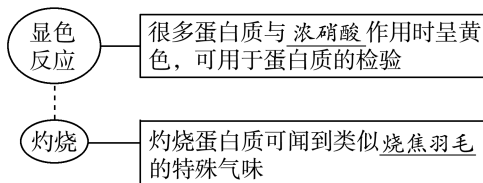
答案: (1) 碳碳双键、羧基 CH_3CHO

(2) $CH_3COOH + CH_3CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$ 取代反应(或酯化反应)

(3) $CH_2 = CH_2 + HCl \xrightarrow{\text{一定条件}} CH_3CH_2Cl$

(4) $CH_3CH_2CH_2COOH$ 、 $(CH_3)_2CHCOOH$

(3) 特征反应

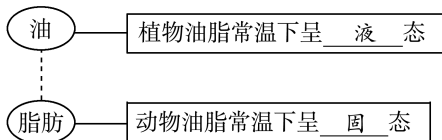


3. 蛋白质在生产、生活中的作用

- (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

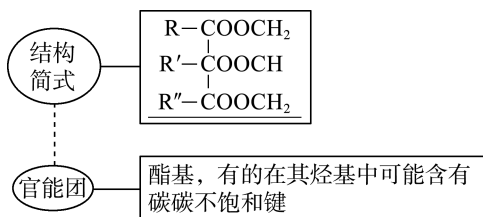
1. 分类



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

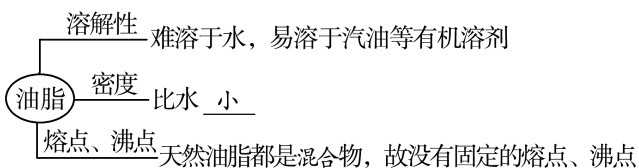


4. 常见高级脂肪酸

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	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$

5. 油脂的性质

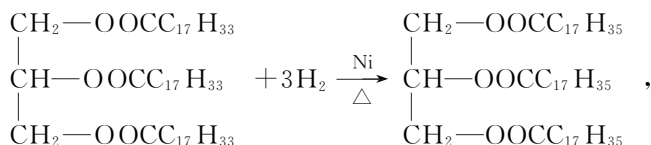
(1) 物理性质



植物油含有较多不饱和脂肪酸的甘油酯，熔点较低；动物油含有较多饱和脂肪酸的甘油酯，熔点较高。

(2) 油脂的氢化

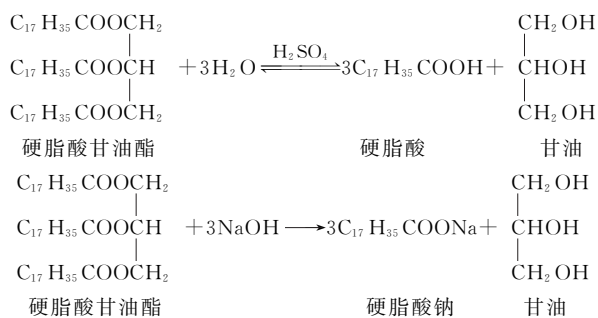
油酸甘油酯与氢气发生加成反应的化学方程式为



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的水解反应，生产肥皂。
- (3) 改善菜肴色泽和滋味。菜肴中加了油，不仅色泽悦目，刺激食欲，而且吃起来滑润爽口。

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，是中国传统特产之一。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。

探究 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。

探究 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.蔗糖本身没有还原性。某学生将从食品店购买的蔗糖配成溶液,做银镜反应实验,却能得到银镜,产生这一现象的原因是 ()

- A.蔗糖被氧化
B.蔗糖被还原

C.实验过程中蔗糖发生水解

D.在生产和贮存过程中蔗糖有部分水解

D 解析:蔗糖水解可生成葡萄糖,葡萄糖能发生银镜反应。

2.为验证淀粉水解可生成葡萄糖,进行如下实验,在该实验中,操作步骤顺序正确的是 ()

- ①取少量的淀粉加水制成溶液 ②加热煮沸
③加入新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ④加入几滴稀硫酸
⑤加热 ⑥加入碱液中和呈碱性

A.①②④⑤③⑥

B.①②③⑤④⑥

C.①④⑤⑥③②

D.①③②④⑥⑤

C 解析:淀粉在加热、稀硫酸作催化剂的条件下水解为葡萄糖,故在检验水解产物时,应先加碱中和至溶液呈碱性,再加入新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,并加热煮沸。

3.下列各糖能发生水解,且能与银氨溶液反应的糖是 ()

A.葡萄糖

B.蔗糖

C.麦芽糖

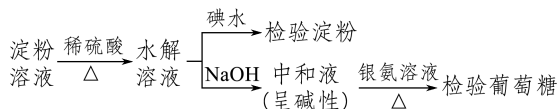
D.纤维素

C 解析:葡萄糖属于单糖,不能水解,A项错误;蔗糖、纤维素都能水解,但不能与银氨溶液反应,B、D两项错误;麦芽糖能发生水解,且能与银氨溶液反应,C项正确。

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 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 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

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。

探究 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。

探究 2:检验蛋白质的方法有哪些?

提示:蛋白质 $\begin{cases} \xrightarrow{\text{浓硝酸}} \text{发生显色反应,现象:呈黄色} \\ \xrightarrow{\text{燃烧}} \text{有烧焦羽毛的气味} \end{cases}$

探究 3:酶的催化作用具有哪些特点?

提示:(1)条件温和、不需加热。(2)具有高度的专一性。(3)具有高效催化作用。

「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.下列说法正确的是 ()

A.蚕丝、羊毛、棉花的主要成分都是蛋白质

B.蛋白质溶液不能产生丁达尔效应

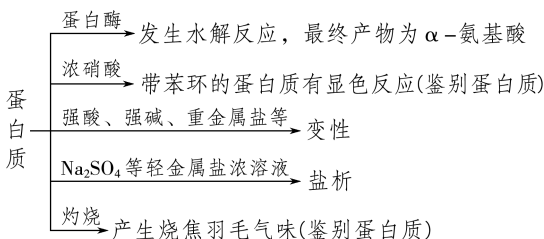
C.蛋白质溶液中加入 CuSO_4 溶液产生盐析现象

D.蛋白质在紫外线的照射下将失去生理活性

D 解析:棉花的主要成分为纤维素,A错;蛋白质溶液为胶体,能产生丁达尔效应,B错;蛋白质溶液中加入 CuSO_4 溶液产生变性现象,C错。

任务总结

蛋白质的性质



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。

探究 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。

探究 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。

探究 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. 鉴别植物油和裂化汽油(主要成分为不饱和烃)的正确方法是 ()

- A. 加酸性高锰酸钾溶液，振荡
 B. 加 NaOH 溶液，煮沸

C. 加新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ，煮沸

D. 加溴水，振荡

B 解析: 植物油和裂化汽油都含有碳碳双键，都可使酸性高锰酸钾溶液褪色，不能鉴别，A 项错误；植物油含有酯基，在碱性条件下可发生水解，可鉴别，B 项正确；植物油和裂化汽油都不含有醛基，与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 不反应，不能鉴别，C 项错误；植物油和裂化汽油都含有碳碳双键，都可与溴水发生加成反应，不能鉴别，D 项错误。

任务总结

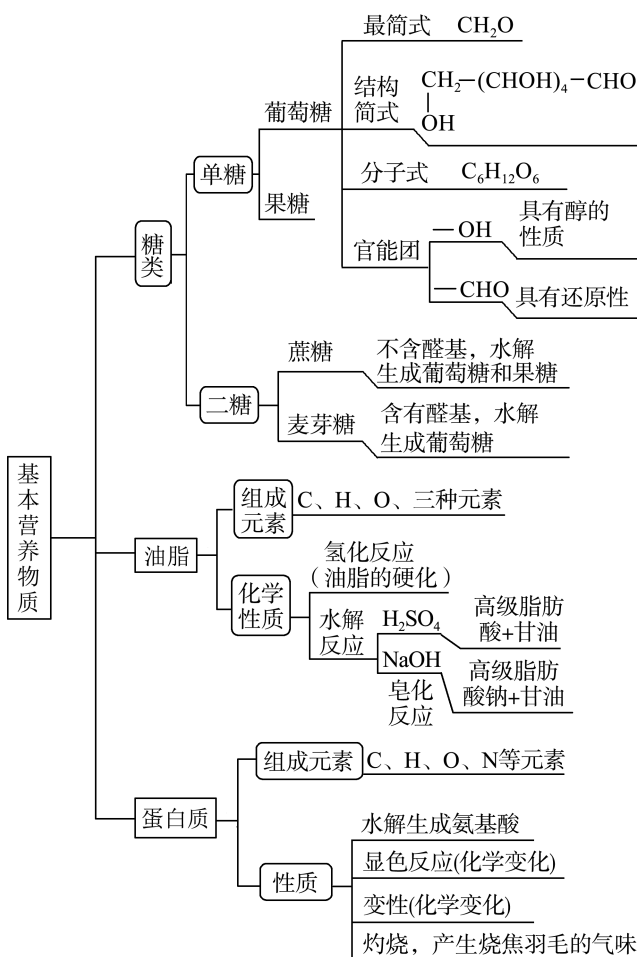
油脂的性质及应用

(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)

基础性·能力运用

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 $Cu(OH)_2$ 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 $Cu(OH)_2$ 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. 向鸡蛋白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。

综合性·创新提升

8. (2021·浙江卷)关于油脂,下列说法不正确的是



A. 硬脂酸甘油酯可表示为 $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}-\text{CH}$



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 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOCH}_2$

$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOCH}$, 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

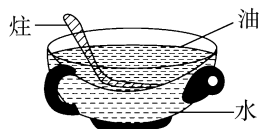
B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

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. 夹瓷盏被称为省油灯,用棉绳作炷(灯芯),上层盏盛油,下层盏盛水,其结构示意图如图所示。下列说法不正确的是 ()



A. 省油灯中的可燃物有两种

B. 使用过程中水和油一起燃烧而减少

C. 省油灯的原理是水吸收热量减少了油的挥发

D. 灯盏中的油是油脂

B 解析:省油灯中油和作灯芯的棉绳都是可燃物,故 A 正确;水不能燃烧,故 B 错误;省油灯的原理是油在燃烧过程中放出热量部分被水吸收,使得上层油的温度降低,减少其挥发,从而达到省油的作用,故 C 正确;中国古代的油灯用的是动物油脂和植物油,均属于油脂,故 D 正确。

11. 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。

12. 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。

13. 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 ()

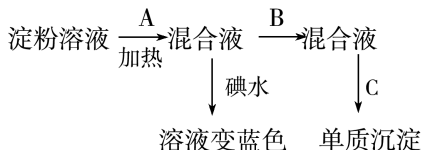
A. 豆油长期放置变质是因为发生了加成反应

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。

14.某学生做淀粉水解实验,步骤如下:



(1)写出淀粉水解的化学方程式:_____。

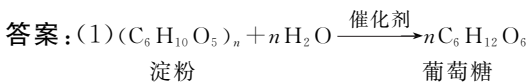
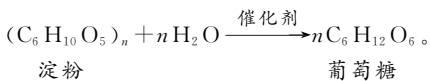
(2)单质沉淀是_____ (填化学式)。

(3)填写所加试剂名称及其作用:

A. _____, 作用为 _____;

B. _____, 作用为 _____。

解析:淀粉水解条件:稀硫酸作催化剂,为检验水解产物葡萄糖,应先加 NaOH 溶液中和稀硫酸,葡萄糖与银氨溶液反应生成银单质。水解反应的化学方程式为



(2) Ag (3)稀硫酸 作淀粉水解的催化剂 氢氧化钠溶液 中和稀硫酸,提供碱性环境

单元活动构建

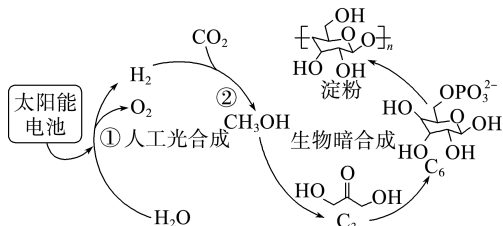
单元活动3 从人工合成淀粉认识有机物的结构、性质和转化

「单元任务」

任务内容	
任务一	根据人工合成淀粉认识有机物的结构和分类
任务二	根据人工合成淀粉认识有机反应类型
任务三	根据人工合成淀粉认识有机物的性质和转化

「任务导引」

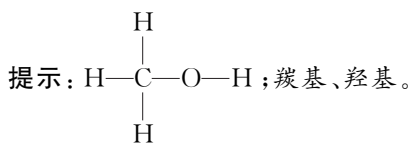
我国某研究所在实验室中首次实现从二氧化碳到淀粉的全合成。经核磁共振等检测显示,该实验室人工合成的淀粉分子与天然淀粉分子的结构组成一致。以二氧化碳为原料人工合成淀粉,有关物质的转化过程如图所示:



任务一 根据人工合成淀粉认识有机物的结构和分类

活动1 CH₃OH 的结构式为 _____,

甘油酮($\text{CH}_2\text{OHCCH}_2\text{OH}$)含有的官能团为 _____。



活动2 甲醇和乙醇互为 _____; 甘油酮

($\text{CH}_2\text{OHCCH}_2\text{OH}$)和乳酸($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$)互为 _____。

提示:同系物;同分异构体。

任务二 根据人工合成淀粉认识有机反应类型

活动1 CH₃OH→HCHO 的反应类型为 _____。

提示:氧化反应(与乙醇转化为乙醛类似,为氧化反应)。

活动 2 甘油酮($\text{HOCH}_2\text{COCH}_2\text{OH}$)可以发生的反应类型有_____。

提示:置换反应、氧化反应、酯化反应。

任务三 根据人工合成淀粉认识有机物的性质和转化

活动 1 相同条件下与金属钠反应的剧烈程度:甲醇_____水(填“>”“<”或“=”)。

提示:<。

活动 2 理论上人工合成淀粉与原料 CO_2 的物质的量之比为_____。

提示:1:6n。由关系式 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n \sim 6n\text{CO}_2$ 可知,两者物质的量之比为 1:6n。

[知识链接]

1. 有机物的结构和分类

(1)有机物中碳原子的总价键数为 4,碳原子间可以形成单键、双键、三键,形成碳链、碳环。

(2)根据组成元素分类,有机物分为烃、烃的衍生物;根据官能团分类,有机物分为烯烃、醇、醛、羧酸、酯等。

2. 有机反应类型

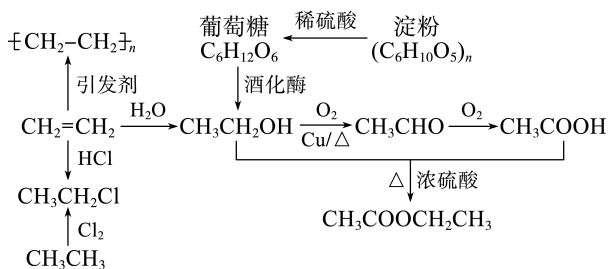
(1)取代反应:卤代(甲烷和氯气、苯和液溴)、硝化(苯和浓硝酸)、酯化(羧酸和醇)、水解(酯、油脂、糖类、蛋白质)。

(2)加成反应:不饱和键(乙烯、植物油、裂化汽油)、苯环。

(3)氧化反应:催化氧化(乙醇);被氧化剂氧化(碳碳双键、羟基、醛基)。

(4)加聚反应(含不饱和键)。

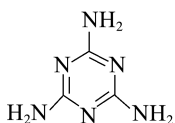
3. 有机物的性质和转化



「活动达标」

1. 三聚氰胺的结构简式如图所示。三聚氰胺属于

()



A. 有机物

B. 无机物

C. 苯的同系物

D. 铵盐

A 解析:由结构简式可知,三聚氰胺由 C、H 和 N 元素组成,则属于有机物,故 A 正确;三聚氰胺属于有机物,不属于无机物,故 B 错误;三聚氰胺不含有苯环,不属于苯的同系物,故 C 错误;三聚氰胺由分子构成,不含有铵根离子、酸根离子,不属于铵盐,故 D 错误。

2. 对下列有机反应类型的认识中,错误的是 ()

A. $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$; 氧化反应

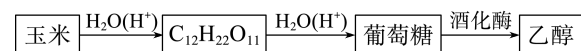
B. $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$; 加成反应

C. $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$; 置换反应

D. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$; 酯化反应

C 解析:A 项,该反应是乙醇的催化氧化,属于氧化反应,故正确;B 项,该反应是乙烯与溴单质发生加成反应生成 1,2-二溴乙烷,属于加成反应,故正确;C 项,该反应是 CH_4 中的一个 H 原子被 Cl 原子所取代,H 原子与另一 Cl 原子结合生成 HCl,属于取代反应,不是置换反应,故错误;D 项,该反应是乙醇与乙酸发生酯化反应生成乙酸乙酯,属于酯化反应,故正确。

3. 以玉米(主要成分是淀粉)为原料制备乙醇的流程如下。下列说法不正确的是 ()



A. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 属于二糖

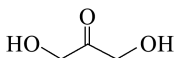
B. 可采取分液的方法分离乙醇和水

C. 可用碘水检验淀粉是否完全水解

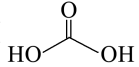
D. 葡萄糖可以在酒曲酶作用下分解生成乙醇

B 解析:玉米淀粉在酸性条件下水解生成麦芽糖,1 分子麦芽糖水解生成 2 分子葡萄糖,所以麦芽糖属于二糖,故 A 正确;乙醇与水互溶,不能通过分液的方法分离,二者沸点不同,用蒸馏法分离,故 B 错误;淀粉遇碘变蓝色,可用碘水检验淀粉是否完全水解,故 C 正确;葡萄糖可以在酒化酶作用下分解生成乙醇和二氧化碳,且 1 mol 葡萄糖分解生成 2 mol 乙醇和 2 mol 二氧化碳,故 D 正确。

4. 我国科学家在人工合成淀粉领域取得突破性进展, 相关物质转化的基本路线为“二氧化碳→甲醇→二羟基丙酮→葡萄糖→淀粉”, 其中二羟基丙酮的结构简式如图所示。下列有关叙述正确的是 ()



- A. 与金属钠不能发生反应
 B. 淀粉在碱性、加热条件下, 能与银氨溶液反应析出银
 C. 二羟基丙酮与 $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{COOH}$ 为同分异构体

D. 二羟基丙酮与碳酸()互为同系物

C 解析: 二羟基丙酮含有羟基, 能与 Na 发生反应, 故 A 错误; 淀粉不属于还原性糖, 不能与银氨溶液反应生成银, 故 B 错误; 二羟基丙酮和 $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{COOH}$ 的分子式都为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$, 但它们结构不同, 因此两者互为同分异构体, 故 C 正确; 碳酸含有羧基, 二羟基丙酮含有羟基和酮羰基, 两者不互为同系物, 故 D 错误。

第七章质量评估

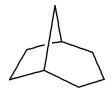
(90 分钟 100 分)

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

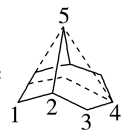
D 解析: 广东剪纸的裁剪过程中没有新物质生成, 故不涉及化学变化, A 正确; 冲泡工夫茶时茶香四溢, 是因为茶水的香味分子不停地做无规则的运动, 扩散到空气中, B 正确; 制作粤绣所用的植物纤维布含有纤维素, 纤维素属于天然有机高分子, C 正确; 染整技艺中去除丝胶所用的纯碱水溶液属于混合物, D 错误。

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

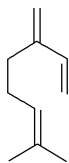
C 解析: 根据二环[3,2,1]辛烷的键线式得到该化合物的分子式为 C_8H_{14} , 故 A 正确; 该化合物有一

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 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$
 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 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$, 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

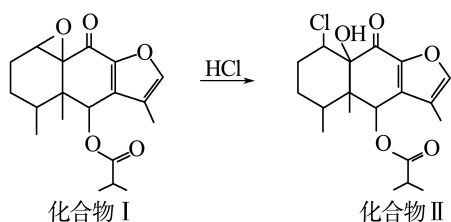
C 解析: 某有机物完全燃烧只生成 CO_2 和 H_2O , 该有机物可能含有氧元素, A 项错误;钠与水反应比与乙醇反应剧烈, 说明水中的氢比乙醇中的氢活泼, B 项错误;根据“较强酸制备较弱酸”可判断出乙酸酸性大于碳酸, C 项正确;甲烷与氯气在光照下发生取代反应除生成一氯甲烷外, 还产生了 HCl , HCl 能使湿润的蓝色石蕊试纸变红, D 项错误。

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。

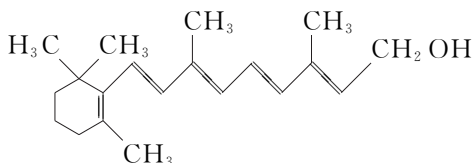
11. 我国科研人员以传统中药为原料先制得化合物 I, 再转化为具有抗癌抑菌活性的化合物 II, 有关转化如图所示。下列有关说法错误的是 ()



- A. 化合物 I 的分子式为 $\text{C}_{19}\text{H}_{24}\text{O}_5$
 B. 化合物 I 和 II 均能与酸性 KMnO_4 溶液和 NaOH 溶液反应
 C. 化合物 II 一定条件下能发生取代、加成反应
 D. 检验化合物 II 中是否含化合物 I 可用 Br_2 的 CCl_4 溶液

D 解析: 由结构简式可知, 化合物 I 的分子式为 $\text{C}_{19}\text{H}_{24}\text{O}_5$, A 正确; 化合物 I 和 II 均含碳碳双键, 均能与酸性 KMnO_4 溶液反应, 且均含 $-\text{COO}-$, 均能和 NaOH 溶液反应, B 正确; 化合物 II 中含 $-\text{OH}$, 则一定条件下能发生取代反应, 含碳碳双键, 可发生加成反应, C 正确; 化合物 I 和 II 均含碳碳双键, 则不能用 Br_2 的 CCl_4 溶液检验化合物 II 中是否含化合物 I, D 错误。

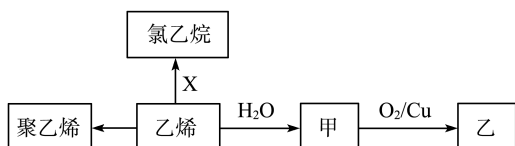
12. 维生素 A_1 的结构简式如下图所示, 下列说法错误的是 ()



- A. 维生素 A_1 易溶于 NaOH 溶液
 B. 1 mol 维生素 A_1 与足量的金属钠反应, 放出 0.5 mol 氢气
 C. 1 mol 维生素 A_1 能与 5 mol H_2 发生加成反应
 D. 维生素 A_1 能使酸性高锰酸钾溶液褪色

A 解析: 维生素 A_1 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 A_1 含 1 mol $-\text{OH}$, 与足量的金属钠反应, 放出 0.5 mol 氢气, B 正确; 1 mol 维生素 A_1 含 5 mol 碳碳双键, 能与 5 mol H_2 发生加成反应, C 正确; 维生素 A_1 中含碳碳双键、羟基, 能使酸性高锰酸钾溶液褪色, D 正确。

13. 乙烯的相关转化关系如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 聚乙烯是纯净物
 B. CH_3OCH_3 与甲互为同分异构体
 C. X 为 Cl_2
 D. 甲 \rightarrow 乙反应类型为取代反应

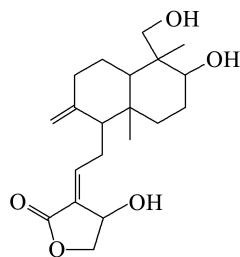
B 解析: 聚乙烯中由于聚合度不同, 因此聚乙烯为混合物, 故 A 项错误; 乙烯与水发生加成反应生成乙醇, 乙醇的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, 与 CH_3OCH_3 互为同分异构体, 故 B 项正确; 乙烯与 HCl 发生加成反应生成氯乙烷, 所以 X 是 HCl , 不是 Cl_2 , 故 C 项错误; 乙醇在 Cu 作催化剂条件下与 O_2 反应生成乙醛, 该反应属于氧化反应, 故 D 项错误。

14. 我国传统酿醋工艺的主要步骤有蒸、酵、泷、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“泷”: 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 $\text{C}_{20}\text{H}_{32}\text{O}_5$
 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 H_2
 D. 该物质最多可与 3 mol H_2 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

$C_{20}H_{30}O_5$,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 5 小题,共 55 分)

得分 16.(8 分)糖尿病是由于人体内胰岛素分泌紊乱而导致的代谢紊乱综合症,以高血糖为主要标志。长期摄入高热量的食品和缺乏运动都易导致糖尿病。请回答下列问题:

(1)血糖是指血液中的葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)。下列有关说法正确的是 _____ (填字母序号)。

- A.葡萄糖属于碳水化合物,可表示为 $C_6(H_2O)_6$,每个葡萄糖分子中含 6 个 H_2O 分子
 B.糖尿病病人的尿中糖含量很高,可用新制的氢氧化铜来检测病人尿液中的葡萄糖
 C.葡萄糖可用于制镜工业
 D.淀粉水解的最终产物是葡萄糖

(2)木糖醇[$CH_2OH(CHOH)_3CH_2OH$]是一种甜味剂,糖尿病病人食用后血糖不会升高。

①木糖醇与葡萄糖 _____ (填“互为”或“不互为”)同系物。

②请预测木糖醇的一种化学性质: _____。

(3)糖尿病病人宜多吃蔬菜和豆类食品,因为蔬菜中富含纤维素,豆类食品中富含蛋白质。下列说法正确的是 _____ (填字母序号)。

- A.蛋白质属于天然有机高分子化合物,可被人体直接吸收
 B.人体中没有水解纤维素的酶,所以纤维素在人体中的作用主要是加强胃肠的蠕动
 C.纤维素和淀粉互为同分异构体
 D.纤维素和蛋白质的分子结构不同,但组成元素完全相同

解析:(1)糖类中不含水,只是为了表达方便写成碳水化合物的形式,A 错误。(2)①木糖醇中不含醛基,故不能与葡萄糖互称为同系物。②由于木糖醇中含有羟基,可以与 Na 反应,可发生催化氧化反应,与酸性 $KMnO_4$ 溶液反应,与乙酸发生酯化反应等。

(3)蛋白质需在人体内酶的作用下水解生成氨基酸才能被人体吸收,A 错误;纤维素在人体内不能被消化吸收,B 正确;纤维素与淀粉虽然化学表达式均为 $(C_6H_{10}O_5)_n$,但二者结构不同, n 值也不同,故不是同分异构体关系,C 错误;蛋白质分子中含有氮元素而纤维素分子中不含氮元素,故二者组成元素不同,D 错误。

答案:(1)BCD (2)①不互为 ②与 Na 反应放出 H_2 ,在 Cu 作催化剂、加热条件下与 O_2 反应,被酸性 $KMnO_4$ 氧化,与乙酸发生酯化反应(任写一种即可) (3)B

得分 17.(10 分)塑料制品是人类日常生活中

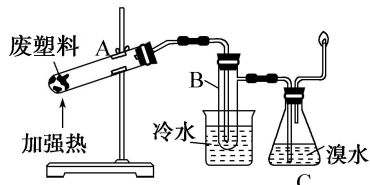
使用量最大的合成高分子材料。大量塑料制品的生产和使用,给人们的生活带来了极大的方便,同时也造成了严重的环境问题——白色污染。当今白色污染问题已得到了人们应有的重视,一些科学家也成功地找到了治理白色污染的有效途径。结合学过的知识,回答下列问题:

(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?

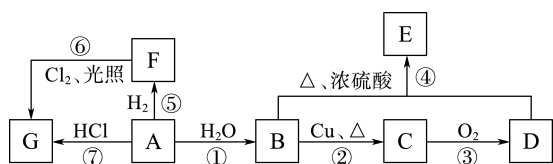
②锥形瓶 C 中观察到的现象为 _____。

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: $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} [\text{CH}_2-\text{CH}_2]_n$ 。(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) $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} [\text{CH}_2-\text{CH}_2]_n$
 (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 **18.** (12 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:



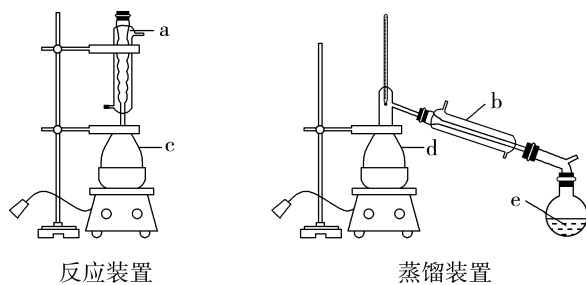
- 写出 A、B 中官能团的名称: A _____, B _____。
- 在 F 的同系物中最简单的有机物的空间结构为 _____。
- 写出与 F 互为同系物的含 5 个碳原子的所有同分异构体中一氯代物种类最少的物质的结构简式: _____。
- 写出下列编号对应反应的化学方程式, 并注明反应类型:
 ② _____, _____ 反应;
 ④ _____, _____ 反应。

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 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; 乙烯与水发生加成反应生成的 B 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, 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 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$, 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 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$, 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 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, 含有的官能团为碳碳双键; B 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, 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 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 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
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 酯化(或取代)

得分 **19.** (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:

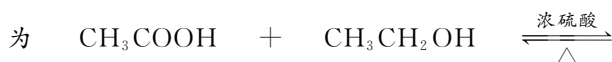


- 写出合成乙酸乙酯的化学方程式 _____。
- 仪器 b 的名称为 _____, 图中起冷凝回流作用的是 _____ (填“a”“b”“c”“d”或“e”)。
- 装置 e 中盛放的试剂是 _____。
- 经过 0.5 h 加热反应后, 将反应装置 c 中的粗产品转移至 d 中进行蒸馏。

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

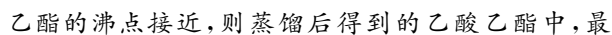


(2)仪器 b 的名称是直形冷凝管,题图中起到冷凝回流作用的是球形冷凝管 a。

(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) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}}$



(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 20.(15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



,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

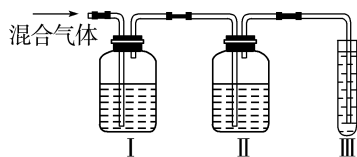
C.使溴水褪色的物质,未必是乙烯

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

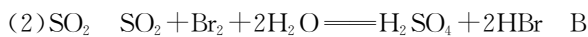
C.溴水

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

第八章

化学与可持续发展

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。

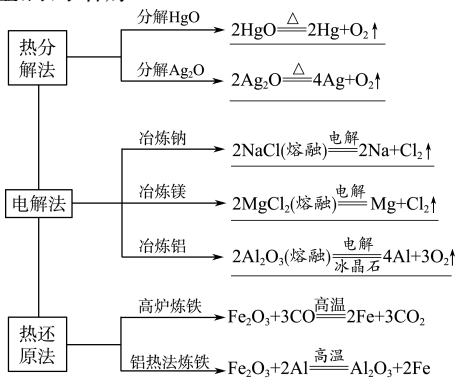
问题式预习

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。

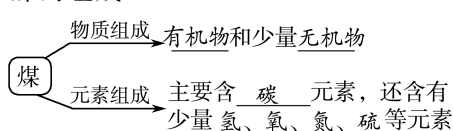
③ 吸收:用二氧化硫作还原剂使溴转化为氢溴酸,以使其与空气分离,反应的化学方程式为 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$ 。

④ 蒸馏:用氯气将氢溴酸氧化为溴后蒸馏分离。

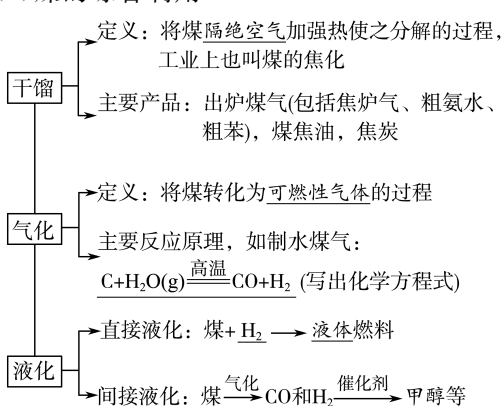
三、煤、石油和天然气的综合利用

1. 煤的综合利用

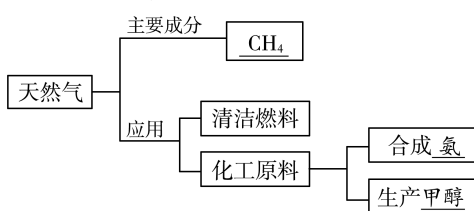
(1) 煤的组成



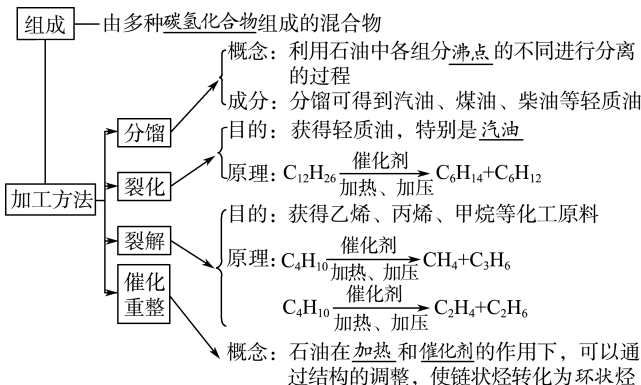
(2) 煤的综合利用



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」

探究 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, $M^{n+} + ne^{-} = M$ 。

探究 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。

探究 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。

探究 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. 下表中金属的冶炼原理与方法不完全正确的是 ()

选项	冶炼原理	方法
A	$2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2 \uparrow$	热分解法
B	$2Al_2O_3(\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{电解} 4Al + 3O_2 \uparrow$	电解法
C	$3CO + Fe_2O_3 \xrightarrow{高温} 2Fe + 3CO_2$	热还原法
D	$2CuO \xrightarrow{高温} 2Cu + O_2 \uparrow$	热分解法

D 解析: Hg 为不活泼金属, 可以直接用加热分解的方法将金属从其化合物中还原出来, 故 A 正确; Al 为活泼金属, 通常用电解熔融的金属氧化物的方法冶炼, 但氧化铝的熔点较高, 加入冰晶石的目的是降低熔点, 故 B 正确; Fe 用热还原法冶炼, 故 C 正确; Cu 应该用热还原法冶炼, 故 D 错误。

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」

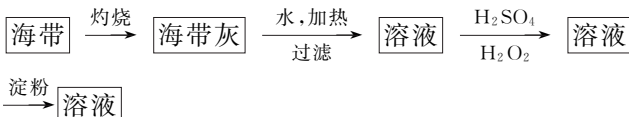
探究 1: 从海水中提取淡水或食盐的方法是什么? 是什么变化?

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。

探究 2: 用空气吹出法从海水中提取溴的原理是什么?

提示: $2NaBr + Cl_2 = Br_2 + 2NaCl$, $Br_2 + SO_2 + 2H_2O = 2HBr + H_2SO_4$, $2HBr + Cl_2 = Br_2 + 2HCl$ 。

探究 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。



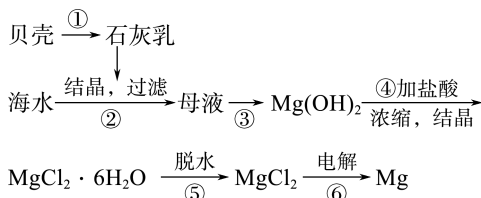
「评价活动」

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.从海水中提取镁的工艺流程可表示如图:

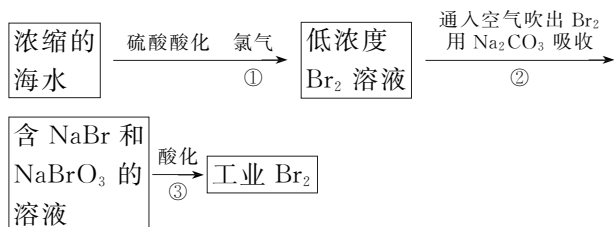


下列说法不正确的是 ()

- A.用此法提取镁的优点之一是原料来源丰富
B.直接电解 MgCl₂ 溶液也可以得到镁单质
C.步骤④用到的实验仪器有蒸发皿、酒精灯、玻璃棒、三脚架等
D.上述工艺流程中涉及化合、分解和复分解反应

B 解析:海水中镁元素含量高,从海水中提取镁的优点之一是原料来源丰富, A 正确;电解熔融 MgCl₂ 可得到金属镁和氯气,直接电解 MgCl₂ 溶液得到氢氧化镁和氯气, B 错误;步骤④加盐酸后要浓缩结晶,需要用到的实验仪器有蒸发皿、酒精灯、玻璃棒、三脚架等, C 正确;题述工艺流程中涉及碳酸钙分解生成氧化钙和二氧化碳的反应,该反应为分解反应,涉及氧化钙与水生成氢氧化钙的反应,该反应为化合反应,氢氧化镁与盐酸的反应为复分解反应, D 正确。

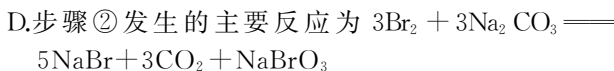
3.空气吹出法是工业规模海水提溴的常用方法,流程如下:



下列说法不正确的是 ()

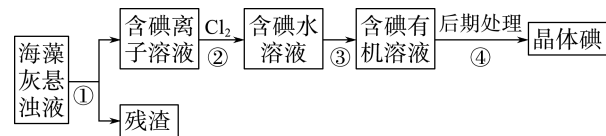
- A.步骤①发生的主要反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$
B.步骤②③的目的是富集溴元素

C.获得工业 Br₂ 的方法是过滤



C 解析:步骤①中,海水中的 NaBr 与通入的 Cl₂ 发生置换反应: $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$, A 正确;步骤②是将 Br₂ 溶解并转化为含溴离子,步骤③又将含溴离子转化为 Br₂,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 Br₂ 形式沉在下层,所以获得工业 Br₂ 的方法不是过滤, C 不正确;由步骤②可以看出, Br₂ 在 Na₂CO₃ 溶液中转化为 NaBr 和 NaBrO₃,同时还应生成 CO₂,所以步骤②发生的主要反应为 $3\text{Br}_2 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 5\text{NaBr} + 3\text{CO}_2 + \text{NaBrO}_3$, D 正确。

4.下图是实验室从海藻里提取碘的部分流程。

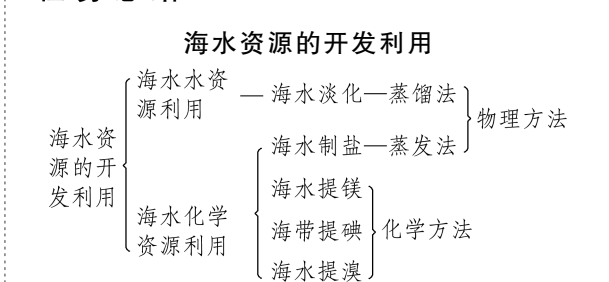


下列判断不正确的是 ()

- 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。

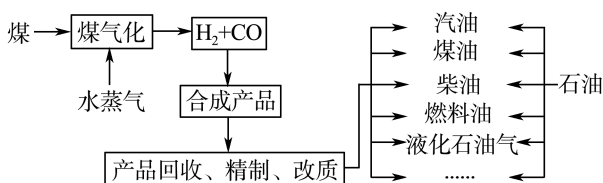
任务总结



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。



探究 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。

探究 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。

探究 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. 煤是“工业粮食”, 煤燃烧时不仅产生我们所需的能量, 同时还会生成大量的污染物。为了减少煤的燃烧对环境的污染, 可以将煤转化为高热值的清洁燃料, 煤的干馏属于煤的综合利用之一。下列关于煤的干馏的叙述不正确的是 ()

A. 将煤加强热而分解的过程叫做煤的干馏
B. 煤的干馏和石油的分馏的本质区别是干馏是化学变化而分馏是物理变化
C. 工业上苯、萘等物质可由煤干馏得到, 它们主要存在于煤干馏所得的煤焦油中
D. 煤干馏的一个主要目的是得到冶金用的优质焦炭

A 解析: 煤的干馏是在隔绝空气加强热的条件下使煤分解的过程, 因此煤的干馏要满足两个条件: 一个是隔绝空气, 以防止煤在高温下燃烧; 二是要加强热, A 不正确; 煤的干馏是化学变化, 煤在此过程中发生了分解反应, 生成了新物质, 而石油的分馏是利用沸点不同将混合物中各组分分离, 是物理变化, B 正确; 苯、萘等物质主要存在于煤焦油中, C 正确; 煤干馏的主要产物之一是焦炭, 焦炭可用于

冶金工业, D 正确。

4. 中国南海海域是全球范围内石油储量与可开采储量较丰富、开采潜力较大的地方, 有“第二个波斯湾”之称。下列关于石油的说法正确的是 ()

A. 石油属于可再生矿物能源
B. 石油只含有碳、氢、氧三种元素
C. 石油裂化的主要目的是提高轻质液体燃料的产量和质量
D. 石油分馏所得的各馏分均是纯净物

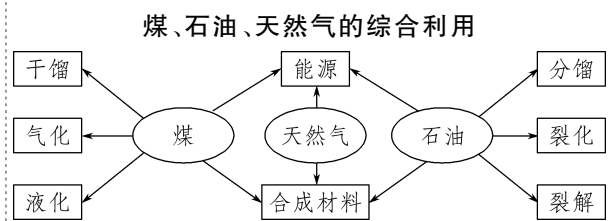
C 解析: 石油属于不可再生矿物能源, 故 A 错误; 石油中含有碳、氢、氧、氮、硫等元素, 故 B 错误; 石油裂化的主要目的是提高轻质液体燃料的产量和质量, 故 C 正确; 石油分馏的各馏分仍是混合物, 故 D 错误。

5. 下列说法正确的是 ()

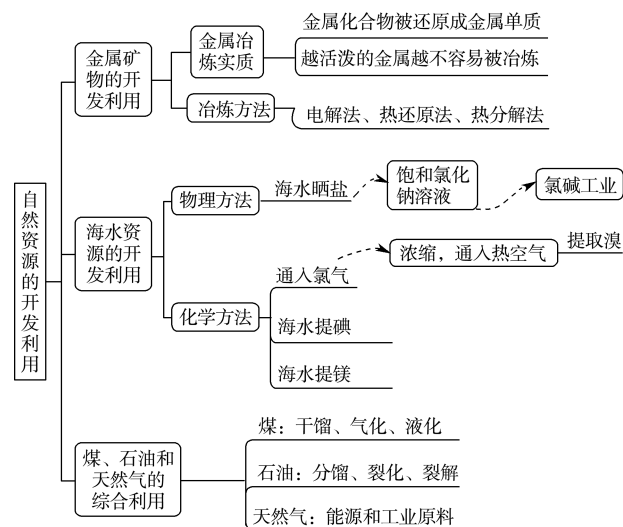
A. 石油的分馏、裂化、裂解均属于化学变化
B. 煤的干馏、气化、液化均属于物理变化
C. 汽油、煤油、柴油、聚乙烯均是纯净物
D. 天然气、沼气的主要成分均是甲烷

D 解析: 裂化、裂解均属于化学变化, 石油的分馏是利用石油中各组分的沸点不同, 用加热冷凝的方法将各组分分离的过程, 没有新物质生成, 属于物理变化, 故 A 错误; 煤的干馏、气化、液化均有新物质生成, 属于化学变化, 故 B 错误; 石油分馏后所得的汽油、煤油和柴油仍属于混合物, 聚乙烯是高分子化合物, 也是混合物, 故 C 错误; 天然气、沼气的主要成分均是甲烷, 故 D 正确。

任务总结



► 提质归纳



课后素养评价(十七)

基础性·能力运用

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。

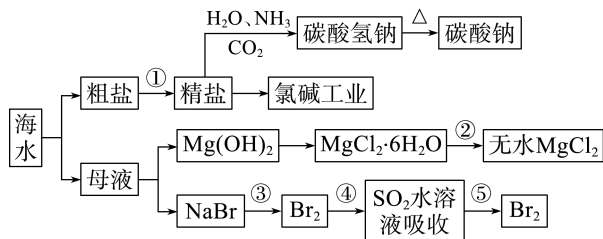
知识点 2 海水提溴、提镁

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。

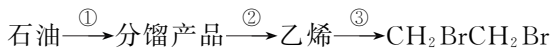
知识点 3 煤、石油和天然气的综合利用

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. 以石油为原料的转化过程如图所示, 下列说法错误的是 ()



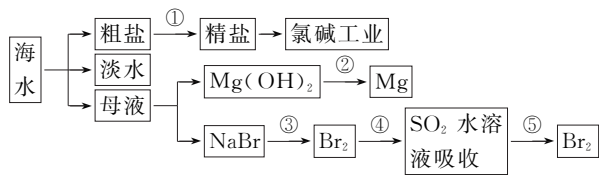
- A. 石油是由多种碳氢化合物组成的混合物
B. ③是加成反应, 产物名称是二溴乙烷
C. ②包括裂化、裂解等过程

- D. ①主要发生物理变化

B 解析: 石油是由多种烷烃、环烷烃、芳香烃等碳氢化合物组成的混合物, A 正确; ③是乙烯和溴发生的加成反应, 生成 1,2-二溴乙烷, B 错误; 通过石油的裂化、裂解, 可得到乙烯等重要化工基本原料, C 正确; 石油分馏利用的是各组分的沸点不同, 主要发生物理变化, D 正确。

综合性·创新提升

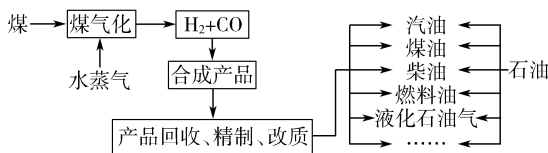
7. 海洋是一座巨大的化学资源宝库, 下图是从海水中提取若干种化学物质的流程图。下列说法正确的是 ()



- A. 除去粗盐中的 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 等杂质, ①中加入试剂的顺序为 Na_2CO_3 溶液 \rightarrow NaOH 溶液 \rightarrow BaCl_2 溶液 \rightarrow 过滤后加盐酸
B. ②中包含制取 MgCl_2 溶液、无水 MgCl_2 及电解熔融状态的 MgCl_2 几个阶段
C. ③④⑤中溴元素均被氧化
D. 蒸馏法是技术最成熟也是最具发展前景的海水淡化方法

B 解析: A 项中的加入顺序会导致 Ba^{2+} 无法除尽, A 错误; 单质镁是通过电解熔融 MgCl_2 的方法制取的, B 正确; 流程图中的第 ④ 步中溴元素被还原, C 错误; 蒸馏法会消耗大量的能源, 不是最具有发展前景的方法, D 错误。

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。

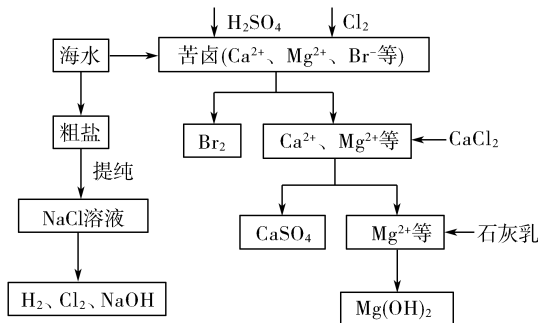
- (1) 煤气化反应的化学方程式是 _____, 该反应是吸热反应, 说明反应物总能量 _____ (填“>”“<”或“=”) 生成物总能量。
(2) 如图由石油获得相应产品的方法是 _____。
(3) 丁烷是液化石油气的成分之一, 它的结构有 _____ 种, 其中一种含有支链的物质的结构简式是 _____。

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: $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$; 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和土壤结构。

(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」

探究 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。

探究 2:草木灰为什么不能和重过磷酸钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 或铵态氮肥混合施用?

提示:草木灰与重过磷酸钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 混用,由于两者可以发生复分解反应,生成难溶性的 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$,将导致磷肥肥效降低;草木灰与铵态氮肥混用,由于草木灰呈碱性,会生成易挥发的 NH_3 ,将导致氮肥肥效降低。

探究 3: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。

探究 4: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.下列关于化肥的说法不正确的是 ()

A.铵盐不能与碱性物质混放和混用

B.化肥对提高农作物产量具有重要作用,应尽量多施用

C.复合肥料能同时均匀地供给作物几种养分,肥效高

D.长期施用硫酸铵、硫酸钾会使土壤酸化、板结

B 解析:铵盐不能与碱性物质混放和混用,否则会降低肥效,A 正确;化肥对提高农作物产量具有重要作用,但应适量施用,B 错误;复合肥料含有多种营养元素,能同时均匀地供给作物几种养分,肥效高,C 正确;硫酸铵长期施用会使土壤酸性增加,板结硬化,硫酸钾长期施用也会使土壤板结,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」

探究 1:如何区分处方药和非处方药?

提示:R 表示处方药,是指需凭医生处方才能从药房或药店得到,并要在医生监控或指导下使用的药物。OTC 表示非处方药,是指消费者不需要持有医生处方就可以直接从药房或药店购买的药物。

探究 2:抗酸药的有效成分有哪些物质?

提示:如氢氧化镁、氢氧化铝、碳酸镁、碳酸钙、碳酸氢钠等。

探究 3:长期大量服用阿司匹林的不良反应有哪些?

提示:阿司匹林的酸性能够刺激胃黏膜,长期大量服用阿司匹林会出现胃肠道反应(如上腹不适、恶心、胃黏膜出血等)和水杨酸反应(如头痛、恶心、耳鸣等)等不良反应。

探究 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

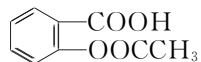
B 解析:抗生素的抗菌作用是毋庸置疑的,但它易诱发细菌产生抗体,这种抗体是可以传递的。

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

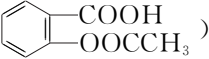


。下列关于阿司匹林的说法错误的是 ()

- 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:Al(OH)₃]
C.碳酸氢钠片(主要成分:NaHCO₃)
D.胃得乐(主要成分:MgCO₃)

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。

5.人们吃的冷热酸甜、形形色色的食物,都要经过胃的消化,天长日久可能对胃造成了各种伤害,于是就有了各种各样的治疗胃病的药物,其中一类抗酸药能有效地治疗因胃酸过多引起的胃痛、胃胀等,其有效成分除了中学化学中熟知的氧化镁、氢氧化镁、氢氧化铝、碳酸钙、碳酸氢钠外,还有一些我们不太熟悉的物质,如双羟基铝碳酸钠、柠檬酸钠、三硅酸镁等。联系我们所学知识,试完成下列各题:

(1)人的胃液中含有大量的盐酸,可以为胃蛋白酶提供酸性环境,同时还可以杀死随食物进入胃部的细菌,但胃液酸度过高会使胃酸过多,下列物质不宜用作治疗胃酸过多的药物的主要成分的是 _____(填字母序号,下同)。

- A.小苏打粉 B.Al(OH)₃粉
C.氧化钙粉 D.纯碳酸钙粉

(2)胃镜检查发现胃少量出血,说明胃溃疡已深及

续表

黏膜下层,此种情况下胃溃疡患者胃酸过多可考虑选用上小题中的_____。

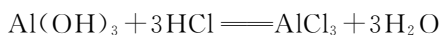
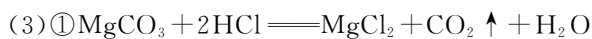
(3)某品牌抗酸药的主要成分有糖衣、碳酸镁、氢氧化铝、淀粉。

①该抗酸药发挥功效时的化学方程式为_____

②淀粉在抗酸药中作填充剂、黏合剂,淀粉在人体内酶的催化作用下发生水解反应,最终转化为_____ (填分子式)。

解析:(1)CaO 溶于水生成强碱并放出大量的热,对人体有灼伤和腐蚀。(2)患胃溃疡较重者,不能食用与胃酸反应放出 CO₂ 气体的抗酸药,为避免加速胃穿孔,可服用 Al(OH)₃ 粉。(3)能发挥药效的是碳酸镁与氢氧化铝,淀粉水解的最终产物是葡萄糖。

答案:(1)C (2)B



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

阿司匹林的用法用量中“温开水溶解后口服”,这是因为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,即阿司匹林的药效是水解产物水杨酸发挥出来的。

任务三 食品添加剂的安全使用

「探究活动」

探究 1:日常生活中经常使用的味精属于哪一类食品添加剂?

提示:味精能增加食品的鲜味,是一种增味剂。

探究 2:“红心鸭蛋”“干辣椒”中添加的“苏丹红”,“多宝鱼”中发现的“孔雀绿”,“三鹿”奶粉中添加的“三聚氰胺”是否是食品添加剂?

提示:“红心鸭蛋”“干辣椒”中添加的“苏丹红”,“多宝鱼”中发现的“孔雀绿”,“三鹿”奶粉中添加的“三聚氰胺”均是重要的化工原料,不属于食品添加剂。

「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

①蔗糖是白砂糖的主要成分,与麦芽糖均为二糖

②柠檬黄是常见的天然色素

③L-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.合理使用食品添加剂不仅不会影响人体健康,还能有效改善食品品质和色、香、味,但有些物质严禁用于食品添加剂。下列做法不正确的是 ()

A.蔗糖作为饮料的甜味剂

B.三聚氰胺作为牛奶的营养强化剂

C.醋可同时用作防腐剂和调味剂

D.苯甲酸钠作为火腿肠的防腐剂

B 解析:蔗糖具有甜味,可以用作饮料的甜味剂,A 正确;三聚氰胺对人体有毒,不能用作食品添加剂,B 错误;早期人类采用的防腐剂主要是食盐、食糖及食醋,C 正确;苯甲酸钠具有还原性,可以防止食品氧化变质,可以作为火腿肠的防腐剂,D 正确。

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

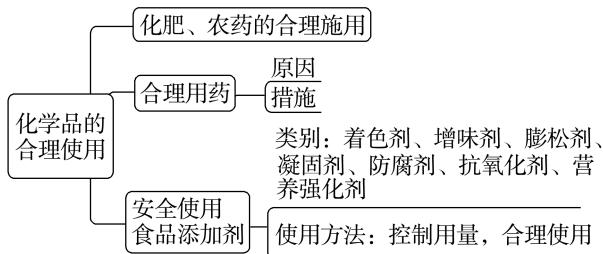
在下列情况下可使用食品添加剂:

- (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)

基础性·能力运用

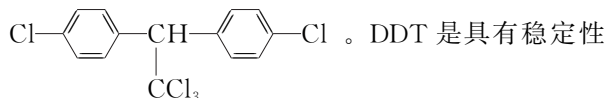
知识点 1 化肥、农药的合理施用

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 ()

- 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
- 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
- 钙镁磷肥等碱性肥料不能与铵态氮肥混施
- 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 ()

- DDT 也能杀死有益的生物
- DDT 极易溶于水
- DDT 是烃的衍生物
- 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 ()

- 纯碱
- 白酒
- 白糖
- 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 ()

- 板蓝根冲剂用于治疗感冒
- 氟哌酸用于退热止痛
- 阿司匹林用于退热止痛
- 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。

综合性·创新提升

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. 在现代食品工业中,食品添加剂的合理使用满足了人们对食品多样化的需求。下列食品添加剂与类别对应错误的是 ()

- A. 糖果中添加的苋菜红、柠檬黄、靛蓝等属于着色剂
B. 食盐中添加的碘酸钾属于营养强化剂
C. 加工腊肉、香肠时添加的亚硝酸钠属于防腐剂和护色剂
D. 加工馒头、面包、饼干时添加的碳酸氢钠属于增味剂

D 解析:苋菜红、柠檬黄、靛蓝等能够使食品着色,可用作着色剂,故 A 正确;碘酸钾能补充碘的摄入,属于营养强化剂,故 B 正确;亚硝酸钠能防腐且能使肉类呈现新鲜的红色,可用作防腐剂和护色剂,故 C 正确;碳酸氢钠受热分解生成气体,常用作食品的膨松剂,故 D 错误。

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 _____。

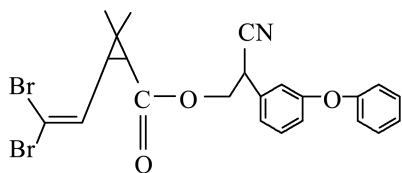
(3) 波尔多液是一种常用的植物杀菌剂,它用硫酸铜、生石灰、水按一定的比例配制而成,是一种天蓝色黏稠状悬浮液体。通常现用现配,你认为下列容

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=期望产物的总质量与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」

探究 1: 交流讨论煤、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。

探究 2: 交流讨论当今全球面临的严重的环境污染及其影响因素。

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。

探究 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。

探究 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

C 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⁻

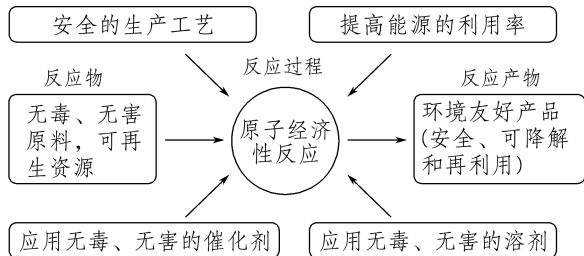
(4)2SO₂ + 2CaCO₃ + O₂ = 2CaSO₄ + 2CO₂

(5)严格控制污染源

任务总结

绿色化学

(1) 原子经济性

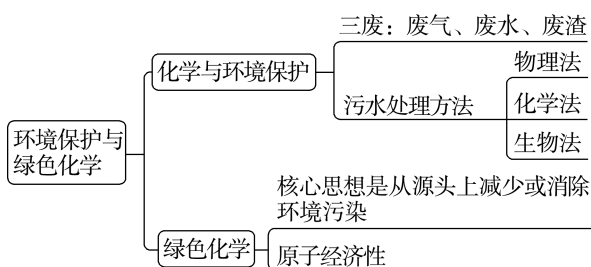


(2) 原子利用率

利用化合反应、加成反应或加聚反应制备物质,

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)

基础性·能力运用

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 ()

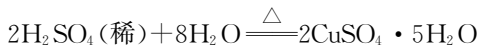
- A. 白色污染是指白色垃圾袋等造成的污染
- B. 使用一次性筷子、纸杯、塑料袋等, 不利于保护环境
- C. 汽车尾气的排放是造成温室效应的主要原因
- D. 含磷洗涤剂的使用是造成水体富营养化的主要原因

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。

综合性·创新提升

7.下列生产工艺不能体现“绿色化学”思想的是 ()

- A.海水提镁:用电解 MgCl_2 (熔融)产生的 Cl_2 制取盐酸
 B.工业制硫酸:增加尾气排放的烟囱高度
 C.工业制胆矾:使用稀硫酸、 H_2O_2 溶液溶解铜
 D.火力发电:在燃煤中加入适量生石灰

B 解析:A 项,用电解 MgCl_2 (熔融)产生的 Cl_2 制取盐酸,实现有毒气体的利用,减少污染,能体现“绿色化学”思想;B 项,工业制硫酸中提高排放尾气的烟囱高度,不能减少尾气的排放,不能体现“绿色化学”思想;C 项,工业制胆矾采用稀硫酸、 H_2O_2 溶液溶解铜,不仅可以减少尾气排放,且提高了硫酸的利用率,能体现“绿色化学”思想;D 项,火力发电时,在燃煤中加入适量生石灰,可以减少 SO_2 的排放,能体现“绿色化学”思想。

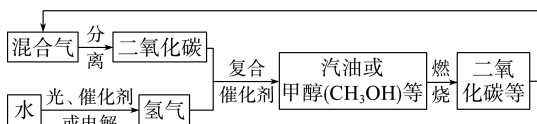
8.化学与生活密切相关。下列说法错误的是 ()

- A.PM 2.5是指粒径不大于 $2.5 \mu\text{m}$ 的可吸入悬浮颗粒物
 B.绿色化学要求从源头上消除或减少生产活动对环境的污染
 C.燃煤中加入 CaO 可以减少酸雨的形成及温室气体的排放

D.天然气和液化石油气是我国目前推广使用的清洁能源

C 解析:空气中 PM 2.5是指粒径小于或等于 $2.5 \mu\text{m}$ 的颗粒物,A 正确;绿色化学应从源头上做起,其核心是利用化学原理从源头上减少或消除工业生产对环境的污染,而不能先污染后治理,B 正确;燃煤燃烧可产生 SO_2 和 CO_2 ,其中 CaO 可与 SO_2 结合生成 CaSO_3 ,并最终氧化为 CaSO_4 ,而 CO_2 在该条件下不能与 CaO 结合生成 CaCO_3 ,故加入 CaO 可减少 SO_2 的排放,不能减少温室气体 CO_2 的排放,C 错误;天然气的主要成分是甲烷,液化石油气的主要成分是乙烯、乙烷、丙烷等,这两类燃料都是碳氢化合物,属于清洁能源,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

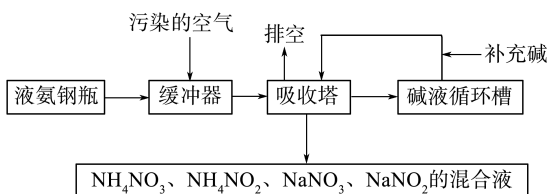
A 解析:汽油、甲醇转化为二氧化碳是将化学能转化为热能和光能,同时将有机物转化为无机物,水转化为氢气过程中说明光能(或电能)可以转化为化学能,减少碳排放有利于缓解全球变暖,风电、光伏发电等新能源的开发和使用可减少碳排放,故 A 正确。

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

C 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。为了保护环境和综合利用,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:

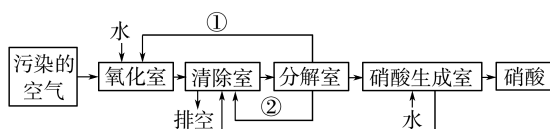


- (1)排空物质的主要成分为_____。
(2)进入吸收塔以前加一个缓冲器的目的是_____。
(3)从吸收塔排出的混合液的用途为_____ (任写一项)。

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

12.研究人员设计了同时净化废气中二氧化硫和氮的氧化物的方法,将二者转化为硫酸和硝酸,工艺流程如下:



各室中发生的反应如下:
氧化室:在氧化室中 SO_2 和 NO_2 气体与水作用生成 H_2SO_4 和 NO 。
清除室: $\text{NO} + \text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_3$; $\text{N}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NOHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。
分解室: $4\text{NOHSO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{NO}_2$ 。

回答下列问题:
(1)物质①和②分别为_____、_____。(写化学式)
(2)写出氧化室中发生反应的化学方程式:
_____。

解析:(1)根据各室中的反应,物质①、②分别为分解室中 NOHSO_4 与 O_2 、 H_2O 反应生成的 NO_2 、 H_2SO_4 。(2)氧化室中 SO_2 和 NO_2 与水发生反应生成 H_2SO_4 和 NO ,化学方程式为 $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$ 。

答案:(1) NO_2 H_2SO_4
(2) $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$

单元活动构建

单元活动 4 从北京冬奥会体会资源利用和环境保护

「单元任务」

任务内容	
任务一	通过滑雪杖杆认识金属和海水资源利用
任务二	通过冬奥会吉祥物认识化石资源综合利用
任务三	通过场馆材料认识环境保护和绿色化学

「任务导引」

2022 年北京冬奥会不仅是运动健儿的“竞技场”,也是前沿科技的“大秀台”。

(一)滑雪是冬奥会的比赛项目之一,滑雪头盔的复合材料中含有玻璃钢,滑雪杖杆的金属材料为镁铝合金。

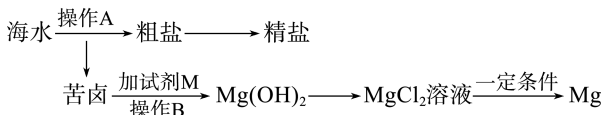
(二)吉祥物“冰墩墩”“雪容融”,由 PVC、PC、ABS 和亚克力等环保材料制作而成。

(三)2022年北京冬奥会和冬残奥会通过科技助力“碳中和”的实现,体现绿色环保理念。

任务一 通过滑雪杖杆认识金属和海水资源利用

冬奥会滑雪杖杆制作材料的主要成分为镁铝合金。

活动1 从海水中获得金属镁,流程如下所示:



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

提示:蒸发结晶 石灰乳 C

活动2 冶炼金属铝的方法为_____,化学方程式为_____。

提示:电解法 $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$

任务二 通过冬奥会吉祥物认识化石资源综合利用

“冰墩墩”“雪容融”的制作原料包括氯乙烯、苯乙烯等。

活动1 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。

提示:裂解

活动2 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_____。

提示:煤的干馏 石油的催化重整

任务三 通过场馆材料认识环境保护和绿色化学

活动1 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?

提示:可减少臭氧层空洞。

活动2 餐厅使用的餐具由可降解聚乳酸生物新材料制作,与聚乙烯相比,有什么优点?

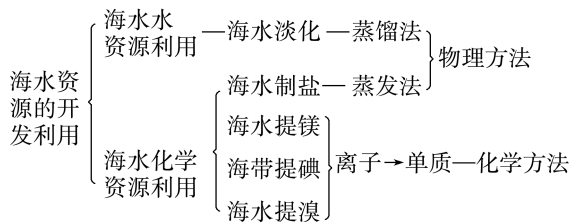
提示:可减少白色污染。

[知识链接]

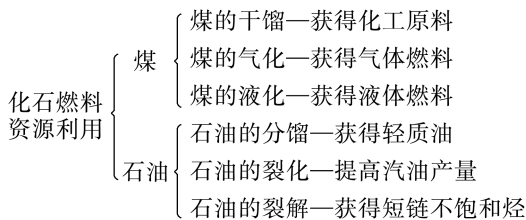
1. 金属的冶炼方法

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			

2. 海水资源的综合利用



3. 化石燃料的综合利用



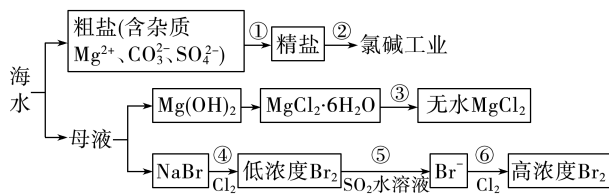
「活动达标」

1. 下列常见金属的冶炼原理不正确的是 ()

- A. 电解法炼铝: $2\text{AlCl}_3(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \uparrow$
 B. 加热法炼汞: $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$
 C. 铝热法炼铁: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
 D. 湿法炼铜: $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$

A 解析: AlCl_3 是共价化合物,熔融的 AlCl_3 不导电,不能电解 AlCl_3 冶炼金属 Al,通常电解氧化铝冶炼金属 Al,故 A 错误; Hg 为不活泼金属,通常直接加热其化合物冶炼 Hg ,故 B 正确; Al 的还原性大于 Fe ,可利用铝热反应将 Fe 从其氧化物中还原出来,故 C 正确; Fe 的金属活动性比 Cu 强,可将 Cu 从其盐溶液中置换出来,湿法炼铜的原理为 $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$,故 D 正确。

2. 海水综合利用的工艺流程图如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 在过程④、⑤中溴元素均被氧化
 B. 过程⑤反应后溶液呈弱酸性,生产中需解决其对设备的腐蚀问题
 C. 在过程④、⑥反应中,每氧化 0.2 mol Br^- 需要消耗标准状况下 2.24 L Cl_2
 D. 过程①的提纯是物理过程,过程②通过氧化还原反应可产生两种单质

C 解析: 在过程⑤中,发生反应: $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$,溴元素被还原,故 A 错

误;过程⑤反应后,溶液为 HBr、H₂SO₄ 的混合溶液,呈强酸性,故 B 错误;在过程④、⑥中,发生反应:2Br⁻+Cl₂====Br₂+2Cl⁻,所以氧化 0.2 mol Br⁻需要消耗标准状况下 2.24 L Cl₂,故 C 正确;过程①中,既有 Mg²⁺、CO₃²⁻、SO₄²⁻ 生成沉淀的化学过程,又有过滤等物理过程,故 D 错误。

3. 下列关于自然资源的开发利用叙述正确的是 ()

- A. 石油分馏可得到乙烯、丙烯、甲烷等重要化工原料
 B. 煤中含有的苯、甲苯、二甲苯等有机物,可通过煤的干馏来获得
 C. 天然气是一种清洁的化石燃料,可作为化工原料用于合成氨和生产甲醇等
 D. 石油的裂化和裂解属于化学变化而煤的液化、气化属于物理变化

C 解析:石油的裂解可以得到乙烯、丙烯等重要化工原料,故 A 错误;煤中不含苯、甲苯、二甲苯等有机物,煤的干馏得到的煤焦油中含苯、甲苯、二甲苯等有机物,故 B 错误;天然气燃烧产物为二氧化碳和

水,天然气是一种清洁的化石燃料,可作为化工原料用于合成氨和生产甲醇等,故 C 正确;石油的裂化和裂解、煤的液化和气化均属于化学变化,故 D 错误。

4. 北京冬奥会提出“科技冬奥”的理念。下列有关说法错误的是 ()

- A. 颁奖礼服添加的石墨烯是一种碳纳米材料,其化学性质与石墨相似
 B. 火炬采用碳纤维复合材料,碳纤维是一种有机高分子材料
 C. 冬奥会史上首次采用氢气火炬,工业上氢气可来自煤的气化
 D. 用 CO₂ 跨临界直接制冰代替氟利昂,有来源广泛、安全无毒等优点

B 解析:石墨烯和石墨是同种元素组成的不同单质,化学性质相似,物理性质不同,故 A 正确;碳纤维复合材料由碳单质构成,属于无机高分子材料,不是有机高分子材料,故 B 错误;煤与水在高温下反应可制取氢气,故 C 正确;二氧化碳安全无毒,可替代氟利昂作为制冷剂,故 D 正确。

第八章质量评估

(90 分钟 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,系纯中药制剂,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。本品为杀蟑螂气雾剂 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. “可燃冰”又称“天然气水合物”,它是在海底的高压、低温条件下形成的,外观像冰。1 体积“可燃冰”可储藏 100~200 体积的天然气。下列关于“可燃冰”的叙述不正确的是 ()

- A. “可燃冰”有可能成为人类未来的重要能源
 B. “可燃冰”是一种比较清洁的能源
 C. “可燃冰”提供了水可能变成油的例证
 D. “可燃冰”的主要可燃成分是甲烷

C 解析:“可燃冰”又称“天然气水合物”,其主要成分是甲烷,燃烧产物无污染,是一种比较清洁的能源;另外,“可燃冰”中储藏有大量的天然气,有可能成为人类未来的重要能源。

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 $2Al + Fe_2O_3 \xrightarrow{\text{高温}} Al_2O_3 + 2Fe$, 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 $C_{106}H_{263}N_{16}P$, 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。

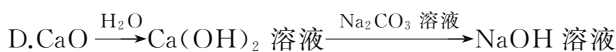
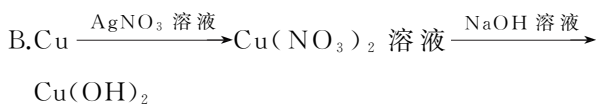
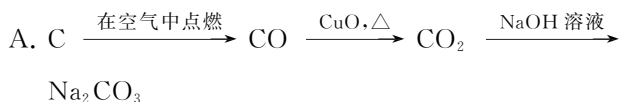
7. 海洋是巨大的物质资源宝库, 有待人们进一步开发、利用和保护。氯化钠是海水中含量最多的盐。从远古时代开始, 人们就掌握了从海水中获取食盐的方法。近代以来, 随着科学技术和化学工业的发展, 人们在工业上以氯化钠为原料进一步制备金属钠、氯气、烧碱、碳酸氢钠和碳酸钠, 并以氯气、烧碱等为原料进一步从海洋中提取出溴、碘、镁。这些海洋化工产品为化学工业生产体系输送了大量的基础原料, 为人类的可持续发展做出了重要贡献。下列提取海洋资源的方法不正确的是 ()

- 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 ()



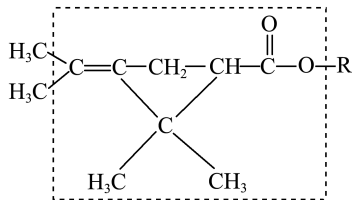
D 解析:A 项和 B 项中使用 NaOH、AgNO₃, 造价高, 不经济; C 项中 Fe 点燃生成 Fe₃O₄, 与 H₂SO₄ 溶液反应生成 FeSO₄、Fe₂(SO₄)₃ 的混合溶液, 原理不正确; D 项原理正确, 所用化学试剂较经济, 且操作简单, 符合设计要求。

- 9.下列说法错误的是 ()

- A.金属的冶炼原理,就是运用氧化还原反应原理,在一定条件下将金属从其化合物中还原出来
B.冶炼金属时,必须加入一种物质作还原剂
C.金属由化合态变为游离态,一定是被还原
D.金属单质被发现和应用的越早,其活动性越弱

B 解析:金属的冶炼就是把金属从其化合物中还原出来;有些金属冶炼时不需要外加还原剂,如 Hg 和 Ag 的冶炼,工业上用热分解法使 HgO 和 Ag₂O 分解来获得 Hg 和 Ag;金属在化合态中显正价,变成游离态时化合价降低,被还原;金属的活动性越弱,金属的获取越容易,金属单质被发现和应用的越早。

- 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。

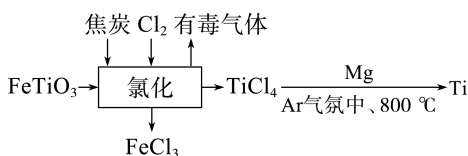
- 11.(2021·广东卷)化学创造美好生活。下列生产活动中,没有运用相应化学原理的是 ()

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 ₂ O
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。

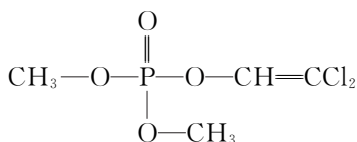
12. 钛合金广泛应用于航空航海领域。钛铁矿(其中 Ti 为 +4 价)在高温下经氯化得到四氯化钛,再制取金属钛的流程如图所示。下列说法不正确的是 ()



- 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

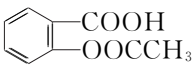
C 解析:合金比其成分金属的熔点低,故 A 正确;氯化过程中发生反应: $2\text{FeTiO}_3 + 6\text{C} + 7\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{FeCl}_3 + 6\text{CO} + 2\text{TiCl}_4$, Fe 的化合价由 +2 价升高为 +3 价,而 Cl 的化合价由 0 价降低为 -1 价, FeCl_3 既是氧化产物又是还原产物,故 B 正确;制取金属钛时,选用 Ar 的目的是隔绝空气,防止 Ti、Mg 与空气中的成分发生,而镁与二氧化碳反应,不能用 CO_2 替代 Ar 气以隔绝空气,故 C 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

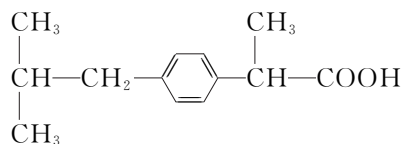
C 解析:敌敌畏的分子式应是 $\text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_2\text{O}_4$, A 错误;分子内含有碳碳双键,所以能发生加成反应, B 错误;敌敌畏属于磷酸酯,能发生水解反应,并且在碱性条件下比在中性或酸性条件下容易, C 正确、D 错误。

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 $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$
 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 $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$, 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 5 小题,共 55 分)

得分 16.(10 分)黄铜矿(CuFeS_2)是制取铜及其化合物的主要原料之一,还可制备硫和铁的化合物。

(1)冶炼铜的反应为 $8\text{CuFeS}_2 + 21\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 8\text{Cu} + 4\text{FeO} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 16\text{SO}_2$ 。

若 CuFeS_2 中 Fe 的化合价为 +2,反应中被还原的元素是 _____ (填元素符号)。

(2)上述冶炼过程产生大量 SO_2 。下列处理方案中合理的是 _____ (填字母序号)。

- 高空排放
- 用于制备硫酸
- 用纯碱溶液吸收后制取 Na_2SO_3
- 用浓硫酸吸收

(3)利用黄铜矿冶炼铜产生的炉渣(含 Fe_2O_3 、 FeO 、 SiO_2 、 Al_2O_3)可制备 Fe_2O_3 。方法为

- 用稀盐酸浸取炉渣、过滤。
- 滤液先氧化,再加入过量 NaOH 溶液,过滤,将沉淀洗涤、干燥、煅烧得 Fe_2O_3 。

根据以上信息回答下列问题:

a.除去 Al^{3+} 的离子方程式是 _____。

b.选用提供的试剂,设计实验验证炉渣中含有 FeO 。

提供的试剂:稀盐酸 稀硫酸 KSCN 溶液 酸性 KMnO_4 溶液 NaOH 溶液 碘水

所选试剂为 _____。

证明炉渣中含有 FeO 的实验现象为 _____。

答案:(1) Cu 、 O (2)bc

(3)a. $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

b.稀硫酸、 KMnO_4 溶液 稀硫酸浸取炉渣所得溶液使 KMnO_4 溶液褪色

得分 17.(10 分)海带是海洋中的一种褐藻,海带中含有丰富的碘,是人类经常食用的一种补碘食物。某资料中有“海带中碘的检验”的选做实验,操作步骤如下:

- 取 3 g 干海带,除去表面杂质,剪碎,用酒精润湿,放在坩埚中灼烧成灰,冷却;
- 将海带灰转移到小烧杯中加蒸馏水,搅拌,煮沸

2~3 min,使可溶物质溶解,过滤;

③向滤液中滴入几滴硫酸,再加入约 1 mL 过氧化氢溶液,观察现象;

④取少量上述所得溶液中滴加几滴淀粉溶液,观察现象;

⑤向③剩余的滤液中加入 1 mL 四氯化碳,振荡静置,观察现象;

⑥向加有四氯化碳的溶液中加入氢氧化钠溶液,充分振荡后,将混合液的下层液体放入指定的容器中。

请回答下列问题:

(1)海带中碘元素是 _____ (填“碘离子”“碘单质”或“碘酸盐”),步骤①中除去海带表面的杂质一般用刷子刷净,不用水清洗,原因是 _____。

(2)可说明海带中含有碘的现象有 _____。

(3)操作⑤叫 _____,操作⑥的目的是 _____。

解析:(1)海带中碘元素以碘离子的形式存在,且易溶于水,为防止碘元素的损失,除去海带表面的杂质一般用刷子刷净,不用水清洗。(2)实验中步骤④中加入淀粉溶液后变蓝;步骤⑤中下层液体呈紫红色,可以说明海带中含有碘。(3)操作⑤是萃取碘水中的碘,操作⑥是为了回收四氯化碳。

答案:(1)碘离子 防止碘元素的损失

(2)步骤④中加入淀粉溶液后变蓝,步骤⑤中下层液体呈紫红色

(3)萃取 回收四氯化碳

得分 18.(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]

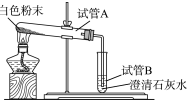
猜想 1:碳酸钠;

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_____。

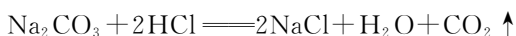
(用含 m 的代数式表示)。

[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 。

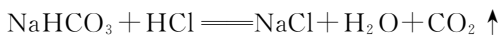


$$106 \qquad \qquad \qquad 44$$

$$m \text{ g} \qquad \qquad \qquad x$$

$$\frac{106}{m \text{ g}} = \frac{44}{x}, \text{解得 } x = \frac{22}{53}m \text{ g}。$$

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 。



$$84 \qquad \qquad \qquad 44$$

$$m \text{ g} \qquad \qquad \qquad y$$

$$\frac{84}{m \text{ g}} = \frac{44}{y}, \text{解得 } y = \frac{11}{21}m \text{ g}。$$

实际上固体为碳酸钠和碳酸氢钠的混合物,则 n 的

$$\text{取值范围为 } \frac{22}{53}m < n < \frac{11}{21}m。$$

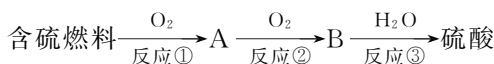
答案:[实验探究] $>$ $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

[交流反思](1)碳酸钠溶液、碳酸氢钠溶液均呈碱性

(2)碳酸钠

$$[\text{继续探究}] \frac{22}{53}m < n < \frac{11}{21}m$$

得分 19.(11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。

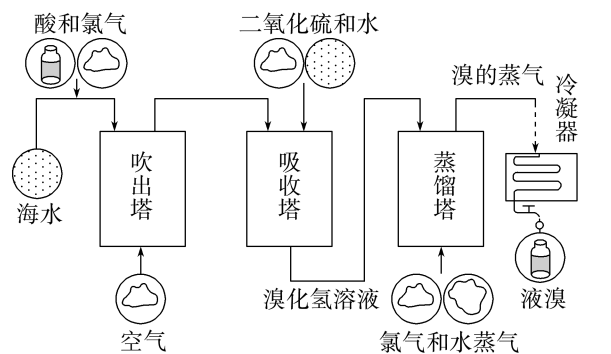
(3) SO_2 中硫元素的化合价降低, SO_2 被还原,应加入还原剂。(4) $c(H_2SO_4) = 5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$,则 $c(H^+) = 2 \times 5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$,所以 $pH = -\lg(1 \times 10^{-4}) = 4 < 5.6$,是酸雨。

(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)①ACE ②不可取 未减少二氧化硫的总排放量

得分 20 (12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:

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

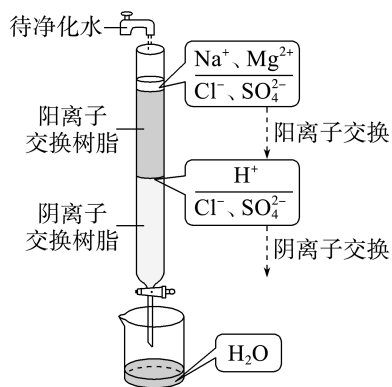
(2)写出吸收塔中反应的离子方程式:_____。

(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

模块综合检测(一)

(90分钟 100分)

一、选择题(本题共15小题,每小题3分,共55分。)

每小题只有一个选项符合题目要求)

1.(2022·山东卷)古医典富载化学知识,下述之物见其氧化性者为 ()

- A.金(Au):“虽被火亦未熟”
 B.石灰(CaO):“以水沃之,即热蒸而解”
 C.石硫黄(S):“能化金、银、铜、铁奇物”
 D.石钟乳(CaCO₃):“色黄,以苦酒(醋)洗刷则白”

C 解析:金单质在空气中被火灼烧也不反应,说明金的化学性质很稳定,与其氧化性无关,A不合题意; $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$,反应放热,产生大量的水汽,而CaO由块状变为粉末状,未发生氧化还原反应,与其氧化性无关,B不合题意; $2\text{Ag} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Ag}_2\text{S}$, $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$, $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}$,反应中S作氧化剂,与其氧化性有关,C符合题意; $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,未发生氧化还原反应,与其氧化性无关,D不合题意。

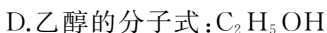
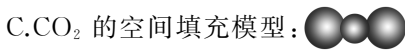
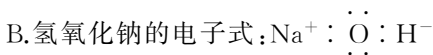
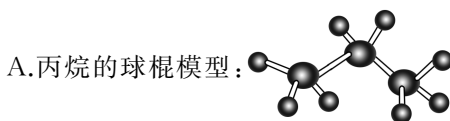
2.下列说法正确的是 ()

- A.乙烯、氯乙烯、聚乙烯均可使酸性高锰酸钾溶液褪色
 B.纤维素、合成纤维、光导纤维都是有机高分子化合物
 C.棉、丝、羽毛、塑料及合成橡胶完全燃烧后都只生成CO₂和H₂O
 D.液化石油气可由石油分馏获得,汽油可由石油分馏或石油裂化获得

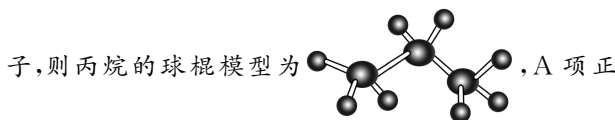
D 解析:聚乙烯中没有碳碳双键,不能使酸性高锰酸钾溶液褪色,故A项错误;光导纤维的主要成分是SiO₂,光导纤维属于无机非金属材料,故B项错误;丝、羽毛的主要成分是蛋白质,蛋白质由C、H、O、N等元素组成,因此完全燃烧产物不只生成CO₂

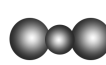
和H₂O,故C项错误;石油分馏可以得到液化石油气、汽油,石油裂化可以得到汽油等轻质油,故D项正确。

3.下列表达正确的是 ()

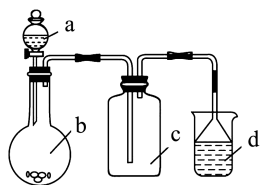


A 解析:球棍模型是用来表现化学分子的三维空间分布的,棍代表共价键,球代表构成有机物分子的原



确;氢氧化钠是离子化合物,电子式为 $\text{Na}^+ [: \ddot{\text{O}} : \text{H}]^-$,B项错误;碳原子的半径大于氧原子的半径,则不能表示CO₂的空间填充模型,C项错误;乙醇的结构简式为C₂H₅OH,分子式为C₂H₆O,D项错误。

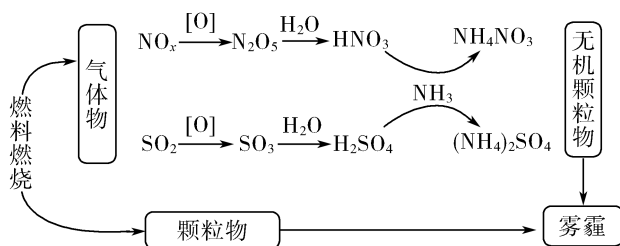
4.下图是实验室中某些气体的制取、收集及尾气处理装置(省略夹持和净化装置)。其中最合理的选项是 ()



选项	a	b	c	d
A	浓硫酸	Na ₂ SO ₃	SO ₂	NaOH溶液
B	浓氨水	CaO	NH ₃	H ₂ O
C	浓硫酸	铜片	SO ₂	饱和Na ₂ SO ₃ 溶液
D	浓硝酸	Cu	NO ₂	浓硫酸

A 解析:SO₂可以被NaOH吸收,A正确;NH₃的密度小于空气,应从短管进入,B错误;铜片与浓硫酸反应需要加热,C错误;NO₂应用碱液吸收,D错误。

- 5.研究表明,氮氧化物和二氧化硫在形成雾霾时与大气中的氨有关(如下图所示)。下列叙述错误的是 ()



- A.雾和霾的分散剂相同
 B.雾霾中含有硝酸铵和硫酸铵
 C.NH₃是形成无机颗粒物的催化剂
 D.雾霾的形成与过度施用氮肥有关

C 解析:雾和霾的分散剂均是空气,分散质前者是水,后者是固体颗粒,因此雾和霾的分散剂相同,A正确;由于氮氧化物和二氧化硫转化为铵盐形成无机颗粒物,因此雾霾中含有硝酸铵和硫酸铵,B正确;NH₃作为反应物参加反应转化为铵盐,因此氨气不是形成无机颗粒物的催化剂,C错误;氮氧化物和二氧化硫在形成雾霾时与大气中的氨有关,由于氮肥会释放出氨气,因此雾霾的形成与过度施用氮肥有关,D正确。

- 6.“飘尘”是物质燃烧时产生的粒状漂浮物,颗粒很小(直径小于10⁻⁷ m),不易沉降(可漂浮数小时甚至数年),它与空气中的SO₂、O₂接触时,SO₂会转化为SO₃,使空气酸度增加,飘尘所起的主要作用与下列变化中硫酸的作用相同的是 ()

- A.胆矾中加浓硫酸
 B.浓硫酸与木炭共热
 C.乙酸乙酯与稀硫酸共热
 D.浓硫酸滴到蔗糖中制“黑面包”

C 解析:飘尘在变化中起催化作用。胆矾中加浓硫酸,浓硫酸起到吸水作用,A错误;浓硫酸与木炭共热,浓硫酸起到氧化剂的作用,B错误;乙酸乙酯在稀硫酸催化作用下发生水解反应,C正确;浓硫

酸滴到蔗糖中制“黑面包”,体现了浓硫酸的强氧化性和脱水性,D错误。

- 7.高炉炼铁的原理为 $3\text{CO}(\text{g}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{Fe}$ 。若此反应在恒容密闭容器中发生,则下列说法正确的是 ()
- A.增加Fe₂O₃的量,反应速率增大
 B.升高温度,反应速率不一定变化
 C.再充入CO,反应速率增大
 D.充入N₂使压强增大,反应速率增大

C 解析:Fe₂O₃是固体,改变固体的量,不能改变反应速率,故A错误;升高温度,反应速率一定增大,故B错误;再充入CO,反应物浓度增大,反应速率增大,故C正确;恒容充入N₂,反应物浓度不变,反应速率不变,故D错误。

- 8.在恒温恒容条件下, $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ 达到平衡的标志是 ()

- A.NO、O₂、NO₂分子的数目比是2:1:2
 B.反应混合物中各组份物质的浓度相等
 C.混合气体的总质量不变
 D.混合气体的平均相对分子质量不变

D 解析:NO、O₂、NO₂分子的数目比是2:1:2不一定平衡,故A错误;反应混合物中各组份物质的浓度不变,达到平衡状态,浓度相等不一定平衡,故B错误;混合气体的总质量是常量,常量不变不一定平衡,故C错误; $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$,混合气体的总物质的量是变量,混合气体的平均相对分子质量 $\bar{M} = \frac{m(\text{总})}{n(\text{总})}$,故混合气体的平均相对分子质量不变,则一定平衡,故D正确。

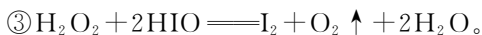
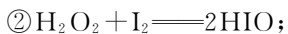
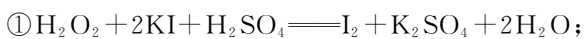
- 9.热激活电池常用作火箭的工作电源,某种热激活电池以Ca和PbSO₄为电极材料,以无水LiCl-KCl为电解质,电池总反应为 $\text{PbSO}_4 + 2\text{LiCl} + \text{Ca} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}$ 。当电解质受热熔融后,电池即可瞬间放电。下列有关说法不正确的是 ()
- A.PbSO₄电极发生还原反应
 B.负极的电极反应为 $\text{Ca} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}$

C.放电时, K^+ 向负极移动

D.每转移 1 mol 电子, 正极质量减少 48 g

C 解析: 根据电池总反应为 $PbSO_4 + 2LiCl + Ca \rightleftharpoons CaCl_2 + Li_2SO_4 + Pb$, Ca 失电子, 为负极, $PbSO_4$ 得电子, 为正极。Ca 为原电池的负极, $PbSO_4$ 为正极, 正极发生还原反应, 故 A 正确; 负极发生氧化反应, 电极反应为 $Ca - 2e^- \rightleftharpoons Ca^{2+}$, 故 B 正确; 放电时, K^+ 移向正极, 故 C 错误; 正极反应为 $PbSO_4 + 2e^- \rightleftharpoons Pb + SO_4^{2-}$, 每转移 1 mol 电子, 正极消耗 0.5 mol $PbSO_4$, 产生 0.5 mol Pb, 故正极减少的质量为 $0.5 \text{ mol} \times (303 - 207) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 48 \text{ g}$, 故 D 正确。

10. 在碘化钾和硫酸的混合溶液中加入 H_2O_2 水溶液, 迅速发生反应, 放出大量气体, 反应过程表示如下:



下列有关该反应的说法正确的是 ()

- A. 反应速率与 SO_4^{2-} 的浓度有关
 B. 催化剂能增大化学反应速率, 温度越高催化剂的催化效果越好
 C. 碘单质是过氧化氢分解的催化剂
 D. 与一定量 H_2O_2 反应的 KI 溶液浓度越大, 反应速率越小

C 解析: SO_4^{2-} 实质上在反应①中不参与反应, 所以反应速率与 SO_4^{2-} 的浓度无关, A 错误; 催化剂的催化效果需要一定的温度, 不是温度越高越好, B 错误; 根据反应②、③可以得出碘单质是过氧化氢分解的催化剂, C 正确; 因碘单质是催化剂, 碘单质的浓度大小与 KI 溶液浓度有关, 所以与一定量 H_2O_2 反应的 KI 溶液浓度越大, 反应速率越大, D 错误。

11. 汽车排放的尾气中含有 NO_2 , NO_2 是城市大气污染的主要污染物之一。在日光照射下, NO_2 发生一系列光化学烟雾的循环反应, 从而不断产生

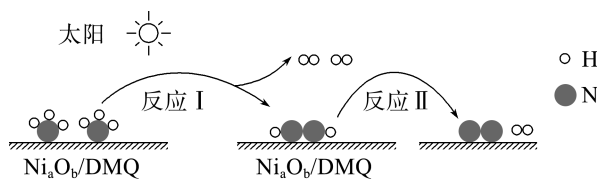
O_3 , 加重空气污染。反应过程: ① $2NO_2 \longrightarrow 2NO + 2O$; ② $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$; ③ $O + O_2 \longrightarrow O_3$ 。

下列有关该反应过程及产物的叙述正确的是 ()

- A. NO_2 起催化作用
 B. NO 起催化作用
 C. NO_2 只起氧化作用
 D. O_3 与 O_2 互为同分异构体

A 解析: 由反应过程①+②得 $O_2 \longrightarrow 2O$, ③ $O + O_2 \longrightarrow O_3$, 由此可知, NO_2 起催化作用, 反应过程中 NO_2 又作氧化剂, A 正确, B、C 错误; O_3 与 O_2 互为同素异形体, D 错误。

12. 利用新型催化剂 Ni_4O_6/DMQ 在太阳光的作用下将 NH_3 分解, 反应过程如图所示。下列有关说法正确的是 ()



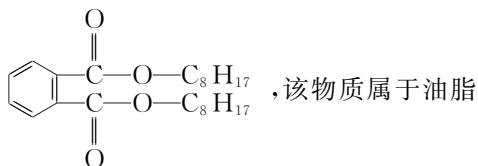
- A. 反应 I 中形成了两种新的化学键
 B. 中间产物 $\bullet\bullet\bullet$ 的电子式为 $H:N::N:H$
 C. 总反应中 1 mol 氮气和 3 mol 氢气的总键能大于 2 mol 氨的总键能
 D. 通过该催化反应, 实现了化学能向太阳能的转化

A 解析: 根据图中信息得到反应 I 中形成了氢氢键、氮氮键这两种新的化学键, 故 A 正确; 中间产物 $\bullet\bullet\bullet$ 的每个氮还有一个孤电子对, 其电子式为 $H:\ddot{N}::\ddot{N}:H$, 故 B 错误; 氨分解是吸热反应, 而逆反应是放热反应即断键吸收的热量小于成键放出的热量, 因此总反应中 1 mol 氮气和 3 mol 氢气的总键能小于 2 mol 氨的总键能, 故 C 错误; 根据题意可知, 通过该催化反应, 氨转化为氮气和氢气, 因此实现了太阳能向化学能的转化, 故 D 错误。

13. 下列关于有机物的叙述不正确的是 ()

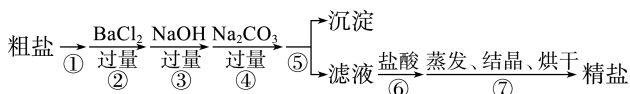
- A. 丁酸和乙酸乙酯互为同分异构体

- B. 甲烷、乙醇、乙酸都可以发生取代反应
 C. 新制氢氧化铜悬浊液可以鉴别乙酸、葡萄糖和乙醇三种物质
 D. 一种塑化剂的结构简式为



D 解析: 丁酸的分子式为 $C_4H_8O_2$, 乙酸乙酯的分子式为 $C_4H_8O_2$, 二者互为同分异构体, A 正确; 甲烷在光照的条件下可与氯气发生取代反应, 乙酸与乙醇可发生酯化反应(取代反应), B 正确; 乙酸与新制氢氧化铜悬浊液发生中和反应, 新制氢氧化铜悬浊液变澄清, 葡萄糖中含有醛基, 在加热条件下, 与新制氢氧化铜悬浊液产生砖红色沉淀, 乙醇不与氢氧化铜反应, 现象不同, 可以鉴别, C 正确; 油脂是高级脂肪酸与甘油通过酯化反应得到的, 因此该有机物不是油脂, D 错误。

14. 通过海水晾晒可以得到粗盐, 粗盐除含有 $NaCl$ 外, 还含有 $MgCl_2$ 、 $CaCl_2$ 、 Na_2SO_4 以及泥沙等杂质, 某兴趣小组提纯粗盐的实验流程如图所示。

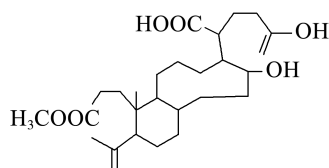


下列说法错误的是 ()

- A. 步骤①、⑤的操作分别是溶解、过滤
 B. 步骤④可以与步骤②或步骤③互换顺序
 C. 步骤①、⑤、⑦中都会用到玻璃棒
 D. 步骤②中试剂 $BaCl_2$ 不能换成 $Ba(NO_3)_2$

B 解析: 步骤①、⑤的操作分别是溶解、过滤, 故 A 正确; 步骤③和④顺序可互换, 因为只是除去过量的钡离子和镁离子的顺序颠倒, 最终都能除去杂质离子, 对实验结果无影响; 步骤②和④顺序不可互换, 否则将导致过量的钡离子无法除去, 故 B 错误; 溶解、过滤和蒸发结晶都需要用到玻璃棒, 故 C 正确; $BaCl_2$ 不能换成 $Ba(NO_3)_2$, 否则会引入杂质 NO_3^- , 故 D 正确。

15. 茯苓新酸 DM 是从中药茯苓中提取的一种化学物质, 具有一定生理活性, 其结构简式如图所示。关于该化合物, 下列说法不正确的是 ()

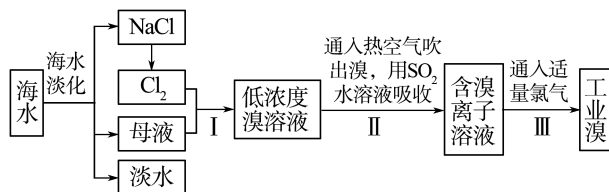


- A. 可使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
 B. 可发生取代反应和加成反应
 C. 可与金属钠反应放出 H_2
 D. 分子中含有 3 种官能团

D 解析: 该有机物分子中含有碳碳双键, 故可使酸性高锰酸钾溶液褪色, 故 A 正确; 该有机物分子中含有碳碳双键, 故可发生加成反应, 含有羧基和羟基, 故能发生酯化反应, 酯化反应属于取代反应, 故 B 正确; 该有机物分子中含有羧基和羟基, 故能与金属钠反应放出 H_2 , 故 C 正确; 该有机物的分子中含有碳碳双键、羧基、羟基和酯基四种官能团, 故 D 错误。

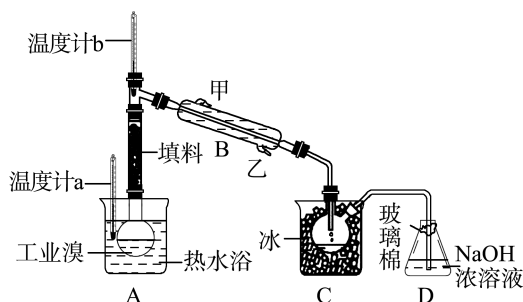
二、非选择题(本题共 5 小题, 共 55 分)

得分 16. (12 分) 海水是巨大的资源宝库, 从海水中提取食盐和溴的过程如下:



(1) 步骤 I 中已获得 Br_2 , 步骤 II 中又将 Br_2 还原为 Br^- , 其目的是_____。

(2) 某化学小组的同学为了了解从工业溴中提纯溴的方法, 查阅了有关资料, Br_2 的沸点为 $59\text{ }^\circ\text{C}$, 微溶于水, 有毒性和强腐蚀性。他们参观生产过程后, 设计了如图实验装置。



①图中仪器 B 的名称是_____，冷却水的出口为_____（填“甲”或“乙”）。

②整套实验装置中仪器连接均不能用橡胶塞和橡胶管，其原因是_____。

③C 中液体的颜色为_____。

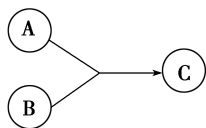
④D 装置的作用是_____。

解析：(1)步骤 I 中得到的是低浓度的溴溶液，步骤 II 为了富集溴。(2)①仪器 B 为冷凝管，进水口为乙，出水口为甲。②溴具有腐蚀性，能腐蚀橡胶塞和橡胶管。③C 装置的作用是收集液溴，液溴呈现红棕色或深红棕色。④溴有毒，需要进行尾气处理，装置 D 的作用是吸收多余的溴。

答案：(1)提高溴的富集程度

(2)①冷凝管 甲 ②Br₂ 腐蚀橡胶 ③深红棕色 (或红棕色) ④吸收尾气

得分 17.(10 分)有机物 A、B、C 有如图所示转化关系，A 的分子式为 C₃H₄O₂，A 可与溴的四氯化碳溶液发生加成反应，1 mol A 能与 1 mol NaHCO₃溶液恰好完全反应。B 所含元素种类与 A 相同，相对分子质量为 46，其中碳的质量分数为 52.2%，氢的质量分数为 13%。试回答下列问题：



(1)A 中所含官能团的名称为_____。

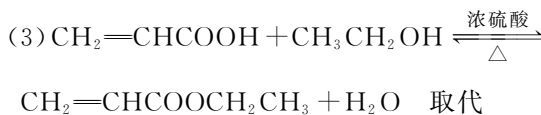
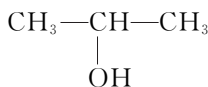
(2)B 的分子式为_____，B 的同系物 D 的相对分子质量为 60，则 D 可能的结构简式为_____。

(3)A 与 B 反应生成 C 的化学方程式为_____，该反应属于_____反应。

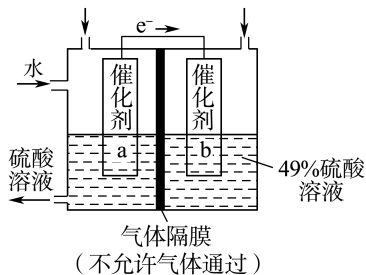
解析：A 可与溴的四氯化碳溶液发生加成反应，说明 A 中含有碳碳双键；1 mol A 能与 1 mol NaHCO₃溶液恰好完全反应，说明 A 中含有羧基，由 B 的相对分子质量及碳与氢的质量分数，结合图中的信息可以推测 B 为 CH₃CH₂OH，进一步可以判断 A 为 CH₂=CHCOOH。

答案：(1)碳碳双键、羧基

(2)C₂H₆O CH₃CH₂CH₂OH、



得分 18.(9 分)下图是将 SO₂ 转化为重要的化工原料 H₂SO₄ 的原理示意图。



请回答下列问题：

(1)该装置将_____能转化为_____能，电流方向为_____（填“b→a”或“a→b”）。

(2)催化剂 b 表面 O₂ 发生_____反应，其附近酸性_____（填“增强”“不变”或“减弱”）。

(3)催化剂 a 表面的电极反应为_____。

(4)若得到的硫酸溶液浓度仍为 49%，则理论上参加反应的 SO₂ 与加入的 H₂O 的质量比为_____。

解析：(1)该装置没有外加电源，是一个原电池，把化学能转化为电能，电流方向与电子流向相反，所以电流方向为 b→a。(2)由图示可看出，电子由 a 表面转移到 b 表面，因此 a 表面发生氧化反应，由题意 SO₂ 转化为 H₂SO₄ 发生氧化反应，因此催化剂 a 表面 SO₂ 发生氧化反应，催化剂 b 表面 O₂ 发生还原反应生成 H₂O，消耗 H⁺，其附近酸性减弱。

(3)催化剂 a 表面 SO₂ 失去电子生成硫酸，电极反应为 SO₂ + 2H₂O - 2e⁻ = SO₄²⁻ + 4H⁺。(4)催化剂 a 处的反应为 SO₂ + 2H₂O - 2e⁻ = SO₄²⁻ + 4H⁺，催化剂 b 处的反应为 $\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{O}$ ，电池总反应为 SO₂ + H₂O + $\frac{1}{2}\text{O}_2 =$

H_2SO_4 , 设加入的 SO_2 为 x g, H_2O 为 y g, 则生成硫酸的质量为 $\frac{x \text{ g} \times 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$, 反应后水的质量为 $y \text{ g} - \frac{x \text{ g} \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$, 根据硫酸溶液的浓度仍为 49%, 可以求得 $x : y = 8 : 15$ 。

答案: (1) 化学 电 b → a (2) 还原 减弱

(3) $SO_2 + 2H_2O - 2e^- \rightleftharpoons SO_4^{2-} + 4H^+$ (4) 8 : 15

得分 19. (14 分) 雾霾天气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。

(1) 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 1 所示:

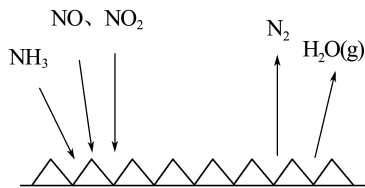


图 1

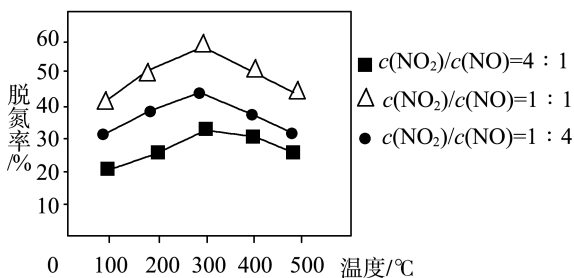


图 2

①由图 1 可知 SCR 技术中的氧化剂为_____。

②用 Fe 作催化剂时, 在氨气足量的情况下, 不同 $c(NO_2)/c(NO)$ 对应的脱氮率如图 2 所示, 脱氮效果最佳的 $c(NO_2)/c(NO) =$ _____。

(2) 有学者提出利用 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 等离子体的催化作用, 常温下将 SO_2 氧化成 SO_4^{2-} 而实现 SO_2 的回收利用。某小组采用图 3 装置在实验室测定模拟烟气中 SO_2 的体积分数, X 溶液可以是_____ (填字母序号)。

- A. 碘的淀粉溶液 B. 酸性高锰酸钾溶液
C. 氢氧化钠溶液 D. 氯化钡溶液

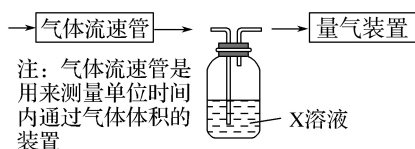


图 3

(3) 为探究 SO_2 气体还原 Fe^{3+} 、 I_2 , 使用的药品和装置如图 4 所示:

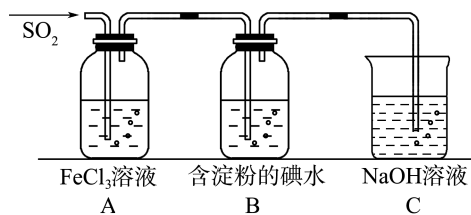


图 4

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, 该小组同学认为 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:_____;

④B 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 1 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 2 知, 当 $c(NO_2)/c(NO) = 1 : 1$ 时, 脱氮效果最佳。(2) 测定模拟烟气中 SO_2 的体积分数, 需要将 SO_2 全部吸收, 但不能吸收其他气体, 且能发生明显的颜色变化, 以便确定反应的终点, 只能选用碘的淀粉溶液和酸性高锰酸钾溶液。(3) ①铜和浓硫酸在加热条件下发生反应的化学方程式为 $Cu + 2H_2SO_4(浓) \xrightarrow{\Delta} CuSO_4 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$;

②装置 A 中 SO_2 作还原剂, 被氧化为硫酸根离子, Fe^{3+} 作氧化剂, 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 $2Fe^{3+} + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + 2Fe^{2+} + 4H^+$;

④B 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 ② 1 : 1

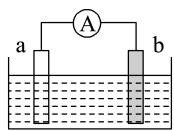
(2) AB

(3) ① $Cu + 2H_2SO_4(浓) \xrightarrow{\Delta} CuSO_4 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$ ② 溶液由黄色变为浅绿色 ③ $2Fe^{3+} + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + 2Fe^{2+} + 4H^+$ ④ 弱

得分 20. (10 分) 生活中, 形式多样化的电池,

满足不同的市场需求。

(1)某实验小组设计了如图甲所示装置:a 为铝棒, b 为镁棒。

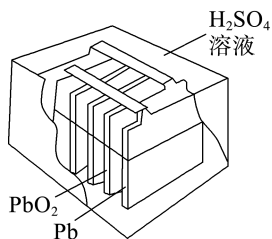


图甲

①若容器中盛有 NaOH 溶液, a 极为 _____ (填“正极”或“负极”), a 极的电极反应是 _____。

②若容器中盛有浓硫酸, b 极的电极反应是 _____, 导线中电子的流动方向是 _____ (填“a→b”或“b→a”)。

(2)铅酸蓄电池常用作汽车电瓶, 其构造如图乙所示, 按要求回答下列问题:



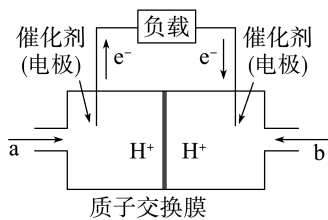
图乙

①负极材料是 _____, 负极的电极反应是 _____。

②工作时, 电解质溶液中硫酸的浓度 _____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

③当铅酸蓄电池向外电路提供 2 mol e⁻ 时, 理论上负极板的质量增加 _____ g。

(3)甲烷-空气燃料电池的结构示意图如图甲所示。放电时甲烷应从 _____ (填“a”或“b”) 处通入, 电池内部 H⁺ 向 _____ (填“左”或“右”) 移动, 正极的电极反应为 _____; 若 a 极通入 H₂, 负极的电极反应: _____。



图丙

解析: (1) ①若容器中盛有 NaOH 溶液, 铝和 NaOH 溶液反应生成四羟基合铝酸钠和氢气, 镁不反应, 则 a 极为负极, b 为正极, a 极的电极反应是 $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$; ②若容器中盛有浓硫酸, Al 钝化, 镁和浓硫酸反应生成硫酸镁、二氧化硫和水, 则 b 为负极, a 为正极, b 极的电极反应为 $\text{Mg} - 2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$, 导线中电子的流动方向是由负极向正极移动, 即 b→a。(2) 铅酸蓄电池工作时的总反应为 $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, Pb 失电子生成 PbSO₄, PbO₂ 得电子生成 PbSO₄, 因此 Pb 为负极, 电极反应为 $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$; 电池工作时, 硫酸被消耗, 电解质溶液中硫酸的浓度减小; 由 $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$ 可知, 当外电路通过 2 mol 电子时, 理论上负极板的质量增加 96 g。(3) 根据电子从 a 极流出, a 极是负极, 通入 CH₄, b 极是正极, 通入 O₂, 原电池中阳离子向正极移动, 即 H⁺ 向右移动, 正极上 O₂ 得电子发生还原反应, 由于是酸性环境, 正极的电极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$, 若 a 极通入 H₂, H₂ 失电子发生氧化反应, 其电极反应为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- = 2\text{H}^+$ 。

答案: (1) ①负极 $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

② $\text{Mg} - 2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$ b→a

(2) ①Pb $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$ ②减小

③96

(3) a 右 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2 - 2\text{e}^- = 2\text{H}^+$

模块综合检测(二)

(90 分钟 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.(2022·辽宁卷)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: $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \cdot \text{C} : \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$,C

错误。

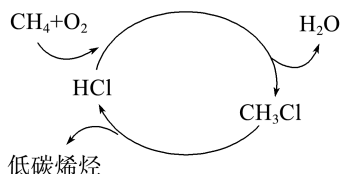
3.我国提出力争在 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和,为了实现该目标,减少空气中 CO_2 的含量,下列不属于有效途径的是 ()

- 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。

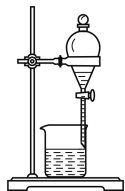
4.以乙烯、丙烯为代表的低碳烯烃是石油化工领域的核心产品,也是重要的基础有机化工原料,一种新型合成低碳烯烃的工艺流程如图所示。下列说法正确的是 ()



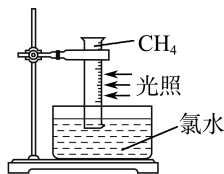
- A.乙烯可由石油分馏获取
B.该工艺流程中,产物只有低碳烯烃
C.HCl 可循环使用
D.该工艺流程中,HCl 和 CH_3Cl 均为催化剂

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。

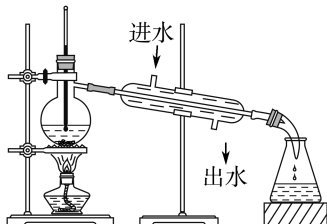
5.下列实验装置、试剂或操作正确的是 ()



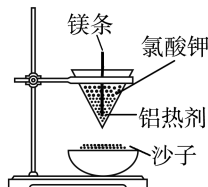
A.分离乙醇和乙酸



B.甲烷和氯气的取代反应



C.蒸馏石油



D.铝热反应

D 解析:乙醇和乙酸是互溶的沸点不同的液体混合物,要通过蒸馏的方法分离,A 错误;甲烷与氯气的混合气体在光照条件下发生取代反应,水槽里应为饱和食盐水,B 错误;蒸馏时冷却水要下进上出,不能上进下出,且温度计的水银球应在蒸馏烧瓶的支管口处,C 错误。

6. 下图所示的实验,能达到实验目的的是 ()

A	B	C	D
验证化学能转化为电能	研究催化剂对化学反应速率的影响	实验室制氨气	验证非金属性: Cl > C > Si

B 解析:没有形成闭合回路,不能构成原电池,A 错误;不加 FeCl₃ 溶液放出氧气的速率比加入 FeCl₃ 溶液放出氧气的速率小,说明 FeCl₃ 溶液对 H₂O₂ 的分解有催化作用,B 正确;氯化铵加热分解产生氨气和氯化氢,二者遇冷又重新化合形成氯化铵,因此不能用于实验室制取氨气,C 错误;在锥形瓶中 HCl 与 Na₂CO₃ 发生反应产生 CO₂ 气体,证明酸性:HCl > H₂CO₃,但盐酸有挥发性,会随 CO₂ 进入烧杯内,发生反应 2HCl + Na₂SiO₃ = H₂SiO₃↓ + 2NaCl,且 HCl 不是氯元素的最高价含氧酸,因此不能证明元素的非金属性:Cl > C > Si,D 错误。

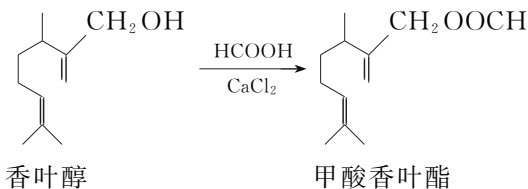
7. 下列有关说法错误的是 ()

- A. 甲烷燃料电池用 KOH 作电解质,负极的电极反应为 CH₄ + 10OH⁻ - 8e⁻ = CO₃²⁻ + 7H₂O
- B. Zn 粒与稀硫酸反应制氢气时,滴加几滴 CuSO₄ 溶液可加快反应速率
- C. 常温下用铜和铁作电极、浓硝酸作电解质溶液的原电池中铜为负极
- D. 原电池中电子从负极流出,经外电路流向正极,再从正极经电解液回到负极

D 解析:原电池中,负极失去电子,发生氧化反应,在甲烷燃料电池中,甲烷失去电子,负极反应为 CH₄ + 10OH⁻ - 8e⁻ = CO₃²⁻ + 7H₂O,A 正确;Zn 粒与稀硫酸反应制氢气时,滴加几滴 CuSO₄ 溶液,

Zn 与 CuSO₄ 发生置换反应生成铜单质,溶液存在少量的铜单质,溶液中可形成原电池,加快 Zn 粒与稀硫酸的反应,B 正确;在常温下,铁单质遇浓硝酸发生钝化反应,而铜与浓硝酸常温下发生反应 Cu + 2NO₃⁻ + 4H⁺ = Cu²⁺ + 2NO₂↑ + 2H₂O 中,Cu 被氧化,应为原电池的负极,C 正确;原电池放电时,电子不进入电解质溶液,电解质溶液中通过离子定向移动形成电流,D 错误。

8. 甲酸香叶酯是一种食品香料,可以由香叶醇与甲酸发生酯化反应制得。

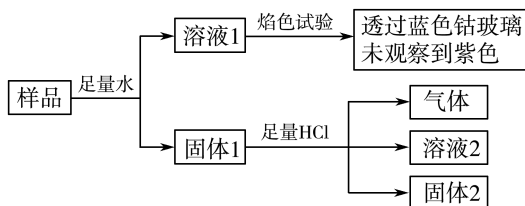


下列说法正确的是 ()

- A. 香叶醇的分子式为 C₁₁H₁₈O
- B. 香叶醇、甲酸香叶酯均可与钠发生置换反应生成 H₂
- C. 1 mol 甲酸香叶酯可以与 2 mol H₂ 发生加成反应
- D. 甲酸香叶酯可使溴的四氯化碳溶液和酸性 KMnO₄ 溶液褪色,褪色原理相同

C 解析:由结构简式可知香叶醇的分子式为 C₁₁H₂₀O,A 错误;香叶醇可与钠反应,甲酸香叶酯不能与钠反应,B 错误;1 mol 甲酸香叶酯中含 2 mol 碳碳双键,则可以与 2 mol H₂ 发生加成反应,C 正确;甲酸香叶酯中含有碳碳双键,可与溴发生加成反应,与酸性 KMnO₄ 溶液发生氧化还原反应,二者反应原理不同,D 错误。

9. 现有一包固体粉末,可能含有 SiO₂、KOH、Na₂CO₃、Na₂SO₄、BaCl₂ 中的一种或几种。某同学为探究固体粉末的组成,取适量样品进行如下实验。下列说法不正确的是 ()



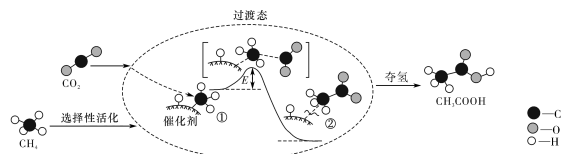
- A. 固体粉末中一定不含 KOH
- B. 固体粉末中一定含有 BaCl₂ 和 Na₂CO₃
- C. 取溶液 1 先加足量盐酸酸化,再加氯化钡溶液,

若未产生白色沉淀,则样品中无硫酸钠

D.为进一步确定原样品组成,可以向固体 2 中加入 NaOH 溶液

C 解析:在样品中加入足量的水,形成溶液,通过焰色试验,透过蓝色钴玻璃未观察到紫色,说明没有氢氧化钾,A 正确;在样品中加入足量水,有固体产生,并在固体中加入足量盐酸有气体产生,说明一定有氯化钡和碳酸钠,B 正确;取溶液 1 先加足量盐酸酸化,再加氯化钡溶液,若未产生白色沉淀不能证明样品中无硫酸钠,有可能硫酸钠少量,在加足量水后被 BaCl_2 反应完全,C 错误;为进一步确定原样品的组成,可以向固体 2 中加入足量氢氧化钠溶液,如果沉淀消失则证明样品中无硫酸钠,若沉淀部分消失则样品中含有二氧化硅和硫酸钠,若无变化则样品中不含二氧化硅,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.已知反应: $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 生成 N_2 的初始速率与 NO、 H_2 的初始浓度的关系为 $v = kc^x(\text{NO}) \cdot c^y(\text{H}_2)$, k 为速率常数。在 800 °C 时测得的相关数据如下表所示。

实验数据	初始浓度/ $(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$		生成 N_2 的初始速率/ $(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$
	$c(\text{NO})$	$c(\text{H}_2)$	
1	2.00×10^{-3}	6.00×10^{-3}	1.92×10^{-3}
2	1.00×10^{-3}	6.00×10^{-3}	4.80×10^{-4}
3	2.00×10^{-3}	3.00×10^{-3}	9.60×10^{-4}

下列说法不正确的是 ()

- A.当其他条件不变时,升高温度,速率常数将增大
 B.800 °C 时, k 值为 8×10^4
 C.若 800 °C 时,初始浓度 $c(\text{NO}) = c(\text{H}_2) = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则生成 N_2 的初始速率为 $5.12 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 D.关系式中 $x = 1, y = 2$

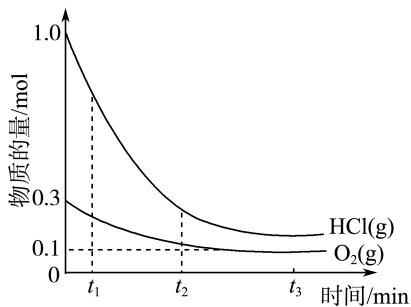
D 解析:温度升高,反应速率增大,则当浓度和其他条件不变时,升高温度,速率常数一定是增大的,A 正确;由实验数据 1 和 2 可知, $c(\text{H}_2)$ 不变, $c(\text{NO})$ 扩大 1 倍,反应速率扩大为原来的 $\frac{1.92 \times 10^{-3}}{4.80 \times 10^{-4}} = 4$ 倍,则 $x = 2$,由实验数据 1 和 3 可知, $c(\text{NO})$ 不变, $c(\text{H}_2)$ 扩大 1 倍,反应速率扩大为原来的 $\frac{1.92 \times 10^{-3}}{9.6 \times 10^{-4}} = 2$ 倍,则 $y = 1$,D 错误;根据数据 1 可知 800 °C 时, k 的值为 $\frac{1.92 \times 10^{-3}}{(2.00 \times 10^{-3})^2 \times (6.00 \times 10^{-3})} = 8 \times 10^4$,B 正确;若 800 °C 时,初始浓度 $c(\text{NO}) = c(\text{H}_2) = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则生成 N_2 的初始速率 $v = k \times c^2(\text{NO}) \times c(\text{H}_2) = 8 \times 10^4 \times (4.00 \times 10^{-3})^2 \times (4.00 \times 10^{-3}) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 5.12 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,C 正确。

13. 工业上烟气脱氮的原理为 $\text{NO}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (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. 在 2.0 L 恒温恒容密闭容器中充入 1.0 mol HCl 和 0.3 mol O_2 , 加入催化剂发生反应: $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, HCl、 O_2 的物质的量随时间变化如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. t_2 时, $v(\text{正}) = v(\text{逆})$
- B. 加入催化剂, 反应速率不变
- C. t_1 时容器内气体的总压强比 t_2 时的大
- D. t_3 时, 容器中 $c(\text{Cl}_2) = c(\text{H}_2\text{O}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C 解析: t_2 时, 反应物的量还在减少, 反应还在向正反应方向进行, $v(\text{正}) > v(\text{逆})$, A 错误; 加入催化剂, 改变了化学反应速率, B 错误; 反应 $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 是气体体积缩小的反应, 随着反应的进行, 气体的物质的量减小, 恒容容器内压强减小, 故 t_1 时容器内气体的总压强比 t_2 时的大, C 正确; t_3 时, O_2 的物质的量为 0.1 mol, 减少了 0.2 mol, 故容器中 $c(\text{Cl}_2) = c(\text{H}_2\text{O}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 错误。

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 $6\text{NO} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$; ② $6\text{NO}_2 + 8\text{NH}_3 \rightleftharpoons 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$; ③ $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

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. $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$, 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 $\text{N} \equiv \text{N}$, 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; $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$, 均能通过一步完成, D 正确。

二、非选择题 (本题共 5 小题, 共 55 分)

得分 16. (9 分) KI 溶液在酸性条件下能与氧气反应。现有以下实验记录:

实验编号	①	②	③	④	⑤
温度/ $^{\circ}\text{C}$	30	40	50	60	70
显色时间/s	160	80	40	20	10

回答下列问题:

- (1) 该反应的离子方程式为 _____。
- (2) 该实验的目的是 _____。
- (3) 实验试剂除了 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KI 溶液、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液外, 还需要的试剂是 _____, 实验现象为 _____。
- (4) 上述实验操作中除了需要 (3) 的条件外, 还必须控制不变的是 _____ (填字母序号)。
 - A. 温度
 - B. 试剂的浓度
 - C. 试剂的用量 (体积)
 - D. 试剂添加的顺序
- (5) 由上述实验记录可得出的结论是 _____。
- (6) 若要进行酸性对反应速率的影响的探究实验, 你会采取的措施是 _____。

解析:(1)根据得失电子数目相等、电荷守恒和原子守恒,可得该反应的离子方程式为 $4\text{H}^+ + 4\text{I}^- + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(2)题表中数据只有温度和显色时间,故该实验的目的是探究温度对反应速率的影响。(3)为测定显色时间,产物中有碘单质生成,还需要的试剂是淀粉溶液,实验现象为无色溶液变蓝。(4)设计实验必须保证其他条件不变,只改变一个条件,才能得到准确的结论,因此还必须控制不变的是试剂的用量(体积)和试剂添加的顺序。(5)分析实验数据,温度每升高 10°C ,显色时间缩短到原来的一半,故可得出的结论是:每升高 10°C ,反应速率增大约 2 倍。(6)若要进行酸性对反应速率影响的探究实验,需保持其他实验条件不变,采用不同浓度的硫酸进行对比实验。

答案:(1) $4\text{H}^+ + 4\text{I}^- + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(2)探究温度对反应速率的影响

(3)淀粉溶液 无色溶液变蓝 (4)CD

(5)每升高 10°C ,反应速率增大约 2 倍

(6)保持其他实验条件不变,采用不同浓度的硫酸进行对比实验

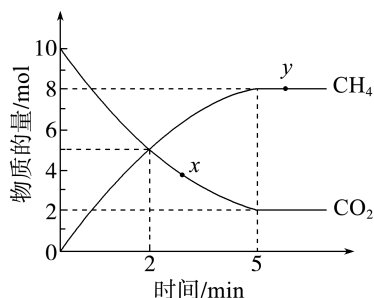
得分 17 (10分)将 CO_2 还原为甲烷能有效促进碳中和的实现。一定温度下,在 2 L 恒容密闭容器中, CO_2 催化加氢合成甲烷,其反应为 $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

(1)部分化学键的键能如下表所示:

化学键	C—H	H—H	H—O	C=O
键能/($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	413	436	463	a

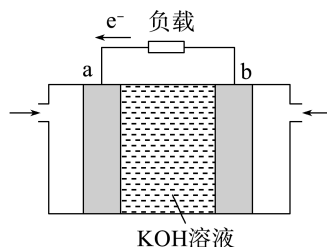
已知生成 1 mol CH_4 时,该反应释放 270 kJ 能量,则 $a =$ _____。

(2)结合图中数据,反应开始至 2 min 末,以 H_2 的浓度变化表示的化学反应速率为 _____; x 、 y 两点对应反应的化学反应速率: $v_{\text{正}}(x)$ _____ (填“>”“<”或“=”) $v_{\text{逆}}(y)$ 。



(3)下列能说明该反应达到平衡状态的是 _____ (填字母序号)。

- 容器中的气体密度保持不变
 - 容器中的压强保持不变
 - CO_2 的浓度与 CH_4 的浓度相等
 - 单位时间内消耗 1 mol CO_2 ,同时生成 4 mol H_2
- (4)新型高效的甲烷燃料电池采用铂为电极材料,两极分别通入甲烷和氧气,其工作原理如图所示。



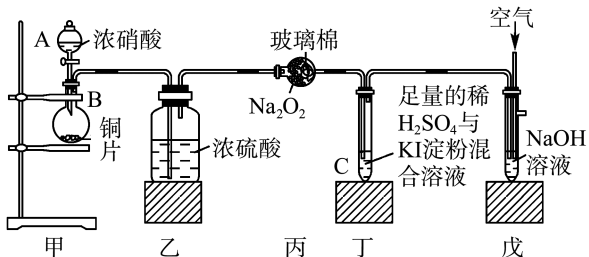
- b 极通入的气体是 _____, a 极的电极反应为 _____。
- 当消耗标准状况下 5.6 L 甲烷时,若电池的能量转化率为 90%,则导线中转移电子的物质的量为 _____。

解析:(1)已知生成 1 mol CH_4 时,反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 释放 270 kJ 能量,则 $2a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 4 \times 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 4 \times 413 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 4 \times 463 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -270 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $a = 745$ 。(2)反应开始至 2 min 末, $v(\text{CH}_4) = \frac{5 \text{ mol}}{\frac{2 \text{ L}}{2 \text{ min}}} = 1.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,则 $v(\text{H}_2) = 4v(\text{CH}_4) = 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; x 点反应没有达到平衡, y 点反应达到平衡,则 $v_{\text{正}}(x) > v_{\text{正}}(y) = v_{\text{逆}}(y)$ 。(3)容器体积和气体质量始终不变,则混合气体的密度始终不变,因此不能说明反应已达平衡, a 错误;反应为气体分子数改变的反应,容器中的压强保持不变说明反应已达平衡, b 正确; CO_2 的浓度与 CH_4 的浓度相等,不能说明正逆反应速率相等,不能说明反应已达平衡, c 错误;单位时间内消耗 1 mol CO_2 ,同时生成 4 mol H_2 ,说明正逆反应速率相等,能说明反应已达平衡, d 正确。(4)由电子流向可知, b 为负极, a 为正极。① 甲烷发生氧化反应,为负极,故 b 极通入的气体是甲烷, a 通入的气体为氧气, a 极的电极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$ 。② 当消耗标准状况下

5.6 L 甲烷时, 甲烷的物质的量为 0.25 mol, $\text{CH}_4 \sim 8\text{e}^-$, 若电池的能量转化率为 90%, 则导线中转移电子的物质的量为 $0.25 \text{ mol} \times 8 \times 90\% = 1.8 \text{ mol}$ 。

答案: (1) 745 (2) $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} >$
 (3) bd (4) ① $\text{CH}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
 ② 1.8 mol

得分 18. (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 $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

② $\text{NO}_2 + \text{NO} + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

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 $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{NO}_2 = 2\text{NaNO}_3$, 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: _____。

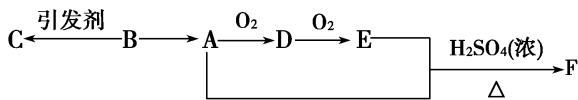
解析: (1) 盛放浓硝酸的装置是分液漏斗。(2) 由于生成的 NO_2 中含有水蒸气, H_2O 能与 Na_2O_2 反应, 对实验造成干扰, 因此利用浓硫酸的吸水性除去 NO_2 中含有的水蒸气。(3) 由反应 $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{NO}_2 = 2\text{NaNO}_3$ 可知, Na_2O_2 中氧元素的化合价降低, NO_2 中氮元素的化合价升高, NO_2 表现出还原性。(4) NO_2 具有氧化性, 可将溶液中的 I^- 氧化为 I_2 , I_2 与淀粉作用出现蓝色。 NO_2 具有氧化性, 在反应过

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 $\text{NO}_2 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ 。(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 $\text{NO}_2 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- (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 19. (12 分) 常见有机物 A、B、C、D、E、F 的转化关系如图所示:



已知信息:

- ① 23 g A 完全燃烧生成的气体依次通过浓硫酸和足量的澄清石灰水, 测得浓硫酸增重 27 g, 澄清石灰水中有 100 g 沉淀生成。
- ② A 与金属钠可以慢慢反应生成氢气。
- ③ B 是石油气的主要成分, 分子是平面结构。

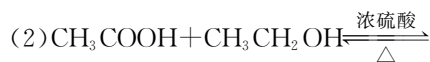
请回答以下问题:

- (1) A 的结构简式为 _____。
- (2) $\text{A} + \text{E} \rightarrow \text{F}$ 的化学方程式为 _____; 该反应类型是 _____。
- (3) $\text{B} \rightarrow \text{A}$ 的化学方程式为 _____。
- (4) C 是常见的高分子材料, 其结构简式为 _____。
- (5) E 中含氧官能团的名称为 _____; 写出 E 在生产、生活中的一种应用: _____。

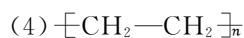
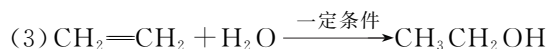
解析: 23 g A 完全燃烧生成水为 $\frac{27 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.5 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = \frac{100 \text{ g}}{100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

1 mol,故氧元素质量为 $23\text{ g}-1\text{ mol}\times 12\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}-1.5\text{ mol}\times 2\times 1\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=8\text{ g}$,氧原子物质的量为 $\frac{8\text{ g}}{16\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.5\text{ mol}$,故 A 中 $N(\text{C}):N(\text{H}):N(\text{O})=1\text{ mol}:3\text{ mol}:0.5\text{ mol}=2:6:1$,A 可以发生连续氧化反应,故 A 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,乙醇发生氧化反应生成 D 为 CH_3CHO ,乙醛进一步发生氧化反应生成 E 为 CH_3COOH ,乙酸与乙醇发生酯化反应生成 F 为 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$,B 是石油气的主要成分,分子是平面结构,转化得到乙醇,则 B 为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$,乙烯与水发生加成反应生成乙醇,乙烯发生加聚反应生成高聚物 C 为 $[\text{CH}_2-\text{CH}_2]_n$,据此解答即可。

答案:(1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$



酯化反应(或取代反应)



(5)羧基 调味品、除水垢、化工原料等

得分 20.(12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。

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。

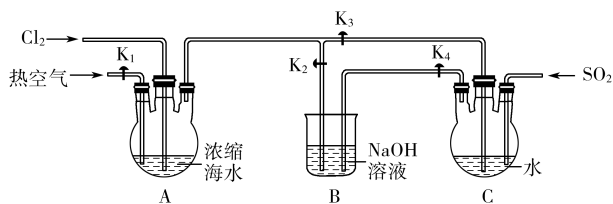


图1

实验步骤:

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;

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;

③停止通气体,关闭 K_1 、 K_4 。

(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。

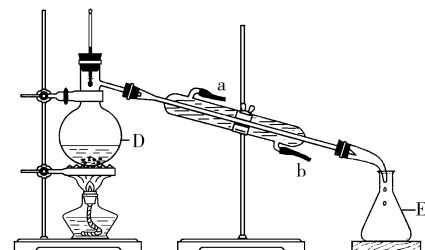


图2

(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 $\text{Cl}_2+2\text{Br}^-\longrightarrow 2\text{Cl}^-+\text{Br}_2$ 。(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 $\text{Br}_2+\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}\longrightarrow 2\text{HBr}+\text{H}_2\text{SO}_4$,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) $\text{Cl}_2+2\text{Br}^-\longrightarrow \text{Br}_2+2\text{Cl}^-$

(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

