

点金训练

教师用书

《点金训练》编写组 编

► 化学

必修第一册

配人教版



四川教育出版社

CONTENTS

目录

第一章 物质及其变化

第一节 物质的分类及转化·····	1
第 1 课时 物质的分类·····	1
第 2 课时 物质的转化·····	7
第二节 离子反应·····	12
第 1 课时 电解质的电离·····	12
第 2 课时 离子反应·····	18
第三节 氧化还原反应·····	25
第 1 课时 氧化还原反应·····	25
第 2 课时 氧化剂和还原剂·····	31
单元活动构建·····	37
第一章质量评估·····	40

第二章 海水中的重要元素——钠和氯

第一节 钠及其化合物·····	46
第 1 课时 活泼的金属单质——钠 钠的氧化物·····	46
第 2 课时 碳酸钠和碳酸氢钠 焰色试验·····	53
第二节 氯及其化合物·····	58
第 1 课时 氯气的性质·····	58
第 2 课时 氯气的实验室制法 氯离子的检验·····	63
第三节 物质的量·····	69
第 1 课时 物质的量的单位——摩尔·····	69
第 2 课时 气体摩尔体积·····	75
第 3 课时 物质的量浓度·····	81
单元活动构建·····	88
第二章质量评估·····	91
阶段质量评估(一)·····	99



第三章 铁 金属材料

第一节 铁及其化合物·····	105
第 1 课时 铁的单质 铁的氧化物 铁的氢氧化物·····	105
第 2 课时 铁盐和亚铁盐·····	111
第二节 金属材料·····	117
第 1 课时 合金·····	117
第 2 课时 物质的量在化学方程式计算中的应用·····	123
单元活动构建·····	128
第三章质量评估·····	131

第四章 物质结构 元素周期律

第一节 原子结构与元素周期表·····	137
第 1 课时 原子结构·····	137
第 2 课时 元素周期表 核素·····	143
第 3 课时 原子结构与元素的性质·····	149
第二节 元素周期律·····	156
第 1 课时 元素性质的周期性变化规律·····	156
第 2 课时 元素周期表和元素周期律的应用·····	163
第三节 化学键·····	168
单元活动构建·····	174
第四章质量评估·····	177
阶段质量评估(二)·····	185
模块综合检测·····	191

第一章

物质及其变化

第一节 物质的分类及转化

第1课时 物质的分类

学习任务目标

- 1.能认识元素可以组成不同种类的物质,根据物质的组成和性质可以对物质进行分类,能从宏观与微观结合的视角认识物质的多样性并对物质进行分类。
- 2.能说出分散系、分散质和分散剂的概念,能说出分散系的分类及丁达尔效应的形成原因及应用。
- 3.通过胶体的制备实验培养创新精神和实验操作能力。

问题式预习

一、根据物质的组成和性质分类

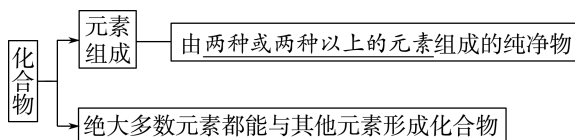
1.根据元素组成对物质分类

(1)单质

①元素组成:单质是由同种元素组成的纯净物,每一种元素都可以形成单质。

②同素异形体:由同一种元素形成的几种性质不同的单质。如碳元素的三种常见同素异形体为金刚石、石墨、C₆₀;O₂与O₃是氧元素的同素异形体等。

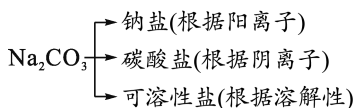
(2)化合物



2.常见物质的分类方法

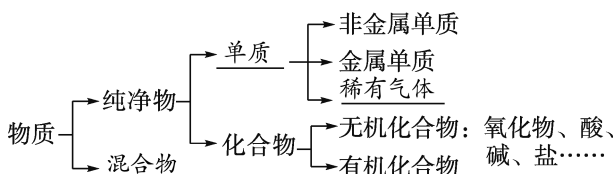
(1)交叉分类法

仿照教材的示例,请对Na₂CO₃按照交叉分类法进行分类。

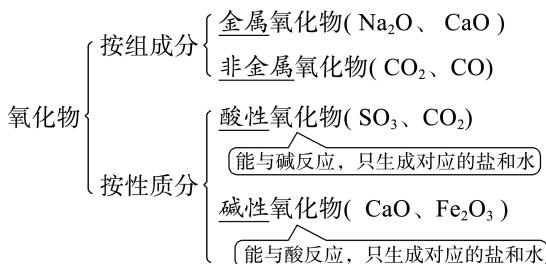


(2)树状分类法

按照树状分类法,可以对物质进行如下分类

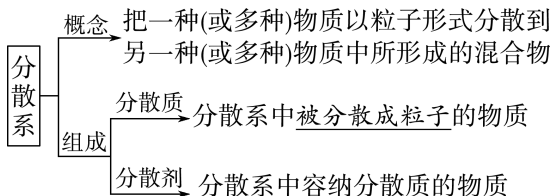


3.根据氧化物的性质可将氧化物进行如下分类

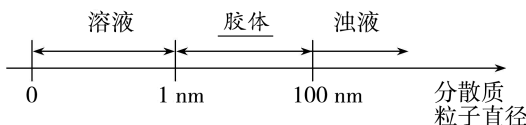


二、分散系及其分类

1.分散系

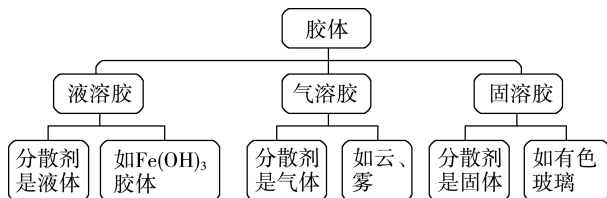


2.分散系的分类



3.胶体

(1)分类



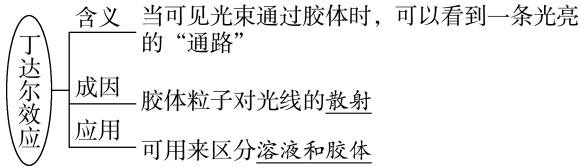
(2)Fe(OH)₃胶体的制备

①制备实验:在100 mL小烧杯中加入40 mL 蒸

馏水,加热至沸腾,向沸水中逐滴加入 5~6 滴 FeCl_3 饱和溶液。继续煮沸至液体呈红褐色,停止加热,即可得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体。

②化学方程式: $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$ 。

(3)丁达尔效应



任务型课堂

任务一 根据物质的组成和性质分类

[探究活动]

某些食品的包装盒内往往装有一个上面写着“石灰干燥剂”的小包装袋,打开后,发现里面有白色细小颗粒,放置几天后,会发现小包装袋内的白色物质黏在一起,成为块状固体。

活动 1 生石灰的主要成分 CaO 属于金属氧化物还是非金属氧化物? 属于酸性氧化物还是碱性氧化物?
提示: CaO 属于金属氧化物、碱性氧化物。

活动 2 用化学方程式表示生石灰的干燥原理,其生成物属于一元碱还是二元碱? 属于强碱还是弱碱?
提示: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是二元强碱。

活动 3 取少量放置几天后的块状固体放入盛有足量水的烧杯中,搅拌、静置、过滤,得到少量白色固体。该白色固体可能是什么物质? 请用交叉分类法给该物质分类(列举三种)。

提示:该白色固体为碳酸钙,碳酸钙属于碳酸盐、钙盐、难溶性盐。

[评价活动]

1.土壤中游离 Al^{3+} 越多,绣球花的颜色越蓝。若想种出蓝色绣球花,可向土壤中加入硫酸铝。下列对硫酸铝分类正确的是 ()

- A.单质

B.酸

C.碱

D.盐
- D 解析:硫酸铝是由金属离子与酸根离子构成的,属于盐。

2.分类方法在化学发展中起到了重大的作用。以下分类正确的是 ()

选项	单质	氧化物	酸	碱	盐
A	金刚石	水	硫酸	烧碱	胆矾
B	黄铜	NO_2	盐酸	石灰水	FeSO_4
C	碘酒	一氧化碳	磷酸	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	食盐
D	H_2	Fe_3O_4	HNO_3	纯碱	小苏打

A 解析:B 项,黄铜、盐酸、石灰水是混合物,错误;C 项,碘酒是混合物,错误;D 项,纯碱属于盐,

错误。

任务总结

物质分类的三个误区

- 误区一:误认为由同种元素组成的物质就是纯净物。由同种元素组成的物质,可能是纯净物,也可能是混合物。如 O_2 、 O_3 均是纯净物,而 O_2 和 O_3 混合后得到的就是混合物。
- 误区二:误认为由不同状态的同种物质组成的混合体系是混合物。如冰和水混合在一起仍是纯净物,因为二者仅是状态不同,但分子构成相同,都是 H_2O ,是同一种物质。
- 误区三:误认为所有的金属氧化物都是碱性氧化物,所有的非金属氧化物都是酸性氧化物。如 Mn_2O_7 是酸性氧化物, CO 、 NO 等不是酸性氧化物。

任务二 溶液、胶体、浊液的区别

1.下列液体中,不会出现丁达尔效应的分散系是 ()

- ①鸡蛋清溶液

②水

③淀粉溶液

④蔗糖溶液

⑤ FeCl_3 溶液

⑥肥皂水
- A.④⑤ B.③④ C.②④⑥ D.①③④

A 解析:水、蔗糖溶液和 FeCl_3 溶液不属于胶体,且水不是分散系,鸡蛋清溶液、淀粉溶液、肥皂水属于胶体,能产生丁达尔效应。

2.中国古诗文化历史悠久,诗句中有“日照澄洲江雾开”的描写。下列说法不正确的是 ()

- A.该诗句描写的画面是胶体的丁达尔效应
- B.电影放映时光柱产生的原理和该古诗中所描述画面产生的原理相同
- C.雾是一种分散系,其分散质是直径小于 10^{-9} m 的液滴
- D.烟、云、雾都是气溶胶

C 解析:“日照澄洲江雾开”,雾是胶体,阳光穿透江雾的现象属于胶体的丁达尔效应,A 说法正确;

电影放映的原理是光束穿透空气照射到屏幕上，烟、云、雾都是胶体，所以电影放映的原理和该古诗中所描述画面产生的原理相同，都属于丁达尔效应，B 说法正确；雾是胶体，其分散质是直径为 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ m 的小液滴，C 说法错误；烟、云、雾都是气溶胶，分散剂都是空气，D 说法正确。

任务总结

1. 溶液、胶体与浊液 的比较

分散系	溶液	胶体	浊液
分散质粒子种类	分子、离子	较多分子集合体或大分子	大量分子集合体(固体小颗粒或小液滴)
分散质粒子直径	$d < 1\text{ nm}$	$1\text{ nm} < d < 100\text{ nm}$	$d > 100\text{ nm}$
外部特征	均一、透明、稳定	均一、较稳定	不均一、不透明、不稳定
能否透过滤纸	能	能	不能
鉴别方法	无丁达尔效应	有丁达尔效应	静置分层或沉淀

2. 正确理解胶体粒子的大小

- (1) 溶液、胶体、浊液的本质区别是分散质粒子直径的大小不同，不是是否具有丁达尔效应。
- (2) 胶体粒子可以是一个有机大分子(如蛋白质胶体、淀粉溶液)，也可以是多个粒子的集合体(如氢氧化铁胶体)。
- (3) 纳米材料(是指直径从几纳米至几十纳米的材料)不是胶体，只有纳米材料分散到液体分散剂中才可以形成胶体。

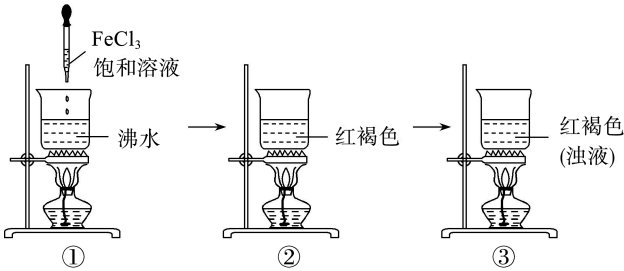
任务三 胶体的制备、分离与提纯

[探究活动]

小明同学在实验室制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体，操作及现象如下：

- a. 将烧杯中的蒸馏水加热至沸腾；
- b. 向沸水中逐滴加入 5~6 滴 FeCl_3 饱和溶液，继续煮沸至液体呈红褐色；

c. 继续加热，出现红褐色沉淀。



- 活动 1 向②中滴加稀硫酸会有什么现象？
提示：先出现红褐色沉淀，然后沉淀慢慢消失。
- 活动 2 乙同学认为向 FeCl_3 溶液中滴加氢氧化钠溶液可以制取 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体，你认为他的想法正确吗？说明原因。
提示：不正确。向 FeCl_3 溶液中滴加氢氧化钠溶液制得的是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 浊液。

[评价活动]

1. “纳米材料”是当今材料科学研究的前沿，其研究成果广泛应用于催化及军事科学中。若将纳米材料分散到分散剂中，所得的分散系可能具有的性质是 ()

- A. 不能全部透过滤纸
- B. 有丁达尔效应
- C. 所得的液体呈胶状
- D. 所得的物质一定是悬浊液

B 解析：将纳米材料分散到分散剂中，所得的分散系属于胶体，则胶体能全部透过滤纸，A 错误；胶体有丁达尔效应，B 正确；所得的分散系是胶体，不呈胶状，C 错误；所得的物质是胶体，D 错误。

2. 有人设想将碳酸钙通过特殊的加工方法使之变为纳米碳酸钙(即碳酸钙粒子直径达到纳米级)，这将引起建筑材料的性能发生巨大变化。下列关于纳米碳酸钙的推测正确的是 ()

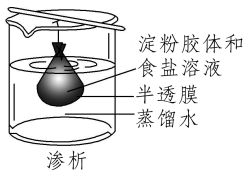
- A. 纳米碳酸钙是与胶体相似的分散系
- B. 纳米碳酸钙分散到水中所得分散系能产生丁达尔效应
- C. 纳米碳酸钙的化学性质与碳酸钙完全不同
- D. 纳米碳酸钙粒子不能透过滤纸

B 解析：纳米碳酸钙是纯净物，分散系是混合物，A 项错误；纳米碳酸钙的化学性质与碳酸钙相同，C 项错误；粒子直径小于 100 nm 的纳米碳酸钙粒子能透过滤纸，D 项错误。

任务总结

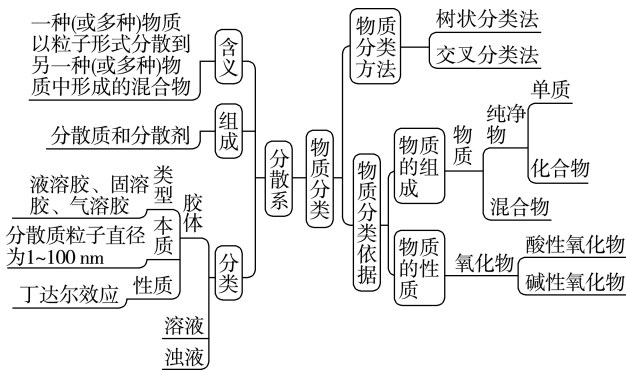
胶体的净化方法

(1)渗析——用于分离胶体与溶液。将胶体与溶液放入半透膜(如玻璃纸、蛋壳内膜等),溶液中的溶质分子或离子可以透过半透膜,胶体粒子不能透过而留在半透膜中。图示如下:



(2)过滤——用于分离胶体与浊液。胶体粒子可以透过滤纸,而浊液粒子不能透过滤纸。

► 提质归纳



课后素养评价(一)

基础性·能力运用

知识点 1 物质的分类方法及应用

1.我国古代有“女娲补天”的传说,人类也面临“补天”。臭氧发生变化 $3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{O}_3$,使臭氧层出现空洞,“补天”就是要防止臭氧层空洞的形成。下列说法正确的是 ()

- A. O_2 和 O_3 的性质完全相同
- B. O_2 和 O_3 都含有氧元素,混合在一起仍属纯净物
- C. O_2 和 O_3 之间的转化属于化学变化
- D. O_2 和 O_3 都是同一种物质

C 解析: O_2 和 O_3 都是由氧元素组成,是两种单质,性质不同,A 项错误; O_2 和 O_3 都由氧元素组成,是两种单质,混合在一起属于混合物,B 项错误;该反应有新物质生成,属于化学变化,C 项正确; O_2 和 O_3 互为同素异形体,不是同一种物质,D 项错误。

2.下列各组物质,从物质分类的角度看,后者从属于前者的一组是 ()

- A.金属氧化物、氧化物
- B.含氧酸、酸
- C.盐、酸式盐
- D.钠盐、含钠化合物

C 解析:A、B、D 项均为前者从属于后者。

3.下列说法正确的是 ()

- A.非金属氧化物都是酸性氧化物
- B.根据酸中含有的 H 的数目,可将酸分为一元酸、二元酸、多元酸
- C.盐都含有金属阳离子

D.碱性氧化物都是金属氧化物

D 解析: CO 、 NO 等属于非金属氧化物,但不是酸性氧化物,A 错误;根据酸分子中电离出的氢离子个数可将酸分为一元酸、二元酸、多元酸等,B 错误;盐类物质不一定含有金属阳离子,如铵盐,C 错误;碱性氧化物都是金属氧化物,D 正确。

4.体操运动员比赛时为了防滑,常在手掌上涂抹碳酸镁粉末。碳酸镁属于 ()

- A.酸
- B.碱
- C.盐
- D.氧化物

C 解析:碳酸镁的化学式是 MgCO_3 ,阳离子是 Mg^{2+} ,是金属离子,阴离子是 CO_3^{2-} ,是酸根离子,故属于盐。

5.某校实验室将试剂分类后放在不同的试剂柜里,已存放的部分试剂如下:

试剂柜号	①	②	③	④
试剂	NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$	盐酸、 硫酸	MnO_2 、 CuO	NaCl 、 Na_2SO_4

该实验室新购进了氧化钙和纯碱,应将它们分别放在 ()

- A.③和①
- B.④和①
- C.①和②
- D.③和④

D 解析:根据表中信息可知,①中存放的是碱,②中存放的是酸,③中存放的是金属氧化物,④中存放的是盐。氧化钙属于金属氧化物,应放在③中;

纯碱是碳酸钠,属于盐,应放在④中,故选 D。

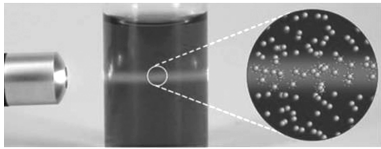
知识点 2 分散系及其分类

6.下列各选项与胶体的性质无关的是 ()

- A.生产颜料、墨水和涂料
- B.制造纳米材料
- C.用铁盐净水
- D.75%的酒精可用于皮肤表面消毒

D 解析:颜料、墨水和涂料属于胶体;纳米材料粒子与胶体粒子的直径相近;铁盐在水中水解生成氢氧化铁胶体,胶体能吸附杂质;75%的酒精属于溶液,与胶体的性质无关。

7.下图是用激光笔照射某分散系的光路图。下列说法错误的是 ()



- A.该分散系属于胶体
- B.该现象称为丁达尔效应
- C.该现象与光的反射有关
- D.分散质粒子的直径为 1~100 nm

C 解析:用激光笔照射该分散系有一条光亮的通路,该现象为丁达尔效应,故 B 正确;能产生丁达尔效应的分散系为胶体,故 A 正确;胶体具有丁达尔效应是因为光的散射,故 C 错误;胶体分散质粒子的直径为 1~100 nm,故 D 正确。

8.磁流体是电子材料的新秀。在一定条件下,将 FeSO₄ 溶液和 Fe₂(SO₄)₃ 溶液混合,再滴入稍过量的 NaOH 溶液,可得到分散质粒子大小在 36~

55 nm 之间的黑色磁流体。下列有关说法正确的是 ()

- A.所得的分散系属于悬浊液
- B.所得的分散系中分散质为 Fe₂O₃
- C.用光束照射该分散系能产生丁达尔效应
- D.分散系为胶体,分散质粒子大小即 Fe(OH)₃ 分子的直径

C 解析:分散质粒子大小在 36~55 nm 之间的黑色磁流体属于胶体,故 A 错误;分散质应是黑色的,而 Fe₂O₃ 是红棕色的,故 B 错误;该分散系属于胶体,用光束照射该分散系能产生丁达尔效应,故 C 正确;该胶体分散质是黑色的,氢氧化铁胶体为红褐色,而且胶粒是很多分子的集合体,不是一个分子,故 D 错误。

9.下列不属于胶体的是 ()

- A.淀粉在水里形成的透明液体
- B.氧化亚钴(CoO)分散在普通玻璃里形成的蓝色玻璃
- C.饱和 FeCl₃ 溶液滴入沸水中所形成的红褐色液体
- D.将 0.1 g 蔗糖加到 10 mL 蒸馏水中,振荡后形成的无色液体

D 解析:淀粉在水里形成的淀粉溶液、氧化亚钴(CoO)分散在普通玻璃里形成蓝色玻璃、饱和 FeCl₃ 溶液滴入沸水中所形成的红褐色液体的分散质粒子直径大小为 1~100 nm,都属于胶体。蔗糖为小分子,将 0.1 g 蔗糖加到 10 mL 蒸馏水中,振荡后形成的无色液体,溶液中分散质粒子蔗糖直径小于 1 nm,属于溶液。

综合性·创新提升

10.我国材料化学的发展为科技进步作出了突出贡献。下列有关材料的说法不正确的是 ()

- A.“纳米”铜比表面积大,可与盐酸剧烈反应生成 H₂
- B.二水氯化钙(CaCl₂ · 2H₂O)属于纯净物
- C.碳纳米管与石墨互为同素异形体
- D.将纳米材料粒子分散到液体分散剂中所得混合物能产生丁达尔效应

A 解析:铜属于不活泼金属,位于金属活动性顺序中氢的后边,不能和盐酸反应生成氢气,故 A 错误;二水氯化钙属于纯净物中的盐类,故 B 正确;碳纳米管与石墨均是由碳原子构成的不同单质,互为同素异形体,故 C 正确;纳米材料分散到液体分散剂中,分散质粒子的直径为 1~100 nm,形成胶体分散系,具有丁达尔效应,故 D 正确。

11.分类法是一种行之有效、简单易行的科学方法,人们在认识事物时可采取多种分类方法。下列各组归类不合理的是 ()

选项	按某一分类标准分类的物质或变化	归类
A	FeSO ₄ 、NO ₂ 、MnO ₂ 、NaClO	H ₂ SO ₃
B	CH ₃ COOH、HClO、H ₂ S、H ₂ CO ₃	NaHSO ₄
C	氢气燃烧、氧化钙变质、食物腐烂	粮食酿酒
D	(NH ₄) ₂ SO ₄ 、NH ₄ Cl、NH ₄ NO ₃ 、NH ₃ · H ₂ O	NH ₄ HCO ₃

B 解析：A 项中物质均为含氧化合物；B 项中 CH_3COOH 、 HClO 、 H_2S 、 H_2CO_3 均属于酸， NaHSO_4 属于盐；C 项中氢气燃烧、氧化钙变质、食物腐烂、粮食酿酒均为化学变化；D 项中物质均为氮肥。

12. 2022 年 2 月 4 日，第 24 届冬奥会在北京举行，本次冬奥会是一届绿色的奥运和科技的奥运。让我们一同感受北京 2022“绿色冬奥，科技奥运”。

(1) 开幕式上，一滴水变成冰，一滴冰蓝色的水墨从天而降，幻化为黄河之水倾泻而下，整个画面的意境来自中国古老的诗句“黄河之水天上来”。

① 黄河水属于 _____（填“纯净物”或“混合物”）。

② 黄河水下泻过程中有部分水蒸发掉，水变成水蒸气的过程中，发生的变化是 _____（填“物理变化”或“化学变化”）。

③ 黄河水里既有浊液粒子，也有胶体粒子，还有溶质粒子，属于较为复杂的分散系。胶体最主要的性质是具有 _____ 效应。下列有关胶体的认识不正确的是 _____（填字母序号）。

- A. 胶体和溶液都是混合物，它们属于不同的分散系
- B. 可以使用过滤的方法除去胶体中的杂质离子
- C. 可通过向沸水中滴加饱和氯化铁溶液的方法制备氢氧化铁胶体
- D. 胶体的分散质粒子直径为 $1\sim 100\text{ nm}$

(2) 走进国家速滑馆“冰丝带”，映入眼帘的便是一整块 1.2 万平方米的冰面，这是世界上首次采用二

氧化碳跨临界直冷制冰技术打造的亚洲最大的多功能全冰面。

① 固体二氧化碳俗称 _____，属于 _____（填字母序号）。

- A. 单质
- B. 氧化物
- C. 有机物
- D. 酸

② 传统的造雪剂与制冷剂在本届冬奥会中不见踪迹，“零碳排”“低能耗”“全热回收”“无污染”成为冬奥会制冰造雪的“关键词”。请再举出生活中减少碳排放的一个实例：_____。

解析：(1) ① 黄河水中含有水和多种物质，属于混合物；② 水变成水蒸气的过程没有新物质生成，发生的是物理变化；③ 胶体具有丁达尔效应。胶体和溶液都是混合物，它们属于不同的分散系，故 A 正确；胶体中分散质粒子直径大小为 $1\sim 100\text{ nm}$ ，能透过滤纸，不能用过滤的方法除去胶体中混有的杂质离子，故 B 错误；在沸水中滴加饱和氯化铁溶液，继续煮沸直到液体变为红褐色，停止加热可得到胶体，故 C 正确；胶粒直径大小为 $1\sim 100\text{ nm}$ ，故 D 正确。(2) ① 固体二氧化碳俗称干冰，属于氧化物；② 乘坐公共交通工具少开私家车，能减少交通工具的使用，从而减少二氧化碳的排放；减少使用化石燃料，更多利用清洁能源，也可减少二氧化碳的排放。

答案：(1) ① 混合物 ② 物理变化 ③ 丁达尔 B
(2) ① 干冰 B
② 乘坐公共交通工具少开私家车(合理即可)

第 2 课时 物质的转化

学习任务目标

- 1.明确各类物质的化学性质,从物质的组成和分类认识酸、碱、盐的性质,并能比较酸、碱盐的异同,提高总结问题的能力。
- 2.明确同类物质具有相似的化学性质,一定条件下各类物质可以相互转化。
- 3.通过化学反应的重要作用认识化学科学对人类的贡献,激发研究化学科学的热情。

问题式预习

一、酸、碱、盐的性质

1.酸的通性(以 H₂SO₄ 为例)

- (1)酸碱指示剂变色:紫色石蕊溶液遇酸变红。
- (2)与活泼金属(如 Zn)反应的化学方程式为 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$,反应类型:置换反应。
- (3)与碱(如 NaOH)反应的化学方程式为 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$,反应类型:复分解反应。
- (4)与碱性氧化物(如 CuO)反应的化学方程式为 $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。
- (5)与某些盐(如 Na₂CO₃)反应的化学方程式为 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,反应类型:复分解反应。

2.碱的通性(以 NaOH 为例)

- (1)酸碱指示剂变色:无色酚酞溶液遇碱变红,紫色石蕊溶液遇碱变蓝。
- (2)与酸性氧化物(如 CO₂)反应的化学方程式为 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。
- (3)与酸(如 HCl)反应的化学方程式为 $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。
- (4)与某些盐(如 MgCl₂)反应的化学方程式为 $\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$,反应类型:复分解反应。

3.盐的通性

- (1)与酸反应生成新盐与新酸。如醋酸钠与盐酸反应的化学方程式为 $\text{HCl} + \text{CH}_3\text{COONa} = \text{NaCl} + \text{CH}_3\text{COOH}$ 。
- (2)与碱反应生成新盐与新碱。如氯化铜与氢氧化钠反应的化学方程式为 $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 。
- (3)与盐反应生成两种新盐。如 $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ 。

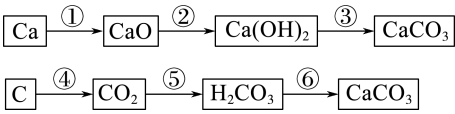
二、物质的转化

1.实现物质转化的基本依据

化学反应前后元素种类不会改变。

2.常见单质及其化合物的转化

(1)实例探究

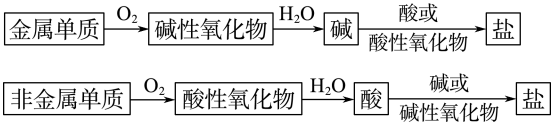


写出下列有关反应的化学方程式并注明反应类型:

化学方程式	反应类型
① $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$	化合反应
② $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$	化合反应
③ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$	复分解反应
④ $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$	化合反应
⑤ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$	化合反应
⑥ $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	复分解反应

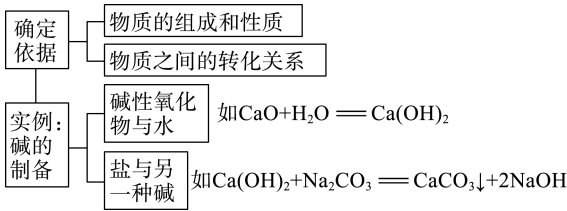
(2)结论

单质到盐的转化关系:



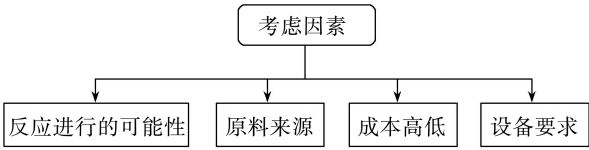
三、确定制备物质的方法

1.确定依据



2.工业生产方法的选择

(1)最适当方法的选择



(2)实例——工业上制取 NaOH

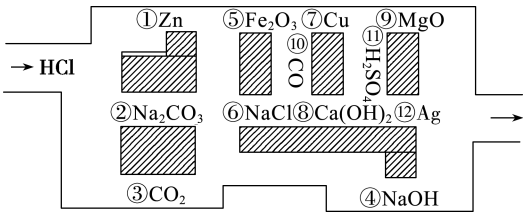
- ①不采用 Na_2O 与 H_2O 反应的原因： Na_2O 作为原料，来源少，成本高；
- ②主要采用的方法：电解饱和食盐水；
- ③过去曾采用的方法：用盐（如 Na_2CO_3 ）与碱 [如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$] 反应。

任务型课堂

任务 物质的转化关系

[探究活动]

现在甲同学持有盐酸，不小心走进了化学迷宫，不知怎样走出来，因为迷宫有许多“猎人”（即能与盐酸反应的物质或者水溶液），甲同学必须避开它们，否则就无法通过。



活动 1 甲同学最终在乙同学的帮助下走出了迷宫，请用图中物质前的序号连接起来表示甲同学所走的路线。

提示：③→⑥→⑩→⑦→⑪→⑫。盐酸能与①②④⑤⑧⑨发生反应，与③⑥⑦⑩⑪⑫不反应。

活动 2 在能“吃掉”盐酸的化学反应中，属于酸碱中和反应的有几个？其中能“吃掉”盐酸的盐是什么？写出该反应的化学方程式。

提示：2 个； Na_2CO_3 ； $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。盐酸与④、⑧的反应为中和反应。

活动 3 在不能与盐酸反应的物质中，属于氧化物的是什么？它们之间能否相互转化？

提示：③⑩；相互可以转化： $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$ ， $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 。③⑥⑦⑩⑪⑫中 CO 、 CO_2 属于氧化物， CO 与氧气反应生成 CO_2 ， CO_2 与 C 反应生成 CO 。

活动 4 如果甲同学携带的是 O_2 ，他能沿着携带盐酸时所走的路线“走出”这个迷宫吗？为什么？

提示：不能，因为 O_2 遇到 CO 、 Cu 等物质会被“吃掉”。

[评价活动]

1.在一定条件下，跟酸、碱、盐都能反应的物质是 ()

- A. CaO B. Na_2CO_3
- C. CaCO_3 D. CO_2

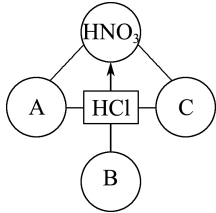
B 解析： CaO 是碱性氧化物，与碱不发生反应； CO_2 是酸性氧化物，与酸不发生反应； Na_2CO_3 和 CaCO_3 都是盐，但后者难溶于水，不与碱、盐发生反应，前者可以，如可分别与盐酸、氢氧化钙、氯化钙等发生反应。

2.以下表示的是碳及其化合物的转化关系，其中涉及的反应类型依次是 ()

- $\text{C} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{CuO}} \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{Ca}(\text{OH})_2} \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{煅烧}} \text{CO}_2$
- A. 化合反应、置换反应、分解反应、复分解反应
 - B. 置换反应、复分解反应、化合反应、分解反应
 - C. 置换反应、化合反应、分解反应、复分解反应
 - D. 置换反应、化合反应、复分解反应、分解反应

D 解析： $\text{C} + 2\text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$ （置换反应）， $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$ （化合反应）， $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ （复分解反应）， $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{煅烧}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ （分解反应）。

3.构建知识网络是一种重要的学习方法。如图所示是关于盐酸化学性质的知识网络图：“—”表示相连的两种物质能发生反应，“→”表示一种物质能转化为另一种物质。若 A、B、C 分别属于不同类别的化合物，则 A、B、C 可能是 ()



- A. NaOH 、 Fe 、 K_2CO_3
- B. KOH 、 CuCl_2 、 Na_2CO_3
- C. CuO 、 CuSO_4 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- D. NaOH 、 AgNO_3 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

A 解析:盐酸和铁、氢氧化钠、碳酸钾都能反应,和硝酸银反应生成硝酸,硝酸和氢氧化钠、碳酸钾都能反应,A符合题意;氯化铜和碳酸钠均属于盐且氯化铜和盐酸不反应,B不符合题意;盐酸不与硫酸铜反应,盐酸、硝酸均能与氢氧化钡、氧化铜反应,C不符合题意;盐酸与硝酸银、氢氧化钠反应,硝酸钡与盐酸、硝酸均不反应,且硝酸银与硝酸钡均属于盐,D不符合题意。

4.《千里江山图》用到了一种矿物颜料——石青 $[2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ 。以下说法不正确的是 ()

- A.该颜料难溶于水
- B.石青与盐酸反应的化学方程式为 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + 8\text{HCl} \longrightarrow 4\text{CuCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- C.石青加热分解能得到一种黑色固体
- D.石青颜料除了色彩鲜艳,在常温下较稳定也是受到名家大作喜爱的原因

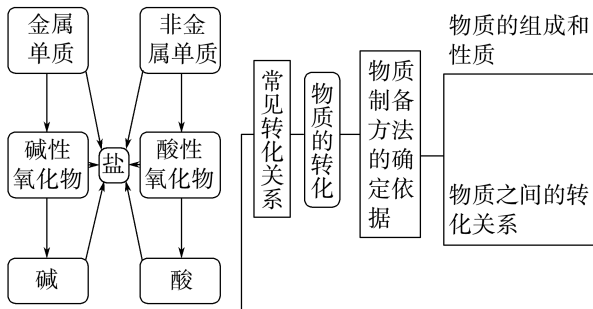
B 解析:该颜料中 CuCO_3 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 均难溶于水,故 A 正确;石青与盐酸反应的化学方程式为 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + 6\text{HCl} \longrightarrow 3\text{CuCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow$,故 B 错误; CuCO_3 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 受热分解均可得到黑色固体 CuO ,故石青加热分解能得到黑色固体,故 C 正确;石青 $[2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ 在常温下较稳定,是受到名家大作喜爱的原因之一,故 D 正确。

任务总结

谨记物质间相互转化的 5 个“不一定”

- (1)金属不一定均与酸反应生成 H_2 (如 Cu 、 Ag 等位于金属活动性顺序中氢后面的金属不与酸反应生成 H_2)。
- (2)有酸、碱参加的反应不一定均为复分解反应(如氧化物与碱的反应不是复分解反应)。
- (3)可溶性盐与可溶性盐或碱不一定反应。
- (4)有单质和化合物生成的反应不一定为置换反应(如 CO 还原 CuO 不是置换反应)。
- (5)酸性氧化物或碱性氧化物不一定均与 H_2O 反应(如酸性氧化物 SiO_2 不与 H_2O 反应,碱性氧化物 CuO 不与 H_2O 反应)。

► 提质归纳



课后素养评价(二)

基础性·能力运用

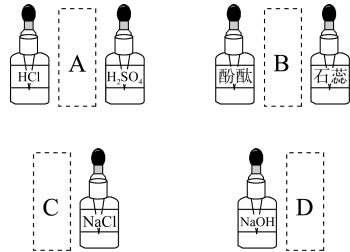
知识点 1 酸、碱、盐的性质

1.下列物质的转化能实现的是 ()

- A. $\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{BaCl}_2} \text{HCl}$
- B. $\text{CO} \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Na}_2\text{CO}_3$
- C. $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{NaCl}} \text{NaOH}$
- D. $\text{NaNO}_3 \xrightarrow{\text{BaCO}_3} \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

A 解析: CO 与氢氧化钠溶液不反应,B 错误;氢氧化铜与氯化钠不反应,C 错误;碳酸钡与硝酸钠不反应,D 错误。

2.实验室中的药品常按物质的性质、类别等不同而有规律地放置。在做“酸的性质”实验时,实验桌上部分药品的摆放如下图所示。某同学取用 KOH 溶液后应把它放回的位置是 ()



D 解析: KOH 属于碱类物质,应与 NaOH 放在一起,故选 D。

3.关于化学反应 $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C} + \text{D}$,下列说法正确的是 ()

- A.若 A、B 为酸和碱,则 C、D 中不一定有水
- B.若 A、B 为两种化合物,则 C、D 也一定为化合物
- C.若生成物 C 和 D 分别为两种沉淀,则 A、B 可能为盐和碱
- D.若生成物 C、D 中有一种为单质,则该反应一定是置换反应

C 解析:A项,酸碱中和反应产物一定有H₂O;B项的反例为Fe₂O₃+3CO $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2Fe+3CO₂;C项例证为Ba(OH)₂+CuSO₄==BaSO₄↓+Cu(OH)₂↓,故C正确;D项的反例为Fe₂O₃+3CO $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2Fe+3CO₂或CuO+CO $\xrightarrow{\text{高温}}$ Cu+CO₂。

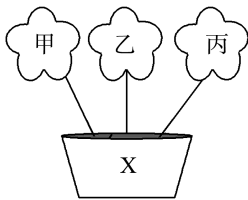
知识点2 物质间的转化关系与反应类型

4.下列关于化学反应类型的说法正确的是 ()

- A.分解反应一定有单质生成
- B.化合反应一定是两种物质生成另一种物质
- C.置换反应一定有元素的化合价发生改变
- D.两种化合物生成另外两种化合物的反应一定是复分解反应

C 解析:分解反应不一定有单质生成,如碳酸分解生成水和二氧化碳,故A错误;化合反应不一定是两种物质生成另一种物质,也可能是两种以上的物质反应生成一种物质,故B错误;置换反应是一种单质和一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物的反应,单质中元素的化合价为0价,置换反应一定有元素的化合价发生改变,故C正确;两种化合物生成另外两种化合物的反应不一定是复分解反应,如CO₂+Ca(OH)₂==CaCO₃↓+H₂O,故D错误。

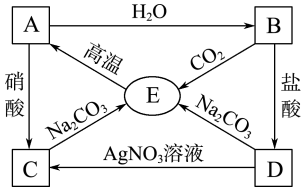
5.化学变化多姿多彩。下图中甲、乙、丙、X分别是Fe₂O₃、C、CO、盐酸中的一种,甲、乙、丙均能与X发生化学反应,则X是 ()



- A.C
- B.Fe₂O₃
- C.CO
- D.盐酸

B 解析:Fe₂O₃与C、CO、盐酸均能发生反应,反应的化学方程式分别为3C+2Fe₂O₃ $\xrightarrow{\text{高温}}$ 4Fe+3CO₂↑、3CO+Fe₂O₃ $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2Fe+3CO₂、Fe₂O₃+6HCl==2FeCl₃+3H₂O,故X为Fe₂O₃。

6.A、B、C、D、E中都含有同一种元素,它们之间的相互转化关系如图所示,其中所含的相同元素是 ()



- A.铜
- B.碳
- C.铁
- D.钙

D 解析:A为CaO,B为Ca(OH)₂,C为Ca(NO₃)₂,D为CaCl₂,E为CaCO₃。

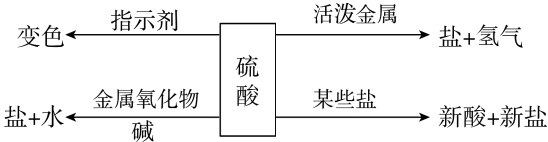
7.下列物质在给定条件下的转化均能一步实现的是 ()

- A.Fe₃O₄ $\xrightarrow{\text{CO}}$ Fe $\xrightarrow{\text{HCl}}$ FeCl₃
- B.H₂O₂ $\xrightarrow{\text{加热}}$ H₂ $\xrightarrow{\text{O}_2}$ H₂O
- C.CaCl₂溶液 $\xrightarrow{\text{CO}_2}$ CaCO₃ $\xrightarrow{\text{HCl}}$ CO₂
- D.CuSO₄溶液 $\xrightarrow{\text{Fe}}$ Cu $\xrightarrow{\text{O}_2}$ CuO

D 解析:Fe₃O₄和CO反应,可以生成Fe,但Fe和盐酸反应,只生成FeCl₂,A不能一步转化;2H₂O₂ $\xrightarrow{\Delta}$ 2H₂O+O₂↑,不会生成H₂,B不能一步转化;因为酸性盐酸强于碳酸,所以只能发生反应CaCO₃+2HCl==CaCl₂+CO₂↑+H₂O,C不能一步转化;Fe和CuSO₄发生置换反应生成FeSO₄和Cu,2Cu+O₂ $\xrightarrow{\Delta}$ 2CuO,D能一步转化。

综合性·创新提升

8.如图所示为硫酸性质的知识归纳,下列说法不正确的是 ()



- A.若盐为BaCl₂,则反应中有白色沉淀生成
- B.若碱为Ba(OH)₂,硫酸和Ba(OH)₂反应产生白色沉淀,证明两者发生了中和反应
- C.若金属氧化物为铁锈的主要成分(Fe₂O₃),可利

用硫酸与金属氧化物反应的这一性质,除去铁锈
D.若活泼金属为Mg和Zn,将质量相等且过量的两种金属与一定量的稀硫酸完全反应,Mg产生的H₂多

D 解析:氯化钡和硫酸反应生成硫酸钡沉淀和盐酸,A正确;产生白色沉淀证明Ba(OH)₂和硫酸发生了反应,能说明两者发生了中和反应,B正确;氧化铁和硫酸反应生成硫酸铁和水,可除去铁锈,C正确;金属为Mg和Zn,将质量相等且过量的两种金属与一定量的稀硫酸完全反应,稀硫酸中的氢元

素被全部置换出来,所以生成的氢气质量相等,D 错误。

9. 晋代葛洪所著《抱朴子》一书中记载有“丹砂烧之成水银，积变又还成丹砂”。这句话中的丹砂指的是 HgS ，下列关于这句话的说法正确的是 ()

A.这个过程只涉及物理变化

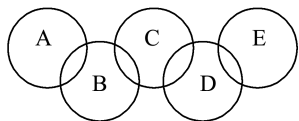
B.“积变又还成丹砂”是分解反应

C.这个过程发生了复分解反应

D.“丹砂烧之成水银”过程中产生 S

D 解析: HgS 的分解和生成都是化学变化,故 A 错误;“积变又还成丹砂”是指 HgS 的生成,为化合反应,故 B 错误;这个过程发生了分解反应和化合反应,故 C 错误;“丹砂烧之成水银”过程中指 HgS 分解生成 S 和 Hg,故 D 正确。

10. 如图所示, A、B、C、D、E 各代表水、铁、二氧化碳、硫酸铜溶液、氢氧化钡溶液中的一种物质。常温下, 相连环物质间能发生反应, 不相连环物质间不能发生反应, 且 B 的相对分子质量大于 D。



(1) 写出下列物质的化学式:

A, B, D.

(2) 写出下列反应的化学方程式:

B+C: o

(3)相连环物质间发生的反应中,属于置换反应的共有 个。

解析: (1) 题给五种物质中, 常温下水只能与二氧化碳发生化合反应生成碳酸; 铁只能与硫酸铜溶液发生置换反应生成铜和硫酸亚铁; 二氧化碳与水、氢氧化钡溶液均能发生反应; 硫酸铜溶液除能与铁反应外, 还能与氢氧化钡发生复分解反应生成氢氧化铜和硫酸钡沉淀, 故 C 为氢氧化钡, B 的相对分子质量大于 D, 则 B 为硫酸铜, D 为二氧化碳, A 为铁, E 为水。 (3) 根据以上分析可知, 只有

A 与 B 的反应为置换反应。

答案: (1) $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ (2) $\text{CuSO}_4 + \text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$ (3) 1

11. 零食的包装袋中经常有一个小纸袋,上面写着“干燥剂”,其主要成分是生石灰(CaO)。

(1)生石灰属于 (填字母序号,下同)。

A.酸 B.碱 C.盐 D.纯净物 E.化合物

F.金属氧化物 G.非金属氧化物 H.碱性氧化物

I. 酸性氧化物

(2)某同学将浓硫酸、NaOH 固体、生石灰等物质划分为一类。该同学的分类依据为_____。

A. 酸类

B. 碱类

C. 氧化物

D.干燥剂

(3)生石灰可用作干燥剂的理由是_____ (用化学方程式表示)。

(4)生石灰还可以跟哪些类别的物质发生化学反应？请列举两例并填表。

物质类别	化学方程式

(5)小纸袋中的物质能否长期持续地用作干燥剂?

解析:CaO 属于纯净物、化合物、金属氧化物、碱性氧化物。CaO 具有碱性氧化物的共性,能与水、酸、酸性氧化物、盐等反应。CaO 吸水性强,常用作干燥剂。当 CaO 与 H_2O 或 CO_2 反应完全后,不再具有干燥作用。

答案:(1)DEFH (2)D

$$(3) \text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2$$

(4) 酸 $\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 酸性氧化
物 $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ (5) 不能

第二节 离子反应

第 1 课时 电解质的电离

学习任务目标

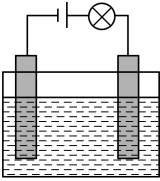
- 1.能认识酸、碱、盐在水溶液或熔融状态下发生电离,能根据化合物在某状态下是否导电,对化合物进行分类。
- 2.能从原子、分子水平认识电解质、非电解质的性质,形成“结构决定性质”的观念。
- 3.能用电离方程式表示酸、碱、盐的电离。

问题式预习

一、电解质及其导电

1.电解质

(1)探究导电情况

实验装置	存在状态	导电情况		
		NaCl	KNO ₃	蒸馏水
	固态	不导电	不导电	不导电
	溶解于水	导电	导电	—
	熔融状态	导电	导电	—

(2)电解质概念

在水溶液里或熔融状态下能够导电的化合物叫电解质,如酸、碱、盐等。

(3)电解质的常见物质类别

电解质

酸, 如 HCl 、 H_2SO_4 、 H_2CO_3 等

碱, 如 NaOH 、 Ca(OH)_2 等

盐, 如 NaCl 、 KNO_3 、 CaCO_3 等

部分氧化物, 如 CuO 、 H_2O 等

2.电解质导电分析(以 NaCl 为例)

(1)能导电的物质必须具有能自由移动的、带电荷的粒子。

(2)电解质导电的原因:自由移动的、带电荷的粒子的定向移动

物质	NaCl 固体	NaCl 溶液	熔融 NaCl
含有的粒子	Na^+ 和 Cl^-	水合钠离子、水合氯离子	Na^+ 和 Cl^-
粒子能否自由移动	否	能	能
能否导电	否	能	能

当在 NaCl 溶液(或熔融 NaCl)中插入电极并接通电源时,带正电荷的阳离子向与电源负极相连的电极移动,带负电荷的阴离子向与电源正极相连的电极移动,因而 NaCl 溶液(或熔融 NaCl)能够导电。

二、电解质的电离

1.电离的定义:电解质溶于水或受热熔化时,形成自由移动的离子的过程。

2.电离的表达式——电离方程式

用化学式和离子符号表示电离过程的化学方程式。

- (1) HCl : $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ 。
- (2) NaOH : $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ 。
- (3) NaCl : $\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ 。

3.从电离角度理解酸、碱、盐的本质

(1)酸

- ①含义:电离时生成的阳离子全部是 H^+ 的化合物。
- ②实例

HCl
 HNO_3
 H_2SO_4

溶于水

H^+
 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}

阳离子
阴离子

(2)碱

- ①含义:电离时生成的阴离子全部是 OH^- 的化合物。
- ②实例

NaOH
 KOH
 Ca(OH)_2

溶于水

Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+}
 OH^-

阳离子
阴离子

(3)盐

- ①含义:电离时生成金属阳离子(或铵根离子)和酸根阴离子的化合物。
- ②实例

NaCl
 NH_4Cl
 K_2SO_4

溶于水

Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+
 Cl^- 、 SO_4^{2-}

阳离子
阴离子

任务型课堂

任务一 电解质、非电解质的辨析

[探究活动]

生活常识告诉我们,不要用湿手或出了很多汗的手去按开关、换灯泡、拔或插插头、擦拭电器等,否则容易发生触电事故。一旦有人因接触电线发生触电事故,应该用干燥的木杆或竹竿挑走电线,切不可直接用手拿走。

活动 1 为什么湿手或出了很多汗的手接触电源容易发生触电事故?

提示:人的汗液中含有 NaCl 等电解质,湿手或出了很多汗的手上有电解质溶液,能够导电。

活动 2 化学上有哪些物质的溶液能导电?

提示:酸、碱、盐等物质的溶液都能导电。

活动 3 从物质分类的角度看,电解质包括哪些类别的物质?

提示:电解质包括酸、碱、盐、活泼金属氧化物等化合物。水也是电解质,但导电能力很弱。

[评价活动]

1. 目前市场上有一种专门为婴幼儿设计的电解质饮料,适合在婴幼儿感冒、发烧时快速补充体内流失的电解质成分,下列物质可用作该饮料中的电解质的是 ()

- A. 葡萄糖 B. ZnSO_4
C. Fe D. CO_2

B 解析:葡萄糖不能电离出自由移动的离子,属于非电解质,故 A 错误;硫酸锌是盐类,在溶液中能电离出自由移动的离子,属于电解质,电离出的离子能快速补充体内流失的电解质成分,故 B 正确;铁是金属单质,单质既不是电解质也不是非电解质,故 C 错误;二氧化碳不能电离出自由移动的离子,属于非电解质,故 D 错误。

2. 下列关于纯净物、混合物、电解质和非电解质的正确组合是 ()

选项	纯净物	混合物	电解质	非电解质
A	浓盐酸	天然气	硫酸	干冰
B	氢氧化钡	蔗糖溶液	硫酸钡	三氧化硫
C	胆矾	石灰水	KOH	碳酸钙
D	H_2SO_4	铝合金	氯化钠	氢气

B 解析:A 项,浓盐酸是 HCl 的水溶液,属于混合物;C 项,碳酸钙属于电解质;D 项,氢气既不是电解质也不是非电解质。

3. 有以下物质:①石墨;②铝;③乙醇;④氨水;⑤二氧化碳;⑥碳酸钠固体;⑦氢氧化钡溶液;⑧纯醋酸;⑨氧化钠固体;⑩氯化氢气体。

(1) 其中能导电的是_____ (填序号,下同);属于非电解质的是_____;属于电解质的是_____。

(2) 写出物质⑥溶于水的电离方程式:_____。

(3) 写出物质⑥和⑧在水中反应的化学方程式:_____。

解析:石墨、铝、氨水、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液能导电;电解质、非电解质都是化合物,乙醇、二氧化碳是非电解质, Na_2CO_3 、 CH_3COOH 、 Na_2O 、HCl 都是电解质;氨水、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液是混合物,既不是电解质也不是非电解质, Na_2CO_3 与 CH_3COOH 反应生成 CH_3COONa 、 H_2O 和 CO_2 。

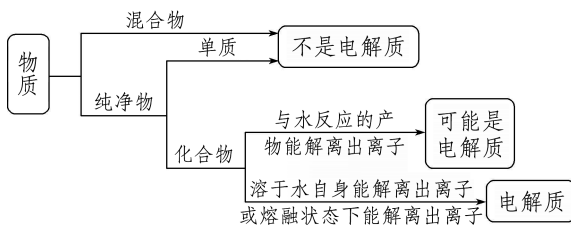
答案:(1) ①②④⑦ ③⑤ ⑥⑧⑨⑩

(2) $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

(3) $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

任务总结

1. 电解质的判断方法



2. 理解电解质和非电解质时要注意的四个“不一定”

(1) 不是电解质的物质不一定是非电解质。单质和混合物既不是电解质也不是非电解质。

(2) 某物质的水溶液能导电,该物质不一定是电解质。如 CO_2 、 SO_3 、 NH_3 等,其水溶液能导电,但它们不是电解质,电解质是它们与水反应生成的 H_2CO_3 、 H_2SO_4 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,这些产物能电离出自由移动的离子从而导电。

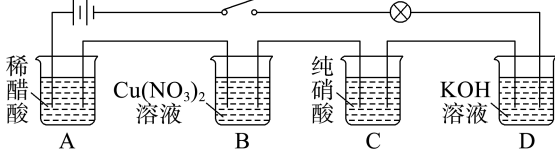
(3) 能导电的物质不一定是电解质。① Fe、Cu 等金属在熔融状态下能够导电,但它们都是单质,不是电解质;② 稀盐酸能导电,但不能说稀盐酸是电解质,应该说 HCl 是电解质,因为稀盐酸是混合物。

(4) 难溶性的物质不一定不是电解质。 BaSO_4 、 CaCO_3 等难溶于水的盐,其水溶液的导电能力很弱,但熔融状态下能导电,因而它们属于电解质。

任务二 电解质导电能力的探究

[探究活动]

电解质溶液导电能力的强弱主要由自由移动的离子的浓度大小决定。某兴趣小组同学在测定溶液的导电性实验时,采用如图所示的串联装置,闭合开关时,发现灯泡不亮。



活动 1 上述四个烧杯中哪个烧杯中的物质发生了电离? 写出 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 KOH 的电离方程式。

提示: A、B、D 烧杯中的溶质均发生了电离, C 烧杯中的硝酸没有发生电离。 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$, $\text{KOH} = \text{K}^+ + \text{OH}^-$ 。

活动 2 灯泡不亮的原因是什么? 怎样才能使灯泡亮起来?

提示: 四个烧杯中只有 C 中纯硝酸没有电离出自由移动的离子, 不导电, 整个装置没有形成闭合回路, 灯泡不亮; 当向 C 中加水时, HNO_3 发生电离而导电, 整个装置形成闭合回路, 灯泡亮起来。

活动 3 若经过操作使灯泡亮起来后, 各烧杯等体积溶液中溶质的粒子数目相等, 则哪个烧杯的溶液导电能力最强?

提示: B 烧杯。等体积的溶液中溶质的粒子数目相等时, 溶液中离子个数越多、离子所带电荷越多, 导电能力越强。

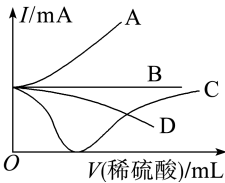
[评价活动]

1. 下列叙述中, 正确的是 ()

- A. 硝酸钾固体不导电, 所以硝酸钾不是电解质
- B. 铁能导电, 所以铁是电解质
- C. 熔融的氯化镁能导电, 所以氯化镁是电解质
- D. 氯化钠溶于水, 电离方程式为 $\text{NaCl} \xrightarrow{\text{通电}} \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

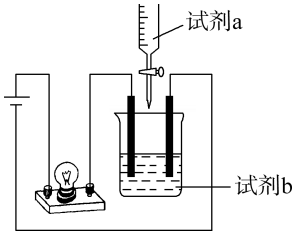
C 解析: 硝酸钾固体为化合物, 不导电, 其水溶液可以导电, 是电解质, 故 A 错误; 铁虽能导电, 但它是单质, 而电解质必须是化合物, 故 B 错误; 熔融的氯化镁能导电, 属于化合物, 所以氯化镁是电解质, 故 C 正确; 氯化钠溶于水电离出钠离子和氯离子, 不需要通电即可发生电离, 故 D 错误。

2. 向一定量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中逐滴加入稀硫酸, 直至过量, 整个过程中混合溶液的导电能力(用电流强度 I 表示)近似地用图中的曲线表示, 其中正确的是 ()



C 解析: 开始发生反应: $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 自由移动的离子浓度逐渐减小, 溶液的导电能力逐渐减弱。当氢氧化钡和硫酸恰好完全反应时, 沉淀达到最大值, 这时自由移动的离子浓度最小, 导电能力最弱。随后, 随着硫酸的加入, 这时溶液为 H_2SO_4 溶液, 自由移动的离子浓度又逐渐增大, 导电能力逐渐增强。

3. 用如图所示装置(搅拌装置略)探究溶液离子浓度变化, 灯光变化呈“亮→灭→亮”的是 ()



选项	A	B	C	D
试剂 a	盐酸	硫酸	CuSO_4 溶液	蔗糖溶液
试剂 b	NaOH 溶液	Na_2CO_3 溶液	$\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液	蒸馏水

C 解析: 溶液导电性强弱与离子浓度成正比, 实验时灯光出现“亮→灭→亮”, 说明在滴加试剂 a 过程中先导致溶液离子浓度减小, 最终为 0, 再继续滴加试剂 a, 溶液离子浓度逐渐增大。 NaOH 为强电解质, 盐酸滴入 NaOH 溶液中, 发生反应生成 NaCl 和水, 恰好反应时溶质为 NaCl , 溶液有导电性, 不会出现灯熄灭现象, 故 A 项错误; 硫酸与 Na_2CO_3 反应生成 Na_2SO_4 、 CO_2 和水, 恰好反应时溶质为 Na_2SO_4 , 溶液有导电性, 不会出现灯熄灭现象, 故 B 错误; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 为强电解质, 其溶液能导电, 因此开始时灯是亮的, CuSO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀和 BaSO_4 沉淀, 恰好反应时溶液中离子浓度几乎为 0, 灯光熄灭, 继续滴加 CuSO_4 溶液

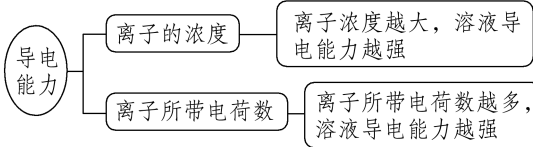
灯变亮,则灯光出现“亮→灭→亮”现象,故 C 正确;蒸馏水不能使灯光变亮,蔗糖为非电解质,其溶液不能导电,向蒸馏水中滴加蔗糖溶液,灯光一直保持熄灭状态,故 D 错误。

任务总结

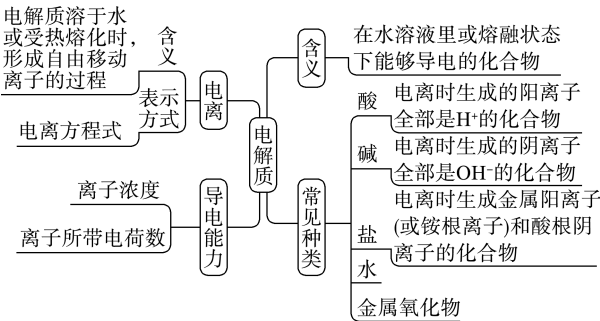
1. 电解质的导电条件

物质	状态		
	固体	熔融(或液体)	水溶液
强碱和盐	不导电	能导电	导电(难溶物的溶液浓度小,导电能力弱)
酸	不导电	不导电	导电

2. 电解质溶液导电能力的影响因素



► 提质归纳



课后素养评价(三)

基础性·能力运用

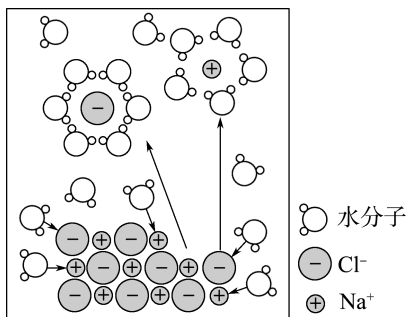
知识点 1 电解质

1. 下列关于电解质的叙述正确的是 ()
- A. 溶于水后得到的溶液能导电的物质是电解质
- B. 熔融态能导电的物质是电解质
- C. 电解质能导电是因为电解质在电流作用下发生了电离
- D. 在水溶液里或熔融状态下能导电的化合物是电解质
- D 解析: SO_2 通入水中溶液能导电, 但电解质是 H_2SO_3 , A 不正确; HCl 是电解质, 但液态 HCl 不导电, B 不正确; 电离不需要电流, C 不正确。
2. 为了使我们的美食变得色、香、味俱全, 烹饪时要添加一些食品调味剂。下列食品添加剂中的化合物不属于电解质的是 ()
- A. 食盐中的氯化钠(NaCl)
- B. 食醋中的醋酸(CH_3COOH)
- C. 白砂糖中的蔗糖($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)
- D. 碱面中的苏打(Na_2CO_3)
- C 解析: 常见的电解质有酸、碱、盐、水、活泼金属氧化物等, 常见的非电解质有非金属氧化物、大多数非金属氢化物、大多数有机物等, NaCl 、 CH_3COOH 、 Na_2CO_3 分别属于盐、酸、盐, 均属于电解质, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 为有机物, 不属于电解质, 属于非电解质。
3. 下列各选项中的物质按照电解质、非电解质、单质、混合物顺序排列的一项是 ()

- A. 氯化氢、三氧化硫、石墨、液氧
- B. 氯化钠、乙醇、铁、空气
- C. 蔗糖、硫酸铜、氮气、波尔多液
- D. 氯化钾、硝酸钠、氯气、石灰水
- B 解析: 液氧属于单质, A 错误; 蔗糖、硫酸铜分别属于非电解质、电解质, C 错误; 硝酸钠属于电解质, D 错误。
- 知识点 2 电解质的电离
4. 下列物质在水溶液中的电离方程式书写错误的是 ()
- A. $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- B. $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- C. $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- D. $\text{Ca(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- A 解析: HCO_3^- 不能拆写, A 错误。
5. 电解质在人体中具有重要作用。水、电解质代谢紊乱可使全身各器官系统, 特别是心血管系统、神经系统的生理功能和机体的物质代谢发生相应的障碍, 严重时可导致死亡。下列关于电解质溶液的叙述正确的是 ()
- A. 阳离子和阴离子总数一定相等
- B. 阳离子带的正电荷总数一定和阴离子带的负电荷总数相等
- C. 除阴、阳离子外, 溶液中不再含有其他粒子
- D. NaCl 溶液的导电性一定与 KCl 溶液的导电性相同

B 解析:电解质溶液中的离子可以带一个电荷,也可以带两个电荷或三个电荷,根据整个电解质溶液呈电中性,则阳离子和阴离子总数不一定相等,故 A 错误;整个电解质溶液呈电中性,根据电荷守恒,阳离子带的正电荷总数一定和阴离子带的负电荷总数相等,故 B 正确;在电解质溶液中,粒子有阴、阳离子和分子等,故 C 错误;电解质溶液导电性强弱取决于溶液中离子的浓度和离子所带电荷数,NaCl 溶液和 KCl 溶液的浓度不一定相等,二者的导电性不一定相同,故 D 错误。

6. NaCl 是我们生活中必不可少的物质。将 NaCl 固体溶于水,溶解过程如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 该过程发生了分解反应
B. 离子从固体表面脱离后不会再回到固体表面
C. 水合钠离子的图示不科学
D. NaCl 溶于水后发生了电离,是在通电条件下进行的

C 解析:该过程不属于化学变化,更不是分解反应,故 A 错误;该过程中存在两个过程:一方面在水分子作用下钠离子和氯离子脱离氯化钠的表面溶入水中,另一方面溶液中钠离子和氯离子受氯化钠表面阴、阳离子的吸引回到氯化钠的表面,最终会出现动态平衡,离子从固体表面脱离后会回到固体

表面,故 B 错误;钠离子带正电荷,形成水合离子时应该是水中带负电的氧原子靠近钠离子,即图示错误,故 C 正确;NaCl 溶于水后在水分子的作用下形成水合离子,并不需要通电,故 D 错误。

知识点 3 酸、碱、盐的概念理解和判断

7. 将下列物质按酸、碱、盐的顺序排列,正确的是 ()

- A. 硫酸、烧碱、纯碱
B. 硝酸、纯碱、食盐
C. 碳酸、乙醇、高锰酸钾
D. 磷酸、熟石灰、生石灰

A 解析:纯碱是盐;乙醇不属于酸、碱、盐中的任意一种;熟石灰是氢氧化钙,属于碱,而生石灰是氧化钙,属于氧化物。

8. 盐与人类的的生活和健康息息相关,通过学习我们知道酸和碱都有通性,而盐没有通性。下列有关酸、碱、盐的叙述不正确的是 ()

- A. 酸有通性的本质原因是酸能电离出 H⁺
B. 碱有通性的本质原因是碱能电离出 OH⁻
C. 盐没有通性的本质原因是盐不能电离出共同的离子

D. NaHSO₄ 在水溶液中能电离出 H⁺, 所以 NaHSO₄ 属于酸

D 解析:酸电离出的阳离子全部是 H⁺, A 项正确;碱电离出的阴离子全部是 OH⁻, B 项正确;盐电离生成金属阳离子(或铵根离子)和酸根阴离子,不同的盐电离出的阳离子(或阴离子)可能相同,也可能不同,所以盐没有通性, C 项正确;NaHSO₄ 溶于水,电离方程式为 NaHSO₄ = Na⁺ + H⁺ + SO₄²⁻, 所以 NaHSO₄ 不属于酸,而属于盐, D 项错误。

综合性·创新提升

9. 下列说法正确的是 ()

- A. CaCl₂ 溶液的导电能力一定比 KCl 溶液的导电能力强
B. NaHCO₃ 在水溶液中的电离方程式为 NaHCO₃ = Na⁺ + HCO₃⁻
C. NH₄NO₃ 电离时只产生 NH₄⁺、NO₃⁻, 无金属离子, 所以 NH₄NO₃ 不属于盐
D. 在相同温度下, 一种物质的饱和溶液一定比另一种物质的不饱和溶液的导电能力强

B 解析:溶液的导电能力与溶液中阴、阳离子的数目及离子所带电荷数有关, A、D 项错误;NaHCO₃

在水溶液中的电离方程式为 NaHCO₃ = Na⁺ + HCO₃⁻, B 项正确;NH₄NO₃ 属于铵盐, C 项错误。

10. 下列物质中导电性最强的是 ()

- A. 水
B. H₂SO₄ 溶液
C. KNO₃ 晶体
D. 液态 HCl

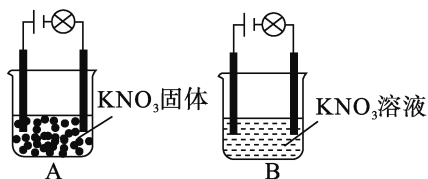
B 解析:水的导电能力很弱;KNO₃ 晶体中 K⁺、NO₃⁻ 不能自由移动, 不导电;液态 HCl 中无自由移动的离子, 不导电。

11. 下列各组物质,前者属于电解质,后者属于非电解质的是 ()

A. NaCl 晶体、BaSO₄
 B. 铁、二氧化硫
 C. 液态的醋酸、乙醇
 D. 熔融的 KNO₃、稀硫酸

C 解析: A 中均为电解质; B 中铁既不是电解质,也不是非电解质; D 中稀硫酸为混合物,既不是非电解质,也不是电解质。

12. 某化学兴趣小组的同学在家中进行实验,按照图 A 连接好线路,发现灯泡不亮;按照图 B 连接好线路,发现灯泡亮了。由此得出的以下结论正确的是 ()



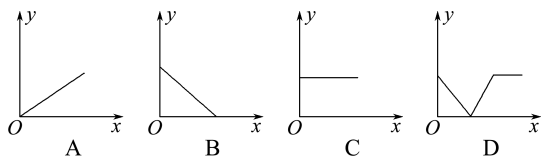
A. KNO₃ 不是电解质
 B. KNO₃ 溶液是电解质
 C. KNO₃ 在水溶液中电离出了可以自由移动的离子
 D. 在 KNO₃ 溶液中,水电离出了大量的离子

C 解析: KNO₃ 固体是电解质,但常温下不导电, KNO₃ 溶液是混合物,不是电解质。

13. 下列说法正确的是 ()
- A. 酸、碱、盐都是电解质
 B. 难溶的物质一定不是电解质
 C. 氧化物都是电解质
 D. 氢化物都不是电解质

A 解析: 电解质与非电解质是根据化合物在水溶液中或熔融状态下能否导电划分的,不是根据化合物的水溶性划分的,如 CaCO₃ 等物质难溶于水,但属于电解质, B 项错误;氧化物有的是电解质,如 Na₂O,有的不是电解质,如 CO₂, C 项错误;氢化物有的是电解质,如 HCl 等,有的不是电解质,如 CH₄ 等, D 项错误。

14. 已知: $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 且 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 易溶于水。若向 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中逐渐通入 CO_2 , 下列四个图中,能比较准确地反映出溶液的导电能力和通入 CO_2 气体量的关系(x 轴表示 CO_2 通入的量, y 轴表示导电能力)的是 ()



D 解析: 由于通入 CO_2 后溶液中自由移动的离子的浓度逐渐减小(发生题干中第一个反应),所以一开始导电能力逐渐下降,随着反应的进行(发生题干中第二个反应),离子浓度逐渐增大,导电能力又逐渐增大,反应完成后,离子浓度不再发生变化,导电能力不变,所以选 D。

15. NaHSO₄ 通常为晶体,易溶于水,它溶于水时电离出三种不同的离子,溶液显酸性。NaHSO₄ 受热熔化时只能电离出两种不同的离子。

(1) NaHSO₄ 在水中的电离方程式是 _____。

(2) NaHSO₄ 在熔融状态下的电离方程式是 _____。

(3) 下列说法正确的是 _____ (填字母序号)。

A. NaHSO₄ 属于酸
 B. NaHSO₄ 属于盐
 C. NaHSO₄ 属于电解质
 D. NaHSO₄ 溶液能与 Zn 反应生成氢气

解析: (1) NaHSO₄ 溶于水水电离出三种离子,且呈酸性,则它电离出的离子是 Na⁺、H⁺、SO₄²⁻。
 (2) NaHSO₄ 受热熔化时只能电离出两种离子,分别是 Na⁺ 和 HSO₄⁻。
 (3) 由其电离情况知, NaHSO₄ 既是盐又是电解质,不属于酸, NaHSO₄ 溶液中有 H⁺, 能与 Zn 反应生成 H₂。

答案: (1) $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
 (2) $\text{NaHSO}_4 \xrightarrow{\text{熔融}} \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$ (3) BCD

第2课时 离子反应

学习任务目标

- 1.通过实验探究认识离子反应,知道离子反应需要一定的条件,并遵循一定的规律。
- 2.能正确把握离子方程式的书写方法,能够正确书写简单的离子方程式。

问题式预习

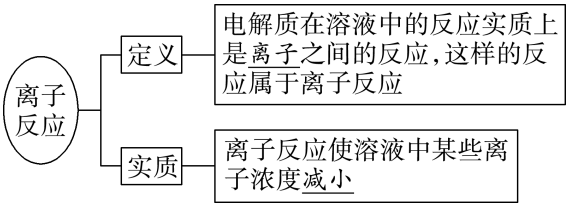
一、离子反应与离子方程式的书写

1.离子反应

(1)实验探究

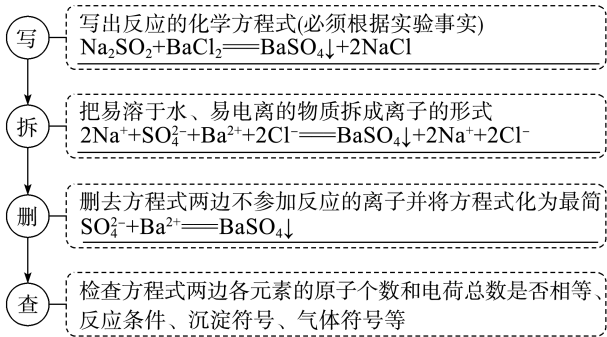
操作	 BaCl₂溶液 Na₂SO₄溶液 (二者恰好完全反应)
现象	产生白色沉淀
混合前溶液中粒子	Ba ²⁺ 、Cl ⁻ Na ⁺ 、SO ₄ ²⁻
混合后溶液中粒子	Na ⁺ 、Cl ⁻
离子之间的反应	Ba ²⁺ + SO ₄ ²⁻ = BaSO ₄ ↓

(2)定义与实质



2.离子方程式

- (1)定义:用实际参加反应的离子符号来表示反应的式子。
- (2)书写步骤(以 Na₂SO₄ 溶液和 BaCl₂ 溶液反应为例)



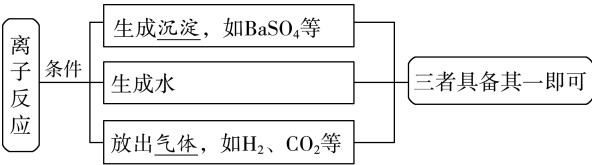
(3)中和反应的离子方程式

化学方程式	离子方程式
NaOH + HCl = NaCl + H ₂ O	OH ⁻ + H ⁺ = H ₂ O
KOH + HCl = KCl + H ₂ O	OH ⁻ + H ⁺ = H ₂ O
2NaOH + H ₂ SO ₄ = Na ₂ SO ₄ + 2H ₂ O	OH ⁻ + H ⁺ = H ₂ O
2KOH + H ₂ SO ₄ = K ₂ SO ₄ + 2H ₂ O	OH ⁻ + H ⁺ = H ₂ O

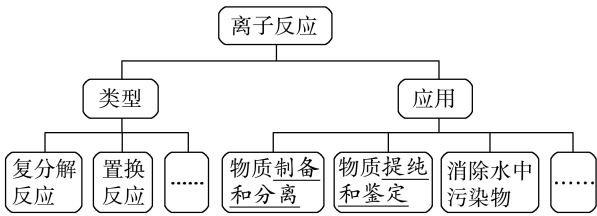
结论:离子方程式不仅可以表示某个具体的化学反应,还可以表示同一类型的离子反应。如 H⁺ + OH⁻ = H₂O 可以表示盐酸与 NaOH 反应,也可以表示强酸与强碱反应生成可溶性盐和 H₂O 的一类反应。

二、离子反应发生的条件

复分解型离子反应发生的条件



三、离子反应的常见类型和应用



任务型课堂

任务一 离子方程式的书写及正误判断

[探究活动]

人体胃液中有胃酸(含0.2%~0.4%的盐酸),起杀菌、帮助消化等作用,但胃酸的量不能过多或过少,它必须控制在一定范围内,当胃酸过多时,医生通常用“小苏打片”或“复方氢氧化铝片”给病人治疗。

活动1 如何书写用小苏打片(NaHCO_3)治疗胃酸过多的离子方程式? NaHCO_3 能拆分成 Na^+ 、 H^+ 和 CO_3^{2-} 吗?

提示: $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; NaHCO_3 应拆分成 Na^+ 、 HCO_3^- 。

活动2 如果病人同时患有胃溃疡,此时最好服用复方氢氧化铝片[主要成分是 $\text{Al}(\text{OH})_3$],如何书写反应的离子方程式?

提示: $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

活动3 用水壶长期加热澄清的自来水,水壶里会出现厚厚的一层水垢,已知水垢的成分是 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。水垢碎片进入胃中会与盐酸反应,产生钙离子、镁离子和二氧化碳,钙离子和镁离子会导致结石形成,二氧化碳则会使人胀气、难受,胃溃疡病人还可能发生胃穿孔的危险。

某同学写出水垢在胃中发生反应的离子方程式如下:

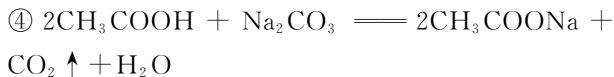
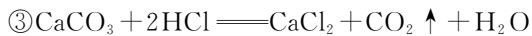
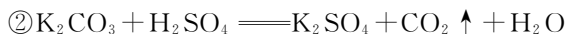
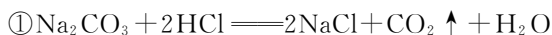


请判断正误。

提示:错误。 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 都不溶于水,不能写成离子形式,正确的离子方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

[评价活动]

1.下列反应能用离子方程式 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 表示的是 ()



A.①②

B.①②③

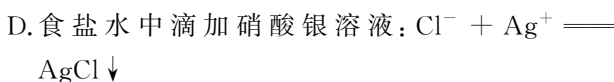
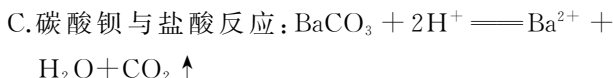
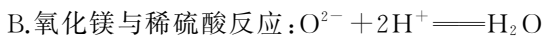
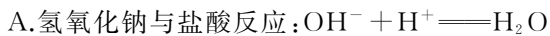
C.①③④

D.②④

A 解析:① HCl 是一元强酸,在溶液中完全电离,反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow +$

H_2O ,①符合题意;② H_2SO_4 是二元强酸,在溶液中完全电离,反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,②符合题意;③ CaCO_3 难溶于水,不能拆写为离子形式,反应的离子方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,③不符合题意;④ CH_3COOH 是一元弱酸,主要以分子形式存在,不能拆写为离子形式,反应的离子方程式为 $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_3^{2-} = 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,④不符合题意。

2.下列离子方程式不正确的是 ()



B 解析: MgO 不能拆开。

3.完成下列反应的离子方程式

(1)强酸与强碱反应的实质:_____。

(2) Na_2CO_3 与盐酸反应的离子方程式:_____。

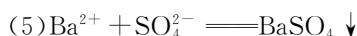
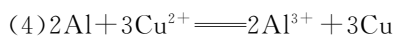
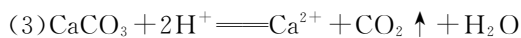
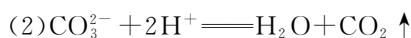
(3) CaCO_3 与盐酸反应的离子方程式:_____。

(4)铝片与硫酸铜溶液反应的离子方程式:_____。

(5)硫酸钠与氯化钡反应的离子方程式:_____。

解析:(1)强酸与强碱反应的实质是酸电离产生的 H^+ 与碱电离产生的 OH^- 结合生成 H_2O 。(2) Na_2CO_3 与盐酸反应生成 NaCl 、 H_2O 、 CO_2 。(3) CaCO_3 与盐酸反应生成 CaCl_2 、 H_2O 、 CO_2 。(4)由于铝的活动性比铜强,所以铝片与硫酸铜在溶液中发生置换反应生成硫酸铝、铜。(5)硫酸钠与氯化钡在溶液中发生复分解反应生成 BaSO_4 沉淀和 NaCl 。

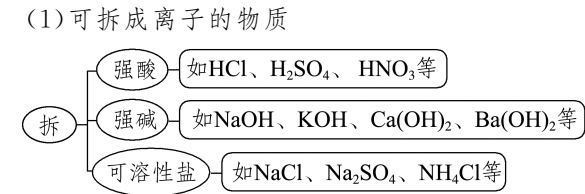
答案:(1) $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$



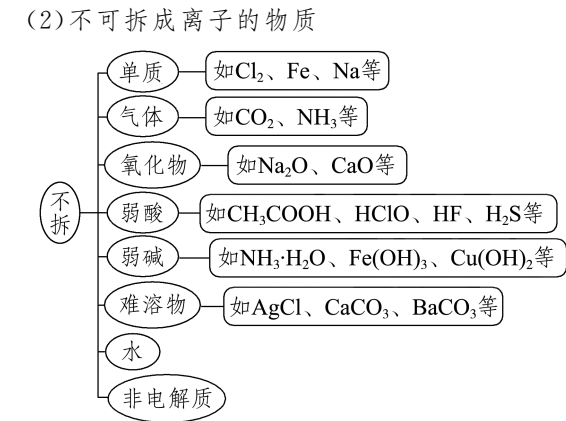
任务总结

- 1.离子方程式正误判断的五看
- 一看离子反应是否符合客观事实；
 - 二看各物质的表示方法是否正确；
 - 三看电荷是否守恒；
 - 四看是否漏写离子反应；
 - 五看反应物或产物的配比是否正确。

2.离子方程式书写中的“拆”与“不拆”



注意：①浓硫酸不能拆成离子形式；
②在澄清石灰水中，Ca(OH)₂拆成离子形式；在其悬浊液中或Ca(OH)₂为固体时不能拆成离子形式，要写化学式。



酸性时发生反应 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，碱性时 OH^- 与 Ca^{2+} 反应生成微溶性的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，且 Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} 反应生成 CaCO_3 沉淀；D项，酸性时发生反应 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，碱性时发生反应 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$ 。

3.某种溶液可能含有下列阴离子中的一种或几种：
 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 。

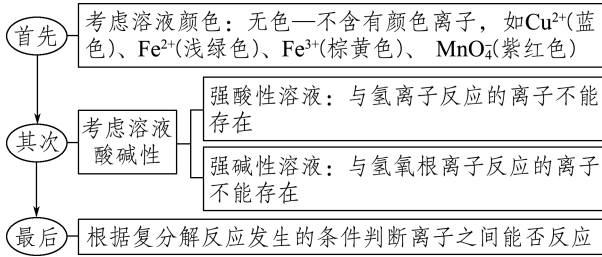
- (1)当溶液中有大量 H^+ 存在时，则不可能有 _____ 存在。
(2)当溶液中有大量 Ba^{2+} 存在时，溶液中不可能有 _____ 存在。
(3)当溶液中有 _____ 和 _____ 等阳离子存在时，上述所有阴离子都不可能存在。

解析：溶液中离子不能共存，即发生了离子反应。 H^+ 可与 CO_3^{2-} 反应，所以 CO_3^{2-} 不能存在； Ba^{2+} 可与 SO_4^{2-} 和 CO_3^{2-} 反应，所以它们在含有 Ba^{2+} 的溶液中不能存在； Ag^+ 可与 Cl^- 反应产生沉淀，所以有 Ba^{2+} 和 Ag^+ 的溶液中题干中的离子都不能存在。

答案：(1) CO_3^{2-} (2) SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} (3) Ba^{2+} Ag^+

任务总结

解答有关离子共存问题的思维流程



任务二 离子共存

1.室温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()

- A.NaOH 溶液： Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-
B.FeCl₂ 溶液： K^+ 、 SO_4^{2-} 、 OH^-
C.K₂CO₃ 溶液： Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 OH^-
D.H₂SO₄ 溶液： K^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^-

A 解析：A项，可以共存；B项， Fe^{2+} 与 OH^- 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀；C项， CO_3^{2-} 与 Ba^{2+} 反应生成 BaCO_3 沉淀；D项， H^+ 与 HCO_3^- 反应生成 CO_2 。

2.某无色溶液可能呈强酸性又可能呈强碱性，在该溶液中一定能大量共存的离子是 ()

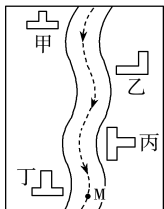
- A. H^+ Na^+ MnO_4^- NO_3^-
B. Na^+ CO_3^{2-} Ca^{2+} Cl^-
C. K^+ Na^+ Cl^- SO_4^{2-}
D. K^+ Cl^- Ba^{2+} HCO_3^-

C 解析：A项，含 MnO_4^- 的溶液显紫红色；B项，

任务三 离子推断

[探究活动]

绿水青山就是金山银山。蓝天白云、青山绿水是人类赖以生存的环境，是社会长远发展的最大本钱。某地区只追求经济发展而忽视环境保护，在一条小河边建有甲、乙、丙、丁四座工厂(如图所示)，工厂排放的废液使河中鱼虾绝迹。经调查，每座工厂排出的废液里只含有 Na_2CO_3 、 FeCl_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 HCl 中的一种。



某环保小组对河水监测时发现：

- ①甲处河水呈乳白色 ②乙处河水呈红褐色
③丙处河水由浑浊变澄清 ④丁处河水产生气泡，河水仍清

活动 1 经分析，四座工厂排出的废液里分别含有什么污染物？

提示：甲处河水呈乳白色的是熟石灰，乙处河水呈红褐色是因为熟石灰和 FeCl_3 反应生成氢氧化铁沉淀，因此乙厂排放的废液中含 FeCl_3 ，丙处河水由浑浊变澄清，说明丙厂排放的废液为盐酸，盐酸溶解氢氧化铁使河水变澄清，丁处河水产生气泡，河水仍澄清说明丁厂排放的废液含碳酸钠，碳酸钠和上游流下来的过量盐酸反应产生二氧化碳气体。

活动 2 在 M 处取出的河水中，含有哪些离子？

提示：丁厂的碳酸钠和上游流下来的过量盐酸反应消耗 CO_3^{2-} ，M 处于下游，含有 Na^+ 、 Cl^- 、 Fe^{3+} 、 Ca^{2+} 、 H^+ 。

[评价活动]

1. 某无色透明的溶液中只含有 Cu^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 H^+ 、 Ag^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^- 、 NO_3^- 中的三种离子，若向其中加入石蕊溶液，溶液显蓝色，则原溶液中存在的离子是 ()
A. Ba^{2+} 、 OH^- 、 NO_3^-
B. Ag^+ 、 HCO_3^- 、 NO_3^-
C. Mg^{2+} 、 Ag^+ 、 SO_4^{2-}
D. Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 OH^-

A 解析：由“无色”知溶液中不含 Cu^{2+} ；加入石蕊溶液，溶液显蓝色，说明溶液中含有 OH^- ， Mg^{2+} 、 H^+ 、 Ag^+ 、 HCO_3^- 都能与 OH^- 反应，故不存在；由溶液呈电中性知溶液中一定含有 Ba^{2+} ，则不含 SO_4^{2-} ；根据溶液中含有三种离子，可知存在 NO_3^- 。

2. 某无色、澄清溶液中只可能含有① Na^+ 、② SO_4^{2-} 、③ Cl^- 、④ HCO_3^- 、⑤ CO_3^{2-} 、⑥ H^+ 、⑦ Cu^{2+} 中的几种，且每种离子的个数相同。依次进行下列实验，每步所加试剂均过量，观察到的现象如下：

步骤	操作	现象
(1)	用紫色石蕊溶液检验	溶液变红
(2)	向溶液中滴加氯化钡溶液和稀盐酸	有白色沉淀生成
(3)	将(2)中所得混合物过滤，向滤液中加入 AgNO_3 溶液和稀硝酸	有白色沉淀生成

下列结论正确的是 ()

- A. 该实验无法确定是否含有③
B. 肯定含有的离子是①②⑥
C. 可能含有的离子是①③
D. 肯定没有的离子是④⑤⑦

B 解析：溶液为无色溶液，则原溶液中不含 Cu^{2+} 。
(1) 用紫色石蕊溶液检验，溶液变红，说明含有 H^+ ， H^+ 与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 反应，因此原溶液中不含 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 。
(2) 向溶液中滴加氯化钡溶液和稀盐酸，有白色沉淀生成，该沉淀为 BaSO_4 ，原溶液中含有 SO_4^{2-} 。
(3) 将(2)所得混合物过滤，向滤液中加入硝酸银溶液和稀硝酸，有白色沉淀生成，该白色沉淀为 AgCl ，(2) 中加入氯化钡溶液和稀盐酸引入了 Cl^- ，因此原溶液中可能没有 Cl^- ；每种离子的个数相同，根据溶液呈电中性，推出原溶液中含有 Na^+ ，不含 Cl^- ；根据上述分析，一定含有的离子是 Na^+ 、 H^+ 、 SO_4^{2-} ，肯定没有的离子是 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 Cu^{2+} ，选项 B 正确。

3. A、B、C、D 四种可溶性盐，其阳离子分别是 Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ 中的某一种，阴离子分别是 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^- 中的某一种。现做以下实验：
① 将四种盐各取少量，分别溶于盛有 5 mL 蒸馏水的 4 支试管中，只有 B 盐溶液呈蓝色。
② 分别向 4 支试管中加入 2 mL 稀盐酸，发现 A 盐溶液中产生白色沉淀，C 盐溶液中有较多气泡产生，而 D 盐溶液无明显现象。

(1) 根据上述实验事实，推断这四种盐的化学式分别为 A. _____；B. _____；C. _____；D. _____。

(2) 写出下列反应的离子方程式：

- ① $\text{A} + \text{D} \rightarrow$: _____。
② $\text{B} + \text{D} \rightarrow$: _____。
③ $\text{C} + \text{HCl} \rightarrow$ 气体 : _____。

解析：由于这四种盐均可溶，则 Ba^{2+} 不可能与 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 组合， Cu^{2+} 不可能与 CO_3^{2-} 组合， Ag^+ 只能与 NO_3^- 组合。由实验①可知，B 为铜盐 (Cu^{2+} 在水溶液中呈蓝色)。由实验②可知，A 为 AgNO_3 (与盐酸反应生成 AgCl 白色沉淀)，C 为碳酸盐 (CO_3^{2-} 与盐酸反应生成 CO_2 气体)，只能是 Na_2CO_3 ，则剩余阳离子为 Ba^{2+} ，与 Cl^- 形成 BaCl_2 ，与盐酸不反应，即为 D，而铜盐 B 一定是 CuSO_4 。

答案：(1) AgNO_3 CuSO_4 Na_2CO_3 BaCl_2

(2) ① $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$

② $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

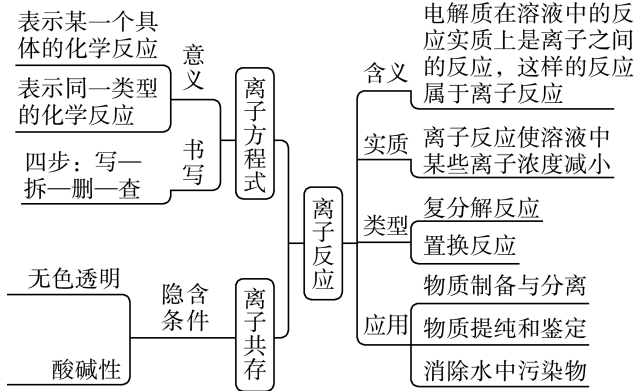
③ $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

任务总结

利用四个原则突破离子推断

肯定性原则	根据实验现象推出溶液中肯定存在或肯定不存在的离子
互斥性原则	在肯定某些离子存在的同时，结合离子共存规律，否定一些离子存在
电中性原则	溶液呈电中性，一定既有阳离子，又有阴离子，且溶液中正、负电荷总数相等
进出性原则	实验过程中，一定注意反应生成的离子或引入的离子对后续实验的干扰

提质归纳



课后素养评价(四)

基础性·能力运用

知识点 1 离子反应及离子方程式的书写

1.关于离子反应，下列说法正确的是 ()

- A.参加离子反应的物质一定都是电解质
- B.任何一种离子的浓度在离子反应中一定减小
- C.自由离子之间的反应不能在固体物质中进行
- D.没有沉淀、气体、水生成的反应就不是离子反应

C 解析：参加离子反应的物质不一定是电解质，如 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 中 Fe 既不是电解质也不是非电解质，A 错误；离子反应中不是每一种离子的浓度都减小，B 错误；电解质在固态时不能发生电离，C 正确；没有沉淀、气体、水生成的反应也可能是离子反应，如 $\text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- = \text{CH}_3\text{COOH}$ ，D 错误。

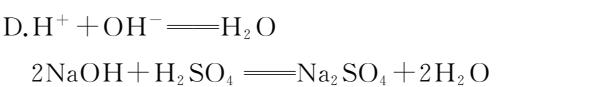
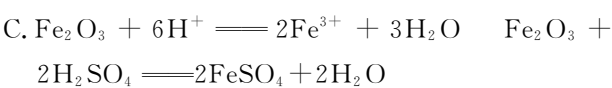
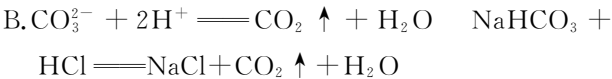
2.下列反应的离子方程式书写正确的是 ()

- A.向硫酸铁溶液中加入铜粉： $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$
- B.向氢氧化钡溶液中加入硫酸铜溶液： $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
- C.向碳酸氢钠溶液中通入氯化氢： $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- D.向氨水中通入少量二氧化硫： $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

D 解析：A 中电荷不守恒；B 中漏掉了 OH^- 和 Cu^{2+} 的反应；C 中 HCO_3^- 不能拆。

3.下列离子方程式改写成化学方程式正确的是 ()

- A. $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ $\text{MgCO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaCO}_3$



D 解析： $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ 表示可溶性镁盐和可溶性强碱反应生成氢氧化镁沉淀，而 MgCO_3 不溶于水，不能拆成离子，A 项错误； $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 表示可溶性碳酸盐和可溶性强酸反应， HCO_3^- 不能拆成 CO_3^{2-} 和 H^+ 形式，B 项错误； $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 表示氧化铁与可溶性强酸反应生成铁盐和水，不能生成硫酸亚铁和水，C 项错误； $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 表示可溶性强酸和可溶性强碱反应生成水，氢氧化钠属于可溶性强碱，硫酸属于可溶性强酸，二者均能拆成离子形式，离子方程式改写成化学方程式正确，D 项正确。

知识点 2 离子方程式的意义

4.下列能用离子方程式 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 表示的是 ()

- A. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和稀硫酸的反应
- B. NaOH 溶液和盐酸的反应
- C. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和稀硫酸的反应
- D. NaOH 溶液和 CO_2 的反应

B 解析：A 项，离子方程式应为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- +$

$2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$; C 项, 离子方程式为 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$; D 项, 离子方程式为 $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

5. 离子方程式 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 表示 ()

- A. 碳酸盐与盐酸之间的反应
- B. 一切碳酸盐与一切酸之间的反应
- C. 可溶性碳酸盐与强酸之间的反应
- D. 可溶性碳酸盐与一切酸之间的反应

C 解析: CO_3^{2-} 只代表可溶性的碳酸盐, 因此选项 A 和 B 都不正确; H^+ 只代表强酸而不是一切酸(如弱酸 H_2S 、 HF 、 CH_3COOH 等均不能用 H^+ 表示)。

知识点 3 离子共存

6. 下列各组离子在溶液中可大量共存的是 ()

- A. NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 K^+ 、 OH^-
- B. H^+ 、 Ba^{2+} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}

C. K^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+

D. Ca^{2+} 、 NO_3^- 、 Na^+ 、 CO_3^{2-}

C 解析: 在溶液中能发生离子反应的离子不能共存, A 项中 NH_4^+ 、 OH^- 不能大量共存; B 项中的 Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 不能大量共存; D 项中 Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 不能大量共存。

7. 在某无色透明的强酸性溶液中, 能共存的离子组是 ()

- A. Na^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^-
- B. Cu^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- C. Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
- D. Fe^{3+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

C 解析: 因为是无色的溶液, 排除了含有带颜色离子的 B、D 两项, 酸性溶液中含有氢离子, 氢离子与碳酸氢根离子反应生成二氧化碳气体, A 项也不符合题意。

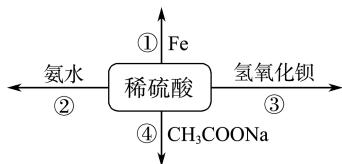
综合性·创新提升

8. 能够用来鉴别氯化钡、氯化钠、碳酸钠三种物质的试剂是 ()

- A. AgNO_3 溶液
- B. H_2SO_4 溶液
- C. HCl 溶液
- D. HNO_3 溶液

B 解析: AgNO_3 与三种物质反应均生成白色沉淀, 无法鉴别, 故 A 不符合题意; H_2SO_4 与氯化钡反应生成白色沉淀, 与碳酸钠反应生成气体, 与氯化钠不反应无明显现象, 三者现象不同, 故可以鉴别, 故 B 符合题意; HCl 与氯化钡、氯化钠均不反应, 无法鉴别, 故 C 不符合题意; HNO_3 与氯化钡、氯化钠均不反应, 无法鉴别, 故 D 不符合题意。

9. 在稀硫酸中分别加入下列物质, 反应的离子方程式正确的是 ()



- A. $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
- B. $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
- C. $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$
- D. $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ = \text{CH}_3\text{COOH}$

D 解析: Fe 与稀硫酸反应生成硫酸亚铁和氢气, 正确的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2 \uparrow + \text{Fe}^{2+}$, A 错误; 一水合氨为弱碱, 不能拆开写, 正确的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4^+$, B 错误; 氢氧化钡与稀硫酸反应时生成硫酸钡和水, 正确的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, C 错误; 稀硫酸与醋酸钠反应生成硫酸钠和醋酸, 离子方程式正确, D 正确。

10. 某混合溶液中所含离子的个数如表所示, 则 M 离子可能为 ()

所含离子	NO_3^-	SO_4^{2-}	H^+	M
个数	$2a$	a	$2a$	a

- A. Cl^-
- B. Ba^{2+}
- C. Na^+
- D. Mg^{2+}

D 解析: 该溶液中阴离子所带的负电荷数为 $2a \times 1 + a \times 2 = 4a$, 而 H^+ 所带的正电荷数为 $2a \times 1 = 2a$, 所以 M 应为阳离子, 且带两个正电荷。因为 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 不能共存于同一溶液中, 所以 M 离子应为 Mg^{2+} 。

11. 离子方程式 $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{Ba}^{2+}$ 中的 H^+ 可能来自下列物质中的 ()

- A. CH_3COOH
- B. H_2SO_4
- C. HNO_3
- D. NaHSO_4

C 解析：根据离子方程式可知该物质能完全电离出氢离子，因此可以是强酸，例如盐酸和硝酸， CH_3COOH 是弱酸，不符合。由于硫酸钡比碳酸钡还难溶，所以不能是硫酸和硫酸氢钠。

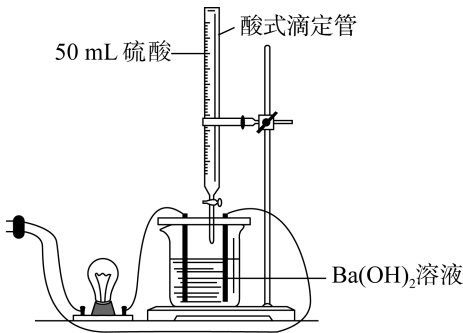
12. 下列离子能大量共存的是 ()

- A. 使酚酞溶液呈红色的溶液中： NH_4^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-}
- B. 无色透明的溶液中： Mg^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- C. 含有大量 Ba^{2+} 的溶液中： Na^+ 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- D. 使石蕊溶液呈红色的溶液中： NH_4^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^-

B 解析：使酚酞溶液呈红色的溶液呈碱性， NH_4^+ 、 OH^- 之间发生反应，不能大量共存，故 A 错误； Mg^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 之间不反应，且都是无色离子，能够大量共存，故 B 正确； Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 之间反应生成难溶物硫酸钡，不能大量共存，故 C 错误；使石蕊溶液呈红色的溶液呈酸性， H^+ 、 CO_3^{2-} 之间发生反应，不能大量共存，故 D 错误。

13. 为证实 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和硫酸的反应是离子反应，实验设计和过程如下：

按如图所示连接好装置，向烧杯中加入 25 mL 一定浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和 2 滴酚酞溶液，再一边不断地滴加相同浓度的硫酸，一边轻轻振荡。请完成下列内容：



(1) 实验现象及分析：

① 溶液颜色的变化为 _____，原因是 _____。

② 灯泡亮度的变化为 _____，原因是 _____。

③ 溶液变浑浊，原因是 _____。

(2) 实验结论：稀硫酸与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的实质是 _____ (用离子方程式表示)。

解析：要证实 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 H_2SO_4 溶液的反应是离子反应，则需证明发生反应的离子浓度发生了变化，而离子浓度变化和溶液导电性是有联系的，分析反应原理及实验设计过程，则该题不难作答。

答案：(1) ① 由红色逐渐变为浅红色，最后颜色褪去 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 电离出的 OH^- 与 H_2SO_4 电离出的 H^+ 中和生成 H_2O ，使烧杯中的 OH^- 浓度逐渐减小，红色逐渐褪去

② 随着 H_2SO_4 溶液的不断加入，灯泡亮度由明到暗直至熄灭，再逐渐变亮 开始时，溶液中的离子浓度逐渐减小，故灯泡变暗，当烧杯中的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 完全反应时灯泡熄灭，后再加 H_2SO_4 ，离子浓度又变大，灯泡又变亮

③ Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 结合生成了 BaSO_4 沉淀
(2) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

第三节 氧化还原反应

第 1 课时 氧化还原反应

学习任务目标

1. 知道氧化还原反应的实质,能利用氧化还原反应对常见反应进行分析说明。
2. 能从化合价升降、电子得失或共用电子对偏移的角度理解氧化还原反应的实质,并能用双线桥或单线桥表示电子转移的情况。
3. 能以氧化还原反应转化关系为依据,串联起相关的概念并加以辨析。

问题式预习

一、多角度认识氧化还原反应

1. 从得失氧的角度认识氧化还原反应

(1) 反应特点分析

对于有氧元素参加的反应 $2\text{CuO} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$:

- ① 氧化铜失去氧,发生还原反应,被碳还原。
- ② 碳得到氧,发生氧化反应,被氧化铜氧化。

(2) 结论:一种物质被氧化,同时另一种物质被还原的反应叫氧化还原反应。

2. 从元素化合价升降的角度认识氧化还原反应

(1) 反应特点分析

对于无氧元素参加的反应 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$:

铜元素化合价降低,CuSO₄ 发生还原反应。铁元素化合价升高,Fe 发生氧化反应。

(2) 结论

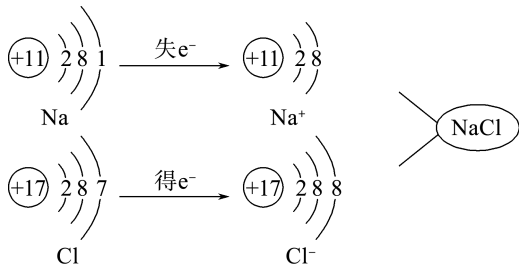
- ① 物质所含元素化合价升高的反应是氧化反应;
- ② 物质所含元素化合价降低的反应是还原反应;
- ③ 凡是有元素化合价升降的反应,都是氧化还原反应。

3. 从电子转移的角度认识氧化还原反应

(1) 在 $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaCl}$ 的反应过程中:

① 该反应中,氯原子和钠原子之间发生了电子的得失,分别形成阴离子和阳离子,元素的化合价发生了变化。

② 反应过程中相应变化关系图:



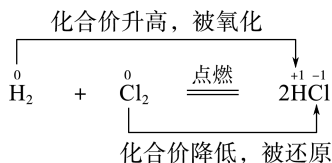
(2) 在 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$ 的反应过程中:

① 氢原子和氯原子都不易失去电子,都可获得 1 个电子形成稳定结构,二者只能形成共用电子对,使双方最外电子层都达到稳定结构。

② 共用电子对偏向于吸引力稍强的氯原子,氯元素的化合价降低,氯气被还原,发生了还原反应。

③ 共用电子对偏离于吸引力稍弱的氢原子,氢元素的化合价升高,氢气被氧化,发生了氧化反应。

④ 反应过程中相应变化关系图:

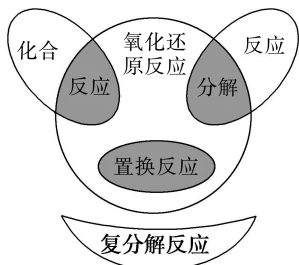


4. 氧化还原反应的特征和本质

(1) 特征:元素化合价升降。

(2) 本质:电子转移(电子得失或共用电子对偏移)。

二、四种基本反应类型与氧化还原反应的关系



根据图示用“一定”或“不一定”填空:

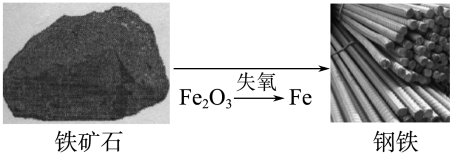
- (1) 化合反应不一定是氧化还原反应;有单质参加的化合反应一定是氧化还原反应。
- (2) 分解反应不一定是氧化还原反应;有单质生成的分解反应一定是氧化还原反应。
- (3) 置换反应一定是氧化还原反应。
- (4) 复分解反应一定不是氧化还原反应。

任务型课堂

任务一 氧化还原反应的概念、本质

[探究活动]

生活中许多钢铁材质的物品容易生锈。生锈的过程可简单表示为 $\text{Fe} \xrightarrow{\text{得氧}} \text{Fe}_2\text{O}_3$ 。现代工业中冶炼钢铁可以简单表示为



活动1 结合上述材料分析, $\text{Fe} \xrightarrow{\text{得氧}} \text{Fe}_2\text{O}_3$ 属于什么反应? 铁元素的化合价有何变化? 那 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{失氧}} \text{Fe}$ 过程如何?

提示: 氧化反应, 铁元素的化合价升高; 还原反应, 铁元素的化合价降低。

活动2 铁粉和硫黄粉混匀后加热, 发生反应 $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$, 反应中铁元素和硫元素的化合价有何变化? 该反应是否属于氧化还原反应?

提示: 铁元素的化合价升高, 硫元素的化合价降低。反应中有元素化合价的变化, 属于氧化还原反应。

[评价活动]

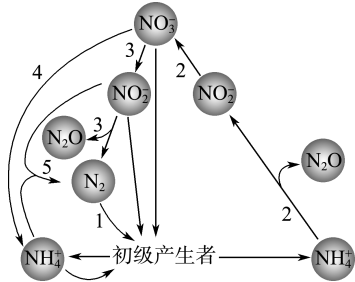
1. 下列关于氧化还原反应的叙述正确的是 ()

- A. H_2 还原 CuO 的反应只属于还原反应
- B. 置换反应都是氧化还原反应, 所以 $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 既是置换反应又是氧化还原反应

- C. $3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{电火花}} 2\text{O}_3$ 是氧化还原反应
- D. 复分解反应一定不是氧化还原反应

D 解析: 氧化还原反应是一个整体, 氧化反应和还原反应必然同时发生在同一个反应中, 在反应 $\text{H}_2 + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 中, CuO 失去氧被还原, 发生还原反应, H_2 得到氧被氧化, 发生氧化反应, A 错误; 置换反应都是氧化还原反应, 但 CO 与 Fe_2O_3 的反应不是置换反应, B 错误; C 中反应前后氧元素的化合价没变化, 不是氧化还原反应, C 错误; 复分解反应只是反应物互相交换成分重新组合成新的物质, 没有电子转移, 所以复分解反应一定不是氧化还原反应, D 正确。

2. 氮循环是海洋生态系统的基础和关键, 其中无机氮循环过程如图所示。下列关于海洋无机氮循环的说法中, 不正确的是 ()



- A. 过程 2 中, 可能需要 O_2 参与反应
- B. 过程 3 中, 发生的反应均为还原反应
- C. 过程 4 中, 生成 1 个 NH_4^+ 至少转移 8 个电子
- D. 过程 5 中, 反应后氮元素的化合价均降低

D 解析: 过程 2 中, NH_4^+ 、 N_2O 、 NO_2^- 、 NO_3^- 中氮元素的化合价依次为 -3 、 $+1$ 、 $+3$ 、 $+5$ 价, 氮元素的化合价在不断升高, 需要外加氧化剂, 故有可能需要氧气参加反应, A 正确; 过程 3 中, NO_3^- 、 NO_2^- 、 N_2O 中氮元素化合价依次为 $+5$ 、 $+3$ 、 $+1$ 价, 化合价依次降低, 故发生的反应均为还原反应, B 正确; 过程 4 中, NO_3^- 转化为 NH_4^+ , 氮元素的化合价由 $+5$ 价变为 -3 价, 故生成 1 个 NH_4^+ 至少转移 8 个电子, C 正确; 过程 5 中, NH_4^+ 转化为 N_2 , 氮元素化合价由 -3 价变为 0 价, 化合价升高, D 错误。

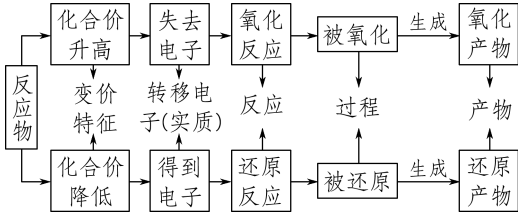
3. 下列变化过程中, 属于氧化反应的是 ()

- A. $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}^{2+}$
- B. $\text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2$
- C. $\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}$
- D. $\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+}$

D 解析: 物质所含元素化合价升高的反应为氧化反应。

任务总结

1. 氧化还原反应概念间的关系



2. 氧化还原反应中的 3 个“不一定”

- (1) 一种元素被氧化, 不一定有另一种元素被还原。如 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 中, 被氧化和被还原的元素都是氯元素。
- (2) 有单质参加或生成的反应不一定是氧化还原反应。如同素异形体之间的相互转化不属于氧化还原反应。
- (3) 元素由化合态变为游离态时, 该元素不一定被还原, 如 $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2$, 氯元素是被氧化。

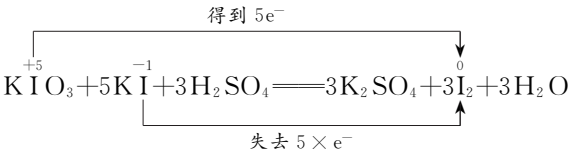
任务二 氧化还原反应电子转移的表示方法

[探究活动]

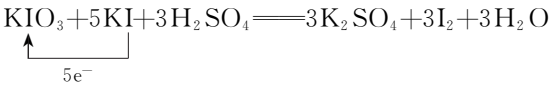
碘缺乏病是机体因缺碘导致的疾病,即地方性甲状腺肿大,主要病因是环境缺碘,人体摄取碘不足。
我国政府对碘缺乏病相当重视,为了消除碘缺乏病,在食盐中加入适量的碘酸钾。
检验食盐中是否加碘,可用如下反应:
$$\text{KIO}_3 + 5\text{KI} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$$

活动1 请分别用单线桥法和双线桥法标出该反应电子转移的方向和数目。

提示:双线桥:



单线桥:

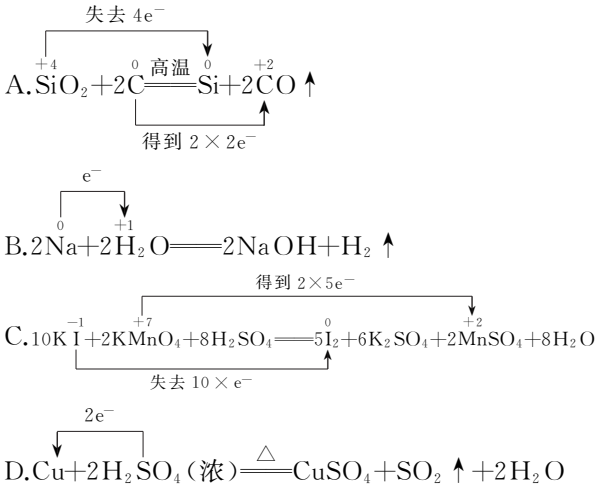


活动2 在用双线桥法表示电子转移情况时,两个线桥上表示的电子总数有何关系?

提示:两个线桥上电子总数相等。

[评价活动]

1. 下列反应中,电子转移的表示方法正确的是 ()

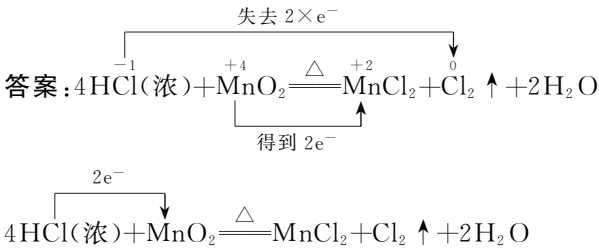


解析: $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Si}$, 硅元素化合价由 +4 价降低到 0 价, 得到电子, $\text{C} \rightarrow \text{CO}$, 碳元素化合价由 0 价升高到 +2 价, 失去电子, A 错误; $2\text{Na} \rightarrow 2\text{NaOH}$, 共失去 2e^- , B 错误; $\text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4$, 铜元素化合价升高, 失电子, $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2$, 硫元素化合价降低, 得电子, 箭头指向错误, D 错误。

2. 分析反应
$$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$$

$\text{Cl}_2 \uparrow$, 用双线桥法和单线桥法标出电子转移的方向和数目。

解析: $\text{Cl}^{-1} \rightarrow \text{Cl}^0$, HCl 失去电子; $\text{Mn}^{+4} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$, MnO_2 得到电子。



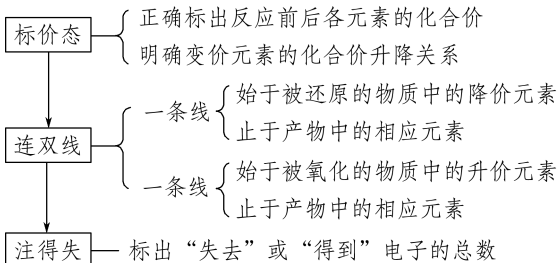
3. 对于反应
$$2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$$
, 生成 1 分子 O_2 时, 转移电子数为 _____。

解析: 每生成 1 分子 O_2 转移电子数为 $2 \times 2 = 4$ 。

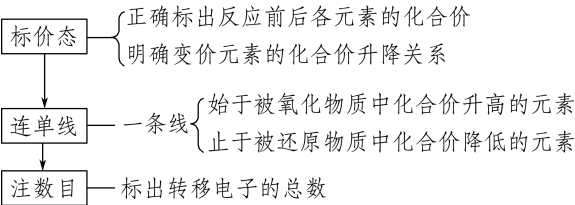
答案: 4

任务总结

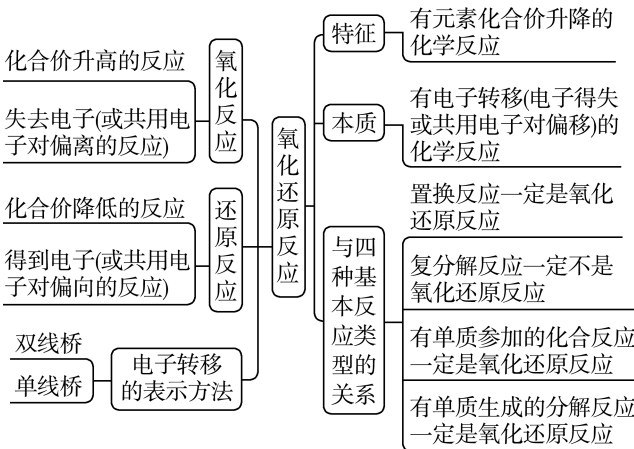
1. 用双线桥法表示电子转移的方向和数目



2. 用单线桥法表示电子转移的方向和数目



► 提质归纳



课后素养评价(五)

基础性·能力运用

知识点 1 氧化还原反应的概念

1. 古诗词是古人为我们留下的宝贵精神财富, 下列诗句涉及氧化还原反应的是 ()

- A. 花气袭人知骤暖, 鹊声穿树喜新晴
- B. 千淘万漉虽辛苦, 吹尽狂沙始到金
- C. 千锤万凿出深山, 烈火焚烧若等闲
- D. 爆竹声中一岁除, 春风送暖入屠苏

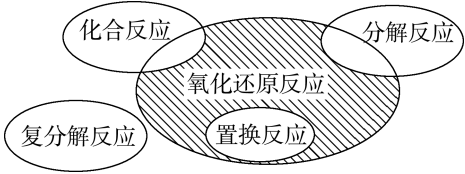
D 解析: A 项, 诗句的描述没有涉及化学反应; B 项, 沙里淘金属于物理变化, 不涉及化学反应; C 项, 诗句中涉及的反应有 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$, 不是氧化还原反应; D 项, 爆竹爆炸过程中, 火药燃烧属于氧化还原反应。

2. 下列物质在给定条件下的转化均不涉及氧化还原反应的是 ()

- A. $\text{Fe}_3\text{O}_4 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{CO}} \text{Fe} \xrightarrow{\text{盐酸}} \text{FeCl}_2$
- B. $\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{O}_2 \xrightarrow[\text{点燃}]{\text{H}_2} \text{H}_2\text{O}$
- C. $\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{盐酸}} \text{CO}_2$
- D. $\text{FeSO}_4 \text{ 溶液} \xrightarrow{\text{NaOH 溶液}} \text{Fe}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{加热}} \text{Fe}_2\text{O}_3$

C 解析: Fe_3O_4 与 CO 反应生成 Fe 和 CO_2 以及 Fe 与盐酸反应都属于氧化还原反应, A 错误; H_2O_2 受热分解生成水和 O_2 , O_2 与 H_2 反应生成水, 均涉及氧化还原反应, B 错误; C 项的两反应都是复分解反应, 均无元素化合价发生变化, 均不涉及氧化还原反应; D 项 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 受热分解生成 Fe_2O_3 和水, 涉及氧化还原反应。

3. 氧化还原反应与四种基本反应类型的关系如下图所示, 则下列化学反应属于阴影部分的是 ()



- A. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$
- C. $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
- D. $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$

A 解析: 从图中可以得出, 阴影部分的反应, 不属于化合反应、不属于分解反应、不属于置换反应, 但

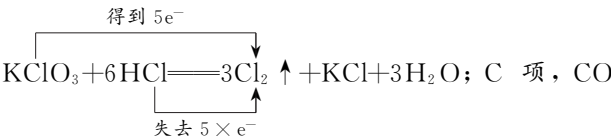
属于氧化还原反应。反应 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 属于燃烧反应, 属于氧化还原反应, 但不属于化合反应、不属于分解反应、不属于置换反应, A 符合题意; 反应 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 的反应物只有一种, 属于分解反应, B 不符合题意; 反应 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的生成物只有一种, 属于化合反应, C 不符合题意; 反应 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 中, 单质 Fe 与可溶性铜盐反应, 生成 Cu 和可溶性亚铁盐, 属于置换反应, D 不符合题意。

知识点 2 电子转移的表示方法

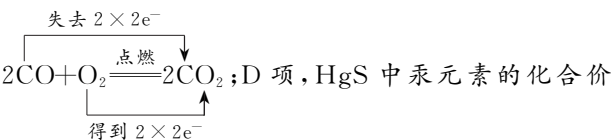
4. 下列化学方程式中, 电子转移的方向和数目都正确的是 ()

- A. $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = 3\text{Cl}_2 \uparrow + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
失去 $6 \times e^-$
得到 $6e^-$
- B. $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
失去 $2 \times e^-$
得到 $2e^-$
- C. $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$
失去 $2e^-$
得到 $2e^-$
- D. $\text{HgS} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Hg} + \text{SO}_2$
得到 $2e^-$
失去 $2e^-$

B 解析: A 项, KClO_3 中的氯元素的化合价由 +5 价降到 0 价, 正确的表示方法为

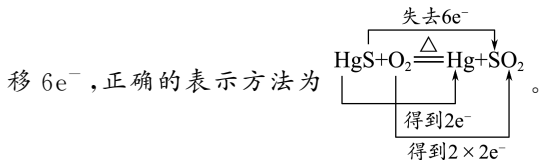


中碳元素的化合价由 +2 价升到 +4 价, 转移 $2e^-$, 反应中 CO 的化学计量数为 2, 正确的表示方法为



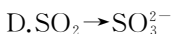
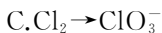
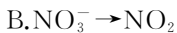
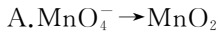
由 +2 价降到 0 价, 转移 $2e^-$, O_2 中氧元素的化合

价由 0 价降到 -2 价, 转移 $2e^- \times 2$, 故反应中共转



知识点 3 氧化还原反应的实质和特征

5. 下列变化没有发生电子转移的是 ()



D 解析: $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$ 中 Mn 元素化合价降低, 有电子转移, A 错误; $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$ 中 N 元素化合价降低, 有电子转移, B 错误; $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClO}_3^-$ 中 Cl 元素化合价升高, 有电子转移, C 错误; $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3^{2-}$ 中元素的化合价均没有发生变化, 没有电子转移, D 正确。

6. 铜在潮湿的空气中会生锈: $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 。下列关于该反应的说法不正确的是 ()

A. 该反应属于化合反应

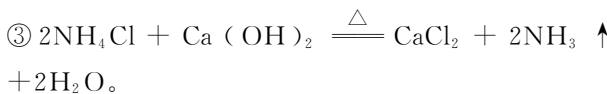
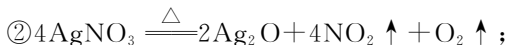
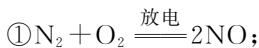
B. 该反应中氧元素和铜元素的化合价发生了变化, 所以是氧化还原反应

C. 该反应中铜原子得电子, 被氧化

D. 该反应中 O_2 发生了还原反应

C 解析: 在该反应中, 铜原子失去电子, 铜元素的化合价由 0 价升高到 $+2$ 价, Cu 被氧化; 氧原子得到电子, 氧元素的化合价由 0 价降低到 -2 价, O_2 发生还原反应。该反应是化合反应, 也是氧化还原反应。

7. 在下列三个化学反应中, 按氮元素被氧化、被还原、既不被氧化又不被还原的顺序排列, 正确的是 ()



A. ①②③

B. ②①③

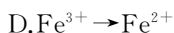
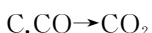
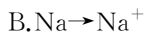
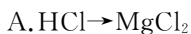
C. ③②①

D. ③①②

A 解析: ① $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$, 氮元素化合价升高, 氮元素被氧化; ② $4\text{AgNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag}_2\text{O} + 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, 氮元素化合价降低, 氮元素被还原; ③ $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 氮元素的化合价没有变化, 即氮元素既不被氧化又不被还原; 则按氮元素被氧化、被还原、既不被氧化又不被还原的顺序排列, 应为 ①②③。

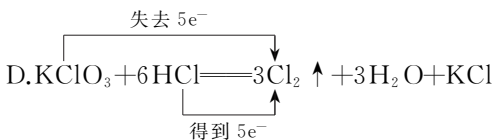
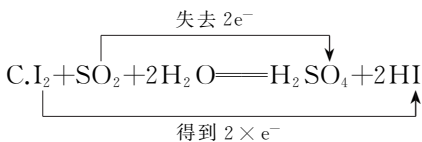
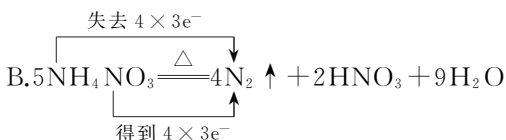
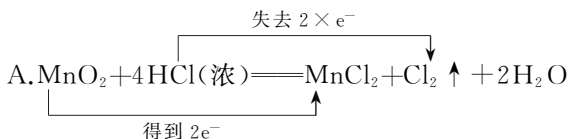
综合性·创新提升

8. 下列变化过程一定属于还原反应的是 ()



D 解析: 发生还原反应的过程中某些元素的化合价降低。A 项, 氯元素的化合价不变; B 项, 钠元素的化合价升高, 属于氧化反应; C 项, 碳元素的化合价升高, 属于氧化反应; D 项, 铁元素的化合价降低, 属于还原反应。

9. 下列氧化还原反应所标的电子转移情况没有错误的是 ()



A 解析: A 项反应, Mn 元素的化合价由 $+4$ 价降低为 $+2$ 价, 得到 $2e^-$, Cl 元素的化合价由 -1 价升高为 0 价, 失去 $2 \times e^-$, A 项正确; B 项反应, 硝酸铵中铵根所含 N 元素的化合价由 -3 价升高为 0 价, 共失去 $5 \times 3e^-$, 硝酸铵中硝酸根所含 N 元素的化合价由 $+5$ 价降低为 0 价, 共得到 $3 \times 5e^-$, B 项错误; C 项反应, I 元素的化合价由 0 价降低为 -1 价, 共得到 $2 \times e^-$, S 元素的化合价由 $+4$ 价升高为 $+6$ 价, 失去 $2e^-$, 不是 O 元素失电子, C 项错误; D 项反应, 氯酸钾中 Cl 元素的化合价由 $+5$ 价降低为 0

价,得到 $5e^-$, HCl 中 Cl 元素的化合价由 -1 价升高为 0 价,失去 $5 \times e^-$, D 项错误。

10. 制备单质硅时,主要发生以下化学反应:① $SiO_2 + 2C \xrightarrow{\text{高温}} Si + 2CO \uparrow$; ② $Si + 2Cl_2 \xrightarrow{\text{高温}} SiCl_4$; ③ $SiCl_4 + 2H_2 \xrightarrow{\text{高温}} Si + 4HCl$ 。下列对这三个反应的叙述中,不正确的是 ()

- A. ①③为置换反应
- B. ①②③均为氧化还原反应
- C. ②为化合反应
- D. 三个反应的反应物中硅元素均被氧化

D 解析:三个反应中均有元素化合价的变化,所以它们都是氧化还原反应;反应①③中硅元素被还原,反应②中硅元素被氧化。

11. “铜绿”即铜锈,它的主要成分是 $Cu_2(OH)_2CO_3$ (碱式碳酸铜)。铜在潮湿的空气中生锈的化学反应为 $2Cu + O_2 + CO_2 + H_2O = Cu_2(OH)_2CO_3$ 。下列有关该反应的说法正确的是 ()

- A. 该反应不是氧化还原反应
- B. 该反应中氧元素和碳元素的化合价发生了变化,所以是氧化还原反应
- C. 该反应中铜得电子, O_2 失电子,所以是氧化还原反应
- D. 该反应是氧化还原反应,变价的只有两种元素

D 解析:该反应是氧化还原反应,铜失去电子,被氧化, O_2 得到电子,被还原。

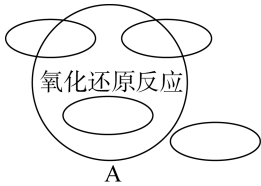
12. $NaBH_4$ 溶于水并和水反应: $NaBH_4 + 2H_2O = NaBO_2 + 4H_2 \uparrow$, 下列说法正确的是 (提示: $NaBH_4$ 中氢元素的化合价为 -1 价) ()

- A. $NaBH_4$ 中的氢原子得到电子,转化为 H_2
- B. $NaBH_4$ 中的 Na 失去 1 个电子
- C. 硼元素被氧化,氢元素被还原
- D. 被氧化与被还原的元素质量比为 $1:1$

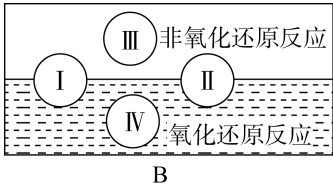
D 解析:根据 $NaBH_4 + 2H_2O = NaBO_2 + 4H_2 \uparrow$ 知
化合价降低,得 $4 \times e^-$, 被还原
化合价升高,失 $4 \times e^-$, 被氧化

$NaBH_4$ 中的氢原子失去电子,转化为 H_2 , A 错误;反应前后钠元素的化合价没有变化, B 错误; H_2O 中的氢原子得到电子,转化为 H_2 , $NaBH_4$ 中氢元素被氧化, H_2O 中氢元素被还原, C 错误;由化学方程式可以看出被氧化的氢元素的原子数为 4,被还原的氢元素的原子数也为 4,所以被氧化与被还原的元素质量比为 $1:1$, D 正确。

13. (1) A 图表示四种基本反应类型与氧化还原反应的关系,请在 A 图中用阴影部分表示反应: $H_2 + CuO \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$ 所属的区域。

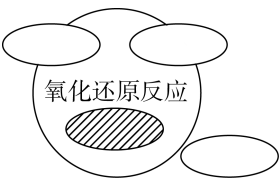


(2) 四种基本反应类型与氧化还原反应的关系也可用 B 图表示,其中 I 为化合反应,则 II 为 _____ 反应。写出有水生成的符合反应类型 III 的一个化学方程式: _____。



解析: (1) $H_2 + CuO \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$ 属于置换反应,而置换反应全部属于氧化还原反应。(2) I 为化合反应,则 II 为分解反应, III 为复分解反应, IV 为置换反应。中和反应属于复分解反应,且有水生成,如 $HCl + NaOH = NaCl + H_2O$ 。

答案: (1)



(2) 分解 $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$ (或其他合理答案)

第2课时 氧化剂和还原剂

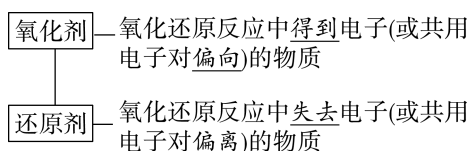
学习任务目标

- 1.能辨析氧化剂、还原剂、氧化性、还原性等基本概念,能从物质类别、化合价角度分析物质的氧化性及还原性。
- 2.能利用电子守恒进行有关计算,形成简单计算模型。

问题式预习

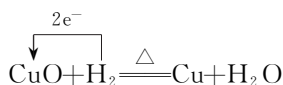
一、氧化剂和还原剂

1.概念



2.氧化剂和还原剂的关系

在氧化还原反应中,电子从还原剂转移到氧化剂,
例如:



CuO 为氧化剂,H₂ 为还原剂。

3.氧化性和还原性

(1)氧化性:即得到电子的能力。氧化剂具有氧化性,反应时本身被还原。

(2)还原性:即失去电子的能力。还原剂具有还原性,反应时本身被氧化。

4.中学化学中常见氧化剂和还原剂

(1)氧化剂:活泼的非金属单质(如 O₂、Cl₂)以及浓硫酸、HNO₃、KMnO₄、FeCl₃ 等。

(2)还原剂:活泼的金属单质(如 Al、Zn、Fe)以及 C、H₂、CO、KI 等。

二、氧化还原反应对生产和生活的影响

1.正面影响:金属的冶炼、电镀、燃料的燃料、光合作用。

2.负面影响:易燃物的自燃、食物的腐烂、钢铁的锈蚀。

任务型课堂

任务一 氧化剂和还原剂

1.制备 Cu₂O 的一种方法为 $\text{Zn} + 2\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\quad} \text{Cu}_2\text{O} + \text{ZnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。下列有关该反应的说法正确的是 ()

- A.Zn 得到电子
B.CuSO₄ 被氧化
C.NaOH 是还原剂
D.CuSO₄ 是氧化剂

D 解析:该反应过程中,Zn 从 0 价升高到+2 价,Cu 从+2 价降低到+1 价。锌元素化合价升高,失去电子,A 错误;CuSO₄ 中铜元素化合价降低,CuSO₄ 是该反应的氧化剂,被还原生成 Cu₂O,B 错误,D 正确;参加反应的 NaOH 中 Na、O、H 各元素化合价都没有发生变化,所以 NaOH 既不是该反应的氧化剂,也不是该反应的还原剂,C 错误。

2.ClO₂ 是目前国际上公认的高效、广谱、快速、安全的杀菌剂。工业上制 ClO₂ 的化学反应为 $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\quad} 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaHSO}_4$ 。下列有关该反应的说法正确的是 ()

- A.SO₂ 是氧化剂
B.NaClO₃ 被氧化
C.SO₂ 发生还原反应
D.ClO₂ 为还原产物

D 解析:在反应 $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\quad} 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaHSO}_4$ 中,SO₂ 中的硫元素化合价升高(+4→+6),失去电子被氧化,是还原剂,NaHSO₄ 为氧化产物;NaClO₃ 中的氯元素化合价降低(+5→+4),得到电子被还原,是氧化剂,ClO₂ 为还原产物,故 D 正确。

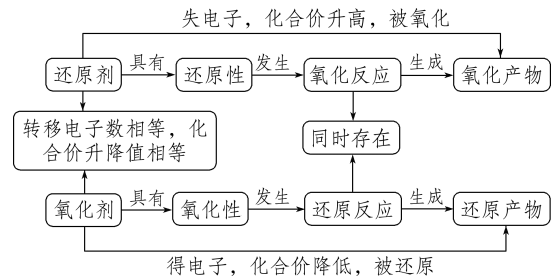
3.(2022·山东卷)古医典富载化学知识,下述之物见其氧化性者为 ()

- 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:“虽被火亦未熟”是指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 不符合题意;石灰(CaO):“以水沃之,即热蒸而解”是指 CaO 发生反应 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$,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 不符合题意;石硫黄(S):“能化金、银、铜、铁奇物”是指发生反应 $2\text{Ag} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Ag}_2\text{S}$ 、 $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ 、 $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}$,反应中 S 为氧化剂,与其氧化性有关,C 符合题意;石钟乳(CaCO₃):“色黄,以苦酒(醋)洗刷则白”是指 $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,未发生氧化还原反应,与其氧化性无关,D 不符合题意。

任务总结

氧化还原反应知识结构模型



记忆口诀:氧→得→降→还→还→还
还→失→升→氧→氧→氧
即:氧化剂→得到电子→所含元素的化合价降低→被还原→发生还原反应→得到还原产物;
还原剂→失去电子→所含元素的化合价升高→被氧化→发生氧化反应→得到氧化产物。

任务二 氧化性、还原性强弱的比较

[探究活动]

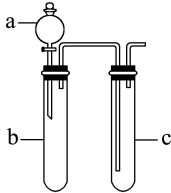
高锰酸钾消毒剂,俗称灰锰氧、PP 粉,是一种常用的消毒剂。

已知反应:① $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$,② $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$ 。

活动 1 上述反应能否确定 KMnO_4 、 Cl_2 、 Br_2 氧化性的强弱?

提示:根据同一氧化还原反应中氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性可知,氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2$ 。

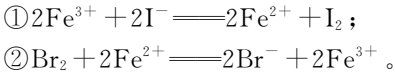
活动 2 利用如图所示装置,设计实验,证明 KMnO_4 、 Cl_2 、 Br_2 氧化性的强弱,限选试剂: KBr 溶液、 KMnO_4 溶液、浓盐酸(已知 Cl_2 是一种黄绿色的气体, Br_2 是深红棕色挥发性液体,微溶于水,水溶液呈橙色)。



提示:装置 a 中放入浓盐酸, b 中放入 KMnO_4 溶液, c 中放入 KBr 溶液;打开分液漏斗活塞,装置 a 中浓盐酸与 b 中 KMnO_4 混合,高锰酸钾紫色褪去,生成黄绿色气体,可证明氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2$; c 中溶液颜色变为橙色,说明有 Br_2 生成,证明氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$ 。

[评价活动]

1. 根据离子方程式:



可判断离子的还原性从强到弱的顺序是 ()

- A. $\text{Br}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{I}^-$ B. $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$
C. $\text{Br}^- > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$ D. $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^- > \text{Br}^-$

B 解析:根据同一氧化还原反应中,还原性:还原剂 > 还原产物进行判断。①中,还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$, ②中,还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ 。

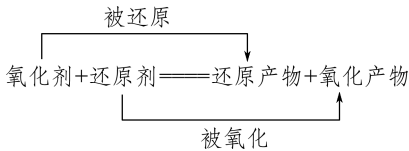
2. 已知 Co_2O_3 在酸性溶液中易被还原成 Co^{2+} , Co_2O_3 、 Cl_2 、 FeCl_3 、 I_2 的氧化性依次减弱。下列反应的化学方程式不正确的是 ()

- A. $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeI}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeI}_3$
B. $\text{Cl}_2 + \text{FeI}_2 = \text{FeCl}_2 + \text{I}_2$
C. $\text{Co}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
D. $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

A 解析:结合题给信息:氧化性: $\text{Co}_2\text{O}_3 > \text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{I}_2$,可推知还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{Co}^{2+}$,然后根据氧化剂先氧化强还原剂的规律,可知 A 项中 Cl_2 应该先氧化 I^- 后氧化 Fe^{2+} ,所以 A 项错误。

任务总结

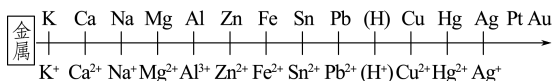
1. 根据氧化还原反应方程式比较物质氧化性、还原性的强弱



氧化性:氧化剂 > 氧化产物
还原性:还原剂 > 还原产物

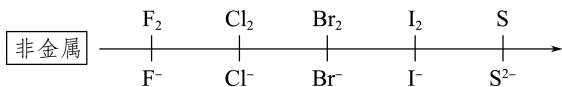
2. 根据元素的活动性强弱顺序比较物质氧化性、还原性的强弱

(单质的还原性逐渐减弱)



(阳离子的氧化性逐渐增强)

(单质的氧化性逐渐减弱)



(阴离子的还原性逐渐增强)

任务三 氧化还原反应的基本规律

1. 一定条件下,氨与一氧化氮发生反应: $NH_3 + NO \rightarrow N_2 + H_2O$ (未配平)。在该反应中,被氧化与被还原的氮原子数之比为 ()

- A. 2 : 3 B. 3 : 2
C. 4 : 5 D. 5 : 6

A 解析:在氧化还原反应中,得失电子数目相等。 NH_3 中氮元素的化合价为-3价,反应后变为0价,是还原剂,被氧化; NO 中氮元素的化合价为+2价,反应后为0价,是氧化剂,被还原。为保持得失电子数目相等,则应为2个 NH_3 分子和3个 NO 分子反应,所以被氧化与被还原的氮原子的原子个数比为2 : 3。

2. 已知: $Cl_2 + 2I^- = I_2 + 2Cl^-$, $Cl_2 + 2Br^- = Br_2 + 2Cl^-$, $2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$,且氧化性强弱顺序是 $Cl_2 > Br_2 > Fe^{3+} > I_2$ 。在 FeI_2 和 $FeBr_2$ 混合溶液中,通入一定量 Cl_2 ,溶液中存在的离子不合理的是 ()

- A. Fe^{3+} 、 Br^- 、 Cl^- B. I^- 、 Br^- 、 Cl^-
C. Fe^{2+} 、 Cl^- 、 Br^- D. Fe^{2+} 、 Br^- 、 Cl^- 、 I^-

B 解析:根据已知信息可知,各离子的还原性顺序为 $I^- > Fe^{2+} > Br^-$,则发生的反应依次为 $Cl_2 + 2I^- = I_2 + 2Cl^-$ 、 $2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$ 、 $Cl_2 + 2Br^- = Br_2 + 2Cl^-$ 。溶液中存在 Fe^{3+} 、 Br^- 、 Cl^- ,说明 I^- 、 Fe^{2+} 被完全氧化,符合反应发生的先后顺序,A正确;溶液中存在 I^- 、 Br^- 、 Cl^- ,说明 I^- 没有被完全氧化,溶液中还应存在 Fe^{2+} ,不符合反应发生的先后顺序,B错误;溶液中存在 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 Br^- ,说明 I^- 被完全氧化,符合反应发生的先后顺序,C正确;溶液中存在 Fe^{2+} 、 Br^- 、 Cl^- 、 I^- ,说明 I^- 没有被完全氧化,则 Fe^{2+} 、 Br^- 未被氧化,符合反应发生的先后顺序,D正确。

3. 氰化钠是一种重要的基本化工原料,用于基本化学

合成、电镀、冶金、有机合成医药及金属处理等方面。氰化钠有剧毒,皮肤伤口接触、吸入、吞食微量氰化钠,易使人中毒死亡。

(1) $NaCN$ (氮元素为-3价)属于剧毒物质,可用 H_2O_2 进行无害化处理: $NaCN + H_2O_2 \rightarrow N_2 \uparrow + X + H_2O$ (未配平)。X的化学式是_____。

(2) TiO_2 是催化剂,用 $NaClO$ 将 CN^- 氧化成 CNO^- , CNO^- 在酸性条件下继续与 $NaClO$ 反应生成 N_2 、 CO_2 、 Cl_2 等。写出 CNO^- 在酸性条件下被 $NaClO$ 氧化的离子方程式:_____。

解析:(1)根据氧化还原反应中得失电子守恒和原子守恒可以推出X为 $NaHCO_3$ 。(2) CNO^- 在酸性条件下与 $NaClO$ 反应生成 N_2 、 CO_2 、 Cl_2 ,根据元素守恒可知还有 H_2O 生成,结合原子守恒、得失电子守恒和电荷守恒可写出该离子方程式。

答案:(1) $NaHCO_3$ (2) $2CNO^- + 6ClO^- + 8H^+ = N_2 \uparrow + 2CO_2 \uparrow + 3Cl_2 \uparrow + 4H_2O$

任务总结

1. 先后规律(在浓度相差不大的溶液中)

(1) 含有几种还原剂时 $\xrightarrow{\text{加入氧化剂}}$ 将按照还原性由强到弱的顺序依次反应。

(2) 含有几种氧化剂时 $\xrightarrow{\text{加入还原剂}}$ 将按照氧化性由强到弱的顺序依次反应。

应用:判断物质氧化性、还原性强弱和判断反应发生的先后顺序。

2. 价态规律

(1) 高低规律:最高价态只有氧化性,最低价态只有还原性,中间价态既有氧化性又有还原性。

(2) “价态归中,互不交叉”规律:同种元素不同价态之间发生氧化还原反应时可总结为价态相邻能共存,价态相间能归中,归中价态不交叉,价升价降只靠拢。

应用:可判断氧化还原反应能否进行及反应产物。

(3) 歧化反应规律:“中间价 $\rightarrow$ 高价+低价”。具有多种价态的元素(如氯、硫、氮和磷元素等)均可发生歧化反应,如: $Cl_2 + 2NaOH = NaCl + NaClO + H_2O$ 。

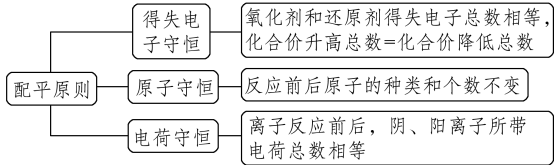
3. 守恒规律

还原剂失去的电子总数(或升高总价数)等于氧化剂得到的电子总数(或降低总价数)。具体应用如下:

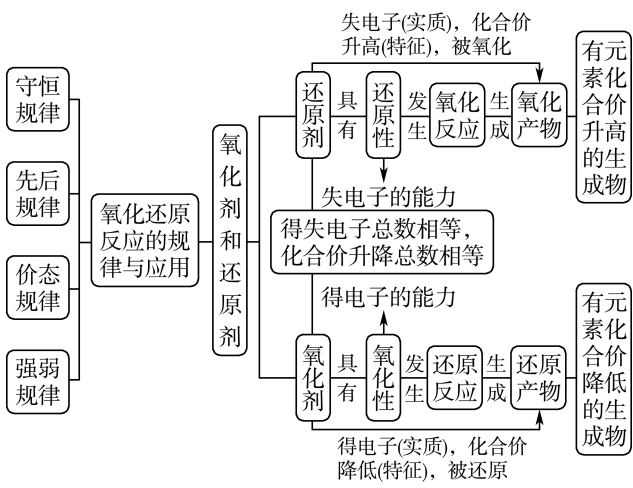
(1)得失电子守恒规律在计算中的应用

第一步	找出氧化剂、还原剂及相应的还原产物和氧化产物
第二步	找准一个原子或离子得失电子数(注意化学式中粒子的个数)
第三步	根据题中物质的化学计量数和得失电子守恒列出等式。氧化剂个数×变价原子个数×化合价变化值(高价—低价)=还原剂个数×变价原子个数×化合价变化值(高价—低价)

(2)氧化还原反应方程式的配平三原则



► 提质归纳



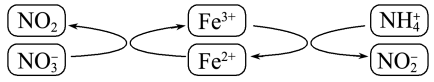
课后素养评价(六)
基础性·能力运用

知识点 1 氧化剂和还原剂

1.下列各反应中,水是还原剂的是 ()

- A. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$
 - B. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
 - C. $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$
 - D. $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
- C 解析: A 项,水既不是氧化剂也不是还原剂; B 项,水的化合价未变化,未发生氧化还原反应; C 项,水中氧元素的化合价升高,故水是还原剂; D 项,水中氢元素化合价降低,故水是氧化剂。

2.湿润的土壤中,氮元素的转化过程如图所示,在形成 NO_2 和 NO_3^- 的过程中 ()



- A. NO_3^- 是还原剂
 - B. NO_3^- 被氧化
 - C. NH_4^+ 是氧化剂
 - D. NH_4^+ 被氧化
- D 解析: NO_3^- 中氮元素化合价降低,被还原,是氧化剂, NH_4^+ 中氮元素化合价升高,被氧化,是还原剂。

3.下列说法正确的是 ()

- A.氧化剂得电子越多,其氧化性越强
- B.阳离子只有氧化性,阴离子只有还原性

C.硫元素有 -2、+4、+6 几种化合价,要实现 $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{SO}_3^{2-}$ 的转化,必须加入氧化剂

D.在反应 $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ 中, O_2 是氧化产物, K_2MnO_4 是还原产物

C 解析:物质氧化性强弱取决于得电子难易,而不是得电子数目, A 错误;某些阳离子也可具有还原性(如 Fe^{2+}),某些阴离子也可具有氧化性(如 ClO_3^- 、 ClO^- 等), B 错误;因为 $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{SO}_3^{2-}$ 是发生氧化反应,则必须加入氧化剂才能完成该转化, C 正确; $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ 反应中,由氧元素、锰元素化合价变化分析, O_2 是氧化产物, K_2MnO_4 、 MnO_2 是还原产物, D 错误。

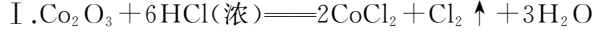
知识点 2 氧化性、还原性的强弱

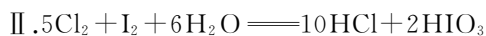
4.已知常温下,在溶液中可发生如下反应: $\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Ce}^{3+}$, $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$ 。由此推断 Fe^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Sn^{2+} 的还原性由强到弱的顺序是 ()

- A. Sn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ce^{3+}
- B. Fe^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Sn^{2+}
- C. Fe^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Ce^{3+}
- D. Ce^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Sn^{2+}

A 解析:根据同一氧化还原反应中还原剂的还原性强于还原产物的还原性,由两个化学方程式可以得到还原性强弱顺序为 $\text{Fe}^{2+} > \text{Ce}^{3+}$, $\text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ 。

5.已知下列反应:





下列说法正确的是 ()

A. 氧化性: $\text{Co}_2\text{O}_3 > \text{Cl}_2 > \text{HIO}_3$

B. 反应 I 中 HCl 是氧化剂

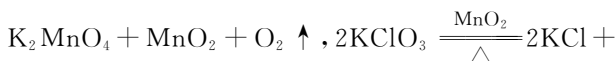
C. 还原性: $\text{CoCl}_2 > \text{HCl} > \text{I}_2$

D. 反应 II 中 Cl_2 发生氧化反应

A 解析: 反应 I 中, 氧化剂和氧化产物分别是 Co_2O_3 和 Cl_2 , 所以氧化性: $\text{Co}_2\text{O}_3 > \text{Cl}_2$, 还原剂和还原产物分别是 HCl 和 CoCl_2 , 所以还原性: $\text{HCl} > \text{CoCl}_2$ 。反应 II 中, 氧化剂和氧化产物分别是 Cl_2 和 HIO_3 , 所以氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{HIO}_3$, 还原剂和还原产物分别是 I_2 和 HCl, 所以还原性: $\text{I}_2 > \text{HCl}$, Cl_2 发生还原反应。综上所述, A 正确。

知识点 3 氧化还原反应的基本规律

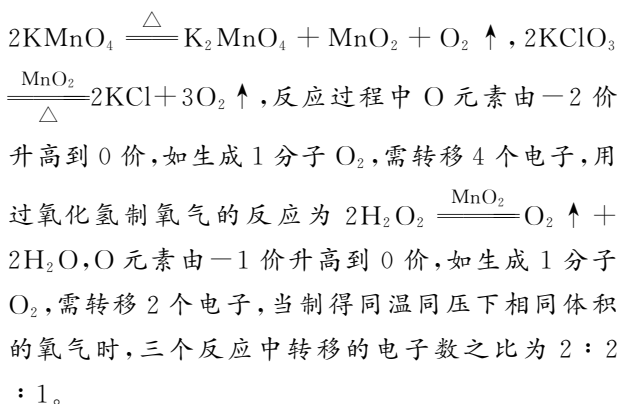
6. 在一定条件下, 分别以高锰酸钾、氯酸钾、过氧化氢为原料制取氧气, 当制得分子数目相同的氧气时, 三个反应中转移的电子数之比为 ()



A. 1 : 1 : 1 B. 2 : 2 : 1

C. 2 : 3 : 1 D. 4 : 3 : 2

B 解析: 用高锰酸钾、氯酸钾制氧气, 已知



7. 在反应 $5\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{HNO}_3 + 4\text{N}_2 \uparrow + 9\text{H}_2\text{O}$ 中, 发生氧化反应与发生还原反应的氮原子个数之比是 ()

A. 2 : 8

B. 5 : 3

C. 5 : 8

D. 5 : 4

B 解析: $5\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{HNO}_3 + 4\text{N}_2 \uparrow + 9\text{H}_2\text{O}$, 该反应中 $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{N}_2$, 氮元素的化合价由 -3 价升高至 0 价, 一个铵根离子失去 3 个电子发生氧化反应; $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$, 氮元素的化合价由 +5 价降低至 0 价, 一个硝酸根离子得 5 个电子发生还原反应, 其最小公倍数是 15, 该反应需要 5 个铵根离子发生氧化反应, 需要 3 个硝酸根离子发生还原反应, 所以发生氧化反应与发生还原反应的氮原子个数之比是 5 : 3。

综合性·创新提升

8. 将 KI、 KIO_3 、乙酸 (CH_3COOH) 与淀粉溶液混合, 涉及生成 I_2 的反应为 $5\text{I}^- + 6\text{CH}_3\text{COOH} + \text{IO}_3^- \longrightarrow 3\text{I}_2 + 6\text{CH}_3\text{COO}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法不正确的是 ()

A. IO_3^- 中碘元素的化合价为 +5 价

B. 该反应属于氧化还原反应

C. KI 在反应中为氧化剂

D. 反应后溶液最终的颜色为蓝色

C 解析: IO_3^- 中氧元素显 -2 价, 则碘元素化合价为 +5 价, 故 A 说法正确; 该反应中 IO_3^- 中碘元素化合价由 +5 价降低为 0 价, I^- 中碘元素化合价由 -1 价升高为 0 价, 因此该反应为氧化还原反应, 故 B 说法正确; 根据选项 B 分析, KI 为还原剂, 故 C 说法错误; 淀粉遇碘单质显蓝色, 故 D 说法正确。

9. 一定条件下, RO_3^{n-} 和氟气 (F_2) 可发生反应: $\text{RO}_3^{n-} + \text{F}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{RO}_4^{n-} + 2\text{F}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。从而可知 RO_3^{n-} 中, 元素 R 的化合价是 ()

A. +4

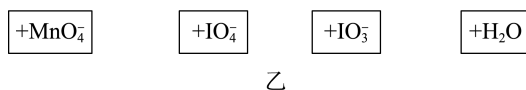
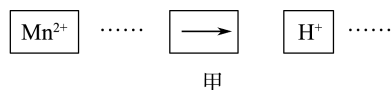
B. +5

C. +6

D. +7

B 解析: 由电荷守恒: $n + 2 \times 1 = 1 + 2 \times 1$, $n = 1$, 在 RO_3^- 中 R 元素显 +5 价。

10. 把图乙中的物质补充到图甲, 可得到一个完整的氧化还原反应的离子方程式 (未配平)。



关于该离子方程式, 下列说法不正确的是 ()

A. IO_4^- 为氧化剂, 具有氧化性

B. 氧化性: $\text{MnO}_4^- < \text{IO}_4^-$

C. Mn^{2+} 是还原剂, 具有还原性

D. 若有 2 个 Mn^{2+} 参加反应, 则转移 14 个电子

D 解析: 已知 Mn^{2+} 是反应物, 反应后生成

- MnO_4^- , 则 Mn^{2+} 失电子为还原剂, 含有 I 元素的离子在反应中为氧化剂, I 元素应该得电子化合价降低, 所以 IO_4^- 是反应物, IO_3^- 是生成物, 根据元素守恒知, 水是反应物, 该反应的离子方程式为 $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{IO}_4^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{MnO}_4^- + 5\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+$ 。 IO_4^- 在反应中化合价降低, 得电子, 为氧化剂, 具有氧化性, 故 A 正确; 反应中 IO_4^- 是氧化剂, MnO_4^- 是氧化产物, 则氧化性: $\text{MnO}_4^- < \text{IO}_4^-$, 故 B 正确; 反应中 Mn^{2+} 失电子为还原剂, 具有还原性, 故 C 正确; 由离子方程式 $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{IO}_4^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{MnO}_4^- + 5\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+$ 可知, Mn 元素的化合价从 +2 价升高到 +7 价, 则若有 2 个 Mn^{2+} 参加反应, 则转移 10 个电子, 故 D 错误。
11. 已知还原性: $\text{Cl}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{H}_2\text{O}_2 < \text{I}^- < \text{SO}_2$, 判断下列反应不能发生的是 ()
- A. $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+}$
B. $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$
C. $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
D. $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$
- C 解析: A 项, 反应中还原剂为二氧化硫, 还原产物为亚铁离子, 二氧化硫还原性强于亚铁离子, 反应能发生, 不符合题意; B 项, 反应中还原剂为二氧化硫, 还原产物为碘离子, 二氧化硫还原性强于碘离子, 反应能发生, 不符合题意; C 项, 反应中还原剂为 H_2O_2 , 还原产物为二氧化硫, 而二氧化硫的还原性强于 H_2O_2 的, 故反应不能发生, 符合题意; D 项, 反应中还原剂为碘离子, 还原产物为亚铁离子, 碘离子还原性强于亚铁离子, 反应能发生, 不符合题意。
12. 高铁酸钠 (Na_2FeO_4) 是一种高效的饮用水处理剂, 可由下列方法制得: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaClO} + 4\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 3\text{NaCl} + 5\text{H}_2\text{O}$ 。下列关于该反应的说法正确的是 ()
- A. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 中铁元素的化合价为 +3 价, 只有氧化性
B. 反应中 NaClO 是氧化剂, NaCl 是氧化产物
C. 生成 1 个 Na_2FeO_4 , 有 6 个电子转移
D. Na_2FeO_4 具有强氧化性, 可用作氧化剂
- D 解析: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 中铁元素化合价为 +3 价, 为中间价态, 具有氧化性和还原性, 故 A 错误; 反应中 Cl 元素的化合价降低, NaClO 是氧化剂, 被还原, NaCl 是还原产物, 故 B 错误; 生成 1 个

- Na_2FeO_4 , 由 Fe 元素的化合价变化可知有 3 个电子转移, 故 C 错误; Na_2FeO_4 具有强氧化性, 可用作氧化剂, 故 D 正确。
13. Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 H^+ 和 H_2O 六种粒子属于一个氧化还原反应中的反应物和生成物。下列叙述不正确的是 ()
- A. 还原产物为 NH_4^+
B. 氧化剂与还原剂的化学计量数之比为 1 : 8
C. Fe^{3+} 是反应物
D. 氧化性: $\text{NO}_3^- > \text{Fe}^{3+}$
- C 解析: 结合给出的一组离子知, 该氧化还原反应为酸性条件下 NO_3^- 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 自身被还原为 NH_4^+ , A 正确, C 错误; 反应的离子方程式为 $\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 8\text{Fe}^{3+} + \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$, 氧化剂 NO_3^- 和还原剂 Fe^{2+} 的化学计量数分别为 1 和 8, B 正确; 氧化剂的氧化性强于氧化产物, D 正确。
14. 根据下列两个反应回答问题:
- ① $2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$;
② $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。
- (1) 两个反应中的氧化剂的氧化性强弱顺序为 _____, 还原剂的还原性强弱顺序为 _____。
- (2) 反应①中氧化产物和还原产物的质量比为 _____。
- (3) 反应②中氯化氢表现出的性质是 _____ (填字母序号)。
- a. 还原性 b. 酸性 c. 氧化性
- 解析: (1) 同一氧化还原反应中氧化剂的氧化性强于氧化产物, 还原剂的还原性强于还原产物, 由反应①知氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{H}_2\text{SO}_4$, 还原性: $\text{SO}_2 > \text{HCl}$ 。由反应②知氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2$, 还原性: $\text{HCl} > \text{MnCl}_2$ 。综合比较可知两反应的氧化剂分别为 Cl_2 、 KMnO_4 , 氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2$; 还原剂分别为 SO_2 、 HCl , 还原性: $\text{SO}_2 > \text{HCl}$ 。(2) 反应①中氧化产物为 H_2SO_4 , 还原产物为 HCl , 由化学方程式中各物质的化学计量数可知其质量比为 98 : $(36.5 \times 2) = 98 : 73$ 。(3) 反应②中有一部分 HCl 被氧化, 一部分 HCl 未参与氧化还原过程, 即该反应中 HCl 既表现出还原性, 又表现出酸性。
- 答案: (1) $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2$ $\text{SO}_2 > \text{HCl}$ (2) 98 : 73 (3) ab

单元活动构建

单元活动 1 利用“酒精测试仪”原理解决物质及其变化问题

「单元任务」

任务内容	
任务一	根据物质的组成和性质对物质进行分类
任务二	氧化还原反应方程式的配平与电子转移的表示方法
任务三	陌生情境下离子方程式的书写

「任务导引」

下图是常见的酒精测试仪。化学实验室也可以做简易的呼吸测乙醇装置,判断司机是否酒后驾车,可取其呼出的气体进行检测:



- (一)取一密封性良好且可适当膨胀的塑料袋,用导管及止水夹与盛有橙色溶液的试管相连,溶液中含有重铬酸钾(化学式为 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 和硫酸;
- (二)在呼吸测乙醇($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)实验开始时,要求被测人员向塑料袋中吹气;
- (三)挤出袋中气体使之通入试管,如果呼出的气体中含有酒精,则酒精中的乙醇分子就会和重铬酸钾发生氧化还原反应,橙色的重铬酸根离子就会被还原成蓝色的铬离子(Cr^{3+});
- (四)溶液最终的颜色取决于呼出气体中酒精含量,可将所得溶液的颜色与对应的标准颜色对比,就可以推测出被测者体内酒精的含量。

任务一 根据物质的组成和性质对物质进行分类

活动 1 根据物质的组成进行分类。在【任务导引】中涉及 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 H_2SO_4 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 三种物质,其中属于有机物的是_____;属于盐的是_____;属于酸的是_____。

提示: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; H_2SO_4 。

活动 2 利用交叉分类法对 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 进行分类。根据阳离子分类, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 属于_____;根据阴离子分类, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 属于_____;根据溶解性分类, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 属于_____。

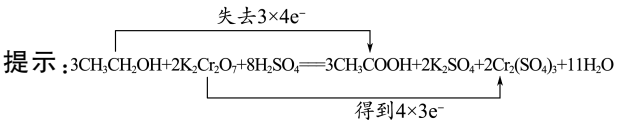
提示: 钾盐; 重铬酸盐; 可溶性盐。

任务二 氧化还原反应方程式的配平与电子转移的表示方法

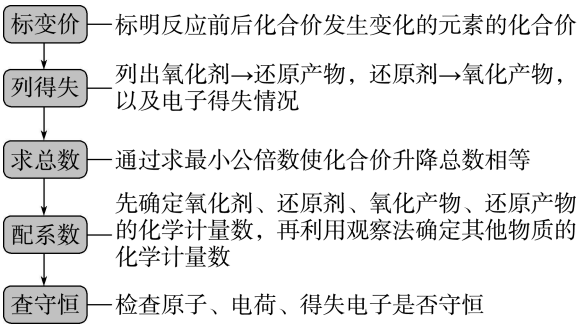
活动 1 “酒精测试仪”原理中,发生的反应为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$; 配平此反应的化学方程式。

提示: $3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 11\text{H}_2\text{O}$ 。

活动 2 用双线桥法标出此反应中电子转移的方向和数目。



【知识链接】氧化还原反应方程式配平“五步骤”



任务三 陌生情境下离子方程式的书写

活动 1 请把“酒精测试仪”原理中涉及的化学方程式改写成离子方程式。

提示: $3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 16\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{CH}_3\text{COOH} + 4\text{Cr}^{3+} + 11\text{H}_2\text{O}$ 。

活动2 尝试完成下列离子方程式的书写。

(1) 镧系金属元素铈(Ce)常见有+3、+4两种价态，铈的合金耐高温，可以用来制造喷气推进器零件。雾霾中含有的污染物NO可以被含Ce⁴⁺的溶液吸收，生成NO₂⁻、NO₃⁻的个数之比为1：1。

(2) 制备ClO₂气体的化学方程式为2NaClO₃+H₂O₂+H₂SO₄====2ClO₂↑+O₂↑+Na₂SO₄+2H₂O；制备时可用S代替H₂O₂。

提示：(1) 2NO+4Ce⁴⁺+3H₂O====NO₂⁻+NO₃⁻+4Ce³⁺+6H⁺。

(2) 6ClO₃⁻+S+4H⁺====6ClO₂↑+SO₄²⁻+2H₂O。

[知识链接]信息型氧化还原反应离子方程式的书写步骤

步骤	注意事项
第一步：分析物质的氧化性及还原性	根据化合价把元素化合价高的粒子及元素化合价低的粒子分成两类，并比较氧化性粒子的氧化性强弱及还原性粒子的还原性强弱
第二步：书写反应的主体反应物及产物	依据“两强生两弱原理”，把氧化性强的粒子与还原性强的粒子作为反应物，把氧化性弱的粒子与还原性弱的粒子作为生成物
第三步：配平反应主体物质的化学计量数	根据得失电子守恒配平主体物质的化学计量数
第四步：配平其他物质的化学计量数	根据原子守恒、电荷守恒配平其他物质的化学计量数

「活动达标」

1. H₂O₂溶液是一种重要的绿色氧化剂，在H₂O₂溶液中滴加少量酸性KMnO₄溶液，紫红色KMnO₄溶液迅速褪为无色，同时产生气泡，其反应的离子方程式为2MnO₄⁻+5H₂O₂+6H⁺====2Mn²⁺+5O₂↑+8H₂O。下列说法正确的是（ ）

A. O₂在该反应中是还原产物

B. H₂O₂在任何化学反应中都只是氧化剂

C. 该反应中氧化剂和还原剂的个数之比为2：5

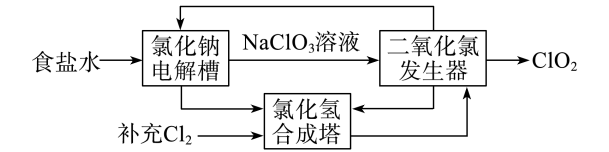
D. 当有2个KMnO₄完全反应生成Mn²⁺时，转移电子数为5

C 解析：该反应中H₂O₂中-1价的O元素被氧化生成氧气，氧气为氧化产物，故A错误；在此反应中H₂O₂为还原剂，故B错误；该反应中KMnO₄为氧化剂，H₂O₂为还原剂，根据离子方程式得氧化剂和还原剂的个数之比为2：5，故C正确；MnO₄⁻被还原成Mn²⁺，Mn元素由+7价降为+2价，转移5个电子，当有2个KMnO₄完全反应生成Mn²⁺时，转移电子数为10，故D错误。

2. 氧化还原反应在生产、生活中有着重要的应用。请按要求写出相应反应的化学方程式。

(1) 将含SO₂的废气通入含Fe²⁺（催化剂）的溶液中，常温下可使SO₂转化为SO₄²⁻，其总反应为2SO₂+O₂+2H₂O====2H₂SO₄。上述总反应分两步进行，第一步反应的离子方程式为4Fe²⁺+O₂+4H⁺====4Fe³⁺+2H₂O，写出第二步反应的离子方程式：_____。

(2) ClO₂是一种高效安全的杀菌消毒剂。氯化钠电解法生产ClO₂工艺原理示意图如下：



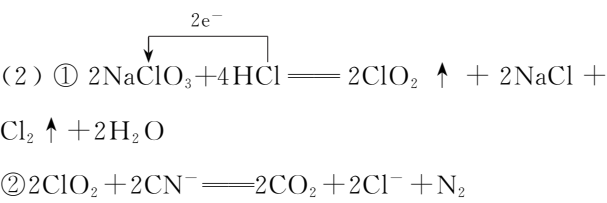
① 写出ClO₂发生器中发生反应的化学方程式，并用单线桥法标出电子转移的方向及数目。

② ClO₂能将电镀废水中的CN⁻氧化成两种无毒气体，自身被还原成Cl⁻。写出该反应的离子方程式：_____。

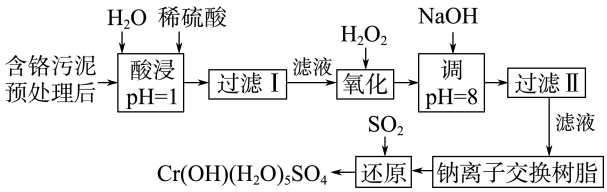
解析：(1) 总反应中Fe²⁺是催化剂，由此可知第一步反应中生成的Fe³⁺在第二步反应中又被SO₂还原

为 Fe^{2+} ，故第二步反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 。(2) ① 二氧化氯发生器中氯酸钠被还原为 ClO_2 ， HCl 被氧化为氯气，反应为 $2\text{NaClO}_3 + 4\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{NaCl} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；② ClO_2 能将电镀废水中的 CN^- 氧化成两种无毒气体，自身被还原成 Cl^- 。该反应的离子方程式为 $2\text{ClO}_2 + 2\text{CN}^- \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 + 2\text{Cl}^- + \text{N}_2$ 。

答案：(1) $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$



3. 某工厂“对制革工业污泥中 $\text{Cr}(\text{III})$ 回收与再利用工艺如图(硫酸浸取液中金属离子主要是 Cr^{3+} ，其次是 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+})：



(1) 加入 H_2O_2 的作用是 _____，反应的离子方程式为 _____。

(2) 还原过程发生以下反应(请完成)：

_____ $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ + _____ SO_2 + _____ $\rightleftharpoons$ _____ $\text{Cr}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5\text{SO}_4$ + _____ Na_2SO_4 。

解析：(1) 加入 H_2O_2 溶液的目的是将 Cr^{3+} 氧化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，便于加入氢氧化钠溶液时，将铁离子、铝离子转化为沉淀，氧化 Cr^{3+} 的离子方程式为 $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+$ 。(2) 由未配平的化学方程式可知，具有还原性的二氧化硫与重铬酸钠溶液反应生成 $\text{Cr}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5\text{SO}_4$ 和 Na_2SO_4 ，则配平的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{SO}_2 + 11\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Cr}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

答案：(1) 将 Cr^{3+} 氧化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+$

(2) 1 3 11 H_2O 2 1

第一章质量评估

(时间:90 分钟 分值:100 分)

一、选择题:本题共 17 小题,每小题 3 分,共 51 分。
每小题只有一个选项符合题意。

1.下列诗词中所描述的物质,不属于分散系的是 ()

- A.“大漠孤烟直,长河落日圆”中的“烟”
 - B.“曾经沧海难为水,除却巫山不是云”中的“云”
 - C.“明月几时有,把酒问青天”中的“酒”
 - D.“已是悬崖百丈冰,犹有花枝俏”中的“冰”
- D 解析:“大漠孤烟直,长河落日圆”中的“烟”属于分散系,A 项不符合题意;“曾经沧海难为水,除却巫山不是云”中的“云”属于分散系,B 项不符合题意;“明月几时有,把酒问青天”中的“酒”为乙醇溶液,属于分散系,C 项不符合题意;“已是悬崖百丈冰,犹有花枝俏”中的“冰”是凝结的水形成的冰柱,是纯净物,不属于分散系,D 项符合题意。

2.下列反应中画线物质是还原剂的是 ()

- A. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \underline{\text{H}_2} \uparrow$
- B. $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \underline{\text{Br}_2}$
- C. $\text{C} + \underline{\text{CO}_2} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$
- D. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \underline{\text{Al}_2\text{O}_3}$

D 解析:还原剂是在反应中所含元素化合价升高的反应物,A、B 中画线物质为生成物,C 中画线物质所含元素化合价降低,为氧化剂。

3.催雨剂的主要成分可以是干冰、液氮、碘化银(AgI)。下列说法不正确的是 ()

- A.干冰属于酸性氧化物
- B.液氮属于混合物
- C.碘化银属于电解质
- D.水蒸气遇冷变为雨滴属于物理变化

B 解析:二氧化碳可以和碱反应生成盐和水,属于酸性氧化物,选项 A 正确;液氮是液态的氮气,是一种物质,属于纯净物,选项 B 不正确;碘化银在熔融状态下能导电,属于电解质,选项 C 正确;大气中的水蒸气遇冷变成小水滴是由气态变成液态,属于液化现象,为物理变化,选项 D 正确。

4.中学常见的物质 M 可在水溶液中发生电离: $\text{M} \longrightarrow \text{X}^{2+} + 2\text{Y}^-$ 。下列说法正确的是 ()

- A.M 可能是酸
- B. X^{2+} 一定是金属离子
- C. Y^- 一定是 OH^-
- D.M 一定属于盐

B 解析:根据离子所带电荷数分析, X^{2+} 不可能是 H^+ 、 NH_4^+ ,一定是金属离子,则 M 不可能是酸,A 项错误,B 项正确; Y^- 可能是 OH^- ,也可能是 Cl^- 、 NO_3^- 等,故 M 可能是碱,也可能是盐,C、D 项错误。

5.重金属 Ba^{2+} 具有毒性。但用于消化道检查的钡餐是药用硫酸钡(即硫酸钡的悬浊液),因为它不溶于水和脂质,不会被胃肠道黏膜吸收,所以它对人基本无毒。实验室中有甲、乙两种含重金属离子的废液,甲废液经化验呈碱性,主要有毒离子为 Ba^{2+} ,如将甲、乙两废液按一定比例混合,毒性和碱性都明显降低。乙废液中可能含有的离子是 ()

- A. Cu^{2+} 和 SO_4^{2-}
- B. Cu^{2+} 和 Cl^-
- C. Na^+ 和 SO_4^{2-}
- D. Ag^+ 和 NO_3^-

A 解析:根据题意,甲溶液应该是 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,要求甲、乙两种废液按一定比例混合,毒性和碱性都明显降低,则 Ba^{2+} 结合 SO_4^{2-} 生成 BaSO_4 , OH^- 应与 Ag^+ 或 Cu^{2+} 反应产生沉淀,A 项符合题意。

6.下列化学反应的离子方程式正确的是 ()

- A.用醋酸除去水垢: $2\text{H}^+ + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- B.氧化亚铁与稀盐酸反应: $\text{FeO} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$
- C.向氢氧化钡溶液中加入少量稀硫酸: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- D.碳酸氢钠溶液与稀硫酸反应: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

C 解析:醋酸是弱酸,不能拆开写,离子方程式为 $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,A 错误; FeO 与稀盐酸反应生成 FeCl_2 和 H_2O ,离子方程式为 $\text{FeO} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$,B 错误;向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 中加入少量稀硫酸生成 BaSO_4 和 H_2O ,离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,C 正确; HCO_3^- 不能拆开写,离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,D 错误。

7.高一学生小强的化学笔记中有如下内容:
①物质按照组成可以分为单质和化合物;

续表

编号	I	II	III
现象	没有明显变化,溶液仍为无色	有白色沉淀生成,溶液为蓝色	有无色气泡产生

- ②单质又可分为金属、非金属和稀有气体;
- ③化合物主要包括酸、碱、盐和氧化物;
- ④按照分散剂粒子直径大小可将分散系分为溶液、浊液和胶体;
- ⑤只要在水溶液中能导电的化合物就是电解质;
- ⑥按照树状分类法可将化学反应分为氧化还原反应和离子反应;
- ⑦氧化还原反应的本质是元素化合价升降。

你认为他的笔记中有几处错误 ()
A.三处 B.四处 C.五处 D.六处

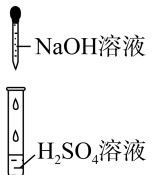
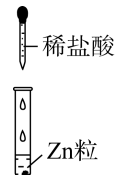
C 解析:纯净物按元素组成为单质(仅一种元素组成的纯净物)和化合物(由两种或两种以上元素组成的纯净物),①错误;单质分为金属单质、非金属单质和稀有气体,②正确;化合物主要包括酸、碱、盐和氧化物,③正确;按分散质粒子直径大小将分散系分为溶液、浊液和胶体,④错误;电解质是自身能发生电离的化合物,如 SO₂、NH₃ 等水溶液虽然能导电,但不是自身发生电离,不属于电解质,⑤错误;氧化还原反应与离子反应是交叉关系,⑥错误;氧化还原反应的本质是电子转移,⑦错误。

8. NaNO₂ 是一种食品添加剂,能致癌。酸性高锰酸钾溶液与亚硝酸钠反应的离子方程式是 MnO₄⁻ + NO₂⁻ + → Mn²⁺ + NO₃⁻ + H₂O。下列叙述正确的是 ()

- A.该反应中 NO₂⁻ 被还原
- B.反应过程中溶液的 pH 变小
- C. MnO₄⁻ 是氧化剂, Mn²⁺ 是还原产物
- D. 中的粒子是 OH⁻

C 解析:该反应中 Mn 元素的化合价由 +7 价降为 +2 价,所以 MnO₄⁻ 为氧化剂, NO₂⁻ 为还原剂,失电子被氧化,故 A 项错误;根据元素守恒、电荷守恒知, 中的粒子是 H⁺, H⁺ 参加反应导致溶液中 H⁺ 浓度降低,溶液的 pH 增大,故 B、D 项错误; MnO₄⁻ 是氧化剂,被还原,生成还原产物 Mn²⁺,故 C 项正确。

9. 某同学在实验室中进行如下实验:

编号	I	II	III
实验			

- 以下结论正确的是 ()
A. I 中无明显变化,说明两溶液不反应
B. II 中的白色沉淀为 CuCl₂
C. III 中的离子方程式为 2H⁺ + Zn = Zn²⁺ + H₂ ↑
D. III 中发生的反应不是离子反应

C 解析: I 中虽无明显变化,但发生了离子反应: H⁺ + OH⁻ = H₂O, A 项错误; II 中发生反应: Ba²⁺ + SO₄²⁻ = BaSO₄ ↓, 白色沉淀为 BaSO₄, B 项错误; III 中发生的反应是离子反应,离子方程式为 Zn + 2H⁺ = Zn²⁺ + H₂ ↑, C 项正确, D 项错误。

10. 关于物质的转化过程: H₂ → H₂O、CO → CO₂、C → CO₂, 下列说法不正确的是 ()

- A. 都能通过化合反应实现
- B. 都能通过与单质反应实现
- C. 都能通过置换反应实现
- D. 变化前后都有元素化合价发生改变

C 解析: 由 H₂ → H₂O、CO → CO₂、C → CO₂ 的转化可知: 变化前后均有元素化合价的改变(化合价升高), D 正确; 以下反应可以实现上述转化: 2H₂ + O₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2H₂O、2CO + O₂ $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 2CO₂、C + O₂ $\xrightarrow{\text{点燃}}$ CO₂, 均为化合反应, 也是与单质的反应, A、B 均正确; H₂ → H₂O、C → CO₂ 能通过置换反应: CuO + H₂ $\xrightarrow{\Delta}$ Cu + H₂O, 2CuO + C $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2Cu + CO₂ ↑ 实现, 而 CO → CO₂ 不能通过置换反应实现, C 错误。

11. 某白色固体混合物由 Na₂SO₄、CaCl₂、MgCl₂、KOH 中的两种组成, 为确定其组成, 进行如下实验。根据实验现象可判断其组成为 ()

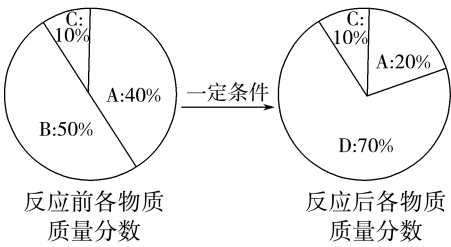
实验编号	实验操作	实验现象
①	向该混合物中加水, 搅拌	得到澄清透明溶液
②	取适量①中溶液, 向溶液中加入 NaOH 溶液	产生白色沉淀
③	取适量①中溶液, 向溶液中加入 BaCl ₂ 溶液	无明显现象

- A. Na₂SO₄、MgCl₂

- B. CaCl_2 、 MgCl_2
C. CaCl_2 、 KOH
D. Na_2SO_4 、 KOH

B 解析:该白色固体混合物由 Na_2SO_4 、 CaCl_2 、 MgCl_2 、 KOH 中的两种组成,①向该混合物中加水,搅拌,得到澄清透明溶液;②取适量①中溶液,加入 NaOH 溶液,产生白色沉淀。由②可推知,该混合物中存在能与 OH^- 反应生成白色沉淀的物质,结合①可知,该混合物中一定不存在 KOH ,否则①中得不到澄清透明溶液。③取适量①中溶液,加入 BaCl_2 溶液,无明显现象,则该混合物中一定不存在 Na_2SO_4 (BaCl_2 能与 Na_2SO_4 反应产生 BaSO_4 沉淀)。故该混合物的组成为 CaCl_2 、 MgCl_2 ,B 项正确。

12. A、B、C、D 四种物质有如图所示转化关系。依据图给信息,判断下列说法不正确的是 ()



- A. 物质 C 可能是催化剂
B. 参加反应的 A、B 的质量比为 4 : 5
C. 该反应属于化合反应
D. 转化后元素的种类不可能发生改变

B 解析:反应前后物质 C 的质量分数不变,则物质 C 可能是催化剂,A 项正确;由图可知,参加反应的 A、B 的质量比为 $(40\% - 20\%) : 50\% = 2 : 5$,B 项错误;由图可知,反应物有两种,生成物是一种,该反应属于化合反应,C 项正确;由质量守恒定律可知,转化后元素的种类不会发生改变,D 项正确。

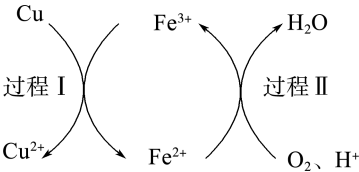
13. 周辉《清波杂志》卷十二:信州铅山,胆水自山下注,势若瀑布,用以浸铜,铸冶是赖。虽干溢系夫旱涝,大抵盛于春夏,微于秋冬。古传一人至水滨,遗匙钥,翌旦得之,已成铜矣。下列有关判断不正确的是 ()

- A. 这里的胆水可能是 CuSO_4 溶液
B. “遗匙钥……已成铜矣”所涉及的反应为置换反应

C. “遗匙钥……已成铜矣”所涉及反应的离子方程式为 $\text{Fe}^{2+} + \text{Cu} = \text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$
D. 通过观察 K_2SO_4 溶液的颜色可证明 CuSO_4 溶液显蓝色不是 SO_4^{2-} 造成的

C 解析:胆水可用来炼铜,推测胆水可能是 CuSO_4 溶液,A 项正确; Fe 与 Cu^{2+} 发生置换反应,生成 Cu 和 Fe^{2+} ,B 项正确,C 项错误; K_2SO_4 溶液为无色,说明使 CuSO_4 溶液显蓝色的不是 SO_4^{2-} ,D 项正确。

14. CuCl_2 可用于生产颜料、木材防腐剂等。将铜粉加入稀盐酸中,并持续通入空气,在 Fe^{3+} 的作用下可生成 CuCl_2 (过程如图所示)。下列说法不正确的是 ()



- A. Fe^{3+} 可循环使用
B. 过程 I 的反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
C. 过程 II 的氧化剂为 Fe^{2+}
D. 该过程总反应为 $2\text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}} 2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

C 解析:由图可知,过程 I 发生 Fe^{3+} 和 Cu 作用生成 Fe^{2+} 和 Cu^{2+} 的反应: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$,过程 II 发生 Fe^{2+} 、 O_2 和 H^+ 作用生成 Fe^{3+} 和 H_2O 的反应: $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$,则 Fe^{3+} 可循环使用,A 项、B 项正确;在反应 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 中, Fe 元素的化合价升高, O 元素的化合价降低, Fe^{2+} 发生氧化反应, O_2 发生还原反应,即过程 II 的氧化剂为 O_2 ,C 项错误;由过程 I 和过程 II 的反应可得总反应为 $2\text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}} 2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$,D 项正确。

15. 下列各组离子在溶液中能大量共存,且加入过量 NaOH 溶液后不生成沉淀的是 ()

A. Na^+ 、 Cu^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
B. Ba^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
C. Ag^+ 、 K^+ 、 NO_3^- 、 Cl^-
D. K^+ 、 Ba^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-

B 解析:A 项,加入过量 NaOH 溶液后生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀;B 项,各离子能共存且加入过量 NaOH 溶液后仍为澄清溶液;C 项, Ag^+ 和 Cl^- 不能大量共存,生成 AgCl 沉淀;D 项, Ba^{2+} 和 CO_3^{2-} 不能大量共存,生成 BaCO_3 沉淀。

16. ClO_2 是新一代饮用水的消毒剂,许多发达国家的自来水厂采用 ClO_2 代替 Cl_2 来进行自来水消毒。我国最近成功研制出制取 ClO_2 的新方法,其反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaClO}_2 = 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaCl}$ 。

下列有关该反应的叙述正确的是 ()

- A. 该反应是复分解反应
- B. 该反应中 NaClO_2 是还原剂
- C. 反应中 Cl_2 是还原剂
- D. 生成 2 个 ClO_2 时转移的电子数为 6 个

B 解析: 反应物为氯气和 NaClO_2 , 氯气为单质, 该反应一定不是复分解反应, 故 A 项错误; 反应中, Cl_2 中 Cl 元素的化合价降低, 则 Cl_2 为氧化剂, NaClO_2 中 Cl 元素的化合价升高, 则 NaClO_2 为还原剂, 故 B 项正确、C 项错误; NaClO_2 中 Cl 元素的化合价由 +3 价升高到 +4 价, 则生成 2 个 ClO_2 时, 转移的电子数为 2 个, 故 D 项错误。

17. 国产航母 001A 等舰艇的船底都涂有含 Cu_2O 的防污涂料, 制备 Cu_2O 的一种方法为 $\text{Zn} + 2\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}_2\text{O} + \text{ZnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。

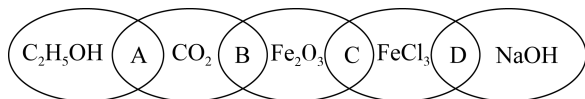
下列关于该反应的说法正确的是 ()

- A. Zn 得到电子
- B. CuSO_4 被氧化
- C. NaOH 是还原剂
- D. CuSO_4 是氧化剂

D 解析: 该反应过程中, Zn 元素的化合价从 0 价升高到 +2 价, Cu 元素的化合价从 +2 价降低到 +1 价。锌元素化合价升高, 失去电子, A 错误; CuSO_4 中 Cu 元素的化合价降低, CuSO_4 是该反应的氧化剂, 被还原成 Cu_2O , B 错误, D 正确; 参加反应的 NaOH 中 Na、O、H 各元素的化合价都没有发生变化, 所以 NaOH 既不是该反应的氧化剂, 也不是该反应的还原剂, C 错误。

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 49 分。

18. (7 分) 如图所示为五个椭圆交叉构成的图案, 椭圆内分别填写 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 CO_2 、 Fe_2O_3 、 FeCl_3 和 NaOH 五种物质, 图中相连的两种物质均可归为一类, 相交的部分 A、B、C、D 为其相应的分类标准代号, 请回答下列问题:



(1) 两种物质都是电解质的是 _____ (填分类标准代号, 下同), 两种物质都是氧化物的是 _____。

(2) 分类标准代号 A 表示 _____ (填字母序号)。

- a. 两物质都是非电解质
- b. 两物质都是有机物
- c. 两物质都是含碳化合物
- d. 两物质都是氧化物

(3) 上述五种物质中的某一物质能与某种强酸反应生成上述物质中的另一种物质, 该反应的离子方程式为 _____。

(4) 图中相连的两种物质可归为一类, 又能相互反应的是 _____ (填分类标准代号), 其反应的基本类型是 _____ 反应。

(5) 用洁净的烧杯取 25 mL 蒸馏水, 加热至沸腾, 向烧杯中逐滴加入上述五种物质中的某一物质的饱和溶液, 加热呈红褐色, 得到的分散系称为 _____。

解析: (1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 不是氧化物, 在水中和熔融状态下都不能导电, 属于非电解质; 二氧化碳是氧化物, 在水溶液中与水反应生成碳酸, 二氧化碳自身不能电离, 是非电解质; Fe_2O_3 是氧化物, 在熔融状态下能够导电, 属于电解质; FeCl_3 不是氧化物, 在水溶液中能够导电, 属于电解质; KOH 不是氧化物, 在水溶液中能够导电, 属于电解质, 故相连的两种物质都是电解质的是 CD, 都是氧化物的是 B。(2) 乙醇和二氧化碳都属于非电解质, 故 a 正确; 乙醇为有机物, 二氧化碳不属于有机物, 故 b 错误; 乙醇和二氧化碳都是含碳化合物, 故 c 正确; 二氧化碳为氧化物, 乙醇分子中含有 H 元素, 不属于氧化物, 故 d 错误。(3) 五种物质中的某一物质能与某种强酸反应生成上述物质中的另一种物质, 则这两种物质应有相同的元素, 且化合价不变, 所以是氧化铁和氯化铁, 反应的离子方程式为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。(4) 根据各物质的性质分析, 只有氯化铁和氢氧化钠反应生成氢氧化铁沉淀和氯化钠, 该反应中没有化合价的变化, 所以是复分解反应。(5) 用洁净的烧杯取 25 mL 蒸馏水, 加热至沸腾, 向烧杯中逐滴加入氯化铁饱和溶液, 加热煮沸至液体呈红褐色, 得到的分散系称为胶体。

答案: (1) CD B (2) ac (3) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (4) D 复分解 (5) 胶体

19.(6分)阅读古诗《石灰吟》,回答有关问题。

石灰吟

于谦

千锤万凿出深山,烈火焚烧若等闲。

粉骨碎身浑不怕,要留清白在人间。

(1)从物质分类的角度看,诗中“千锤万凿出深山”所开采的物质属于_____ (填字母序号,下同)。

- A.酸 B.碱
C.含氧酸盐 D.无氧酸盐
E.碳酸盐

(2)关于与“烈火焚烧若等闲”对应的反应,下列说法正确的是_____。

- A.属于氧化还原反应
B.产生的气体可造成温室效应
C.属于分解反应
D.属于置换反应

(3)诗中涉及的反应中,属于化合反应的化学方程式为_____,属于分解反应的化学方程式为_____。

(4)诗中是否涉及氧化还原反应? _____ (填“是”或“否”)。

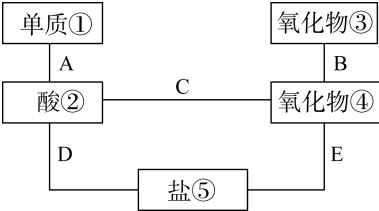
解析:《石灰吟》是对石灰石的赞颂,故开采的是石灰石(CaCO_3)。“烈火焚烧若等闲”涉及的化学反应为 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ ，“粉骨碎身浑不怕”涉及的化学反应为 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ 。“要留清白在人间”涉及的化学反应为 $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。整个过程涉及的三个反应都不是氧化还原反应。

答案:(1)CE (2)BC (3) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ (4)否

20.(13分)现有稀硫酸、纯碱、二氧化碳、铜片、氯化钠、生石灰、铁片和木炭粉8种物质。

(1)在这8种物质中,属于电解质的有_____ (用相应的化学式表示,下同)。

(2)这8种物质中的某5种存在下面的相互关系,选择适当的物质填入①~⑤,使有连线的两种物质能发生反应,并回答下列问题。



写出它们的化学式:①_____;②_____;

③_____;④_____;⑤_____。

(3)如果连线对应的反应分别用A、B、C、D、E表示,5个反应中属于氧化还原反应的有_____个,反应A的离子方程式为_____。

反应B_____ (填“属于”或“不属于”)离子反应,反应D的化学方程式为_____。

解析:(1)电解质有 Na_2CO_3 、 NaCl 、 CaO ,共3种。(2)根据酸与单质的反应事实可知,①是Fe、②是 H_2SO_4 ,两种氧化物中能与酸反应的是 CaO ,则③为 CO_2 、④为 CaO ,与酸反应的盐⑤为 Na_2CO_3 。(3)在涉及的反应中,只有铁与稀硫酸的反应为氧化还原反应;铁与稀硫酸反应的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$; CaO 与 CO_2 的反应没有在溶液中进行,故该反应不属于离子反应;反应D是 H_2SO_4 与 Na_2CO_3 的反应,相应的化学方程式为 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

答案:(1) Na_2CO_3 、 NaCl 、 CaO
(2)①Fe ② H_2SO_4 ③ CO_2 ④ CaO
⑤ Na_2CO_3

(3)1 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 不属于
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

21.(11分)某校化学兴趣小组同学猜想某无色溶液中可能含有大量 Cu^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和某些阴离子,从而进行了三组实验:

- ①取适量该溶液于试管中,滴加足量的 NaOH 溶液,产生白色沉淀;
②过滤后取滤液于试管中,滴加足量的 Na_2CO_3 溶液,又有白色沉淀生成;
③另取适量该溶液于试管中,滴加足量稀硝酸后再滴加 AgNO_3 溶液,也产生白色沉淀。

请回答以下问题:

(1)不用做实验就可排除的离子是_____。
(2)通过实验可初步确定该溶液中_____ (填“含有”或“不含有”)大量 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ;判断依据的离子方程式为_____。

(3)该溶液中所含阴离子可以确定有_____,理由是_____。

(4)确定实验②中滴加的 Na_2CO_3 溶液已过量的检验方法是_____。

解析:(1)含 Cu^{2+} 的溶液有颜色,其在无色溶液中不可能大量存在。(2)由滴加足量的 NaOH 溶液,产生白色沉淀可确定该溶液中含有 Mg^{2+} ;向滤液中滴加足量的 Na_2CO_3 溶液,有白色沉淀生成可确定该溶液中含有 Ca^{2+} 。(3)滴加足量稀硝酸后再滴加 AgNO_3 溶液,也产生白色沉淀,说明该溶液中含有 Cl^- 。(4)关键是要检验上层清液中是否含有 CO_3^{2-} 。

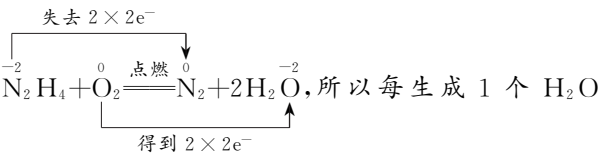
答案:(1) Cu^{2+} (2)含有 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ 、 $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow$
(3) Cl^- (或氯离子) $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCl} \downarrow$ (或文字叙述),白色沉淀不溶于稀硝酸
(4)取实验②反应后的上层清液适量于试管中,滴加足量盐酸,若产生无色气泡 (或滴加 CaCl_2 溶液,若产生白色沉淀),则证明 Na_2CO_3 溶液已过量 (其他合理答案也给分)

22. (12分) (1)肼(N_2H_4)中氮元素的化合价是_____。肼在空气中燃烧的化学反应式为 $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$,请用双线桥法标出该反应中电子转移的方向和数目:_____。该反应中的氧化剂是_____,被氧化的元素是_____,每生成1个水分子转移_____个电子。
(2)近几年来,某市在环境保护方面采取了一系列措施,其中的喷雾车、洒水车都是为了降低空气中的粉尘含量。含有粉尘的空气是否属于胶体?_____ (填“是”或“否”),证明的方法是_____,观察到的现象是_____。

II. (3)黑火药是我国古代四大发明之一,反应的化学方程式为 $\text{S} + 2\text{KNO}_3 + 3\text{C} = \text{K}_2\text{S} + 3\text{CO}_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow$ 。

①上述反应涉及的物质中属于非电解质的是_____;
②上述反应中被还原的元素是_____。
(4) Fe_3O_4 可看作由 Fe_2O_3 和 FeO 组成。请写出 Fe_3O_4 与盐酸反应的化学方程式:_____。

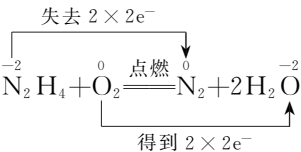
解析: I. (1) $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, N_2H_4 中 H 元素化合价为 +1 价,则肼中 N 元素的化合价是 -2 价, N 元素化合价由 -2 价升高到 0 价,被氧化, O 元素化合价由 0 价降低至 -2 价,被还原,则 O_2 为氧化剂,氧化还原反应中氧化剂与还原剂得失电子数目相等,转移电子数为 $2\text{e}^- \times 2 = 4\text{e}^-$,用双线桥标出电子转移的方向和数目为



分子,转移 2 个电子。(2)含有粉尘的空气属于胶体,可以用丁达尔效应来证明。证明的方法是用激光笔照射夜空,观察到的现象是有一道光束。

II. (3)非电解质为在水溶液和熔融状态下都不能导电的化合物,在反应 $\text{S} + 2\text{KNO}_3 + 3\text{C} = \text{K}_2\text{S} + 3\text{CO}_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow$ 中,硝酸钾和硫化钾为电解质,二氧化碳为非电解质;反应中硫元素和氮元素化合价降低,所以被还原的元素是硫和氮。
(4) Fe_3O_4 的化学式也可以写成 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$,所以可以与盐酸反应生成氯化铁和氯化亚铁,化学方程式为 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + \text{FeCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

答案:(1) -2 价



O_2 N_2
(2)是 用激光笔照射夜空 有一道光束
(3)① CO_2 ② S、N
(4) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + \text{FeCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

第二章

海水中的重要元素——钠和氯

第一节 钠及其化合物

第 1 课时 活泼的金属单质——钠 钠的氧化物

学习任务目标

1. 能从原子水平认识钠的原子结构与性质的关系,形成“结构决定性质”的观念。
2. 结合真实情境中的应用实例或通过实验探究,理解钠、氧化钠、过氧化钠的性质及转化关系。
3. 知道钠及其氧化物在生产、生活中的应用。

问题式预习

一、钠元素的存在与钠单质的物理性质

1. 钠元素在自然界中都以化合物的形式存在,如 NaCl 、 Na_2CO_3 、 Na_2SO_4 等。
2. 钠的物理性质

颜色	密度	熔点	硬度
银白色,有金属光泽	$\rho(\text{水}) >$ $\rho(\text{钠}) >$ $\rho(\text{煤油})$	<u>小于</u> 100 °C	质地 <u>柔软</u>

二、钠的原子结构与化学性质

钠原子的最外电子层上只有 1 个电子,在化学反应中该电子很容易失去。因此,钠的化学性质非常活泼,表现出很强的还原性。

1. 钠与非金属单质反应

(1) 钠与氧气的反应

条件	常温	加热或点燃
实验步骤		
实验现象	新切开的钠具有 <u>银白色</u> 的金属光泽,在空气中很快 <u>变暗</u>	钠先 <u>熔化成小球</u> ,然后剧烈燃烧,火焰呈 <u>黄色</u> ,生成 <u>淡黄色</u> 固体
化学方程式	常温下: $4\text{Na} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{O}$ 加热时: $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$	
实验结论	条件不同,钠与氧气反应的产物不同	

(2) 钠除与 O_2 反应外,还可以与 Cl_2 在加热条件下反应,化学方程式为 $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaCl}$ 。

2. 钠与水的反应

(1) 实验探究

	现象		原因
	浮	钠浮在水面上	钠的密度比水 <u>小</u>
	熔	熔成闪亮的小球	钠的熔点 <u>低</u> 且反应放热
	游	钠在水面上迅速游动	反应产生气体推动钠游动
	响	发出“嘶嘶”声响	钠与水反应剧烈
	红	溶液变红	反应生成 <u>碱性</u> 物质

(2) 实验结论: 钠与水反应剧烈,生成 NaOH , 化学方程式是 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(3) 钠的保存与灭火

- ① 实验室里将钠保存在石蜡油或煤油中。
- ② 火灾现场存放有大量金属钠时,需要用干燥的沙土来灭火。

三、氧化钠和过氧化钠

1. 物理性质

氧化钠是白色固体,过氧化钠是淡黄色固体。

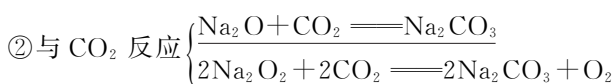
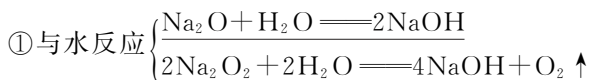
2. 化学性质

(1) 过氧化钠与水反应的实验。

- ① 实验步骤: 将 1~2 mL 水滴入盛有 1~2 g 过氧化钠固体的试管中,立即把带火星的木条伸入试管中,用 pH 试纸检验溶液的酸碱性。
- ② 实验现象: 试管发烫,带火星的木条复燃;测得溶液的 $\text{pH} > 7$ 。

③实验结论： Na_2O_2 与水反应生成 O_2 和 NaOH 。

(2)氧化钠、过氧化钠分别与水、 CO_2 反应的化学方程式。



(3)过氧化钠的用途： Na_2O_2 与 H_2O 、 CO_2 反应生成 O_2 ，故 Na_2O_2 可在呼吸面具或潜艇中作为 O_2 的来源，作供氧剂。

任务型课堂

任务一 金属钠与氧气的反应及系列转化

[探究活动]

材料一：在实验室中，金属钠保存在煤油里，并且钠的质地很软，实验室中取用少量金属钠时，可以用小刀进行切割。



钠的保存



钠的切割

材料二：某研究性学习小组为探究“钠露置在空气中的变化”，将一块银白色的金属钠放在空气中，观察到钠发生一系列的变化：表面迅速变暗→“出汗”→变成白色固体(粉末)。

活动1 金属钠为什么要保存在煤油中？

提示：因为钠的性质活泼，易与空气中的氧气和水蒸气反应，煤油的密度比钠的小，且煤油与钠不反应，将钠保存在煤油中可起到隔绝空气的作用。

活动2 请解释材料二中钠放在空气中发生一系列变化的原因。

提示：钠露置在空气中迅速变暗，是因为 Na 与 O_2 反应生成了 Na_2O ， Na_2O 与水反应生成 NaOH ， NaOH 又吸收空气中的 H_2O 和 CO_2 ，生成 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 逐渐风化脱水，最后变成 Na_2CO_3 粉末。

[评价活动]

1.钠露置在空气中易变质，其变质过程中不可能产生的物质是 ()

- A. Na_2O B. NaOH
C. NaHCO_3 D. Na_2CO_3

C 解析：钠露置在空气中的变化过程为 $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ ，不可能有 NaHCO_3 生成。

2.用流程图可以清楚地反映物质之间的转化关系。

如 $\text{Na} \rightarrow \square \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl}$ ，则在常温下，上述转化关系 $\square$ 内的物质是 ()

- A. Na_2CO_3 B. Na_2O
C. Na_2S D. Na_2O_2

B 解析：在常温下，钠与氧气反应生成氧化钠。

3.电解氯化钠制钠的工业方法，其反应原理是 2NaCl

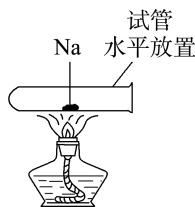
(熔融) $\xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。回答下列有关单质钠的问题：

(1)保存金属钠的正确方法是 _____ (填字母序号)。

- A. 放在棕色瓶中
B. 放在细沙中
C. 放在水中
D. 放在煤油中

(2)将一小块钠放在水平放置的试管中部，用酒精灯加热充分反应(如图所示)，请写出该反应的化学方程式：_____

_____，生成物的颜色为 _____。



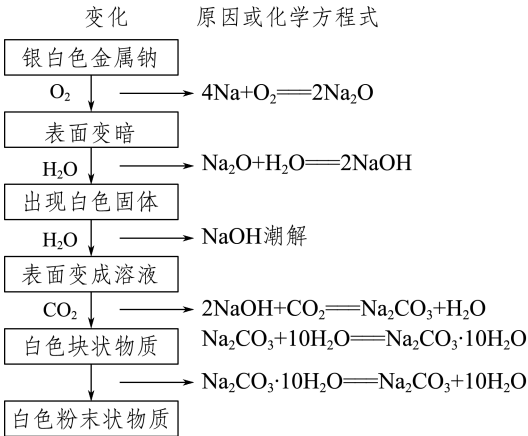
(3) Na 、 NaOH 久置空气中最终都变为 _____ (填化学式)。

解析：(1)钠是很活泼的金属元素，其单质极易与水或氧气反应，又因为钠的密度小于水而大于煤油，因此钠通常保存在煤油中。(2)将一小块钠放在水平放置的试管中部，加热，反应的化学方程式为 $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ 。过氧化钠为淡黄色固体。(3) Na 、 NaOH 久置空气中最终都变为碳酸钠，化学式为 Na_2CO_3 。

答案：(1)D (2) $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ 淡黄色
(3) Na_2CO_3

任务总结

钠长期暴露在空气中,最终转化为 Na_2CO_3 ,变化过程中的现象及主要反应如下:

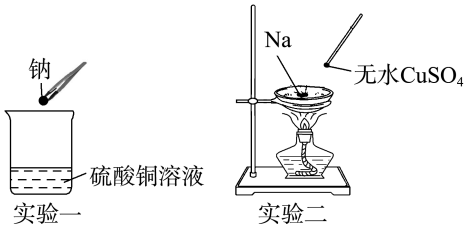


任务二 钠与水反应的拓展延伸

[探究活动]

某同学为了探究钠单质与盐的反应,进行了以下两个实验:

实验一:将一块钠投入 CuSO_4 溶液中,实验现象为钠立即熔化为小球,并浮在水面四处游动,伴有“嘶嘶”的声响,同时溶液中有蓝色沉淀生成。



实验二:如图所示,在蒸发皿中放一小块钠,加热至熔化时,用玻璃棒蘸取少量无水 CuSO_4 与熔化的钠接触,瞬间产生耀眼的火花,同时有红色物质生成。

活动 1 请解释实验一中现象并写出有关反应的化学方程式。总结钠与盐溶液反应的分析思路。

提示:钠投入 CuSO_4 溶液中,Na 先与 H_2O 反应生成 NaOH 和 H_2 : $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$;生成的 NaOH 与 CuSO_4 反应生成蓝色沉淀 $\text{Cu}(\text{OH})_2$: $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 。分析钠与盐溶液反应时,钠先与水反应,再考虑 NaOH 与溶质盐是否发生复分解反应。

活动 2 实验二中是否发生了置换反应? 上述反应能否证明钠可以从 CuSO_4 溶液中置换出铜? 能否说明钠比铜活泼?

提示:实验中有红色物质生成,说明熔融的钠将 CuSO_4 中的铜置换出来并且放出热量,属于置换反

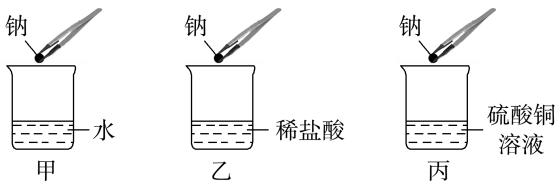
应,钠为还原剂, CuSO_4 为氧化剂,说明钠比铜活泼。但不能证明钠可以从 CuSO_4 溶液中置换出铜。

活动 3 试分析钠与盐反应冶炼金属的条件。

提示:Na 与盐反应冶炼金属必须在无水条件下进行,即熔融状态下。

[评价活动]

1.按如图所示进行相应实验,下列有关反应现象的分析正确的是 ()



- A. 均有可燃性气体生成
- B. 反应剧烈程度: 甲 > 乙 > 丙
- C. 丙中钠能置换出单质铜
- D. 乙、丙中钠在液面下反应

A 解析:钠与水反应生成氢氧化钠和氢气,钠与盐酸反应产生氯化钠和氢气,钠与硫酸铜溶液反应的实质是钠先与水反应生成氢氧化钠和氢气,生成的氢氧化钠再与硫酸铜反应生成氢氧化铜沉淀。由分析可知,甲、乙、丙中均有可燃性气体氢气生成,A 正确;钠与水或与酸反应的实质是钠与氢离子发生置换反应,反应快慢取决于氢离子浓度大小,乙中的酸的浓度最大,其次是丙中铜离子水解显酸性,最后是水,反应速率为乙 > 丙 > 甲,B 错误;钠与硫酸铜溶液反应为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$,反应中生成了蓝色沉淀,并不会置换出铜单质,C 错误;钠的密度小于水,所以浮在液面上,D 错误。

2.下列反应的离子方程式表示不正确的是 ()

- A. 钠与水反应: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$
- B. 钠与 CuSO_4 溶液反应: $2\text{Na} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + 2\text{Na}^+$
- C. 钠与盐酸反应: $2\text{Na} + 2\text{H}^+ = 2\text{Na}^+ + \text{H}_2 \uparrow$
- D. 钠与氯化钾溶液反应: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

B 解析:B 中钠与 CuSO_4 溶液反应的实质是钠与水反应生成的氢氧化钠再与 CuSO_4 反应,总化学方程式: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

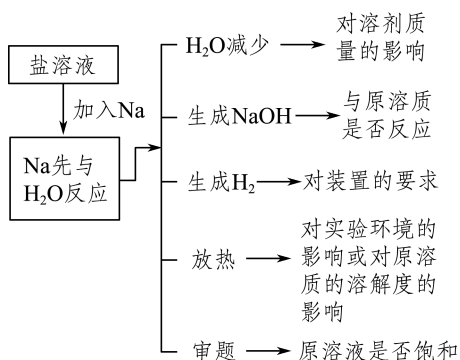
3.把金属钠投入下列物质的溶液中,溶液质量减轻的是 ()

- A.HCl B.Na₂SO₄
C.FeCl₃ D.NaOH

解析: A 中 $2\text{Na} + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2 \uparrow$, H^+ 换成 Na^+ , 溶液质量增加; B 中 Na 与水反应, H_2O 中 H^+ 换成 Na^+ , 溶液质量增加; C 中 $\underset{\text{进入}}{6\text{Na}} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \underset{\text{出来}}{2\text{Fe}(\text{OH})_3} \downarrow + \underset{\text{出来}}{6\text{NaCl}} + \underset{\text{出来}}{3\text{H}_2} \uparrow$, 显然溶液质量减轻; D 中 $\underset{\text{进入}}{2\text{Na}} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \underset{\text{出来}}{\text{H}_2} \uparrow$, 溶液质量增加。

任务总结

解决钠与盐溶液反应问题的思维流程



任务三 Na₂O₂ 与 CO₂、H₂O 的反应

[探究活动]

某班级的晚会上,化学老师表演了一个魔术——吹气生火。老师将一小团棉花放在陶土网上,通过细管用嘴向棉花团内慢慢地、连续地吹气,一会儿棉花燃烧起来。表演结束后,老师说棉花中包有过氧化钠固体。

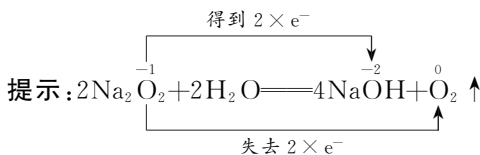
活动 1 该魔术的实验原理是什么? 该魔术中过氧化钠体现的性质可有什么用途?

提示: 过氧化钠与呼出气体中的 CO₂、水蒸气反应生成了氧气,同时反应放热,使棉花燃烧。可利用该性质让过氧化钠作供氧剂。

活动 2 Na₂O₂ 与 CO₂、H₂O(g) 混合气体反应,应视作哪种物质优先反应? 为什么?

提示: CO₂, 若 Na₂O₂ 先与 H₂O 反应, 则有 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, 由于 CO₂ 存在, 又发生反应: $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 则 H₂O 相当于进去又出来。在 CO₂ 存在的前提下, 应视作 CO₂ 优先反应。

活动 3 写出 Na₂O₂ 与 H₂O 反应的化学方程式, 标出电子转移的方向和数目(双线桥), 指出氧化剂和还原剂。



Na₂O₂ 既是氧化剂, 又是还原剂。

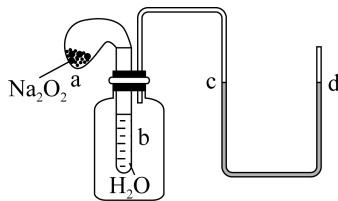
[评价活动]

1. 为了食品安全, 我国禁止在面粉生产中添加过氧化钙(CaO₂)等食品添加剂, 其化学性质与 Na₂O₂ 相似。下列关于过氧化钙(CaO₂)的叙述错误的是 ()

- A. CaO₂ 可以用作潜艇的供氧剂
B. CaO₂ 和水反应时, 每产生 1 分子 O₂ 转移 2 个电子
C. CaO₂ 中阴、阳离子的个数相等
D. 不能用 NaHCO₃ 溶液检验 CaO₂ 和 Na₂O₂

解析: CaO₂ 的性质与 Na₂O₂ 相似, 可以用作潜水艇的供氧剂, 故 A 正确; CaO₂ 和水反应时, 氧元素化合价由 -1 升高为 0, 每产生 1 分子 O₂ 转移 2 个电子, 故 B 正确; CaO₂ 由 Ca²⁺、O₂²⁻ 构成, 阴、阳离子的个数相等, 故 C 正确; CaO₂ 和水反应生成氢氧化钙和氧气, Na₂O₂ 和水反应生成氢氧化钠和氧气, 氢氧化钙和 NaHCO₃ 溶液反应生成碳酸钙沉淀, 氢氧化钠和 NaHCO₃ 溶液反应不生成沉淀, 能用 NaHCO₃ 溶液检验 CaO₂ 和 Na₂O₂, 故 D 错误。

2. 如下图装置, 试管中盛有水, 气球 a 中盛有干燥的 Na₂O₂ 颗粒。U 形管中注有浅红色的水。将气球用橡皮筋紧缚在试管口。实验时将气球中的 Na₂O₂ 抖落到试管 b 的水中, 将出现的现象是 ()



- A. U 形管内浅红色的水褪色
B. 试管内溶液变红
C. 气球 a 被吹大
D. U 形管水位: d 高于 c

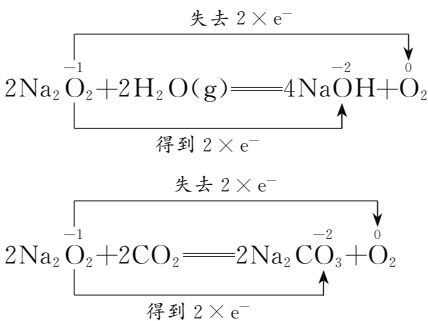
解析: 由于发生反应: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$

$4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, 产生 O_2 使气球膨胀, 该反应放出大量热量, 使广口瓶中空气受热膨胀而出现 U 形管中水位: $d > c$ 。

3. 关于 Na_2O_2 与 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 混合气体的反应, 下列说法错误的是 ()

- A. 只要参加反应的 Na_2O_2 的量一定, 反应生成的氧气的量就一定
- B. 只要 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的总分子数一定, 反应所消耗的 Na_2O_2 的质量就一定
- C. 只要气体分子的总分子数一定, 反应中所转移的电子的个数就一定
- D. 只要混合气体分子的总数一定, 固体所增加的质量就一定

D 解析: Na_2O_2 与 CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应的化学方程式及电子转移情况分别为



由于两个反应中 Na_2O_2 与 O_2 的质量之比都为 $156 : 32$, A 项正确; 两个反应中: $2\text{Na}_2\text{O}_2 \sim 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $2\text{Na}_2\text{O}_2 \sim 2\text{CO}_2$, B 项正确; 根据上面化学方程式中的电子转移情况知, C 项正确; 根据反应化学方程式知, CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 与 $\text{Na}_2\text{O}_2(\text{s})$ 反应时, 固体增加的质量为 CO_2 中“CO”的质量和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 中“ H_2 ”的质量, 所以当分子总数固定的混

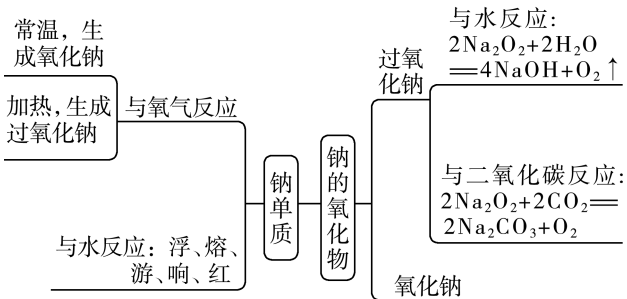
合气体中 CO_2 气体所占的比例大时, 固体增加的质量大, 当 H_2O 所占的比例大时, 固体增加的质量小, 则 D 错误。

任务总结

Na_2O_2 与 H_2O 、 CO_2 的反应中定量计算的规律

- (1) 气体体积关系
若 CO_2 和水蒸气的混合气体(或单一气体)通过足量 Na_2O_2 , 气体体积的减少量等于原混合气体体积的 $\frac{1}{2}$ 且等于生成氧气的体积。
- (2) 电子转移关系
当 Na_2O_2 与 CO_2 、 H_2O 反应时, 根据化学方程式可知 $2\text{Na}_2\text{O}_2 \sim \text{O}_2 \sim 2e^-$ 。
- (3) 固体质量关系
当 Na_2O_2 与 CO_2 、 H_2O 反应时, 固体(Na_2O_2)相当于只吸收了 CO_2 中的“CO”、 H_2O 中的“ H_2 ”, 可以看作发生相应的反应: $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaOH}$ (实际上这两个反应不能发生)。

提质归纳

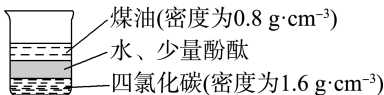


课后素养评价(七)

基础性·能力运用

知识点 1 钠的性质

1. 将绿豆大的钠块投入如图所示的烧杯中, 可能出现的现象是 ()



- A. 钠块只在煤油层中游动, 并放出气体
- B. 钠块只在水层中游动, 钠块熔化, 水层变红
- C. 钠块在 CCl_4 层和水层界面处游动并上下跳动,

钠块熔化, 水层变红
D. 钠块在水层和煤油层界面处游动并上下跳动, 钠块熔化, 水层变红
D 解析: 钠的密度大于煤油的密度, 小于水和四氯化碳的密度, 钠与水反应生成氢气和氢氧化钠, 放出大量的热, 所以将绿豆大的钠块投入如图所示的烧杯中, 钠块会熔化, 产生的氢气使钠块四处游动并上下跳动, 生成的 NaOH 使含有酚酞的水层变红。

2. 某同学将金属钠露置于空气中, 观察到下列现象:

银白色 $\xrightarrow{①}$ 变灰暗 $\xrightarrow{②}$ 变为白色 $\xrightarrow{③}$ 出现液滴 $\xrightarrow{④}$ 白色晶体 $\xrightarrow{⑤}$ 白色粉末。根据钠及其化合物的性质分析, 下列说法正确的是 ()

- A. ①发生了氧化还原反应
B. ①钠表面变灰暗是因为生成了过氧化钠
C. ③是碳酸钠吸收空气中的水蒸气形成了溶液
D. ④⑤只发生物理变化

解析: 钠露置在空气中由银白色变灰暗, 是因为 Na 与 O_2 反应生成了 Na_2O , Na_2O 与 H_2O 反应生成白色固体 NaOH, NaOH 易潮解, 吸收空气中的 H_2O 形成 NaOH 溶液而出现液滴, 同时吸收空气中的 CO_2 , 生成 $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$, $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$ 逐渐风化最后变为 Na_2CO_3 固体, 其中①发生了氧化还原反应, A 项正确; Na 只有在加热或点燃时才能生成 Na_2O_2 , B 项错误; ③是 NaOH 潮解, C 项错误; ④⑤中发生的反应是化学变化, D 项错误。

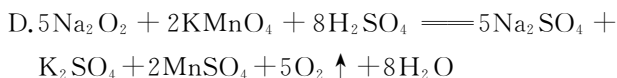
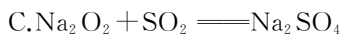
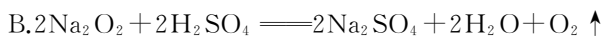
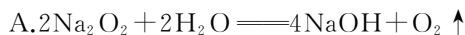
知识点 2 氧化钠和过氧化钠

3. 用脱脂棉包住 0.2 g Na_2O_2 粉末, 放在陶土网上, 在脱脂棉上滴加几滴水, 可以观察到脱脂棉剧烈燃烧起来。下列关于上述实验分析正确的是 ()

- A. Na_2O_2 在反应中只作氧化剂
B. 由于 Na_2O_2 与 H_2O 反应放出热量和氧气, 所以脱脂棉剧烈燃烧起来
C. Na_2O_2 与 H_2O 的反应中有氢氧化钠生成, Na_2O_2 是典型的碱性氧化物
D. Na_2O_2 与 H_2O 的反应中没有氧气生成

解析: Na_2O_2 与 H_2O 反应生成氢氧化钠和氧气, Na_2O_2 在反应中既是氧化剂又是还原剂, A 项错误; 脱脂棉剧烈燃烧说明具备燃烧的条件, 剧烈燃烧应该有大量氧气, 只有该反应是放热反应才能使脱脂棉温度达到着火点, 可知该反应有氧气生成且放热, B 项正确; Na_2O_2 不是碱性氧化物, C 项错误; Na_2O_2 与 H_2O 的反应中有氧气生成, D 项错误。

4. 下列反应中, Na_2O_2 只表现氧化性的是 ()



解析: A 项, Na_2O_2 中氧元素的化合价既升高又降低, 因此 Na_2O_2 既表现出氧化性又表现出还原性, 错误; B 项, Na_2O_2 中氧元素的化合价既升高又降低, Na_2O_2 既表现出氧化性又表现出还原性, 错误; C 项, Na_2O_2 中氧元素的化合价降低, 所以只表现出氧化性, 正确; D 项, Na_2O_2 中氧元素的化合价只升高, 只表现出还原性, 错误。

知识点 3 钠、过氧化钠与盐溶液的反应

5. 某溶液中含有 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+ 、 NO_3^- 四种离子。若向其中加入 Na_2O_2 粉末, 充分反应后(溶液体积变化忽略不计), 溶液中离子浓度增大的是 ()



解析: Na_2O_2 与水反应生成氢氧化钠, Na^+ 浓度增大, NO_3^- 浓度不变, HCO_3^- 和 OH^- 反应生成 CO_3^{2-} , CO_3^{2-} 浓度增大, HCO_3^- 浓度减小, 故选 D。

6. 分别向 $CuSO_4$ 溶液和 $FeSO_4$ 溶液中加入等量的金属钠, 已知 $Fe(OH)_2$ 易被氧化成 $Fe(OH)_3$ 。下列说法一定正确的是 ()

- A. 两溶液中均有金属单质析出
B. $CuSO_4$ 溶液中没有蓝色沉淀生成
C. $FeSO_4$ 溶液中最终有红褐色沉淀生成
D. 钠在 $CuSO_4$ 溶液中产生气泡, 在 $FeSO_4$ 溶液中无现象

解析: 钠是活泼的金属, 投入盐溶液中首先与水反应生成氢氧化钠和氢气, 因此两溶液中均没有金属单质析出, A 错误; $CuSO_4$ 溶液中最终有蓝色沉淀氢氧化铜生成, B 错误; $FeSO_4$ 溶液中首先产生氢氧化亚铁白色沉淀, 最终转化为红褐色沉淀氢氧化铁, C 正确; 钠在两溶液中均产生气泡, D 错误。

综合性·创新提升

7. 在某无色溶液中, 加入 Na_2O_2 时, 有无色无味气体放出, 并有白色沉淀生成, 该无色溶液中含有的物质可能是 ()

- A. $CuSO_4$ B. $MgCl_2$
C. $BaCl_2$ D. $Fe_2(SO_4)_3$

解析: $CuSO_4$ 溶液和 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液不是无色

溶液, 故 A、D 两项错误; $2Na_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4NaOH + O_2 \uparrow$, NaOH 与 $MgCl_2$ 反应产生白色沉淀, 与 $BaCl_2$ 溶液不反应, 故 B 项正确, C 项错误。

8. 下列各组中的两物质反应, 若改变反应条件(温度、反应物用量比), 化学反应的本质并不改变的是 ()

- A. Na 和 O₂
- B. 澄清石灰水和 CO₂
- C. Na₂O₂ 和 CO₂
- D. 木炭(C)和 O₂

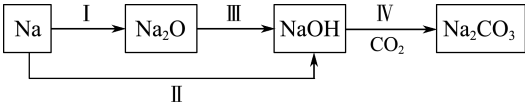
C 解析: Na 和 O₂ 反应, 如果加热则生成过氧化钠, 不加热生成氧化钠, A 不符合题意; 澄清石灰水和 CO₂ 反应, 如果 CO₂ 过量, 则生成碳酸氢钙, 不过量生成碳酸钙和水, B 不符合题意; 过氧化钠和二氧化碳反应只能生成碳酸钠和氧气, C 符合题意; C 和 O₂ 反应, 氧气过量则生成 CO₂, 氧气不足则生成 CO, D 不符合题意。

9. 将 2.3 g 金属钠放入 100 g 水中, 完全反应后溶液中溶质的质量分数为 ()

- A. $\frac{4}{100+2.3} \times 100\%$
- B. $\frac{4}{100+4-0.1} \times 100\%$
- C. $\frac{4}{100+4} \times 100\%$
- D. $\frac{4}{100+2.3-0.1} \times 100\%$

D 解析: 2.3 g Na 与 100 g 水反应生成 4 g NaOH 和 0.1 g H₂, 故溶液的质量为 (100 + 2.3 - 0.1) g, 溶质的质量分数为 $\frac{4}{100+2.3-0.1} \times 100\%$ 。

10. 以不同类别物质间的转化为线索, 可进一步认识钠及其化合物。下列说法错误的是 ()



- A. Na₂O 和 CO₂ 分别属于碱性氧化物和酸性氧化物
- B. 若改变过程 I 的反应条件, 可得到钠的另一种氧化物
- C. 若改变过程 IV 中 CO₂ 的量, 可得到另一种钠盐
- D. 过程 I ~ IV 中, 发生了电子转移的是 I、II、III

D 解析: 能和碱反应生成盐和水的氧化物属于酸性氧化物; 能和酸反应生成盐和水的氧化物属于碱性氧化物; Na₂O 和 CO₂ 分别属于碱性氧化物和酸性氧化物, A 正确; 钠和氧气点燃生成过氧化钠, B 正确; 氢氧化钠和过量二氧化碳反应生成碳酸氢钠, C 正确; 氧化钠和水生成氢氧化钠没有元素化合价改变, 没有电子转移, D 错误。

11. 在一密闭容器中有 CO、H₂、O₂ 共 16.5 g 和足量的 Na₂O₂, 用电火花引燃, 使其完全反应, Na₂O₂ 增重 7.5 g, 则原混合气体中 O₂ 的质量分数约是 ()

- A. 54.5%
- B. 40%
- C. 36%
- D. 33.3%

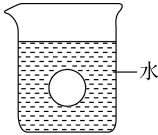
A 解析: CO、H₂、O₂ 完全反应生成二氧化碳、水, 再与过氧化钠反应生成碳酸钠、氢氧化钠, 所以过氧化钠固体增加的质量等于 CO、H₂ 的质量, 所以混合气体中 CO、H₂ 的质量一共是 7.5 g, 则 O₂ 的质量是 16.5 g - 7.5 g = 9 g, 所以原混合气体中 O₂ 的质量分数是 $\frac{9}{16.5} \times 100\% \approx 54.5\%$ 。

12. 将 11.5 g 钠、9 g 铝、14 g 镁分别投入含 7.3 g HCl 的盐酸中, 下列说法正确的是 ()

- A. 钠与盐酸反应最剧烈, 产生的气体最多
- B. 铝与盐酸反应的速率仅次于钠, 但产生的气体最多
- C. 镁与盐酸反应产生的气体比铝少
- D. 反应结束时产生的气体一样多

A 解析: 反应的剧烈程度由金属的活动性决定, 即钠最剧烈, 根据钠、铝、镁与盐酸反应的化学方程式可知, 盐酸的量均不足, 所以铝和镁与盐酸反应时生成氢气一样多, 但钠消耗完盐酸后可以与水反应又生成氢气, 所以钠产生的气体最多, 反应最剧烈。

13. 如图所示, 在烧杯中盛有 100 mL 蒸馏水, 水中悬浮着一个表面光滑、耐碱、耐热的小球 (此球稳定在水的中央), 将 10 g 金属钠分多次投入水中, 最后使烧杯内的液体恢复到与原来蒸馏水相同的温度。回答下列问题:



- (1) 10 g 钠要分多次投入的主要原因是_____。
- (2) 将 10 g 钠全部投入完毕所进行的次数可能是_____ (填字母序号)。
A. 5 次
B. 10 次
C. 大于 10 次
- (3) 实验结束后, 从烧杯内小球的位置观察到的现象是_____, 出现这种现象的主要原因是_____。
- (4) 实验过程中所发生反应的离子方程式是_____。

解析: (1) 钠与水反应剧烈, 易发生爆炸, 使用时要严格控制用量。 (2) 钠的密度小于 1 g · cm⁻³, 绿豆粒大小的一块钠的体积 (立方体的边长肯定小

于1 cm)小于1 cm³,则其质量小于1 g,故10 g 钠全部投入完毕所进行的次数要大于10 次。(3)钠与水反应生成氢氧化钠,氢氧化钠溶液的密度大于水的密度,小球受到的浮力增大。(4)钠与水反应生成氢氧化钠和氢气,反应的离子方程式为 $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}=\text{2Na}^++2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$ 。

答案:(1)钠与水反应剧烈,放出的热量多,易发生爆炸
(2)C
(3)小球上升 钠与水反应生成氢氧化钠,液体的密度增大,小球受到的浮力增大
(4) $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}=\text{2Na}^++2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$

第 2 课时 碳酸钠和碳酸氢钠 焰色试验

学习任务目标

- 1.结合真实情境中的应用实例或通过实验探究,理解碳酸钠、碳酸氢钠的主要性质,并能知道碳酸钠、碳酸氢钠在生产、生活中的应用。
- 2.了解焰色试验的操作过程。

问题式预习

一、碳酸钠和碳酸氢钠

1.用途

- (1) Na_2CO_3 的用途有纺织、制皂、造纸、制玻璃等。
- (2) NaHCO_3 的用途有制药、焙制糕点等。

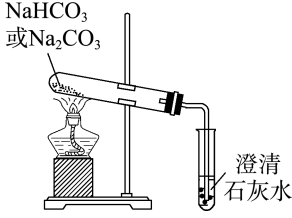
2.物理性质

名称	碳酸钠	碳酸氢钠
化学式	Na_2CO_3	NaHCO_3
俗名	<u>纯碱、苏打</u>	<u>小苏打</u>
色态	白色粉末	细小的白色晶体
溶解性	水中易溶	水中易溶,但比 Na_2CO_3 溶解度 <u>小</u>

3.化学性质

(1)碳酸钠、碳酸氢钠的热稳定性

①装置



- ②现象:加热碳酸氢钠时澄清石灰水变浑浊,加热碳酸钠时澄清石灰水不变浑浊。
- ③结论:碳酸钠很稳定,受热不易发生分解;碳酸氢钠不稳定,受热容易分解,化学方程式: $2\text{NaHCO}_3\overset{\Delta}{=}\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$ 。
- ④用途:可利用加热的方法来鉴别碳酸钠和碳酸氢钠。

(2)与盐酸反应

①碳酸钠

少量盐酸: $\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{HCl}=\text{NaHCO}_3+\text{NaCl}$;
过量盐酸: $\text{Na}_2\text{CO}_3+2\text{HCl}=\text{2NaCl}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$ 。

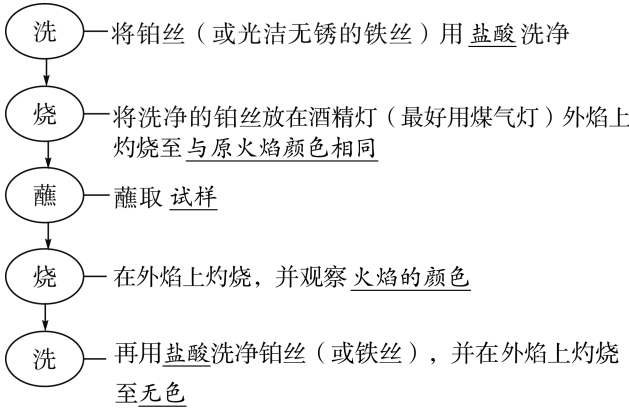
②碳酸氢钠: $\text{NaHCO}_3+\text{HCl}=\text{NaCl}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$ 。

二、焰色试验

1.定义

很多金属或它们的化合物在灼烧时都会使火焰呈现出特征颜色。

2.操作



3.几种金属元素的焰色

金属元素	钠	钾
焰色	黄色	紫色(观察时要透过蓝色钴玻璃)

任务型课堂

任务 碳酸钠、碳酸氢钠的鉴别、相互转化与除杂

[探究活动]

食碱即食用碱,是指有别于工业用碱的纯碱(碳酸钠)和小苏打(碳酸氢钠),小苏打是由纯碱的溶液或结晶吸收二氧化碳之后形成的产品。

活动1 分别向 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 的稀溶液中滴加完全相同的 CaCl_2 溶液,产生的实验现象相同吗? 原因是什么?

提示:不相同。 Na_2CO_3 溶液中有白色沉淀生成,发生的反应为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$, NaHCO_3 溶液中无现象。

活动2 仅用试管和胶头滴管,你能鉴别 Na_2CO_3 溶液和稀盐酸吗? 若能,简述原理。

提示:能。利用滴加顺序不同,现象不同,可区别 Na_2CO_3 溶液和稀盐酸。向 Na_2CO_3 溶液中滴加稀盐酸时,刚开始无气泡产生,当加入盐酸较多时产生气泡,而向稀盐酸中滴入 Na_2CO_3 溶液时,立即产生气泡。

活动3 分别向 Na_2CO_3 与 NaHCO_3 溶液中加入稀盐酸,反应剧烈程度相同吗?

提示:不相同。 NaHCO_3 溶液与稀盐酸反应更剧烈。

活动4 你知道“加入发酵粉的面团加热烘烤后体积比原来大”的原因是什么吗?

提示:加热时碳酸氢钠发生的反应为 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,产生大量气体,从而使面团体积增大。

[评价活动]

1.有两支试管分别装有 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 溶液,下列操作和判断正确的是 ()

选项	操作	判断
A	分别加入澄清石灰水	产生沉淀者为 Na_2CO_3
B	分别加入等浓度的稀盐酸	反应较剧烈者为 Na_2CO_3
C	分别加入 BaCl_2 溶液	产生沉淀者为 Na_2CO_3

续表

选项	操作	判断
D	逐滴加入等浓度的盐酸	立即产生气泡者为 Na_2CO_3

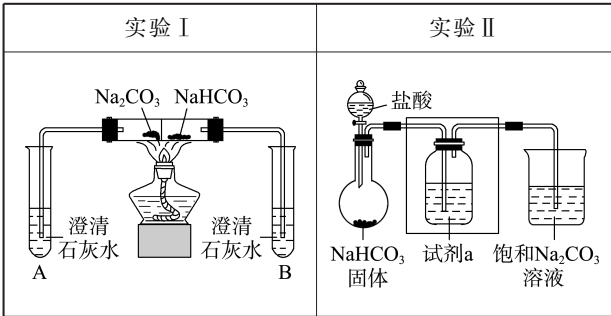
C 解析: A 项中发生的反应分别为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$, $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$, 两者现象相同(产生白色沉淀), 错误; B 项滴加等浓度的稀盐酸时, NaHCO_3 溶液反应更剧烈, 错误; C 项 Na_2CO_3 与 BaCl_2 发生反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$, 产生白色沉淀, NaHCO_3 与 BaCl_2 不反应, 正确; D 项逐滴加入等浓度的盐酸时, NaHCO_3 立即产生气泡, Na_2CO_3 开始无气泡产生, 过一会儿才产生气泡, 错误。

2.为除去括号内的杂质,所选用的试剂或方法不正确的是 ()

- A. Na_2CO_3 溶液 (NaHCO_3), 选用适量的 NaOH 溶液
- B. NaHCO_3 溶液 (Na_2CO_3), 应通入过量的 CO_2 气体
- C. Na_2O_2 粉末 (Na_2O), 将混合物在氧气中加热
- D. Na_2CO_3 溶液 (Na_2SO_4), 加入适量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 过滤

D 解析: Na_2CO_3 和 Na_2SO_4 均能与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应, 不能达到除杂的目的。

3.某小组同学探究 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的性质及相互转化, 实验如下(夹持装置已略去, 气密性已检验)。以下说法错误的是 ()



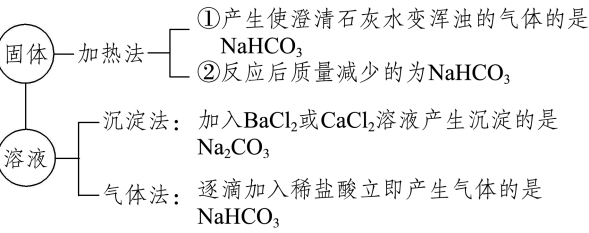
- A. 实验 I, A 中澄清石灰水无明显变化, B 中澄清石灰水变浑浊
- B. 实验 II, 方框中的试剂 a 为饱和 NaHCO_3 溶液
- C. 实验 II, 一段时间后, 可观察到烧杯中有细小晶体析出
- D. 等质量的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 分别与足量盐酸反应, Na_2CO_3 生成的 CO_2 更多

D 解析: 实验 I, A 中 Na_2CO_3 受热不分解, 则 A 中澄清石灰水无明显变化, B 中 NaHCO_3 受热分解

生成 CO_2 、 Na_2CO_3 和水,因此 B 中澄清石灰水变浑浊,故 A 正确;实验 II,由于盐酸易挥发,试剂 a 主要用来除掉 CO_2 中的 HCl ,因此方框中的试剂 a 为饱和 NaHCO_3 溶液,故 B 正确;实验 II 中,烧杯中 CO_2 和 Na_2CO_3 、水反应生成 NaHCO_3 ,由于 Na_2CO_3 的溶解度比 NaHCO_3 的溶解度大,因此一段时间之后可观察到烧杯中有细小晶体析出,故 C 正确;等质量的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 分别与足量盐酸反应, NaHCO_3 生成的 CO_2 更多,故 D 错误。

任务总结

1.碳酸钠与碳酸氢钠的鉴别



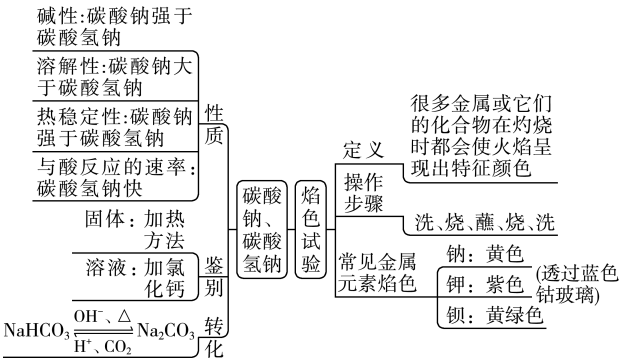
2.碳酸钠与碳酸氢钠的除杂

混合物(括号内为杂质)	除杂方法及试剂
Na_2CO_3 固体(NaHCO_3)	加热
NaHCO_3 溶液(Na_2CO_3)	通入足量 CO_2 气体
Na_2CO_3 溶液(NaHCO_3)	加入适量 NaOH 溶液

3.测定纯碱纯度的两种常见方法

气体法	发生反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 依据 CO_2 的体积确定 Na_2CO_3 的物质的量,进而确定纯碱中 Na_2CO_3 的纯度。但要注意 CO_2 中杂质的干扰
沉淀法	发生反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$, 依据 BaCO_3 沉淀的质量,确定 Na_2CO_3 的物质的量,进而确定纯碱中 Na_2CO_3 的纯度

► 提质归纳



课后素养评价(八)

基础性·能力运用

知识点 1 碳酸钠和碳酸氢钠

1.下列可用于判断碳酸氢钠粉末中混有碳酸钠的实验方法及现象是 ()

- A.加热时无气体放出
- B.滴加盐酸时有气泡放出
- C.溶于水后滴加 BaCl_2 稀溶液,有白色沉淀生成
- D.溶于水后滴加澄清石灰水,有白色沉淀生成

C 解析:无论是否含有碳酸钠,加热碳酸氢钠粉末时均有气体放出,A 项错误;无论是否含有碳酸钠,滴加盐酸时均有气泡放出,B 项错误;无论是否含有碳酸钠,滴加澄清石灰水时均有沉淀产生,D 项错误。

2.下列离子方程式书写正确的是 ()

- A. NaHCO_3 溶液中加入稀盐酸: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- B.碳酸钠溶液与硫酸反应: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

C.碳酸氢钠溶液中滴入少量氢氧化钙溶液: $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

D.碳酸氢钠溶液中滴入足量氢氧化钙溶液: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

B 解析:A 项, HCO_3^- 不能完全电离,不能拆成离子,错误;C 项,滴入少量氢氧化钙时 OH^- 不可能有剩余,错误;D 项,滴入足量氢氧化钙不可能生成 CO_3^{2-} 。

3.下列物质可通过加热的方法除杂(括号中物质为杂质)的是 ()

- A. $\text{NaCl}(\text{Na}_2\text{CO}_3)$
- B. $\text{NaHCO}_3(\text{Na}_2\text{CO}_3)$
- C. $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{NaHCO}_3)$
- D. $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{NaHSO}_4)$

C 解析: Na_2CO_3 受热无变化,不能通过加热除去,A 不符合题意; NaHCO_3 受热分解成 Na_2CO_3 、水和二氧化碳,可以通过加热除去 Na_2CO_3 中的

NaHCO_3 , C 符合题意, B 不符合题意; NaHSO_4 受热无变化, 不能通过加热除去, D 不符合题意。

4. 有关 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 的性质, 以下叙述错误的是 ()

A. 等质量的 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 分别与足量盐酸反应, 在相同条件下 NaHCO_3 产生的 CO_2 体积大

B. Na_2CO_3 的溶解度大于 NaHCO_3

C. 将石灰水加入 NaHCO_3 溶液中不产生沉淀, 加入 Na_2CO_3 溶液中产生白色沉淀

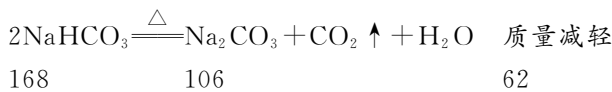
D. 等物质的量的两种盐与同浓度盐酸完全反应, 所耗盐酸的体积 Na_2CO_3 是 NaHCO_3 的两倍

C 解析: 碳酸氢钠的摩尔质量为 $84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 碳酸钠的摩尔质量为 $106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 所以等质量的 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 , NaHCO_3 的物质的量大于 Na_2CO_3 的物质的量, 则等质量的 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 分别与足量盐酸反应, 在相同条件下 NaHCO_3 产生的 CO_2 体积大, 故 A 正确; Na_2CO_3 的溶解度大于 NaHCO_3 , 故 B 正确; 石灰水既能与 NaHCO_3 反应产生白色沉淀, 也能与 Na_2CO_3 反应产生白色沉淀, 故 C 错误; 等物质的量的两种盐与同浓度盐酸完全反应, 所耗盐酸的体积 Na_2CO_3 是 NaHCO_3 的两倍, 故 D 正确。

5. 加热 10.0 g 碳酸钠和碳酸氢钠的固体混合物至质量不再发生变化, 剩余固体的质量为 8.45 g , 则混合物中碳酸钠的质量分数为 ()

A. 42% B. 58% C. 36% D. 64%

B 解析: 由 NaHCO_3 受热分解的化学方程式可知:



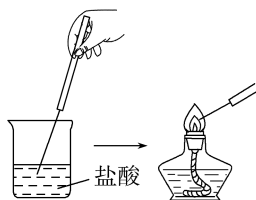
$$m(\text{NaHCO}_3) (10.0 - 8.45) \text{ g}$$

$$\frac{168}{62} = \frac{m(\text{NaHCO}_3)}{(10.0 - 8.45) \text{ g}}, \text{解得 } m(\text{NaHCO}_3) = 4.2 \text{ g}.$$

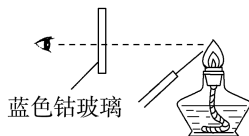
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ 的质量分数} = \frac{(10.0 - 4.2) \text{ g}}{10.0 \text{ g}} \times 100\% = 58\%.$$

知识点 2 焰色试验

6. 焰色试验过程中铂丝的清洗和灼烧与观察钾的焰色试验操作如图所示:



铂丝的清洗和灼烧



观察钾的焰色试验

下列叙述不正确的是 ()

A. 每次试验中都要先将铂丝灼烧到火焰与原来的颜色相同, 再蘸取被检验物质

B. 钾的焰色要透过蓝色钴玻璃观察

C. 试验时最好选择本身颜色较深的火焰

D. 没有铂丝时可用无锈铁丝代替进行实验

C 解析: 取一根铂丝, 用盐酸洗净后, 放在酒精灯上灼烧至火焰与原来的颜色相同, 再蘸取被检验物质, 进行焰色试验, 故 A 正确; 在观察钾的焰色时要透过蓝色钴玻璃片, 滤去钠的黄光的干扰, 故 B 正确; 为了能够更加突出被检验试剂的颜色, 选用本身颜色较浅的火焰, 最大限度减少火焰本身颜色的干扰, 故 C 错误; 可用铁丝进行焰色试验, 故 D 正确。

7. 五颜六色的焰火与焰色试验原理有关。下列关于焰色试验的叙述正确的是 ()

A. 利用焰色试验可区分 NaCl 与 Na_2CO_3 固体

B. 焰色试验均应透过蓝色钴玻璃观察

C. 用稀盐酸清洗做焰色试验的铁丝

D. 焰色试验是化学变化

C 解析: NaCl 与 Na_2CO_3 固体均含钠元素, 焰色试验均为黄色, 不能区分 NaCl 与 Na_2CO_3 固体, 故 A 不符合题意; 做钾元素的焰色试验, 需要透过钴玻璃观察, 避免钠元素的干扰, 其他元素的焰色试验不需要透过蓝色钴玻璃观察, 故 B 不符合题意; 盐酸可以溶解氧化物等杂质, 且易挥发, 不会残留, 可以用稀盐酸清洗做焰色试验的铁丝, 故 C 符合题意; 焰色试验是物理变化, 不是化学变化, 故 D 不符合题意。

综合性·创新提升

8. 下列叙述不正确的是 ()

A. 小苏打的主要成分是 NaHCO_3

B. 侯氏制碱法以 H_2O 、 NH_3 、 CO_2 、 NaCl 为原料制备 NaHCO_3 和 NH_4Cl

C. 高压钠灯发出的黄光透雾能力强、射程远, 可用

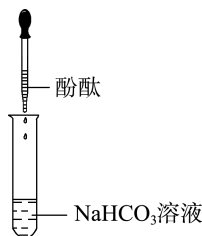
于道路照明

D. NaHCO_3 溶液与少量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合的离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

D 解析: 小苏打的主要成分是 NaHCO_3 , A 正确; 侯氏制碱法以 H_2O 、 NH_3 、 CO_2 、 NaCl 为原料制备

NaHCO_3 和 NH_4Cl , 反应的化学方程式为 $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, B 正确; 钠的焰色为黄色, 可用于制作透雾能力强的高压钠灯, C 正确; NaHCO_3 溶液与少量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合后发生反应生成碳酸钡沉淀、碳酸钠和水, NaHCO_3 过量, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 全部参加反应, 因此该反应的离子方程式为 $2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 错误。

9. 甲同学尝试用碳酸氢钠作为膨松剂蒸馒头, 发现蒸出来的馒头有碱味。



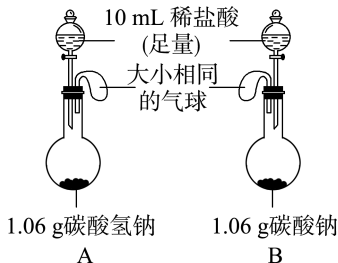
I. 解释现象

(1) 甲同学对此进行解释: 因为碳酸氢钠溶液显碱性。他设计如图所示实验, 观察到 _____, 认为自己的解释正确。

(2) 乙同学不认同甲的解释, 他认为碳酸氢钠受热分解产生的碳酸钠也显碱性, 写出该反应的化学方程式 _____。

II. 设计复合膨松剂

设计原理: 碳酸氢钠及碳酸钠均可与酸反应。



(3) 乙在实验室中利用盐酸进行模拟实验。设计了如图所示实验装置, 发现 2 个气球均膨胀, 写出发生反应的离子方程式 _____。

装置中 _____ (填“A”或者“B”) 气球膨胀体积更大。

该同学利用柠檬酸和小苏打作膨松剂蒸馒头, 取得了较为理想的口感。

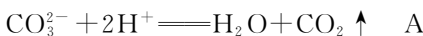
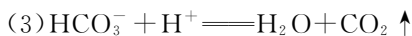
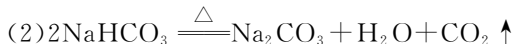
解析: (1) 甲同学对此进行解释: 因为碳酸氢钠溶液显碱性, 加入酚酞溶液变红。(2) 碳酸氢钠受热分解产生碳酸钠, 反应的化学方程式为 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。(3) 碳酸氢钠及碳酸钠均可与酸反应, 离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons$

$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$; 加入盐酸足量, 碳酸氢钠和碳酸钠都完全反应, 由关系式:

$$\begin{array}{cccc} \text{Na}_2\text{CO}_3 \sim \text{CO}_2 & \text{NaHCO}_3 \sim \text{CO}_2 & & \\ 106 & 44 & 84 & 44 \\ 1.06 \text{ g} & m_1 & 1.06 \text{ g} & m_2 \end{array}$$

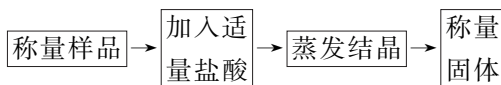
可知 $m_1 = 0.44 \text{ g}$, $m_2 = 0.56 \text{ g}$, 所以 NaHCO_3 与盐酸反应生成的气体更多, A 气球膨胀体积更大。

答案: (1) 溶液变红



10. 某校课外小组为测定某 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 混合物中 Na_2CO_3 的质量分数, 甲、乙两组同学分别进行了下列相关实验。

方案 I: 甲组同学用质量法, 按如图所示的实验流程进行实验:

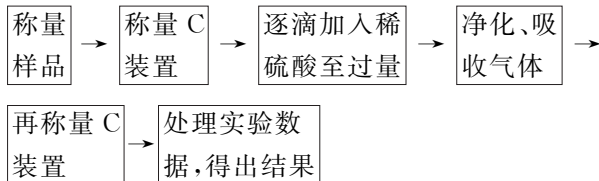
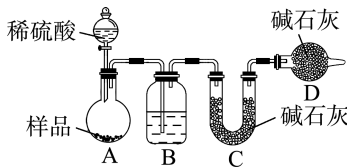


(1) 实验时, 蒸发结晶操作中, 除酒精灯外, 还要用到的仪器是 _____。

(2) 有同学认为“加入适量盐酸”不好操控, 应改为“加入过量盐酸”, 便于操作且不影响测定结果的准确性。该观点 _____ (填“正确”或“错误”), 原因是 _____。

(3) 蒸发结晶过程中若有固体飞溅, 测得的 Na_2CO_3 的质量分数 _____ (填“偏大”“偏小”或“无影响”)。

方案 II: 乙组同学按如图所示装置进行实验, 主要实验流程如图所示:



(4) 在 C 装置中装入碱石灰来吸收净化后的气体, D 装置的作用是 _____。

(5) 有的同学认为为了减小实验误差, 应在反应前后都通入 N_2 , 反应后通入 N_2 的目的是 _____。

解析：(1)蒸发结晶操作中用到的仪器为酒精灯、蒸发皿、玻璃棒、铁架台。(2)改为“加入过量盐酸”正确，因为盐酸易挥发，过量的盐酸在加热过程中挥发出来，不影响测定结果。(3)由于 Na_2CO_3 中钠的质量分数大于 NaHCO_3 中钠的质量分数，所以蒸发结晶过程中若有固体飞溅，测得 Na_2CO_3 的质量分数偏小。(4)方案Ⅱ是根据 CO_2 的质量计算 Na_2CO_3 的质量分数，D 装置的作用是吸收空气中的水蒸气和 CO_2 ，以确保 C 装置质量增加量的准确性。(5)反应后通入 N_2 的目的是

将 A、B 装置中残留的 CO_2 全部赶入 C 装置中，以减小实验误差。

答案：(1)蒸发皿、玻璃棒、铁架台
(2)正确 盐酸易挥发，过量的盐酸在加热过程中挥发出来，不影响测定结果
(3)偏小
(4)吸收空气中的水蒸气和 CO_2 ，以确保 C 装置质量增加量的准确性
(5)将 A、B 装置中残留的 CO_2 全部赶入 C 装置的碱石灰中，以减小实验误差

第二节 氯及其化合物

第 1 课时 氯气的性质

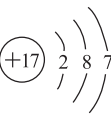
学习任务目标

- 1.通过氯及其化合物性质的学习与实验探究，能分析归纳氯气与金属、非金属单质、化合物的反应规律，认识氯原子的结构与性质的关系，形成“结构决定性质”的观念。
- 2.通过对氯水的成分的实验探究，建立观点、结论和证据之间的逻辑关系。
- 3.通过氯及其化合物性质的学习，能分析归纳氯气、漂白粉、漂白液在生产、生活中的应用。

问题式预习

一、活泼的黄绿色气体——氯气

1.氯的原子结构及存在

(1)原子结构：氯原子结构示意图为 ，氯原子容易得到 1 个电子而形成 Cl^- ，表现出典型的非金属性。

(2)存在：氯在自然界中以化合态存在，主要以 NaCl 、 MgCl_2 、 CaCl_2 等形式存在。

2.氯气的发现

化学家舍勒首次制取氯气，反应的化学方程式：
$$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}.$$

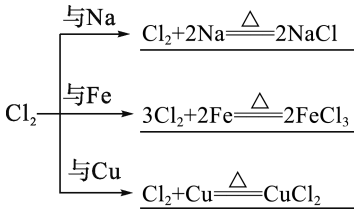
3.物理性质

颜色	状态	气味	溶解性
黄绿色	气体	刺激性气味	1 体积水溶解 2 体积氯气

二、氯气及次氯酸的化学性质

1.氯气的化学性质

(1)与金属反应



(2)与非金属单质反应，如与 H_2 反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$ ，发出苍白色火焰。

(3)与水反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 。

(4)与碱的反应

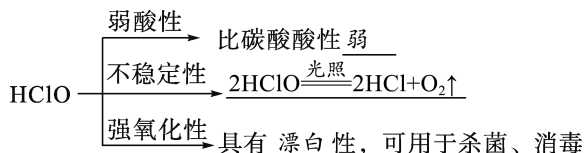
①与 NaOH 反应——制漂白液
化学方程式： $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 。

漂白液的有效成分为 NaClO 。

②与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应——制漂白粉
化学方程式： $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

漂白粉的主要成分为 CaCl_2 和 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 。

2. 次氯酸的化学性质



三、氯气的主要用途——重要的化工原料

1. 用来制造盐酸、有机溶剂、农药、染料和药品等。
2. 生产漂白液和漂白粉等。

任务型课堂

任务一 氯气的性质

[探究活动]

某村附近发生一起氯气泄漏事故。此次氯气泄漏事故造成 5 人中毒。这些人出现了呼吸困难、恶心及流鼻涕等症状,一位受害者表示,泄漏的气体气味浓烈,熏得人睁不开眼睛。

活动 1 氯气使人中毒死亡的原理是什么?

提示:氯气具有强烈的刺激性气味,吸入少量氯气会使人鼻腔和喉头黏膜受到刺激并引起胸痛和咳嗽,吸入较多氯气时会使人窒息死亡。

活动 2 日常生活中遇到氯气泄漏时,应如何躲避?

提示:氯气密度比空气大,应躲避到较高位置。

活动 3 现场人员撤离时均用一块毛巾捂住口鼻以防止吸入氯气,这块毛巾应怎样处理会更好?

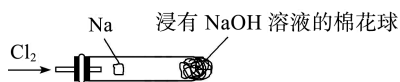
提示:由于 Cl_2 易和碱反应,因此可以将毛巾蘸肥皂水或小苏打水等呈弱碱性的溶液。

活动 4 消防人员在现场向空中喷洒石灰水,这是为什么? 请用化学方程式说明原理。制取漂白粉时,应选择石灰水还是石灰乳? 为什么?

提示: $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。由于氢氧化钙的溶解度较小,制备漂白粉时不能用石灰水,应用石灰乳。向石灰乳中通入氯气可制得漂白粉,也可以用氯气与稍湿的消石灰作用制得漂白粉。

[评价活动]

1. 用如图所示装置进行实验,加热钠至熔化后,停止加热并通入氯气,钠剧烈燃烧并生成大量白烟。以下叙述错误的是 ()



- A. 钠着火燃烧产生苍白色火焰
- B. 反应生成的大量白烟是氯化钠固体小颗粒
- C. 棉花球处发生的化学反应是 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$
- D. 可在棉花球右侧用湿润的淀粉碘化钾试纸判断氯气是否被碱液完全吸收

A 解析: 钠燃烧时火焰为黄色, A 错误; 氯气与钠

反应生成氯化钠, 则反应生成的大量白烟是氯化钠固体小颗粒, B 正确; 氯气与氢氧化钠反应生成氯化钠、次氯酸钠和水, 化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$, C 正确; 氯气具有氧化性, 能与碘化钾反应生成碘单质, 淀粉遇碘变蓝, 所以可据其颜色变化判断氯气是否被碱液完全吸收, D 正确。

2. 下列与 Cl_2 有关的说法正确的是 ()

- A. Cl_2 具有很强的氧化性, 在化学反应中只能作氧化剂
- B. 氯气用作自来水的杀菌消毒剂时没有发生化学变化
- C. 1 分子 Cl_2 与足量 NaOH 溶液反应, 转移 2 个电子
- D. Cl_2 能使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝, 说明 Cl_2 具有氧化性

D 解析: Cl_2 中 Cl 元素化合价处于中间价态, 既可以被氧化, 又可以被还原, 故 A 错误; Cl_2 用作水的消毒剂时利用其强氧化性, 发生了化学变化, 故 B 错误; Cl_2 与 NaOH 的反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, 其中每 1 分子 Cl_2 参与反应转移 1 个电子, 故 1 分子 Cl_2 与足量 NaOH 溶液反应时转移 1 个电子, 故 C 错误; Cl_2 与 KI 发生反应生成碘单质, 淀粉遇碘单质变蓝, 其中 Cl_2 被还原, 表现氧化性, 故 D 正确。

任务总结

- (1) 氯气具有强氧化性, 与变价金属反应时, 无论氯气少量还是过量, 均生成最高价氯化物。
- (2) 氯气本身没有漂白性, 但可用于漂白。
- (3) 制备漂白粉是氯气与石灰乳反应, 不是石灰水。

任务二 氯水的成分与性质

[探究活动]

生活奇趣一: 将有色鲜花放入盛有干燥氯气的集气瓶中, 盖上玻璃片, 顷刻间鲜花失去原来的光鲜颜色。

生活情趣二：养鱼先养水。在未放鱼之前，可用水桶装入自来水，在日光下照射十小时以上，再将鱼放入。

活动 1 你知道鲜花褪色的原因是什么吗？

提示：氯气和鲜花中的水发生反应： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ ， HClO 具有漂白作用。

活动 2 晒水除了可以增加一定量氧气，还可以消除自来水中的氯。自来水晒过一段时间后，可以减少水中的有毒物质，该过程发生了哪些化学反应？实验室里如何保存氯水？

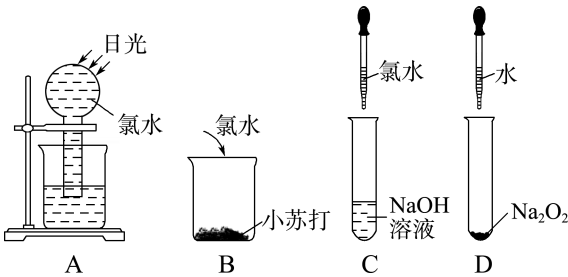
提示： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ ， $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ 。氯水中的 HClO 见光或受热易分解，故新制氯水应密封保存于棕色试剂瓶中，并置于冷暗处。

活动 3 液氯和氯水有何区别？

提示：液氯是 Cl_2 的液态形式，是一种纯净物，而氯水是 Cl_2 溶于水后得到的复杂混合物。

〔评价活动〕

1. 下列实验过程中，不会产生气体的是 ()



C 解析：A 项，氯水中的 HClO 见光分解生成氧气；B 项，氯水中的 H^+ 与 NaHCO_3 反应生成 CO_2 ；C 项，氯水滴入 NaOH 溶液中反应生成 NaClO 、 NaCl 和 H_2O ，没有气体产生；D 项， H_2O 与 Na_2O_2 反应产生 O_2 。

2. “氯气对水一心一意，水偏弄成三分四离”，其中“三分四离”指的是新制氯水中的七种微粒。下列说法正确的是 ()

- A. 氯水能使湿润的有色布条褪色，说明 Cl_2 有漂白性
- B. 氯水呈浅黄绿色，有刺激性气味，说明氯水中

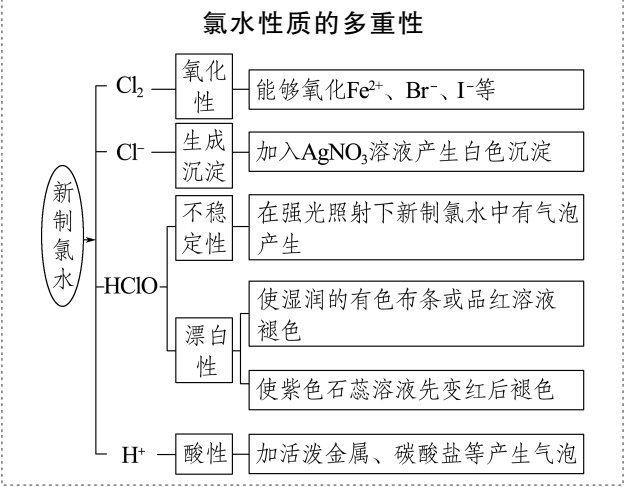
有 Cl_2

C. 久置的氯水导电能力减弱，因为其中的 HClO 发生了分解反应

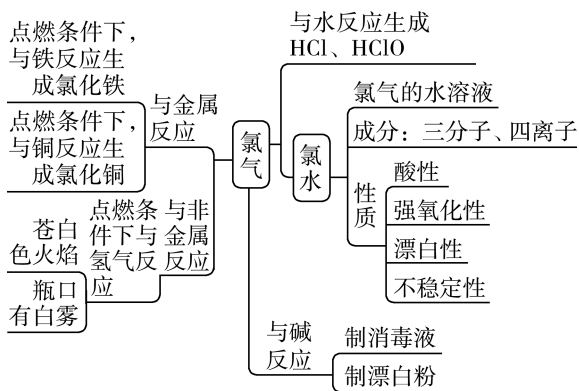
D. 向氯水中加入 NaOH 溶液，浅黄绿色消失，说明氯水中 Cl_2 挥发了

B 解析：氯水能使湿润的有色布条褪色，是 Cl_2 与水反应生成的次氯酸有漂白性， Cl_2 没有漂白性，A 错误； Cl_2 为黄绿色有刺激性气味气体，氯水呈浅黄绿色，有刺激性气味，说明氯水中有 Cl_2 ，B 正确；久置的氯水导电能力会增强，因为其中的弱酸 HClO 发生了分解反应生成氯化氢，溶液中离子浓度增大，C 错误；加入 NaOH 溶液，浅黄绿色消失，是由于 Cl_2 与 NaOH 溶液反应，D 错误。

任务总结



► 提质归纳



课后素养评价(九)

基础性·能力运用

知识点 1 氯气的性质及应用

1. 下列氯化物不能由金属和氯气直接化合制得的是 ()

- A. CuCl_2 B. FeCl_2
C. NaCl D. FeCl_3

B 解析: A 项, 铜与氯气反应生成氯化铜; B 项, 铁与氯气反应生成氯化铁; C 项, 钠与氯气反应生成氯化钠, 故 B 项符合题意。

2. 当有大量 Cl_2 逸散到周围空间时, 你认为以下措施合理的是 ()

- ①迅速拨打求救电话
②迅速撤离至地势较高处
③迅速撤离至下风口
④用浸有一定浓度 NaOH 溶液的口罩或毛巾捂住口鼻
⑤用浸有一定浓度 Na_2CO_3 溶液的口罩或毛巾捂住口鼻
⑥尽可能切断泄漏源(如堵住泄漏口, 将其浸入碱液池等)

- A. ①②④⑥ B. ①②⑤⑥
C. ①③⑤⑥ D. ①②④⑤⑥

B 解析: Cl_2 是有毒的气体, 当发现大量 Cl_2 泄漏时, 一定要及时报警, 同时尽可能切断泄漏源; Cl_2 的密度比空气大, 容易沉降在地势低凹处, 因此人要撤离至地势较高处; Cl_2 遇水会反应生成酸性物质, 因此应该用碱性溶液浸湿毛巾捂住口鼻, 但由于 NaOH 是腐蚀性很强的碱, 故不应使用。

知识点 2 氯水的性质及应用

3. 新制氯水和久置氯水相比, 下列关于新制氯水的说法不正确的是 ()

- A. 颜色深
B. 漂白作用强
C. 氢离子浓度小
D. 粒子种类少

D 解析: 新制氯水成分为 Cl_2 、 HClO 、 H_2O 、 H^+ 、 Cl^- 、 ClO^- 、 OH^- ; 氯水放置久后次氯酸分解, 主要成分为 HCl 。新制氯水中含有氯气分子, 颜色深, A 正确; 新制氯水中含有次氯酸分子, 其具有漂白性, B 正确; 久置氯水实质为盐酸, 久置氯水的氢离子浓度大, C 正确; 新制氯水中的粒子种类多, D 错误。

4. 向盛有氯气的集气瓶中, 注入约五分之一体积的下列液体并轻轻振荡, 观察到的现象如图所示, 判断瓶中注入的液体是 ()



- A. AgNO_3 溶液
B. NaOH 溶液
C. 水
D. FeCl_2 溶液

C 解析: A 项, 向 Cl_2 中加入 AgNO_3 溶液会产生 AgCl 白色沉淀; B 项, Cl_2 与 NaOH 溶液反应会产生 NaCl 和 NaClO , 溶液无色; C 项, Cl_2 溶于水, 所得氯水呈浅黄绿色; D 项, Cl_2 氧化 FeCl_2 生成 FeCl_3 溶液, 呈棕黄色。

5. 将足量新制氯水分别滴加到下列溶液或滤纸上, 对所观察到的现象描述合理的一组是 ()

选项	AgNO_3 溶液	蓝色石蕊试纸	Na_2CO_3 溶液
A	产生沉淀	变红	有气泡产生
B	无明显现象	变红	产生沉淀
C	产生沉淀	先变红后褪色	有气泡产生
D	产生沉淀	先变红后褪色	产生沉淀

C 解析: 氯水中含有 Cl_2 、 HClO 和 H_2O 等分子, 含有 Cl^- 、 H^+ 、 ClO^- 等离子, 所以氯水具有漂白性和酸性, 故可使蓝色石蕊试纸先变红后褪色, Cl^- 和 AgNO_3 溶液反应生成 AgCl 白色沉淀, H^+ 和 Na_2CO_3 溶液反应生成 CO_2 气体, 有气泡产生, 故选 C。

6. 常温下, 氯气与氢氧化钠溶液反应制得的 84 消毒液能有效抑制病毒。下列关于 84 消毒液的叙述错误的是 ()

- A. 该消毒液不能与洁厕灵(主要成分为盐酸)混合使用
B. NaClO 属于电解质
C. 暴露在空气中易变质
D. 84 消毒液的主要成分为 NaClO_3

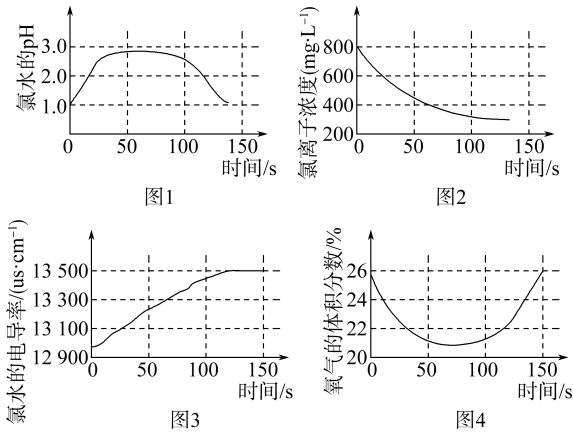
D 解析: 常温下, 氯气与氢氧化钠溶液反应生成 84 消毒液的反应为 $\text{Cl}_2 + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$, 制得的 84 消毒液有效成分为

NaClO , NaClO 会与洁厕灵中的 HCl 反应生成 Cl_2 , 故二者不能混合使用, A 正确; NaClO 属于钠盐, 属于电解质, B 正确; NaClO 暴露在空气中会与

水、二氧化碳反应生成见光易分解的 HClO 而变质, C 正确; 84 消毒液的主要成分为 NaClO , D 错误。

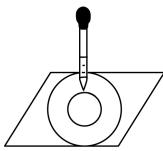
综合性·创新提升

7. 某小组拟用手持技术对新制饱和氯水进行检测, 下列图像变化最有可能是其检测结果的是 ()



- A. 图 1 表示氯水 pH 随时间的变化
- B. 图 2 表示溶液中氯离子浓度随时间的变化
- C. 图 3 表示氯水的电导率随时间的变化
- D. 图 4 表示液面上方氧气体积分数随时间的变化
- C 解析:** 氯水中存在反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$, HClO 不稳定分解: $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$, 随着 HClO 的分解, 氯水最终会变为盐酸, 氯离子浓度不断增大, 故 A 错误; 随着 HClO 的分解, 氯离子浓度不断增大, 故 B 错误; 溶液中离子浓度增大, 溶液的导电能力与离子浓度成正比, 电导率不断增大, 氯水最终会变为盐酸, 电导率不变, 故 C 正确; 次氯酸分解生成氧气, 氧气体积分数不断增大, 故 D 错误。

8. 将氯水滴加到一张蓝色石蕊试纸上, 试纸上会出现如图所示的半径慢慢扩大的内外两个圆环, 且两环颜色不同。下列有关说法不正确的是

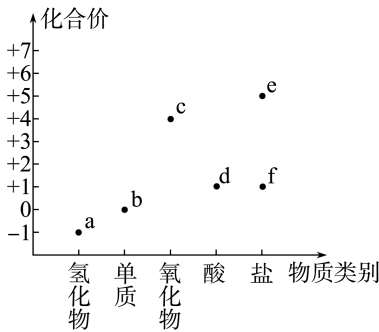


- ()
- A. 此实验表明氯水具有酸性、漂白性
- B. 内环呈白色, 外环呈红色或浅红色
- C. 内外环颜色的差异表明此变化过程中, 中和反应比氧化还原反应快
- D. 氯水中形成次氯酸的反应中还原产物是 HClO

D 解析: 内外两环颜色不同, 说明两种物质起作用, 表现出酸性和漂白性, A 正确; 内环 HClO 表现强氧化性, 起漂白作用, 外环 H^+ 表现酸性而呈红色或浅红色, B 正确; 由现象可知外环是由于 H^+ 表现

酸性的结果, 内环是 HClO 的强氧化性的表现, 说明中和反应比氧化还原反应快, C 正确; HClO 是 Cl 元素化合价升高的产物, 为氧化产物, D 错误。

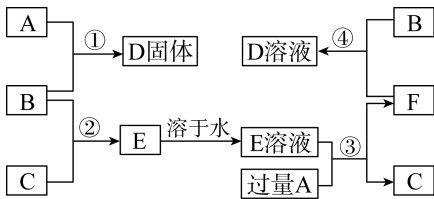
9. 下图中 a、b、c、d、e、f 为含氯元素的物质。下列说法不正确的是 ()



- A. a 溶液的酸性比 d 强
- B. b、c 均能用于自来水消毒
- C. f 露置于空气中会转化成 d
- D. a 的浓溶液与 e 反应每生成 3 个 b 分子, 转移的电子为 6 个

D 解析: a、b、c、d、e、f 为含 Cl 元素的物质, 由图可知, a 为 HCl , b 为 Cl_2 , c 为 ClO_2 , d 为 HClO , e 为氯酸盐, f 为次氯酸盐, HCl 是强酸、 HClO 是弱酸, 则盐酸的酸性比次氯酸强, 故 A 正确; Cl_2 能与水反应生成 HClO , HClO 和 ClO_2 均有强氧化性, 所以 Cl_2 、 ClO_2 可用于自来水消毒, 故 B 正确; HClO 是弱酸, 其酸性弱于碳酸, 次氯酸盐能吸收空气中的 CO_2 生成 HClO , 反应为 $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$, 故 C 正确; 浓盐酸和氯酸盐发生归中反应生成 Cl_2 , 离子方程式为 $\text{ClO}_3^- + 5\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ = 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$, 反应中转移 5 个 e^- , 所以浓盐酸和氯酸盐反应生成 3 个 Cl_2 分子时, 转移的电子为 5 个, 故 D 错误。

10. 室温下, 单质 A、B、C 分别为固体、黄绿色气体、无色气体, 在适宜条件下, 它们可按下面框图进行反应。已知 E 溶液是无色的。



- (1) A 是 _____ (填化学式,下同),B 是 _____,C 是 _____。
- (2) 反应①的化学方程式为 _____。
- (3) 反应③的化学方程式为 _____。
- (4) 反应④的化学方程式为 _____。

解析:解答推断题的关键在于寻找“突破口”。由 B 为黄绿色的气体单质,可知 B 为 Cl_2 ,C 为无色气体且与 Cl_2 能发生反应,则 C 为 H_2 ,E 为 HCl ;由反应③、④可以推出,A 为排在 H 前面的金属,且 A 为变价金属,因此 A 为 Fe。

答案:(1) Fe Cl_2 H_2 (2) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$

(3) $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

(4) $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$

11.把氯气溶于水得到黄绿色的溶液——氯水。

- (1) 写出 Cl_2 和水反应的离子方程式: _____。

(2)分析下列性质与氯水中含有的哪种粒子有关(填化学式):

- ①黄绿色→_____。
- ②漂白性→_____。
- ③酸性→_____。
- ④加入 AgNO_3 溶液有沉淀生成→_____。
- (3)向新制的氯水中加入石蕊溶液,观察到的现象为 _____。
- 原因是 _____。
- (4)若把该氯水放在日光下照射足够长时间,再滴加石蕊溶液,现象为 _____。相对于(3)中的现象有所不同,原因是 _____(用化学方程式表示)。

答案:(1) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$

(2)① Cl_2 ② HClO ③ H^+ ④ Cl^-

(3)溶液先变红,很快褪色 氯水中含有大量的 H^+ ,溶液显酸性,故会使石蕊溶液变红,但其中含有的 HClO 具有极强的氧化性,会漂白有色物质,故红色会很快消失

(4)溶液变红 $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$

第 2 课时 氯气的实验室制法 氯离子的检验

学习任务目标

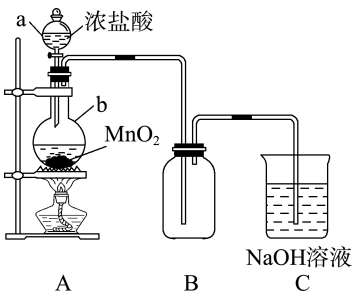
- 1.了解氯气的实验室制法,通过科学探究掌握氯气的实验室制法。
- 2.知道氯离子的检验步骤和方法。

问题式预习

一、氯气的实验室制法

1.实验原理:实验室用 MnO_2 和浓盐酸加热反应制取 Cl_2 ,反应的化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

2.实验装置



仪器 a 的名称:分液漏斗。

仪器 b 的名称:圆底烧瓶。

3.实验装置的作用

- (1) 装置 A:制备氯气。反应的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
- (2) 装置 B:收集氯气。该方法属于向上排空气法。
- (3) 装置 C:吸收尾气。反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。

二、氯离子的检验

1.实验探究

物质	实验现象		离子方程式
	先加入 AgNO_3 溶液	再加入稀硝酸	
稀盐酸	产生白色沉淀	沉淀不溶解	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$

续表

物质	实验现象		离子方程式
	先加入 AgNO ₃ 溶液	再加入稀硝酸	
NaCl 溶液	产生白色沉淀	沉淀不溶解	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$
Na ₂ CO ₃ 溶液	产生白色沉淀	沉淀溶解	$2\text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow$ $\text{Ag}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

续表

物质	实验现象		离子方程式
	加入 AgNO ₃ 溶液	加入稀硝酸	
自来水	产生白色沉淀	沉淀不溶解	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$
蒸馏水	无明显现象	—	—

2. Cl⁻ 的检验方法

操作方法

— 向未知溶液中先加 AgNO₃ 溶液，再加稀硝酸

现象

— 产生白色沉淀，加稀硝酸时，沉淀不溶解

原理

$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$
(用离子方程式表示)

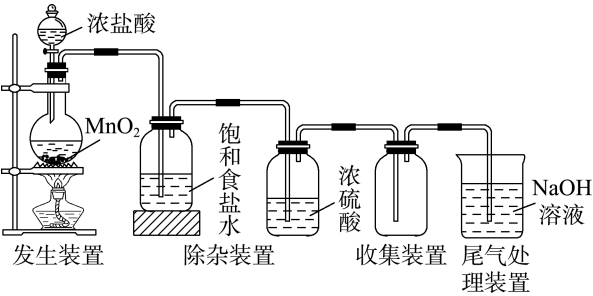
任务型课堂

任务一 氯气的实验室制法

[探究活动]

18 世纪 70 年代，化学家舍勒发现了 Cl₂，1810 年，化学家戴维确认这种气体是 Cl₂。现在实验室仍然沿用舍勒发现氯气的方法制备氯气。

实验室制备纯净干燥氯气的装置示意图如下：



活动 1 饱和食盐水的作用是什么？饱和食盐水能否换成 Na₂CO₃ 溶液？盛放饱和食盐水和浓硫酸的洗气瓶能否颠倒位置？为什么？

提示：除去氯气中的 HCl。否，Na₂CO₃ 溶液吸收 Cl₂ 和 HCl，同时生成杂质气体 CO₂。不能颠倒。若颠倒位置，浓硫酸将水蒸气吸收后，气体通过饱和食盐水时又会混入水蒸气。

活动 2 收集 Cl₂ 除了用向上排空气法外还可用什么方法？

提示：排饱和食盐水法。

活动 3 如何检验氯气是否收集满？你能想出几种办法？

提示：①把湿润的蓝色石蕊试纸靠近集气瓶口，试纸

先变红后褪色，则已收集满。
②把湿润的淀粉-KI 试纸靠近集气瓶口，试纸变蓝，则已收集满。

活动 4 用高锰酸钾固体和浓盐酸反应也可制备 Cl₂，且该反应不需要加热，你能写出该反应的化学方程式吗？还可以用什么物质代替 MnO₂？

提示： $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。还可以用 KClO₃、NaClO、Ca(ClO)₂、K₂Cr₂O₇ 等代替 MnO₂。

[评价活动]

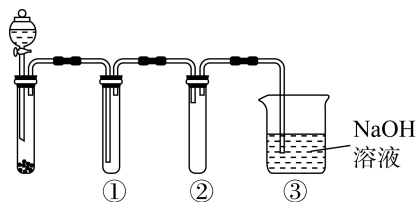
1. 舍勒发现将软锰矿和浓盐酸混合加热可产生 Cl₂，该方法是当今实验室制备 Cl₂ 的主要方法之一，除此之外还可利用反应 $\text{NaClO} + 2\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 制得 Cl₂。利用 NaClO 氧化浓盐酸制备 Cl₂ 时，下列装置能达到实验目的的是 ()

A. 制备 Cl ₂	B. 除去 Cl ₂ 中的少量 HCl	C. 干燥 Cl ₂	D. 收集 Cl ₂

A 解析：NaClO 与浓盐酸在常温下反应可以产生 Cl₂，A 正确；由于 Cl₂ 溶于水后生成 HCl 和 HClO，而 HCl 能与 NaHCO₃ 反应，故饱和 NaHCO₃ 溶液能吸收 Cl₂，应该用饱和 NaCl 溶液除去 Cl₂ 中的少

量 HCl, B 错误; 碱石灰能吸收 Cl_2 , C 错误; 集气瓶用橡胶塞塞紧后不能排出空气, D 错误。

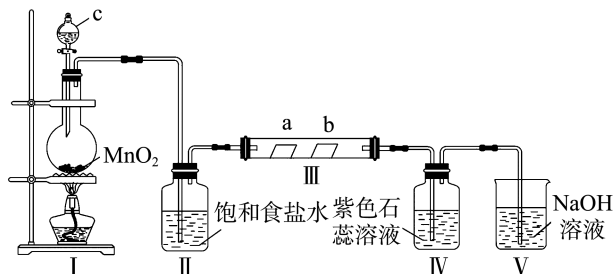
2. 已知 KMnO_4 在常温下与浓盐酸反应生成 Cl_2 , 如图所示是用 KMnO_4 与浓盐酸反应制取 Cl_2 的简易装置。下列叙述不正确的是 ()



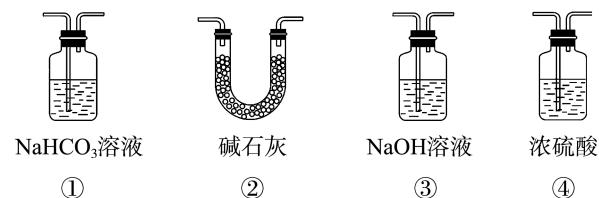
- A. 在试管①中盛有饱和食盐水, 用试管②收集 Cl_2
 B. 用试管①收集 Cl_2 , 试管②可防止 NaOH 溶液倒吸到试管①中
 C. ③用于吸收多余的 Cl_2 , 防止污染环境
 D. 用该装置收集到的 Cl_2 中会混有 HCl 气体和水蒸气

解析: 根据导管的进出长短可知试管①用于收集 Cl_2 , 试管②用于防止 NaOH 溶液倒吸入试管①中, NaOH 溶液吸收多余的 Cl_2 , 防止污染环境, 试管①中收集到的 Cl_2 不纯, 混有 HCl 和水蒸气。

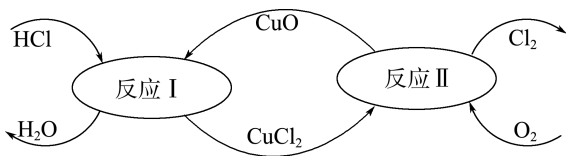
3. 某校化学兴趣小组为研究氯气的性质, 设计如图所示装置进行实验。装置Ⅲ中夹持装置已略去, 其中 a 为干燥的品红试纸, b 为湿润的品红试纸。



- (1) 装置Ⅰ中仪器 c 的名称是 _____, 实验室用二氧化锰和浓盐酸制备氯气的化学方程式为 _____。
 (2) 装置Ⅱ的作用是 _____。
 (3) 若产生的氯气足量, 实验过程中装置Ⅳ中的实验现象是 _____。
 (4) 实验结束后, 该组同学在装置Ⅲ中观察到 b 的红色褪去, 但是并未观察到“a 无明显变化”这一预期现象。为了达到这一实验目的, 你认为还需在图中装置Ⅱ与Ⅲ之间添加下图中的装置 _____ (填序号)。



- (5) 有一种“地康法”制取氯气的反应原理如图所示。



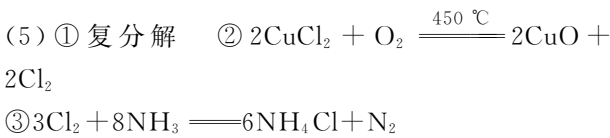
- ① 反应Ⅰ属于 _____ (填四种基本反应类型之一) 反应。
 ② 在 $450\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下, 反应Ⅱ的化学方程式为 _____。

- ③ 工业生产中常用氨气检查输送氯气的管道是否发生泄漏。若氯气有泄漏, 可以观察到有大量的白烟生成 (白烟为 NH_4Cl 固体), 同时会生成一种空气中含量最多的物质, 写出该反应的化学方程式: _____。

解析: 根据装置图, 装置Ⅰ中二氧化锰和浓盐酸反应生成氯气, 浓盐酸具有挥发性, 制取的氯气中混有氯化氢, 用饱和食盐水可以除去杂质氯化氢, 干燥的氯气不具有漂白性, 潮湿的氯气具有漂白性, 结合装置图和“地康法”制取氯气的反应原理图分析解答。(3) 氯气与水反应生成盐酸和 HClO , 盐酸具有酸性, 能够使紫色石蕊溶液变红, HClO 具有漂白性, 使溶液又褪色。(4) a、b 为对照实验, 干燥的氯气本身不具有漂白性, 遇水生成 HClO , HClO 具有漂白性。但是并未观察到“a 无明显变化”这一预期现象, 因为氯气未经干燥, 本身带有水蒸气, 所以需要在装置Ⅱ与Ⅲ之间添加一个干燥装置, 碱石灰和浓硫酸是常用的干燥剂, 但是氯气会和碱石灰反应, 所以选择④浓硫酸。(5) ①根据反应原理图, 反应Ⅰ是 HCl 、 CuO 反应生成 CuCl_2 和 H_2O , 该反应的化学方程式为 $2\text{HCl} + \text{CuO} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 反应中各元素化合价不变, 该反应属于复分解反应。②根据图示可知反应Ⅱ为 $2\text{CuCl}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{450\text{ }^\circ\text{C}} 2\text{CuO} + 2\text{Cl}_2$ 。③若氯气有泄漏, 可以观察到有大量的白烟生成, 同时会生成一种空气中含量最多的物质, 说明氯气与 NH_3 反应生成 NH_4Cl 和 N_2 , 反应的化学方程式为 $3\text{Cl}_2 + 8\text{NH}_3 = 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$ 。

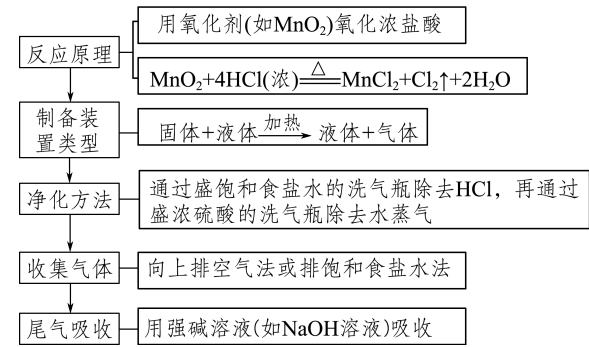
答案: (1) 分液漏斗 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

- (2) 除去氯气中的氯化氢气体
 (3) 溶液先变红, 后褪色
 (4) ④



任务总结

1. 氯气的实验室制法的制备流程



2. 氯气验满的方法

操作	现象	结论
观察法	观察到集气瓶内充满了黄绿色气体	证明已经收集满氯气
把湿润的淀粉-KI 试纸靠近集气瓶口	试纸变蓝	
把湿润的蓝色石蕊试纸靠近集气瓶口	试纸先变红后褪色	

3. 实验室制备 Cl₂ 的注意事项

- (1) 必须用浓盐酸, MnO₂ 与稀盐酸不反应。
- (2) 为了减少制得的 Cl₂ 中 HCl 的含量, 加热温度不宜过高, 从而减少 HCl 的挥发。
- (3) 实验结束后, 先使反应停止并排出装置中残留的 Cl₂, 再拆卸装置, 避免污染空气。

任务二 卤素离子的检验

[探究活动]

自来水厂常用氯气对生活用水进行杀菌、消毒。市场上有些不法商贩为牟取暴利, 用这样的自来水冒充纯净水(氯离子的浓度非常低)出售, 给人们的生活造成了一定的不良影响。

活动 1 实验室中可用哪些试剂来鉴别纯净水的真伪?

提示: 稀硝酸和硝酸银溶液。

活动 2 检验 Cl⁻ 时, 为什么要加稀硝酸? 中学阶段, 所学的不溶于稀硝酸的白色沉淀有哪些?

提示: 排除 CO₃²⁻ 等离子的干扰。不溶于稀硝酸的白色沉淀有 AgCl、BaSO₄。

[评价活动]

1. 在某未知溶液中加入 AgNO₃ 溶液有白色沉淀生成, 加入稀硝酸后, 沉淀部分溶解, 有无色无味的气体生成, 将气体通入澄清石灰水, 石灰水变浑浊, 由此判断该未知溶液中含有 ()
- A. Cl⁻、SO₄²⁻ B. Cl⁻、NO₃⁻
C. Cl⁻、CO₃²⁻ D. Cl⁻、OH⁻
- C 解析:** 能使澄清石灰水变浑浊的无色无味气体应是 CO₂, 又因为加入稀硝酸后沉淀部分溶解, 故原溶液中除含有 CO₃²⁻ 外, 还有 Cl⁻。
2. 下列能够检验出 KBr 中是否含有 I⁻ 的实验是 ()
- A. 加入足量的新制氯水, 溶液变色, 则有 I⁻
B. 加入酸性 KMnO₄ 溶液, 观察溶液颜色是否褪去
C. 加入少量的 AgNO₃ 溶液, 若生成沉淀, 则有 I⁻
D. 加入足量 FeCl₃ 溶液, 再加入少量淀粉溶液, 若溶液变蓝, 则含有 I⁻

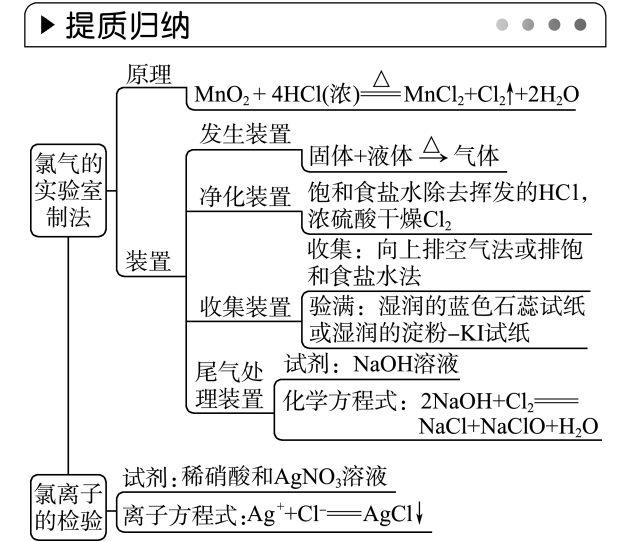
D 解析: Cl₂ 能与 Br⁻ 反应生成溴单质, 也能与 I⁻ 反应生成碘单质, 溶液变色不能说明含有 I⁻, A 错误; Br⁻ 和 I⁻ 都能和酸性 KMnO₄ 溶液反应而使溶液褪色, B 错误; I⁻、Br⁻ 均与 AgNO₃ 溶液反应产生沉淀, C 错误; FeCl₃ 和 I⁻ 反应生成碘单质, 淀粉遇碘单质变蓝, D 正确。

任务总结

Cl⁻ 检验的注意事项

(1) 检验时要先加稀硝酸, 以排除 CO₃²⁻ 等离子的干扰, 不能用稀硫酸, 因为 Ag₂SO₄ 微溶, 会干扰实验, 更不能用盐酸, 因为盐酸中含有 Cl⁻。

(2) 若被检液中含有 SO₄²⁻, 需先用 Ba(NO₃)₂ 溶液除去 SO₄²⁻, 然后再加入稀硝酸酸化的 AgNO₃ 溶液, 检验 Cl⁻ 的存在。

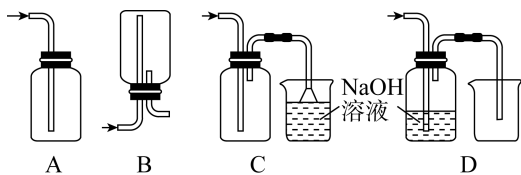


课后素养评价(十)

基础性·能力运用

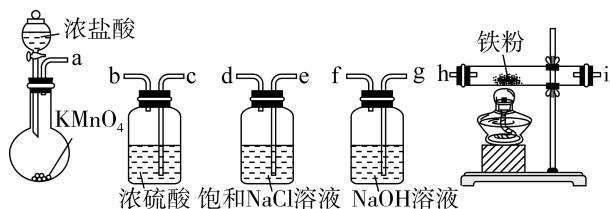
知识点 1 Cl_2 的实验室制法

1. 在实验室中用浓盐酸与 MnO_2 共热制取 Cl_2 。下列收集 Cl_2 的装置正确的是 ()



C 解析: A 中装置没有出气导管,不能用于收集气体;B 中装置用于收集密度比空气小的气体;C 中装置可以收集密度比空气大的气体,且 C 中有尾气吸收装置;D 中装置可用于吸收氯气,不能用于收集氯气。

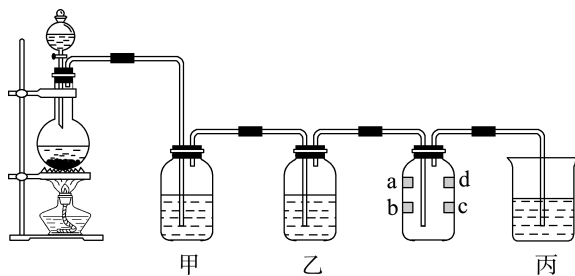
2. 下图所示仪器可用于实验室制备少量无水 FeCl_3 , 仪器连接顺序正确的是 ()



- A. a—b—c—d—e—f—g—h
B. a—e—d—c—b—h—i—g
C. a—d—e—c—b—h—i—g
D. a—c—b—d—e—h—i—f

B 解析: 按制气→除 HCl →除 H_2O →制备 FeCl_3 →吸收 Cl_2 顺序连接。

3. 实验室用下图所示装置制备干燥的 Cl_2 并研究其性质。其中, a 为湿润的淀粉-KI 试纸, b、c 分别为湿润和干燥的红纸条, d 为湿润的蓝色石蕊试纸。下列关于实验现象及 Cl_2 性质的说法中, 不正确的是 ()



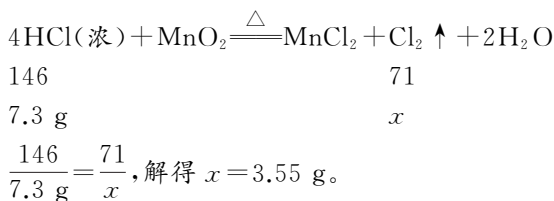
- A. 甲中为饱和食盐水, 乙中为浓硫酸
B. b 褪色, 说明 Cl_2 具有漂白性
C. b 褪色而 c 不褪色, 说明 Cl_2 能与水反应
D. d 先变红, 一段时间后退色

B 解析: 该实验原理是利用二氧化锰与浓盐酸在加热条件下发生氧化还原反应生成 Cl_2 , 因盐酸具有良好挥发性, 所得气体中含有 Cl_2 、 HCl 、 H_2O , 需将气体先通过甲中饱和食盐水以除去 HCl , 再将气体通入乙中浓硫酸中进行干燥, A 正确; Cl_2 不具有漂白性, b 中 Cl_2 能与水反应发生自身氧化还原反应生成 HCl 和 HClO , HClO 具有漂白性, 因此湿润的红纸条褪色, B 错误; b 为湿润的红纸条, 其褪色原理是 Cl_2 和水反应生成 HClO 具有漂白性, 而 c 为干燥的红纸条其不褪色, 两者对比说明 Cl_2 能与水反应, C 正确; Cl_2 和水反应生成 HCl 和 HClO , 盐酸具有酸性, 能使蓝色石蕊试纸变红, HClO 具有漂白性, 使变红的石蕊试纸一段时间后退色, D 正确。

4. 实验室用浓盐酸与足量的二氧化锰反应产生少量的氯气。若反应过程中消耗了 7.3 g HCl , 理论上可收集到的氯气的质量 ()

- A. 等于 3.55 g B. 小于 3.55 g
C. 大于 3.55 g D. 约等于 7.1 g

A 解析: 理论上可收集到的氯气的质量, 可直接根据化学方程式计算, 设收集到氯气的质量为 x , 则

知识点 2 Cl^- 的检验

5. 检验某溶液中是否含有 Cl^- , 下列操作正确的是 ()

- A. 取样, 滴加 AgNO_3 溶液, 看是否有白色沉淀生成
B. 取样, 先加盐酸酸化, 再加入 AgNO_3 溶液, 看是否有白色沉淀生成
C. 取样, 先加稀硝酸酸化, 再加入 AgNO_3 溶液, 看是否有白色沉淀生成
D. 取样, 先加少量 AgNO_3 溶液, 有白色沉淀生成, 再加稀硝酸, 看白色沉淀是否消失

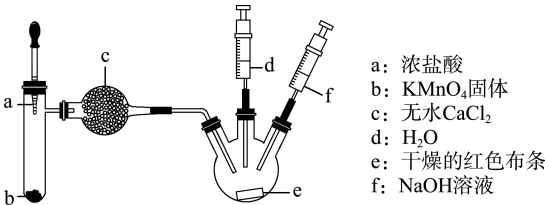
D 解析: A 项中可能含有 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} , 则不能确定是否有 Cl^- ; B 项中加盐酸, 引入了 Cl^- ; C 项中可能含有 SO_3^{2-} , 被 HNO_3 氧化为 SO_4^{2-} , 生成 Ag_2SO_4 微溶物。

6. 现有 Na_2CO_3 、 AgNO_3 、 BaCl_2 、 HCl 和 NH_4NO_3 五瓶无标签溶液, 为鉴别它们进行下列操作: 取四支试管, 每支试管分别装入上述一种溶液, 再向上述试管中加入少许剩下的一种溶液。下列叙述错误

- 的是 ()
- A.若有三支试管出现沉淀时,则后加入的是 AgNO_3 溶液
- B.全部没有明显现象时,则后加入的是 NH_4NO_3
- C.若一支试管出现气泡,两支试管出现沉淀,则后加入的是 HCl 溶液
- D.若只有两支试管出现沉淀,则后加入的是 BaCl_2 溶液

综合性·创新提升

- 7.某化学兴趣小组设计了如下实验装置(夹持装置已略去)。下列说法错误的是 ()



- A.当三颈烧瓶中充满黄绿色气体时,把 d 中的 H_2O 加入三颈烧瓶,发现红色布条颜色褪去
- B.干燥管 c 中无水 CaCl_2 的作用是干燥氯气并除去挥发的 HCl ,可以用碱石灰代替固体 CaCl_2
- C.拆除装置前,把 f 中 NaOH 溶液加入三颈烧瓶中可以消除余氯对环境的影响,所发生反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- D.已知 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$,该反应中 HCl 体现还原性和酸性的分子数之比为 5 : 3

B 解析:氯气和水反应生成的次氯酸有漂白性,则把 d 中的 H_2O 加入三颈烧瓶后红色布条颜色会褪去,A 正确; CaCl_2 不能吸收 HCl ,不能除去挥发的 HCl ,另外碱石灰可以和氯气反应,B 错误;氯气可以和氢氧化钠反应,可以用氢氧化钠除去没有反应完的氯气,离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$,C 正确;根据化学方程式可知,10 个氯化氢作为还原剂,6 个氯化氢分子中的氯的化合价没有发生变化,体现酸性,故反应中 HCl 体现还原性和酸性的分子数之比为 5 : 3,D 正确。

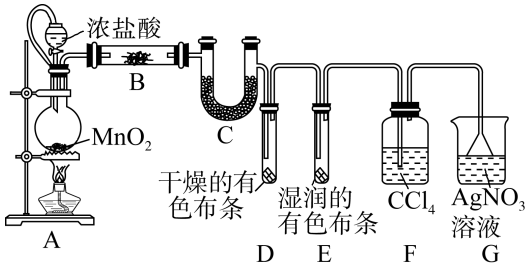
- 8.为了证明氯酸钾晶体中含有氯元素,选用下列试剂和操作进行验证。其中操作顺序正确的是 ()
- ①滴加 AgNO_3 溶液 ②加水溶解
③过滤、取滤液 ④与二氧化锰混合加热
⑤加稀硝酸 ⑥与浓盐酸反应
⑦与 NaOH 溶液混合加热
- A.⑥⑦①⑤ B.⑥⑦
C.④②③①⑤ D.②①⑤

C 解析:氯酸钾晶体中含有 K^+ 和 ClO_3^- ,要证明氯酸钾晶体中含有氯元素,就必须使之转化为 Cl^- 。故可通过与 MnO_2 混合加热使之分解产生 KCl ,然后再通过检验 Cl^- 的存在,证明其含有氯元素。由于 MnO_2 不溶于水,故可通过加水溶解、过滤的方

C 解析: AgNO_3 溶液与 Na_2CO_3 、 BaCl_2 、 HCl 溶液反应均有白色沉淀,和 NH_4NO_3 溶液不反应,A 正确; NH_4NO_3 和其余四种溶液均不反应,B 正确;盐酸加入后, Na_2CO_3 溶液出现气泡, AgNO_3 溶液出现沉淀,其他没有现象,C 错误;加入 BaCl_2 溶液,则 Na_2CO_3 、 AgNO_3 两种溶液产生沉淀,D 正确。

法分离出 MnO_2 ,然后向滤液中加 AgNO_3 溶液和稀硝酸进行验证。

- 9.某化学实验小组为了探究在实验室制备 Cl_2 的过程中是否有水蒸气和 HCl 挥发出来,同时证明氯气的某些性质,甲同学设计了如图所示的实验装置(氯气易溶于 CCl_4 , HCl 不溶于 CCl_4)。



请回答下列问题:

- (1)装置 B、C 中盛放的试剂分别是 _____、_____。
- (2)装置 A 中用橡胶管连通后,分液漏斗中的气体压强 p_1 和烧瓶中气体压强 p_2 的关系是 p_1 _____ (填“>”“<”或“=”) p_2 ,连接橡胶管的目的是 _____。
- (3)乙同学认为只凭借装置 D 和装置 E 中的现象还不能够得到完全正确的答案,请思考乙同学这样认为的原因是 _____。请设计实验证明: _____。
- (4)丙同学认为甲同学设计的实验有缺陷,不能确保最终通入 AgNO_3 溶液中的气体只有一种。为了确保实验结论的可靠性,证明通入 AgNO_3 溶液的气体只有一种,丙同学提出在某两个装置之间再加一个装置。具体操作是 _____。

解析:(1) CuSO_4 与 H_2O 反应生成蓝色的五水硫酸铜晶体,可用来检验水,除去 Cl_2 中的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的固体干燥剂有 CaCl_2 或 P_2O_5 ,故 B 中盛放的是无水 CuSO_4 ,C 中盛放 CaCl_2 或 P_2O_5 ,用于除水蒸气。(2)连接橡胶管后,分液漏斗与烧瓶内气体压强相等,有利于液体顺利流下。(3) Cl_2 与 H_2O 反应生成 HClO 的同时还生成 HCl ,装置 D 和装置 E 中的现象不同还有可能是盐酸引起的;应增加一个将 HCl 气体通过湿润的有色布条的实验来验证盐酸不具

有漂白性。(4)G 装置用于检验 HCl 气体,为了确保实验结论的可靠性,应排除 Cl₂ 的干扰,在 F 吸收 Cl₂ 之后,需要检验 Cl₂ 是否完全除去,根据 Cl₂ 具有强氧化性,可以用湿润的淀粉-KI 试纸检验,如不变色,说明 Cl₂ 已经完全除去,故应在装置 F 和装置 G 之间加一个装置,该装置中应加入湿润的淀粉-KI 试纸。

答案:(1)无水硫酸铜 无水 CaCl₂ 或 P₂O₅

(2)= 有利于分液漏斗中的浓盐酸顺利流下
(3)Cl₂ 与 H₂O 反应生成盐酸和次氯酸,装置 D 和装置 E 中的现象不同要排除不是由盐酸引起的增加一个将 HCl 气体通过湿润的有色布条的实验来验证盐酸没有漂白性
(4)应在装置 F 和装置 G 之间加一个装置,该装置中应加入湿润的淀粉-KI 试纸

第三节 物质的量

第 1 课时 物质的量的单位——摩尔

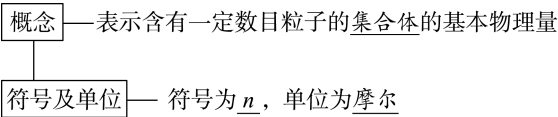
学习任务目标

- 1.知道物质的量及摩尔的含义,会进行简单计算。能从宏观和微观的角度分析与解决实际问题。
- 2.理解摩尔质量的基本含义,建立数学模型,理解物质的量、摩尔质量、物质的质量之间的相互关系,学会用物质的量来计量物质。能从问题和假设出发,学会用物质的量解决实际问题。

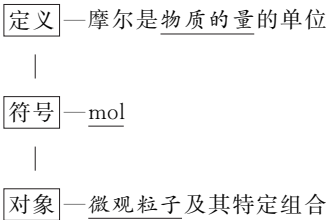
问题式预习

一、物质的量的单位——摩尔

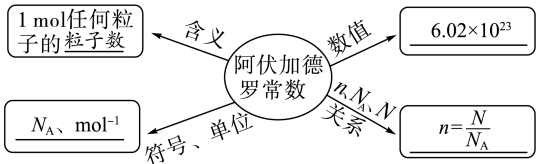
1.物质的量



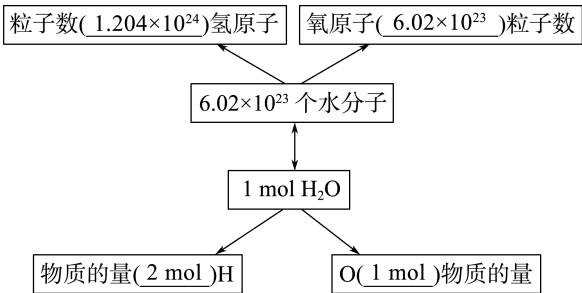
2.摩尔



3.阿伏加德罗常数



4.通过水的组成认识物质的量与粒子数目的关系

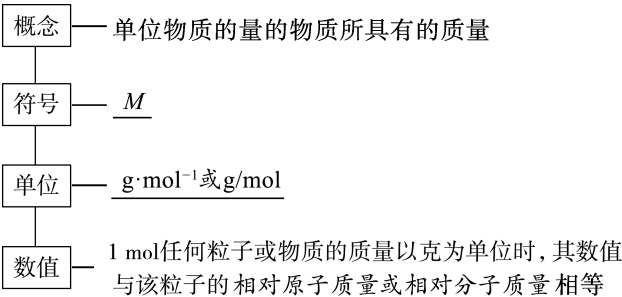


二、摩尔质量

1.探究过程

物质	H ₂ O		Al	
物质的量	1 mol	0.5 mol	1 mol	2 mol
质量	18 g	9 g	27 g	54 g
质量与物质的量的比值	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>27</u>	<u>27</u>

2.结论



3.物质的量、质量、摩尔质量之间有什么样的关系?

答案: $n = \frac{m}{M}$

任务型课堂

任务一 应用物质的量、摩尔、阿伏加德罗常数、摩尔质量时的注意事项

[探究活动]

科学家屠呦呦因发现青蒿素和双氢青蒿素治疗疟疾的新疗法而获得诺贝尔生理学或医学奖。双氢青蒿素的化学式为 $C_{15}H_{24}O_5$, 相对分子质量为 284。

活动 1 “1 mol 双氢青蒿素”和“1 mol $C_{15}H_{24}O_5$ ”哪种说法更规范?

提示: 双氢青蒿素是宏观物质, 一般不用物质的量直接描述。“1 mol $C_{15}H_{24}O_5$ ”的说法更规范。

活动 2 双氢青蒿素的相对分子质量为 284, 其摩尔质量是多少呢? “1 mol $C_{15}H_{24}O_5$ ”的质量是 284 吗?

提示: 双氢青蒿素的相对分子质量为 284, 摩尔质量是 $284 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, “1 mol $C_{15}H_{24}O_5$ ”的质量是 284 g。

[评价活动]

1. 下列关于等物质的量的 CO 和 CO_2 的比较中, 正确的是 ()

- ①所含的分子数目之比为 1 : 1
- ②所含的氧原子数目之比为 1 : 1
- ③所含的原子总数之比为 2 : 3
- ④所含的碳原子数目之比为 1 : 1

- A. ①②
- B. ②③
- C. ①②④
- D. ①③④

D 解析: CO 和 CO_2 的物质的量相同, 则含有的 CO 和 CO_2 的分子数目也相同, ①正确; 因一个 CO 和 CO_2 分子中的氧原子数分别为 1 和 2, 则物质的量相同的 CO 和 CO_2 所含的氧原子数目之比为 1 : 2, ②错误; 物质的量相同的 CO 和 CO_2 的分子中原子总数之比为 2 : 3, ③正确; 物质的量相同的 CO 和 CO_2 , 碳原子数目之比是 1 : 1, ④正确。

2. 下列叙述错误的是 ()

- ①摩尔是国际单位制中七个基本物理量之一;
- ②1 mol 任何物质都含有约 6.02×10^{23} 个原子;
- ③ 6.02×10^{23} 就是阿伏加德罗常数;
- ④氢原子的摩尔质量是 1 g;
- ⑤HCl 的摩尔质量等于 1 mol HCl 分子的质量;
- ⑥1 mol CO_2 中含有 1 mol 碳和 2 mol 氧;
- ⑦0.012 kg ^{12}C 中含有 ^{12}C 的数目为 1 mol。

- A. ①②③
- B. ②③④

C. ②③④⑥

D. 全部

D 解析: ①中, 摩尔不是物理量, 是物质的量的单位; ②中, 物质不一定是由原子构成的, 可能是由离子或分子构成的; ③中, 阿伏加德罗常数为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; ④中, 氢原子的摩尔质量为 $1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; ⑤中, 摩尔质量与质量单位不同; ⑥中, 1 mol 碳和 2 mol 氧均未指明粒子种类; ⑦中, 0.012 kg ^{12}C 的物质的量为 1 mol, 粒子数为 N_A (此处用 N_A 表示阿伏加德罗常数的数值) 或约为 6.02×10^{23} 。

3. (1) 3.01×10^{23} 个氯气分子的物质的量是_____。

氯原子的物质的量是_____。

(2) 相同物质的量的 CO_2 和 O_2 , 其分子数目之比为_____, 原子数目之比为_____, 氧原子数目之比为_____。

(3) 1.5 mol $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 中所含的 Na^+ 的物质的量是_____, 所含的 SO_4^{2-} 的物质的量是_____, 所含 H_2O 分子的数目是_____。

解析: (1) $n = \frac{N}{N_A} = \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$ 。氯原子的物质的量是 1 mol。(2) 若 $n(\text{CO}_2) = n(\text{O}_2)$, 则由 $n = \frac{N}{N_A}$ 可知, $N(\text{CO}_2) = N(\text{O}_2)$, 原子数目之比为 3 : 2, 氧原子数目之比为 1 : 1。(3) 每个 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 含有的 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 H_2O 数目分别为 2、1、10, 故 1.5 mol $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 所含 Na^+ 、 SO_4^{2-} 物质的量分别是 $1.5 \text{ mol} \times 2 = 3 \text{ mol}$ 、1.5 mol, 含 H_2O 分子的数目是 $1.5 \text{ mol} \times 10 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 9.03 \times 10^{24}$ 。

答案: (1) 0.5 mol 1 mol (2) 1 : 1 3 : 2 1 : 1 (3) 3 mol 1.5 mol 9.03×10^{24}

任务总结

- (1) 在使用“mol”时, 必须指明粒子的种类, 表述要确切。
- (2) 摩尔质量有单位, 为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 相对分子质量的单位为“1”, 二者不等同。
- (3) 摩尔不能描述宏观物质。
- (4) 阿伏加德罗常数 N_A 的单位为 mol^{-1} 。

任务二 物质的量、质量、粒子数目之间的相互计算

[探究活动]

偏二甲肼($\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$)是一种高能燃料,燃烧产生的巨大能量可作为航天运载火箭的推动力。

活动 1 偏二甲肼的摩尔质量是多少?

提示:物质的摩尔质量(单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)的数值与相对分子质量相等,故偏二甲肼的摩尔质量应为 $60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

活动 2 6.02×10^{23} 个偏二甲肼分子的质量约为多少?

提示: 6.02×10^{23} 个偏二甲肼分子约为 1 mol ,其质量约为 60 g 。

活动 3 6 g 偏二甲肼含有偏二甲肼分子数是多少?

提示: 6 g 偏二甲肼的物质的量为 $6 \text{ g} \div 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.1 \text{ mol}$,含有的分子数为 6.02×10^{22} 。

[评价活动]

1. 下列说法正确的是 ()

- A. N_A 是一个常数,没有单位
- B. 含有 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个氢原子的水是 1 mol
- C. 0.5 mol 氧气所含氧元素为 6.02×10^{23}
- D. 2 mol MgCl_2 中含离子数为 $4 \times 6.02 \times 10^{23}$

B 解析: N_A 表示阿伏加德罗常数,单位是 mol^{-1} ,故 A 错误;1 个水分子中含有 2 个氢原子,含有 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个氢原子的水分子数是 6.02×10^{23} , $n(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ mol}$,故 B 正确;0.5 mol 氧气含 1 mol 氧原子,氧原子数是 6.02×10^{23} ,故 C 错误;根据 $\text{MgCl}_2 = \text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^-$, 2 mol MgCl_2 中含离子数为 $6 \times 6.02 \times 10^{23}$,故 D 错误。

2. $12.4 \text{ g Na}_2\text{R}$ 含 Na^+ 0.4 mol ,则 Na_2R 的摩尔质量为 _____,R 的相对原子质量为 _____。含 R 的质量为 1.6 g 的 Na_2R ,其物质的量为 _____。

解析: $1 \text{ mol Na}_2\text{R}$ 含有 2 mol Na^+ ,题目中有 Na^+ 0.4 mol ,则有 $0.2 \text{ mol Na}_2\text{R}$ 。 $M(\text{Na}_2\text{R}) = \frac{m(\text{Na}_2\text{R})}{n(\text{Na}_2\text{R})} = \frac{12.4 \text{ g}}{0.2 \text{ mol}} = 62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 $M(\text{R}) = (62 - 2 \times 23) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 R 的相对原子质量为 16。已知 $m(\text{R})$,根据 $n = \frac{m}{M}$,得 $n(\text{R}) = 0.1 \text{ mol}$,则 $n(\text{Na}_2\text{R}) = 0.1 \text{ mol}$ 。

答案: $62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 16 0.1 mol

3. 在下面的横线上填上适当的内容。

(1) 6.02×10^{24} 个 Na^+ 约含有 _____ mol Na^+ ,其质量为 _____ g 。

(2) 4.5 mol CH_4 约含有 _____ 个 CH_4 ,其质量为 _____ g 。

(3) 3.01×10^{23} 个 SO_4^{2-} 约含有 _____ mol SO_4^{2-} ,其质量为 _____ g ; $49 \text{ g H}_3\text{PO}_4$ 约含有 _____ 个氢原子, _____ 个磷原子, _____ 个氧原子,共含有 _____ 个原子。

解析: (1) 6.02×10^{24} 个 Na^+ 的物质的量为 $n = \frac{N}{N_A}$

$$= \frac{6.02 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 10 \text{ mol}, \text{对应的质量为 } m =$$

$$nM = 10 \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 230 \text{ g}。 (2) 4.5 \text{ mol}$$

$$\text{CH}_4 \text{ 的分子数为 } N = nN_A = 4.5 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 2.709 \times 10^{24}, \text{其质量为 } m = nM = 4.5 \text{ mol} \times 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 72 \text{ g}。 (3) 3.01 \times 10^{23} \text{ 个 } \text{SO}_4^{2-} \text{ 的}$$

$$\text{物质的量为 } n = \frac{N}{N_A} = \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol},$$

$$\text{质量为 } m = nM = 0.5 \text{ mol} \times 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 48 \text{ g},$$

$$49 \text{ g H}_3\text{PO}_4 \text{ 含有的分子的个数 } N = \frac{mN_A}{M} = 3.01$$

$$\times 10^{23}, \text{含有的氢原子的个数为 } 3 \times 3.01 \times 10^{23} =$$

$$9.03 \times 10^{23}, \text{含有的磷原子的个数为 } 3.01 \times 10^{23}, \text{含}$$

$$\text{有的氧原子的个数为 } 4 \times 3.01 \times 10^{23} = 1.204 \times 10^{24},$$

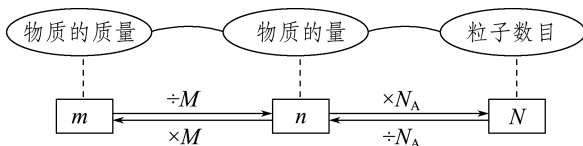
$$\text{含有的原子数为 } 8 \times 3.01 \times 10^{23} = 2.408 \times 10^{24}。$$

答案: (1) 10 230 (2) 2.709×10^{24} 72

$$(3) 0.5 48 9.03 \times 10^{23} 3.01 \times 10^{23} 1.204 \times 10^{24} 2.408 \times 10^{24}$$

任务总结

物质的量、物质的质量、粒子数目之间的计算关系



$$1. n = \frac{N}{N_A}$$

(1) n 、 N 、 N_A 三个量中,已知任意两项可求第三项。

(2)求 N 时,概念性问题用 N_A ,数字性问题用 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。

(3) N 与 n 成正比,比较粒子数多少时只需判断其 n 的大小即可。

2. $n = \frac{m}{M}$

(1) m 、 n 、 M 三个量中,已知任意两项可求第三项。

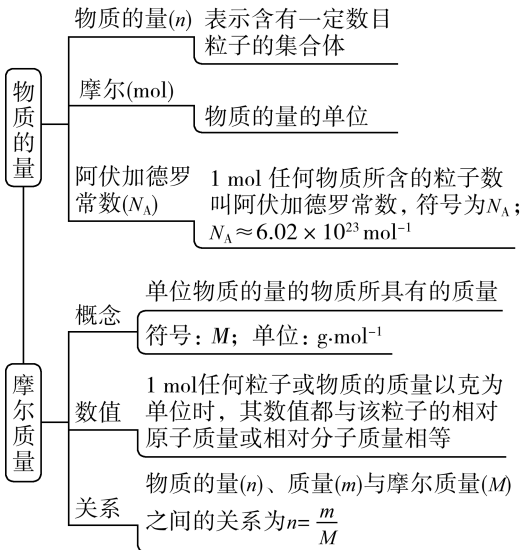
(2)对于同一物质(M 相同), m 与 n 成正比。

3. $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$

(1) N 、 N_A 、 m 、 M 四个量中,已知任意三项可求第四项。

(2)该等式中一般 N_A 、 M 为已知,则 N 与 m 可互求。

► 提质归纳



课后素养评价(十一)

基础性·能力运用

知识点 1 物质的量 阿伏加德罗常数

1. 下列说法错误的是 ()

- A. 0.3 mol H_2SO_4
- B. 1 mol H_2O
- C. 0.5 mol 硫
- D. 3 mol 氢原子

C 解析: H_2SO_4 、 H_2O 均是分子,为微观粒子,可用物质的量表示,A、B 正确;硫可以是分子、宏观物质,还可以是原子,题中叙述不明确,C 错误;氢原子为微观粒子,可用物质的量表示,D 正确。

2. 下列关于物质的量及粒子数的叙述,正确的是 ()

- A. 1 mol 任何物质都约含有 6.02×10^{23} 个分子
- B. 0.012 kg ^{12}C 中含有约 6.02×10^{23} 个 ^{12}C
- C. 1 mol CO_2 中含有 1 mol 碳和 2 mol 氧
- D. 1 mol H 含有 6.02×10^{24} 个质子

B 解析: 1 mol 任何粒子都约含有 6.02×10^{23} 个粒子,不一定为分子,A 项错误;0.012 kg ^{12}C 中含有约 6.02×10^{23} 个 ^{12}C ,B 项正确;1 mol CO_2 中含有 1 mol 碳原子和 2 mol 氧原子,C 项错误;1 mol H 含有 6.02×10^{23} 个质子,D 项错误。

3. 已知 0.25 mol 甲烷(分子式为 CH_4)中所含原子数为 a ,则阿伏加德罗常数可表示为 ()

- A. $\frac{a}{5} \text{ mol}^{-1}$
- B. $4a \text{ mol}^{-1}$
- C. $a \text{ mol}^{-1}$
- D. $\frac{4}{5}a \text{ mol}^{-1}$

D 解析: 0.25 mol 甲烷中含有的分子数为 $\frac{a}{5}$,根据粒子的数目与物质的量成正比可知 1 mol 甲烷中含有的分子数为 $\frac{4}{5}a$,即阿伏加德罗常数为 $\frac{4}{5}a \text{ mol}^{-1}$ 。

4. 用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()

- A. 2.4 g 金属镁变成镁离子时失去的电子数为 $0.1N_A$
- B. 2 g 氢气中含有的原子数为 N_A
- C. 3.01×10^{23} 个氮气分子中含有的原子数为 $2N_A$
- D. 17 g 氨中含有的电子数为 $10N_A$

D 解析: 2.4 g 镁的物质的量为 0.1 mol,变成镁离子失去 0.2 mol 电子,所以 2.4 g 金属镁变为镁离子时失去的电子数为 $0.2N_A$,A 错误;2 g 氢气中含有的原子数为 $2N_A$,B 错误; 3.01×10^{23} 个氮气分子中含有的原子数为 N_A ,C 错误;每个氨分子含有 10 个电子,17 g 氨气中含有的电子数为 $10N_A$,D 正确。

知识点 2 摩尔质量

5. 下列叙述正确的是 ()

- A. H_2O_2 的相对分子质量为 34 g
 B. 1 mol SO_4^{2-} 的质量为 96 g
 C. C_2H_4 的摩尔质量与 6.02×10^{23} 个 CO 分子的质量之和相等
 D. CH_4 的摩尔质量为 16 g

B 解析: 1 mol H_2O_2 的质量为 34 g, 其相对分子质量为 34, 故 A 项错误; 1 mol SO_4^{2-} 的质量为 96 g, 故 B 项正确; C_2H_4 的摩尔质量为 $28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 6.02×10^{23} 个 CO 分子的质量为 28 g, 二者单位不同, 故 C 项错误; CH_4 的摩尔质量为 $16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 1 mol CH_4 的质量为 16 g, 故 D 项错误。

6. 若某原子的摩尔质量是 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则一个该原子的真实质量是 ()

- A. $M \text{ g}$ B. $\frac{1}{M} \text{ g}$
 C. $\frac{M}{6.02 \times 10^{23}} \text{ g}$ D. $\frac{6.02 \times 10^{23}}{M} \text{ g}$

C 解析: 1 mol 该原子的质量为 $M \text{ g}$, 而 1 mol 原子的数目为 6.02×10^{23} 个, 故 1 个原子的质量为 $\frac{M}{6.02 \times 10^{23}} \text{ g}$ 。

7. 下列物质摩尔质量最大的是 ()

- A. 10 mL H_2O B. 0.8 mol H_2SO_4
 C. 54 g Al D. 1 g CaCO_3

D 解析: 摩尔质量以 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 为单位时, 数值上等于相对原子质量或相对分子质量, 与其质量或体

积的多少无关。四个选项中相对分子(或原子)质量分别为 18、98、27、100, 故 D 项符合题意。

8. 雾霾天气对环境造成了严重影响, 某市开展了臭氧监测。下列有关说法正确的是 ()

- A. 臭氧的摩尔质量是 48 g
 B. 同温同压下, 等质量的氧气和臭氧的体积比为 2 : 3
 C. 20 g 氖气中含有 6.02×10^{23} 个原子
 D. 1.00 mol 臭氧中含有的电子总数为 $18 \times 6.02 \times 10^{23}$

C 解析: 摩尔质量的单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故 A 错误; 同温同压下, 相同质量的不同气体其体积之比等于摩尔质量的反比, 故氧气和臭氧体积比为 $48 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} : 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3 : 2$, 故 B 错误; 20 g 氖气的物质的量是 1 mol, 氖气是单原子分子, 所以含有 6.02×10^{23} 个原子, 故 C 正确; 氧是 8 号元素, 1.00 mol 臭氧中含有 24 mol 电子, 即电子总数为 $24 \times 6.02 \times 10^{23}$, 故 D 错误。

9. 某气体的质量为 6.4 g, 含有 6.02×10^{22} 个分子, 则该气体的相对分子质量是 ()

- A. 64 B. 32
 C. 96 D. 124

A 解析: 由 $n = \frac{N}{N_A}$ 得 $n = \frac{6.02 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 又由 $n = \frac{m}{M}$ 得 $M = \frac{m}{n} = \frac{6.4 \text{ g}}{0.1 \text{ mol}} = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

综合性·创新提升

10. 与 9.6 g SO_2 所含的氧原子数相等的 NO_2 的质量为 ()

- A. 9.6 g B. 6.9 g
 C. 4.6 g D. 2.3 g

B 解析: 9.6 g SO_2 的物质的量为 $\frac{9.6 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$, 含氧原子 0.3 mol, 故 NO_2 的物质的量为 0.15 mol, 其质量为 $0.15 \text{ mol} \times 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.9 \text{ g}$ 。

11. 某固体仅由一种元素组成, 其密度为 $5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 用 X 射线研究该固体的结构表明, 在棱长为 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}$ 的立方体中含有 20 个该原子, 则该元素的相对原子质量最接近于 ()

- A. 32 B. 65 C. 120 D. 150

D 解析: 欲求该元素的相对原子质量, 可先求出

其摩尔质量, 20 个原子的质量为 $5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times (1 \times 10^{-7} \text{ cm})^3 = 5 \times 10^{-21} \text{ g}$, 则 1 个该原子的质量约为 $\frac{5 \times 10^{-21}}{20} \text{ g}$, 则 1 mol 该原子的质量约为 $\frac{5 \times 10^{-21}}{20} \text{ g} \times 6.02 \times 10^{23} \approx 150 \text{ g}$, 该元素的相对原子质量与元素的摩尔质量数值相等, 即相对原子质量接近 150。

12. 下列物质中含氢原子数最多的是 ()

- A. 1 mol H_2
 B. 0.5 mol NH_3
 C. 6.02×10^{23} 个 CH_4 分子
 D. 29.4 g H_3PO_4

C 解析: 由 $N = nN_A$ 可知, 氢原子的物质的量越多, 原子个数越多, 1 mol H_2 含有 2 mol H;

0.5 mol NH_3 含有 1.5 mol H; 6.02×10^{23} 个 CH_4 分子的物质的量为 1 mol, 含有 4 mol H; 29.4 g H_3PO_4 的物质的量为 $\frac{29.4 \text{ g}}{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.3 \text{ mol}$, 0.3 mol H_3PO_4 含有 0.9 mol H, 则氢原子个数最多的为 C。

13. 等物质的量的 SO_2 、 SO_3 之间的关系正确的是 ()

- A. 所含氧原子的物质的量之比为 1 : 1
B. 所含硫原子的物质的量之比为 2 : 3
C. 所含氧原子的质量之比为 1 : 1
D. SO_2 和 SO_3 的质量之比为 4 : 5
- D 解析: 每个 SO_2 、 SO_3 分子中, 都只含有一个硫原子, 含氧原子数分别为 2、3, 故等物质的量的 SO_2 、 SO_3 含硫原子的物质的量之比为 1 : 1, 含氧原子的物质的量之比和所含氧原子的质量之比都为 2 : 3, A、B、C 项错误; SO_2 、 SO_3 的摩尔质量分别为 $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 等物质的量的 SO_2 、 SO_3 的质量之比为 4 : 5, D 项正确。

14. 世界卫生组织将 ClO_2 定为 A 级高效安全灭菌消毒剂, 它在食品保鲜、饮用水消毒等方面有广泛应用。消毒效率是用单位质量的消毒剂得电子数来表示的, ClO_2 作为消毒剂时和氯气一样, 还原产物均为 Cl^- 。下列关于 ClO_2 的说法正确的是 ()

- A. ClO_2 的摩尔质量为 67.5 g
B. 从分类上来看, ClO_2 属于金属氧化物
C. ClO_2 的消毒效率是氯气的 2.63 倍
D. ClO_2 分子中氯元素与氧元素的质量比为 1 : 2

C 解析: ClO_2 的摩尔质量为 $(35.5 + 16 \times 2) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 67.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, A 错误; 从分类上来看, ClO_2 不含金属元素, 属于非金属氧化物, B 错误; 由题干信息可得 ClO_2 的消毒效率是 Cl_2 的

$$\frac{\frac{m}{67.5} \times 5}{\frac{m}{71} \times 2} \approx 2.63 \text{ 倍, C 正确; } \text{ClO}_2 \text{ 分子中氯原子和}$$

氧原子个数比是 1 : 2, 质量比为 35.5 : 32, D 错误。

15. 有五种物质: ① 6 g H_2 ; ② 0.5 mol CO_2 ; ③ 1.204×10^{24} 个氯化氢分子; ④ 147 g H_2SO_4 ; ⑤ 92 g 乙醇 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)。它们的物质的量最大的是 _____ (填序号, 下同), 所含分子数最多的是 _____, 含有原子个数最多的是 _____, 质量最大的是 _____。

解析: ① 6 g H_2 的物质的量为 $\frac{6 \text{ g}}{2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3 \text{ mol}$, $n(\text{原子}) = 3 \text{ mol} \times 2 = 6 \text{ mol}$, $m = 6 \text{ g}$; ② 0.5 mol CO_2 的物质的量为 0.5 mol, $n(\text{原子}) = 0.5 \text{ mol} \times 3 = 1.5 \text{ mol}$, $m = 0.5 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 22 \text{ g}$; ③ 1.204×10^{24} 个 HCl 的物质的量为 2 mol, $n(\text{原子}) = 2 \text{ mol} \times 2 = 4 \text{ mol}$, $m = 2 \text{ mol} \times 36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 73 \text{ g}$; ④ 147 g H_2SO_4 的物质的量为 $\frac{147 \text{ g}}{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.5 \text{ mol}$, $n(\text{原子}) = 1.5 \text{ mol} \times 7 = 10.5 \text{ mol}$, $m = 147 \text{ g}$; ⑤ 92 g 乙醇 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) 的物质的量为 $\frac{92 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol}$, $n(\text{原子}) = 2 \text{ mol} \times 9 = 18 \text{ mol}$, $m = 92 \text{ g}$ 。因此, 物质的量最大的是 ①, 故含有分子数最多的就是 ①, 所含原子的物质的量最大的是 ⑤, 故含有原子数最多的就是 ⑤, 质量最大的是 ④。

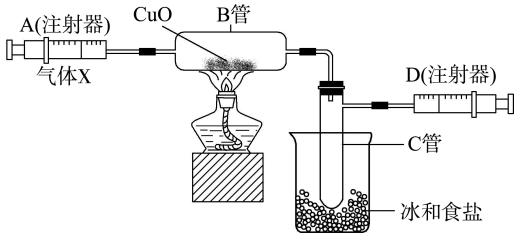
答案: ① ① ⑤ ④

16. (1) 已知 NH_3 的相对分子质量为 17, 则 NH_3 的摩尔质量为 _____。
(2) 设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值, 已知 $a \text{ g}$ 某气体中含分子数为 b , 则该气体的摩尔质量为 _____。
(3) 已知一个铁原子的质量为 $b \text{ g}$, 则铁的摩尔质量为 _____。
(4) 1.28 g 某气体含有的分子数为 1.204×10^{22} , 则该气体的摩尔质量为 _____。

解析: 依据摩尔质量的定义式: $M = \frac{m}{n}$, 结合物质的量 (n) 与 N_A 的关系即可列出相关表达式, 不要忘记单位。

答案: (1) $17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2) $\frac{aN_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
(3) $bN_A \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (4) $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

17. 如图所示的实验装置可用来测定含两种元素的某种气体 X 的分子式。



在注射器 A 中装有 240 mL (0.01 mol) 气体 X 并使其慢慢通过不含空气并装有红热的氧化铜的玻璃管 B, 使之完全反应, 得到以下实验结果: 实验前 B 管重 20.32 g, 实验后 B 管重 20.00 g, B 管中的

黑色粉末变成红色粉末。在 C 管中收集到的无色液体是水；在注射器 D 中收集到的气体是氮气。

试回答下列问题：

- (1)X 气体是由_____和_____元素组成的。
- (2)若 240 mL X 气体完全反应后,收集到的氮气质量是 0.28 g,则 X 的摩尔质量是_____g · mol⁻¹。
- (3)通过计算,确定 X 的分子式为_____。
- (4)写出 B 中发生反应的化学方程式(X 在该条件下不发生分解反应):_____。

解析:在 C 管中收集到水,其中氧来源于 CuO,则 X 中一定含有氢元素。在注射器 D 中收集到氮气,说明 X 中一定含有氮元素。即 X 中含有氮、氢两种元素。B 管中 CuO 含氧元素的质量为 20.32 g - 20.00 g = 0.32 g, $n(\text{O}) = 0.02 \text{ mol}$, $n(\text{N}_2) = 0.01 \text{ mol}$,因 240 mL X 气体的物质的量为 0.01 mol,故 $n(\text{X}) : n(\text{N}) : n(\text{H}) = 0.01 \text{ mol} : (0.01 \text{ mol} \times 2) : (0.02 \text{ mol} \times 2) = 1 : 2 : 4$,所以 X 的分子式为 N₂H₄,摩尔质量为 32 g · mol⁻¹。

答案:(1)氮 氢 (2)32 (3)N₂H₄ (4)N₂H₄ + 2CuO $\xrightarrow{\Delta}$ N₂ + 2H₂O + 2Cu

第 2 课时 气体摩尔体积

学习任务目标

- 1.了解气体摩尔体积的含义和应用,掌握物质的量、气体摩尔体积、气体体积之间的关系,提高从数据中分析、解决问题的能力。
- 2.能运用气体摩尔体积进行简单计算,能从问题和假设出发,学会用气体的摩尔体积解决实际问题。

问题式预习

一、决定物质体积大小的因素

1.分析数据

物质的量	条件	物质	体积
1 mol	0 ℃、101 kPa	H ₂	22.4 L
		O ₂	22.4 L
	20 ℃	H ₂ O	18.0 cm ³
		H ₂ SO ₄	53.6 cm ³
		Fe	7.12 cm ³
		Al	10.0 cm ³

结论: (1)1 mol 气体在相同温度和压强下,体积相同;在 0 ℃、101 kPa(通常称为标准状况)时 1 mol 气体的体积约为 22.4 L。

(2)1 mol 固体或液体,在相同温度下,体积不相同。

(3)物质体积的大小取决于构成这种物质的粒子数目、粒子大小和粒子之间的距离三个因素。

2.等物质的量的固体、液体和气体体积的决定因素

物质	固体、液体	气体
粒子之间的距离	非常小	远远大于粒子本身的直径;在相同的温度和压强下,气体粒子之间的平均距离 <u>相等</u>

续表

物质	固体、液体	气体
粒子大小	<u>不相等</u>	<u>不相等</u>
等物质的量的物质的体积的决定因素	<u>粒子大小</u>	<u>粒子之间的距离</u>

二、气体摩尔体积

1.气体体积规律(阿伏加德罗定律)

在相同的温度和压强下,相同体积的任何气体都含有相同数目的粒子(分子)。

2.气体摩尔体积

(1)含义:单位物质的量的气体所占的体积叫气体摩尔体积,符号为 V_m。

(2)表达式: $V_m = \frac{V}{n}$ 。

(3)单位: L · mol⁻¹ (或 L/mol) 和 m³ · mol⁻¹ (或 m³/mol)。

(4)标准状况下的气体摩尔体积

①标准状况:是指温度 0 ℃,压强 101 kPa,可简写为 STP。

②标准状况下,气体摩尔体积约为 22.4 L · mol⁻¹。

任务型课堂

任务一 气体摩尔体积的理解与相关计算

[探究活动]

汽车尾气中含有 CO、NO、NO₂ 等有毒气体,因此汽车尾气是否达标是衡量汽车发动机性能的重要指标之一。

活动 1 标准状况下,1 000 L 汽车尾气的物质的量约为多少?

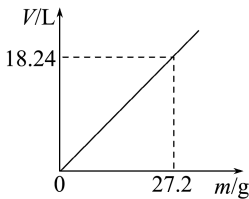
提示:约为 44.6 mol。

活动 2 与 4.6 g NO₂ 中氧原子个数相等的 CO 气体在标准状况下的体积是多少?

提示:4.48 L。4.6 g NO₂ 中氧原子的物质的量为 $\frac{4.6 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.2 \text{ mol}$,因此 CO 的物质的量为 0.2 mol,在标准状况下的体积为 $0.2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.48 \text{ L}$ 。

[评价活动]

1.如图表示某条件下 H₂S 气体的体积与质量的关系,则该条件下的气体摩尔体积为 ()



- A. 22.0 L · mol⁻¹ B. 22.4 L · mol⁻¹
C. 22.8 L · mol⁻¹ D. 23.2 L · mol⁻¹

C 解析:27.2 g H₂S 的物质的量 $n = \frac{27.2 \text{ g}}{34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.8 \text{ mol}$,则 $V_m = \frac{18.24 \text{ L}}{0.8 \text{ mol}} = 22.8 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

2.下列说法正确的是 ()

- A. 在标准状况下,1 mol 乙醇的体积是 22.4 L
B. 1 mol H₂ 所占的体积一定是 22.4 L
C. 在标准状况下,6.02 × 10²³ 个任何分子所占的体积都约为 22.4 L
D. 在标准状况下,质量为 28 g 的 CO 和 N₂ 混合气体,其体积约为 22.4 L

D 解析:在标准状况下,乙醇为液体,1 mol 乙醇的体积不是 22.4 L,故 A 错误;标准状况下,1 mol H₂ 所占的体积约为 22.4 L,温度和压强未知,1 mol 氢气体积不一定是 22.4 L,故 B 错误;标准状况下,气体摩尔体积约为 22.4 L · mol⁻¹,1 mol 固体、液体体积不是 22.4 L,所以在标准状况下,6.02 × 10²³ 个气体分子所占的体积约为 22.4 L,故 C 错误;CO 与 N₂ 的摩尔质量均为 28 g · mol⁻¹,标准状况下,28 g CO 与 N₂ 的混合气体的体积约为 $\frac{28 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 22.4 \text{ L}$,故 D 正确。

3.下列关于丙烷(C₃H₈)的说法正确的是 ()

- A. 1 mol C₃H₈ 气体的体积为 22.4 L
B. 常温常压下,11.2 L C₃H₈ 的物质的量为 0.5 mol
C. 5 L C₃H₈ 和 5 L CO₂ 的质量相等
D. 丙烷在标准状况下的密度为 1.96 g · L⁻¹

D 解析:A 项未指明状况,无法计算;B 项常温常压下的气体摩尔体积不是 22.4 L · mol⁻¹,无法计算;C 项未指明状况,无法比较其质量;D 项由 $M = \rho V_m$,得 $\rho = \frac{M}{V_m} = \frac{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 1.96 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,正确。

任务总结

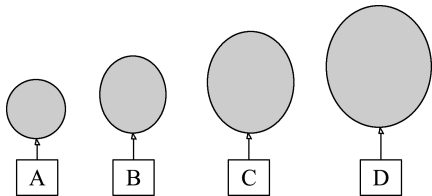
使用“22.4 L · mol⁻¹”的两个易错点

- (1) 忽视使用条件必须为标准状况,即 0 °C, 101 kPa。
(2) 忽视使用对象:气体,可为单一气体,也可为混合气体,切记 H₂O、SO₃、苯、CCl₄ 在标准状况下均为非气态物质。

任务二 阿伏加德罗定律及其应用

[探究活动]

某同学在元旦晚会上表演的化学节目为猜气球——他先在实验室中用等质量的 CH₄、CO₂、O₂、SO₂ 分别吹出四个气球,然后在晚会的现场让同学猜测气球是用哪种气体吹起的。



活动 1 等质量的 CH_4 、 CO_2 、 O_2 、 SO_2 的物质的量大小顺序如何排列? 含有的分子数大小顺序如何排列? 同种状况下的体积最小的是哪种气体?

提示: $\text{CH}_4 > \text{O}_2 > \text{CO}_2 > \text{SO}_2$; $\text{CH}_4 > \text{O}_2 > \text{CO}_2 >$

SO_2 ; SO_2 。由 $n = \frac{m}{M}$ 知, 等质量的物质, 其摩尔质量越大, 物质的量越小, 含有的分子数越少, 在同种状况下的体积越小。

活动 2 上述气球 A、B、C、D 依次吹入的气体是什么? 为什么?

提示: SO_2 、 CO_2 、 O_2 、 CH_4 , 在相同的温度和压强下, SO_2 、 CO_2 、 O_2 、 CH_4 的物质的量: $\text{SO}_2 < \text{CO}_2 < \text{O}_2 < \text{CH}_4$, 故体积: $\text{SO}_2 < \text{CO}_2 < \text{O}_2 < \text{CH}_4$ 。

活动 3 上述气球中气体的密度最大的是哪一种气体? 由此可以得出什么结论?

提示: 四种气体质量相等, 但充入 SO_2 的气球的体积最小, 故 SO_2 的密度最大。由此得出, 在相同的温度和压强下, 气体的密度之比等于气体的摩尔质量之比 (或相对分子质量之比)。

活动 4 若上述气球中通入等物质的量的四种气体, 则四个气球的体积大小顺序如何排列?

提示: 四个气球的体积相等。在相同的温度和压强下, 气体的物质的量相等, 气体的体积相等。

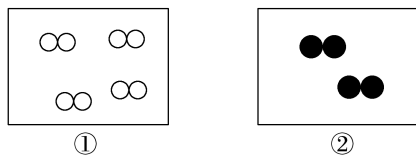
[评价活动]

1. 同温同压下, 等质量的 N_2O_4 和 NO_2 两种气体相比较, 下列叙述正确的是 ()

- A. 体积之比为 2 : 1
- B. 分子个数之比为 1 : 1
- C. 原子个数之比为 1 : 1
- D. 氮原子个数之比为 2 : 1

C 解析: 同温同压下, 气体的 V_m 相同, 且 $M(\text{N}_2\text{O}_4) = 2M(\text{NO}_2)$, $n(\text{N}_2\text{O}_4) : n(\text{NO}_2) = \frac{1}{92} : \frac{1}{46} = 1 : 2$, 气体的 V_m 相同, 由 $n = \frac{V}{V_m}$ 可知, 体积之比为 1 : 2, A 错误; 物质的量之比为 1 : 2, 则分子数之比为 1 : 2, B 错误; 分子数之比为 1 : 2, 则原子数之比为 $(1 \times 6) : (2 \times 3) = 1 : 1$, C 正确; 分子数之比为 1 : 2, 则氮原子个数之比为 1 : 1, D 错误。

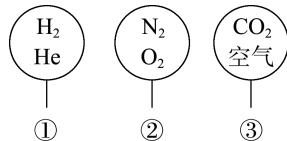
2. 如图所示是表示物质分子的示意图, ①和②为两个体积相同的固定容器, 图中“○”和“●”分别表示氢原子和氧原子。下列说法正确的是 ()



- A. 若①中的 H_2 为 1 mol, 则①中所含氢原子个数为 6.02×10^{23}
- B. 若①中的 H_2 为 1 mol, 则它的体积约为 22.4 L
- C. ①和②中气体的质量比为 1 : 8
- D. ①和②中气体的物质的量之比为 1 : 2

C 解析: 1 mol H_2 所含氢原子个数为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$, A 项错误; 没有指明①处于标准状况下, B 项错误; 由图可知, ①和②中 H_2 与 O_2 的个数比为 2 : 1, 所以物质的量比为 2 : 1, 质量比为 1 : 8, C 项正确, D 项错误。

3. 在通常条件下, 分别向三个气球 (同一规格, 忽略气球自身的质量) 吹入两种按体积比 1 : 1 混合的气体, 吹出体积相等的①、②、③三个气球。下列判断不正确的是 ()



- A. 三个气球中所含气体的分子数相等
- B. 三个气球中所含气体的原子数不相等
- C. 三个气球中气体分子间的平均距离相等
- D. 三个气球放在空气中, 只有一个往下沉

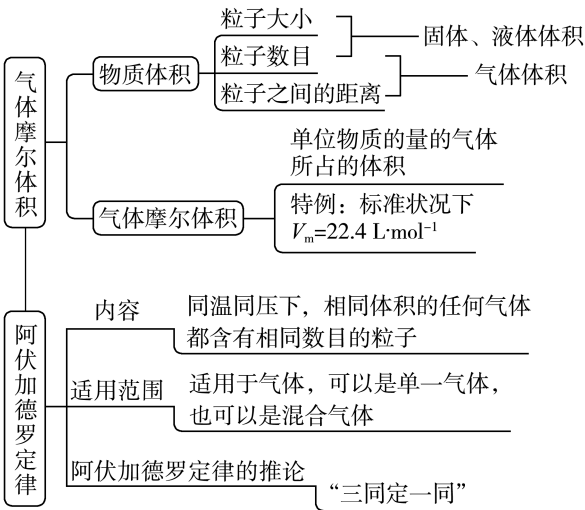
D 解析: 相同的温度和压强下, 相同体积的任何气体都含有相同数目的粒子, A 正确; 三个气球中有单原子分子、双原子分子和多原子分子, 分子数相同, 但原子数不相等, B 正确; 相同的温度和压强下, 任何气体分子之间的距离可以看成是相等的, C 正确; 三个等体积的气球含有的是两种按体积比 1 : 1 混合的气体, $M = \frac{m(\text{混})}{n(\text{混})}$, ②和③中混合气体的平均摩尔质量分别是 $30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 都大于空气的摩尔质量 ($29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$), 故三个气球放在空气中, 有两个往下沉, D 错误。

任务总结

阿伏加德罗定律三个推论

相同条件	结论	
	公式	语言叙述
同温同压	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2}$	同温同压下,气体的体积之比等于物质的量之比,等于粒子数之比
同温同压	$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$	同温同压下,气体的密度之比等于摩尔质量之比
同温同容	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2}$	同温同容下,气体的压强之比等于物质的量之比,等于粒子数之比

提质归纳



课后素养评价(十二)

基础性·能力运用

知识点 1 气体摩尔体积

1. 下列关于决定物质体积的因素的说法不正确的是 ()
- A. 物质的体积取决于粒子数目、粒子大小和粒子间距
- B. 相同条件下, 分子数相同的任何气体的体积基本相同
- C. 同温同压下, 1 mol 任何物质所占有的体积均相同
- D. 等质量的 H_2 , 压强越小, 温度越高, 气体所占体积越大
- C 解析: 从微观角度来说, 物质的体积由粒子数目、粒子大小和粒子间距决定, A 正确; 分子数相同的气体的物质的量相同, 则相同条件下体积基本相同, B 正确; 同温同压下, 1 mol 气态物质所占有的体积大致相同, C 错误; 等质量的 H_2 , 压强越小、温度越高, 分子间距越大, 气体体积越大, D 正确。
2. 在标准状况下, 由 0.5 g H_2 、11 g CO_2 和 4 g O_2 组成的混合气体, 其体积约为 ()
- A. 8.4 L B. 11.2 L
- C. 14.0 L D. 16.8 L
- C 解析: 气体的总体积 = $(\frac{0.5}{2} + \frac{11}{44} + \frac{4}{32}) \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 14.0 \text{ L}$ 。

3. 如今中国宇航员已经可以在太空泡茶了。茶装在特制包装袋中, 注水后用加热器进行加热就可以喝了, 但要插上吸管以防止水飘起来。下列说法正确的是 ()
- A. 宇航员喝茶时注入的 2 mol H_2O 的摩尔质量是 36
- B. 在空间站中气体摩尔体积大于 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 1 mol H_2O 含有 3 mol 电子
- D. 在标准状况下, 1 mol 冰水混合物的体积约是 22.4 L
- B 解析: H_2O 的摩尔质量是 $18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, A 错误; 空间站里有人的地方都是密闭的加压舱, 里面空气成分与压强均与地球环境相同, 故气体摩尔体积大于 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$, B 正确; 1 个水分子中含有 10 个电子, 则 1 mol H_2O 中含有 10 mol 电子, C 错误; 在标准状况下, 水不是气态, 因此不能用气体摩尔体积计算 1 mol 冰水混合物的体积, D 错误。
- 知识点 2 阿伏加德罗定律
4. 在一定温度、压强下, 1 体积 $X_2(g)$ 和 3 体积 $Y_2(g)$ 化合生成 2 体积的气体化合物, 则该气体化合物的化学式为 ()
- A. XY_3 B. XY C. X_3Y D. X_2Y_3
- A 解析: 在一定温度、压强下, 1 体积 $X_2(g)$ 和 3 体积 $Y_2(g)$ 化合生成 2 体积的气体化合物, 则根据阿伏加德罗定律可知三种气体的物质的量之比是

1:3:2,再由原子守恒可知该气体化合物的化学式为 XY_3 或 Y_3X 。

- 5.同温同压下,同体积的甲、乙两种气体的质量比是 17:14。若乙气体是 CO,则甲气体是 ()

A. H_2S B. HCl C. NH_3 D. Cl_2

A 解析:同温同压下,气体体积之比等于物质的量之比,同体积的甲、乙两种气体物质的量相同,质量比是 17:14,根据 $m=nM$ 可知,甲与乙的摩尔质量之比为 17:14,若乙气体是 CO,则 $M(\text{甲}):28\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=17:14$,故 $M(\text{甲})=34\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,各选项中只有 H_2S 符合,故选 A。

- 6.臭氧的分子式为 O_3 ,又称三原子氧、超氧,因其有类似鱼腥味的臭味而得名,在常温下可以自行转化为氧气,密度比 O_2 大,易溶于水,易分解。臭氧作为氧化剂时,产物没有污染。关于 O_2 与 O_3 气体,下列比值一定为 2:3 的是 ()

A.若两种气体所占体积相同,两种气体的质量之比
B.若温度和压强相同,两种气体的密度之比
C.若两种气体原子数相同,两种气体的质子数之比
D.若两种气体的质量相同,两种气体的分子数之比

B 解析:如不在相同条件下,相同体积的两种气体的物质的量不一定相同,则质量比不一定等于 2:3,

A 错误;温度和压强相同, V_m 相同,由 $\rho=\frac{m}{V}=\frac{M}{V_m}$ 可

知,两种气体的密度之比等于摩尔质量之比(即 $\frac{\rho_1}{\rho_2}$

$=\frac{M_1}{M_2}$),等于 2:3, B 正确;两种气体都由氧元素组

成,则两种气体原子数相同,两种气体的质子数相同, C 错误;两种气体的质量相同,由 $n=\frac{m}{M}=\frac{N}{N_A}$ 可知,两种气体的分子数之比等于摩尔质量的反比,为 3:2, D 错误。

- 7.在甲、乙两个体积不同的密闭容器中,分别充入质量相同的 CO、 CO_2 气体,两容器的温度和压强均相同。下列说法正确的是 ()

A.充入的 CO 分子数比 CO_2 分子数少

B.甲容器的体积比乙容器的体积小

C.CO 的气体摩尔体积与 CO_2 的气体摩尔体积相等

D.甲中 CO 的密度与乙中 CO_2 的密度相等

C 解析:温度、压强相同条件下,气体摩尔体积相等,根据 $n=\frac{m}{M}$ 知,质量相同时其物质的量之比等于

摩尔质量的反比, CO、 CO_2 的摩尔质量分别是 $28\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $44\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,所以二者的物质的量之比

$=44\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}:28\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=11:7$ 。根据 $N=nN_A$ 知,二者的分子数之比等于其物质的量之比,为 11:7,所以 CO 分子数多,故 A 项错误;根据

$V=nV_m$ 知,相同条件下,气体体积之比等于其物质的量之比,所以甲的体积比乙大,故 B 项错误;温度和压强都相同,其气体摩尔体积相等,所以二者的

气体摩尔体积相等,故 C 项正确;由 $\rho=\frac{M}{V_m}$ 知,相同

条件下,其密度之比等于摩尔质量之比,所以甲中 CO 的密度比乙中 CO_2 的密度小,故 D 项错误。

综合性·创新提升

- 8.“人造空气”(氧气与氮气的混合气)可用于减轻某些病痛或供深水潜水员使用。标准状况下,11.2 L “人造空气”的质量是 4.8 g,其中氧气与氮气的质量比是 ()

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

B 解析:“人造空气”的物质的量是 $11.2\text{ L} \div 22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}=0.5\text{ mol}$,设氧气与氮气的物质的量分别是 x 、 y ,则 $x+y=0.5\text{ mol}$ 、 $32\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times x + 4\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times y = 4.8\text{ g}$,解得 $x=0.1\text{ mol}$ 、 $y=0.4\text{ mol}$,则二者的质量之比是 $3.2\text{ g}:1.6\text{ g}=2:1$, B 项正确。

- 9.下列两种气体的分子数一定相等的是 ()

A.质量相等、密度不等的 O_2 和 CO
B.等体积等密度的 CO 和 N_2

C.等温等体积的 O_2 和 N_2

D.等压等体积的 N_2 和 CO_2

B 解析:氧气和一氧化碳的摩尔质量不相等,质量相等时,根据 $n=\frac{m}{M}=\frac{V}{V_m}=\frac{N}{N_A}$ 可知分子数不相等,

故 A 项错误;体积相等、密度相等的 CO 和 N_2 的质量相等,由于 $M(\text{CO})=M(\text{N}_2)$,则两者的物质的量相等,分子数相等,故 B 项正确;根据 $pV=nRT$ 可知,如果压强不相等,温度相同,体积相同的 O_2 和

N_2 的物质的量不等,则分子数不等,故 C 项错误;如果温度不同,压强相同,体积相同的 O_2 和 N_2 的物质的量不等,则分子数不等,故 D 项错误。

- 10.一个集气瓶的质量为 20.0 g,在相同状况下,装满 O_2 时质量为 21.0 g,装满 A 气体时质量为 22.0 g,则 A 气体的摩尔质量为 ()

- A. $16\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $32\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $64\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $128\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

C 解析:已知集气瓶的质量为 20.0 g ,则氧气的质量为 $21.0\text{ g} - 20.0\text{ g} = 1\text{ g}$,则 $n = \frac{m}{M} = \frac{1\text{ g}}{32\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1}{32}\text{ mol}$,气体的体积相同,则气体的物质的量相同,所以 A 的摩尔质量为 $M = \frac{m}{n} = \frac{22.0\text{ g} - 20.0\text{ g}}{\frac{1}{32}\text{ mol}} = 64\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

- 11.同温同压下, $a\text{ g}$ 甲气体和 $2a\text{ g}$ 乙气体所占的体积之比为 $1:2$ 。根据阿伏加德罗定律判断,下列叙述不正确的是 ()
A.同温同压下,甲和乙的密度之比为 $1:1$
B.甲与乙的相对分子质量之比为 $1:1$
C.同温同体积下,等质量的甲和乙的压强之比为 $1:1$
D.等质量的甲和乙中的原子数之比为 $1:1$

D 解析:同温同压下,气体摩尔体积相同, $a\text{ g}$ 甲气体和 $2a\text{ g}$ 乙气体所占的体积之比为 $1:2$,根据 $\rho = \frac{m}{V}$ 知,其密度相同,故 A 正确;根据 $m = nM = \frac{V}{V_m} \times M$ 知,二者的相对分子质量之比为 $1:1$,故 B 正确;根据 $pV = nRT = \frac{m}{M} \times RT$ 知,同温同体积下,等质量的甲和乙的压强之比等于其摩尔质量的反比,因为二者摩尔质量相同,所以压强相同,故 C 正确;等质量的两种气体的物质的量相同,但分子的构成未知,所以无法判断原子个数是否相同,故 D 错误。

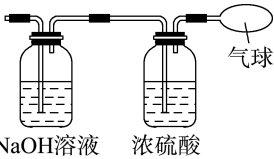
- 12.已知 $a\text{ g}$ 气体 X_2 中含有 b 个 X 原子,那么 $c\text{ g}$ 该气体在 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ 条件下的体积是(设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值) ()

- A. $\frac{11.2bc}{aN_A}\text{ L}$ B. $\frac{11.2ab}{cN_A}\text{ L}$
C. $\frac{11.2ac}{bN_A}\text{ L}$ D. $\frac{11.2b}{acN_A}\text{ L}$

A 解析: b 个 X 原子的物质的量为 $\frac{b}{N_A\text{ mol}^{-1}} = \frac{b}{N_A}\text{ mol}$, X_2 的物质的量为 $\frac{1}{2} \times \frac{b}{N_A}\text{ mol}$, X_2 的摩尔质量 $= \frac{a\text{ g}}{\frac{1}{2} \times \frac{b}{N_A}\text{ mol}} = \frac{2aN_A}{b}\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $c\text{ g } X_2$

的物质的量为 $\frac{c\text{ g}}{\frac{2aN_A}{b}\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{bc}{2aN_A}\text{ mol}$, $c\text{ g}$ 该气体的体积 $= \frac{bc}{2aN_A}\text{ mol} \times 22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{11.2bc}{aN_A}\text{ L}$ 。

- 13.我国力争在 2030 年实现“碳达峰”,2060 年实现“碳中和”。现有煤燃烧产生的 14.4 g CO 和 CO_2 的混合气体,在标准状况下其体积为 8.96 L 。请回答下列问题:
(1)该混合气体的平均摩尔质量为 _____。
(2)该混合气体中碳原子的个数为 _____ (用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值)。
(3)将该混合气体依次通过如图所示装置,最后收集在气球中(体积在标准状况下测定)。



- ①气球中收集到的气体的摩尔质量为 _____。
②气球中收集到的气体的电子总数为 _____ (用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值)。
③标准状况下,气球中收集到的气体的体积为 _____ L。

解析:(1)气体的物质的量为 $\frac{8.96\text{ L}}{22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4\text{ mol}$,该混合气体的平均摩尔质量为 $M = \frac{14.4\text{ g}}{0.4\text{ mol}} = 36\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(2)设混合气体中 CO 的物质的量为 x , CO_2 的物质的量为 y ,则 $x + y = 0.4\text{ mol}$,根据混合气体的质量为 14.4 g 可得: $28\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}x + 44\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}y = 14.4\text{ g}$,解得: $x = 0.2\text{ mol}$, $y = 0.2\text{ mol}$,由于 1 分子 CO 和 1 分子 CO_2 均含 1 个碳原子,故 0.2 mol CO 和 0.2 mol CO_2 中共含 0.4 mol C 原子,即 $0.4N_A$ 个 C 原子。(3)将混合气体依次通过如图装置,则 CO_2 会被 NaOH 溶液吸收,剩余 CO ,被浓硫酸干燥后,则在气球中收集到的是干燥纯净的 CO 气体。①气球中收集到的气体为 CO ,摩尔质量为 $28\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。②一个 CO 分子含有 14 个电子,由(2)求出的 CO 的物质的量为 0.2 mol ,则电子的物质的量为 $0.2\text{ mol} \times 14 = 2.8\text{ mol}$,电子总数为 $2.8N_A$ 。③气球中的气体为 CO ,其体积 $V = nV_m = 0.2\text{ mol} \times 22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.48\text{ L}$ 。

答案:(1) $36\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2) $0.4N_A$
(3)① $28\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ② $2.8N_A$ ③ 4.48

第3课时 物质的量浓度

学习任务目标

- 1.了解物质的量浓度的含义和应用,体会定量研究对化学科学的重要作用。在微观与宏观转换中提升对物质的量浓度概念的理解。
- 2.能运用物质的量浓度进行简单计算。通过分析、推理认识物质的量浓度的构成要素及其相互关系。
- 3.学会配制一定物质的量浓度的溶液。

问题式预习

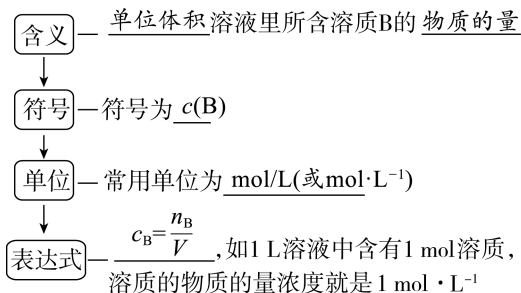
一、物质的量浓度

1.溶质的质量分数

(1)概念:溶液中溶质质量与溶液质量之比。

(2)表达式: $w(\text{溶质}) = \frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶液})} \times 100\%$ 。

2.物质的量浓度

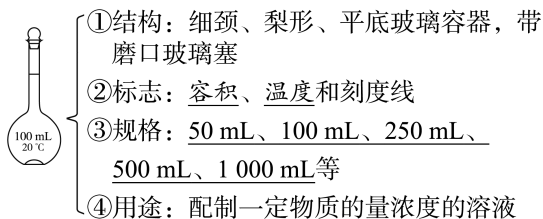


二、一定物质的量浓度溶液的配制

1.主要仪器

(1)天平:使用电子天平或托盘天平。

(2)容量瓶



(3)其他仪器:量筒、烧杯、玻璃棒、胶头滴管等。

(4)使用容量瓶时有哪些注意事项?

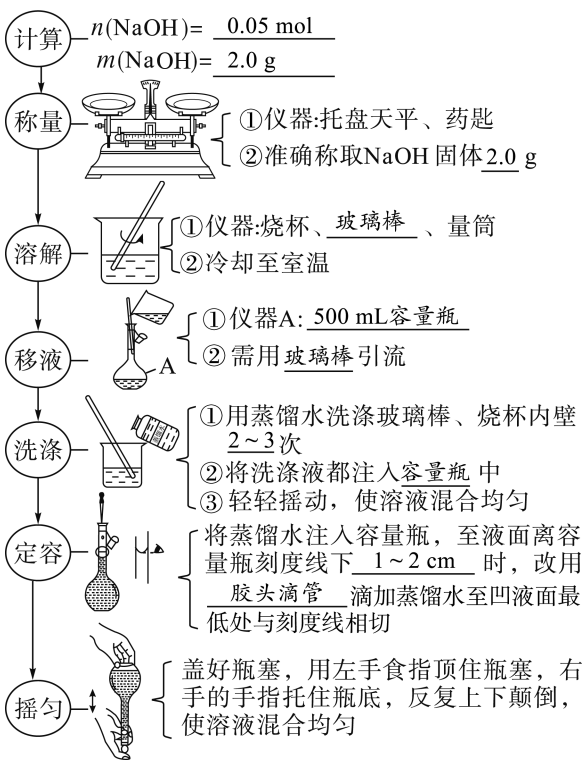
提示:①容量瓶瓶塞须用结实的细绳系在瓶颈上,以防止损坏或丢失。②在使用前,首先要检查容量

瓶是否完好,瓶口处是否漏水。经检查不漏水的容量瓶才能使用。

③容量瓶使用完毕,应洗净、晾干。

④对于玻璃磨口瓶塞,应在瓶塞与瓶口处垫一张纸条,以免瓶塞与瓶口粘连。

2.(1)配制过程(以配制 $500 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液为例)



(2)如何用浓溶液配制稀溶液?

提示:先通过 $c(\text{浓溶液}) \cdot V(\text{浓溶液}) = c(\text{稀溶液}) \cdot V(\text{稀溶液})$ 计算出所需浓溶液的体积,再按照量取、溶解、移液、洗涤、定容、摇匀步骤进行配制。

任务型课堂

任务一 物质的量浓度的计算

探究活动

在古代,稀硫酸被称为“绿矾油”。硫酸是一种活泼的二元强酸,能和绝大多数金属发生反应。



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: $1.84 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$
质量分数: 98%

活动1 该硫酸的物质的量浓度为多少?

提示: 该 H_2SO_4 的物质的量浓度 $c = \frac{1\,000 \times 1.84 \times 98\%}{98} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 18.4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

活动2 100 mL 该硫酸的质量是多少?

提示: 该硫酸的密度为 $1.84 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$, 所以 100 mL 该硫酸的质量为 184 g。

活动3 取该硫酸 62.5 mL 稀释至 250 mL, 得到稀硫酸的物质的量浓度为多少?

提示: 根据稀释公式 $c_1V_1 = c_2V_2$, 可知 $0.25 \text{ L} \times c = 0.0625 \text{ L} \times 18.4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c = 4.6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

评价活动

1. 实验室需要 100 mL $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硫酸溶液, 现用市售 98% 的浓硫酸(密度为 $1.84 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) 配制, 用量筒取用的浓硫酸体积最适宜的是 ()

- A. 5.4 mL
- B. 3.3 mL
- C. 13.5 mL
- D. 27.2 mL

A 解析: 实验室需要 100 mL $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硫酸溶液, 需要选用 100 mL 的容量瓶配制, 98% 的浓硫酸(密度为 $1.84 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) 的物质的量浓度 $c = \frac{1\,000\rho w}{M} = \frac{1\,000 \times 1.84 \times 98\%}{98} = 18.4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 需要浓硫酸体积为 V , 稀释前后溶质的物质的量不变, 有 $18.4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times V = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L}$, 解得: $V = 0.00543 \text{ L} \approx 5.4 \text{ mL}$ 。

2. 某氯化镁溶液的密度为 $1.18 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 其中镁离子的质量分数为 5.1%, 300 mL 该溶液中 Cl^- 的物质的量约为 ()

- A. 0.37 mol
- B. 0.63 mol
- C. 0.74 mol
- D. 1.5 mol

D 解析: 由物质的量浓度和质量分数的换算关系

式可知, $c(\text{MgCl}_2) = c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{1\,000\rho w}{M} = \frac{1\,000 \times 1.18 \times 5.1\%}{24} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \approx 2.51 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 所以 $n(\text{MgCl}_2) = 2.51 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0.3 \text{ L} = 0.753 \text{ mol}$, $n(\text{Cl}^-) = 0.753 \text{ mol} \times 2 \approx 1.5 \text{ mol}$ 。

3. 下列说法正确的是 ()

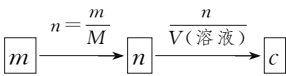
- A. 把 100 mL $3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硫酸与 100 mL H_2O 混合, 硫酸的物质的量浓度变为 $1.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- B. 把 200 mL $3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 BaCl_2 溶液与 100 mL $3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 KCl 溶液混合后, 溶液中的 $c(\text{Cl}^-)$ 仍然是 $3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- C. 把 100 g 20% 的 NaCl 溶液与 100 g H_2O 混合后, NaCl 溶液的溶质质量分数是 10%
- D. 把 100 mL 20% 的 NaOH 溶液与 100 mL H_2O 混合后, NaOH 溶液的质量分数是 10%

C 解析: 稀释前后溶质硫酸的物质的量不变, 混合溶液体积小于 200 mL, 所以稀释后硫酸的物质的量浓度大于 $1.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 故 A 错误; $3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 BaCl_2 溶液中氯离子浓度为 $6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 KCl 溶液中氯离子浓度为 $3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 若忽略体积变化, 混合后 $c(\text{Cl}^-)$ 约为 $\frac{0.2 \text{ L} \times 6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} + 0.1 \text{ L} \times 3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}{0.3 \text{ L}} = 5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 故 B 错误; 混合后溶液质量为 200 g, 溶质 NaCl 的质量不变, 为 $100 \text{ g} \times 20\% = 20 \text{ g}$, 所以混合后 NaCl 溶液的溶质质量分数为 $\frac{20 \text{ g}}{200 \text{ g}} \times 100\% = 10\%$, 故 C 正确; 水的密度小于 NaOH 溶液的密度, 混合后溶液的质量小于 200 mL 20% 的 NaOH 溶液的质量, 所以混合后的 NaOH 溶液的质量分数大于 10%, 故 D 错误。

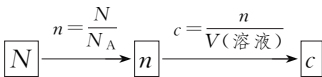
任务总结

1. 有关物质的量浓度的计算的基本类型和方法

(1) 已知溶质的质量。



(2) 已知溶液中某种粒子的数目。



(3)标准状况下,气体溶质的物质的量浓度的计算。

$$\left. \begin{aligned} n &= \frac{V_{\text{气体}}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ V &= \frac{m}{\rho} = \frac{m_{\text{气体}} + m_{\text{溶剂}}}{\rho} \end{aligned} \right\} c = \frac{n}{V}$$

(4)已知溶液密度和溶质的质量分数。

$$c = \frac{1\,000\rho w}{M} \quad [\rho、w、M \text{ 分别为密度(单位 } \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}\text{)、溶质的质量分数和摩尔质量}]$$

2. 溶液稀释和混合的计算

(1)溶液稀释的有关计算:稀释前后溶质的物质的量和质量都保持不变。

$$\begin{aligned} c(\text{浓}) \cdot V(\text{浓}) &= c(\text{稀}) \cdot V(\text{稀}), \\ m(\text{浓}) \cdot w(\text{浓}) &= m(\text{稀}) \cdot w(\text{稀}). \end{aligned}$$

(2)混合规律

①语言描述:同一溶质不同浓度的两溶液相混合,混合后,溶质的总物质的量(或总质量)等于混合前两溶液中溶质的物质的量之和(或质量之和)。

$$\begin{aligned} \text{②公式: } c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 &= c(\text{混}) \cdot V(\text{混}), \\ m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= m(\text{混}) \cdot w(\text{混}). \end{aligned}$$

任务二 一定物质的量浓度溶液的配制及误差分析

[探究活动]

活动 1 要配制 1 L 0.1 mol · L⁻¹ CuSO₄ 溶液,需要 CuSO₄ 粉末或 CuSO₄ · 5H₂O 的质量一样吗?

提示:不一样。1 L 0.1 mol · L⁻¹ CuSO₄ 溶液,溶质 CuSO₄ 的物质的量为 1 L × 0.1 mol · L⁻¹ = 0.1 mol,则需要 CuSO₄ 粉末的质量为 0.1 mol × 160 g · mol⁻¹ = 16.0 g,需要 CuSO₄ · 5H₂O 的质量为 0.1 mol × 250 g · mol⁻¹ = 25.0 g。

活动 2 将烧杯中溶液转移至容量瓶之后,为什么要用蒸馏水洗涤烧杯内壁和玻璃棒 2~3 次,并将洗涤液也都注入容量瓶?

提示:有些溶质会附着在烧杯和玻璃棒上,而溶质是定量的,所以要把洗涤液倒入容量瓶,以免使所配制的溶液物质的量浓度偏小。

活动 3 如果将烧杯中的溶液转移到容量瓶时不慎洒到容量瓶外,最后配成的溶液中溶质的实际浓度比所要求的大了还是小了?

提示:配制一定物质的量浓度的溶液,如果将烧杯中的溶液转移到容量瓶时不慎洒到容量瓶外,则进入容

量瓶的溶质质量会减小,最后配成的溶液中溶质的实际浓度会偏小。

活动 4 如果在读数时,仰视、俯视容量瓶上的刻度线,最后配成的溶液中溶质的实际浓度比所要求的大了还是小了?

提示:仰视时,所配制溶液的体积增大,浓度偏小;俯视时,所配制溶液的体积减小,浓度偏大。

[评价活动]

- 1.某同学在配制一定物质的量浓度的 NaCl 溶液时,有下列不当操作:①称量时天平未达平衡(左低右高);②摇匀后见液面下降,再加水至刻度线。这两处不当操作对所得溶液浓度的影响是 ()
- A.都导致浓度偏大
B.①导致浓度偏小,②导致浓度偏大
C.都导致浓度偏小
D.①导致浓度偏大,②导致浓度偏小

D 解析:根据 $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$,①天平称量时“左物右码”,左低右高,说明药品多,因此所配溶液浓度偏大;②摇匀后见液面下降,再加水至刻度线,溶液体积偏大,因此所配溶液浓度偏小。

- 2.25 °C 时,将 10 mL 质量分数为 50% (密度为 1.4 g · cm⁻³) 的硫酸稀释成 100 mL。下列说法正确的是 ()
- A.俯视容量瓶刻度线进行定容,所配溶液的浓度偏小
B.上述稀释过程所需要的蒸馏水为 90 mL
C.质量分数为 50% 的硫酸的物质的量浓度约为 7.14 mol · L⁻¹
D.上述 100 mL 稀硫酸中含溶质 14 g

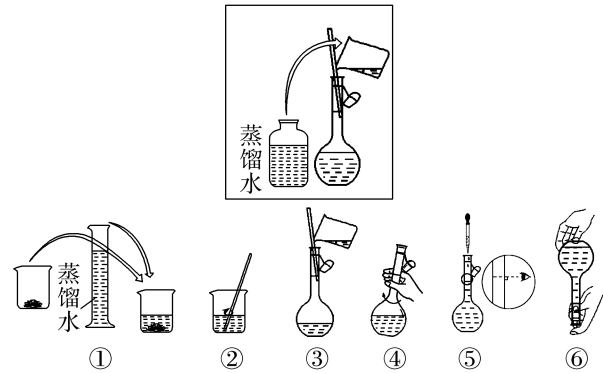
C 解析:定容时俯视容量瓶刻度线,导致溶液的体积偏小,所配溶液的浓度偏大,故 A 项错误;稀释后溶液的密度不知,所以无法计算所需要的蒸馏水的体积或质量,故 B 项错误; $c = \frac{1\,000\rho w}{M} =$

$\frac{1\,000 \times 1.4 \times 50\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 7.14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,所以质量分数为 50% 的硫酸的物质的量浓度约为 7.14 mol · L⁻¹,故 C 项正确;稀释过程中溶质的质量不变,所以 100 mL 稀硫酸中含溶质质量为 1.4 g · cm⁻³ × 10 cm³ × 50% = 7.0 g,故 D 项错误。

- 3.某同学帮助水质检测站配制 480 mL 0.5 mol · L⁻¹ NaOH 溶液以备使用。

- (1)该同学应选择 _____ mL 的容量瓶。
(2)操作步骤如图所示,则方框中的操作应在下图

中的_____（填字母序号）之间。

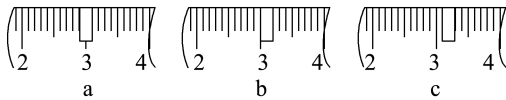


A.②与③ B.①与② C.④与⑤

(3)该同学应称取 NaOH 固体_____g,用质量为 23.1 g 的烧杯放在托盘天平上称取所需 NaOH 固体时,请在附表选取所需的砝码规格_____（填字母序号,下同),并在下图中选出能正确表示游码位置的选项_____。

附表 砝码规格

选项	a	b	c	d	e
砝码大小/g	100	50	20	10	5



(4)若容量瓶中原来有少量蒸馏水,则所配制溶液的浓度会_____（填“偏大”“偏小”或“无影响”）。

解析:(1)实验室配制 480 mL 0.5 mol · L⁻¹ NaOH 溶液应该选用的是 500 mL 的容量瓶。(2)由图可知,该操作是在洗涤烧杯和玻璃棒后,所以应该在④和⑤之间。(3)该同学应该称量的 NaOH 的质量是 0.5 L × 0.5 mol · L⁻¹ × 40 g · mol⁻¹ = 10.0 g;若用质量是 23.1 g 的烧杯称量,则应该称量的质量是 33.1 g,选择的砝码是 c、d,选择的游码的数值应该是 3.1 g,所以应该选择 c。(4)容量瓶中原来有少量的蒸馏水对所配制溶液的浓度无影响。

答案:(1)500 (2)C (3)10.0 cd c

(4)无影响

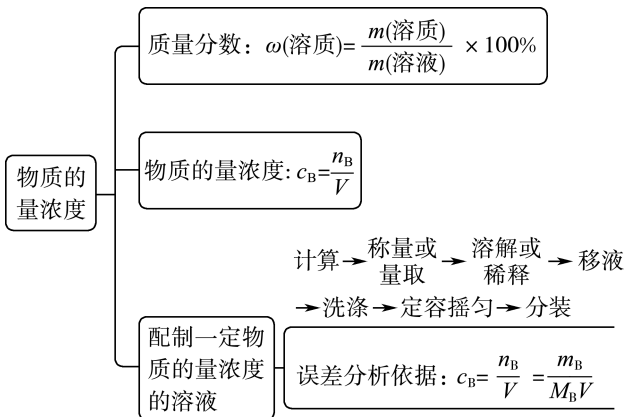
任务总结

一定物质的量浓度溶液配制的误差的分析方法

根据 $c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{m_B}{M_B V}$ 可知,配制 100 mL 1.00 mol · L⁻¹ 氯化钠溶液常出现的误差如表所示:

实验操作	n	V	c
① 计算结果 $m = 5.85$ g, 称 5.9 g	偏大	不变	偏大
② 砝码生锈(没有脱落)	偏大	不变	偏大
③ 少量氯化钠沾在滤纸上	偏小	不变	偏小
④ 转移时有少量液体溅出	偏小	不变	偏小
⑤ 容量瓶内有少量蒸馏水	不变	不变	不变
⑥ 未洗涤烧杯内壁和玻璃棒或洗涤液未注入容量瓶	偏小	不变	偏小
⑦ 定容读数时,仰视容量瓶上的刻度线	不变	偏大	偏小
⑧ 超过刻度线,吸出一部分溶液	偏小	不变	偏小
⑨ 摇匀后液面下降,补充蒸馏水	不变	偏大	偏小

► 提质归纳

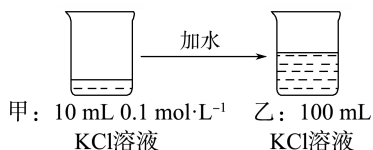


课后素养评价(十三)

基础性·能力运用

知识点1 物质的量浓度的理解与计算

1. 下列关于如图所示过程的说法正确的是 ()



A. 甲中溶质的质量分数比乙小

B. 乙中 $n(\text{K}^+) = 0.001 \text{ mol}$

C. 乙中 KCl 的溶解度比甲大

D. 乙中 $c(\text{Cl}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B 解析: 甲加水稀释得到乙, 乙中溶质的质量分数比甲小, 故 A 错误; 稀释前后溶质物质的量相等, 乙中 $n(\text{K}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01 \text{ L} = 0.001 \text{ mol}$, 故 B 正确; 溶解度只与温度有关, 甲和乙中 KCl 的溶解度相等, 故 C 错误; 乙中 $c(\text{Cl}^-) = \frac{0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 D 错误。

2. $V \text{ L K}_2\text{SO}_4$ 溶液中, 含有 $m \text{ g K}^+$, 则溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度为 ()

A. $\frac{39m}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. $\frac{2m}{39V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. $\frac{m}{39V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. $\frac{m}{78V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D 解析: 由溶液中 $c(\text{K}^+) = \frac{m}{39V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 可知, 溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{1}{2}c(\text{K}^+) = \frac{1}{2} \times \frac{m}{39V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{m}{78V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

3. 取 100 mL $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液和 200 mL $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液混合后加水稀释至 400 mL, 该混合溶液中 H_2SO_4 的物质的量浓度是 ()

A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B 解析: 混合后溶质的物质的量是混合前溶质的物质的量之和, 混合后 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 100 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 200 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.08 \text{ mol}$, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0.08}{400 \times 10^{-3}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故选 B。

4. 下图所示是某市销售的盐酸试剂瓶标签上的部分数据。

盐酸
化学式: HCl
相对分子质量: 36.5
密度: $1.18 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
HCl 的质量分数: 36.5%

该盐酸的物质的量浓度是 ()

A. $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. $8.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

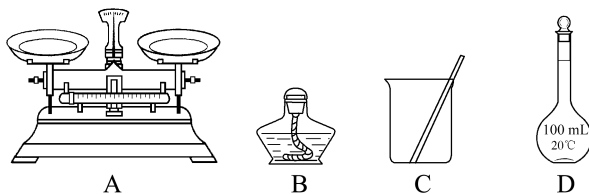
C. $11.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C 解析: $c = \frac{1000\rho w}{M} = \frac{1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.18 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 36.5\%}{36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 11.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

知识点2 配制一定物质的量浓度的溶液

5. 配制 100 mL $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液, 下列仪器不必使用的是 ()



B 解析: 要配制 100 mL $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液, 需要用托盘天平、烧杯、100 mL 的容量瓶、胶头滴管、玻璃棒、药匙等, 不必使用的仪器是酒精灯。

6. 配制 100 mL $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液, 下列情况会导致溶液浓度偏高的是 ()

A. 容量瓶使用前用 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液润洗

B. 配制过程中, 未用蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒

C.仰视确定凹液面与刻度线相切

D.用敞口容器称量 Na_2CO_3 且时间过长

A 解析: A 项,润洗过程中增加了 Na_2CO_3 的量,使浓度偏高;B 项,配制过程中,未用蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒,使溶质损失,浓度偏低;C 项,仰视确定凹液面与刻度线相切,结果是加水过多,溶液的体积大于 100 mL,浓度偏低;D 项,用敞口容器称量 Na_2CO_3 且时间过长, Na_2CO_3 会吸收空气中的水,浓度偏低。

7.使用胆矾配制 1 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CuSO_4 溶液,正确的做法是 ()

A.将胆矾加热除去结晶水后,称取 16.0 g 溶于 1 L 水中

B.称取胆矾 25.0 g 溶于 1 L 水中

C.将 25.0 g 胆矾溶于少量水,然后将此溶液稀释至 1 L

D.将 25.0 g CuSO_4 溶于少量水,然后将此溶液稀释至 1 L

C 解析: 物质的量浓度指的是单位体积溶液内所含溶质的物质的量,在该题中用 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 来配制 CuSO_4 溶液要注意两点:(1)找到 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和 CuSO_4 之间的质量关系;(2)溶液的体积最终为 1 L。 $1 \text{ L } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CuSO_4 溶液中溶质的物质的量为 $n(\text{CuSO}_4) = 1 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol}$,其质量为 16.0 g,若要称取 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,应称取 25.0 g。所以有 2 种方案:称取 16.0 g CuSO_4 溶于水配成 1 L 溶液或称取 25.0 g 胆矾溶于水配成 1 L 溶液,故 C 正确。

综合性·创新提升

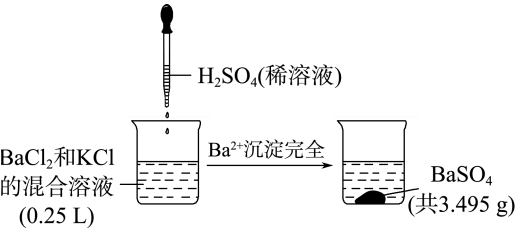
8.利用碳酸钠晶体($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)配制 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液 1 000 mL,假如其他操作均是正确无误的,下列情况会引起配制溶液的浓度偏高的是 ()

- A.称取碳酸钠晶体 100 g
- B.定容时,俯视观察刻度线
- C.移液时,用于溶解碳酸钠晶体的烧杯没有进行冲洗
- D.定容后,将容量瓶振荡摇匀,静置时发现液面低于刻度线,于是又加入少量水至刻度线

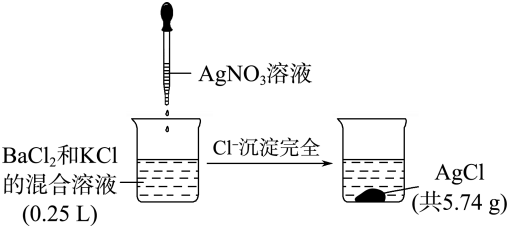
B 解析: 需要碳酸钠晶体的物质的量为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 0.5 \text{ mol}$,质量为 $286 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.5 \text{ mol} = 143 \text{ g}$,故 A 中溶液浓度偏低;俯视时液面的最低点低于刻度线,即实际加水量少于应加水量,故 B 中溶液浓度偏高;C 中对用于稀释或溶解的烧杯,如不加水冲洗并将洗涤液也转入容量瓶,会使溶质损失,使所配制的溶液浓度偏低;D 中定容后,当振荡、静置后发现液面低于刻度线,这是由于液体沾在瓶壁和磨口等处,不会造成偏差,若加水则使所配溶液浓度偏低。

9.某化学兴趣小组甲同学为了测定 BaCl_2 和 KCl 的混合溶液中 K^+ 的物质的量浓度,将其分成两等份,分别进行如下实验。

实验 I:



实验 II:



原混合溶液中 K^+ 的物质的量浓度为 ()

- A. $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. $0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. $0.12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. $0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

A 解析: 实验 I 生成硫酸钡 0.015 mol,则氯化钡为 0.015 mol;实验 II 生成氯化银 0.04 mol,根据氯元素守恒可知,氯化钾的物质的量为 $0.04 \text{ mol} - 0.015 \text{ mol} \times 2 = 0.01 \text{ mol}$;原混合溶液中 K^+ 的物质的量浓度为 $0.01 \text{ mol} \div 0.25 \text{ L} = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故选 A。

10.将质量分数为 $a\%$ 、物质的量浓度为 $c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀硫酸蒸发掉一定量的水,使其质量分数为 $2a\%$,此时物质的量浓度为 $c_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 c_1 和 c_2 的数值关系是 ()

A. $c_2=c_1$

B. $c_2<2c_1$

C. $c_2>2c_1$

D. $c_2=2c_1$

C 解析:设溶质质量分数为 $a\%$ 的硫酸密度为 $\rho_1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 则 $c_1=\frac{1\,000\times\rho_1\times a\%}{98}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=\frac{10a\rho_1}{98}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 设溶质质量分数为 $2a\%$ 的硫酸

密度为 $\rho_2\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 则 $c_2=\frac{1\,000\times\rho_2\times 2a\%}{98}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=\frac{20a\rho_2}{98}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 所以 $c_1:c_2=\frac{10a\rho_1}{98}:\frac{20a\rho_2}{98}=\rho_1:2\rho_2$, 即 $c_2=\frac{2\rho_2}{\rho_1}c_1$ 。

硫酸的浓度越大密度也越大, 所以 $\rho_2>\rho_1$, 所以 $\frac{2\rho_2}{\rho_1}>2$, 所以 $c_2>2c_1$, 故选 C。

11. 实验室配制 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 BaCl_2 溶液可分两个阶段进行。

第一阶段: 用托盘天平称取 5.2 g 无水 BaCl_2 晶体。

第二阶段: 溶解无水 BaCl_2 晶体, 配制 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 BaCl_2 溶液。

第一阶段操作有如下几步: A. 将游码拨至 0.2 g 处; B. 将游码拨至“0”处; C. 在天平两边的托盘上各放一张干净的等质量的滤纸, 调节天平两边的螺母使天平平衡; D. 取走药品, 将砝码放回砝码盒内; E. 往左盘内逐步添加晶体至天平平衡; F. 在右盘上放置 5 g 砝码。

(1) 正确的操作顺序(填字母序号)是 B→()→()→A→()→()→()。

(2) 在 E 操作中, 缺少量晶体时, 其操作方法是_____。

(3) 第二阶段操作应先将 5.2 g BaCl_2 加适量蒸馏水溶解, 溶解过程中使用的主要仪器有_____, _____, 然后将溶液转入_____中, 再经_____, _____、_____后即可得到 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ BaCl}_2$ 溶液。

(4) 下列操作使配制的 BaCl_2 溶液浓度偏低的有_____ (填字母序号)。

- A. 将砝码放在左盘上, BaCl_2 放在右盘上进行称量
- B. 选用的容量瓶内有少量蒸馏水
- C. 定容摇匀后, 液面下降, 又加水至刻度线
- D. 整个配制过程中, 容量瓶不振荡

解析: (1) 使用托盘天平的步骤为调零→放砝码→调游码→加物品→取物品→取砝码→游码回零。

(2) 只缺少量晶体时, 应用右手轻轻拍打左手手腕, 小心抖动药匙加足药量。

(3) 溶解所需的仪器有烧杯、玻璃棒。(4) 根据 $c=\frac{n}{V}=\frac{m}{MV}$ 进行误差分析, 由 m 、 V 的大小判断。A. 将砝码放错位置后, 称得的 BaCl_2 为 4.8 g , 所得溶液浓度偏低; B. 无影响; C. 摇匀后再加水即增大了溶液体积, 所得溶液浓度偏低; D. 不振荡, 溶液不均匀。

答案: (1) C F E D B

(2) 左手拿药匙, 用右手轻轻拍左手手腕, 小心抖动药匙加足药量, 使天平平衡

(3) 烧杯 玻璃棒 250 mL 容量瓶 洗涤 定容 摇匀 (4) AC

▶
 单元活动构建

单元活动 2 利用“海洋资源(NaCl)的应用”解决钠、氯及其化合物的问题和有关物质的量的计算

「单元任务」

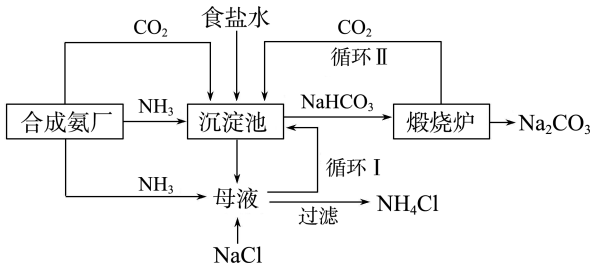
任务内容	
任务一	碳酸钠、碳酸氢钠的制备、鉴别与转化
任务二	氯气的制备、含氯化合物的性质探究
任务三	以物质的量为中心的相关计算

「任务导引」

浩瀚的海洋号称“蓝色的聚宝盆”，从海面到海底，蕴藏着种类繁多、数量巨大的资源。钠和氯既是海水中含量较高的元素，也是典型的金属元素和非金属元素。让我们以食盐 NaCl 的利用为例，来感受一下海水综合利用的价值吧！

（一）侯氏制碱法(Na₂CO₃ 和 NaHCO₃)

侯氏制碱法是我国化学工程专家侯德榜于 1943 年创立的，他以食盐（“海水晒盐”得到的氯化钠）、水、氨气、二氧化碳为原料，先制得碳酸氢钠和氯化铵，进而生产出纯碱。其工业流程如图所示：



（二）氯碱工业(氯及其化合物的性质)

工业上用电解饱和 NaCl 溶液的方法来制取 NaOH、Cl₂ 和 H₂。电解饱和食盐水反应的化学方程式为 2NaCl+2H₂O $\xrightarrow{\text{电解}}$ Cl₂↑+H₂↑+2NaOH。在常温下饱和食盐水的溶质的质量分数为 26.5%，密度是 1.33 g·cm⁻³。

任务一 碳酸钠、碳酸氢钠的制备、鉴别与转化

活动 1 根据【任务导引】中（一）写出制备纯碱的化学方程式：

提示：NH₃ + CO₂ + NaCl + H₂O = NH₄Cl + NaHCO₃↓、2NaHCO₃ $\xrightarrow{\Delta}$ Na₂CO₃ + CO₂↑ + H₂O。

活动 2 侯氏制碱法最终制得的碳酸氢钠中含有碳酸钠。

- (1) _____ (填“能”或“不能”)用氢氧化钡溶液或澄清石灰水鉴别碳酸钠和碳酸氢钠溶液，原因是_____。
- (2) 分别向等浓度的碳酸钠、碳酸氢钠的稀溶液中滴加同浓度的 CaCl₂ 溶液，产生的实验现象_____ (填“相同”或“不相同”)。原因是_____。

提示：(1)不能。因为碳酸钠和碳酸氢钠溶液均与它们反应产生白色沉淀。(2)不相同。碳酸钠溶液开始就产生沉淀，而碳酸氢钠溶液开始时现象不明显。

活动 3 制得的碳酸钠中含有碳酸氢钠，除杂的方法是_____。

提示：取产品加热至恒重。

任务二 氯气的制备、含氯化合物的性质探究

活动 1 侯氏制碱法得到的碳酸氢钠晶体中，可能含有的杂质离子有 Cl⁻，实验室如何鉴定碳酸氢钠中含有 NaCl：_____。

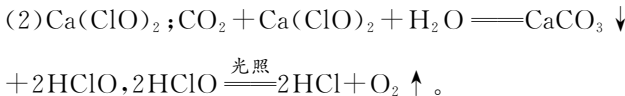
提示：取样品少许，溶解，加入稀硝酸酸化的 AgNO₃ 溶液，若出现白色沉淀，则说明碳酸氢钠中含有 NaCl。

活动 2 (1)实验室制备氯气的离子方程式为_____。写出氯气与 Ca(OH)₂ 溶液反应的化学方程式：_____。

(2)漂白粉的有效成分是_____。漂白粉失效时发生的主要反应是_____。

提示：(1)MnO₂ + 4H⁺ + 2Cl⁻ $\xrightarrow{\Delta}$ Mn²⁺ + Cl₂↑ + 2H₂O；2Cl₂ + 2Ca(OH)₂ = CaCl₂ + Ca(ClO)₂

+2H₂O。



活动 3 有同学查阅资料了解到,将漂白粉与浓盐酸混合会有 Cl₂ 产生,请你写出反应的化学方程式:_____。若反应中生成 1 mol Cl₂,转移电子的物质的量是_____。

提示:Ca(ClO)₂+4HCl(浓)=CaCl₂+2Cl₂↑+2H₂O;1 mol。

任务三 以物质的量为中心的相关计算

活动 1 食盐 NaCl 的摩尔质量是_____;根据【任务导引】(二)中饱和食盐水的数据计算该饱和食盐水的物质的量浓度约为_____。

提示:58.5 g·mol⁻¹;6 mol·L⁻¹。

$$c = \frac{1\,000\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}\times 1.33\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}\times 26.5\%}{58.5\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} \approx 6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}。$$

活动 2 取 1 L 上述饱和食盐水,加入等体积的水稀释,所得溶液的质量分数_____ (填“大于”“小于”或“等于”)13.25%,物质的量浓度为_____ (忽略混合前后溶液体积的变化)。

提示:大于;3 mol·L⁻¹。氯化钠溶液的密度大于水,取 1 L 饱和 NaCl 溶液,加入等体积的水稀释,所得溶液的质量小于原来的 2 倍,则质量分数大于 13.25%;忽略混合前后溶液体积的变化,体积变为原来的 2 倍,物质的量浓度变为原来的一半,即 3 mol·L⁻¹。

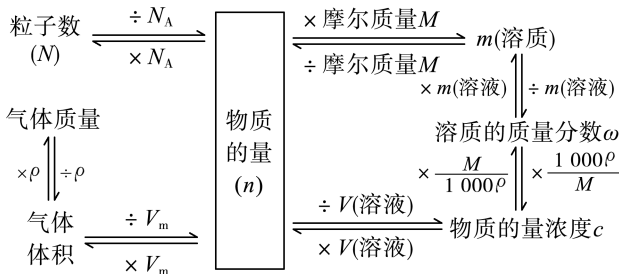
活动 3 在【任务导引】(二)中若消耗 1 L 的饱和 NaCl 溶液,理论上制得的氢氧化钠的物质的量是_____;转移电子的物质的量是_____;产生的气体在标准状况下的体积是_____。

提示:6 mol;6 mol;134.4 L。1 L 饱和食盐水中含有 NaCl 的物质的量为 1 L×6 mol·L⁻¹=6 mol,由化学方程式 2NaCl+2H₂O $\xrightarrow{\text{电解}}$ Cl₂↑+H₂↑+2NaOH 知,生成 6 mol NaOH,转移 6 mol 电子,生成 3 mol Cl₂、3 mol H₂,产生气体在标准状况下的体积是

6 mol×22.4 L·mol⁻¹=134.4 L。

[知识链接]

以物质的量为中心的相关计算



应用上述关系可解决不同量之间的转化,计算时可把已知量先换算成物质的量,再利用物质的量去转化,即“见量化摩”,使计算变得简单。

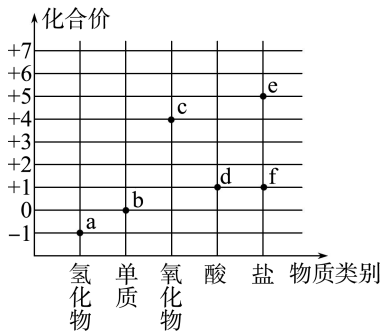
「活动达标」

1.关于 Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 性质的说法不正确的是 ()

- A.热稳定性:NaHCO₃<Na₂CO₃
- B.在水中的溶解性:NaHCO₃<Na₂CO₃
- C.与盐酸反应的速率:NaHCO₃<Na₂CO₃
- D.等质量的 Na₂CO₃、NaHCO₃ 分别与足量盐酸反应产生的 CO₂ 质量不同

C 解析:Na₂CO₃ 加热不易分解,NaHCO₃ 加热易分解:2NaHCO₃ $\xrightarrow{\Delta}$ Na₂CO₃+H₂O+CO₂↑,A 项正确;相同条件下 Na₂CO₃ 的溶解度大于 NaHCO₃ 的溶解度,B 项正确;NaHCO₃ 与盐酸反应速率比 Na₂CO₃ 快,C 项错误;由反应 Na₂CO₃+2HCl=2NaCl+H₂O+CO₂↑,NaHCO₃+HCl=NaCl+H₂O+CO₂↑可知,当 Na₂CO₃、NaHCO₃ 质量相同时,与足量盐酸反应,NaHCO₃ 产生的 CO₂ 多,D 项正确。

2.如图所示的“价-类”二维图中 a~f 均为含氯元素的物质。下列叙述错误的是 ()



- A.若要使 $a \rightarrow b$,可加入氧化剂
B.c 的化学式为 ClO_2 ,可用作自来水消毒剂
C.e 的钾盐在 MnO_2 催化下受热分解可制备 O_2
D.f 和空气中的 CO_2 反应生成的 d 具有消毒功能,
但 f 本身无氧化性

D 解析:若要使 $a \rightarrow b$,即氯化氢转化为氯气,可加入氧化剂高锰酸钾、二氧化锰或重铬酸钾等,故 A 正确;c 为 +4 价的含氯氧化物,化学式为 ClO_2 ,有强氧化性,可用作自来水消毒剂,故 B 正确;e 为含 +5 价的氯元素化合物,其钾盐为 KClO_3 ,在 MnO_2 催化下受热分解可制备 O_2 ,故 C 正确;f 为次氯酸盐,和空气中的 CO_2 反应生成的 d(HClO)具有消毒功能,但 f(次氯酸盐)本身也有强氧化性,故 D 错误。

- 3.(1)0.5 mol 某固体 A 的质量是 30 g,A 的摩尔质量为 _____。
(2)在同温同压同体积的条件下, H_2 与气体 B 的密度之比是 1 : 8,则 B 的相对分子质量为 _____。
(3)在 25 $^\circ\text{C}$ 、101 kPa 的条件下,同质量的 CH_4 和 C 气体的体积之比是 15 : 8,则 1 mol C 的质量为 _____。
(4)等质量的 O_2 和 O_3 所含原子个数比为 _____;等温等压下,等体积的 O_2 和 O_3 所含原子个数比为 _____,质量比为 _____。
(5)10.8 g R_2O_5 中氧原子的数目为 3.01×10^{23} ,则元素 R 的名称是 _____。
(6)将 10 mL 1.00 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ Na_2CO_3 溶液与 10 mL 1.00 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ CaCl_2 溶液相混合,则混合溶液中 Na^+ 的物质的量浓度为 _____,混合溶液中 Cl^- 的物质的量为 _____。(忽略混合前后溶液体积的变化)

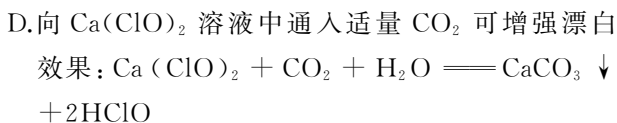
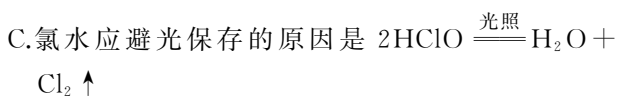
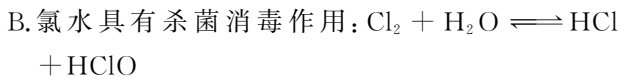
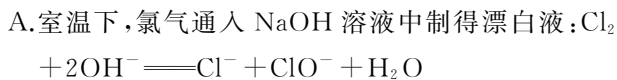
解析:(1)A 的摩尔质量为 $\frac{30 \text{ g}}{0.5 \text{ mol}} = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
(2)同温同压同体积的气体,密度之比等于相对分子质量之比,则 B 的相对分子质量为 16。(3)根据同温同压下,同质量的 CH_4 和 C 气体的体积之比是 15 : 8,设质量均为 $m \text{ g}$,则 $\frac{m \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : \frac{m \text{ g}}{M(\text{C})} = 15 : 8$,解得 $M(\text{C}) = 30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,故 1 mol C 的质量为 30 g。(4)假设 O_2 和 O_3 的质量各为 1 g,则二者所含分子个数之比为 $\left(\frac{1}{32} \text{ mol} \times N_A \text{ mol}^{-1}\right) : \left(\frac{1}{48} \text{ mol} \times N_A \text{ mol}^{-1}\right) = 3 : 2$,则二者所含原子个数比为 $(3 \times 2) : (2 \times 3) = 1 : 1$;由“等温等压下,等体积任何气体所含的分子数是相等的”可知等温等压下,等体积 O_2 和 O_3 所含分子个数相等,则二者所含的原子个数比为 2 : 3,质量之比也为 2 : 3。(5)由题意可知: $N(\text{O}) = 3.01 \times 10^{23}$,可知 $n(\text{R}_2\text{O}_5) = \frac{1}{5}n(\text{O}) = \frac{1}{5} \times \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$,由公式 $M = \frac{m}{n}$ 可知 $M(\text{R}_2\text{O}_5) = \frac{10.8 \text{ g}}{0.1 \text{ mol}} = 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,可得元素 R 的相对原子质量为 $\frac{108 - 16 \times 5}{2} = 14$,则元素 R 的名称是氮。(6)两溶液相混合,由化学方程式: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$,可以看出 Na^+ 和 Cl^- 仍存在于溶液中,则混合溶液中 Na^+ 的物质的量浓度为 $\frac{0.01 \text{ L} \times 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2}{0.01 \text{ L} + 0.01 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,混合溶液中 Cl^- 的物质的量为 $0.01 \text{ L} \times 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 0.02 \text{ mol}$ 。
答案:(1)60 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2)16 (3)30 g (4)1 : 1 2 : 3 2 : 3 (5)氮 (6)1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 0.02 mol

第二章质量评估

(时间:90 分钟 分值:100 分)

一、选择题:本题共 17 小题,每小题 3 分,共 51 分。
每小题只有一个选项符合题意。

1. 下列关于含氯消毒剂的解释不正确的是 ()



C 解析: 室温下,氯气通入 NaOH 溶液中制得漂白液,离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$,故 A 正确;氯气与水的反应为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$,生成的次氯酸具有强氧化性,则氯水具有杀菌消毒作用,故 B 正确;氯水应避光保存的原因是次氯酸见光分解生成氯化氢和氧气,正确的化学方程式为 $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$,故 C 错误;向 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中通入适量 CO_2 可增强漂白效果,因为反应后生成次氯酸,使次氯酸的浓度增大,故 D 正确。

2. 下列关于配制一定物质的量浓度溶液的说法,正确的组合是 ()

① 托盘天平可读取到小数点后一位(以克为单位),容量瓶可精确到小数点后两位(以毫升为单位)

② 托盘天平只能粗略地称量物质的质量,量筒只能粗略地量取液体的体积,严格地说,它们都不能与容量瓶——精确仪器配套使用

③ 量筒内的残液必须冲洗下来,倒入容量瓶中

④ 称量的固体(或量取的液体)可直接放入容量瓶中溶解(或稀释)

⑤ 引流时,玻璃棒不能靠在瓶口上

⑥ 定容摇匀后,若液面低于刻度线,可再次加水补齐

A. ①②⑤

B. ①③④

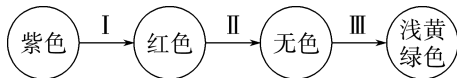
C. ②④⑥

D. ④⑤⑥

A 解析: 量筒内的残液倒入容量瓶中,会导致溶质

质量偏多,则所配溶液浓度偏高,③错误;容量瓶不能用于溶解固体或稀释溶液,④错误;定容摇匀后,液面低于刻度线是正常的,若再加水,则溶液的浓度偏低,⑥错误。

3. 将氯气持续通入紫色石蕊溶液中,溶液颜色呈如图所示变化:



下列关于导致溶液变色的粒子 I、II、III 的判断正确的是 ()

A. H^+ 、 HClO 、 Cl_2

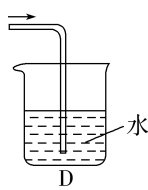
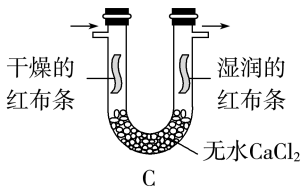
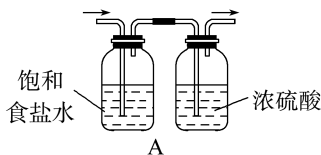
B. H^+ 、 ClO^- 、 Cl^-

C. HCl 、 ClO^- 、 Cl^-

D. HCl 、 HClO 、 Cl_2

A 解析: 氯气与水反应生成 HCl 、 HClO ,将氯气持续通入紫色石蕊溶液中, H^+ 使溶液先变红, HClO 具有漂白性,使溶液褪色,通入过量氯气,最后形成饱和氯水,溶解的 Cl_2 使溶液显浅黄绿色,故选 A。

4. (2022·广东卷)实验室用 MnO_2 和浓盐酸反应生成 Cl_2 后,按照净化、收集、性质检验及尾气处理的顺序进行实验。下列装置(“→”表示气流方向)不能达到实验目的的是 ()



D 解析: 浓盐酸易挥发,制备的氯气中含有 HCl ,可用饱和食盐水除去 HCl , Cl_2 可用浓硫酸干燥,A 装置能达到实验目的,故 A 不符合题意;氯气的密度大于空气,用向上排空气法收集,B 装置能收集氯气,故 B 不符合题意;湿润的红布条褪色,干燥的红布条不褪色,可验证干燥的氯气不具有漂白性,故 C 不符合题意;氯气在水中的溶解度较小,应用 NaOH 溶液吸收尾气,D 装置不能达到实验目的,故 D 符合题意。

5. 甲醛(HCHO)是室内污染物之一,可利用光催化将HCHO氧化为CO₂和H₂O。下列说法正确的是 ()

- A. 1 mol O₂ 含有 12 mol 电子
B. 1 mol HCHO 的质量为 30 g
C. 22 g CO₂ 分子含有 0.5N_A(用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值)氧原子
D. 标准状况下, 1 mol 乙醇的体积为 22.4 L
- B 解析:** 一个 O₂ 分子中含有 16 个电子, 则 1 mol O₂ 含有 16 mol 电子, A 错误; HCHO 的摩尔质量是 30 g · mol⁻¹, 则 1 mol HCHO 的质量为 30 g, B 正确; 22 g CO₂ (物质的量为 $\frac{22 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$) 分子含有 0.5 × 2N_A = N_A 个氧原子, C 错误; 标准状况下, 乙醇是液体, 不能利用气体摩尔体积进行计算, D 错误。

6. 标准状况下, 某种 O₂ 和 N₂ 的混合气体 m g 含有 b 个分子, 则 n g 该混合气体在相同状况下所占的体积是 ()

- A. $\frac{V_m nb}{m N_A}$ B. $\frac{V_m mb}{n N_A}$
C. $\frac{V_m n N_A}{mb}$ D. $\frac{nb N_A}{m V_m}$

A 解析: n g 该混合气体的物质的量为 $\frac{nb}{m N_A}$, 在标准状况下所占的体积为 $\frac{V_m nb}{m N_A}$ 。

7. a g 纯净的碳酸钠和 a g 碳酸钠与碳酸氢钠的混合物相比, 下列描述正确的是 ()

- A. 分别和足量盐酸反应时, 混合物的耗酸量大
B. 分别和足量盐酸反应时, 混合物放出的 CO₂ 多
C. 分别配制成等体积溶液, 混合物碱性大
D. 分别配制成等体积溶液, 混合物中 Na⁺ 的物质的量大

B 解析: 碳酸钠和碳酸氢钠分别与盐酸发生反应: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 等质量时, 碳酸钠消耗盐酸的物质的量为 $\frac{a}{106} \times 2 \text{ mol}$, 碳酸氢钠消耗盐酸的物质的量为 $\frac{a}{84} \text{ mol}$, 则分别和足量盐酸反应时, a g 纯净的碳酸钠消耗盐酸的物质的量为 $\frac{a}{106} \times 2 \text{ mol}$, a g 碳酸钠与碳酸氢钠的混合物消耗盐酸的物质的量为 $\frac{a}{84}$

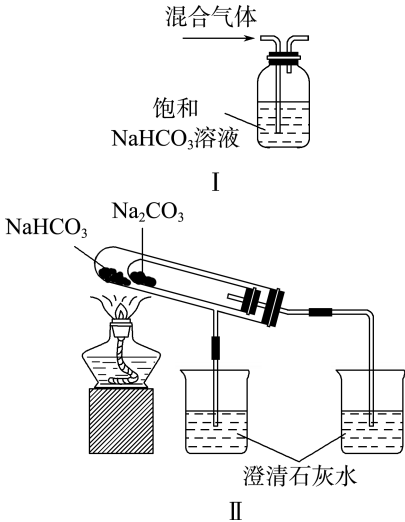
$\sim \frac{a}{106} \times 2 \text{ mol}$, 碳酸钠消耗的盐酸多, A 错误; 分别和足量盐酸反应时, a g 纯净的碳酸钠生成二氧化碳的物质的量为 $\frac{a}{106} \text{ mol}$, a g 碳酸钠与碳酸氢钠的混合物生成二氧化碳的物质的量为 $\frac{a}{106} \sim \frac{a}{84} \text{ mol}$, 则混合物放出的 CO₂ 多, B 正确; 碳酸钠与碳酸氢钠相比较, 碳酸钠溶液的碱性大于碳酸氢钠, 故碳酸钠溶液的碱性大, C 错误; a g 纯净的碳酸钠含 Na⁺ 的物质的量为 $\frac{a}{106} \times 2 \text{ mol}$, a g 碳酸钠与碳酸氢钠的混合物含 Na⁺ 的物质的量为 $\frac{a}{84} \sim \frac{a}{106} \times 2 \text{ mol}$, 则碳酸钠含 Na⁺ 的物质的量多, 故 D 错误。

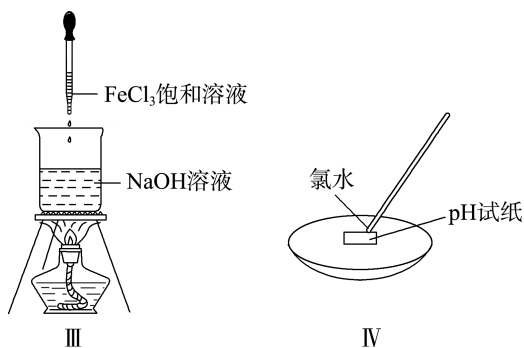
8. 我国科学家在人工合成淀粉方面取得重大颠覆性、原创性突破, 首次在实验室实现以二氧化碳(CO₂)为原料人工合成淀粉[(C₆H₁₀O₅)_n]。下列有关二氧化碳和淀粉的说法正确的是 ()

- A. 常温常压下, 1 mol CO₂ 的体积约为 22.4 L
B. 等温等压下, 同体积的 CO 和 CO₂ 的原子数之比为 3 : 2
C. 淀粉中 C、H、O 的质量之比为 6 : 10 : 5
D. 22 g CO₂ 的物质的量为 0.5 mol

D 解析: 常温常压下气体摩尔体积不是 22.4 L · mol⁻¹, 因此 1 mol CO₂ 的体积不是 22.4 L, A 错误; 等温等压下, 等体积的 CO 和 CO₂ 的分子数相同, 所含原子数之比应为 2 : 3, B 错误; 淀粉的化学式为 (C₆H₁₀O₅)_n, 淀粉中 C、H、O 的质量之比为 72 : 10 : 80 = 36 : 5 : 40, C 错误; 22 g CO₂ 的物质的量为 22 g ÷ 44 g · mol⁻¹ = 0.5 mol, D 正确。

9. 利用下列有关实验装置进行的相应实验, 能达到实验目的的是 ()





- A.图 I 所示装置用来除去 CO_2 中含有的少量 HCl
 B.图 II 所示装置用来比较 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 的稳定性

C.图 III 所示装置制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体

D.图 IV 所示装置用来测新制氯水的 pH

A 解析: 饱和 NaHCO_3 溶液与 HCl 反应生成二氧化碳,且能降低二氧化碳的溶解度,故 A 正确; Na_2CO_3 受热不易分解, NaHCO_3 受热易分解,小试管中温度较低,因此应将 Na_2CO_3 放在大试管中, NaHCO_3 放在里面小试管中,故 B 错误;氯化铁与氢氧化钠反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,故 C 错误;氯水具有漂白性,不能用 pH 试纸测定新制氯水的 pH,故 D 错误。

10.下列各组数据中,前者刚好是后者两倍的是

()

- A.2 mol H_2O 的摩尔质量和 1 mol H_2O 的摩尔质量
 B.200 mL 1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钙溶液中 $c(\text{Cl}^-)$ 和 100 mL 2 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钾溶液中 $c(\text{Cl}^-)$
 C.64 g 二氧化硫中氧原子数和标准状况下 22.4 L 一氧化碳中氧原子数
 D.20% NaOH 溶液中 NaOH 的物质的量浓度和 10% NaOH 溶液中 NaOH 的物质的量浓度

C 解析: 物质的摩尔质量为定值,与该物质的物质的量多少无关,A 项错误;1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钙溶液中 $c(\text{Cl}^-) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,与 2 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钾溶液中 $c(\text{Cl}^-)$ 相等,B 项错误;64 g 二氧化硫中氧原子的物质的量为 $\frac{64 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 2 \text{ mol}$,标准状况下,22.4 L 一氧化碳中氧原子的物质的量为 $\frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$,C 项正确;因 20% NaOH 溶液的密度(设为 ρ_1)大于 10% NaOH 溶液的密度(设为 ρ_2),则

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{20\% \times 1000\rho_1}{40} : \frac{10\% \times 1000\rho_2}{40} = \frac{2\rho_1}{\rho_2} > 2:1, \text{D 项错误。}$$

11.20 $^\circ\text{C}$ 时,饱和 KCl 溶液的密度为 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,

物质的量浓度为 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。下列说法不正确的是 ()

A.25 $^\circ\text{C}$ 时,饱和 KCl 溶液的浓度大于 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

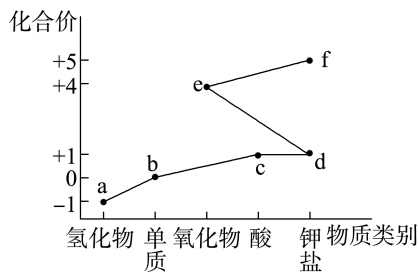
B.此溶液中 KCl 的质量分数为 $\frac{74.5 \times 4.0}{1.174 \times 1000} \times 100\%$

C.20 $^\circ\text{C}$ 时,密度小于 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的 KCl 溶液是不饱和溶液

D.将此溶液蒸发部分水,再恢复到 20 $^\circ\text{C}$ 时,密度一定大于 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

D 解析: 升高温度氯化钾的溶解度增大,则 25 $^\circ\text{C}$ 时饱和 KCl 溶液的浓度大于 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,A 正确;20 $^\circ\text{C}$ 时,饱和 KCl 溶液的密度为 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,物质的量浓度为 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,根据 $c = \frac{1000\rho w}{M}$ 可知,质量分数 $w = \frac{4.0 \times 74.5}{1000 \times 1.174} \times 100\%$,B 正确; KCl 溶液的浓度越大,密度越大,故 20 $^\circ\text{C}$ 时,密度小于 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的 KCl 溶液是不饱和溶液,C 正确;若将饱和溶液蒸发,有 KCl 晶体析出,再恢复到 20 $^\circ\text{C}$ 时,其溶解度不变,溶液仍为饱和溶液,密度仍为 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,D 错误。

12.氯及其化合物的“价-类”二维图体现了化学变化之美。下列说法不正确的是 ()

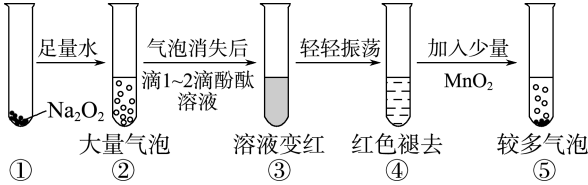


- A.a 在水中完全电离
 B.新制的 b 的水溶液光照一段时间后酸性增强
 C.在 c 的水溶液中加入几滴紫色石蕊溶液,观察到的现象是溶液变红
 D.实验室可以用 f 固体制取氧气

C 解析: 根据化合价及物质类别可知,a、b、c、d、e、f 分别为 HCl 、 Cl_2 、 HClO 、 KClO 、 ClO_2 、 KClO_3 。a 为 HCl ,为强酸,溶于水完全电离,A 正确;次氯酸光照易分解,反应为 $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$,新制氯水光照一段时间后氯气、次氯酸浓度降低,盐酸浓度增加,酸性增强,B 正确;次氯酸具有漂白性,紫色石蕊溶液滴入次氯酸水溶液中,溶液会先

变红,后褪色,C 错误;用二氧化锰催化氯酸钾热分解是实验室制氧气的方法之一,反应的化学方程式为 $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$,D 正确。

13.某实验小组通过如图所示实验探究 Na_2O_2 与水的反应。下列说法不正确的是 ()



- A. ②中的大量气泡主要成分是氧气
B. ③中溶液变红,说明有碱性物质生成
C. ④中现象可能是由振荡时溶液与空气中二氧化碳反应造成的
D. ⑤中气体是 H_2O_2 分解产生的 O_2

C 解析: Na_2O_2 中加水,发生反应生成 NaOH 和 O_2 ,所以②中的大量气泡主要成分是氧气,A 正确;酚酞遇酸不变色,遇碱变红色,所以③中溶液变红,说明有碱性物质生成,B 正确;因为空气中 CO_2 的含量很小,且溶解比较缓慢,所以④中现象不可能是振荡时溶液与空气中二氧化碳反应造成的,应是有强氧化性的物质,将酚酞氧化而使其褪色,C 不正确; MnO_2 是 H_2O_2 分解的催化剂, H_2O_2 可能来自 Na_2O_2 与水的反应,所以⑤中气体是 H_2O_2 分解产生的 O_2 ,D 正确。

14.在探究新制氯水成分及性质的实验中,依据下列方法和现象,不能得出相应结论的是 ()

选项	实验方法	实验现象	实验结论
A	观察氯水颜色	氯水呈浅黄绿色	氯水中含氯气
B	向饱和 NaHCO_3 溶液中加入足量氯水	有无色气体产生	氯水中含 HClO
C	向红色纸条上滴加氯水	红色纸条褪色	氯水具有漂白性
D	向 FeCl_2 溶液中滴加氯水	溶液变成棕黄色	氯水具有氧化性

B 解析: 氯气为黄绿色气体,新制氯水呈浅黄绿

色,是因为氯水中含有氯气,A 正确; HClO 酸性弱于碳酸,不能与 NaHCO_3 反应,向饱和 NaHCO_3 溶液中加入足量氯水,有气泡产生,是因为碳酸氢根离子与氯水中的氢离子发生反应生成水和二氧化碳,B 错误;红色纸条褪色,说明氯水具有漂白性,C 正确;向 FeCl_2 溶液中滴加氯水,溶液变成棕黄色, Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ,说明氯水具有氧化性,D 正确。

15.配制一定物质的量浓度的 NaOH 溶液,下列操作正确的是 ()

- A. 称量时,应将 NaOH 固体放在称量纸上称量
B. 为减小误差,容量瓶必须干燥才可使用
C. 定容时若加水超过了刻度线,可用胶头滴管直接将多余溶液吸出
D. 将称量的 NaOH 固体置于小烧杯中溶解,待溶液冷却至室温再转移

D 解析: NaOH 易潮解,具有腐蚀性,应将 NaOH 固体放在小烧杯中称量,故 A 错误;容量瓶中有少量水对实验无影响,使用前,容量瓶不需要干燥,故 B 错误;定容时若加水超过了刻度线,实验失败,应重新配制,不能用胶头滴管直接将多余溶液吸出,故 C 错误;容量瓶不能用作溶解的仪器,应将称量的 NaOH 固体置于小烧杯中溶解,待溶液冷却至室温再转移,否则溶液体积偏小,选项中的操作合理,故 D 正确。

16.用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值,下列有关的说法正确的是 ()

- A. 25.0 g 质量分数为 34% 的 H_2O_2 水溶液中,含氧原子数为 $0.5N_A$
B. 常温常压下,11 g CO_2 中含有 $0.5N_A$ 个原子
C. 标准状况下, $0.1N_A \text{ H}_2$ 、 $0.2N_A \text{ O}_2$ 、 $0.3N_A \text{ N}_2$ 和 $0.4N_A \text{ CO}_2$ 组成的混合气体的体积约为 22.4 L
D. 1 L $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液中含有 $0.3N_A$ 个 NaCl 分子

C 解析: $n(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{25.0 \text{ g} \times 34\%}{34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.25 \text{ mol}$,

H_2O_2 中含氧原子 0.5 mol, 但溶剂水中也含氧原子, 即该水溶液中氧原子数大于 $0.5N_A$, 故 A 错

误; 11 g CO_2 的物质的量为 $\frac{11 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

0.25 mol, 1 mol 二氧化碳中含有 3 mol 原子, 所以含有 $0.75N_A$ 个原子, 故 B 错误; 气体总物质的

量为 1 mol, 标准状况下体积为 22.4 L, 故 C 正确;

氯化钠是强电解质, 在水溶液中完全电离, 无氯化钠分子, 只有钠离子和氯离子, 故 D 错误。

17. 某研究性学习小组欲用化学方法测量一个不规则容器的体积, 把 35.1 g NaCl 固体放入 500 mL 烧杯中, 加入 150 mL 蒸馏水。待 NaCl 固体完全溶解后, 将溶液全部转移到待测容器中, 用蒸馏水洗涤烧杯 2~3 次, 将洗涤液都转移到待测容器中, 再用蒸馏水稀释至溶液完全充满待测容器, 并使溶液混合均匀。从中取出 100 mL 溶液, 加入 20 mL $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液, 恰好完全反应。该容器的体积为 ()

A. 40 L B. 30 L
C. 20 L D. 10 L

B 解析: 20 mL $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液中含有 $n(\text{Ag}^+) = 0.02 \text{ L} \times 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.002 \text{ mol}$, 1 mol Ag^+ 可恰好与 1 mol Cl^- 结合生成 AgCl 沉淀, 则所取 100 mL 溶液中 $n(\text{Cl}^-) =$

$n(\text{Ag}^+) = 0.002 \text{ mol}$, $c(\text{Cl}^-) = \frac{0.002 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} =$

$0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 即该容器中所得到溶液中 NaCl 的物质的量浓度为 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 35.1 g NaCl 的物

质的量为 $\frac{35.1 \text{ g}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.6 \text{ mol}$, 故该容器的体

积 $V = \frac{0.6 \text{ mol}}{0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 30 \text{ L}$, B 项正确。

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 49 分。

18. (9 分) 物质类别和核心元素的价态是学习元素及其化合物性质的两个重要认识视角。如图所示分别为钠和氯及其化合物的“价-类”二维图, 请回答下列问题:

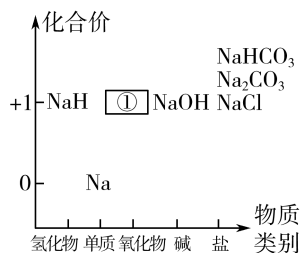


图1 钠及其化合物

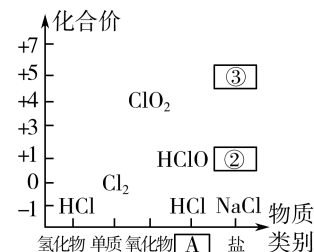


图2 氯及其化合物

- (1) 填写二维图中缺失的化学式: ① _____、
② _____。

- (2) 物质③常用于实验室制取 O_2 , 则③的化学式是 _____。

- (3) 从物质类别角度看, HClO 属于 _____, 一般能与下列 _____ (填字母序号) 类别物质发生反应。

a. 金属单质 b. 非金属单质 c. 酸性氧化物
d. 碱性氧化物 e. 酸 f. 碱 g. 盐

从化合价角度看, HClO _____
_____ (填“有还原性”“有氧化性”或“既有氧化性又有还原性”)。已知少量 HClO 与 Na_2SO_3 溶液反应有 Na_2SO_4 生成, 该反应的离子方程式为 _____。

- (4) 氢化钠 (NaH) 可在野外用作生氢剂, NaH 用作生氢剂时的化学反应原理为 $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, 标准状况下生成 4 480 mL H_2 转移电子的物质的量是 _____。

- (5) 二氧化氯 (ClO_2) 是一种新型自来水消毒剂, 用 ClO_2 代替 Cl_2 对饮用水进行消毒可避免产生对人体有害的有机氯化物。 ClO_2 能杀死水中的病菌, 起到消毒的作用, 是因为 ClO_2 具有 _____ (填“强还原性”或“强氧化性”)。

解析: (1) 由二维图中对应横、纵坐标可知, 缺失的化学式: ① 钠为 +1 价的氧化物: Na_2O 、 Na_2O_2 ; ② 氯为 +1 价的盐, 如 NaClO 。(2) 物质③常用于实验室制取 O_2 , 则③是氯酸钾, 化学式是 KClO_3 。(3) 从物质类别角度看, HClO 属于酸; 酸一般能与金属、碱性氧化物、碱、盐发生反应; 从化合价角度

看, HClO 中氯元素为 +1 价, 为中间价态, 既有氧化性, 又有还原性; 少量 HClO 与 Na_2SO_3 溶液反应有 Na_2SO_4 生成, 该反应的离子方程式为 $\text{HClO} + \text{SO}_3^{2-} = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{H}^+$ 。(4) 氢化钠 (NaH) 可在野外用作生氢剂, NaH 用作生氢剂时的化学反应原理为 $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, 标准状况下生成 4 480 mL H_2 , 即 0.2 mol, 则转移电子的物质的量是 0.2 mol。(5) 二氧化氯 (ClO_2) 是一种新型自来水消毒剂, 用 ClO_2 代替 Cl_2 对饮用水进行消毒可避免产生对人体有害的有机氯化物, 氯水消毒的原理是利用次氯酸的强氧化性, 故 ClO_2 能杀死水中的病菌起到消毒的作用, 是因为 ClO_2 具有强氧化性。

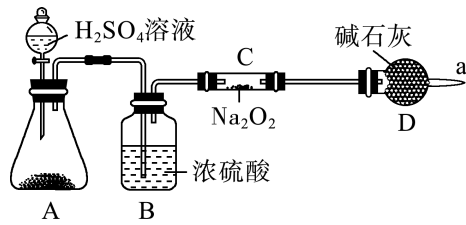
答案: (1) ① Na_2O 、 Na_2O_2 ② NaClO (合理即可)
(2) KClO_3 (3) 酸 adfg 既有氧化性又有还原性 $\text{HClO} + \text{SO}_3^{2-} = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{H}^+$
(4) 0.2 mol (5) 强氧化性

19. (12 分) Na_2O_2 是重要的化工原料, 具有多种用途。

(1) Na_2O_2 具有氧化性, 可以将 SO_2 氧化为硫酸钠, 写出该反应的化学方程式: _____。

该反应中, Na_2O_2 的作用为 _____ (填“还原剂”“氧化剂”或“既是氧化剂又是还原剂”)。

(2) Na_2O_2 与 CO_2 反应可以产生氧气。某同学通过下列装置验证 Na_2O_2 能否与 CO_2 反应。(图中铁架台等装置已略去)



①装置 A 的名称是 _____, A 中的固体为 _____, 装置 B 中试剂的作用为 _____。

②若 Na_2O_2 能与 CO_2 反应, 则装置 C 中的现象是 _____。

(3) 碱石灰 (成分是氧化钙和 NaOH 固体) 是干燥剂, 在 a 处收集气体, 检测发现该气体中没有氧气 (过氧化钠足量), 则说明过氧化钠与 CO_2 气体不反应。该同学查阅相关文献, 然后撤掉装置 B, 其他都保留 (包括试剂), 连接好装置后再次进行实验, 重新收集气体检测, 发现得到的气体几乎都是

氧气, 该实验结果说明过氧化钠与 CO_2 气体反应需要 _____。

(4) 将一定量的 Na_2O_2 固体投入含有下列离子的溶液中: NO_3^- 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+ , 反应完毕后, 溶液中上述离子数目几乎不变的有 (不考虑溶液体积的变化) _____ (填离子符号)。

解析: (1) Na_2O_2 具有氧化性, 可以将 SO_2 氧化为硫酸钠, 该反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$; 该反应中, Na_2O_2 中 -1 价的氧元素降低到 SO_4^{2-} 中的 -2 价, Na_2O_2 发生还原反应, 作氧化剂。(2) ①装置 A 的名称是锥形瓶; 硫酸与碳酸钠固体反应产生的二氧化碳气体中混有少量水蒸气, 需用浓硫酸进行干燥, 所以装置 B 中试剂的作用为干燥二氧化碳气体。② Na_2O_2 为淡黄色固体, 与 CO_2 发生反应生成白色固体碳酸钠, 则装置 C 中的现象是固体由淡黄色变成白色。(3) 根据信息可知, 过氧化钠与 CO_2 气体不反应, 撤掉装置 B, 不再用浓硫酸吸收水蒸气, 其他都保留 (包括试剂), 连接好装置后再次进行实验, 重新收集气体检测, 发现得到的气体几乎都是氧气, 该实验结果说明过氧化钠与 CO_2 气体反应需要水的参与。(4) Na_2O_2 与水反应生成氢氧化钠和氧气, 因为发生反应 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 所以溶液中 $n(\text{HCO}_3^-)$ 减小, $n(\text{CO}_3^{2-})$ 增大, $n(\text{Na}^+)$ 增大, $n(\text{NO}_3^-)$ 不变。

答案: (1) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$ 氧化剂
(2) ①锥形瓶 碳酸钠 干燥二氧化碳气体
②固体由淡黄色变成白色 (3) 有水的参与
(4) NO_3^-

20. (8 分) 某学生欲配制 $6.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液 1 000 mL, 实验室有三种不同体积、不同浓度的 H_2SO_4 溶液: ① 480 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液; ② 150 mL 25% 的 H_2SO_4 溶液 ($\rho = 1.18 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$); ③ 足量的 $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液。有三种规格的容量瓶: 250 mL、500 mL、1 000 mL。老师要求把 ①② 两种 H_2SO_4 溶液全部用完, 不足的部分用 ③ 来补充。请回答下列问题:

(1) 实验所用 25% 的 H_2SO_4 溶液的物质的量浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (保留 1 位小数)。
(2) 配制该 H_2SO_4 溶液应选用容量瓶的规格为 _____ mL。

(3)配制时,该同学的操作顺序如下,请将操作步骤 B、D 补充完整。

- A.将①②两溶液全部倒入烧杯中混合均匀;
B.用量筒准确量取所需的 $18\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液 _____ mL,沿烧杯内壁倒入上述混合液中,并用玻璃棒搅拌,使其混合均匀;
C.将混合均匀的 H_2SO_4 溶液沿玻璃棒注入所选的容量瓶中;
D. _____;
E.振荡,继续向容量瓶中加水,直到液面接近刻度线 $1\sim 2\text{ cm}$ 处;
F.改用胶头滴管加水,使溶液的凹液面最低处恰好与刻度线相切;
G.将容量瓶盖紧,摇匀。

- (4)如果省略操作 D,对所配溶液浓度有何影响? _____ (填“偏大”“偏小”或“无影响”)。
(5)进行操作 C 前还应注意 _____。

解析:(1) $c(\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{1\ 000\times 1.18\times 25\%}{98}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\approx 3.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。(2)配制 $1\ 000\text{ mL}$ 溶液,应选用 $1\ 000\text{ mL}$ 容量瓶。(3)①②两溶液中 H_2SO_4 的物质的量之和为 $0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 0.48\text{ L}+3.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 0.15\text{ L}=0.69\text{ mol}$,还需 H_2SO_4 的物质的量为 $6.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 1\text{ L}-0.69\text{ mol}=5.31\text{ mol}$,则需要 $18\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液的体积为 $\frac{5.31\text{ mol}}{18\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}=0.295\text{ L}=295\text{ mL}$ 。转移完液体后,应用蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒 $2\sim 3$ 次,并将洗涤液转移至容量瓶中,然后再进行定容操作。(4)没有洗涤操作,导致溶质质量减小,所配溶液的浓度偏小。(5)转移液体前需将液体冷却至室温。

答案:(1)3.0 (2)1 000 (3)295 用适量的蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒 $2\sim 3$ 次,洗涤液均注入容量瓶中 (4)偏小 (5)将稀释后的 H_2SO_4 溶液冷却至室温

21.(10 分) Na_2CO_3 和 NaHCO_3 在生产、生活中应用广泛。请回答下列问题:
(1)实验室有两瓶丢失了标签的 Na_2CO_3 固体和 NaHCO_3 固体(标记为 A、B)。某实验小组通过以

下实验方案探究 A、B 的成分:

实验操作	实验现象	实验结论
在两支试管中分别加入少量 A、B,再分别滴加几滴水,振荡,将温度计分别插入其中	A:温度计读数下降 B:温度计读数上升	A 为 _____ (填化学式),B 为 _____ (填俗称)

- (2)取 8.40 g NaHCO_3 固体,加热一段时间,将剩余固体分成三等份,分别取三份固体进行实验。下列能够说明 NaHCO_3 固体已经完全分解的是 _____ (填字母序号)。
A.加水溶解,向其中滴加澄清石灰水,有白色沉淀产生
B.称量固体,然后继续加热,冷却后再次称量所得固体,质量不变
C.加入过量的盐酸,充分反应后将溶液蒸干,所得固体质量为 5.85 g

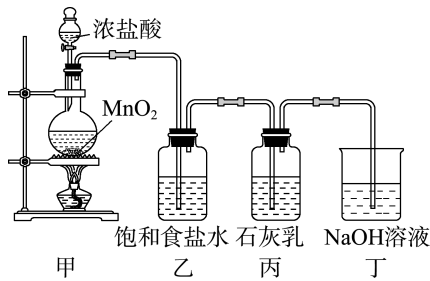
(3)称取 3.80 g Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的固体混合物,加热至恒重,然后用足量稀盐酸溶解残留固体,收集到 1.32 g 气体,则原混合物中 Na_2CO_3 的质量分数为 _____。

解析:(1)向 Na_2CO_3 中加入少量水后,有热量放出,则温度计读数上升,向 NaHCO_3 中加入少量水后,吸收热量,则温度计读数下降,故 A 为 NaHCO_3 ,B 为 Na_2CO_3 ,俗称纯碱或苏打。
(2) NaHCO_3 固体受热分解生成 Na_2CO_3 、 H_2O 和 CO_2 。澄清石灰水中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 反应均能产生白色沉淀 CaCO_3 ,A 项错误; Na_2CO_3 热稳定性好,受热不易分解,继续加热,若冷却后固体质量不变,说明该固体中不含 NaHCO_3 ,即 NaHCO_3 固体已经完全分解,B 项正确; NaHCO_3 固体受热分解的化学方程式为 $2\text{NaHCO}_3\overset{\triangle}{\rightleftharpoons}\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$,若 8.40 g NaHCO_3 完全分解,则生成 Na_2CO_3 的质量为 5.3 g ,加入过量盐酸发生的反应为 $\text{Na}_2\text{CO}_3+2\text{HCl}=\text{2NaCl}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$,则 5.3 g Na_2CO_3 与盐酸反应生成 NaCl 的质量为 5.85 g ,C 项正确。
(3) NaHCO_3 固体受热分解的化学方程式为① $2\text{NaHCO}_3\overset{\triangle}{\rightleftharpoons}\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$, Na_2CO_3 与足量稀盐酸反应的化学方程式为② $\text{Na}_2\text{CO}_3+2\text{HCl}=\text{2NaCl}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$,则

反应②中生成的 CO_2 的物质的量为 $\frac{1.32 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$, 参加反应②的 Na_2CO_3 包括原固体混合物中的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 分解产生的 Na_2CO_3 , 物质的量一共为 0.03 mol , 设反应①中生成 Na_2CO_3 的物质的量为 $n \text{ mol}$, 则反应①中消耗 NaHCO_3 的物质的量为 $2n \text{ mol}$, 原混合物中 Na_2CO_3 的物质的量为 $(0.03 - n) \text{ mol}$, 则 $106 \times (0.03 - n) + 84 \times 2n = 3.80$, 解得 $n = 0.01$, 原混合物中 $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.02 \text{ mol} = 2.12 \text{ g}$, 则原混合物中 Na_2CO_3 的质量分数为 $\frac{2.12 \text{ g}}{3.80 \text{ g}} \times 100\% \approx 55.8\%$ 。

答案: (1) NaHCO_3 纯碱(或苏打) (2) BC
(3) 55.8%

22. (10分) 某化学兴趣小组在实验室制取漂白粉, 并探究氯气与石灰乳反应的条件和产物。已知: 氯气和碱的反应为放热反应, 温度较高时, 氯气和碱还能发生反应: $3\text{Cl}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 5\text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$ 。该兴趣小组设计了下列实验装置进行实验。



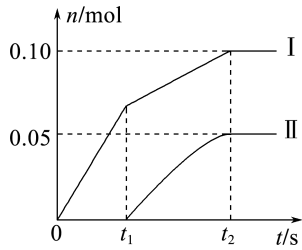
请回答下列问题:

(1) ①甲装置用于制备氯气, 反应的化学方程式是 _____。乙装置的作用是 _____。

②该兴趣小组用 $100 \text{ mL } 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸与 8.7 g MnO_2 反应制备氯气, 并将所得氯气与过量的石灰乳反应, 则理论上最多可制得 _____ $\text{g Ca}(\text{ClO})_2$ 。

(2) 该小组成员发现, 产物中 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 的质量明显小于理论值。为了探究反应条件对产物的影响, 他们另取一定量的石灰乳, 向其中缓慢、匀速地通入足量氯气, 得出了 ClO^- 、 ClO_3^- 两种离子的物质的量(n)与反应时间(t)的关系曲线, 表示为

下图(不考虑氯气和水的反应)。



①图中曲线 II 表示 _____ (填离子符号) 的物质的量随反应时间变化的情况。

②所取石灰乳中含有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的物质的量为 _____ mol 。

(3) 为了提高 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 的产率, 可对丙装置进行适当改进。请你给出一种改进方法: _____。

解析: (1) ①加热时 MnO_2 与浓盐酸反应生成 Cl_2 , 反应的化学方程式为 $4\text{HCl}(\text{浓}) + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; 反应制得的氯气中含有挥发出来的氯化氢, 乙装置中的饱和食盐水可吸收氯气中混有的氯化氢。②根据化学方程式 $4\text{HCl}(\text{浓}) + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知, $100 \text{ mL } 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸与 $8.7 \text{ g } (0.1 \text{ mol}) \text{ MnO}_2$ 反应, 盐酸过量, 根据 MnO_2 的物质的量计算可得 $n(\text{Cl}_2) = 0.1 \text{ mol}$; 再根据反应 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 可得, 理论上可制得 $m[\text{Ca}(\text{ClO})_2] = 7.15 \text{ g}$ 。(2) ①氯气和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 开始反应时温度较低, 没有 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 生成, 反应过程中放出热量, 温度升高, 生成了 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 。②由图可知, 当 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 完全反应后, 生成 0.05 mol ClO_3^- 和 0.10 mol ClO^- , 根据关系式: $3\text{Ca}(\text{OH})_2 \sim \text{ClO}_3^-$ 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2 \sim \text{ClO}^-$ 可得消耗 $0.25 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2$ 。(3) 根据题意可知, 温度升高, 反应会生成 ClO_3^- , 为了提高 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 的产率, 可将丙装置浸在盛有冷水的水槽中。

答案: (1) ① $4\text{HCl}(\text{浓}) + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 除去氯气中混有的氯化氢 ② 7.15
(2) ① ClO_3^- ② 0.25 (3) 将丙装置浸在盛有冷水的水槽中

阶段质量评估(一)

(时间:90 分钟 分值:100 分)

一、选择题:本题共 17 小题,每小题 3 分,共 51 分。
每小题只有一个选项符合题意。

1.学好化学让生活更美好。下列说法错误的是 ()

- A.节日燃放的五彩缤纷的烟花,与金属元素的焰色有关
- B.小苏打是碳酸氢钠的俗称,可用作发酵粉,也可用于治疗胃酸过多症
- C.为防止中秋月饼等富脂食品被氧化而变质,常在包装袋中放入生石灰
- D.葡萄酒中的花青素在碱性环境下显蓝色,故可用苏打粉检验假红酒

C 解析:烟花与金属元素的焰色有关,A 正确;小苏打是碳酸氢钠的俗称,受热时易分解生成二氧化碳,可用作发酵粉,能和盐酸反应,因此可用于治疗胃酸过多,B 正确;为防止中秋月饼等富脂食品被氧化而变质,常在包装袋中放入铁粉,生石灰吸水,常用作干燥剂,C 错误;葡萄酒中的花青素在碱性环境下显蓝色,碳酸钠溶液显碱性,因此可用苏打粉检验假红酒,D 正确。

2.人们打喷嚏、咳嗽时排出的飞沫混合在空气中可形成气溶胶。下列有关气溶胶的说法错误的是 ()

- A.气溶胶是一种分散系
- B.气溶胶能发生丁达尔效应
- C.题述气溶胶的分散剂是飞沫
- D.气溶胶中存在直径为 1~100 nm 的粒子

C 解析:气溶胶是分散剂为气体的胶体,A 项正确;气溶胶属于胶体,能发生丁达尔效应,B 项正确;题述气溶胶的分散剂是空气,C 项错误;胶体中分散质粒子的直径为 1~100 nm,D 项正确。

3.2022 年 11 月 30 日,神舟十五号航天员与神舟十四号航天员首次实现“太空会师”。火箭推进剂联氨(N₂H₄)与 N₂O₄反应的化学方程式为 2N₂H₄+N₂O₄——3N₂+4H₂O。下列说法错误的是 ()

- A.联氨(N₂H₄)是还原剂
- B.N₂ 既是氧化产物又是还原产物
- C.每生成 1 mol N₂,转移 2 mol 电子
- D.氧化产物与还原产物的质量之比为 2:1

C 解析:联氨(N₂H₄)中氮元素化合价升高,因此联氨是还原剂,故 A 正确;N₂ 是联氨中氮元素化合价升高得到的,也是 N₂O₄ 中氮元素化合价降低得到的,因此 N₂ 既是氧化产物又是还原产物,故 B 正

确;根据化学方程式分析转移 8 mol 电子生成 3 mol 氮气,因此每生成 1 mol N₂,转移 $\frac{8}{3}$ mol 电子,故 C 错误;3 mol 氮气中有 2 mol 氮气是化合价升高得到的,有 1 mol 氮气是化合价降低得到的,因此氧化产物与还原产物的质量之比为 2:1,故 D 正确。

4.下表是常见的几种酸、碱、盐在水溶液中电离出的离子的情况,根据表中信息分析正确的是 ()

溶质	酸		盐			碱	
	HCl	H ₂ SO ₄	NaCl	NaHSO ₄	NH ₄ Cl	NaOH	NH ₃ ·H ₂ O
解离出的离子	H ⁺ 、Cl ⁻	H ⁺ 、SO ₄ ²⁻	Na ⁺ 、Cl ⁻	Na ⁺ 、H ⁺ 、SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺ 、Cl ⁻	Na ⁺ 、OH ⁻	NH ₄ ⁺ 、OH ⁻

- A.在水溶液中电离出 H⁺ 的物质一定是酸
- B.在水溶液中电离出金属阳离子和酸根阴离子的物质一定是盐
- C.盐在水溶液中电离出来的阳离子一定是金属离子
- D.碱在水溶液中电离出的离子一定是金属阳离子和 OH⁻

B 解析:NaHSO₄ 在水溶液中电离出 H⁺,但不属于酸,A 错误;在水溶液中电离出金属阳离子和酸根阴离子的物质一定是盐,B 正确;NH₄Cl 在水溶液中电离出的阳离子为 NH₄⁺,而不是金属离子,但 NH₄Cl 属于盐,C 错误;NH₃·H₂O 属于碱,在水溶液中电离出的阳离子是 NH₄⁺,而不是金属离子,D 错误。

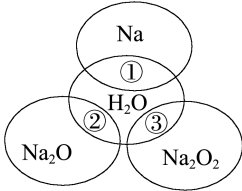
5.(2022·海南卷)在 2.8 g Fe 中加入 100 mL 3 mol·L⁻¹ HCl 溶液,Fe 完全溶解。设 N_A 代表阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是 ()

- A.反应转移电子为 0.1 mol
- B.HCl 溶液中 Cl⁻ 数为 3N_A
- C.2.8 g ⁵⁶Fe 含有的中子数为 1.3N_A
- D.反应生成标准状况下气体 3.36 L

A 解析:2.8 g Fe 的物质的量为 0.05 mol;100 mL 3 mol·L⁻¹ HCl 溶液中 H⁺ 和 Cl⁻ 的物质的量均为 0.3 mol,两者发生反应后,Fe 完全溶解,而盐酸过量。Fe 完全溶解生成 Fe²⁺,该反应转移电子 0.1 mol,A 正确;HCl 溶液中 Cl⁻ 的物质的量为 0.3 mol,因此 Cl⁻ 数为 0.3N_A,B 不正确;⁵⁶Fe 的质子数为 26,中子数为 30,2.8 g ⁵⁶Fe 的物质的量为 0.05 mol,因此,2.8 g ⁵⁶Fe 含有的中子数为 1.5N_A,

C 不正确;反应生成 H_2 的物质的量为 0.05 mol ,在标准状况下的体积为 1.12 L ,D 不正确。

6. 如图所示,两圆圈相交的部分表示圆圈内的物质相互发生的反应。已知钠及其氧化物的物质的量均为 0.1 mol ,水的质量为 100 g 。下列说法正确的是 ()



- A. Na_2O_2 中阴、阳离子数目之比为 $1:1$
B. 反应①的离子方程式为 $Na + 2H_2O \rightleftharpoons Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$
C. 反应①②③中,①③为氧化还原反应,②为非氧化还原反应
D. 反应③转移电子的物质的量为 0.2 mol

C 解析: Na_2O_2 由钠离子和过氧根离子构成,则阴、阳离子数目之比为 $1:2$,A 错误;反应①的离子方程式为 $2Na + 2H_2O \rightleftharpoons 2Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$,B 错误;反应①为 Na 与水反应,钠元素和氢元素的化合价发生变化,为氧化还原反应,②为氧化钠与水反应,无元素化合价发生变化,为非氧化还原反应,③为过氧化钠与水反应,氧元素化合价发生变化,为氧化还原反应,则①③为氧化还原反应,②为非氧化还原反应,C 正确;反应③为过氧化钠与水反应,生成氢氧化钠与氧气,过氧化钠中的氧元素的化合价部分由 -1 价变为 -2 价,部分由 -1 价变为 0 价,则转移电子的物质的量为 0.1 mol ,D 错误。

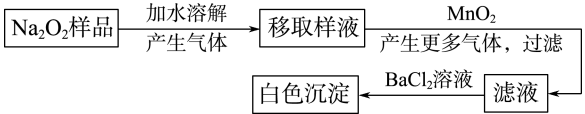
7. 下表中,对陈述 I、II 的正确性及两者间是否具有因果关系的判断都正确的是 ()

选项	I	II	判断
A	向滴有酚酞的水中加过量 Na_2O_2 ,溶液只变红	Na_2O_2 与水反应生成氢氧化钠	I 对; II 对; 有关系
B	Na_2O_2 可作为潜水艇的供氧剂	Na_2O_2 能和 CO_2 、 H_2O 反应生成 O_2	I 对; II 对; 有关系
C	金属钠在空气中很容易变质	金属钠具有强还原性	I 错; II 对; 有关系
D	小苏打常用作发酵粉	$NaHCO_3$ 可与盐酸反应	I 对; II 错; 无关系

B 解析: 向滴有酚酞的水中加过量 Na_2O_2 ,溶液先变红后褪色,原因是 Na_2O_2 与水反应产生的氢氧化钠使溶液变红,中间产物过氧化氢具有漂白性,又

使其褪色,I 判断错误,A 错误; Na_2O_2 可作为潜水艇的供氧剂是因为 Na_2O_2 能和 CO_2 、 H_2O 反应生成 O_2 ,表述、判断均正确,B 正确;金属钠在空气中很容易与水、氧气反应而变质,原因是金属钠具有强还原性,I、II 都对,判断错误,C 错误;小苏打常用作发酵粉的原因是碳酸氢钠受热易分解产生二氧化碳使糕点蓬松,碳酸氢钠与盐酸反应生成氯化钠、水和二氧化碳,I、II 都对,判断错误,D 错误。

8. 某化学学习小组采用以下方法检验 Na_2O_2 中混杂的 Na_2CO_3 。下列说法错误的是 ()



- A. Na_2O_2 与水反应过程中有 H_2O_2 生成
B. MnO_2 是催化剂
C. 产生白色沉淀, Na_2O_2 样品中含有 Na_2CO_3
D. 在 Na_2O_2 样品中加入稀盐酸,有气体产生,也可证明样品中含有 Na_2CO_3

D 解析: 样品加水溶解,过氧化钠与水反应,产生的气体为氧气,移取样液加入 MnO_2 , MnO_2 作催化剂使过氧化氢分解生成水和氧气,过滤分离出 MnO_2 ,向滤液中加入 $BaCl_2$ 溶液,产生白色沉淀,说明 Na_2O_2 样品中含有 Na_2CO_3 。过氧化氢在二氧化锰催化作用下分解生成氧气,依据框图样液加入二氧化锰产生气体可知, Na_2O_2 与水反应过程中有 H_2O_2 生成,A 正确; MnO_2 在过氧化氢分解生成水和氧气的反应中,反应前后质量和化学性质均不变,为催化剂,B 正确; Na_2CO_3 与 $BaCl_2$ 溶液反应生成碳酸钡沉淀,所以产生白色沉淀能说明 Na_2O_2 样品中含有 Na_2CO_3 ,C 正确; Na_2O_2 与盐酸反应也产生气体,所以在 Na_2O_2 样品中加入稀盐酸,有气体产生,不能证明样品中含有 Na_2CO_3 ,D 错误。

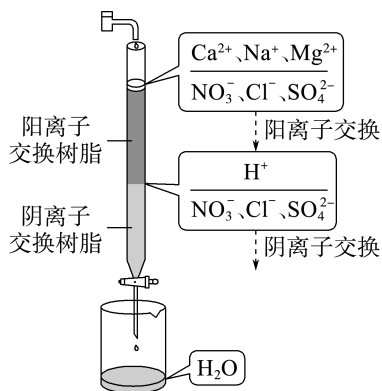
9. 某学生做如下实验:第一步,在淀粉-KI 溶液中,滴入少量 $NaClO$ 溶液,并加入少量稀硫酸,溶液立即变蓝;第二步,在上述蓝色溶液中,滴加足量的 Na_2SO_3 溶液,蓝色逐渐消失。下列有关该同学对实验原理解释和所得结论的叙述不正确的是 ()

- A. 氧化性: $ClO^- > SO_4^{2-} > I_2$
B. 蓝色消失的原因是 Na_2SO_3 溶液具有还原性
C. 淀粉-KI 溶液变蓝是因为 I^- 被 ClO^- 氧化为 I_2 , I_2 使淀粉变蓝
D. 若将 Na_2SO_3 溶液加入氯水中,氯水褪色

A 解析: 向淀粉-KI 溶液中滴入少量 $NaClO$ 溶液,溶液立即变蓝, ClO^- 将 I^- 氧化成 I_2 ,本身被还原为 Cl^- ;向蓝色溶液中滴加足量的 Na_2SO_3 溶液,蓝色逐渐消失, I_2 将 Na_2SO_3 氧化成 Na_2SO_4 ,本身被还原成 I^- 。氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性,

即氧化性: $\text{ClO}^- > \text{I}_2 > \text{SO}_4^{2-}$, 故 A 说法错误; 蓝色消失的原因是 I_2 将 Na_2SO_3 氧化成 Na_2SO_4 , I_2 本身被还原成 I^- , 体现 Na_2SO_3 的还原性, 故 B 说法正确; 淀粉遇碘单质变蓝, 加入 NaClO 溶液, NaClO 将 I^- 氧化成 I_2 , I_2 使淀粉变蓝, 故 C 说法正确; 氯水中 Cl_2 具有氧化性, 能将 Na_2SO_3 氧化, Cl_2 被还原成 Cl^- , 氯水褪色, 故 D 说法正确。

10. 离子交换法净化水的过程如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 经过阳离子交换树脂后, 水中阳离子的总数不变
 B. 水中的 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 通过阴离子交换树脂后被除去
 C. 通过净化处理后, 水的导电性降低
 D. 阴离子交换树脂填充段存在反应 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

A 解析: 从图中可以看出经过阳离子交换树脂后阳离子 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 被交换为 H^+ , 由于 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 均带 2 个单位正电荷, 所以每个 Ca^{2+} 或 Mg^{2+} 会相应地交换为 2 个 H^+ , 故水中阳离子的总数会发生变化, A 错误; 由图可知水中的 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 通过阴离子交换树脂后被除去, B 正确; 由于净化处理后溶液中离子浓度降低, 故水的导电性下降, C 正确; 经过阴离子交换树脂后 H^+ 转化为水, 可知存在反应: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, D 正确。

11. 海水是地球上的资源宝库, 含有丰富的资源, 海水提溴就是海水资源利用的一个实例。某种从海水里提取溴的方法中, 有如下反应发生: $5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Br}_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。下列反应中与上述反应在原理上最相似的是 ()

- A. $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{NaCl}$
 B. $2\text{KI} + \text{Br}_2 = \text{I}_2 + 2\text{KBr}$
 C. $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 D. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$

C 解析: 反应 $5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Br}_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 中, NaBr 中 Br 元素的化合价由 -1 价升高为 0 价, 被氧化, NaBrO_3 中 Br 元素的化合价由 +5 价降低为 0 价, 被还原, 即 Br^- 被氧化为 Br_2 , BrO_3^- 被还原为 Br_2 , 也就是说, 在此反应中被氧化和被还原的为不同价态的同一元素(溴), 且都生成同一含该元素的物质(Br_2)。分析四个选项中的反应, 只有 C 项中反应与题述反应原理最相似。

12. 俗名为“臭碱”的硫化钠广泛应用于冶金、染料、皮革、电镀等工业。硫化钠的一种制备方法是 $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{S} + 2\text{CO}_2 \uparrow$ 。设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值, 下列有关说法错误的是 ()

- A. 1 L 1 mol·L⁻¹ Na_2SO_4 溶液中含氧原子的数目一定大于 $4N_A$
 B. 0.1 mol·L⁻¹ Na_2S 溶液中含阳离子的数目为 $0.2N_A$
 C. 生成 1 mol 氧化产物时转移电子数为 $4N_A$
 D. 标准状况下 11.2 L CO_2 中含质子的数目为 $11N_A$

B 解析: 1 L 1 mol·L⁻¹ Na_2SO_4 溶液中 SO_4^{2-} 含氧原子的数目为 $4N_A$, 但水中也含氧原子, 选项 A 正确; 不知道溶液的体积无法计算阳离子的个数, 选项 B 错误; 根据化学方程式可知, 氧化产物为二氧化碳, 生成 1 mol 氧化产物时转移电子数为 $4N_A$, 选项 C 正确; 标准状况下, 11.2 L CO_2 的物质的量为 0.5 mol, 所含质子的数目为 $11N_A$, 选项 D 正确。

13. 用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是 ()

- A. 4 g ^3He 含有的中子数为 $3N_A$
 B. 22.4 L(标准状况下)氮气中含有 $7N_A$ 个电子
 C. 1 mol $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原为 Cr^{3+} , 转移的电子数为 $3N_A$
 D. 16 g 氧气和臭氧的混合气体中含有 N_A 个氧原子

D 解析: ^3He 的中子数为 $3 - 2 = 1$, 4 g ^3He 的物质的量为 1 mol, 含有的中子数为 N_A , A 项错误; 标准状况下, 22.4 L N_2 的物质的量为 1 mol, 含有的电子数为 $14N_A$, B 项错误; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原为 Cr^{3+} , Cr 元素的化合价由 +6 价降为 +3 价, 则 1 mol $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原为 Cr^{3+} 时转移的电子数为 $2 \times (6 - 3) \times N_A = 6N_A$, C 项错误; 氧气和臭氧都仅由氧元素组成, 则 16 g 氧气和臭氧的混合气体中含有的氧原子个数为 N_A , D 项正确。

14. 甲、乙、丙、丁四位同学分别对四种溶液中所含的离子进行检验, 所得结果如下, 其中结果一定错误的是 ()

甲: K^+ 、 Na^+ 、 OH^- 、 NO_3^-

乙: OH^- 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 K^+

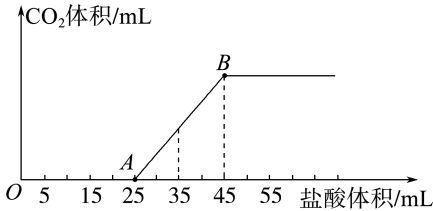
丙: Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 OH^- 、 Cl^-

丁: Ba^{2+} 、 Na^+ 、 OH^- 、 NO_3^-

A. 甲 B. 乙 C. 丙 D. 丁

C 解析: 丙中 Cu^{2+} 与 OH^- 不能大量共存。

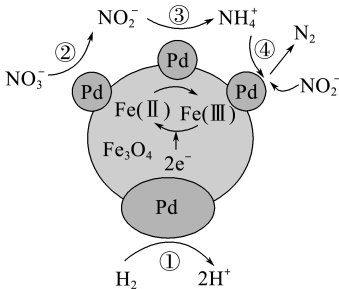
15. 将 Na_2CO_3 、 NaOH 的固体混合物完全溶解于水, 配制成溶液, 然后向该溶液中逐滴加入 $2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸, 所加盐酸的体积与产生 CO_2 的体积(标准状况)关系如图所示, 下列说法错误的是 ()



- A. OA 段发生反应的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{HCO}_3^-$
B. 当加入 35 mL 盐酸时, 标准状况下产生 CO_2 的体积为 448 mL
C. A 点溶液中的溶质为 NaHCO_3
D. 混合物中 NaOH 的质量为 0.40 g

C 解析: OA 段发生反应的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{HCO}_3^-$, 故 A 正确; AB 段发生反应的离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 当加入 35 mL 盐酸时, 根据离子方程式可得 $n(\text{CO}_2) = (35 - 25) \times 10^{-3} \text{ L} \times 2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.02\text{ mol}$, 所以标准状况下二氧化碳的体积为 $0.02\text{ mol} \times 22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.448\text{ L} = 448\text{ mL}$, 故 B 正确; 由 A 项解析可得, A 点的溶质为 NaCl 、 NaHCO_3 , 故 C 错误; AB 段碳酸氢钠消耗的盐酸为 20 mL, 则 OA 段 Na_2CO_3 消耗的盐酸也为 20 mL, 氢氧化钠消耗的盐酸为 5 mL, 故氢氧化钠的物质的量为 $0.005\text{ L} \times 2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.01\text{ mol}$, 质量为 $0.01\text{ mol} \times 40\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.40\text{ g}$, 故 D 正确。

16. 水体中存在的 NO_3^- 、 NO_2^- 等致癌阴离子对人体健康构成严重威胁。采用 $\text{Pd-Fe}_3\text{O}_4$ 双催化剂, 可实现用 H_2 消除酸性废水中的 NO_3^- 、 NO_2^- 。 Fe_3O_4 中含有 Fe^{+2} 、 Fe^{+3} , 分别表示为 Fe(II) 、 Fe(III) , 其反应历程如图所示。下列说法错误的是 ()



A. Fe(II) 与 Fe(III) 的相互转化起到了传递电子的作用

B. 过程③发生的反应为 $\text{NO}_2^- + 6\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \longrightarrow 6\text{Fe}^{3+} + \text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 过程④每生成 1 分子 N_2 , 转移 3 个电子

D. 用该法处理后水体的酸性增强

D 解析: 由图中信息可知, Fe(II) 和 Fe(III) 是该反应的催化剂, 它们的相互转化起到了传递电子的作用, 故 A 正确; 由图可知, 反应③中 NO_2^- 转化成 NH_4^+ , 发生反应的离子方程式为 $\text{NO}_2^- + 6\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \longrightarrow 6\text{Fe}^{3+} + \text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$, 故 B 正确; 由图中信息可知, 反应④为 NH_4^+ 和 NO_2^- 反应生成 N_2 和 H_2O , 其离子方程式为 $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- \longrightarrow \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 根据离子方程式可知, 每生成 1 分子 N_2 , 转移 3 个电子, 故 C 正确; 由图中信息可知, 该过程总反应的离子方程式为 $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + 4\text{H}_2 + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{N}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$, 反应过程中消耗了 H^+ , 水体酸性减弱, 故 D 错误。

17. 在标准状况下, 将 $a\text{ L}$ NH_3 完全溶于水得到 $V\text{ mL}$ 氨水, 溶液的密度为 $\rho\text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 溶质的质量分数为 w , 溶质的物质的量浓度为 $c\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。下列叙述正确的是 ()

A. $w = \frac{35a}{22.4V\rho} \times 100\%$

B. $c = \frac{1\,000a}{22.4V}$

C. 若向上述溶液中再加入 $V\text{ mL}$ 水后, 所得溶液的质量分数大于 $0.5w$

D. 若向 50 g 上述溶液中加入一定量的水稀释成 $0.5c\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则应加入 50 mL 水

B 解析: 氨的物质的量是 $\frac{a}{22.4}\text{ mol}$, 溶液中溶质

的物质的量浓度是 $\frac{a}{22.4 \times 0.001V}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} =$

$\frac{1\,000a}{22.4V}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 质量分数是 $\frac{17a}{22.4\rho V} \times 100\%$, 则

A 项错误, B 项正确; 氨水的密度小于水, 若向题述溶液中再加入 $V\text{ mL}$ 水后, 则所得溶液的质量分数小于 $0.5w$, C 项错误; 氨水的密度随溶液浓度的增大而减小, 根据 $c = \frac{1\,000\rho w}{M}$ 可知, 如果加入

等质量的水, 则稀释后溶液的浓度大于 $0.5c\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 因此向 50 g 题述溶液中加入一定

量的水稀释成 $0.5c\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则加入水的体积应大于 50 mL , D 项错误。

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 49 分。

18. (11 分) 氢氧化钙俗称熟石灰或消石灰, 是一种白色粉末状固体, 将石灰乳(主要成分为氢氧化钙)

和硫酸铜溶液按照一定的比例混合可配制农药波尔多液。

工业上常利用石灰窑制备氢氧化钙，具体过程如下：

将石灰石煅烧成氧化钙后，经精选，与水按 1：(3~3.5)的比例混合，生成氢氧化钙料液，经净化分离除渣，再经离心脱水，干燥，即得氢氧化钙成品。

根据上述材料，回答下列问题：

(1)选择上述短文中提供的物质，完成下表(每空仅填一种物质)。

类别	混合物	碱	碱性氧化物
名称		氢氧化钙	
化学式	—		

(2)制波尔多液时_____ (填“能”或“不能”)用铁桶作为容器。

(3)写出工业上制备氢氧化钙反应的化学方程式，并注明物质类别：_____。

示例： $A(\text{氧化物}) + B(\text{氧化物}) \xrightarrow{\quad} C(\text{盐})$

(4)请写出与题中不同的制备氢氧化钙的方法，并说明题中工业生产方法的优点。

制备方法：_____ (用化学方程式表示)。

优点：_____。

解析：(1)短文中提供了多种混合物，如波尔多液、石灰乳等，氢氧化钙为碱，氧化钙为碱性氧化物。(2)制波尔多液的原料中有 CuSO_4 溶液，而 Fe 能与 CuSO_4 发生置换反应，故不能用铁桶作为容器。(3)工业上制备 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的反应为 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ ， $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Ca}(\text{OH})_2$ ， CaCO_3 为盐， CaO 、 CO_2 、 H_2O 均为氧化物， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 为碱。(4)分析可知，题中工业制法有原料(石灰石)来源丰富、原料价格低廉、生产成本低等优点。

答案：(1)(合理即可)

类别	混合物	碱	碱性氧化物
名称	石灰乳		氧化钙
化学式	—	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	CaO

(2)不能 (3) $\text{CaCO}_3(\text{盐}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO}(\text{氧化物}) + \text{CO}_2(\text{氧化物}) \uparrow$ ， $\text{CaO}(\text{氧化物}) + \text{H}_2\text{O}(\text{氧化物}) \xrightarrow{\quad} \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{碱})$ (4) $2\text{Ca} + \text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{CaO}$ ， $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Ca}(\text{OH})_2$ (其他合理答案也可) 原料来源丰富、原料价格低廉或生产成本低等(写一个即可)

19.(7 分)一些生活、生产中常见物质的化学式或其主要成分的化学式如下表所示，请回答下列问题：

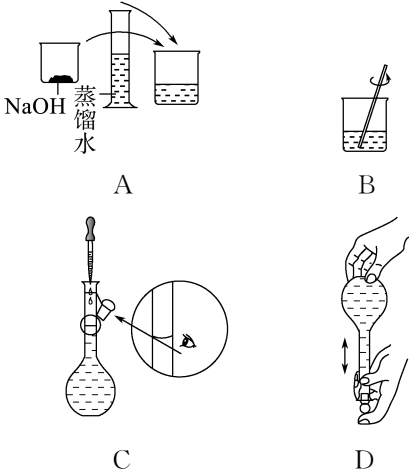
编号	物质	化学式或其主要成分的化学式
①	酒精	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
②	食醋	CH_3COOH
③	火碱	NaOH
④	食盐	NaCl
⑤	铜导线	Cu
⑥	亚硫酸酐	SO_2
⑦	苏打	Na_2CO_3

(1)表中①~⑦号物质或其主要成分，属于电解质的是_____ (填序号)。

(2)写出过量 CH_3COOH 与 Na_2CO_3 溶液反应的离子方程式：_____。

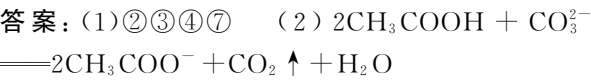
(3)某同学用 Cu 和浓硫酸共热来制备 SO_2 ，反应的化学方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。该反应中，浓硫酸表现出来的性质是_____。

(4)如图所示为某同学配制 500 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液的部分操作示意图，其中有错误的是_____ (填字母序号)；应称取 NaOH 的质量为_____ g。



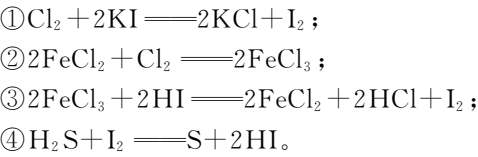
解析：(1) CH_3COOH 、 NaOH 、 NaCl 、 Na_2CO_3 均为电解质； $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、 Cu 、 SO_2 均不是电解质。(2)过量 CH_3COOH 与 Na_2CO_3 溶液反应的离子方程式为 $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_3^{2-} \xrightarrow{\quad} 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。(3)该反应中部分 H_2SO_4 中 S 元素的化合价由 +6 价降为 +4 价，部分 H_2SO_4 中各元素的化合价均没有发生变化，故浓硫酸表现出来的性质是氧化性、酸性。(4)定容时眼睛应平视刻度线，C 项错误；配制 500 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液，应称取 NaOH 的质量为 0.5 L

$\times 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.0 \text{ g}$ 。



(3)酸性、氧化性 (4)C 10.0

20. (8分) 根据①~④四个反应, 回答下列问题:



(1) 反应①的反应类型为_____ (填字母序号)。

- A. 置换反应 B. 复分解反应
C. 化合反应 D. 氧化还原反应

(2) 反应②中还原剂与氧化剂的个数之比为_____。

(3) 反应③中当有 1 个 Fe^{2+} 生成时, 转移电子数为_____。

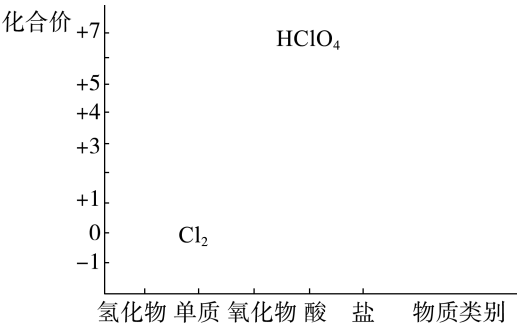
(4) 根据上述四个反应可判断出 Cl_2 、 I_2 、 Fe^{3+} 、S 四种物质的氧化性强弱顺序为_____。

解析: 对于反应③ $2\text{FeCl}_3 + 2\text{HI} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{I}_2$, 其反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 。由电子转移情况看每生成 1 个 Fe^{2+} 转移 1 个电子。

答案: (1)AD (2)2 : 1 (3)1 (4) $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{S}$

21. (12分) 从元素化合价和物质类别两个角度学习、研究物质的性质, 是一种行之有效的办法。以下是氯元素形成物质的二维图的部分信息。

(1) 根据图中信息, 写出任意两种含氯元素的氧化物的化学式:_____。



(2) HCl 既具有氧化性, 又具有还原性。

① 请任意写出一个体现 HCl 氧化性的离子方程式:_____。

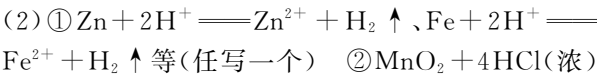
② 浓盐酸可作为还原剂在加热条件下与 MnO_2 发生反应制备 Cl_2 , 写出该反应的化学方程式:_____。

(3) Cl_2 既具有氧化性, 又具有还原性, 请结合图像说明原因:_____。

潮湿的 Cl_2 与 Na_2CO_3 混合制取少量 Cl_2O 的反应中, Cl_2 既体现了氧化性, 又体现了还原性。写出该反应的化学方程式:_____。

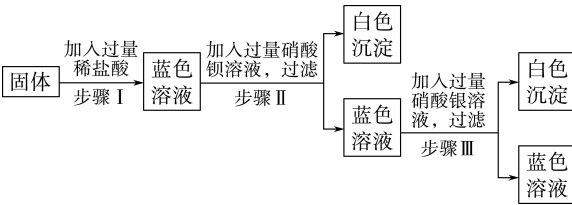
答案: (1) Cl_2O 、 Cl_2O_3 、 ClO_2 、 Cl_2O_5 、 Cl_2O_7 等 (任

写两种)



(3) Cl_2 中 Cl 元素的化合价为 0 价, 氯元素还有 -1 价以及 +1 价等价态, 因此 Cl_2 中 Cl 元素的化合价既可以升高, 来体现氯气的还原性, 也可以降低, 来体现氯气的氧化性 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaHCO}_3 + 2\text{NaCl} + \text{Cl}_2\text{O}$

22. (11分) 有一包固体可能由 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 Na_2SO_4 、 NaCl 、 NaHCO_3 中的一种或几种组成。为了探究该固体的成分, 某化学兴趣小组进行如图所示的实验:



已知: 步骤 I 中固体全部溶解, 且无气泡产生。请回答下列问题:

(1) 原固体中一定含有的物质是_____ (填化学式)。

(2) 原固体中一定不含有的物质是_____ (填化学式), 原因是_____。

(3) 写出步骤 II 中生成白色沉淀的离子方程式:_____。

(4) 步骤 III 所得蓝色溶液中含有的溶质是_____ (填化学式)。

解析: (1) 由步骤 I 得到蓝色溶液且无气泡产生可知, 原固体一定含有 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, 一定不含 NaHCO_3 ; 步骤 II 加入过量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液有白色沉淀生成, 说明原固体中一定含有 Na_2SO_4 ; 步骤 III 加入过量 AgNO_3 溶液有白色沉淀生成, 不能说明原固体中一定含有 NaCl , 因为步骤 I 中加入了过量稀盐酸, 引入了 Cl^- , 故原固体中一定含有 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 Na_2SO_4 , 一定不含 NaHCO_3 , 不能确定是否含有 NaCl 。(2) 原固体中一定不含 NaHCO_3 , 原因是向固体中加入过量稀盐酸时无气泡产生。(3) 步骤 II 中生成白色沉淀的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。(4) 步骤 III 中加入过量的 AgNO_3 溶液, 结合上述分析知, 步骤 III 得到的蓝色溶液中含有的溶质是 HNO_3 、 NaNO_3 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 AgNO_3 。

答案: (1) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 Na_2SO_4 (2) NaHCO_3 向固体中加入过量稀盐酸时无气泡产生 (3) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$ (4) HNO_3 、 NaNO_3 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 AgNO_3

第一节 铁及其化合物

第 1 课时 铁的单质 铁的氧化物 铁的氢氧化物

学习任务目标

- 1.了解铁元素在自然界中的存在形态、与人体健康的关系,体会化学对人类生活的重要意义。从我国古代应用铁的历史中了解中华民族在科技发展进程中的贡献,增强文化自信。
- 2.能通过实验探究铁及其氧化物、氢氧化物的化学性质,体会实验对认识和研究物质性质的重要作用。

问题式预习

一、铁的单质

1.铁的存在形态

- (1)铁在自然界中可以像陨铁中的铁那样以单质形态存在,但主要是以+2 价和+3 价化合物的形态存在于矿石中。
- (2)铁元素在地壳中的含量仅次于氧、硅和铝,居第四位。

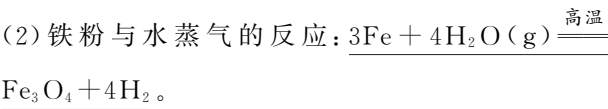
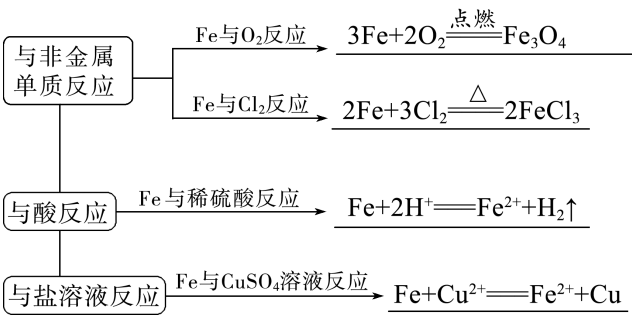
2.铁的物理性质

铁有延展性和导热性。铁能导电,但该性质不如铜和铝。铁能被磁体吸引。

3.铁的化学性质(能写离子方程式的写离子方程式)



(1)铁与非金属单质、酸、盐溶液的反应



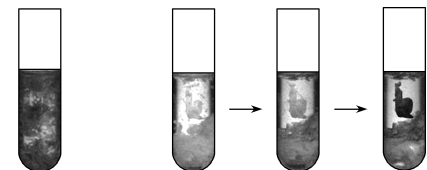
二、铁的重要化合物

1.铁的氧化物

化学式	FeO	Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄
俗称	—	铁红	磁性氧化铁
颜色、状态	黑色粉末	红棕色粉末	黑色晶体
铁的价态	+2 价	+3 价	+2 价、+3 价
溶解性	不溶	不溶	不溶
与盐酸反应(离子方程式)	$\text{FeO}+2\text{H}^+=\text{Fe}^{2+}+\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3+6\text{H}^+=2\text{Fe}^{3+}+3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_3\text{O}_4+8\text{H}^+=\text{Fe}^{2+}+2\text{Fe}^{3+}+4\text{H}_2\text{O}$
与 CO 的反应	$\text{Fe}_x\text{O}_y+y\text{CO}\overset{\text{高温}}{=}\text{xFe}+\text{yCO}_2$		

2.铁的氢氧化物(实验探究铁的氢氧化物的生成与转化)

(1)制备:在两支试管中分别加入少量的 FeCl₃ 溶液和 FeSO₄ 溶液,然后各滴入 NaOH 溶液。



Fe(OH)₃

图1

Fe(OH)₂

图2

①如图 1,在 FeCl₃ 溶液中滴入 NaOH 溶液,生成红褐色沉淀,原因是 $\text{Fe}^{3+}+3\text{OH}^-=\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$ (填反应的离子方程式)。

②如图 2,在 FeSO_4 溶液中滴入 NaOH 溶液,生成白色絮状沉淀,原因是 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ (填反应的离子方程式),沉淀迅速变成灰绿色,最后会有红褐色沉淀生成,原因是 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ (填反应的化学方程式)。

(2)与酸反应

① $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 与盐酸反应的离子方程式: $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

② $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 与盐酸反应的离子方程式: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)稳定性

① $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中加热时被氧气氧化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

②氢氧化铁受热分解的化学方程式: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

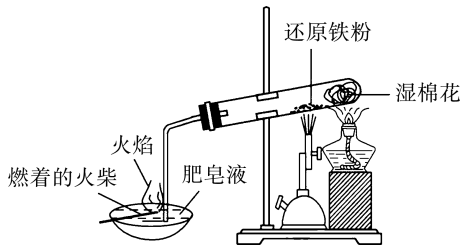
任务型课堂

任务一 铁及其氧化物的性质

[探究活动]

在钢铁厂的《炼钢安全操作规程》中有这样一条严格的规定:炽热的铁水或钢水注入模具之前,模具必须进行充分的干燥处理,不得留有水,并保持地面干燥。这是因为高温下,铁能与水发生反应。

某化学兴趣小组利用如图所示装置进行“铁与水反应”的实验。



活动 1 湿棉花和肥皂液在反应中分别起什么作用?
提示:湿棉花受热可以提供反应所需的水蒸气;肥皂液在实验中起到收集气体的作用。

活动 2 铁粉与水蒸气反应产生的气体是什么? 如何证明?

提示: H_2 。用火柴点燃肥皂泡中的气体,产生淡蓝色火焰且有爆鸣声,证明生成的气体是 H_2 。

[评价活动]

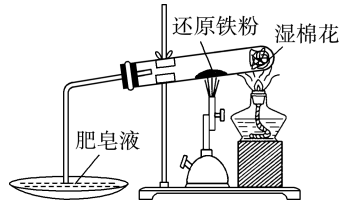
1.铁的应用在我国历史悠久。下列反应中,铁只能转化为+3 价的是 ()

- A.少量铁与稀硫酸反应
- B.铁丝在氧气中燃烧
- C.过量铁粉与氯气反应
- D.铁投入硫酸铜溶液中

C 解析:铁与稀硫酸反应生成硫酸亚铁和氢气,故 A 不选;铁丝在氧气中燃烧生成四氧化三铁,含+2、+3 价铁,故 B 不选;铁粉与氯气反应生成氯化铁,与量无关,铁只能转化为+3 价铁,故选 C;铁投入硫酸铜溶液中,生成硫酸亚铁和铜,故 D 不选。

2.还原铁粉与水蒸气反应的装置如图所示,下列有关

该实验的说法正确的是 ()



- A.反应生成的 Fe_3O_4 为还原产物
- B.湿棉花的主要作用是冷却试管,防止试管炸裂
- C.当反应消耗 56 g Fe 时,转移电子 $\frac{8}{3}$ mol
- D.铁粉与水蒸气反应后,可立即用磁铁将剩余铁粉分离出来

C 解析: A 项, Fe_3O_4 为氧化产物,错误;B 项,湿棉花的作用是提供反应所需的水蒸气,错误;C 项, $n(\text{e}^-) = \left[\frac{56}{56} \times \left(\frac{8}{3} - 0 \right) \right] \text{ mol} = \frac{8}{3} \text{ mol}$, 正确;D 项,产物 Fe_3O_4 与 Fe 均可被磁铁吸引,错误。

3.下列关于铁及其化合物的叙述正确的是 ()

- A. Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 都有磁性
- B. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 受热分解可制得 Fe_3O_4
- C. Fe_2O_3 是一种红棕色粉末
- D. FeO 不稳定,在空气中受热,能迅速被氧化成 Fe_2O_3

C 解析: Fe_3O_4 具有磁性, Fe_2O_3 无磁性,A 错误; $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, B 错误; Fe_2O_3 是一种红棕色粉末,C 正确; FeO 在空气中受热,能迅速被氧化成 Fe_3O_4 , D 错误。

任务总结

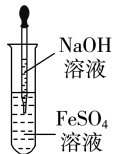
- (1)铁与冷水或热水不反应,但在空气中氧气、二氧化碳、水蒸气的作用下,易腐蚀。
- (2) Fe_3O_4 是一种纯净物,而不是由 FeO 和 Fe_2O_3 组成的混合物。其组成也可用盐的形式表示为 $\text{Fe}(\text{FeO}_2)_2$ 。

任务二 实验室制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 装置的改进

[探究活动]

氢氧化亚铁不稳定,通常被氧化为氢氧化铁,氢氧化铁为红褐色粉末,可用来制作颜料、药物,也可用来作砷的解毒药等。

某同学用不含 Fe^{3+} 的 FeSO_4 溶液与不含 O_2 的蒸馏水配制的 NaOH 溶液反应制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀的装置如图所示。



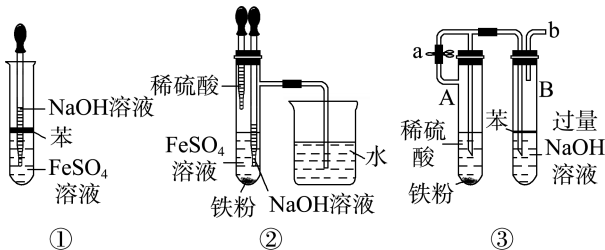
活动 1 将胶头滴管伸入液面以下,再滴加 NaOH 溶液的目的是什么?

提示:防止生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 与空气中的 O_2 接触而被氧化。

活动 2 除去蒸馏水中溶解的 O_2 常采用什么方法?

提示:气体的溶解度随着温度的升高而降低,所以可用煮沸的方法除蒸馏水中溶解的 O_2 。

活动 3 某兴趣小组对装置进行了相应的改进:



请分析改进后的装置①②③为什么能较长时间观察到白色沉淀。

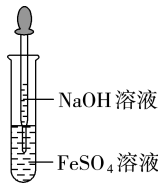
装置	原理
①	
②	
③	

提示:装置①,苯的密度比水小,且与水不互溶,加入少量苯覆盖在 FeSO_4 溶液的上层用于隔绝下层液体与空气接触,防止生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被 O_2 氧化;装置②,铁粉与稀硫酸反应生成的 H_2 排出了装置内的空气,同时试管内剩余的 H_2 作保护气,防止 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 与 O_2 接触被氧化,因此能较长时间观察到白色沉

淀;装置③,打开止水夹 a, Fe 与稀硫酸反应产生的 H_2 将装置内的空气排出,再关闭止水夹 a,产生的 H_2 使试管 A 中气压大于外界气压,将试管 A 中的液体(FeSO_4 溶液)压入试管 B 中,反应得到 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀,由于空气已被排出且苯可以隔绝 b 处进入的空气,故可以较长时间观察到 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀。

[评价活动]

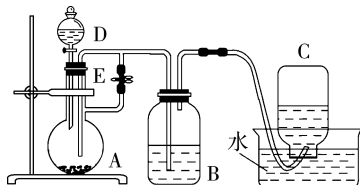
1.下列关于 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 及其制备方法的叙述中,不正确的是 ()



- A. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被空气中的 O_2 氧化
- B. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 为灰绿色絮状沉淀
- C. 可利用如图所示装置制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$
- D. 实验中所用 NaOH 溶液应预先煮沸

B 解析: $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 为白色絮状沉淀,在空气中易变成灰绿色,最后变成红褐色 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, B 不正确。

2.如图所示装置可用来制取 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和观察其在空气中被氧化时颜色的变化。实验时必须使用铁屑和 $6\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸,其他试剂任选。



填写下列空白:

- (1) B 中盛有一定量的 NaOH 溶液, A 中应预先加入的试剂是 _____, A 中反应的离子方程式是 _____。
- (2) 实验开始时先将止水夹 E _____ (填“打开”或“关闭”), C 中收集到气体的主要成分是 _____。
- (3) 简述生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的操作过程: _____。
- (4) 拔去装置 B 中的橡皮塞,使空气进入,写出有关反应的化学方程式: _____。

解析: 实验开始时先打开 E,使 H_2 将 A、B 装置中的空气排出,使 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在 H_2 气氛中生成,以便较长时间观察 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的颜色。 H_2 充满 B 后关闭 E, A 中的 FeSO_4 溶液沿竖直长导管进入 B 瓶,与 NaOH 反应。空气进入装置 B 后, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被氧化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

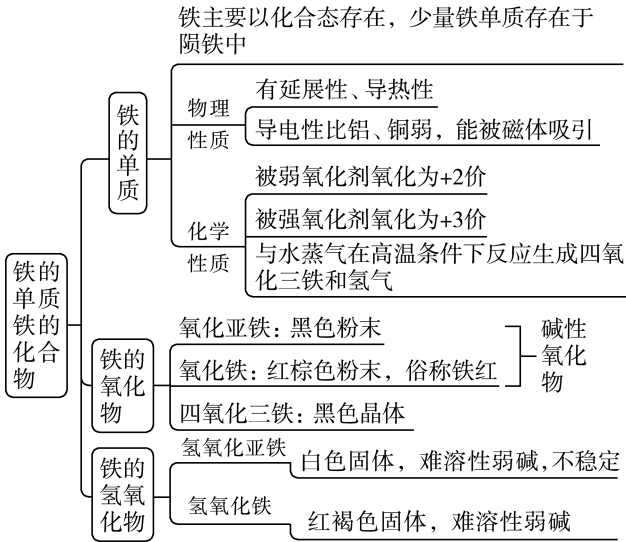
答案:(1)铁屑 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$
(2)打开 H_2
(3)关闭止水夹 E,使 FeSO_4 溶液压入 B 瓶中进行反应
(4) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

任务总结

防止 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被氧化的方法

- (1)将配制溶液的蒸馏水煮沸,除去其中的氧气。
- (2)将盛有 NaOH 溶液的胶头滴管尖端插入试管内的亚铁盐溶液底部,并慢慢滴加 NaOH 溶液。
- (3)在亚铁盐溶液上面充入保护气,如 H_2 、 N_2 、稀有气体等。
- (4)在亚铁盐溶液上面加保护层,如苯、植物油等。

提质归纳

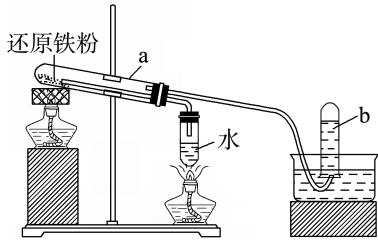


课后素养评价(十四)

基础性·能力运用

知识点 1 铁的性质

- 1.下列物质中,不能与铁发生化学反应的是 ()
- A.盐酸 B.氯化铜溶液
C.氢氧化钠溶液 D.氧气
- C 解析:氢氧化钠溶液不能与铁发生化学反应。
- 2.某学习小组进行了如图所示的实验,实验后组员之间的交流内容不合理的是 ()



- A.甲同学认为试管 b 中收集到的气体可点燃,且产生淡蓝色火焰
- B.乙同学认为试管 a 中生成的黑色固体可能为四氧化三铁
- C.丙同学认为将少量还原铁粉放入试管中,加适量的水,加热也可实现该反应
- D.丁同学认为用盐酸溶解固体生成物,所得溶液有颜色

C 解析:在高温下铁与水蒸气反应生成氢气和四氧化三铁。甲同学认为试管 b 中收集到的气体可点燃,且产生淡蓝色火焰的,甲同学的观点正确;试管 a 中生成的黑色固体为四氧化三铁,乙同学的观

点正确;铁与水加热条件下不反应,铁与水蒸气在高温条件下才反应,丙同学的观点错误;用盐酸溶解固体生成物得到氯化亚铁和氯化铁的混合溶液,溶液有颜色,丁同学的观点正确。

知识点 2 铁的氧化物

- 3.下列关于铁的氧化物的说法错误的是 ()
- A.铁的氧化物通常状况下都是有颜色固体
- B.四氧化三铁是一种复杂的铁的氧化物,它与盐酸反应后的溶液中同时存在 Fe^{2+} 和 Fe^{3+}
- C.氧化铁是铁锈的主要成分,因此氧化铁俗称铁锈
- D.工业上常使用铁的氧化物作为原料冶炼铁
- C 解析:铁的氧化物通常状况下都是有颜色固体,如氧化铁是红棕色,氧化亚铁和四氧化三铁都是黑色,故 A 正确;四氧化三铁是一种复杂的铁的氧化物,可看成是由氧化亚铁、氧化铁形成的化合物,它与盐酸反应后的溶液中同时存在 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} ,B 正确;铁锈的主要成分是氧化铁,但氧化铁不能称为铁锈,故 C 错误;工业上常使用铁的氧化物作为原料用一氧化碳冶炼铁,故 D 正确。

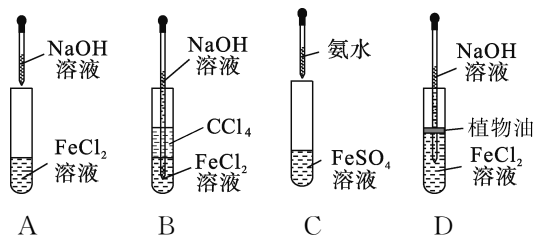
- 4.下列关于铁矿石的说法正确的是 ()
- A.铁元素在自然界中主要以 FeO 的形式存在
- B.可用磁铁分离 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4
- C. Fe_3O_4 的化学式可写成 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$,所以 Fe_3O_4 是混合物

D. FeO 常用作油漆

B 解析: FeO 不稳定,在空气中受热迅速被氧化成 Fe_3O_4 ,A 错误; Fe_3O_4 具有磁性,而 Fe_2O_3 没有,可用磁铁分离,B 正确; Fe_3O_4 是纯净物,C 错误;常用作油漆的是 Fe_2O_3 ,D 错误。

知识点 3 铁的氢氧化物

5. 下列实验操作能够制取 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,并能较长时间观察到白色沉淀的是 ()



D 解析: B 项中 CCl_4 的密度大,应在下层,不能长时间观察到白色沉淀;D 项中的操作可防止氧气氧化 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,能较长时间观察到白色沉淀。

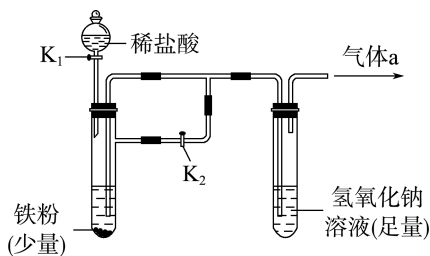
6. 铁屑溶于过量稀硫酸,过滤后向滤液中加入过量氨水,有白色沉淀生成,过滤,在空气中加热沉淀至质量不再发生变化为止,得到红棕色残渣。上述沉淀和残渣分别是 ()

- A. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ Fe_2O_3
 B. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ Fe_2O_3
 C. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ $\text{Fe}(\text{OH})_3$
 D. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ Fe_3O_4

B 解析: 铁与稀硫酸反应生成 FeSO_4 ,再与过量氨

水反应生成白色沉淀 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,在空气中加热 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,铁元素被氧化为 +3 价,最后所得红棕色残渣为 Fe_2O_3 。

7. 某实验兴趣小组同学采用如图所示装置制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 。下列说法错误的是 ()



- A. 实验开始前,应检查装置的气密性
 B. 气体 a 的主要成分为氢气
 C. 为了制备较纯的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,应打开 K_1 ,关闭 K_2 ,将装置内的气体尽可能排出

D. 盛装稀盐酸的仪器使用前要检查是否漏液

C 解析: 铁和稀盐酸反应生成氯化亚铁和氢气,开始实验时打开 K_2 ,产生的氢气将装置内空气排尽,再关闭 K_2 ,利用压强差将氯化亚铁溶液压至氢氧化钠溶液中生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀。由于 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被氧化,该实验关键是隔绝氧气,且铁和稀盐酸反应生成氢气,则实验开始前,应检查装置气密性,A 正确;铁和稀盐酸反应生成氯化亚铁和氢气,产生的氢气将装置内空气排尽,气体 a 的主要成分为氢气,B 正确;开始实验时打开 K_2 ,产生的氢气将装置内空气排尽,C 错误;为方便控制反应进度,盛装稀盐酸的分液漏斗使用前要检查是否漏液,D 正确。

综合性·创新提升

8. 铁的氧化物在自然界中有着广泛的应用。下列有关铁的氧化物的说法不正确的是 ()

- A. 赤铁矿的主要成分是 Fe_2O_3 , Fe_2O_3 是红棕色的,常用作红色油漆和涂料
 B. Fe_3O_4 是黑色晶体,其中 $\frac{1}{3}$ 的铁元素显 +2 价, $\frac{2}{3}$ 的铁元素显 +3 价

C. FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 都不溶于水,但都能与盐酸反应生成相应的盐

D. FeO 不溶于水,不属于碱性氧化物

D 解析: FeO 不溶于水,能与酸反应生成盐和水,属于碱性氧化物。

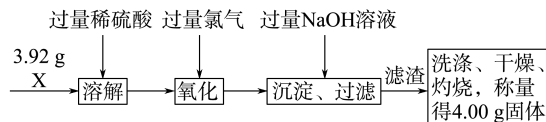
9. 下列离子方程式正确的是 ()

- A. Fe 与 CuSO_4 溶液反应: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Cu}$
 B. Fe 与稀盐酸反应: $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
 C. FeO 与稀硫酸反应: $\text{O}^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$

D. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 与盐酸反应: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

D 解析: A 项电荷不守恒,应为 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$;B 项违背反应事实,应为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$;C 项 FeO 不能拆,错误。

10. 铁的氧化物极为复杂。为测定一种铁的氧化物 X 的化学式,设计实验流程如下所示:



根据实验结果,推断该氧化物 X 的化学式为

- ()
 A. Fe_2O_3 B. Fe_3O_4
 C. Fe_4O_5 D. Fe_5O_7

D 解析: 铁的氧化物 X 加稀硫酸溶解,用过量的

氯气氧化,再加 NaOH 溶液生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,过滤、洗涤、干燥、灼烧,最后得到 Fe_2O_3 ,则生成的 Fe_2O_3 的物质的量为 $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{4.00 \text{ g}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.025 \text{ mol}$,则 Fe 的物质的量为 $n(\text{Fe}) = 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \times 0.025 \text{ mol} = 0.05 \text{ mol}$,Fe 的质量为 $m(\text{Fe}) = 0.05 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.8 \text{ g}$,氧化物 X 中 O 的质量为 $m(\text{O}) = 3.92 \text{ g} - 2.8 \text{ g} = 1.12 \text{ g}$, $n(\text{O}) = \frac{1.12 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.07 \text{ mol}$, $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 0.05 \text{ mol} : 0.07 \text{ mol} = 5 : 7$,所以氧化物 X 的化学式为 Fe_5O_7 。

11. 医用热敷袋使用时要轻揉,袋内的反应可看作是铁粉、空气和水相互作用,先产生氢氧化亚铁,然后转化为氢氧化铁。下列说法错误的是 ()
- A. 这一变化过程的总反应可表示为 $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$
- B. 热敷袋放出的热量是由化学反应产生的
- C. 热敷袋中含铁物质在变化过程中,铁元素的化合价呈现 0 价、+2 价、+3 价
- D. 在未使用时,热敷袋中的铁粉与水要分别密封保存

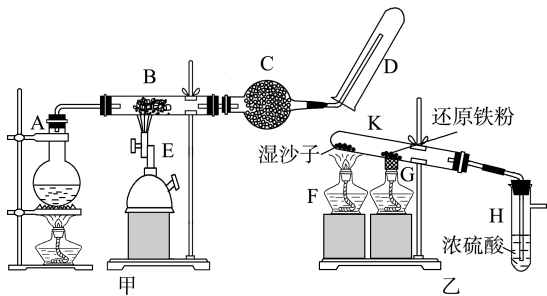
A 解析:热敷袋中反应的化学方程式为 $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$,由题意可得热敷袋产生的热量是由化学反应产生的,相关含铁物质铁粉、氢氧化亚铁、氢氧化铁中,铁元素的化合价依次为 0 价、+2 价、+3 价;在未使用时,铁粉与水要分别密封保存,以防过早发生化学反应而失效。

12. 某小型特种钢铸造厂因操作人员操作出现失误,使高温铁水进入冷水坑而引发爆炸,房顶被爆炸产生的冲击波击穿,所幸无人员伤亡。上述过程中发生了以下哪个反应 ()

- A. $\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$
- B. $2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2$
- C. $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$
- D. $2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2$

C 解析:铁与水蒸气在高温条件下反应生成 Fe_3O_4 和 H_2 ,产生的 H_2 遇 O_2 发生爆炸。

13. 某同学欲在实验室中完成 Fe 与水蒸气反应的实验,装置如下图所示。



已知 B 中放入的是铁粉与石棉绒的混合物, C 中放的是干燥剂, E 为酒精喷灯, G 为带有铁丝网罩的酒精灯。对比两个装置,回答下列问题:

- (1) 如何检查乙装置的气密性? _____
- (2) 乙装置中湿沙子的作用是 _____。
- (3) 该同学认为欲在乙装置的导管口处点燃反应产生的气体,装置 H 必不可少, H 的作用是 _____。
- (4) 对比甲、乙两个装置的 B 和 K, B 的优点是 _____。

解析: (1) 先向 H 中加入水没过导管口,再微热 K。(2) 湿沙子受热时,水蒸发产生水蒸气。(3) 潮湿的氢气很难燃烧,故 H 的作用是干燥氢气。(4) 装置 B 中使用石棉绒可以增大水蒸气与铁粉的接触面积,使反应充分进行。

答案: (1) 向 H 中加入水没过导管口,连接好装置,微热 K,若 H 中导管口出现气泡,停止加热后导管中出现水柱,证明气密性良好(其他合理答案也可)

- (2) 提供水蒸气
- (3) 干燥氢气
- (4) 使用石棉绒,可以增大水蒸气与铁粉的接触面积,使反应充分进行

第 2 课时 铁盐和亚铁盐

学习任务目标

- 1.通过实验探究能分析归纳铁盐、亚铁盐的检验方法。
- 2.认识铁盐、亚铁盐的主要性质及二者之间的转化。

问题式预习

一、Fe³⁺ 与 Fe²⁺ 的检验

- 1.观察法：浅绿色溶液中含有 Fe²⁺；棕黄色溶液中含有 Fe³⁺。
- 2.加碱法——向溶液中加入 NaOH 溶液
 - (1)产生的白色沉淀迅速变为灰绿色，最后变为红褐色的为 Fe²⁺。
 - (2)直接产生红褐色沉淀的为 Fe³⁺。
- 3.加 KSCN 溶液法
 - (1)向溶液中加入 KSCN 溶液，无明显现象，再加新制氯水变为红色的为 Fe²⁺。
 - (2)向溶液中加入 KSCN 溶液，溶液直接变为红色的为 Fe³⁺，反应的离子方程式为 Fe³⁺ + 3SCN⁻ === Fe(SCN)₃。

二、Fe²⁺ 与 Fe³⁺ 的转化

实验步骤

① ② ③

续表

现象	① <u>溶液由棕黄色变为浅绿色</u> ② <u>无明显现象</u> ③ <u>溶液变为红色</u>
反应 (离子方程式)	① <u>2Fe³⁺ + Fe === 3Fe²⁺</u> ③ <u>2Fe²⁺ + Cl₂ === 2Fe³⁺ + 2Cl⁻</u> 、 <u>Fe³⁺ + 3SCN⁻ === Fe(SCN)₃</u>
结论	<u>Fe³⁺ $\xrightleftharpoons[\text{氯气等强氧化剂}]{\text{铁等还原剂}}$ Fe²⁺</u>

三、制作印刷电路板的原理

- 1.原理：化学方程式为 2FeCl₃ + Cu === 2FeCl₂ + CuCl₂；离子方程式为 2Fe³⁺ + Cu === 2Fe²⁺ + Cu²⁺。
- 2.性质：利用了 FeCl₃ 的氧化性。

任务型课堂

任务一 铁三角转化关系分析

[探究活动]

脱氧剂又名去氧剂、吸氧剂，是可吸收氧气、减缓食品氧化速率的添加剂，是食品保存中使用的产品。脱氧剂不但用于保持食品品质，而且也用于谷物、饲料、药品、衣料、皮毛、精密仪器等物品的保存、防锈等。某“铁基脱氧剂”的主要成分是还原 Fe 粉，使用一段时间后部分 Fe 粉会变为 Fe₂O₃。将一包使用过一段时间的脱氧剂用稀盐酸浸泡，浸泡过程中粉末表面有大量细小无色气泡产生。

活动 1 根据上述现象写出用盐酸浸泡时脱氧剂发生反应的离子方程式。

提示：Fe + 2H⁺ === Fe²⁺ + H₂ ↑、Fe₂O₃ + 6H⁺ === 2Fe³⁺ + 3H₂O、2Fe³⁺ + Fe === 3Fe²⁺。

活动 2 甲同学用如下方法验证了溶液中 Fe²⁺ 的存在：取少量上层清液，加入某试剂 X，出现白色沉淀，并很快变为灰绿色，将沉淀倾倒在滤纸上，沉淀逐渐变为红褐色。试剂 X 是什么？写出滤纸上沉淀发生变化时反应的化学方程式。

提示：NaOH 溶液（或氨水等）；4Fe(OH)₂ + O₂ + 2H₂O === 4Fe(OH)₃。

活动 3 乙同学另取少量上层清液，滴加氯水后溶液呈棕黄色，再滴加 KSCN 溶液，溶液变红。写出滴加氯水后溶液变棕黄的反应的离子方程式。

提示：2Fe²⁺ + Cl₂ === 2Fe³⁺ + 2Cl⁻。

活动 4 人体内的血红蛋白是含铁的化合物,铁元素化合价的变化使血红蛋白具有固定氧和输送氧的功能。血红蛋白中铁的化合价主要为+2 价。血红蛋白中铁若被亚硝酸盐氧化而出现人体中毒,可服用维生素 C 解毒,其原理是什么?

提示:亚硝酸盐使血红蛋白中的+2 价铁变为+3 价铁,不能结合氧而中毒,维生素 C 具有还原性,可以将+3 价铁再还原为+2 价铁而解毒。

[评价活动]

1.要除去 FeCl₂ 溶液中少量的 FeCl₃,可行的方法是 ()

- A.滴入 KSCN 溶液
- B.通入氯气
- C.加入适量铜粉并过滤
- D.加入适量铁粉并过滤

D 解析:KSCN 溶液只能检验 Fe³⁺ 的存在,A 错误;通入氯气能将 FeCl₂ 氧化为 FeCl₃,B 错误;加入铜粉发生反应:Cu+2Fe³⁺====2Fe²⁺+Cu²⁺,引入新杂质 Cu²⁺,C 错误;加入铁粉发生反应:Fe+2Fe³⁺====3Fe²⁺,过滤除去剩余铁粉,得到纯净的 FeCl₂ 溶液,D 正确。

2.已知下述三个实验均能发生化学反应:

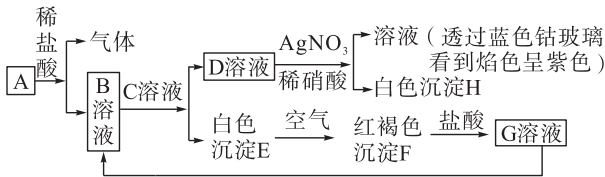
①	②	③
将铁钉放入硫酸铜溶液中	向硫酸亚铁溶液中滴入几滴氯水	将铜丝放入氯化铁溶液中

下列判断错误的是 ()

- A.实验①中铁钉只作还原剂
- B.实验②中发生了氧化还原反应
- C.实验③中发生的是置换反应
- D.上述实验证明氧化性:Cl₂>Fe³⁺>Cu²⁺>Fe²⁺

C 解析:由于铁比铜活泼,所以实验①中发生反应:Fe+Cu²⁺====Fe²⁺+Cu,铁为还原剂置换出铜,A 正确;氯水中的 Cl₂ 具有强氧化性,能将 Fe²⁺ 氧化为 Fe³⁺,发生氧化还原反应:2Fe²⁺+Cl₂====2Fe³⁺+2Cl⁻,B 正确;由于 Fe³⁺ 具有较强的氧化性,将铜氧化为 Cu²⁺,而自身被还原为 Fe²⁺,离子方程式为 Cu+2Fe³⁺====2Fe²⁺+Cu²⁺,故发生的不是置换反应,C 错误;实验②能够说明 Cl₂ 的氧化性强于 Fe³⁺,实验③能够说明 Fe³⁺ 的氧化性强于 Cu²⁺,所以氧化性强弱顺序:Cl₂>Fe³⁺>Cu²⁺,金属活动性顺序:Fe>Cu,故阳离子的氧化性强弱顺序:Cu²⁺>Fe²⁺,D 正确。

3.已知有以下物质相互转化:



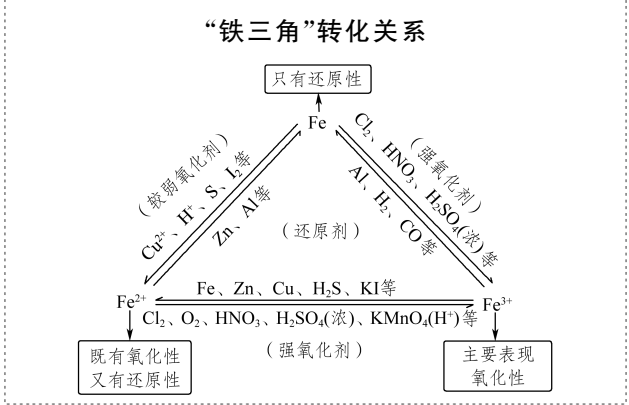
请回答下列问题:

- (1) B 的化学式为 _____, D 的化学式为 _____。
- (2)由 E 转变成 F 的化学方程式为 _____。
- (3)常用 _____ 检验 G 中的阳离子,其现象为 _____。
- (4)向 G 溶液加入 A 的有关反应的离子方程式为 _____。

解析:根据流程图,推知 D 溶液为 KCl 溶液,H 为 AgCl,E 为 Fe(OH)₂,F 为 Fe(OH)₃,G 为 FeCl₃,然后根据图中物质间的转化关系,推知 A 为 Fe,B 为 FeCl₂,C 为 KOH。

答案:(1)FeCl₂ KCl
(2)4Fe(OH)₂+2H₂O+O₂====4Fe(OH)₃
(3)KSCN 溶液 棕黄色溶液变为红色溶液
(4)2Fe³⁺+Fe====3Fe²⁺

任务总结



任务二 Fe³⁺ 和 Fe²⁺ 的检验

[探究活动]

某同学为了检验家中的一瓶补铁药(主要成分为 FeSO₄)是否变质,查阅了有关资料,得知 Fe²⁺ 能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使高锰酸钾溶液褪色,并结合已学的知识设计了如下实验:将药片除去糖衣研细后,溶解过滤,取滤液分别加入两支试管中,在一支试管中滴入酸性高锰酸钾溶液,在另一支试管中滴入 KSCN 溶液。

活动 1 ①若滴入酸性高锰酸钾溶液后褪色,滴入 KSCN 溶液后不变红,可以得出什么结论?

②在①所得溶液中再滴加氯水,会观察到什么现象?

提示:① Fe^{2+} 没有被氧化,补铁药没有变质;②溶液变红。

活动2 若滴入酸性高锰酸钾溶液后不褪色,滴入KSCN溶液后变红,可以得出什么结论?

提示: Fe^{2+} 完全被氧化,补铁药完全变质。

活动3 ①若滴入酸性高锰酸钾溶液后褪色,滴入KSCN溶液后变红,可以得出什么结论?

②在①的情况下,向其中一支试管中滴加适量的氢氧化钠溶液,根据现象能证明滤液中含有 Fe^{2+} 吗?

提示:① Fe^{2+} 部分被氧化,补铁药部分变质;②不能。

[评价活动]

1.下列有关铁的化合物的表述不正确的是 ()

A.(2022·广东卷改编) FeCl_3 在水中可生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,故 FeCl_3 可用作净水剂

B.(2022·海南卷改编) FeCl_2 溶液中滴加KSCN溶液,溶液不会变红

C.(2022·全国甲卷)将铁锈溶于浓盐酸,滴入 KMnO_4 溶液,紫色褪去,证明铁锈中含有二价铁

D.(2022·江苏卷)向盛有 FeSO_4 溶液的试管中滴加几滴KSCN溶液,振荡,再滴加几滴新制氯水,观察溶液颜色变化,可证明 Fe^{2+} 具有还原性

C 解析: FeCl_3 在水中可生成具有吸附性的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体, FeCl_3 可用作净水剂,A正确; FeCl_3 溶液中滴加KSCN溶液,溶液变红色,实验室通常用这种方法检验 Fe^{3+} 的存在, FeCl_2 溶液中滴加KSCN溶液,溶液不变色,B正确;铁锈中含有Fe,Fe与浓盐酸可反应生成 Fe^{2+} ,滴入 KMnO_4 溶液,紫色褪去,不能说明铁锈中一定含有二价铁,C错误;向盛有 FeSO_4 溶液的试管中滴加几滴KSCN溶液,无现象,振荡,再滴加几滴新制氯水,溶液变为红色, Fe^{2+} 被新制氯水氧化,说明 Fe^{2+} 具有还原性,D正确。

2.化学老师在课堂上演示了一个“血手印”魔术。他预先在手上喷上KSCN溶液,然后印在白纸上晾干。用某溶液喷洒白纸,白纸立刻出现红色手印,该溶液不可能是 ()

A. FeSO_4 溶液

B. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液

C. FeCl_2 与 FeCl_3 的混合液

D. FeCl_3 溶液

A 解析: Fe^{3+} 与 SCN^- 结合生成红色的 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, FeSO_4 溶液中无 Fe^{3+} ,故不可能。

3.硫酸亚铁缓释片可以补铁、防治贫血,但存放不当很容易变质,药片中的 Fe^{2+} 被氧化生成 Fe^{3+} 。若将药片配成溶液,需使用刚刚煮沸过又冷却的蒸馏水,原因是_____。实验室检验 Fe^{3+} ,除了可以用碱外,常用的试剂是_____ (填化学式),若_____,则证明有 Fe^{3+} 。

解析:硫酸亚铁缓释片溶于水时,药片中的 Fe^{2+} 易被水中溶解的 O_2 氧化为 Fe^{3+} ,因此将药片配成溶液时,应预先将蒸馏水煮沸,以除去水中溶解的 O_2 ;检验 Fe^{3+} ,还可以用KSCN溶液, Fe^{3+} 与 SCN^- 发生反应使溶液变成红色。

答案:防止水中溶解的 O_2 氧化 Fe^{2+} KSCN 溶液变成红色

任务总结

(1)检验溶液中是否含有 Fe^{3+} ,可用KSCN溶液;需要注意 Fe^{3+} 与 SCN^- 反应的现象是溶液变为红色,而不是产生红色沉淀。

(2)含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的混合溶液中 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的检验

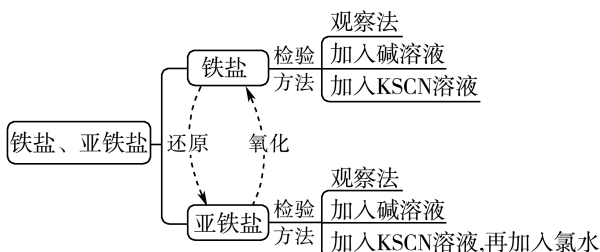
混合溶液 $\xrightarrow[\text{KMnO}_4 \text{ 溶液}]{\text{滴加酸性}}$ KMnO_4 溶液紫红色褪去,说明含有 Fe^{2+} ;

混合溶液 $\xrightarrow{\text{滴加 KSCN 溶液}}$ 溶液变红,说明含有 Fe^{3+} 。

(3) Fe^{2+} 的特征检验方法

待测溶液 $\xrightarrow{\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \text{ 溶液}}$ 产生蓝色沉淀,说明溶液中含有 Fe^{2+} ,发生的反应为 $\text{K}^+ + \text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$ 。

► 提质归纳



课后素养评价(十五)

基础性·能力运用

知识点1 铁盐和亚铁盐

1.《新修本草》是我国古代中药学著作之一,其中有关“青矾”的描述:“本来绿色,新出窟未见风者,正如琉璃……烧之赤色……”据此推测,“青矾”的主要成分为 ()

- A. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
 B. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
 C. $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 D. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

B 解析:青矾是绿色的,A为蓝色晶体,B为绿色晶体,C为无色晶体,D为黄色晶体,所以判断“青矾”的主要成分为 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,选B。

2.人体血红蛋白中含有 Fe^{2+} ,如果误食亚硝酸盐会使人中毒,因为亚硝酸盐会使 Fe^{2+} 发生变化,生成高铁血红蛋白而丧失与 O_2 结合的能力。该过程中铁元素的化合价 ()

- A.升高
 B.不变
 C.降低
 D.无法判断

A 解析:亚硝酸盐会使 Fe^{2+} 转变为 Fe^{3+} ,生成高铁血红蛋白而丧失与 O_2 结合的能力,则此过程中铁元素的化合价升高,故A正确。

3.硫酸亚铁溶液中含有杂质硫酸铜和硫酸铁,为除去杂质,提纯硫酸亚铁,应该加入下列物质中的 ()

- A.锌粉 B.镁粉
 C.铁粉 D.铝粉

C 解析:铁粉可将硫酸铁转化为硫酸亚铁,将硫酸铜转化为硫酸亚铁和单质铜,然后过滤即可提纯硫酸亚铁,锌、镁、铝都有可能将亚铁离子置换成铁,还会引入新的杂质锌离子、镁离子、铝离子等。

4.下列反应的离子方程式书写正确的是 ()

- A.将铜屑加入含 Fe^{3+} 的溶液中: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
 B.氯化铁溶液中加入铁粉: $\text{Fe} + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}$
 C.向硫酸亚铁溶液中加入过氧化氢溶液: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$
 D.向氯化亚铁溶液中通入氯气: $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

A 解析:B项应为 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$,错误;C

项应为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$,错误;D项应为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$,错误。

知识点2 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的检验方法

5.下列有关物质检验的说法正确的是 ()

- A.用酸性高锰酸钾溶液检验 FeCl_3 溶液中是否含有 FeCl_2
 B.取少量待测液于一试管中,先滴入几滴KSCN溶液,溶液不变红;再滴入几滴新制氯水,溶液变红,说明待测液中有 Fe^{2+} 而没有 Fe^{3+}
 C.为了检验菠菜中的铁元素,可将菠菜灼烧、溶解、过滤,然后取少量滤液于一试管中,先加入过量 H_2O_2 溶液,再滴加几滴KSCN溶液,观察溶液是否变红
 D.为检验一碱性洗涤液中是否含有 Cl^- ,可取少量洗涤液于一试管中,滴入几滴稀硝酸酸化的硝酸银溶液,如果有沉淀产生,说明洗涤液中含有 Cl^-

B 解析: Fe^{2+} 、 Cl^- 在酸性条件下均能被高锰酸钾氧化,则不能确定是否含 Fe^{2+} ,故A错误;滴入几滴KSCN溶液不显红色,可知不含 Fe^{3+} ,再滴几滴新制的氯水,变为红色,可知 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ,则原溶液中有 Fe^{2+} 而没有 Fe^{3+} ,故B正确;将菠菜灼烧,菠菜中的铁元素会转化为氧化铁,加水不溶解,所以应该加硝酸溶解,或加稀硫酸和 H_2O_2 溶液,然后再滴加几滴KSCN溶液,观察溶液是否变红色,故C错误; Cl^- 、 Br^- 、 I^- 等离子均能与硝酸银反应生成难溶于硝酸的沉淀,所以滴入几滴硝酸酸化的硝酸银溶液,如果有沉淀产生,不能说明洗涤液中含有 Cl^- ,故D错误。

6.为了检验某 FeCl_2 溶液是否变质,可向溶液中加入 ()

- A.稀硫酸
 B.铁片
 C.KSCN溶液
 D.酸性 KMnO_4 溶液

C 解析: FeCl_2 易被氧化为 FeCl_3 而变质。 Fe^{3+} 与稀硫酸不反应,A错误; FeCl_2 溶液中若含有 Fe^{3+} ,加入铁片,Fe与 Fe^{3+} 反应,但溶液颜色变化不明显,B错误; Fe^{2+} 与 SCN^- 不反应,但 Fe^{3+} 与 SCN^- 反应使溶液变红,C正确; KMnO_4 只与 Fe^{2+} 反应,

- 不与 Fe^{3+} 反应,D 错误。
- 7.下列试剂可用于检验 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中是否含有 Fe^{2+} 的是 ()
- A.NaOH 溶液
B.KSCN 溶液
C.酸性 KMnO_4 溶液
D.氯水
- C 解析:滴加少量酸性 KMnO_4 溶液,若紫红色褪去,则证明有 Fe^{2+} 存在。
- 8.在下列溶液中加入 KSCN 溶液,溶液不会显红色

- 的是 ()
- A.加入足量铁粉后的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液
B.Fe 在 Cl_2 中燃烧所得产物的水溶液
C.长期暴露在空气中的绿矾溶液
D.加入氯水后的 FeSO_4 溶液
- A 解析:A 项,足量铁粉加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中发生反应: $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$,溶液中无 Fe^{3+} ;B 项,Fe 在 Cl_2 中燃烧生成 FeCl_3 ;C 项,绿矾溶液长期暴露在空气中, Fe^{2+} 易被 O_2 氧化为 Fe^{3+} ;D 项,氯水可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 。

综合性·创新提升

- 9.为了除去硫酸铜溶液中含有的杂质 Fe^{2+} ,先加入合适的氧化剂使 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,下列物质中最好选用 ()
- A. KMnO_4 溶液
B. H_2O_2 溶液
C.氯水
D. HNO_3 溶液
- B 解析:A、C、D 三项中的氧化剂虽均能使 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,但同时会引入新的杂质, H_2O_2 具有氧化性,能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,还原产物为水,不引入新杂质,故选 B。
- 10.为探究铁及其化合物的性质,某化学兴趣小组利用铁与水蒸气反应所得的固体进行实验,先用过量盐酸溶解,并分成 4 份,继续以下实验:

实验	操作与现象
①	加入高锰酸钾溶液,紫色褪去
②	加入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液,生成蓝色沉淀
③	加入 KSCN 溶液,无明显现象
④	加入 NaOH 溶液,生成的白色沉淀逐渐变为灰绿色,最后变为红褐色

- 依据上述实验现象,下列结论合理的是 ()
- A.实验①说明溶液中一定含有 Fe^{2+}
B.实验③说明该固体中不含三价铁
C.实验②③说明反应后的固体中有铁剩余
D.实验④中灰绿色的沉淀是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- C 解析:高锰酸钾溶液会与盐酸发生氧化还原反应而褪色,A 错误;实验③说明溶液中含有 Fe^{3+} ,但不能说明固体中没有三价铁,也可能是溶于盐酸时,过量的铁单质把三价铁还原了,B 错误;实验②说明溶液中含有 Fe^{2+} ,实验③说明溶液中含有 Fe^{3+} ,而铁与水蒸气能生成三价铁,所以可以推

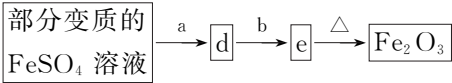
- 知反应后的固体中有铁剩余,C 正确;灰绿色的沉淀是 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的中间产物,D 错误。
11. FeCl_3 、 CuCl_2 混合溶液中加入铁粉,充分反应后仍有固体存在,下列判断不正确的是 ()
- A.加入 KSCN 溶液后,溶液不变红色
B.溶液中一定含有 Fe^{3+}
C.溶液中可能含 Cu^{2+}
D.剩余固体中一定有铜
- B 解析: Fe^{3+} 的氧化性强于 Cu^{2+} ,加入铁粉,根据氧化还原反应中先强后弱规律,反应先后顺序为 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 。因为有固体存在,该固体可能是铁、铜的混合物,也可能是铜,无论哪种情况,溶液中一定不含有 Fe^{3+} ,因此加入 KSCN 溶液后,溶液不变红,故 A 正确,B 错误;如果铁粉与 Cu^{2+} 反应,铁粉不足,溶液中有 Cu^{2+} ,固体为铜单质,也符合题意,故 C 正确;根据上述分析,剩余固体中一定含有铜,故 D 正确。
- 12.长期放置的 FeSO_4 溶液易被氧化而变质,某兴趣小组进行了如下实验。
- (1)设计实验检验 FeSO_4 溶液的变质程度。

项目	实验方案	实验现象	实验结论
步骤 1	取待测液于试管中,向其中滴加 KSCN 溶液	_____	FeSO_4 溶液部分变质
步骤 2	_____	_____	

①将上述方案补充完整。

②若要使部分变质的 FeSO_4 复原,方法是_____ (写离子方程式)。

(2)利用部分变质的 FeSO_4 溶液制备 Fe_2O_3 。



①填写下列各空(化学式或离子符号):

a. _____, b. _____, d. _____, e. _____。

②若 100 mL 该变质溶液制得 1.6 g Fe_2O_3 ,则变质前 FeSO_4 溶液的浓度为_____。

(3) FeSO_4 可用作补铁剂,使用时建议与维生素 C 同服,同学甲猜测维生素 C 可将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} ,以利于人体吸收。为了验证这一猜想,设计了如下实验:

实验方案	实验现象
取适量 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液于试管中,加入维生素 C 片,振荡溶解后,滴加酸性 KMnO_4 溶液	紫色褪去

由上述实验能否得出“维生素 C 可将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} ”的结论? 请说明理由:_____。

解析:(1)①要想证明 FeSO_4 溶液部分变质,需要证明溶液中含有 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} ;步骤 1 中,向待测液中加入 KSCN 溶液,溶液变为红色,说明溶液中

含有 Fe^{3+} ;步骤 2 中,向待测液中加入酸性 KMnO_4 溶液,酸性 KMnO_4 溶液褪色,说明溶液中含有 Fe^{2+} 。②若要使变质的 FeSO_4 溶液复原,可以向溶液中加入过量的铁粉,再经过滤除去剩余的铁粉即可,反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$ 。(2)①利用部分变质的 FeSO_4 溶液制

备 Fe_2O_3 的路线:部分变质的 FeSO_4 溶液 $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_2}$ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ $\xrightarrow{\text{NaOH}}$ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ $\xrightarrow{\Delta}$ Fe_2O_3 ,故 a 为 H_2O_2 ,d 为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$,b 为 NaOH ,e 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。② $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{1.6 \text{ g}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}$,则变质前,100 mL FeSO_4 溶液中, $n(\text{FeSO}_4) = 0.02 \text{ mol}$,故 $c(\text{FeSO}_4) = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} =$

$0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(3)该实验现象不能验证猜想,因为维生素 C 也具有还原性,若维生素 C 过量,也可使酸性 KMnO_4 溶液褪色,则无法说明一定有 Fe^{2+} 生成。

答案:(1)①溶液变红 取待测液于试管中,向其中滴加少量酸性 KMnO_4 溶液 紫色褪去

② $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$

(2)① H_2O_2 NaOH $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ $\text{Fe}(\text{OH})_3$

② $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(3)不能,维生素 C 可能过量,也可使酸性 KMnO_4 溶液褪色,则无法说明一定有 Fe^{2+} 生成

第二节 金属材料

第 1 课时 合金

学习任务目标

- 1.结合真实情境中的应用实例或通过实验探究,理解合金的主要性质。
- 2.结合真实情境中的应用实例,明确合金在生产、生活中的应用。

问题式预习

一、合金

1.金属材料

金属材料包括纯金属和合金。

2.合金

(1)合金的特点

- ①合金具有许多优良的物理、化学或机械性能,如合金的硬度、熔点不同于其成分金属。
- ②合金的性能可以通过所添加的合金元素的种类、含量和生成合金的条件等加以调节。

(2)合金的结构与性质

纯金属形成合金后,硬度变大的原因为改变了金属原子有规则的层状排列,使原子层之间的相对滑动变得困难。

二、常见的合金

1.铁合金

- (1)常见铁合金:生铁和钢是含碳量不同的两种铁碳合金。
- (2)特点:生铁硬度大、抗压、性脆,可以铸造成型。钢有良好的延展性,机械性能好。
- (3)钢——用量最大、用途最广的合金

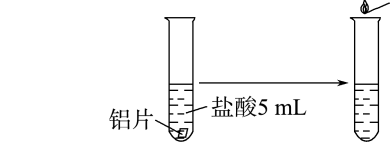
钢	按化学成分	碳素钢	按碳的百分含量	低碳钢:含碳量低于0.3%
				中碳钢:含碳量为0.3%~0.6%
				高碳钢:含碳量高于0.6%
		合金钢		

2.铝和铝合金

(1)铝

- ①铝的存在:铝是地壳中含量最多的金属元素。
- ②化学性质
- a.铝与氧气:常温下铝与空气中的氧气反应,表面生成一层致密的氧化铝薄膜,对内部金属起着保护作用。

b.铝、氧化铝与稀盐酸反应

实验操作	
实验现象	刚开始没有气泡,一段时间后,铝片逐渐溶解,有无色气泡冒出,将点燃的木条放在试管口有爆鸣声
实验结论	铝表面的(氧化铝)薄膜和铝均能与盐酸发生反应
化学方程式	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \text{====} 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}, 2\text{Al} + 6\text{HCl} \text{====} 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$

c.铝、氧化铝与 NaOH 溶液反应

实验操作	
实验现象	开始没有气泡,一段时间后,铝片逐渐溶解,有无色气泡冒出,将点燃的木条放在试管口有爆鸣声 立即产生气泡,铝片逐渐溶解,将点燃的木条放在试管口有爆鸣声
实验结论	铝、氧化铝均能与 NaOH 溶液反应
化学方程式	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \text{====} 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4], 2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \text{====} 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$

d.两性氧化物

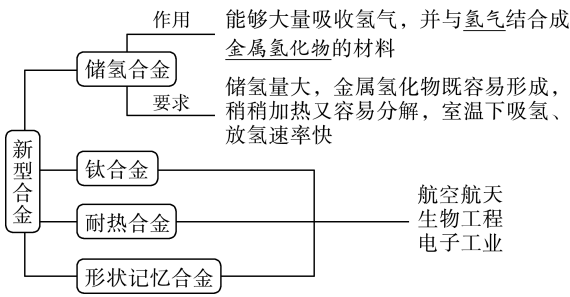
既能与酸反应又能与碱反应的氧化物,叫两性氧化物。

(2)铝合金

①铝合金中的合金元素有 Cu、Mg、Si、Mn、Zn 及稀土元素等。

②硬铝:密度小、强度高,具有较强的抗腐蚀能力,是制造飞机和宇宙飞船的理想材料。

3.新型合金



任务型课堂

任务一 合金的组成、性质及形成条件

[探究活动]

超级钢的开发和应用已成为国际上钢铁领域的研究热点,是钢铁领域的一次重大革命。超级钢的晶粒直径仅有 1 微米,为一般钢铁的 1/20~1/10,所以它的组织细腻,强度高,韧性也很大。

活动 1 超级钢含有 Mn、C、Al、V 等元素,它的性质是各成分金属的性质之和吗?

提示:不是。合金具有许多优良的物理、化学性质和机械性能,在物理性质、机械性能方面优于各成分金属,不是简单地加和;但一般认为在化学性质上,合金体现的是各成分金属的化学性质。

活动 2 查阅资料可得:超级钢的熔点是 1 350~1 460 ℃,则可推断纯铁的熔点是_____。

- A.1 085 ℃
- B.1 160 ℃
- C.1 200 ℃
- D.1 535 ℃

提示:D。合金的熔点低于成分金属的熔点。超级钢为合金,熔点是 1 350~1 460 ℃,纯铁的熔点应高于 1 460 ℃。

活动 3 有同学认为,超级钢性能优良,耐腐蚀,即使遇到稀盐酸也不会被腐蚀,这种说法正确吗? 请用化学方程式说明。

提示:不正确。化学方程式: $\text{Fe} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$; $2\text{Al} + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。

活动 4 已知铜的熔点为 1 083 ℃,钠的沸点为 883 ℃,铜与钠能否形成合金?

提示:不能。因为当铜开始熔化时,钠已经汽化,所以

二者不能形成合金。

[评价活动]

1.下列关于合金的说法错误的是 ()

- A.合金是由两种或两种以上的金属或金属与非金属熔合而成的具有金属特性的物质
- B.镁铝合金的硬度比镁和铝都小
- C.在合金中加入适量的稀土金属能极大改善合金的性能
- D.青铜、硬铝、钢都是合金

B 解析:合金是由两种或两种以上的金属或金属与非金属熔合而成的具有金属特性的物质,故 A 正确;镁铝合金的硬度比镁和铝都大,故 B 错误;在合金中加入适量的稀土金属能极大改善合金的性能,故 C 正确;青铜、硬铝、钢都是由两种或两种以上的金属(或金属与非金属)熔合在一起形成的具有金属特性的物质,属于合金,故 D 正确。

2.飞船轨道舱壳体结构使用了大量的铝合金材料,铝合金材料有此作用,与下列的性质无关的是 ()

- A.质量轻
- B.耐腐蚀
- C.可塑性好
- D.导电性好

D 解析:飞船轨道舱壳体结构使用了大量的铝合金材料,是因为铝合金具有密度小、硬度大、耐腐蚀和良好的可塑性等特性,与其导电性无关。

3.经研究发现,由 95% 铝和 5% 镓、铟及锡组成的新型合金与水能快速反应制得氢气,整个反应中只消耗铝,而反应生成的 Al_2O_3 可回收再利用,这样不仅降低了制氢气的成本,而且方便快捷,这一发现

将燃氢汽车的研发推向新的里程碑。下列有关说法不正确的是 ()

- A. 此合金一定比纯铝柔软
B. 铝作为还原剂,有资源丰富的优势
C. 合金与水反应的总反应方程式为 $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$
D. 合金中的镓、铟及锡对铝与水的反应可能起催化作用

解析: 一般情况下,合金的硬度比其组成金属的硬度都大,故 A 错误;在此反应中,铝发生氧化还原反应生成氧化铝,化合价升高,是还原剂,故 B 正确;在此反应中,铝与水发生反应,生成氢气,反应的化学方程式为 $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$,故 C 正确;常温下,铝与水的反应缓慢,而加入镓、铟及锡后,化学反应速率变快,且镓、铟及锡的含量及化学性质均不发生变化,故其可能是催化剂,故 D 正确。

任务总结

合金与纯金属的性能差异

- (1) 合金的硬度比其成分金属大,机械性能一般优于各成分金属。
(2) 合金的熔点一般低于它的各成分金属。
(3) 合金具有各成分金属的化学性质,合金一定是混合物。

任务二 铝与盐酸、氢氧化钠溶液的反应与计算

[探究活动]

铝在空气中与氧气发生反应会形成一层致密的氧化铝薄膜,这些铝制品比较耐腐蚀,所以不少铝制品在厨房中也占有一席之地。

活动 1 能用铝制餐具蒸煮或长时间存放酸性或碱性物质吗?

提示: 不能,因为铝和氧化铝均能与酸、碱反应。

活动 2 等质量的铝分别与足量的盐酸和氢氧化钠溶液反应,两者产生氢气的量有什么关系?

提示: 产生氢气的量相等。

活动 3 根据铝的性质分析,如何除去镁粉中的铝粉?

提示: 将样品加入足量的 NaOH 溶液,然后过滤、洗涤、干燥。

[评价活动]

1. 用等质量的金属钠进行下列实验,产生氢气最多的是 ()

- A. 将钠放入足量的稀盐酸中
B. 将钠放入足量的稀硫酸中
C. 将钠放入足量的氯化钠溶液中
D. 将钠用铝箔包好,并刺一些小孔,放入足量的水中

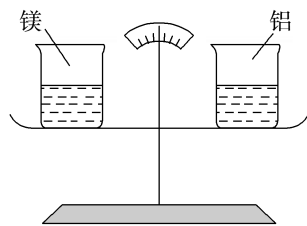
解析: 钠与足量水或酸反应生成氢气的量由钠的量决定,A、B、C 中钠的质量相等,所以三者放出氢气的体积相等;D 项首先是钠与水反应生成氢氧化钠和氢气,而生成的氢氧化钠能与铝反应生成氢气,所以放出的氢气比前三种情况多,故 D 项正确。

2. 等量镁铝合金粉末分别与下列四种过量物质充分反应,放出氢气最多的是 ()

- A. NaOH 溶液
B. 稀硫酸
C. 蔗糖溶液
D. NaCl 溶液

解析: 镁和铝都能与稀硫酸反应,而与 NaOH 溶液反应时,只有铝参加反应;C、D 项均不与镁和铝反应,无氢气放出。

3. 将两个盛有足量等质量、等质量分数的稀硫酸的烧杯放在天平两端,调平,同时向两烧杯中分别加入等质量、形状相似的铝和镁,如图所示。从开始反应到不再产生气体为止,指针偏转的情况是 ()



- A. 先偏左后偏右
B. 先偏右后偏左
C. 一直偏右
D. 一直偏左

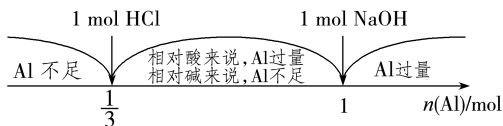
解析: 由于镁的活动性比铝强,镁与酸反应产生氢气的速率比铝大,所以刚开始时指针应该先向右偏转;根据等质量金属完全反应放出氢气的质量 = $\frac{\text{金属的化合价}}{\text{金属的相对原子质量}} \times \text{金属的质量}$,可知镁、铝完

全反应放出氢气的质量: 铝 > 镁, 所以, 指针应该再向左偏转。

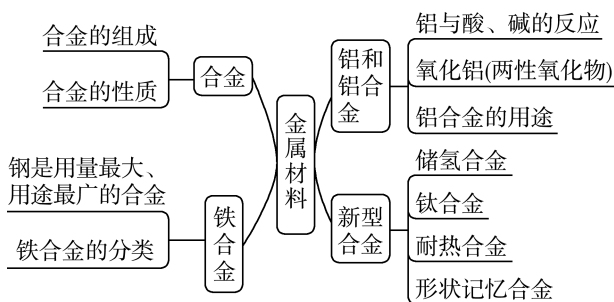
任务总结

灵活利用数轴分析铝与酸、碱反应时量的

关系



► 提质归纳



课后素养评价(十六)

基础性·能力运用

知识点 1 合金的性质及应用

1.下列有关说法中,不正确的是 ()

- A. 镁合金的硬度、强度、熔点均高于纯镁
B. 青铜器的成分主要是 Cu-Sn 合金
C. “熬胆矾铁釜，久之亦化为铜”，该过程发生了置换反应

D.金首饰中常加入一定量的铜或银以增大硬度

A 解析:合金的硬度和强度等机械性能要优于成分金属,镁合金的硬度、强度均高于纯镁,但熔点低于纯镁,A 错误;青铜器其成分主要是 Cu-Sn 合金,B 正确;铁置换铜属于湿法炼铜,该过程发生了置换反应,C 正确;金首饰中常加入一定量的铜或银,形成金的合金,合金的硬度大于其成分金属,D 正确。

2.合金的应用极大地促进了人类社会的发展。下列不属于合金的是 ()

- A.狗首铜像
B.柔性显示屏(基础材料:石墨烯)
C.流通硬币
D.潜水器外壳(钛、铝等)

B 解析:合金是由两种或两种以上金属或金属与非金属熔合而成的具有金属特性的物质。狗首铜像属于合金;柔性显示屏(基础材料:石墨烯)不属于合金;流通硬币属于合金;潜水器外壳(钛、铝等)属于合金。

3. 不锈钢的合金元素主要是 ()

- A.Cr 和 Ni
B.Cu 和 Mg
C.Mn 和 Si
D.Co 和 Mo

A 解析:不锈钢属于铁的合金,它的合金元素主要是铬和镍,故 A 正确。

4.合金具有许多优良的物理、化学或机械性能,广泛应用于交通工具、航空航天等领域。下列有关合金的说法不正确的是 ()

- A. 硬铝可用于制造飞机的外壳
- B. 钛合金可用于制造“蛟龙”号载人潜水器的耐压球壳
- C. 不锈钢可用于制造地铁列车的车体
- D. 钠钾合金可用于制造飞机的发动机叶片

D 解析:硬铝为铝合金,密度小,硬度大,可用于制造飞机的外壳,A 正确;钛合金硬度大,我国“蛟龙”号载人潜水器的耐压球壳是用钛合金制造的,B 正确;不锈钢硬度大,耐腐蚀,可用于制造地铁列车的车体,C 正确;钠钾合金常温下为液体,不能用于制造飞机的发动机叶片,D 错误。

5.下列材料中所涉及的合金不属于新型合金的是 ()

- A.飞机涡扇使用的耐高温的合金材料
B.“蛟龙”号载人潜水器使用的钛合金
C.不锈钢盆
D.新能源汽车储氢材料

C 解析:飞机涡扇使用的耐高温的合金材料是 Ni-Co 合金,属于新型合金,A 不符合题意;由于钛合金的硬度大、耐酸碱的腐蚀,因此用作“蛟龙”号载人潜水器的舱体材料等,属于新型合金,B 不符合题意;不锈钢是一种由铁和碳元素形成的传统合金,还添加了少量的铬、镍等金属,不属于新型合金,C 符合题意;新能源汽车储氢材料,如 Ti-Fe 合金、La-Ni 合金等,属于新型合金,D 不符合题意。

知识点 2 铝、氧化铝与酸碱的反应

6.我国铝材工业水平处于世界领先行列。下列说法中,不正确的是 ()

- A.常温下,铝制品耐腐蚀是因为铝不活泼
- B.铝制餐具不宜长时间盛放酸性食物
- C.铝合金密度小、强度高,广泛应用于航空领域
- D.工业上可以用盐酸去除铝表面的氧化膜

A 解析:常温下,铝表面容易与氧气反应形成一层致密的氧化物薄膜,保护铝不被腐蚀,A 错误;铝及其表面的氧化膜均能与酸发生反应,所以铝制餐具不宜长时间盛放酸性食物,B 正确;铝合金密度小、强度高,具有较强的抗腐蚀能力,广泛应用于航空领域,C 正确;铝表面的氧化膜成分为氧化铝,氧化铝可与盐酸反应生成可溶性的氯化铝与水,D 正确。

7.某溶液中加入铝粉,有 H₂ 放出,在该溶液中一定能大量共存的离子组是 ()

- A.K⁺、Mg²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻
- B.Na⁺、NH₄⁺、SO₄²⁻、HCO₃⁻
- C.Na⁺、K⁺、SO₄²⁻、Cl⁻
- D.K⁺、Na⁺、NO₃⁻、CO₃²⁻

C 解析:加入铝粉有 H₂ 放出,溶液中可能有 H⁺ 或 OH⁻。A 项,Mg²⁺ 与 OH⁻ 不共存;B 项,NH₄⁺ 与 OH⁻ 不能共存,HCO₃⁻ 与 H⁺、OH⁻ 不能共存;D 项,H⁺ 与 CO₃²⁻ 不共存。

8.易拉罐的主要成分为铝合金,其中以铝铁合金和铝镁合金最为常见。为确定铝合金中金属的成分,现取几小块易拉罐碎片进行下列实验,其中实验方案、现象与结论均正确的是 ()

选项	实验方案	现象与结论
A	加入盐酸	产生无色气体,含铝、铁、镁三种金属
B	加入 NaOH 溶液	有无色气体产生,含有镁、铝两种金属
C	加入盐酸后,向所得溶液中再加入少量 NaOH 溶液	产生白色沉淀,一定只含有镁
D	用盐酸溶解并放置一段时间后,加入 KSCN 溶液	溶液呈红色,含有铁

D 解析:因铝、铁、镁都能和盐酸反应产生气体,故不能确定含有铝、铁、镁三种金属,A 项错误;铝、铁、镁中只有铝可与 NaOH 溶液反应生成无色气体,不能证明含有镁,B 项错误;加入盐酸后,向所得溶液中再加入少量 NaOH 溶液,产生白色沉淀,则合金中可能含有镁,也可能含有铝,C 项错误;铁与盐酸反应生成亚铁离子,在空气中放置一段时间,亚铁离子易被氧化为铁离子,向溶液中滴加 KSCN 溶液,溶液呈红色,D 项正确。

综合性·创新提升

9.下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是 ()

- A.铝的金属活动性强,可用于制作铝金属制品
- B.氧化铝熔点高,可用作电解冶炼铝的原料
- C.氢氧化铝受热分解,可用于中和过多的胃酸
- D.明矾溶于水并水解形成胶体,可用于净水

D 解析:铝具有很好的延展性,可用于制作铝金属制品,与铝的活动性无对应关系,A 项错误。氧化铝熔点高,可用作耐高温材料;铝是活泼金属,用电解法冶炼,选择氧化铝作为原料是因为氧化铝是离子化合物,在熔融状态下能导电,与熔点高无关,B 项错误。氢氧化铝具有弱碱性,可以中和过多的胃酸,与氢氧化铝受热分解无关,C 项错误。明矾的化学式为 KAl(SO₄)₂·12H₂O,Al³⁺ 发生水解生成 Al(OH)₃ 胶体,可以吸附水中悬浮的颗粒物,从而

起到净水的作用,D 项正确。

10.比较某合金与铁的相关物理性质,有关数据如下表所示:

物质	熔点/ ℃	密度/ (g·cm ⁻³)	硬度(金 刚石为 10)	导电性 (银为 100)
某合金	2 500	3.00	7.4	2.3
铁	1 535	7.86	4.5	17

已知该合金耐腐蚀。由以上性质可以看出该合金不适合用于制作 ()

- A.导线
- B.门窗框
- C.炉具
- D.飞机外壳

A 解析:根据表中数据可知,该合金的熔点高、硬度大、导电性差,故不适宜作导线。

11.某核潜艇上的核反应堆使用了液态铝钠合金作为载热介质。下列有关说法不恰当的是 ()

- A.铝钠合金的熔点低于铝的熔点
- B.钠、铝在常温下都可以与空气中的氧气反应
- C.将 $m\text{ g}$ 不同组成的铝钠合金分别投入足量盐酸中,若放出氢气越多,则合金中铝的质量分数越小
- D.将含 0.1 mol Na 和 0.2 mol Al 的合金投入足量的水中,充分反应,产生氢气 4.48 L (标准状况)

C 解析:合金的熔点一般低于其成分金属的熔点,铝钠合金的熔点低于铝的熔点,故 A 不符合题意;铝在常温下与氧气反应生成氧化铝,钠与氧气在常温下反应生成氧化钠,钠、铝在常温下都可以与空气中的氧气反应,故 B 不符合题意;根据金属钠和金属铝与酸反应生成氢气量的关系可知: $2\text{Al}\sim 3\text{H}_2\uparrow$, $2\text{Na}\sim \text{H}_2\uparrow$,等质量的金属钠和金属铝与盐酸反应,金属铝产生的氢气量多,所以放出的氢气越多,铝的质量分数越大,故 C 符合题意;含 0.1 mol Na 和 0.2 mol Al 的合金投入足量的水中,钠和水反应生成氢氧化钠,根据 $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}\longrightarrow 2\text{NaOH}+\text{H}_2\uparrow$, 0.1 mol Na 生成 0.1 mol 氢氧化钠和 0.05 mol 氢气,铝与氢氧化钠溶液反应生成四羟基合铝酸钠和氢气,根据 $2\text{Al}+2\text{NaOH}+6\text{H}_2\text{O}\longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]+3\text{H}_2\uparrow$, 0.2 mol 铝和 0.1 mol 氢氧化钠反应时,铝会剩余,氢氧化钠完全反应,则生成氢气的物质的量为 0.15 mol ,共产生氢气的物质的量为 $0.05\text{ mol}+0.15\text{ mol}=0.2\text{ mol}$,根据 $V=nV_m$ 可得, $V=0.2\text{ mol}\times 22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}=4.48\text{ L}$,故 D 不符合题意。

12.常温下,把 2.7 g 铝投入一定量的氢氧化钠溶液中,充分反应后,下列表示正确的是(设 N_A 为阿伏加德罗常数的值) ()

选项	转移电子数	参加反应的 Al	溶液中的 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$	生成的 H_2
A	$0.2N_A$			$0.1N_A$
B	$0.3N_A$		$0.3N_A$	
C		2.7 g		3.36 L
D	$0.05N_A$	0.9 g		

A 解析:根据 $2\text{Al}+2\text{NaOH}+6\text{H}_2\text{O}\longrightarrow$

$2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]+3\text{H}_2\uparrow$ 及题目中各量,可都先计算氢气的个数,再根据个数看与转移的电子数等是否相对应。A 项,生成 $\text{H}_2\ 0.1N_A$ 时,转移电子 $0.2N_A$;B 项,生成 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 为 $0.3N_A$ 时,生成 $\text{H}_2\ 0.45N_A$,转移电子 $0.9N_A$;C 项, 2.7 g Al 参加反应时,生成 H_2 为 0.15 mol ,此时标准状况下的 H_2 为 3.36 L ;D 项,参加反应的 Al 为 0.9 g 时,生成 $\text{H}_2\ 0.05\text{ mol}$ (即 $0.05N_A$),转移电子 $0.1N_A$ 。

13.历史上金、银、铜主要是作为货币金属或装饰品被应用的。

(1)金、银、铜常被作为钱币流通,从化学角度来看,主要是利用它们的_____ (填字母序号)。

- A.硬度适中
- B.密度适中
- C.在自然界中都可得到纯净的单质
- D.不活泼性

(2)一位收藏者有一枚表面是黑色,且有少量绿色锈状物的货币,这肯定是_____ 币,黑色物质是_____,形成这种物质的化学方程式为_____ ,

绿色物质是_____,这枚金属币的真面目为_____ 色。另外一枚是闪闪发光的黄色金属币,它肯定是_____ 币,表面一直未被氧化的原因是_____ 。

(3)不法分子有时用铜锌合金制成假金币行骗。下列方法能有效鉴别其真假的是_____ (填字母序号)。

- A.观察颜色
- B.查看图案
- C.用手掂量轻重
- D.滴一滴硝酸在币的表面,观察现象

解析:(1)金、银、铜都属于不活泼金属,易加工,因此,在历史上都曾经用作钱币。(2)铜稳定性略差,容易与氧气等物质反应而“生锈”。金的化学性质最不活泼,在空气中更稳定。(3)假金币中的锌、铜均可与硝酸反应产生大量气泡,而金不与硝酸反应。

答案:(1)D (2)铜 氧化铜 $2\text{Cu}+\text{O}_2\longrightarrow 2\text{CuO}$ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 红 金 金不活泼,不易被氧化 (3)D

第 2 课时 物质的量在化学方程式计算中的应用

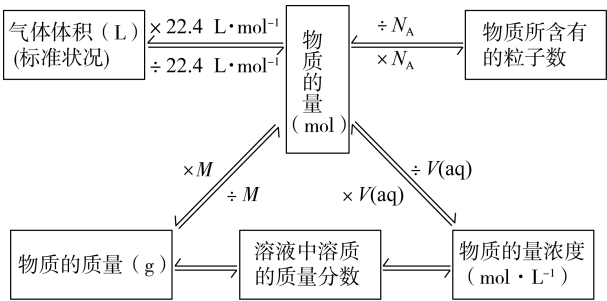
学习任务目标

- 1.掌握物质的量与其他物理量的换算关系。从宏观和微观的角度认识物质的量在化学反应中的应用。
- 2.根据实例,找出物质的量应用于化学方程式计算的一般步骤,并应用于实际的计算。

问题式预习

一、物质的量与其他物理量之间的关系

1.图示关系



2.计算公式

- (1)已知物质 B 的质量 $m(B)$, $n(B) = \frac{m(B)}{M}$ 。
- (2)已知标准状况时的气体体积 $V[B(g)]$, $n(B) = \frac{V[B(g)]}{V_m}$ 。
- (3)已知物质的粒子数 $N(B)$, $n(B) = \frac{N(B)}{N_A}$ 。

(4)已知溶液中溶质 B 的物质的量浓度 $c(B)$ 和溶液体积 V , $n(B) = c(B) \cdot V$ 。

二、物质的量在化学方程式中的应用

化学方程式	$2CO + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2$
化学计量数之比	<u>2 : 1 : 2</u>
物质粒子数之比	<u>2 : 1 : 2</u>
扩大 N_A 倍之后	$2N_A : N_A : 2N_A$
物质的量之比	<u>2 : 1 : 2</u>
标准状况下体积之比	<u>2 : 1 : 2</u>
相同状况下体积之比	<u>2 : 1 : 2</u>

结论:化学方程式中化学计量数之比=各物质粒子数目之比=各物质的物质的量之比。

任务型课堂

任务 物质的量应用于化学方程式的计算

[探究活动]

治疗贫血的药物之一是硫酸亚铁片,其用于各种原因引起的缺铁性贫血。同时硫酸亚铁是一种十分重要的化工原料,用途十分广泛。

活动 1 若用 10 kg 含纯铁的质量分数为 56% 的工业废铁屑(所含杂质不与硫酸反应)与足量硫酸反应制取硫酸亚铁,根据化学方程式计算铁的物质的量。

提示:铁的物质的量 $n = \frac{m}{M} = (10\ 000\ \text{g} \times 56\%) \div 56\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 100\ \text{mol}$ 。

活动 2 观察下列化学方程式及各物质对应的物理量。

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Fe} & + & \text{H}_2\text{SO}_4 & \xlongequal{\hspace{1cm}} & \text{FeSO}_4 & + & \text{H}_2 \uparrow \\ 56\ \text{g} & & 1\ \text{mol} & & 1\ \text{mol} & & 22.4\ \text{L} \\ m(\text{Fe}) & & n(\text{H}_2\text{SO}_4) & & n(\text{FeSO}_4) & & V(\text{H}_2) \end{array}$$

(1)为什么利用化学方程式进行计算时,同一种物质的单位必须统一,而不同的物质则不必统一?

(2)112 g 铁与足量稀硫酸完全反应,生成标准状况下的氢气为多少升? 消耗 $2\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸的体积为多少升?

提示:(1)同一种物质用不同的物理量表示时,比例是相同的。例如 $1\ \text{mol}\ \text{Fe}$ 和 $56\ \text{g}\ \text{Fe}$ 完全相同。

(2)

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Fe} & + & \text{H}_2\text{SO}_4 & \xlongequal{\hspace{1cm}} & \text{FeSO}_4 & + & \text{H}_2 \uparrow \\ 56\ \text{g} & & 1\ \text{mol} & & & & 22.4\ \text{L} \\ 112\ \text{g} & & V(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 2\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} & & & & V(\text{H}_2) \end{array}$$
$$\frac{56\ \text{g}}{112\ \text{g}} = \frac{1\ \text{mol}}{V(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 2\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} = \frac{22.4\ \text{L}}{V(\text{H}_2)}$$

解得： $V(\text{H}_2\text{SO}_4)=1\text{ L}$ ， $V(\text{H}_2)=44.8\text{ L}$ 。

[评价活动]

1.用 28 g 铁跟足量的稀硫酸反应，可制得氢气 $x\text{ mol}$ ，现需用 20 g 氢气填充气球，需要消耗 $y\text{ mol}$ Fe，则 x 、 y 分别为 ()

- A.0.5、0.5
- B.1、10
- C.1、1
- D.0.5、10

D 解析：反应的化学方程式为 $\text{Fe}+\text{H}_2\text{SO}_4=\text{FeSO}_4+\text{H}_2\uparrow$ ，则有 $x=\frac{28}{56}=0.5$ ， $y=\frac{20}{2}=10$ 。

2.一定浓度的 NaOH 溶液 20 mL 可恰好中和 18 mL $x\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液或 24 mL $y\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的盐酸，则 $x:y$ 为 ()

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

C 解析：中和 20 mL 一定浓度的 NaOH 溶液需要的 HCl 的量是 H_2SO_4 的 2 倍，即 $24y=2\times 18x$ 或理解为两者电离出的 $n(\text{H}^+)$ 相同，可得出 $x:y=2:3$ 。

3.将 8.0 g 镁铁合金加入 500 mL 稀盐酸中恰好完全反应，得到标准状况下氢气 4.48 L。下列有关说法正确的是 ()

- A.该合金中镁、铁的物质的量之比为 2:1
- B.反应中转移电子 0.5 mol
- C.该盐酸的物质的量浓度为 $0.8\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- D.将标准状况下 8.96 L HCl 气体溶于 500 mL 水中即可配制成该盐酸

C 解析：将 8.0 g 镁铁合金加入 500 mL 稀盐酸中恰好完全反应，得到标准状况下氢气 4.48 L，发生的反应为 $\text{Mg}+2\text{HCl}=\text{MgCl}_2+\text{H}_2\uparrow$ 、 $\text{Fe}+2\text{HCl}=\text{FeCl}_2+\text{H}_2\uparrow$ ，设镁、铁的物质的量分别为 $x\text{ mol}$ 和 $y\text{ mol}$ ，则

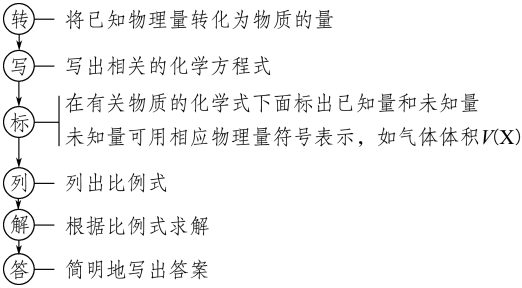
$$\begin{cases} 24\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\times x\text{ mol}+56\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\times y\text{ mol}=8.0\text{ g} \\ x\text{ mol}+y\text{ mol}=\frac{4.48\text{ L}}{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}} \end{cases},$$

解得 $x=y=0.1$ ，据此分析解题。该合金中镁、铁的物质的量之比为 $0.1\text{ mol}:0.1\text{ mol}=1:1$ ，故 A 错误；反应中，生成 0.2 mol 氢气，转移电子为

0.4 mol，故 B 错误； $n(\text{HCl})=2n(\text{金属})=2\times (0.1\text{ mol}+0.1\text{ mol})=0.4\text{ mol}$ ，则盐酸的物质的量浓度为 $\frac{0.4\text{ mol}}{0.5\text{ L}}=0.8\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，故 C 正确；将标准状况下 8.96 L HCl 气体溶于 500 mL 水中，因为溶液的体积不等于水的体积，形成的盐酸的体积未知，所以无法计算溶液的物质的量浓度，故 D 错误。

任务总结

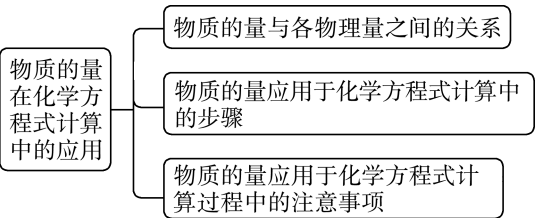
1.物质的量应用于化学方程式计算的步骤



2.物质的量应用于化学方程式计算时的注意事项

- (1)书写格式规范化：在根据化学方程式进行计算的过程中，各物理量、物质名称、公式等尽量用符号表示，且数据的运算要公式化并带单位。
- (2)单位运用对应化：根据化学方程式计算时，如果题目所给的两个量单位不一致，要注意两个量的单位要“上下一致，左右相当”，且单位要注明。
- (3)如果两种反应物的量都是已知的，求解某种产物的量时，必须先判断哪种物质过量，然后根据不足量的物质进行计算。

► 提质归纳



课后素养评价(十七)

基础性·能力运用

知识点1 物质的量在化学方程式计算中的应用

- 1.在一定条件下,以过氧化氢为原料制取氧气($2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$),当1 mol H_2O_2 参加反应时,制得的氧气在标准状况下的体积为()

A.2.24 L B.4.48 L
C.11.2 L D.22.4 L

C 解析:由 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 可知,每2 mol H_2O_2 反应生成1 mol 氧气,则当反应1 mol H_2O_2 时,制得0.5 mol 氧气,在标准状况下的体积为 $0.5 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 11.2 \text{ L}$,C 项符合题意。

- 2.在一定体积的容器中加入1.5 mol 氙气和7.5 mol 氟气(双原子分子),于 400°C 、2 633 kPa 条件下加热数小时,然后迅速冷却至 25°C ,容器内除得到一种无色晶体外,还余下4.5 mol 氟气。所得无色晶体中,氙和氟的原子个数之比是()

A.1:6 B.1:4
C.1:3 D.1:2

B 解析:参加反应的氙气和氟气的物质的量之比为 $1.5 : (7.5 - 4.5) = 1 : 2$,氙气是单原子分子,氟气是双原子分子,所以得到的无色晶体中,氙和氟的原子个数比为1:4。

- 3.利用太阳能分解水制氢气,若光催化分解0.02 mol H_2O (假设完全反应),则下列说法正确的是()

A.生成 H_2 的质量为0.02 g
B.生成 H 原子数为 2.408×10^{23}
C.生成 H_2 的体积为0.224 L(标准状况)
D.生成的 H_2 中含有的质子数为 2.408×10^{22}

D 解析:根据反应的化学方程式 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 可知,光解0.02 mol 水,可产生0.02 mol H_2 和0.01 mol O_2 ,则生成 H_2 的质量为 $0.02 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.04 \text{ g}$,A 错误;生成 H 原子数为 $0.02 \text{ mol} \times 2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 2.408 \times 10^{22}$,B 错误;标准状况下,生成 H_2 的体积为 $0.02 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.448 \text{ L}$,C 错误;生成的 H_2 中含有的质子数为 $0.02 \text{ mol} \times 2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 2.408 \times 10^{22}$,D 正确。

- 4.将5 g 镁、锌、铁三种金属的混合物投入40 mL 稀硫酸中,恰好完全反应,生成的氢气在标准状况下的体积是2.8 L,则这三种金属的物质的量之和为()

A.0.25 mol B.0.125 mol
C.0.1 mol D.0.5 mol

B 解析:镁、锌、铁均用 R 表示,这三种金属与稀硫酸反应符合通式 $\text{R} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\quad} \text{RSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$,故这三种金属的物质的量之和等于氢气的物质的量,为 $\frac{2.8 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.125 \text{ mol}$ 。

知识点2 常用的化学计算方法

- 5.200 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸与14.3 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 恰好完全反应生成 CO_2 ,则 x 为()

A.5 B.6 C.9 D.10

D 解析:二者恰好完全反应生成 CO_2 的化学方程式为 $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + (x+1)\text{H}_2\text{O}$,则 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} = 0.05 \text{ mol}$,即 $106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times x = \frac{14.3 \text{ g}}{0.05 \text{ mol}}$,解得 $x = 10$ 。

- 6.在一定条件下,钠与 O_2 反应可生成1.5 g 固体,若将相同质量的钠与80 mL $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸反应,钠恰好完全转化为 NaCl ,则1.5 g 固体的成分可能是()

A. Na_2O
B. Na_2O_2
C. Na_2O 和 Na_2O_2
D. Na_2O_2 和 NaO_2

C 解析:钠与盐酸反应最后所得溶液为 NaCl 溶液,根据溶液中的电荷守恒及反应前后元素守恒可知, $n(\text{Na}^+) = n(\text{Cl}^-) = n(\text{HCl}) = 0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.08 \text{ L} = 0.04 \text{ mol}$ 。若固体为 Na_2O ,则其质量应为 $0.02 \text{ mol} \times 62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.24 \text{ g}$;若固体为 Na_2O_2 ,则其质量应为 $0.02 \text{ mol} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.56 \text{ g}$;若固体为 NaO_2 ,则其质量应为 $0.04 \text{ mol} \times 55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.2 \text{ g}$ 。而固体质量为1.5 g,故该固体可能是 Na_2O 和 Na_2O_2 的混合物、 Na_2O 和 NaO_2 的混合物或 Na_2O 、 Na_2O_2 、 NaO_2 的混合物。

- 7.将1.1 g Fe、Al 混合物溶于200 mL $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸中,反应后盐酸的浓度变为 $4.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (溶液体积变化忽略不计)。下列叙述不正确的是()

A.反应中消耗 HCl 0.08 mol

- B.混合物中含有 0.02 mol Al
C.混合物中含有 0.01 mol Fe
D.混合物中 Al 与 Fe 的物质的量之比为 1 : 1
D 解析: $n(\text{消耗 HCl}) = 0.2 \text{ L} \times 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.2 \text{ L} \times 4.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.08 \text{ mol}$, A 正确; 可设混

合物中 Al、Fe 的物质的量分别为 x 、 y , 则根据 $\text{Al} \sim 3\text{HCl}$ 、 $\text{Fe} \sim 2\text{HCl}$, 可得 $3x + 2y = 0.08 \text{ mol}$ ①,
 $27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times x + 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times y = 1.1 \text{ g}$ ②, ①②联立可得 $x = 0.02 \text{ mol}$ 、 $y = 0.01 \text{ mol}$, 可知 B、C 正确, D 错误。

综合性·创新提升

8. 将 1.12 g 铁粉加入 25 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化铁溶液中充分反应, 下列说法正确的是 ()
A. 溶液中 Cl^- 的物质的量减少
B. 向溶液中滴入无色 KSCN 溶液, 溶液变为红色
C. 溶液中 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的物质的量之比为 5 : 1
D. 氧化产物和还原产物的物质的量之比为 2 : 5
B 解析: 1.12 g 铁粉是 0.02 mol, $n(\text{Fe}^{3+}) = 0.05 \text{ mol}$, 由 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 可知, 铁粉不足, 消耗 0.04 mol Fe^{3+} , 生成 0.06 mol Fe^{2+} , 剩余 0.01 mol Fe^{3+} , 溶液中的 Cl^- 不参加反应, A 错误、B 正确; 溶液中的 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的物质的量之比为 6 : 1, C 错误; 氧化产物和还原产物的物质的量之比为 1 : 2, D 错误。

9. $\text{M}(\text{NO}_3)_2$ 热分解的化学方程式为 $2\text{M}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{MO} + 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, 加热 148 g $\text{M}(\text{NO}_3)_2$ 使其完全分解, 在标准状况下收集到 11.2 L 的 O_2 , M 的摩尔质量是 ()
A. $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

B 解析: 标准状况下, $n(\text{O}_2) = \frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, 由 $2\text{M}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{MO} + 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, 可知 $\text{M}(\text{NO}_3)_2$ 的物质的量为 $0.5 \text{ mol} \times 2 = 1 \text{ mol}$, 则 $\text{M}(\text{NO}_3)_2$ 的摩尔质量 $= \frac{148 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 148 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故 M 的摩尔质量为 $(148 - 2 \times 62) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

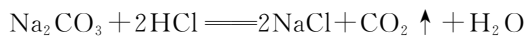
10. 将一定质量的锌片放入 500 mL CuSO_4 溶液中, 二者恰好完全反应, 待充分反应后取出锌片, 洗净并干燥后称量, 发现锌片比原来减轻了 0.5 g, 则该 CuSO_4 溶液的物质的量浓度为 ()
A. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
B 解析: 锌与 CuSO_4 溶液反应时, 置换出来的铜附着在锌片上。

$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Cu} \quad \Delta m (\text{固体质量减轻})$
 $\begin{array}{cc} 1 \text{ mol} & 1 \text{ g} \\ n(\text{Cu}^{2+}) & 0.5 \text{ g} \end{array}$
 $\frac{1 \text{ mol}}{n(\text{Cu}^{2+})} = \frac{1 \text{ g}}{0.5 \text{ g}},$
解得 $n(\text{Cu}^{2+}) = 0.5 \text{ mol}$,
所以 $c(\text{CuSO}_4) = \frac{0.5 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

11. 一种新型镁铝合金的化学式为 $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$, 它具有储氢性能, 该合金在一定条件下完全吸氢的化学方程式为 $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12} + 17\text{H}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} 17\text{MgH}_2 + 12\text{Al}$, 得到的混合物 Y (MgH_2 、Al) 在一定条件下能释放出氢气。下列说法不正确的是 ()
A. 该合金的熔点低于金属镁和金属铝的熔点
B. 该合金中镁元素和铝元素都为 0 价
C. MgH_2 中, 两种元素的化合价均为 0 价
D. 1 mol $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$ 完全吸氢后得到的混合物 Y 与盐酸完全反应释放出 H_2 , 若消耗盐酸的体积为 14 L, 则该盐酸的物质的量浓度为 $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C 解析: 合金的熔点比各成分金属的熔点低, 该合金的熔点低于金属镁、金属铝的熔点, 故 A 正确; 金属镁是活泼金属, 镁元素不可能显负价, 该合金中金属为单质, 所以镁元素呈 0 价, 铝元素呈 0 价, 故 B 正确; 一般化合物中金属元素为正价, 非金属元素为负价, MgH_2 中镁元素为 +2 价、氢元素为 -1 价, 故 C 错误; 该合金在一定条件下完全吸氢的化学方程式为 $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12} + 17\text{H}_2 \rightleftharpoons 17\text{MgH}_2 + 12\text{Al}$, 1 mol $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$ 完全吸氢 17 mol, 在盐酸中会全部释放出来, 只有镁、铝消耗盐酸, $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$, $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$, 需 HCl 的物质的量为 $17 \text{ mol} \times 2 + 18 \text{ mol} \times 2 = 70 \text{ mol}$, 则该盐酸的物质的量浓度为 $c = \frac{n}{V} = \frac{70 \text{ mol}}{14 \text{ L}} = 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 D 正确。
12. 已知 5.3 g Na_2CO_3 恰好与 20 mL 盐酸完全反应生成 CO_2 。
(1) 这种盐酸的物质的量浓度为 _____。

(2)产生的 CO_2 在标准状况下的体积是_____L。

解析:5.3 g Na_2CO_3 的物质的量为 $\frac{5.3 \text{ g}}{106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 则:



所以 $n(\text{HCl}) = 0.05 \text{ mol} \times 2 = 0.1 \text{ mol}$,

$n(\text{CO}_2) = 0.05 \text{ mol}$,

故盐酸的物质的量浓度为 $\frac{0.1 \text{ mol}}{0.02 \text{ L}} = 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

生成 CO_2 的体积为 $0.05 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.12 \text{ L}$ 。

答案:(1) $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (2) 1.12

13.将 50 g 铁粉和氧化铁的混合物加入 200 mL 的稀硫酸中,恰好完全反应,放出氢气 4.48 L (标准状况),在反应后的溶液中滴加 KSCN 溶液不显红色,且无固体剩余物。回答下列问题:

(1)发生的化学反应中有一个属于化合反应,写出其离子方程式:_____。

(2)混合物中含氧化铁_____g。

(3)稀硫酸的物质的量浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解析:向反应后的溶液中滴加 KSCN 溶液不显红色,且无固体剩余物,则铁元素全部转化为亚铁离子存在于溶液中,因此共发生 3 个反应: $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \longrightarrow 3\text{FeSO}_4$ 。

(1)3 个反应中 $\text{Fe} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \longrightarrow 3\text{FeSO}_4$ 属于化合反应,反应的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$ 。

(2)设混合物中铁的物质的量为 $x \text{ mol}$,氧化铁的物质的量为 $y \text{ mol}$,则① $56x + 160y = 50$,放出标准状况下氢气 4.48 L (0.2 mol),则反应 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ 消耗的铁为 0.2 mol,反应 $\text{Fe} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \longrightarrow 3\text{FeSO}_4$ 消耗铁的物质的量为 $y \text{ mol}$,则② $0.2 + y = x$,联立二式解得: $x \approx 0.3796$, $y \approx 0.1796$,则混合物中氧化铁的质量为 $0.1796 \text{ mol} \times 160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 28.736 \text{ g}$ 。

(3)结合(2)可知 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{FeSO}_4) = n(\text{Fe}) = 0.3796 \text{ mol} + 0.1796 \text{ mol} \times 2 = 0.7388 \text{ mol}$,

$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0.7388 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 3.694 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案:(1) $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$ (2) 28.736

(3) 3.694

14.在标准状况下进行甲、乙、丙三组实验。三组实验各取 30 mL 同浓度的盐酸,加入同一种 Mg、Al 混合物粉末,产生气体,有关数据列表如下:

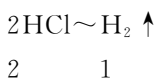
实验序号	甲	乙	丙
混合物质量/mg	255	385	459
生成气体/mL	280	336	336

(1)甲、乙两组实验中,哪一组盐酸是不足量的?_____ (填“甲”或“乙”)。

(2)要算出盐酸中 HCl 的物质的量浓度,题中可作为计算依据的数据是_____,求得盐酸中 HCl 的物质的量浓度为_____。

(3)求混合物粉末中 Mg、Al 的物质的量之比,题中可作为计算依据的数据是_____,求得 Mg、Al 的物质的量之比为_____。

解析:(1)因甲、乙生成 H_2 的体积不等,则产生 H_2 体积小的应有酸未反应。若乙中盐酸过量,则可产生 H_2 : $\frac{280}{255} \times 385 \text{ mL} \approx 423 \text{ mL}$,而实际为 336 mL,说明甲中盐酸过量而混合物粉末完全反应;乙中盐酸不足而混合物粉末过量。(2)在乙或丙中盐酸完全反应,则



$n(\text{HCl}) = \frac{336 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 3 \times 10^{-2} \text{ mol}$,

$c(\text{HCl}) = \frac{3 \times 10^{-2} \text{ mol}}{0.03 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(3)在甲

中,混合物质量为 255 mg,生成气体 280 mL,混合物完全反应而盐酸有剩余。由 $\text{Mg} \sim \text{H}_2$, $\text{Al} \sim \frac{3}{2}\text{H}_2$ 得: $n(\text{Mg}) \times 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + n(\text{Al}) \times 27 \text{ g} \cdot$

$\text{mol}^{-1} = 0.255 \text{ g}$, $n(\text{Mg}) + \frac{3}{2} n(\text{Al}) =$

$\frac{280 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$,求得: $n(\text{Mg}) = 0.005 \text{ mol}$, $n(\text{Al}) = 0.005 \text{ mol}$,则 $n(\text{Mg}) : n(\text{Al}) = 1 : 1$ 。

答案:(1) 乙 (2) 336 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(3) 255 mg 和 280 mL $1 : 1$

单元活动构建

单元活动3 利用“铁合金和铝合金的应用”解决铁、铝及其化合物的问题和化学计算中的解题技巧

「单元任务」

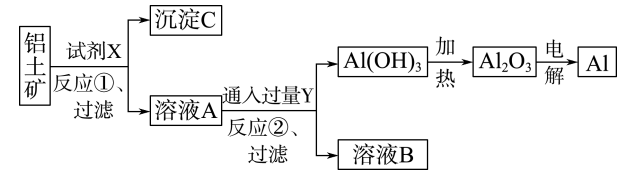
任务内容	
任务一	铁及其化合物的性质与转化
任务二	铝及其化合物的性质与转化
任务三	化学方程式计算中的解题技巧

「任务导引」

合金是指一种金属与另一种或几种金属或非金属经过混合熔化,冷却凝固后得到的具有金属性质的固体产物。常见合金有钢铁、铝合金等。例如,①坦克的主要制造材料是钢铁;②用于制作门窗的铝合金;③优良的磁性合金材料(主要成分是 Al-Cu-Mg-Fe-Si 合金)。

(一)工业上冶炼钢铁的原料为铁矿石、焦炭、石灰石、空气。主要反应为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 。其中 Fe_2O_3 可用 Fe_3O_4 代替, Fe_2O_3 也可以来自工业制备硫酸的产物。工业制备硫酸的反应为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$ $2\text{SO}_3, \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

(二)工业上常用铝土矿(杂质以 SiO_2 为主, SiO_2 不与酸反应)冶炼金属铝,冶炼流程如下:



任务一 铁及其化合物的性质与转化

活动1 根据【任务导引】(一)中的反应分析:铁元素在化合物中可以表现的化合价为_____,分别表现了_____性。

提示: +3 价和 +2 价。+3 价的铁表现氧化性, +2 价的铁表现氧化性和还原性。

活动2 将 Fe_3O_4 溶于盐酸得到的溶液中溶质是_____。

(1)利用该溶液如何得到纯净的 FeCl_3 溶液:_____,反应的化学方程式为_____;

(2)利用该溶液如何得到纯净的 FeCl_2 溶液:_____,

反应的化学方程式为_____。

提示: FeCl_3 、 FeCl_2 ; (1)通入氯气(或加入氯水); $\text{Cl}_2 + 2\text{FeCl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ 。(2)加入铁粉; $\text{Fe} + 2\text{FeCl}_3 = 3\text{FeCl}_2$ 。

任务二 铝及其化合物的性质与转化

活动1 现取几小块磁性合金碎片,进行如下探究性实验,其中现象、结论均正确的是(已知:硅可与 NaOH 溶液反应生成无色气体) ()

选项	实验方案	现象	结论
A	加入过量 NaOH 溶液充分反应	有无色气体产生	含有金属铝
B	加入盐酸溶解后,取上层清液,加入过量 NaOH 溶液	产生白色沉淀	含有金属镁
C	加入盐酸溶解后,取上层清液,加入 KSCN 溶液,再加入氯水	溶液呈红色	含有金属铁

提示: A 项,硅、铝均可与 NaOH 溶液反应生成无色气体,不能证明含有金属铝,错误; B 项,加入盐酸后,所得溶液中再加入过量 NaOH 溶液,生成的氢氧化铝又溶于 NaOH 溶液,故生成的白色沉淀一定是氢氧化镁沉淀,正确; C 项,铁单质与盐酸反应会生成亚铁离子,加入氯水生成的铁离子遇 KSCN 溶液使溶液呈红色,所以实验可以证明含有铁元素,正确,故选 BC。

活动2 根据【任务导引】(二)中冶炼铝的工艺流程图分析:

(1)反应②中 Y 为 NH_3 ,反应①中的试剂 X 可能是_____。将 X 与 Y 进行交换,最终_____ (填“能”或“不能”)达到相同结果。

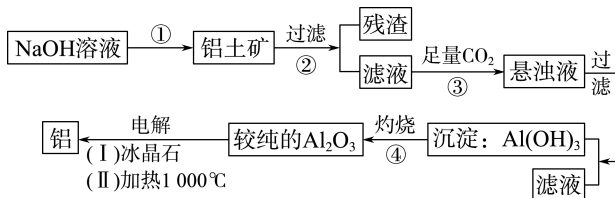
(2)若杂质还含有 Fe_2O_3 。已知: SiO_2 与氢氧化钠溶液反应生成硅酸钠,硅酸钠可与酸反应生成硅酸(难溶于水)。若反应①中的试剂 X 是氢氧化钠溶液,反应②中 Y 为_____。

提示:(1)硫酸;不能;(2)CO₂。

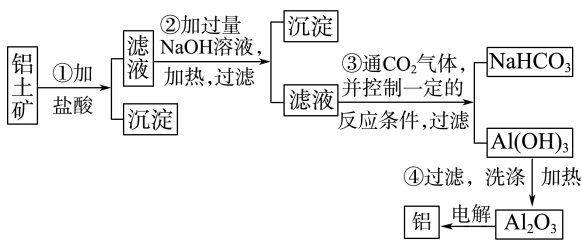
[知识链接]

用铝土矿冶炼金属铝的方法

(1)碱溶法



(2)酸溶法



任务三 化学方程式计算中的解题技巧

活动 1 根据【任务导引】(一)中制备硫酸的化学方程式找出 FeS₂ 与 H₂SO₄ 的关系式:_____ ;用黄铁矿(含 FeS₂ 84%)生产硫酸,已知黄铁矿的利用率为 96%,SO₂ 的转化率为 95%,SO₃ 的吸收率为 98.5%,则 1 t 黄铁矿可生产 98% 的浓硫酸多少吨?

提示:FeS₂~2H₂SO₄;SO₂ 的转化率、SO₃ 的吸收率均可累加到 FeS₂ 上。设可生产 98% 的浓硫酸的质量为 x 。

$$\begin{array}{ccc} \text{FeS}_2 & \sim & 2\text{H}_2\text{SO}_4 \\ 120 & & 2 \times 98 \\ 1 \text{ t} \times 84\% \times 96\% \times 95\% \times 98.5\% & & x \times 98\% \\ 120 : (2 \times 98) = (1 \text{ t} \times 84\% \times 96\% \times 95\% \times 98.5\%) : (x \times 98\%), x \approx 1.26 \text{ t}. \end{array}$$

活动 2 某小组取 m_1 g 铁片放入硫酸铜溶液中充分反应,洗涤、干燥并称量铁片,铁片的质量为 m_2 g,则反应的硫酸铜的物质的量为多少?(用含 m_1 、 m_2 的式子表示)

提示:设反应的硫酸铜的物质的量为 n mol。

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Fe} & + & \text{CuSO}_4 & \longrightarrow & \text{Cu} & + & \text{FeSO}_4 & \Delta m \\ 56 \text{ g} & & 1 \text{ mol} & & 64 \text{ g} & & & 8 \text{ g} \\ & & n \text{ mol} & & & & & (m_2 - m_1) \text{ g} \end{array}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{n \text{ mol}} = \frac{8 \text{ g}}{(m_2 - m_1) \text{ g}}, n = \frac{(m_2 - m_1)}{8}.$$

[知识链接]

1.关系式法

写出各步反应的化学方程式

根据化学方程式找出作为中介的物质,并确定已知物质、中介物质、所求物质之间的量(质量、物质的量或相同条件下气体的体积)的关系



根据所确定的已知物质和所求物质之间的量的关系和已知条件进行计算

2.平均值法

平均值法所依据的数学原理是:两个数 x_1 和 x_2 ($x_1 > x_2$) 的算术平均值 $\bar{x}$ 一定介于二者之间,即 $x_2 < \bar{x} < x_1$ 。所以,只要求出平均值 $\bar{x}$,就可以判断出 x_1 和 x_2 的取值范围,再结合题给条件即可迅速求出正确答案。

3.守恒法

化学反应中的守恒关系有质量守恒、得失电子守恒、电荷守恒。

(1)质量守恒

①宏观特征:反应前后各物质的质量总和相等。

②微观特征:反应前后元素的原子个数守恒。

(2)得失电子守恒

氧化还原反应中,氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数。

(3)电荷守恒

①电解质溶液中,阴离子所带的负电荷总数等于阳离子所带的正电荷总数。

②离子方程式中,反应前后离子所带电荷代数和相等。

4.差值法

表示出理论差值及相应反应物、生成物对应的物理量,注意不同物质的物理量及单位间的对应关系



表示出实际差值并写在相应位置,注意应将理论差值与实际差值写在化学方程式最右侧



根据比例关系建立方程式并求出结果

「活动达标」

1.高温下铁粉可与水蒸气在高温条件下反应,若反应后得到的干燥固体质量比反应前铁粉的质量增加了 32 g,则参加反应的铁粉的物质的量是 ()

- A.0.5 mol B.1 mol
C.1.5 mol D.2 mol

C 解析: $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \quad \Delta m$

3 mol	64 g
$n(\text{Fe})$	32 g

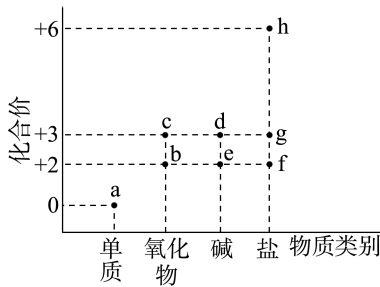
$$\frac{3 \text{ mol}}{n(\text{Fe})} = \frac{64 \text{ g}}{32 \text{ g}}, \text{解得 } n(\text{Fe}) = 1.5 \text{ mol}.$$

2.等量镁铝合金粉末分别与下列 4 种过量的溶液充分反应,放出氢气最多的是 ()

- A. $2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液
- B. $18\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液
- C. $6\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KOH}$ 溶液
- D. $3\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液

A 解析: Mg、Al 都可与稀硫酸反应放出 H_2 , 但遇浓 H_2SO_4 时 Al 在常温下发生钝化, Mg 虽反应但不产生 H_2 。只有 Al 与 KOH 溶液反应。 HNO_3 为强氧化性酸, Mg、Al 与 HNO_3 反应都不会产生 H_2 。

3.以化合价为纵坐标,物质类别为横坐标的图像称为“价-类”二维图,在地壳中的含量居第四位的元素“价-类”二维图如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. a 与水常温下几乎不发生反应,但在高温下可发生置换反应
- B. b 和 c 可分别与水反应生成 e 和 d
- C. e 在潮湿的空气中容易转变为 d
- D. h 的某种盐是具备净水和消毒双重功能的水处理剂

B 解析: 由题中信息可知,在地壳中的含量居第四位的元素是 Fe 元素。Fe 与水常温下几乎不发生反应,但在高温下 Fe 与水蒸气反应生成 Fe_3O_4 和 H_2 , 即 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$, 属于置换反应, 故 A 正确; b 为 FeO , c 为 Fe_2O_3 , FeO 和 Fe_2O_3 均不溶于水,均不能直接与水反应生成相应的碱 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 故 B 错误; e 为

$\text{Fe}(\text{OH})_2$, d 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在潮湿的空气中容易转变为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 即 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$, 故 C 正确; h 为高铁酸盐即含 FeO_4^{2-} , FeO_4^{2-} 具有强氧化性,能够杀菌消毒, +6 价的铁被还原成 +3 价,又因为 Fe^{3+} 形成氢氧化铁胶体能吸附悬浮杂质从而起到净水作用,故 D 正确。

4.向一定量的 Fe、FeO、 Fe_2O_3 的混合物中加入 100 mL $1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸,恰好使混合物完全溶解,放出 224 mL (标准状况下)的气体。向所得溶液中加入 KSCN 溶液,无红色出现,混合物中铁元素的质量分数约为 ()

- A. 81.4%
- B. 77.8%
- C. 68.6%
- D. 无法计算

A 解析: 用盐酸溶解混合物后,向得到的溶液中加入 KSCN 溶液,无红色出现,说明得到的溶液中溶质是 FeCl_2 , 即混合物中的铁元素最终全部以 FeCl_2 的形式存在, HCl 的物质的量为 $1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1\text{ L} = 0.1\text{ mol}$, 根据氯元素守恒, 则 $n(\text{铁元素}) = n(\text{FeCl}_2) = \frac{1}{2} \times n(\text{HCl}) = 0.05\text{ mol}$, $m(\text{铁元素}) = 0.05\text{ mol} \times 56\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.8\text{ g}$, 根据氢元素守恒, 生成氢气的物质的量为 $n(\text{H}_2) = \frac{0.224\text{ L}}{22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01\text{ mol}$, Fe 与 HCl 反应生成 0.01 mol H_2 , 消耗 HCl 的物质的量为 $0.01\text{ mol} \times 2 = 0.02\text{ mol}$, 则与 FeO 、 Fe_2O_3 反应的 HCl 的物质的量为 $0.1\text{ mol} - 0.02\text{ mol} = 0.08\text{ mol}$, 所以 FeO 、 Fe_2O_3 中含有 $n(\text{氧元素}) = 0.08\text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.04\text{ mol}$, $m(\text{氧元素}) = 0.04\text{ mol} \times 16\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.64\text{ g}$, 则混合物中铁元素的质量分数为 $\frac{2.8\text{ g}}{2.8\text{ g} + 0.64\text{ g}} \times 100\% \approx 81.4\%$, A 项正确。

第三章质量评估

(时间:90 分钟 分值:100 分)

一、选择题:本题共 17 小题,每小题 3 分,共 51 分。
每小题只有一个选项符合题意。

1.化学与生产、生活息息相关,下列过程不涉及氧化还原反应的是 ()

- A.氢氧化钠破坏铝的氧化物保护膜
- B.服用维生素 C 以保证亚铁补血剂的吸收效果
- C.氯化铁溶液可用作覆铜板蚀刻的腐蚀液
- D.储氢合金与 H₂ 结合形成金属氢化物

A 解析:氢氧化钠破坏铝的氧化物保护膜的反应为 $2\text{NaOH} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$,反应中没有元素化合价变化,不属于氧化还原反应,故 A 符合题意;亚铁离子具有还原性易被氧化成+3 价铁离子,维生素 C 具有还原性,可以防止亚铁离子被氧化成铁离子,故 B 不符合题意;氯化铁溶液蚀刻铜板的反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$,该反应中有元素化合价变化,属于氧化还原反应,故 C 不符合题意;储氢合金与 H₂ 结合形成金属氢化物,可表示为 $2\text{M} + \text{H}_2 \longrightarrow 2\text{MH}$ (M 表示合金),该反应中存在元素化合价变化,属于氧化还原反应,故 D 不符合题意。

2.铝锂合金是现代飞机的主要材料之一,铝中每添加 1%的锂,密度就降低 3%,弹性就提高 6%,铝锂合金的密度比一般铝合金少 10%。下列关于铝锂合金的说法不正确的是 ()

- A.铝锂合金是铝与锂形成的混合物
- B.铝锂合金的硬度比锂大
- C.铝锂合金的熔、沸点比铝低
- D.铝锂合金耐酸碱腐蚀

D 解析:铝锂合金中的铝既能与酸反应,又能与碱反应,锂能与酸反应,故铝锂合金不耐酸碱腐蚀。

3.下列离子方程式书写正确的是 ()

- A.向 FeCl₂ 溶液中通入 Cl₂: $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
- B.将 Al₂O₃ 加入稀盐酸中: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- C.Fe(OH)₃ 与稀硫酸反应: $\text{OH}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$
- D.将 Al₂O₃ 加入 NaOH 溶液中: $\text{Al}^{3+} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

B 解析:A 项中反应不满足电荷守恒,正确的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$;C 项中

Fe(OH)₃为难溶物,不能写成离子形式;D 项中正确的离子方程式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 。

4.下列各组物质中,X 是主体物质,Y 是少量杂质,Z 是为除去杂质所要加入的试剂,其中所加试剂正确的是 ()

选项	X	Y	Z
A	FeCl ₂ 溶液	FeCl ₃	Cl ₂
B	FeCl ₃ 溶液	CuCl ₂	Fe
C	Fe	Al	FeSO ₄ 溶液
D	Na ₂ SO ₄ 溶液	Na ₂ CO ₃	BaCl ₂ 溶液

C 解析:Cl₂ 能将 FeCl₂ 氧化为 FeCl₃,不能除去 FeCl₂ 溶液中的 FeCl₃,应加入 Fe,A 项错误;FeCl₃、CuCl₂ 都能与 Fe 反应,不能用加入 Fe 的方法除去 FeCl₃ 溶液中的 CuCl₂,B 项错误;FeSO₄ 溶液能与 Al 反应生成 Al₂(SO₄)₃ 和 Fe,可用来除去 Fe 中的 Al,C 项正确;Na₂SO₄ 能与 BaCl₂ 反应生成 BaSO₄ 沉淀和 NaCl,Na₂CO₃ 与 BaCl₂ 反应生成 BaCO₃ 沉淀和 NaCl,引入 Cl⁻,D 项错误。

5.实验室用 FeCl₂ 和烧碱制备 Fe(OH)₂,为了使生成的产物不容易被氧化,下列说法不正确的是 ()

- A.配制 FeCl₂ 和烧碱溶液所用的蒸馏水通常要煮沸
- B.可在 FeCl₂ 溶液的上面加一层植物油,以隔绝空气
- C.向 FeCl₂ 溶液中滴加烧碱溶液时,胶头滴管尖嘴不能伸入试管内
- D.产生 Fe(OH)₂ 沉淀后,不能振荡试管

C 解析:FeCl₂ 和烧碱溶液要现用现配,且配制溶液的蒸馏水要煮沸以除去氧气,确保 Fe(OH)₂ 的生成是在无氧的环境里,故 A 正确;在 FeCl₂ 溶液的上面加一层植物油,以隔绝空气防止氧气溶入,故 B 正确;向 FeCl₂ 溶液中滴加烧碱溶液时,要将胶头滴管的尖嘴伸入 FeCl₂ 溶液中,防止烧碱溶液在滴入时接触空气中溶有的氧气,故 C 错误;产生 Fe(OH)₂ 沉淀后,若振荡试管,会增大沉淀与空气的接触机会,使沉淀更易被氧化,故 D 正确。

6.足量下列物质与相同质量的铝反应,放出氢气且消耗溶质物质的量最少的是 ()

- A.氢氧化钠溶液

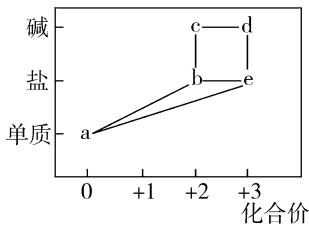
- B.稀硫酸
C.盐酸
D.氢氧化钡溶液

D 解析:铝与盐酸、氢氧化钠溶液反应的离子方程式分别为 $2\text{Al} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ 、 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$,即 $\text{Al} \sim 3\text{H}^+$, $\text{Al} \sim \text{OH}^-$,可知 1 mol Al 需 NaOH: 1 mol, H_2SO_4 : $\frac{3}{2}$ mol, HCl: 3 mol, $\text{Ba}(\text{OH})_2$: 0.5 mol。

- 7.在 CuCl_2 和 ZnCl_2 的混合溶液中加入一定量的铁粉,充分反应后过滤,在滤渣中加入稀盐酸,有气体产生。下列结论正确的是 ()
A.滤液中一定有 FeCl_3
B.滤渣只含 Cu,可能有 Zn
C.滤渣中一定有 Cu 和 Fe,一定无 Zn
D.滤液中可能有 Cu^{2+}

C 解析:在 CuCl_2 和 ZnCl_2 的混合溶液中加入一定量的铁粉,Fe 只能和 Cu^{2+} 发生置换反应生成 FeCl_2 ,充分反应后过滤,在滤渣中加入稀盐酸,有气体产生,说明滤渣中含有 Fe,则滤液中一定不含 Cu^{2+} , Cu^{2+} 被全部还原为 Cu, Zn^{2+} 与 Fe 不反应,所以滤液中一定还含有 Zn^{2+} ,据此分析解答。滤液中一定有 ZnCl_2 和 FeCl_2 ,A 项错误;滤渣中一定有 Cu 和 Fe,一定无 Zn,B 项错误,C 项正确;滤液中一定不含 Cu^{2+} ,D 项错误。

- 8.(2021·广东卷)部分含铁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.a 可与 e 反应生成 b
B.b 既可被氧化,也可被还原
C.可将 e 加入浓碱液中制得 d 的胶体
D.可存在 $b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow b$ 的循环转化关系
C 解析:图中所示铁元素不同化合价的物质:a 为 Fe,b 为 FeCl_2 、 FeSO_4 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 等 Fe(II) 的盐类物质,c 为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,e 为 FeCl_3 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 等 Fe(III) 的盐类物质,d 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。Fe 与 Fe(III) 的盐类物质可发生反应生成 Fe(II) 的盐类物质,如 $\text{Fe} + 2\text{FeCl}_3 \rightleftharpoons 3\text{FeCl}_2$,A 不符合题意;Fe(II) 为铁元素的中间价态,既有还原性也有氧化性,因此既可被氧化,也可被还原,B 不符合题意;Fe(III) 的盐类物质与浓碱液反应生成

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的操作为向沸水中滴加饱和 FeCl_3 溶液,继续煮沸至液体呈红褐色,停止加热,C 符合题意;存在 $b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow b$ 的转化,如 $\text{FeCl}_2 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Fe}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}} \text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{稀盐酸}} \text{FeCl}_3 \xrightarrow{\text{Fe}} \text{FeCl}_2$,D 不符合题意。

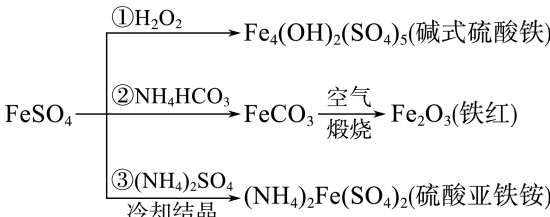
- 9.下列有关如下流程的判断正确的是 ()
NaOH溶液 过量 CO_2 冰晶石
铝土矿 $\xrightarrow{\text{反应①}}$ $[\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]]$ 溶液 $\xrightarrow{\text{反应②}}$ $\text{Al}(\text{OH})_3$ $\xrightarrow{\text{反应③}}$ Al_2O_3 $\xrightarrow{\text{反应④}}$ Al
A.流程中涉及的反应均为非氧化还原反应
B.反应②产生的阴离子主要为 CO_3^{2-}
C.实验室中应在蒸发皿中完成反应③
D.反应①为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

D 解析:反应④(由 Al_2O_3 生成 Al)是氧化还原反应,A 项错误;反应②中 CO_2 过量,则产生的阴离子不可能主要为 CO_3^{2-} ,B 项错误;反应③为灼烧 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 使其分解,实验室中应在坩埚中完成该反应,C 项错误;反应①为铝土矿中的 Al_2O_3 溶于强碱溶液生成 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 的反应,D 项正确。

- 10.等物质的量的铁分别与足量的盐酸、水蒸气在一定条件下充分反应,则在相同的条件下,产生氢气的体积比是 ()
A.1 : 1 B.3 : 4
C.2 : 3 D.4 : 3

B 解析:设铁的物质的量为 1 mol,根据化学方程式 $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ 可知与盐酸反应生成的氢气为 1 mol,根据化学方程式 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ 可知与水蒸气反应生成的氢气为 $\frac{4}{3}$ mol,相同条件下气体的体积之比等于物质的量之比,则两反应中生成氢气的体积之比为 $1 : \frac{4}{3} = 3 : 4$,故选 B。

11. FeSO_4 是一种重要的化工原料,可以制备一系列物质(如图所示)。下列说法错误的是 ()

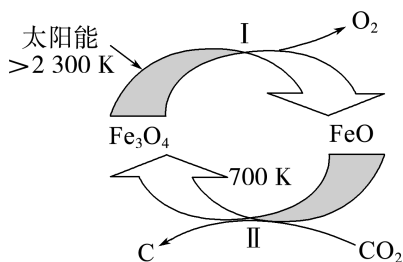


- A.制备 $\text{Fe}_4(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_5$ 时温度不宜过高
B.该温度下, $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 在水中的溶解度比 FeSO_4 的大
C.可用 KSCN 溶液检验 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 是否被氧化

D.为防止 NH_4HCO_3 分解,生产 FeCO_3 需在较低温度下进行

B 解析: H_2O_2 受热易分解,因此,反应温度不宜过高,A 正确; $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 在水中的溶解度比 FeSO_4 的小,所以 FeSO_4 才能与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$,B 错误; KSCN 溶液遇 Fe^{2+} 溶液无现象, $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 若被氧化则可生成 Fe^{3+} , KSCN 溶液遇 Fe^{3+} 变红,C 正确; NH_4HCO_3 受热易分解,所以为防止 NH_4HCO_3 分解,生产 FeCO_3 需在较低温度下进行,D 正确。

- 12.太阳能是理想的能源,通过 Fe_3O_4 和 FeO 的热化学循环可以利用太阳能,转化关系如图所示。下列说法错误的是 ()



A.过程 I 的化学方程式为 $2\text{Fe}_3\text{O}_4 \xrightarrow[\text{>2300 K}]{\text{太阳能}} 6\text{FeO} + \text{O}_2 \uparrow$

B.过程 II 中每生成 23.2 g Fe_3O_4 转移 0.3 mol 电子

C.利用该过程可以降低环境中 CO_2 的含量

D.该过程的总反应为 $\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{太阳能}} \text{C} + \text{O}_2$

B 解析: 由题图可知,过程 I 的化学方程式为

$2\text{Fe}_3\text{O}_4 \xrightarrow[\text{>2300 K}]{\text{太阳能}} 6\text{FeO} + \text{O}_2 \uparrow$,A 项正确;过程 II

的化学方程式为 $6\text{FeO} + \text{CO}_2 \xrightarrow{700 \text{ K}} 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{C}$,每生成 23.2 g (0.1 mol) Fe_3O_4 ,转移电子的物质的

量为 $0.1 \text{ mol} \times 3 \times \left(\frac{8}{3} - 2\right) = 0.2 \text{ mol}$,B 项错误;

由图知,该过程的总反应为 $\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{太阳能}} \text{C} + \text{O}_2$,故利用该过程可以降低环境中 CO_2 的含量,C、D 项正确。

- 13.在同温同压下, N_2 和 CO_2 的混合气体 10 L 通过足量的 Na_2O_2 后,测得气体的体积是 6 L,原混合气体中 CO_2 的体积分数是 ()

A.20% B.40%
C.60% D.80%

D 解析: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$,每 2 体积 CO_2 参加反应,反应后气体体积减少 1 体

积,故 $V(\text{CO}_2) = 2 \times (10 \text{ L} - 6 \text{ L}) = 8 \text{ L}$,所以 CO_2 的体积分数为 80%。

- 14.把 7.4 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 和 NaHCO_3 组成的固体混合物溶于水配成 100 mL 溶液,其中 $c(\text{Na}^+) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。若把等质量的固体混合物加热至恒重,残留固体的质量是 ()

A.3.18 g B.2.12 g
C.4.22 g D.5.28 g

A 解析: 把固体混合物加热至恒重,最后剩余的 物质是 Na_2CO_3 , $n(\text{Na}^+) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} = 0.06 \text{ mol}$,根据 Na 守恒,则残留的 Na_2CO_3 的 物质的量为 0.03 mol,质量为 3.18 g。

- 15.某实验小组测定铁的氧化物 Fe_xO_y 的化学式,已知该氧化物中铁元素只有 +2 和 +3 两种价态,实验步骤如图所示。下列说法正确的是 ()

30.4 g Fe_xO_y $\xrightarrow[\text{步骤①}]{\text{过量盐酸}}$ 溶液 a $\xrightarrow[\text{步骤②}]{\text{通入 0.1 mol Cl}_2 \text{ 恰好反应}}$ 溶液 b

A.溶液 a 中阳离子只有 Fe^{3+} 和 Fe^{2+}

B.步骤①和步骤②都发生了氧化还原反应

C.计算可得该氧化物的化学式为 Fe_4O_5

D.溶液 b 中 $n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{Cl}^-) = 1 : 3$

C 解析: 该氧化物中铁元素只有 +2 价和 +3 价 两种价态,步骤①中加足量盐酸,生成 FeCl_3 、 FeCl_2 ,步骤②中 Cl_2 可氧化 Fe^{2+} ,发生反应: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$,可知 $n(\text{Fe}^{2+}) = 2n(\text{Cl}_2) = 0.2 \text{ mol}$,设氧化物中 $n(\text{Fe}^{3+}) = n \text{ mol}$, 则由铁原子守恒可知 $0.2 \text{ mol} + n \text{ mol} =$

$\frac{30.4 \text{ g}}{(56x + 16y) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times x$;由电荷守恒可知

$0.2 \text{ mol} \times 2 + n \text{ mol} \times 3 = \frac{30.4 \text{ g}}{(56x + 16y) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$

$\times y \times 2$,两式联立解得 $\frac{x}{y} = \frac{4}{5}$,则该氧化物的化学

式为 Fe_4O_5 。铁的氧化物 Fe_xO_y 中铁元素只有 +2 价和 +3 价两种价态,因盐酸过量,则其与盐酸 反应产生的溶液 a 中含有的阳离子有 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 和 H^+ ,A 错误;步骤①中金属氧化物与酸反应生 成盐和水,反应的类型为复分解反应,不属于氧化 还原反应,B 错误;由上述分析可知:该氧化物的 化学式为 Fe_4O_5 ,C 正确;若步骤①中盐酸恰好溶 解氧化物,步骤②中 Cl_2 恰好氧化 Fe^{2+} ,则溶液 b 中 $n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{Cl}^-) = 1 : 3$,因步骤①中盐酸足 量,则溶液 b 中 $n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{Cl}^-) < 1 : 3$,D 错误。

- 16.以下叙述正确的是 ()

A.铝热反应单指 Fe_2O_3 和铝粉的反应

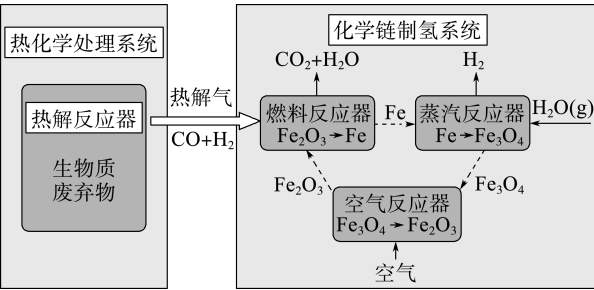
B.检验某种红色物质是否为 Fe_2O_3 的操作步骤为
样品→粉碎→加水溶解→过滤→向滤液中滴加
 KSCN 溶液

C.分别还原 $a\text{ mol Fe}_2\text{O}_3$ 所需 H_2 、 Al 、 CO 的物
质的量之比为 $3:2:3$

D.明矾属于硫酸盐,含结晶水,属于混合物

C 解析:铝热反应不单指铝粉和 Fe_2O_3 的反应,
还包括其他许多反应,如铝粉与 V_2O_5 、 MnO_2 的
反应等; Fe_2O_3 为不溶于水的物质,应加盐酸溶解
后再加 KSCN 溶液;根据电子守恒知, $a\text{ mol}$
 Fe_2O_3 变为 Fe 需 $6a\text{ mol}$ 电子,故需 H_2 、 Al 、 CO
的物质的量分别为 $3a\text{ mol}$ 、 $2a\text{ mol}$ 、 $3a\text{ mol}$,所以
三者的物质的量之比为 $3:2:3$;明矾的化学式为
 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$,它是纯净物。

17.生物质废弃物能源化的研究方向之一是热解耦合
化学链制高纯 H_2 ,工艺流程如图所示。



下列说法不正确的是 ()

A.燃料反应器中 Fe_2O_3 固体颗粒大小不影响其与
 CO 、 H_2 反应的快慢

B.蒸汽反应器中主要发生的反应为 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

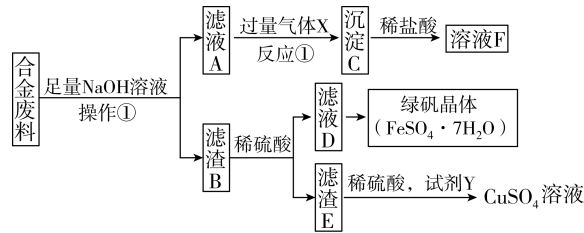
C.从蒸汽反应器所得 H_2 和 H_2O 的混合物中液化
分离 H_2O ,可获得高纯 H_2

D.当 $n(\text{CO}):n(\text{H}_2) > 1:1$ 时,为使 Fe_2O_3 循环
使用,理论上需要满足 $n(\text{CO}):n(\text{O}_2) = 1:1$

A 解析:燃料反应器中 Fe_2O_3 固体颗粒越小,接
触面积越大,反应越快,故 A 错误;根据图示,蒸汽
反应器中 Fe 和水蒸气反应生成 Fe_3O_4 和 H_2 ,发
生的反应为 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$,故
B 正确; H_2O 的沸点比 H_2 的沸点高得多,从蒸汽
反应器所得 H_2 和 H_2O 的混合物中液化分离
 H_2O ,可获得高纯 H_2 ,故 C 正确;根据氧元素守
恒, CO 转化为 CO_2 , H_2 转化为 H_2O ,通入空气反
应器中 O_2 所含的氧元素和通入蒸汽反应器中
 H_2O 所含氧元素最终转化为 H_2O (全部)和 CO_2
(二分之一)中氧元素,即 $n(\text{CO}) + n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) + 2n(\text{O}_2)$,当 $n(\text{CO}):n(\text{H}_2) = 1:1$ 时,
理论上 $n(\text{CO}):n(\text{O}_2) > 1:1$,故 D 正确。

二、非选择题:本题共 5 小题,共 49 分。

18.(6 分)为探索工业中含有 Al 、 Fe 、 Cu 的合金废料
的再利用,某同学设计了如下回收方案[已知: CO_2



(1)操作①的名称是 _____,滤渣 B 中含有
_____ (填化学式)。

(2)若要从滤液 D 中得到绿矾晶体,必须进行的实
验操作是 _____、冷却结晶、过滤、自
然干燥,在这一系列操作中没有用到的仪器有
_____ (填字母序号)。

A.漏斗 B.坩埚 C.烧杯 D.玻璃棒

(3)试剂 Y 应该是一种 _____ (填“氧化剂”或
“还原剂”),它不可能是 _____ (填字母序号)。

A. H_2O_2 B. H_2
C. O_2 D. Fe

解析:(1)操作①得到滤液 A 和滤渣 B,因此为过
滤操作。合金废料中只有 Al 能溶于 NaOH 溶液,
因此滤渣 B 中含有 Fe 、 Cu 。(2)滤液 D 为 FeSO_4
溶液,由 FeSO_4 溶液得到绿矾晶体的实验操作是
蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、自然干燥。这一系列
操作中没有用到坩埚。(3)由 Cu 和稀硫酸得到
 CuSO_4 还需加入氧化剂,不可能是 H_2 、 Fe 。

答案:(1)过滤 Fe 、 Cu (2)蒸发浓缩 B
(3)氧化剂 BD

19.(7 分)铁粉和氧化铁粉末的混合物共 13.6 g ,将其
加入 200 mL 稀硫酸中,固体完全溶解,得到
 1.12 L (标准状况下)氢气。经测定,反应后的溶液
中 $c(\text{H}^+) = 0.2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,且无 Fe^{3+} 。忽略反应
前后溶液体积的变化,请计算:

(1)反应中放出氢气的质量为 _____ g 。

(2)原混合物中铁和氧化铁的物质的量之比为
_____。

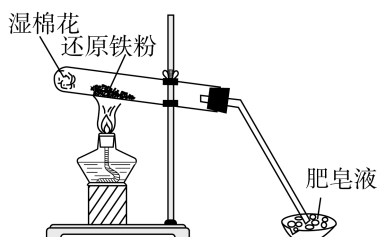
(3)原稀硫酸的物质的量浓度为 _____
 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解析:把铁粉和氧化铁粉末加入稀硫酸中,氧化铁
溶解生成 Fe^{3+} ,由于 Fe^{3+} 的氧化性强于 H^+ ,所以
单质铁先与 Fe^{3+} 反应,再与 H^+ 反应放出氢气,根
据题意可知 $n(\text{H}_2) = 0.05\text{ mol}$,反应后溶液中
 $c(\text{H}^+) = 0.2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,说明稀硫酸过量,剩余硫
酸的物质的量为 0.02 mol ,溶液无 Fe^{3+} ,则溶液
中的含铁溶质只有硫酸亚铁。(1)反应中放出氢
气的质量为 $m(\text{H}_2) = 0.05\text{ mol} \times 2\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.1\text{ g}$ 。
(2)设原混合物中铁的物质的量为 $x\text{ mol}$,
氧化铁的物质的量为 $y\text{ mol}$,则 $56x + 160y =$

13.6, 溶液中依次发生的反应如下: ① $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, ② $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe} = 3\text{FeSO}_4$, ③ $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$, 可推出 $x - 0.05 = y$, 求得 $x = 0.1, y = 0.05$, 所以原混合物中铁和氧化铁的物质的量之比为 2:1。(3) 根据上述分析, 反应①消耗的 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.15 \text{ mol}$, 反应③消耗的 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.05 \text{ mol}$, 反应后剩余的 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.02 \text{ mol}$, 所以原稀硫酸的物质的量浓度 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0.15 \text{ mol} + 0.05 \text{ mol} + 0.02 \text{ mol}}{0.200 \text{ L}} = 1.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案:(1)0.1 (2)2:1 (3)1.1

20. (12分) 某同学利用如图所示装置进行铁粉跟水蒸气反应的实验, 并继续研究铁及其化合物的部分性质。



(1) 试管中发生反应的化学方程式为_____。

(2) 该同学欲确定反应一段时间后试管中固体物质的成分, 设计了如下方案:

① 待试管冷却, 取其中固体少许溶于稀盐酸得溶液 B;

② 取少量溶液 B 滴加 KSCN 溶液, 若溶液变红, 则试管中固体是_____ (填字母序号, 只有一个选项符合题意, 下同); 若溶液未变红, 则试管中固体是_____。

A. 一定有 Fe_3O_4 , 可能有 Fe

B. 只有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

C. 一定有 Fe_3O_4 和 Fe

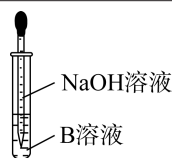
D. 一定有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 可能有 Fe

E. 只有 Fe_3O_4

(3) 该同学按上述方案进行实验, 溶液未变红色, 原因是_____

(用化学方程式表示)。

(4) 该同学马上另取少量溶液 B, 使其与 NaOH 溶液反应。若按如图所示的操作, 可观察到生成白色沉淀, 白色沉淀迅速变成灰绿色, 最后变成红褐色的现象。请写出与上述现象相关的反应的化学方程式:_____。



(5) 一段时间后, 该同学发现(3)中未变红的溶液变成红色。由此可知, 实验室 FeCl_2 溶液需用现配的原因是_____, 并且配制时应加入少量_____。

解析:(1) Fe 在高温条件下可与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应生成 Fe_3O_4 和 H_2 。(2)(3) 根据 Fe 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的反应可知, 试管中固体的成分可能为 Fe_3O_4 或 Fe_3O_4 与 Fe 的混合物, 加入稀盐酸发生反应: $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$, 可能发生反应: $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$ 、 $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$; 取溶液 B 滴加 KSCN 溶液, 若溶液变红, 则试管中固体一定有 Fe_3O_4 , 可能含少量 Fe; 若溶液不变红, 则试管中一定有 Fe_3O_4 和 Fe。(4) FeCl_2 溶液与 NaOH 溶液反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被氧化, 使沉淀发生颜色变化。(5) FeCl_2 易被氧化生成 Fe^{3+} , 故 FeCl_2 溶液应现用现配, 并加入少量铁粉以防止被氧化。

答案:(1) $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

(2) A C

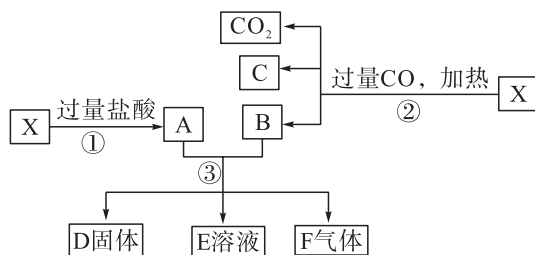
(3) $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$

(4) $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$

$4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

(5) FeCl_2 易被空气氧化为 FeCl_3 铁粉

21. (12分) 已知 X 为 Fe_2O_3 和 CuO 的混合物, 且氧化性强弱顺序为 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Fe}^{2+}$ 。X 样品可发生如图所示的转化关系:



(1) 写出步骤③发生反应的离子方程式 (共有 3 个):_____。

(2) 若溶液 E 中只有一种金属离子, 则一定是_____; 若溶液 E 中含有两种金属离子, 则一定是_____。

(3) 若 D 固体是纯净物, 该固体是_____ (填化学式)。

(4) 印刷电路板是由高分子材料和铜箔复合而成的, 可用 FeCl_3 溶液作为“腐蚀剂”刻制印刷电路板, 该过程发生反应的离子方程式为_____。

解析:(1) 步骤①中的反应为 $\text{CuO} + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 所得溶液为 FeCl_3 、 CuCl_2 及过量的 HCl 组成的混合液; 步骤②得到的固体有 Cu、Fe 两种, 若 B 是

铜,根据题给的氧化性强弱顺序可知,只有一个反应,不符合3个反应的要求,故B应是Fe。(2)若溶液E中只有一种金属离子,则必然是氧化性最弱的 Fe^{2+} ;若溶液E中含有两种金属离子,则为 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 。(3)A与B反应产生了 H_2 ,由氧化性: $\text{Cu}^{2+} > \text{H}^+$ 知, Cu^{2+} 被Fe还原为Cu,固体D中一定含Cu,若D为纯净物即为Cu。(4)根据氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ 可知,腐蚀电路板的反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 。

答案:(1) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 、 $2\text{H}^+ + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$
(2) Fe^{2+} Fe^{2+} 、 Cu^{2+} (3)Cu
(4) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

22.(12分)某小组同学用 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体和蒸馏水配制 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ FeSO}_4$ 溶液(pH为3.3)。1 h后,溶液变黄。24 h后,产生黄褐色沉淀,测得上层清液的pH为1.4。

(1)取少量黄色溶液,_____ (填操作和现象),证明黄色溶液中含有 Fe^{3+} 。
(2)取适量黄色溶液,加入淀粉-KI溶液,振荡,溶液由黄色变为蓝色,反应的离子方程式为_____。

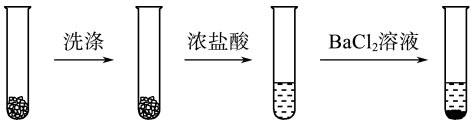
(3)探究溶液变黄的原因。
①实验证实,溶液变黄是因为空气中的 O_2 将 Fe^{2+} 氧化。
②利用 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、蒸馏水和稀硫酸配制不同溶液,进一步探究影响溶液变黄快慢的因素,实验如表所示:

实验编号	I	II	III	IV
$c(\text{FeSO}_4)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	0.5	0.25	0.5	0.25
溶液 pH	3.3	3.5	2.9	2.9
初始颜色	浅绿色	浅绿色,比 I 浅	浅绿色,同 I	浅绿色,同 II
0.5 h 后颜色	浅绿色	黄绿色	浅绿色	浅绿色
5 h 后颜色	黄色	黄色	浅黄色	浅黄色,比 III 浅

a.实验III和IV说明_____对溶液变黄快慢有影响。

b.实验II比I更快变黄的原因是_____。
(4)检验黄褐色沉淀的成分。

①通过下列实验证实,黄褐色沉淀中含有 SO_4^{2-} 。



黄褐色沉淀 黄褐色沉淀 沉淀溶解 产生白色沉淀
I.证实黄褐色沉淀中含有 SO_4^{2-} 的证据是_____。
II.洗涤黄褐色沉淀的目的是_____。
②进一步实验证实黄褐色沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$,将反应的离子方程式配平并补充完整: $\text{Fe}^{3+} + \text{_____} + \text{_____} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 \downarrow + \text{_____}$ 。

解析:(1)向溶液中加入KSCN溶液,若溶液变红则说明黄色溶液中含有 Fe^{3+} 。(2) Fe^{3+} 可将 I^- 氧化为 I_2 ,取适量黄色溶液,加入淀粉-KI溶液,振荡,溶液由黄色变为蓝色,反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 。(3)a.对比实验III和IV,两组实验中溶液的pH相同, FeSO_4 的浓度不同,溶液变黄快慢不同,说明 FeSO_4 的浓度对溶液变黄快慢有影响。b.对比实验III和IV可知,其他条件相同时, $c(\text{FeSO}_4)$ 越大,溶液越快变黄;对比实验I和III,II和IV可知,其他条件相同时,溶液pH越大,溶液越快变黄。 $c(\text{FeSO}_4)$:实验I > 实验II,溶液pH:实验II > 实验I,故实验II比I更快变黄的原因是实验II的pH较实验I高,加快了 Fe^{2+} 的氧化。(4)①I.向沉淀溶解后的溶液中滴加 BaCl_2 溶液,产生白色沉淀,说明该溶液中含有 SO_4^{2-} ,则说明黄褐色沉淀中含有 SO_4^{2-} 。II.过滤出的黄褐色沉淀表面有 SO_4^{2-} ,洗涤黄褐色沉淀是为了除去其表面的 SO_4^{2-} ,以免影响后续实验。②该反应的离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 \downarrow + \text{H}^+$ 。

答案:(1)向溶液中加入KSCN溶液,溶液变红
(2) $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ (3)a. FeSO_4 的浓度 b.实验II的pH较实验I高,加快了 Fe^{2+} 的氧化
(4)①I.向沉淀溶解后的溶液中滴加 BaCl_2 溶液,产生白色沉淀 II.除去黄褐色沉淀表面的 SO_4^{2-} ,以免影响后续实验 ② H_2O SO_4^{2-} H^+

第一节 原子结构与元素周期表

第 1 课时 原子结构

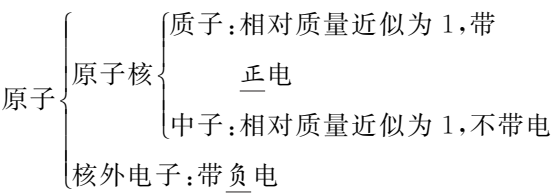
学习任务目标

- 1.认识核外电子的排布规律,能根据原子结构的特征确定元素。
- 2.通过原子结构模型的演变认识化学科学对人类的贡献,激发研究化学科学的热情。

问题式预习

一、原子结构

1.原子的构成



2.质量数

(1)概念:如果忽略电子的质量,将核内所有质子和中子的相对质量取近似整数值相加,所得的数值叫质量数,常用 A 表示。

(2)质量关系:质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N)。

3.原子的表示符号

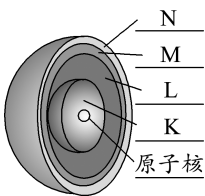
${}_Z^AX$: A 表示质量数, Z 表示质子数, X 为元素符号。
例如: ${}^{18}_8\text{O}$ 表示质量数为 18,质子数为 8 的氧原子,其核外电子数为 8,中子数为 10。

二、核外电子排布

1.电子层结构模型

电子层:在含有多个电子的原子里,电子分别在能量不同的区域内运动。我们把不同的区域简化为不连续的壳层,也称作电子层。

(1)电子层结构模型示意图



(2)电子层及能量

各电子层由内到外	电子层序数	1	2	3	4	5	6	7
	电子层符号	K	L	M	N	O	P	Q
	离核远近	由近到远						
	能量高低	由低到高						

2.电子层排布规律

(1)能量最低原理

核外电子总是优先排布在能量最低的电子层里,然后再由里往外排布在能量逐步升高的电子层里,即按 $K \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow N \cdots$ 顺序排列。

(2)电子层最多容纳的电子数

①第 n 层最多容纳 $2n^2$ 个电子。如 K、L、M、N 层最多容纳电子数分别为 2、8、18、32。

②最外层电子数目最多不能超过 8 个(K 层为最外层时不能超过 2 个)。

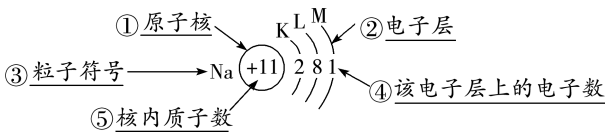
③次外层最多能容纳的电子数不超过 18 个。

(3)稳定结构:原子最外电子层有 8 个电子(最外层为 K 层时,最多为 2 个电子)的结构是相对稳定的结构。

3.核外电子排布表示——结构示意图

(1)原子结构示意图

钠原子的结构示意图如下,请注明其意义:

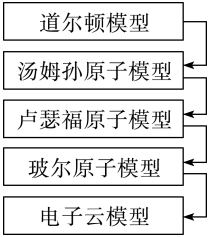


(2)离子结构示意图

离子结构示意图中各符号与原子结构示意图中的符号含义一样,但是要注意离子结构示意图中“8”及图中质子数与核外电子数不相等。



三、原子结构模型的演变过程



任务型课堂

任务一 原子构成及粒子之间的定量关系

[探究活动]

人类在很长的一段时间内一直认为原子是组成物质的最小粒子,对原子结构的探究经历了相当长的过程。

活动 1 卢瑟福用 α 射线轰击金箔,绝大多数的 α 粒子直接穿过金箔,但有少数 α 粒子偏转方向,极少数的 α 粒子被弹回,试用原子的结构解释此现象。

提示:在原子的中心有一个很小的核,叫原子核,原子的全部正电荷和几乎全部质量都集中在原子核里,电子绕核旋转, α 粒子撞击到原子核会被弹回,距离原子核较近的 α 粒子受同种电荷的斥力方向偏转。

活动 2 月球上含有核电荷数为 12 的镁原子,其质子数是多少? 核外电子数是多少? 原子中质子数、核外电子数之间有何关系? 镁离子中质子数、核外电子数之间有何关系?

提示:镁原子的质子数为 12,核外电子数为 12。原子中,质子数=核外电子数。镁离子中,质子数=核外电子数+所带电荷数。

[评价活动]

1. ^{14}C 可用于考古断代。下列关于 ^{14}C 的说法正确的是 ()

- A.质量数为 6
- B.质子数为 6
- C.核外电子数为 14
- D.中子数为 14

B 解析: ^{14}C 中含有的质子数为 6,质量数为 14,

^{14}C 中含有的中子数=质量数-质子数=14-6=8,核外电子数=质子数=6。

2.下列关于 $^{293}_{116}\text{Lv}$ 的叙述错误的是 ()

- A.原子序数为 116
- B.中子数为 177
- C.核外电子数为 116
- D.相对原子质量为 293

D 解析:原子序数和核外电子数相等,故均为 116,A、C 项正确;该原子的中子数为 293-116=177,B 项正确;293 表示该核素的质量数,不能表示该元素的相对原子质量,D 项错误。

3.下列说法正确的是 ()

- A. $^{142}_{60}\text{Nd}$ 与 $^{143}_{60}\text{Nd}$ 的核外电子数相同
- B. $^{142}_{60}\text{Nd}$ 与 $^{143}_{60}\text{Nd}$ 的中子数相同
- C. $^{142}_{60}\text{Nd}$ 与 $^{142}_{58}\text{Ce}$ 的质子数相等
- D. $^{144}_{60}\text{Nd}$ 所含的中子数等于质子数

A 解析: B 项,二者的中子数分别为 142-60=82 和 143-60=83;C 项,二者的质子数分别为 60 和 58;D 项,中子数为 84,质子数为 60。

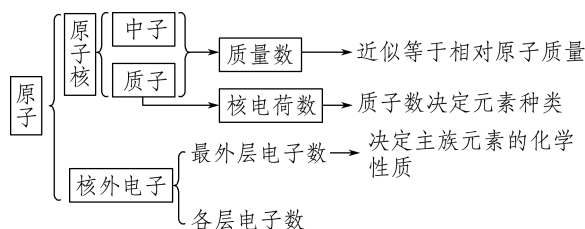
4.据报道,放射性同位素 $^{166}_{67}\text{Ho}$ 可有效地治疗肝癌。该同位素原子内的中子数与核外电子数之差为 ()

- A.32
- B.67
- C.99
- D.166

A 解析: $^{166}_{67}\text{Ho}$ 的质子数等于核外电子数为 67,质量数为 166,中子数为 166-67=99,故中子数与核外电子数之差为 99-67=32,故选 A。

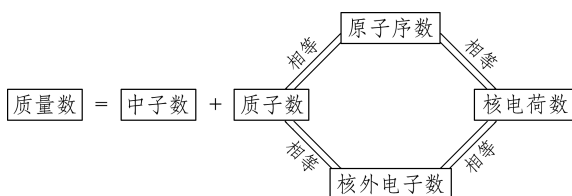
任务总结

1. 原子的构成粒子及作用

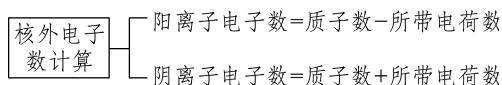


2. 原子的构成粒子间的数目关系

(1) 电中性原子



(2) 带电离子的电子数目计算



任务二 核外电子排布及其表示

[探究活动]

活动 1 如图所示为原子核外电子运动的三维立体图(图中所有电子已经画出):



该原子是什么原子? 画出该原子的原子结构示意图。

提示: 该原子核外有 8 个电子, 故为氧原子, 原子结构示意图为 $(+8) 2 6$ 。

活动 2 前 18 号元素中, 原子最外层电子数是次外层电子数 2 倍和 3 倍的元素分别是什么? 原子最外层电子数是电子层数 2 倍的元素分别是什么?

提示: 碳(C)、氧(O); 氦(He)、碳(C)、硫(S)。

活动 3 你能写出哪些 10 电子($10e^-$)粒子(包括原子、分子、离子)?

提示: 10 电子原子是 Ne; 10 电子分子有 HF 、 H_2O 、 NH_3 、 CH_4 等; 10 电子离子有 F^- 、 OH^- 、 NH_4^+ 等。

[评价活动]

1. 下列说法肯定错误的是 ()

- A. 某原子 K 层上只有一个电子
- B. 某原子 M 层上电子数为 L 层上电子数的 4 倍
- C. 某离子 M 层上和 L 层上的电子数均为 K 层的

4 倍

D. 某原子的核电荷数与最外层电子数可能相等

B 解析: K、L、M 层上最多容纳的电子数分别为 2、8、18, K 层上可排 1 个电子, 也可排 2 个电子, A 项正确; 当 M 层上排有电子时, L 层上一定排满了 8 个电子, 而 M 层上最多只能排 18 个电子, $18 < 8 \times 4$, B 项错误; K 层上最多只能排 2 个电子, $2 \times 4 = 8$, 即存在 M 层和 L 层上的电子数都为 8, C 项正确; 当 K 层作为最外电子层, 原子的核电荷数与最外层电子数相等, 如 H、He, D 项正确。

2. 粒子结构示意图是表示粒子核电荷数和核外电子

排布的图示形式。根据粒子结构示意图: $(+8) 2 8$ 、 $(+10) 2 8$ 、 $(+12) 2 8$, 判断下列说法正确的是 ()

A. 它们都带有电荷
B. 它们的原子的核外电子数相同
C. 它们都具有稳定结构
D. 它们表示同一种元素

C 解析: 分析比较三种粒子结构示意图可知, $(+10) 2 8$ 表示的原子的核内质子数等于核外电子数,

为氖原子, A 错误; 它们的原子核内质子数不同, 所以元素种类不同, 原子的核外电子数也不同, B、D 错误; 它们的最外层电子数都是 8 个, 所以它们都具有稳定结构, C 正确。

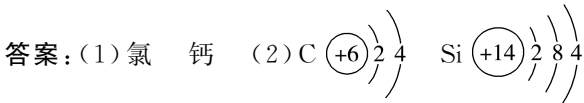
3. 已知 1~20 号元素中有 A、B、C、D 四种元素, 其原子的质子数 $A < B < C < D$, A 元素的原子最外层电子数是次外层电子数的 2 倍; B 元素的原子核外 M 层电子数是 L 层电子数的一半; C 元素的原子次外层电子数比最外层电子数多 1 个; D 元素的原子核外 K 层、L 层电子数之和等于 M、N 层电子数之和。请推断:

(1) 元素的名称: C _____, D _____。

(2) 原子结构示意图: A _____, B _____。

(3) 若没有“质子数 $A < B < C < D$ ”的限制, C 还可以是 _____ (填名称) 元素。

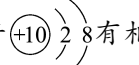
解析: A 元素的原子最外层电子数是次外层电子数的 2 倍, 次外层只能是 K 层, A 为碳元素; B 元素的原子核外 M 层电子数是 L 层电子数的一半, L 层电子数为 8, M 层电子数为 4, B 元素为硅元素; C 元素的原子次外层电子数比最外层电子数多 1 个, 符合此条件的元素有锂和氯, 因为质子数 $B < C$, C 为氯元素; D 元素的原子核外 K 层、L 层电子数之和为 10, 又等于 M、N 层电子数之和, D 为钙元素。



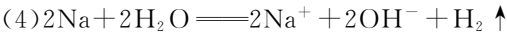
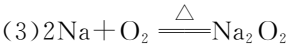
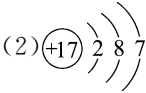
(3) 锂

4. 有 A、B、C、D 四种元素, A 元素是地壳中含量最多的金属元素; B 元素的原子 M 层比 L 层少 1 个电子; C 元素的原子得到 2 个电子、D 元素的原子失去 1 个电子所得到的粒子都具有与氖原子相同的电子层结构。回答下列问题:

- (1) 四种元素的名称分别是_____。
(2) 画出 B 元素原子的结构示意图:_____。
(3) 写出加热条件下 D 元素的单质与 C 元素的单质反应的化学方程式:_____。
(4) 写出 D 元素的单质与水反应的离子方程式:_____。

解析: 地壳中含量最多的金属元素是 Al, 故 A 是 Al; B 元素的核电荷数是 $2+8+7=17$, 是 Cl; C^{2-} 和 D^+ 与氖原子  有相同的电子层结构, 故 C 的核电荷数是 $10-2=8$, 是 O; D 的核电荷数是 $10+1=11$, 是 Na。

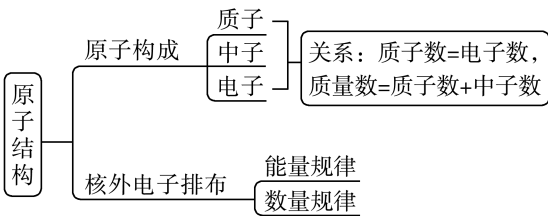
答案: (1) 铝、氯、氧、钠



任务总结

- (1) 审题时注意看清是“最外层电子数”“次外层电子数”还是“内层电子数”。
(2) 最外层电子数为次外层电子数的 2 倍以上时, 次外层一定是 K 层。
(3) 注意原子结构示意图与离子结构示意图的区别。

► 提质归纳



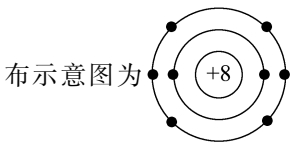
课后素养评价(十八)

基础性·能力运用

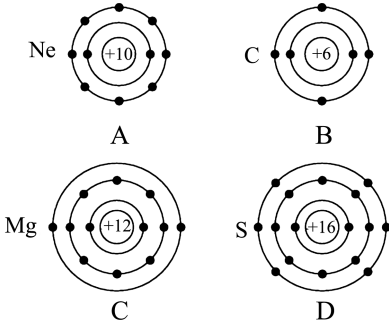
知识点 1 原子结构

1. 下列说法正确的是 ()
- A. 有一种氢原子的原子核中有 2 个中子、1 个质子, 则其质量数为 3
B. 钠原子和钠离子质量相差很大
C. 在原子中质子数一定等于中子数
D. 所有的原子都是由质子、中子、电子构成的
- A 解析: 质量数 = 质子数 + 中子数, 故 A 正确; 钠原子失去 1 个电子形成钠离子, 电子的质量很小, 可以忽略, 所以钠原子和钠离子的质量几乎相等, 故 B 错误; 在原子中质子数不一定等于中子数, 例如 $^{23}_{11}\text{Na}$ 中质子数就不等于中子数, 故 C 错误; 并不是所有的原子都由质子、中子、电子构成, 例如 ^1_1H 中不含有中子, 故 D 错误。

2. 已知同主族元素原子的最外层电子数相等, 它们具有相似的化学性质。氧元素原子核外电子分层排



学性质相似的是 ()



D 解析: 由氧原子的核外电子分层排布示意图可知, 氧原子最外层有 6 个电子, D 选项的原子最外层也有 6 个电子。

3. 核电荷数为 16 的原子和核电荷数为 4 的原子相比较, 下列数据中前者是后者 4 倍的是 ()
- ①核外电子数 ②最外层电子数 ③电子层数 ④次外层电子数
- A. ①④ B. ①③④
C. ①②④ D. ②③

A 解析: 核电荷数为 16 的原子和核电荷数为 4 的原子的核外电子数分别是 16 和 4, 最外层电子数分别是 6 和 2, 电子层数分别是 3 和 2, 次外层电子数

分别为 8 和 2, A 正确。

知识点 2 核外电子排布

4. 下列说法一定错误的是 ()

- A. 某原子 K 层上只有一个电子
- B. 某原子 M 层上电子数为 L 层上电子数的 4 倍
- C. 某离子 M 层上和 L 层上的电子数均为 K 层的 4 倍
- D. 某离子的核电荷数与最外层电子数相等

B 解析: K 层上可排 1 个电子, 也可排 2 个电子, A 正确; 当 M 层上排有电子时, L 层上一定排满了 8 个电子, 而 M 层上最多只能排 18 个电子, $18 < 8 \times 4$, B 错误; K 层上最多只能排 2 个电子, M 层和 L 层都为 8 个电子的离子有 K^+ 、 Ca^{2+} 等, C 正确; 如核电荷数为 8 的元素为氧, O^{2-} 的最外层电子数也为 8, D 正确。

5. 核外电子排布遵循一定的规律。下列关于核外电子排布的说法正确的是 ()

- A. 某粒子核外电子排布为 2、8、8 结构, 则该粒子一定是氩原子
- B. 最外电子层达到稳定结构的粒子只能是稀有气体的原子
- C. F^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 是与 Ne 原子具有相同电子层结构的离子
- D. 某元素原子的最外层只有 2 个电子, 则该元素一定是金属元素

C 解析: 核外电子排布为 2、8、8 结构的粒子还可能为 S^{2-} 、 Cl^- 等, A 项错误; O^{2-} 、 F^- 、 Cl^- 、 Li^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 等粒子最外电子层均达到了稳定结构, B 项错误; F^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 核外电子排布均为 2、8 结构, 与 Ne 原子的电子层结构相同, C 项正确;

He 原子的最外层只有 2 个电子, 但 He 元素是稀有气体元素, D 项错误。

知识点 3 原子结构中的粒子关系

6. 随着科学技术的不断进步, 研究物质的手段和途径越来越多, N_5^+ 、 H_3 、 O_4 、 $^{12}C_{60}$ 等已被发现。下列说法正确的是 ()

- A. N_5^+ 中含有 36 个电子
- B. $^{12}C_{60}$ 中含 720 个中子
- C. O_2 和 O_4 互为同素异形体
- D. H_3 属于新的化合物

C 解析: 1 个 N_5^+ 中含有的电子数为 $5 \times 7 - 1 = 34$, A 错误; 每个 ^{12}C 原子含有 6 个中子, 则 $^{12}C_{60}$ 中含有的中子数为 $6 \times 60 = 360$, B 错误; O_2 和 O_4 是由氧元素组成的不同单质, 互为同素异形体, C 正确; H_3 是由氢元素组成的单质, 属于纯净物, D 错误。

7. 假设 R 元素无同位素, R 原子的质量数为 A, R^{m-} 的核外电子数为 x, 则 W g R^{m-} 所含中子的物质的量为 ()

- A. $(A - x + m)$ mol
- B. $(A - x - m)$ mol
- C. $\frac{W}{A}(A - x + m)$ mol
- D. $\frac{W}{A}(A - x - m)$ mol

C 解析: R^{m-} 的核外电子数为 x, 则 R 的原子序数是 $x - m$ 。因此 R 的中子数是 $A - x + m$, 所以 W g R^{m-} 所含中子的物质的量为 $\frac{W}{A}(A - x + m)$ mol, C 项正确。

综合性·创新提升

8. X、Y、Z 三种元素的核电荷数都小于 18, X 元素原子的最外层电子数是次外层电子数的 2 倍, Y 元素原子的次外层电子数是最外层电子数的 2 倍, Z 元素原子的次外层电子数是最外层电子数的 4 倍。则 X、Y、Z 三种元素可能的组合是 ()

- A. C、Si、Mg
- B. Li、C、Mg
- C. C、Mg、Li
- D. C、O、Mg

A 解析: 原子最外层电子数是次外层电子数的 2 倍的元素是 C, 原子次外层电子数是最外层电子数 2 倍的元素有 Li 和 Si, 原子次外层电子数是最外层电子数 4 倍的是 Mg。

9. 元素 X 的离子结构示意图为 $\oplus 11 \begin{array}{c} 2 \\ 8 \end{array}$, 元素 Y 的原子结构示意图为 $\oplus 8 \begin{array}{c} 2 \\ 6 \end{array}$, 则元素 X 与元素 Y 形成的常见化合物的化学式为 ()

- A. XY 和 XY_2
- B. XY_2 和 X_2Y
- C. X_2Y 和 XY
- D. X_2Y 和 X_2Y_2

D 解析: 元素 X 的离子结构示意图为 $\oplus 11 \begin{array}{c} 2 \\ 8 \end{array}$, 即 Na^+ , 元素 Y 的原子结构示意图为 $\oplus 8 \begin{array}{c} 2 \\ 6 \end{array}$, 即 O 原

子,则 X 是 Na,Y 是 O,Na 与 O 可形成 Na_2O 和 Na_2O_2 两种化合物,故 D 项正确。

10.某元素的原子核外有三个电子层,M 层上的电子数是 L 层上电子数的 $\frac{1}{2}$,则该元素的原子是

()

- A.Li B.Al
C.Si D.K

C 解析:三个电子层即 K、L、M,K 层有 2 个电子,L 层有 8 个电子,可知 M 层有 4 个电子,该元素的原子核外电子排布为 2、8、4,是 Si 元素。

11.下列各组粒子中,核外电子总数相等的是 ()

- A. CO 、 H_2O B. H_2O 、 HCl
C. CO_2 、 N_2O D. Na^+ 、 Cl^-

C 解析: CO 有 $6+8=14$ 个电子, H_2O 有 $2+8=10$ 个电子,故 A 错误; H_2O 中有 10 个电子, HCl 中有 18 个电子,故 B 错误; CO_2 中有 $6+8\times 2=22$ 个电子, N_2O 中有 $7\times 2+8=22$ 个电子,故 C 正确;氯原子有 17 个电子, Cl^- 核外电子总数为 18,钠原子有 11 个电子, Na^+ 核外电子总数为 10,故 D 错误。

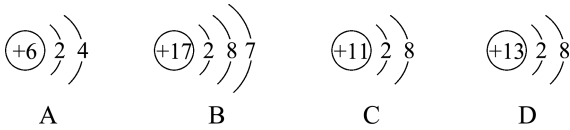
12.下列关于 ^{26}Al 和 ^{10}Be 的说法不正确的是 ()

- A. $5.2\text{ g } ^{26}\text{Al}^{3+}$ 中所含的电子数约为 1.204×10^{24}
B. ^{10}Be 和 ^9Be 是中子数不同、质子数不同的不同原子
C. $^{26}\text{Al}^{3+}$ 和 $^{26}\text{Mg}^{2+}$ 的质子数、中子数和核外电子数都不相同
D. ^{10}Be 原子核内的中子数比质子数多

C 解析: $5.2\text{ g } ^{26}\text{Al}^{3+}$ 中所含的电子数约为 $\frac{5.2\text{ g}}{26\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}\times (13-3)\times 6.02\times 10^{23}\text{ mol}^{-1}=1.204\times 10^{24}$,故 A 正确; ^{10}Be 和 ^9Be 的质子数均为 4,中子数分别为 6、5,是中子数不同、质子数不同的不同原子,故 B 正确; $^{26}\text{Al}^{3+}$ 和 $^{26}\text{Mg}^{2+}$ 的质子数分别为 13、12,中子数分别为 13、14,电子数均为 10 个,故质子数和中子数不同,但电子数相同,故

C 错误; ^{10}Be 的原子核内,质子数为 4,中子数为 $10-4=6$,中子数比质子数多,故 D 正确。

13.以下是四种粒子的结构示意图:



(1)上述粒子中其单质既能与酸反应又能与碱反应的元素是 (填字母序号)。将其加入 NaOH 溶液中反应的离子方程式为 。

(2)C 元素的单质与水发生反应的离子方程式为 。

(3)电子层结构与 C 相同、化学性质最稳定的元素原子的核电荷数是 。用原子结构与元素性质的关系说明它化学性质稳定的原因: 。

(4)在核电荷数为 1~10 的元素内,列举两个与 C 的电子层结构相同的离子,写出离子的符号: 。

解析:四种粒子按 A~D 的顺序依次是 C、Cl、 Na^+ 、 Al^{3+} ,其中其单质既能与酸反应又能与碱反应的元素为 Al,Al 能与 NaOH 溶液反应生成 H_2 ;Na 能与水反应产生 H_2 ;电子层结构与 Na^+ 相同的原子为 Ne,其最外层已达 8 电子稳定结构,故化学性质稳定;在核电荷数为 1~10 的元素内,O 原子的核外共有 8 个电子,其最外层上是 6 个电子,O 原子得到 2 个电子后形成的 O^{2-} 与 C 的电子层结构相同;F 原子的核外共有 9 个电子,其最外层上是 7 个电子,F 原子得到 1 个电子后形成的 F^- 与 C 的电子层结构相同。

答案:(1)D $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2\uparrow$

(2) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\uparrow$

(3)10 该原子最外层已达 8 电子稳定结构,故化学性质稳定

(4) O^{2-} 、 F^-

第 2 课时 元素周期表 核素

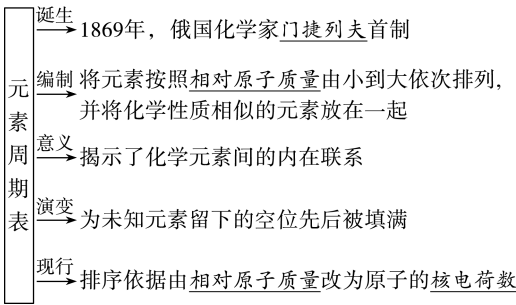
学习任务目标

- 1.从原子结构认识核素、同位素、元素等概念,并能比较异同。
- 2.认识元素周期表的编排原则及其结构,能根据原子序数确定元素在周期表中的位置。
- 3.通过认识元素周期表的发展历程,养成严谨求实、不断创新的科学态度;通过同位素的重要作用认识化学科学对人类的贡献,激发研究化学科学的热情。

问题式预习

一、元素周期表

1.元素周期表的发现与演变



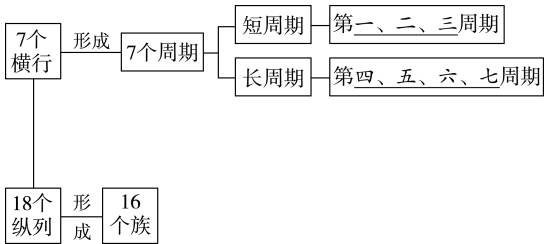
2.原子序数

- (1)含义:按照元素在周期表中的顺序给元素编号。
- (2)原子序数与原子结构的关系:原子序数 = 核电荷数 = 质子数 = 核外电子数。

3.编排原则

- (1)横行原则:把电子层数相同的元素,按原子序数递增的顺序从左到右排列。
- (2)纵列原则:把不同横行中最外层电子数相同的元素,按电子层数递增的顺序由上而下排列。

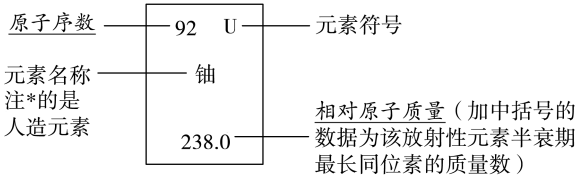
4.元素周期表的结构



5.常见族的别称

族	别名
第ⅠA族(除氢外)	<u>碱金属元素</u>
第ⅦA族	<u>卤族元素</u>
0族	稀有气体元素

6.元素周期表方格中符号的意义



二、核素

1.元素、核素

- (1)元素:具有相同质子数(核电荷数)的一类原子的总称。
- (2)核素 把具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子叫做核素。如¹²C、¹³C、¹⁴C 就是碳元素的三种不同核素。

2.同位素

- (1)定义:质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称为同位素。
- (2)实例——氢元素的同位素:¹H、²H、³H

名称	氕	氘(重氢)	氚(超重氢)
符号	¹ ₁ H	² ₁ H 或 D	³ ₁ H 或 T
质子数	1	1	1
中子数	0	1	2

(3)同位素的特征

- ①同一种元素的各种同位素的化学性质几乎完全相同,物理性质略有差异。
- ②在天然存在的某种元素里,不论是游离态还是化合态,同位素相互之间保持一定的比率,即各种同位素所占的原子个数百分比一般是不变的。

(4)用途

- ①考古时利用 ¹⁴₆C 测定一些文物的年代;
- ②²₁H 和 ³₁H 用于制造氢弹;
- ③放射性同位素释放的射线可用于育种、给金属探伤、诊断和治疗疾病等。

任务型课堂

任务一 原子结构与元素周期表的结构

[探究活动]

了解和掌握元素周期表是学习化学的重要基础,我国某高校设计了“实物元素周期表”,在 118 种元素中选取了 81 种进行实物展示,所有展示实物都进行了严格的科学处理,在设计时还考虑到了人文元素,比如元素的发明者、元素出现的时代等都在其中得以体现。

活动 1 实物元素周期表与我们课本上的元素周期表结构相同。课本上的元素周期表共有 _____ 个横行,代表 _____ 个周期, _____ 个纵列,代表 _____ 个族。

提示:7 7 18 16

活动 2 元素周期表的各周期都是从金属元素开始的吗?

提示:不一定。第一周期是从氢元素开始的。

活动 3 元素周期表中同主族某相邻两元素的原子序数相差多少?

提示:2 或 8 或 18 或 32。

活动 4 元素种类最多的族是第Ⅷ族吗?

提示:不是,是第ⅢB族,共 32 种元素。

[评价活动]

1. 下列关于元素周期表的说法正确的是 ()

- A. 周期序数越大,该周期所含金属元素越多
- B. 同周期第ⅡA族与第ⅢA族元素的原子序数差值一定是 1
- C. 原子序数相差 11 的两种元素不可能是同一周期相邻两主族元素
- D. 同一主族元素的原子序数的差不可能为 10

A 解析:由元素周期表可知,周期序数越大,该周期所含金属元素一般越多,A 项正确;第四、五周期的第ⅡA族与第ⅢA族元素的原子序数差值是 11,B、C 项错误;H、Na 位于同一主族,原子序数的差值为 $11-1=10$,D 项错误。

2. 国际纯粹与应用化学联合会在 1989 年作出决定,把现行元素周期表的主、副族及族号取消,从左到右改为 18 列,第ⅠA族为第 1 列,0 族为第 18 列。按此规定,下列说法错误的是 ()

- A. 第 1 列全部是碱金属元素
- B. 第 11 列全部由长周期元素组成
- C. 第 3 列的元素种类最多
- D. 第 13 列元素含金属元素和非金属元素

A 解析:第 1 列为 H 元素和碱金属元素,含非金属元素 H,A 错误;第 11 列为第ⅠB族,全部由长周期元素组成,B 正确;第 3 列为第ⅢB族,含镧系和镥系,元素种类最多,C 正确;第 13 列为第ⅢA族,B 为非金属元素,其他元素为金属元素,D 正确。

任务总结 ■■■■

- (1) 同一主族的元素一定具有相同的最外层电子数,但具有相同最外层电子数的元素不一定在同一主族,如 He、Mg。
- (2) H 为第ⅠA族元素,但 H 不属于碱金属元素。
- (3) 含元素种类最多的族是第ⅢB族,而不是第Ⅷ族。

任务二 确定主族元素在周期表中的位置

1. 主族元素在周期表中的位置取决于该元素原子的 ()

- A. 相对原子质量和核外电子数
- B. 电子层数和最外层电子数
- C. 相对原子质量和最外层电子数
- D. 电子层数和次外层电子数

B 解析:对主族元素而言,其电子层数决定该元素在元素周期表中的周期序数;其最外层上的电子数决定该元素在周期表中的族序数,由该元素在周期表中的周期和族决定元素的位置,答案选 B。

2. 我国的科学家曾制得一种氮化物合成纳米材料,其化学式为 RN 。已知该化合物中的 R^{n+} 核外有 28 个电子,则 R 元素位于元素周期表的 ()

- A. 第三周期第ⅤA族
- B. 第四周期第ⅢA族
- C. 第五周期第ⅢA族
- D. 第四周期第ⅤA族

B 解析:据氮化物的化学式 RN 知,N 为 -3 价,则 R 为 $+3$ 价,所以 R 的原子序数为 $28+3=31$;大于 31 且最邻近的 0 族元素原子序数为 36(氪:第四周期), $31-36=-5$,因此 R 元素也在第四周期, $8-|-5|=3$,则 R 在第ⅢA族。

3. 短周期元素 A、B、C 在周期表中的位置如图所示。已知 B、C 两元素的原子序数之和是 A 元素的 4 倍,则 A、B、C 分别是 ()

	A	
B		C

- A. Be、Na、Al B. B、Mg、Si
C. O、P、Cl D. C、Al、P

C 解析: 设 A 的原子序数为 m , 则 B、C 的原子序数分别为 $m+8-1$ 和 $m+8+1$, 由题意知 $(m+8-1)+(m+8+1)=4m$, 则 $m=8$, 故选 C。

任务总结

1. 根据原子结构确定元素在元素周期表中的位置



2. “0 族定位法”确定元素在周期表中的位置

(1) 0 族元素的周期序数和原子序数

0 族元素	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn	Og
周期序数	一	二	三	四	五	六	七
原子序数	2	10	18	36	54	86	118

(2) 推断方法

① 比大小定周期: 比较该元素的原子序数与 0 族元素的原子序数大小, 找出与其相邻近的 0 族元素, 该元素就和原子序数大的 0 族元素处于同一周期。

② 求差值定族数: 若某元素的原子序数比相邻近的 0 族元素的原子序数多 1 或 2, 则该元素应处在 0 族元素所在周期的下一个周期的第 I A 族或第 II A 族; 若比相邻近的 0 族元素的原子序数少 1~5 时, 则应处在 0 族元素所在周期的第 III A~第 VII A 族。

任务三 元素、核素、同位素及同素异形体的比较

[探究活动]

钍是一种放射性金属元素, 带钢灰色光泽, 质地柔软, 化学性质较活泼, 广泛分布在地壳中。 ^{230}Th 和 ^{232}Th 是钍的两种同位素, ^{232}Th 可以转化成 ^{233}U , 因此它是潜在的核燃料。

活动 1 ^{230}Th 、 ^{232}Th 、 ^{233}U 中, 有几种元素? 几种核素?

提示: 两种元素, 三种核素。

活动 2 互为同位素的不同核素的物理性质不同, 而它们的化学性质为什么几乎完全相同?

提示: 互为同位素的不同核素其原子的电子层结构相同, 即核外电子排布相同, 故它们的化学性质几乎完全相同。

[评价活动]

1. 下列关于铅元素的说法不正确的是 ()

- A. $^{207}_{82}\text{Pb}$ 的中子数为 125
B. $^{204}_{82}\text{Pb}$ 的原子序数是 82
C. $^{204}_{82}\text{Pb}$ 和 $^{208}_{82}\text{Pb}$ 互为同位素
D. $^{206}_{82}\text{Pb}$ 和 $^{208}_{82}\text{Pb}$ 属于同种核素

D 解析: 原子符号左上角为质量数, 质量数等于质子数与中子数的和, $^{207}_{82}\text{Pb}$ 的中子数为 $207-82=125$, A 正确; 原子符号左下角为质子数, $^{204}_{82}\text{Pb}$ 的质子数为 82, 由于质子数=原子序数, 故 $^{204}_{82}\text{Pb}$ 的原子序数同样为 82, B 正确; $^{204}_{82}\text{Pb}$ 和 $^{208}_{82}\text{Pb}$ 的质子数相同而中子数不同, 属于铅元素的不同核素, 二者互为同位素, C 正确; 核素是具有一定数目质子和一定数目中子的原子, $^{206}_{82}\text{Pb}$ 和 $^{208}_{82}\text{Pb}$ 属于同种元素的不同核素, D 错误。

2. 我国化学家通过对 $\text{H}+\text{HD}\rightarrow\text{H}_2+\text{D}$ 反应的研究, 进一步揭示了化学反应的本质。下列关于 H 与 D 的说法不正确的是 ()

- A. 中子数均为 2
B. 质子数均为 1
C. 核外电子数均为 1
D. 两者互为同位素

A 解析: 氕(H)和氘(D)均是氢元素, 但不是同一种氢原子, 前者是质子数为 1、中子数为 0 的氢原子, 后者是质子数为 1、中子数为 1 的重氢原子, 两种氢原子核外电子数均为 1, 互为同位素。

3. 科学家使用普通氧分子和带正电荷的氧离子制造出了由 4 个氧原子构成的氧分子 O_4 , 下列说法正确的是 ()

- A. O_4 和 O_2 互为同位素
B. O_4 转化为 O_2 是物理变化
C. ^{18}O 是氧元素的一种核素, 它的中子数是 8
D. 同温同压下, 等体积的 O_4 气体和 O_2 气体含有相同的分子数

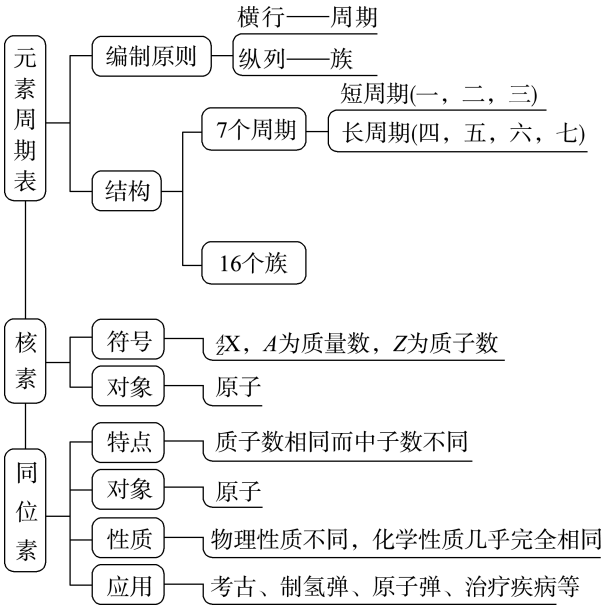
D 解析: O_4 和 O_2 是氧元素的两种单质, 互为同素异形体, A 错误; O_4 转化为 O_2 是化学变化, B 错误; ^{18}O 是氧元素的一种核素, 它的中子数是 $18-8=10$, C 错误; 依据阿伏加德罗定律, 同温同压下, 等体积的 O_4 气体和 O_2 气体应含有相同的分子数, D 正确。

任务总结

核素、同位素、同素异形体的比较

名称	核素	同位素	同素异形体
概念	具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子	质子数相同而中子数不同的同一种元素的不同核素	由同一种元素组成的性质不同的单质
研究范围	原子	原子	单质
特性	化学反应中的最小粒子	由同位素组成的单质,化学性质几乎相同,物理性质不同	由一种元素组成,可独立存在
决定因素	质子数、中子数	质子数、中子数	组成元素、结构
举例	${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 三种核素	${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 互为同位素	石墨与金刚石互为同素异形体

提质归纳



课后素养评价(十九)

基础性·能力运用

知识点 1 元素周期表

- 1.元素周期表揭示了化学元素间的内在联系。下列有关元素周期表的说法正确的是 ()
- A.每一族不一定只包含一个纵列
- B.元素周期表有 18 个族
- C.第 I A 族的元素全部是金属元素
- D.短周期是指第一至第四周期
- A 解析:第Ⅷ族有 3 个纵列,A 项正确。元素周期表中共有 18 个纵列,16 个族,B 项错误。第 I A 族中 H 为非金属元素,C 项错误。短周期包括第一至第三周期,D 项错误。
- 2.甲、乙两元素原子的 L 层上电子数都是其他层电子总数的 2 倍。下列推断正确的是 ()
- A.甲与乙处于同一周期
- B.甲与乙处于同一主族
- C.两元素指的是 C 元素和 Al 元素
- D.甲与乙的原子序数之和是偶数
- D 解析:L 层有 8 个电子时,其他层共有 4 个电子,根据核外电子排布规律知是 Mg 元素,当 L 层未填满电子时,K 层为 2 个电子,此时 L 层应有 4 个电子,是 C 元素,A、B、C 错误;Mg 元素与 C 元素

- 的原子序数之和是偶数,D 正确。
- 3.下列关于元素周期表的叙述不正确的是 ()
- A.元素周期表中共有 18 个纵列,16 个族
- B.周期表有 7 个横行,每一个横行叫一个周期
- C.元素周期表中每一周期含有的元素种类相同
- D.主族都是由短周期元素和长周期元素共同组成的
- C 解析:元素周期表共有 18 个纵列,16 个族,故 A 正确;周期表有 7 个横行,每一个横行叫一个周期,故 B 正确;元素周期表中第一周期含有 2 种元素,第二周期含有 8 种元素,故 C 错误;主族都是由短周期元素和长周期元素共同组成的,故 D 正确。

知识点 2 核素

- 4.人工转变元素的核反应如下: ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ 。下列有关叙述正确的是 ()
- A. ${}^{17}_8\text{O}$ 原子核内有 9 个质子
- B.通常情况下,He 和 N₂ 的化学性质均较稳定
- C. ${}^1_1\text{H}$ 原子核内有 1 个中子
- D.O₂ 和 O₃ 互为同位素
- B 解析: ${}^{17}_8\text{O}$ 原子核内有 8 个质子,9 个中子,A 错误;通常情况下,He 和 N₂ 的化学性质均较稳定,B

正确; ${}^1_1\text{H}$ 原子核内的中子数为 $1-1=0$,C错误;同位素的研究对象为原子, O_2 和 O_3 为单质,互为同素异形体,D错误。

- 5.在医疗上,掺铈钇铝石榴石激光器代替手术刀用于摘除手术或消毒创伤口。铈元素的相关信息如图所示,下列说法错误的是 ()

60	Nd
铈	
144.2	

- A. ${}^{144}\text{Nd}$ 原子核内有84个中子
B. ${}^{144}\text{Nd}$ 、 ${}^{146}\text{Nd}$ 互为同位素
C. ${}^{144}\text{Nd}$ 、 ${}^{146}\text{Nd}$ 的化学性质有很大不同
D.图中“144.2”表示铈元素的相对原子质量

C 解析: ${}^{144}\text{Nd}$ 原子核内含有的中子数为 $144-60=84$ 个,A正确; ${}^{144}\text{Nd}$ 、 ${}^{146}\text{Nd}$ 的质子数相同,中子数不同,二者互为同位素,B正确; ${}^{144}\text{Nd}$ 、 ${}^{146}\text{Nd}$ 互为同位素,核外电子数相同,因此化学性质相同,C错

误;根据元素周期表的结构可知图中“144.2”表示铈元素的相对原子质量,D正确。

- 6.某空间站用的燃料是氢化锂三兄弟: LiH 、 LiD 、 LiT 。其中Li的质量数为7,下列关于这三种物质的说法正确的是 ()

- A.质子数之比为 $1:2:3$
B.中子数之比为 $1:1:1$
C.摩尔质量之比为 $8:9:10$
D.化学性质不相同

C 解析:Li的质子数为3,质量数为7,其中子数为4; H 、 D 、 T 质子数均为1,中子数分别为0、1、2,所以 LiH 、 LiD 、 LiT 的质子数之比为 $(3+1):(3+1):(3+1)=1:1:1$,A项错误; LiH 、 LiD 、 LiT 的中子数之比为 $(4+0):(4+1):(4+2)=4:5:6$,B项错误; LiH 、 LiD 、 LiT 的摩尔质量之比为 $(7+1):(7+2):(7+3)=8:9:10$,C项正确;化学性质与核外电子数有关, LiH 、 LiD 、 LiT 的核外电子数均相同,故化学性质相同,D项错误。

综合性·创新提升

- 7.短周期元素A、B、C、D在元素周期表中的相对位置如图所示。已知B、D的原子序数之和是C的3倍,下列说法正确的是 ()

	B	C	
A			D

- A.元素A位于周期表第三周期第ⅢA族
B.元素D的最高正价不等于所在的主族序数
C.元素C、D均可与Mg形成化合物
D.元素B的简单气态氢化物的水溶液显酸性

C 解析:设元素B的原子序数为 x ,则 $x+x+10=3(x+1)$,解得 $x=7$,则B为N、A为Si、C为O、D为Cl。Si在周期表的第三周期第ⅣA族,A错误;Cl的最高正价为+7价,位于第三周期第ⅦA族,B错误;O、Cl都能与Mg形成化合物,C正确;N的气态氢化物 NH_3 的水溶液显碱性,D错误。

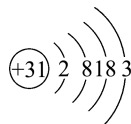
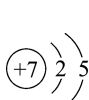
- 8.如图所示为元素周期表中短周期的一部分,下列说法错误的是 ()

X	Y
Z	W

- A.Z的原子序数可能是X的两倍
B.若Y为氟元素,则Z为氯元素
C.Z是第三周期元素
D.W一定是金属元素

D 解析:这几种元素为短周期元素,则X和Y位于第二周期,且原子序数相差1,Z和W位于第三周期且原子序数相差1,且X和Z属于同一主族,其原子序数相差8,Y和W位于同一主族,其原子序数相差8。如果X是氧元素,则Z为硫元素,氧元素原子序数是8,硫元素原子序数是16,所以Z的原子序数可能是X的两倍,故A正确;如果Y是氟元素,则Z为氯元素,故B正确;由以上分析可知,C项正确;W可能为金属元素,也可能为非金属元素,D项错误。

- 9.氮元素、镓元素的原子结构示意图及镓在元素周期表中的信息如图所示。下列说法不正确的是 ()



31	Ga
镓	
69.72	

- A.氮元素位于元素周期表的第二周期
B.镓原子与镓离子质量几乎相等
C.镓的相对原子质量为69.72
D.一个 Ga^{3+} 有34个电子

D 解析:氮元素原子核外电子层数是2,位于元素周期表的第二周期,A项正确;镓原子与镓离子质量几乎相等,这是因为电子相对于质子、中子来说,质量很小,B项正确;镓的相对原子质量是69.72,C

项正确;阳离子由原子失电子形成,所以一个 Ga^{3+} 有 $31-3=28$ 个电子,D 项错误。

10. Fe 有四种稳定同位素, 分别是 ${}^{54}_{26}\text{Fe}$ 、 ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ 、 ${}^{57}_{26}\text{Fe}$ 、 ${}^{58}_{26}\text{Fe}$ 。近年来, 科学家又发现了 Fe 的一种罕见同位素: ${}^{45}_{26}\text{Fe}$ 。回答下列问题:

(1) ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ 的原子核内中子数为 _____, 该原子的核外电子数为 _____。

(2) 以下关于 $^{45}_{26}\text{Fe}$ 的叙述正确的是_____ (填字母序号)。

A. ${}^{45}_{26}\text{Fe}$ 与 ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ 是两种核素

B.科学家获得了一种新元素

$\text{C}_{26}^{45}\text{Fe}$ 的衰变不是化学变化

D.这种铁原子衰变放出两个质子后变成 ${}^{43}_{26}\text{Fe}$

(3)某同学认为 ${}^{45}_{26}\text{Fe}$ 在一定条件下也可与氧气反应,他的判断依据是_____。

解析: (1) ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ 的中子数 = 质量数 - 质子数 = $56 - 26 = 30$, 核外电子数 = 质子数 = 26。(2) ${}^{45}_{26}\text{Fe}$ 与 ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ 的质子数相同, 属于同一元素, 但中子数不同, 是两种不同的核素, A 正确; Fe 元素不是一种新元素, B 错误; ${}^{45}_{26}\text{Fe}$ 衰变放出两个质子后变为质子数为 24 的新原子 ${}^{43}_{24}\text{Cr}$, 原子核发生了变化, 不是化学变化, C 正确、D 错误。

答案:(1)30 26 (2)AC

(3) ${}^{45}_{26}\text{Fe}$ 与 ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ 的原子核外电子排布相同, 化学性质相同

11.结合元素周期表回答下列问题:

(1)表中的实线是元素周期表的部分边界,请在图中用实线补全元素周期表的边界。

[illegible]

(2)表中所列元素,属于短周期元素的有_____ (填字母,下同),属于主族元素的有_____ ;g元素位于第_____ 周期 _____ 族;i元素位于第 _____ 周期 _____ 族。

(3)元素 f 是第 _____ 周期 _____ 族元素,请在下

边方框中按氮元素的式样写出该元素的原子序数、元素符号、元素名称、相对原子质量。

2	He
氦	
4	

(4)简述元素在元素周期表中的位置与元素原子结构的关系:

解析: (1) 根据元素周期表的结构知: 第一周期有 2 种元素, 第二、三周期均有 8 种元素, 分别位于第 1、2、13~18 列, 第四、五、六、七周期为长周期, 包括 1~18 列。由此可画出周期表的边界。(2) 画出周期表的边界, 对照周期表, 很容易找出各元素在周期表中的位置。(3) 第三周期第 VI A 族元素为硫, 原子序数为 16, 相对原子质量为 32。(4) 元素原子结构与元素在元素周期表中的位置关系: ① 元素所在周期序数等于其原子的电子层数, 元素所在的主族序数等于原子的最外层电子数, 由元素原子的电子层数和最外层电子数可确定元素在元素周期表中的位置。② 同一周期元素原子的电子层数相同, 同一主族元素原子的最外层电子数相同。

答案:(1)

The diagram shows a 3x10 grid with the following shaded cells: Row 1, Column 1 (a); Row 2, Column 2 (b); Row 3, Columns 1 (c), 2 (d), 9 (e), 10 (f), and 11 (g). The grid is labeled with letters a through g in the top row of each shaded cell.

(2) a、b、c、d、e、f、g a、b、c、d、e、f 三 0 四

16	S
硫	
32	

(3)三 第ⅥA

(4)元素的主族序数与原子的最外层电子数相等,元素的周期序数与原子的核外电子层数相等

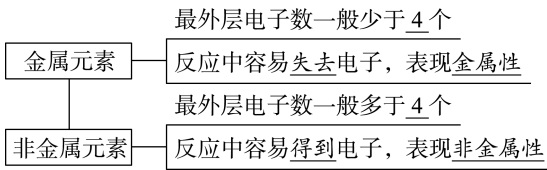
第 3 课时 原子结构与元素的性质

学习任务目标

- 1.能掌握碱金属元素、卤素的原子结构特点,能初步运用原子结构理论解释碱金属元素、卤素性质的相似性与递变性。从原子、分子水平认识物质的结构和性质,形成“结构决定性质”的观念。
- 2.通过实验探究碱金属元素和卤族元素性质的递变规律,探究同主族元素性质的递变性,提高实验探究能力。

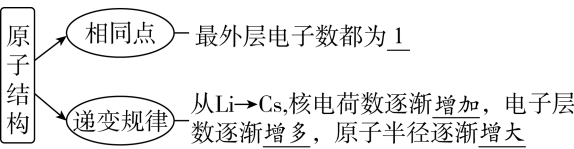
问题式预习

一、元素的性质

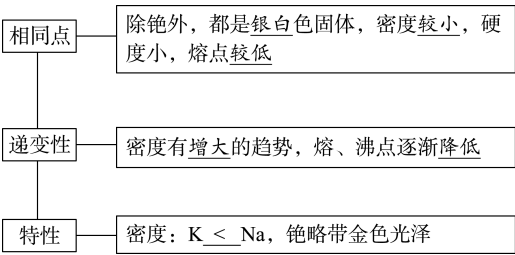


二、碱金属元素

1.原子结构特点

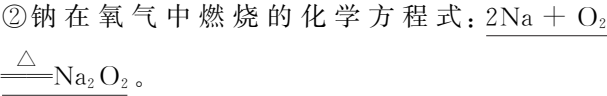
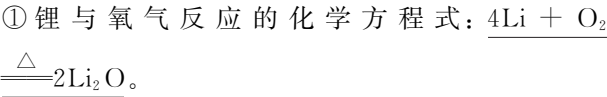


2.单质的物理性质(从锂→铯)



3.单质的化学性质

(1)锂、钠、钾与氧气的反应



③ 钾在氧气中燃烧比钠更剧烈,生成比过氧化钠更为复杂的氧化物。

(2)钾、钠与水的反应

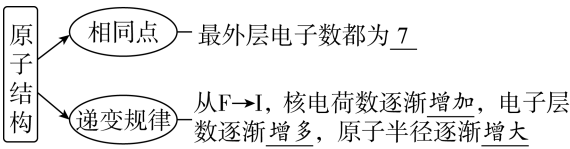
碱金属	钾	钠
实验操作		

续表

碱金属	钾	钠
实验现象	共同点	a:金属浮在水面上;b:金属 <u>熔</u> 化成闪亮的小球;c:小球四处游动;d:发出“嘶嘶”的响声;e:反应后的溶液在滴入酚酞后呈 <u>红</u> 色
	不同点	<u>钾</u> 与水反应更剧烈
化学方程式	$2K + 2H_2O \xlongequal{\quad} 2KOH + H_2 \uparrow$	$2Na + 2H_2O \xlongequal{\quad} 2NaOH + H_2 \uparrow$
实验结论	与水反应的剧烈程度: $K \geq Na$ 金属活动性: $K \geq Na$	

三、卤族元素

1.原子结构特点



2.单质的物理性质

(1)递变性

物理性质	单质			
	F ₂	Cl ₂	Br ₂	I ₂
颜色、状态	<u>淡黄绿</u> 色 <u>气</u> 体	<u>黄绿</u> 色 <u>气</u> 体	<u>深红棕</u> 色 <u>液</u> 体	<u>紫黑</u> 色 <u>固</u> 体
密度	逐渐增大			
熔、沸点	逐渐升高			

(2)特性:氯气易液化、液溴易挥发、碘单质易升华。

3.单质的化学性质

(1)与 H₂ 的反应

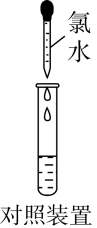
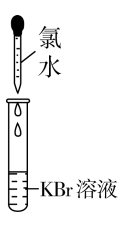
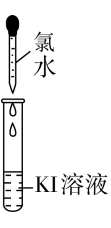
①X₂ 与 H₂ 反应的比较

卤素单质	反应条件	产物稳定性	化学方程式
F ₂	暗处	很稳定	$H_2 + F_2 \xrightarrow{\quad} 2HF$
Cl ₂	光照或点燃	较稳定	$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{光照或点燃}} 2HCl$
Br ₂	加热	稳定性差	$H_2 + Br_2 \xrightarrow{\Delta} 2HBr$
I ₂	不断加热	不稳定	$H_2 + I_2 \xrightleftharpoons{\Delta} 2HI$

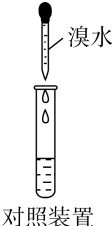
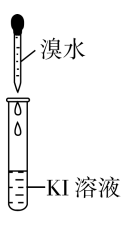
②结论

从 F₂ 到 I₂, 与 H₂ 反应的剧烈程度:逐渐减弱, 氢化物的稳定性:逐渐减弱。

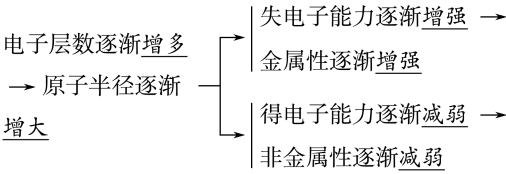
(2)单质间的置换反应

实验操作			
------	--	--	--

续表

实验现象	—	颜色加深	颜色加深
离子方程式	—	$\begin{array}{c} \underline{\underline{Cl_2 + 2Br^-}} \\ \underline{\underline{= Br_2 + 2Cl^-}} \end{array}$	$\begin{array}{c} \underline{\underline{Cl_2 + 2I^- = I_2}} \\ \underline{\underline{+ 2Cl^-}} \end{array}$
结论	氧化性: $Cl_2 \geq Br_2$; $Cl_2 \geq I_2$		
实验操作			
实验现象	—	颜色加深	
离子方程式	—	$\underline{\underline{Br_2 + 2I^- = I_2 + 2Br^-}}$	
结论	氧化性: $Br_2 \geq I_2$		

四、同主族元素性质的递变规律(从上到下)



任务型课堂

任务一 碱金属元素性质的相似性和递变性

[探究活动]

节日燃放的五彩缤纷的烟花,所呈现的就是锂、钠、钾、铷、铯等金属元素的焰色。

活动 1 铯与 H₂O 反应吗? 若反应写出离子方程式。

提示: 反应; 离子方程式: $2Cs + 2H_2O \xrightarrow{\quad} 2Cs^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$ 。

活动 2 你能根据钠、钾元素所形成的单质及化合物的性质推测出 CsCl 和 Cs₂CO₃ 的溶解性吗?

提示: 能。碱金属元素所形成的单质及化合物的性质具有相似性, 依据 NaCl(KCl)、Na₂CO₃(K₂CO₃) 易溶于水推测 CsCl、Cs₂CO₃ 也是易溶于水的。

活动 3 铯与 O₂ 反应的产物是 Cs₂O 吗? 反应剧烈程度比钠、钾与 O₂ 反应剧烈程度大吗? 铯与 H₂O 反应的现象和钠、钾与 H₂O 反应的现象的主要区别

可能是什么?

提示: 产物不是 Cs₂O。反应剧烈程度比钠、钾与 O₂ 反应的剧烈程度大。与 H₂O 反应的主要区别: 不在水面上四处游动而在水中上下浮动, 放出大量气体, 可能发生爆炸。

活动 4 如何从结构上理解碱金属元素从上到下金属性逐渐增强?

提示: 从上到下, 碱金属元素原子半径逐渐增大, 原子核对最外层电子的引力逐渐减弱, 原子失电子变得越来越容易, 故从上到下, 金属性逐渐增强。

[评价活动]

1. 下列说法正确的是 ()
- A. 碱性: $LiOH > NaOH > KOH > RbOH$

B. 金属性: $Rb > K > Na > Li$

C. Fe、Na 分别与稀盐酸反应时, 每个铁原子失去 2 个电子, 每个钠原子失去 1 个电子, 所以 Fe 的金属活动性强于 Na

径逐渐增大,原子核对最外层电子的引力逐渐减小,失去电子的能力逐渐增强,故 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的还原性逐渐增强。

活动 3 卤素单质在化学反应中易表现出还原性还是氧化性?为什么?

提示:氧化性。卤族元素的原子最外层电子数均为 7 个,在化学反应中易得电子,故其单质表现出强氧化性。

活动 4 卤素单质都可以与水反应,根据氯气与水的反应,写出碘单质与水反应的化学方程式。

提示: $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HIO} + \text{HI}$ 。

[评价活动]

1. 下列关于卤素(用 X 表示)的叙述中,正确的是 ()

- A. 卤素单质与水反应均可用 $\text{X}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HXO} + \text{HX}$ 表示
- B. HX 的热稳定性随卤素原子核电荷数增加而增强
- C. 卤素单质的颜色由 $\text{F}_2 \rightarrow \text{I}_2$ 随相对分子质量的增大而加深
- D. 卤素单质越活泼,其熔点和沸点就越高

C 解析: F_2 与 H_2O 反应的化学方程式为 $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HF} + \text{O}_2$, A 项错误;从 F 到 I,非金属性逐渐减弱,故 HX 的热稳定性逐渐减弱, B 项错误;卤素单质从 F_2 到 I_2 的颜色为淡黄绿色 $\rightarrow$ 黄绿色 $\rightarrow$ 深红棕色 $\rightarrow$ 紫黑色, C 项正确;卤素单质的活泼性由 F_2 到 I_2 逐渐减弱,熔、沸点依次升高, D 项错误。

2. 下列各组物质性质的比较中,正确的是 ()

- A. 还原性: $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$
- B. 稳定性: $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$
- C. 与水反应由易到难: Cl_2 、 Br_2 、 I_2 、 F_2
- D. 氧化性: $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

D 解析: 非金属性: $\text{F} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$, 元素的非金属性越强,对应的氢化物越稳定,氢化物的还原性越弱, A、B 项错误;与水反应由易到难的顺序: F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 , C 项错误。

3. 砹(At)是卤族元素中位于碘后面的元素,下列有关推测正确的是 ()

- A. 与 H_2 化合的能力: $\text{At}_2 > \text{I}_2$
- B. 砹在常温下是白色固体
- C. 砹原子的最外层有 7 个电子

D. 砹易溶于水,难溶于四氯化碳

C 解析: 从 F 到 At,元素的非金属性逐渐减弱,与 H_2 化合的能力逐渐减弱, A 错误;从 F 到 At,单质的颜色逐渐加深, I_2 是紫黑色固体,故砹在常温下不可能是白色固体, B 错误;卤素原子的最外层均有 7 个电子, C 正确;由 I_2 微溶于水、易溶于四氯化碳可推知,砹不可能易溶于水、难溶于四氯化碳, D 错误。

任务总结

1. 卤素单质性质的相似性(用 X 表示卤族元素)

单质 X_2 $\left\{ \begin{array}{l} \text{与氢气反应: } \text{X}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} 2\text{HX} \\ \text{与水反应} \left\{ \begin{array}{l} \text{如 } \text{X}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HX} + \text{HXO} \\ (\text{X 为 Cl、Br、I}) \\ \text{例外: } 2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HF} + \text{O}_2 \end{array} \right. \end{array} \right.$

2. 卤素单质性质的递变性

(1) 卤素单质的氧化性及卤素离子的还原性递变规律

F_2
F⁻

Cl_2
Cl⁻

Br_2
Br⁻

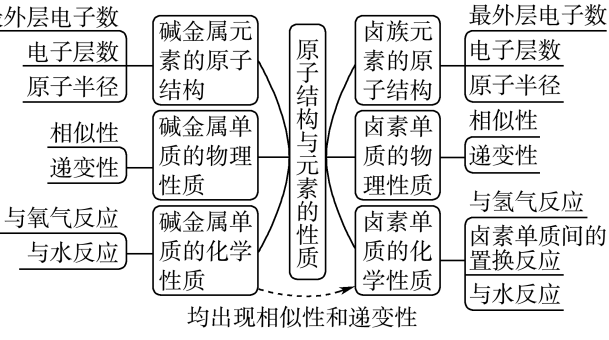
I_2
I⁻

单质氧化性逐渐减弱
离子还原性逐渐增强

(2) 具体表现

物质	性质
单质	按 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 的顺序,卤素单质与 H_2 反应越来越难
	与变价金属反应: F_2 、 Cl_2 、 Br_2 生成高价金属卤化物, I_2 生成低价金属碘化物
氢化物	稳定性: $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$
	还原性: $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$

► 提质归纳



课后素养评价(二十)

基础性·能力运用

知识点 1 碱金属元素性质的相似性与递变性

1.我国西部地区蕴藏着丰富的锂资源,开发锂的用途是一个重要的科学课题。下列关于锂的叙述不正确的是 ()

- A.锂是密度较小的金属
B.等浓度的 LiOH 溶液的碱性比 NaOH 溶液强
C.锂的化学性质不如钠活泼
D.锂与氧气反应不生成 Li_2O_2

B 解析:锂的密度小,为较轻的金属,故 A 正确;金属性: $\text{Na} > \text{Li}$, 则等浓度的 LiOH 溶液的碱性比 NaOH 溶液弱,故 B 错误;金属性: $\text{Na} > \text{Li}$, 则锂的化学性质不如钠活泼,故 C 正确;锂与氧气反应生成 Li_2O , 故 D 正确。

2.下列关于碱金属的比较中,正确的是 ()

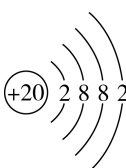
- A.最外层电子数: $\text{Li} < \text{Na} < \text{K}$
B.原子半径: $\text{Li} < \text{Na} < \text{K}$
C.电子层数: $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$
D.失电子能力: $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$

B 解析:碱金属的最外层电子数都是 1;随着原子序数的递增,原子半径逐渐增大、电子层数逐渐增多、失电子能力逐渐增强。

3.下列说法不正确的是 ()

- A.第 I A 族元素又叫碱金属元素,第 VII A 族元素又叫卤族元素,0 族元素又叫稀有气体元素
B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的碱性比 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 强
C.元素周期表有 16 个族,共 18 个纵列
D. X^{2+} 的核外电子数为 18,则 X 在第四周期第 II A 族

A 解析:第 I A 族元素(除氢外)又叫碱金属元素,第 VII A 族元素又叫卤族元素,0 族元素又叫稀有气体元素,A 项错误;Ba 和 Ca 都是第 II A 族元素,金属性: $\text{Ba} > \text{Ca}$, 碱性: $\text{Ba}(\text{OH})_2 > \text{Ca}(\text{OH})_2$, B 项正确;元素周期表中有 18 个纵列,16 个族, C 项正确; X^{2+} 的核外电子数为 18, X 的核外电子数为 20, X

的原子结构示意图为  X 位于第四周期

第 II A 族, D 项正确。

知识点 2 卤族元素性质的相似性与递变性

4.元素周期表共有 7 个主族。下列说法不符合第 VII A 族元素性质特征的是 ()

- A.从上到下,元素的非金属性逐渐增强
B.易形成 -1 价离子
C.从上到下,单质颜色逐渐加深
D.从上到下,氢化物的稳定性逐渐减弱

A 解析:第 VII A 族元素,从上到下,元素的非金属性逐渐减弱, A 项错误;第 VII A 族元素原子最外层均是 7 个电子,均易得到 1 个电子达到 8 电子的稳定结构,易形成 -1 价离子, B 项正确; F_2 为淡黄绿色, Cl_2 为黄绿色, Br_2 为深红棕色, I_2 为紫黑色, 从上到下,单质颜色逐渐加深, C 项正确;从上到下,元素的非金属性逐渐减弱,氢化物的稳定性逐渐减弱, D 项正确。

5.下列元素都具有相同的最外层电子数,则它们形成的单质中,最容易跟氢气反应生成气态氢化物的是 ()

- A.F B.Cl C.Br D.I

A 解析:具有相同的最外层电子数的元素,随着原子序数的递增,非金属性逐渐减弱,单质和氢气化合的条件越来越高,越来越不易生成气态氢化物。

6.下列关于卤素(F、Cl、Br、I)的叙述正确的是 ()

- A.其单质在常压下的沸点,随着卤素核电荷数的增多逐渐降低
B.单质和水反应的通式为 $\text{X}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HX} + \text{HXO}$ (用 X 表示卤素),反应的剧烈程度随着核电荷数的增多而减弱

C.单质和氢气反应的通式为 $\text{X}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} 2\text{HX}$ (条件不同),反应的剧烈程度随着卤素核电荷数的增多而减弱

D.随着卤素核电荷数的增多,单质的氧化性逐渐增强

C 解析:卤素单质在常压下的沸点,随着卤素核电荷数的增多逐渐升高, A 项不正确;氟气和水反应生成氟化氢和氧气, B 项不正确;同主族元素自上而下非金属性逐渐减弱,所以与氢气反应的剧烈程度逐渐减弱, C 项正确;随着卤素核电荷数的增多,单质的氧化性逐渐减弱, D 项不正确。

知识点 3 判断元素金属性、非金属性强弱的依据

7. X、Y 是元素周期表第ⅦA族中的两种元素。下列

叙述不能说明 X 的非金属性比 Y 强的是 ()

- A. X 原子的电子层数比 Y 原子的电子层数多
- B. X 的单质能将 Y 从 NaY 的溶液中置换出来
- C. X 的单质比 Y 的单质更容易与氢气反应
- D. 同浓度下, X 的最高价氧化物对应的水化物比 Y 的最高价氧化物对应的水化物的酸性强

A 解析: 因 X、Y 是元素周期表第ⅦA族中的元素, 若 X 的电子层数比 Y 的电子层数多, 则说明 X 的非金属性比 Y 弱, A 项符合题意。

8. 下列关于元素金属性、非金属性强弱判断不正确的是 ()

A. 高温下发生反应: $2C + SiO_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2CO \uparrow + Si$, 说明非金属性: $C > Si$

B. 碱性: $KOH > Mg(OH)_2$, 说明金属性: $K > Mg$

C. 氟气与氢气在暗处相遇就会爆炸, 氯气与氢气混合在光照或点燃时发生爆炸, 说明非金属性: $F > Cl$

D. 氧化性: $Cu^{2+} > Na^+$, 说明金属性: $Na > Cu$

A 解析: A 项中反应比较特殊, 这个反应能够进行, 是因为高温下生成了气态的一氧化碳, 一氧化碳非常稳定又能脱离反应体系, 与元素非金属性无关, A 错误; 金属性: $K > Mg$, B 正确; 非金属性: $F > Cl$, C 正确; 金属阳离子的氧化性越强, 则相应金属单质的还原性越弱, 因为氧化性: $Cu^{2+} > Na^+$, 则金属性: $Na > Cu$, D 正确。

综合性·创新提升

9. 曾经有一种能自行发光的矿石(名为“太阳石”)走进了大家的视野。经过众多努力, 人们发现“太阳石”中含钡(Ba 位于元素周期表第六周期第ⅡA族)的化合物。下列有关说法错误的是 ()

- A. Ba 单质能与水剧烈反应
- B. $BaSO_4$ 难溶于水, 不是电解质
- C. $Ba(OH)_2$ 是一种易溶于水的强碱
- D. $^{138}_{56}Ba$ 的原子核内中子数为 82

B 解析: Ba 位于元素周期表第六周期第ⅡA族, 所以 Ba 的金属性比 Ca 强, Ba 单质能与水剧烈反应, 故 A 正确; $BaSO_4$ 是难溶于水的盐, 属于电解质, 故 B 错误; Ba 的金属性很强, 所以 $Ba(OH)_2$ 是一种易溶于水的强碱, 故 C 正确; $^{138}_{56}Ba$ 的原子核内中子数 $= 138 - 56 = 82$, 故 D 正确。

10. 国际纯粹与应用化学联合会宣布, 将合成化学元素第 113 号(Nh)、115 号(Mc)、117 号(Ts)和 118 号(Og)提名为化学新元素。其中 117 号元素的原子结构与卤族元素相似, 原子核外有 7 个电子层, 且最外层有 7 个电子。下列有关 Ts 的叙述正确的是 ()

- A. Ts 元素的气态氢化物的化学式为 HTs, 在常温下很稳定
- B. 其单质带有金属光泽, 具有强氧化性, 可与 KI 发生置换反应生成 I_2
- C. 其单质的分子式为 Ts_2 , 常温下和溴单质的状态不同
- D. Ts_2 的沸点高于 I_2 , 颜色比 I_2 浅

C 解析: 117 号元素的原子结构与卤族元素相

似, 原子核外有 7 个电子层, 且最外层有 7 个电子, 该元素处于第ⅦA族。同主族自上而下元素的非金属性逐渐减弱, 117 号元素的非金属性比 At 的弱, 元素的非金属性越强, 对应氢化物越稳定, 该元素氢化物稳定性比 HAt 差, 则 HTs 常温下不稳定, 故 A 错误; 同主族元素, 从上往下非金属性逐渐减弱, 金属性逐渐增强, 所以其单质带有金属光泽, 但其单质的氧化性比 I_2 弱, 不能与 KI 发生置换反应生成 I_2 , 故 B 错误; 与 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 的结构、性质相似, 所以其单质的分子式为 Ts_2 , 根据卤族元素性质的递变性, I_2 在常温下为固体, Ts_2 在常温下也为固体, 而溴单质在常温下为液体, 故 C 正确; 卤素单质的沸点从上到下逐渐增大, 颜色逐渐加深, Ts_2 的沸点高于 I_2 , 颜色比 I_2 深, 故 D 错误。

11. 下表为元素周期表的一部分, 其中 X、Y、Z、W 为短周期元素, 已知 W 元素原子的核电荷数为 16。下列说法不正确的是 ()

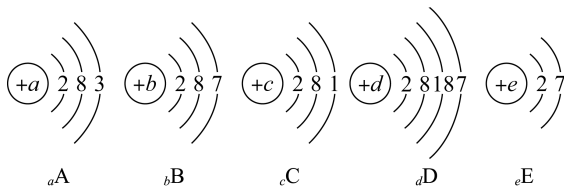
		X
Y	Z	W
	T	

- A. 气态氢化物的稳定性: $X > W$
- B. W 元素在自然界中均以化合态形式存在
- C. Y 为非金属元素
- D. 最高价氧化物对应的水化物的酸性: $Z > T$

B 解析: X、Y、Z、W 为短周期元素, 由元素周期表可知: X 应位于第二周期, 且应处于周期表中右

半部分, W 与 X 处于同一主族, 且 W 元素原子的核电荷数为 16, 则 X 为 O, W 为 S, Z 为 P, T 为 As, Y 为 Si。同主族, 从上到下, 元素的非金属性减弱, 其气态氢化物的稳定性减弱, 最高价氧化物的水化物的酸性逐渐减弱, 故 A 和 D 均正确; S 在自然界中存在游离态单质, 常存在于火山口附近, B 错误; Y 为 Si, Si 为非金属元素, C 正确。

12. 已知 ${}_aA$ 、 ${}_bB$ 、 ${}_cC$ 、 ${}_dD$ 、 ${}_eE$ 的原子结构示意图分别如下:



请回答下列问题:

(1) 上述元素中, 属于同周期的元素是 _____ (填元素符号, 下同), 属于同主族的元素是 _____。

(2) 上述元素中, 金属性最强的元素是 _____, 非金属性最强的元素是 _____。

(3) 上述元素中最高价氧化物对应的水化物碱性最强的是 _____ (填化学式)。

解析: (1) A、B、C、D、E 分别为 Al、Cl、Na、Br、F。电子层数与周期数相等, 所以 A、B、C 同周期。主族的族序数与最外层电子数相等, 所以 B、D、E 同主族。(2) 同周期元素从左到右金属性逐渐减弱, 非金属性逐渐增强; 同主族元素从上到下金属性逐渐增强, 非金属性逐渐减弱。所以 Na 的金属性最强, F 的非金属性最强。(3) 金属性越强, 最高价氧化物对应的水化物碱性越强。

答案: (1) Na、Al、Cl F、Cl、Br

(2) Na F (3) NaOH

13. 据报道, 科学家实现了铷原子气体超流体态与绝

缘态的可逆转换, 该成果将给量子计算机的研究带来重大突破。已知铷是 37 号元素。根据相关知识回答下列问题:

(1) 铷(Rb) 位于元素周期表的第 _____ 周期第 _____ 族。

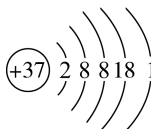
(2) 下列关于铷的结构和性质判断正确的是 _____ (填序号)。

- ① 与水反应比钠剧烈
- ② 原子半径比钠小
- ③ 氧化物暴露在空气中易吸收 CO_2
- ④ 阳离子最外层电子数和镁相同
- ⑤ 是还原剂

(3) 现有铷和另一种碱金属形成的合金 50 g, 当它与足量水反应时, 放出标准状况下的氢气 22.4 L, 这种碱金属可能是 _____ (填字母序号)。

- a. 锂
- b. 钠
- c. 钾
- d. 铯

解析: (1) 由铷的原子序数是 37 可推知铷位于第五周期第 I A 族。(2) 由铷的原子结构示意图



可知 ②④ 不正确; 又因铷和钠同主族, 根据同主族元素性质的递变规律知, 铷的金属性比钠强, 故 ①③⑤ 正确。(3) 设该合金的平均相对原子质量为 A_r , 则根据得失电子守恒得 $\frac{50 \text{ g}}{A_r \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 = \frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2$, $A_r = 25$, 因 $A_r(\text{Rb}) > 25$, 则另一种碱金属的相对原子质量应小于 25, 可能为锂或钠。

答案: (1) 五 I A

(2) ①③⑤ (3) ab

第二节 元素周期律

第 1 课时 元素性质的周期性变化规律

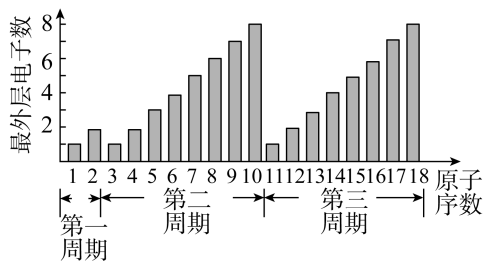
学习任务目标

- 1.能根据元素的原子结构的周期性变化认识元素性质的周期性变化,理解元素周期律的内容和实质。
- 2.能设计实验探究第三周期元素金属性、非金属性强弱的变化规律。培养探索未知、崇尚真理的意识。

问题式预习

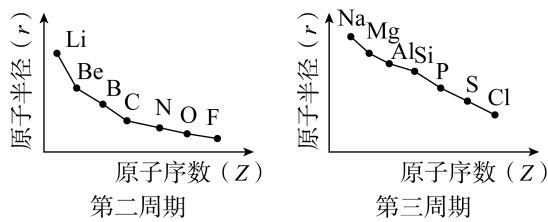
一、原子结构的周期性变化

1.元素原子核外电子排布的周期性变化



规律:同周期元素,随着原子序数的递增,元素原子的最外层电子数呈现由 1 到 8 的周期性变化(第一周期除外)。

2.元素原子半径的周期性变化

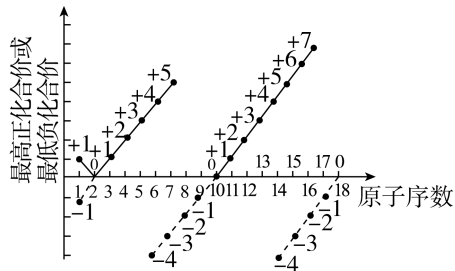


规律:同周期元素,随着原子序数的递增,元素的原子半径呈现由大到小的周期性变化。

二、元素性质的周期性变化

1.主族元素主要化合价的周期性变化

以原子序数为 1~18 的元素为例,探究元素化合价的变化,图示如下:



规律:同周期元素,随着原子序数的递增,元素的化合价呈周期性变化,即每周期最高正价: +1 到 +7 (O、F 除外),最低负价: -4 到 -1。

2.元素金属性、非金属性的周期性变化

(1)Na、Mg、Al 金属性强弱的比较

Na、Mg、Al 的性质	结论
置换出水(或酸)中的氢时,由易到难的顺序为 $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$	金属性由强到弱的顺序为 $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$
最高价氧化物对应的水化物的碱性由强到弱的顺序为 $\text{NaOH} > \text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Al}(\text{OH})_3$	

(2)Si、P、S、Cl 非金属性的递变规律

元素		Si	P	S	Cl
判断依据	与氢气反应	高温	磷蒸气与氢气能反应	加热	光照或点燃
	由难到易的顺序为 $\text{Si} < \text{P} < \text{S} < \text{Cl}$				
	最高价氧化物对应的水化物的酸性	H_2SiO_3 : 弱酸	H_3PO_4 : 中强酸	H_2SO_4 : 强酸	HClO_4 : 强酸
	酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{SiO}_3$				
结论		Si、P、S、Cl 的非金属性逐渐增强			

三、元素周期律

- 1.内容:元素的性质随着原子序数的递增而呈周期性变化的规律。
- 2.实质:元素性质的周期性变化是元素原子核外电子排布呈周期性变化的必然结果。

任务型课堂

任务一 元素周期表中主族元素性质的周期性变化规律

[探究活动]

门捷列夫曾预言:在元素周期表中一定存在一种元素,它紧排在锌的后面,处于铝跟镧之间,门捷列夫称之为“类铝”,并预测了它能在酸液和碱液中逐渐溶解,它的氢氧化物必能溶于酸和碱中。1875年,化学家布瓦博德朗在分析闪锌矿时发现了该元素并将其命名为“镓”。

活动1 同周期元素从左到右,元素性质的变化存在什么规律?同主族元素从上到下呢?请从原子结构变化的角度解释其原因。

提示:同周期元素从左到右,原子半径逐渐减小,失电子能力逐渐减弱,得电子能力逐渐增强,故金属性逐渐减弱,非金属性逐渐增强。同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,失电子能力逐渐增强,得电子能力逐渐减弱,故金属性逐渐增强,非金属性逐渐减弱。

活动2 材料中的铝、镓、铟同在元素周期表中的哪一族?三种元素的金属性由强到弱的顺序如何排列?

提示:第ⅢA族;铝、镓、铟三种元素的金属性逐渐增强。

活动3 试根据同周期元素非金属性的变化规律,比较SiH₄、PH₃、H₂S和HCl的稳定性。比较H₃PO₄和HNO₃的酸性强弱。

提示:非金属性强弱顺序为Si<P<S<Cl,氢化物的稳定性强弱顺序为SiH₄<PH₃<H₂S<HCl。N的非金属性强于P的非金属性,故HNO₃的酸性强于H₃PO₄。

活动4 氯的非金属性比碘强的实验事实有哪些?

提示:(1)Cl₂与H₂化合比I₂与H₂化合容易。(2)HCl的热稳定性比HI的强。(3)HCl的还原性比HI的弱。(4)HClO₄的酸性比HIO₄的强。(5)Cl₂与HI反应生成I₂。(6)Cl₂与Fe反应时生成FeCl₃,I₂与Fe反应生成FeI₂等。

[评价活动]

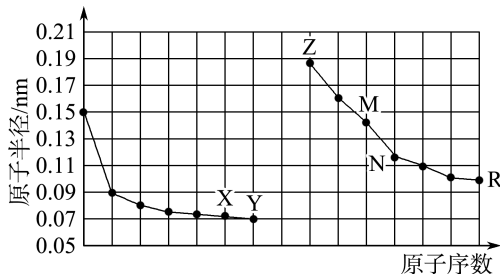
1.下列递变规律正确的是 ()

- A.HClO₄、H₂SO₄、H₃PO₄的酸性依次增强
- B.HCl、HBr、HI的稳定性依次增强
- C.钠、镁、铝的还原性依次减弱
- D.Na⁺、Mg²⁺、Al³⁺离子半径逐渐增大

C 解析:A项,HClO₄、H₂SO₄、H₃PO₄的酸性依次减弱,错误;B项,HCl、HBr、HI的稳定性依次减

弱,错误;C项,钠、镁、铝的还原性依次减弱,正确;D项,Na⁺、Mg²⁺、Al³⁺离子半径逐渐减小,错误。

2.下图是部分短周期元素原子半径与原子序数的关系图。下列说法正确的是 ()



- A.最高价氧化物对应的水化物的碱性:Z<M
- B.X、Z两种元素只形成一种化合物
- C.Y、R两种元素气态氢化物的稳定性:Y<R
- D.原子半径:Z>M>X

D 解析:同周期元素自左而右原子半径减小,同主族元素自上而下原子半径增大,则前7种元素处于第二周期,后7种元素处于第三周期,结合原子序数可知,X为O元素,Y为F元素,Z为Na元素,M为Al元素,N为Si元素,R为Cl元素。同周期元素从左到右,元素的金属性逐渐减弱,元素的金属性越强,最高价氧化物对应水化物的碱性越强,金属性:Na>Al,则最高价氧化物对应水化物的碱性:Z>M,故A错误;Na为活泼金属元素,O为活泼非金属元素,则O、Na两种元素可以组成的化合物为Na₂O和Na₂O₂,故B错误;F、Cl两种元素属于同一主族元素,且F的非金属性强于Cl,则气态氢化物的稳定性:HF>HCl,故C错误;一般电子层数越多原子半径越大,电子层数相同,核电荷数越大原子半径越小,则原子半径:Na>Al>O,故D正确。

3.根据元素周期律,对下列事实进行归纳推测,推测错误的是 ()

选项	事实	推测
A	P与H ₂ 高温时反应,Cl ₂ 与H ₂ 光照能反应	S与H ₂ 在加热时能反应
B	HCl在1 500℃时分解,HI在230℃时分解	HBr的分解温度介于二者之间

续表

选项	事实	推测
C	N 是非金属元素，P、As 也是非金属元素	第ⅤA族的元素都是非金属元素
D	Mg 与水反应缓慢，Ca 与水反应较快	Ba(第ⅡA族)与水反应更快

C 解析：元素的非金属性越强，与 H_2 越易化合，则 S 与 H_2 在加热时能反应，故 A 正确；元素的非金属性越强，对应氢化物越稳定，则 HBr 的分解温度介于 HCl、HI 之间，故 B 正确；第ⅤA族元素由非金属元素和金属元素组成，除了 N、P、As 是非金属元素外，其余均为金属元素，故 C 错误；元素金属性越强，其单质与水反应越剧烈，则 Ba 与水反应会更快，故 D 正确。

4. 元素周期表和元素周期律可以指导人们进行规律性的推测和判断。下列说法不合理的是 ()
- A. 若 X^+ 和 Y^- 的核外电子层结构相同，则原子半径： $X>Y$
- B. 由水溶液的酸性： $H_2SO_4>HF$ ，可推断出元素的非金属性： $S>F$
- C. 若存在简单阴离子 R^{2-} ，则 R 一定属于第ⅥA族元素
- D. Cs 和 Ba 分别位于第六周期第ⅠA族和第ⅡA族，碱性： $CsOH>Ba(OH)_2$

B 解析：若 X^+ 和 Y^- 的核外电子层结构相同，则 X 处于 Y 的下一周期，故原子半径： $X>Y$ ，A 正确；元素的非金属性与最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱有关，与氢化物水溶液的酸性强弱无直接关系，F 无含氧酸，不能用 H_2SO_4 和 HF 的酸性强弱来比较 S 和 F 的非金属性强弱，B 错误；存在简单阴离子 R^{2-} ，则 R 的最低价为 -2 价，一定为第ⅥA族元素，C 正确；Cs 和 Ba 分别位于第六周期第ⅠA族和第ⅡA族，同周期元素自左而右金属性逐渐减弱，金属性： $Cs>Ba$ ，元素的金属性越强，最高价氧化物对应的水化物的碱性越强，故碱性： $CsOH>Ba(OH)_2$ ，D 正确。

任务总结 ■■■■

元素的金属性、非金属性强弱判断规律

- (1) 金属性强弱的判断依据
- ① 元素的单质与水或酸反应，置换出氢气越容易，则其金属性越强。
- ② 元素的最高价氧化物对应的水化物的碱性越强，则其金属性越强。
- ③ 金属元素的单质与盐在水溶液中进行置换反应，若 A 元素的单质置换出 B 元素的单质，则 A 元素的金属性强于 B 元素。
- ④ 在金属活动性顺序中，前面元素的金属性强于后面的。
- ⑤ 金属阳离子的氧化性越强，则其单质的还原性越弱，元素的金属性越弱（注：Fe 的阳离子仅指 Fe^{2+} ）。
- (2) 非金属性强弱的判断依据
- ① 非金属元素的单质与氢气化合生成气态氢化物的反应越容易进行，则其非金属性越强。
- ② 非金属元素气态氢化物的稳定性越强，则元素的非金属性越强。
- ③ 非金属元素的最高价氧化物对应的水化物的酸性越强，则其非金属性越强。
- ④ 非金属元素的单质与盐在水溶液中进行置换反应，若 A 元素的单质置换出 B 元素的单质且 A 元素的单质体现出氧化性，则 A 元素的非金属性强于 B 元素。
- ⑤ 非金属元素的阴离子的还原性越强，则其单质的氧化性越弱，元素的非金属性越弱。

任务二 粒子半径的比较

1. 已知下列原子的半径：

原子	N	S	O	Si
半径 $r/10^{-10} \text{ m}$	0.75	1.02	0.74	1.17

- 根据以上数据，磷原子的半径可能是 ()
- A. $1.10 \times 10^{-10} \text{ m}$
- B. $0.80 \times 10^{-10} \text{ m}$
- C. $1.20 \times 10^{-10} \text{ m}$
- D. $0.70 \times 10^{-10} \text{ m}$
- A 解析：**根据元素周期律可知，磷原子的半径应在 Si 和 S 之间，A 项正确。

2.下列各组粒子半径的比较错误的是 ()

- A. $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$
 B. $\text{Al}^{3+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$
 C. $\text{Rb} > \text{K} > \text{Na}$
 D. $\text{P} > \text{S} > \text{O}$

B 解析: Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的最外层电子数相同,电子层数依次增多,所以离子半径: $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$,A项正确; Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 的核外电子排布相同,核电荷数依次减少,所以离子半径: $\text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+$,B项错误; Rb 、 K 、 Na 的最外层电子数相同,电子层数依次减少,所以原子半径: $\text{Rb} > \text{K} > \text{Na}$,C项正确; P 、 S 电子层数相同,核电荷数: $\text{P} < \text{S}$,所以原子半径: $\text{P} > \text{S}$, S 、 O 最外层电子数相同,电子层数: $\text{S} > \text{O}$,所以原子半径: $\text{S} > \text{O}$,所以原子半径: $\text{P} > \text{S} > \text{O}$,D项正确。

3.已知 ${}_a\text{A}^{n+}$ 、 ${}_b\text{B}^{(n+1)+}$ 、 ${}_c\text{C}^{n-}$ 、 ${}_d\text{D}^{(n+1)-}$ 是具有相同电子层结构的短周期元素形成的简单离子,下列叙述正确的是 ()

- A.原子半径: $\text{C} > \text{D} > \text{A} > \text{B}$
 B.原子序数: $b > a > d > c$
 C.离子半径: $\text{D} > \text{C} > \text{A} > \text{B}$
 D.单质还原性: $\text{A} < \text{B} < \text{D} < \text{C}$

C 解析:因四种离子具有相同的电子层结构,则C、D为同一周期元素,A、B为相应的下一周期元素,其原子半径大小顺序为 $\text{A} > \text{B} > \text{D} > \text{C}$,A项错误;根据核电荷数=离子核外电子数±离子所带的电荷数,可得原子序数大小顺序为 $b > a > c > d$,B项错误;由核电荷数越大,对外层电子的吸引力越强,半径则越小,故离子半径大小顺序为 $\text{D} > \text{C} > \text{A} > \text{B}$,C项正确;根据元素性质的周期性变化规律得单质还原性: $\text{A} > \text{B} > \text{D} > \text{C}$,D项错误。

4.下列有关结构和性质的说法正确的是 ()

- A.主族金属元素化合价均不会超过+4价
 B.同周期的元素按照原子序数递增,原子半径逐渐减小
 C.元素原子的最外层电子数越多,越容易得电子,

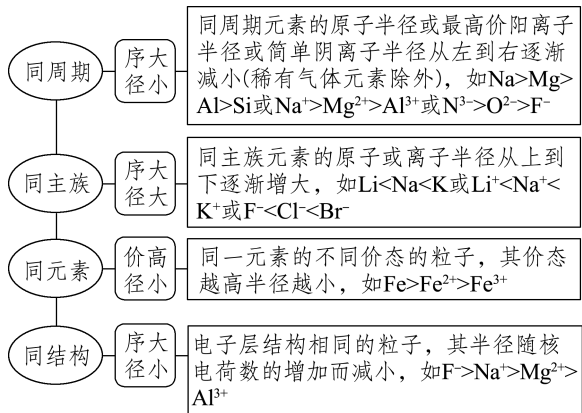
非金属性越强

D.核外电子排布相同的简单离子,核电荷数越多,离子半径越小

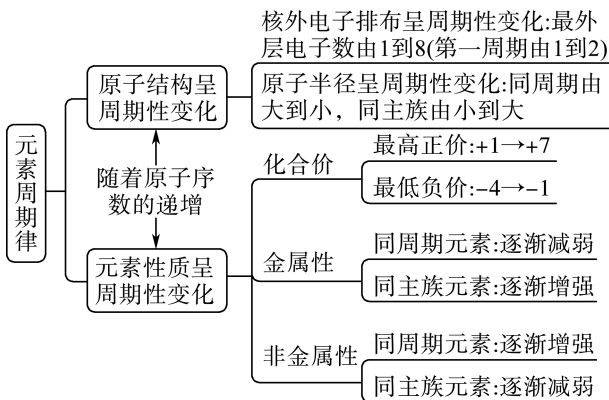
D 解析:A项,主族元素的化合价与最外层电子数有关系,因此主族金属元素化合价可以超过+4价,例如铋(Sb)的最高价是+5价,错误;B项,同周期的主族元素按照原子序数递增,原子半径逐渐减小,错误;C项,元素原子的最外层电子数越多,不一定越容易得电子,非金属性不一定越强,例如At等,错误;D项,核外电子排布相同的简单离子,离子半径随原子序数的增大而减小,即核电荷数越大,离子半径越小,正确。

任务总结

粒子半径大小的比较方法



► 提质归纳



课后素养评价(二十一)

基础性·能力运用

知识点 元素周期律

1.明矾常用作净水剂,其化学式为 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$,明矾中金属性最强和非金属性最强的元素分别是 ()

- A. Al、S B. K、O
C. K、H D. Al、O

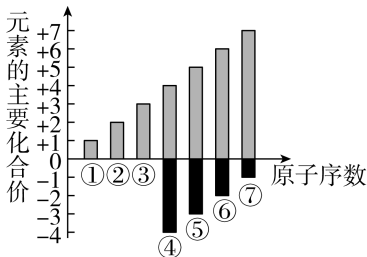
B 解析:元素周期表中越靠近左下角的元素金属性越强,越靠近右上角的元素非金属性越强,K元素位于第四周期第ⅠA族,为几种元素中金属性最强的元素,O元素位于第二周期第ⅥA族,为几种元素中非金属性最强的元素。

2.硒($_{34}\text{Se}$)位于第四周期第ⅥA族,由元素周期表和元素周期律的知识判断下列物质性质的比较不正确的是 ()

- A.热稳定性: $\text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{O} > \text{HF}$
B.还原性: $\text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S} > \text{HCl}$
C.非金属性: $\text{O} > \text{S} > \text{Se}$
D.酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SeO}_4$

A 解析:Se与O同主族,O与F同周期,由三者的相对位置,可确定非金属性: $\text{Se} < \text{O} < \text{F}$,则热稳定性: $\text{H}_2\text{Se} < \text{H}_2\text{O} < \text{HF}$,A不正确;Se与S同主族,S与Cl同周期,非金属性: $\text{Se} < \text{S} < \text{Cl}$,则还原性: $\text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S} > \text{HCl}$,B正确;O、S、Se为同主族元素,且从上到下排列,则非金属性: $\text{O} > \text{S} > \text{Se}$,C正确;Cl与S同周期,S与Se同主族,非金属性: $\text{Cl} > \text{S} > \text{Se}$,非金属性越强,最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,则酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SeO}_4$,D正确。

3.下图中①~⑦是短周期中同主族或同周期的元素,其主要化合价变化如图所示。这七种元素位于 ()



- A.第ⅣA族 B.第ⅦA族
C.第二周期 D.第三周期

D 解析:如果为短周期中同主族的元素,则最高正

价等于最外层电子数,而图中最高正价不等,所以①~⑦是短周期中同周期的元素,由短周期中七种元素的原子序数与主要化合价的关系可知①~⑦依次为Na、Mg、Al、Si、P、S、Cl,故七种元素同为第三周期元素。

4.下列关于Na、Mg、Cl、Br元素及其化合物的说法正确的是 ()

- A.NaOH的碱性比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的强
B.Cl得电子的能力比Br的弱
C.原子半径: $r(\text{Br}) > r(\text{Cl}) > r(\text{Mg}) > r(\text{Na})$
D.原子的最外层电子数: $N(\text{Na}) < N(\text{Mg}) < N(\text{Cl}) < N(\text{Br})$

A 解析:元素的金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的碱性越强,A项正确;Cl的非金属性强于Br,则Cl得到电子的能力比Br强,B项错误;同周期元素从左到右原子半径逐渐减小,则原子半径大小顺序为 $r(\text{Na}) > r(\text{Mg}) > r(\text{Cl})$,C项错误;Na、Mg、Cl、Br原子的最外层电子数分别为1、2、7、7,D项错误。

5.下列比较正确的是 ()

- A.离子半径: $\text{Mg}^{2+} > \text{F}^-$
B.稳定性: $\text{HI} > \text{HBr}$
C.熔点: $\text{Al} > \text{Na}$
D.酸性: $\text{H}_2\text{SiO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4$

C 解析: Mg^{2+} 、 F^- 具有相同电子层结构, Mg^{2+} 的原子序数较大,故离子半径: $\text{Mg}^{2+} < \text{F}^-$,A项错误;I和Br同主族,非金属性: $\text{I} < \text{Br}$,故氢化物的稳定性: $\text{HI} < \text{HBr}$,B项错误;Na的熔点较低,C项正确;Si、P同周期,非金属性: $\text{Si} < \text{P}$,最高价氧化物对应的水化物酸性: $\text{H}_2\text{SiO}_3 < \text{H}_3\text{PO}_4$,D项错误。

6.下列关于几种物质性质的比较,不能用元素周期律解释的是 ()

- A.热稳定性: $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$
B.非金属性: $\text{Cl} > \text{Br}$
C.粒子半径: $\text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+$
D.酸性: $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4$

A 解析: NaHCO_3 加热易分解生成 Na_2CO_3 ,则热稳定性: $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$,与元素周期律无关,不能用元素周期律解释,A符合题意;同一主族元素从上到下,非金属性逐渐减弱,所以非金属性: $\text{Cl} > \text{Br}$,与元素周期律有关,B不符合题意;电子层结

构相同的离子,同一周期元素从左到右,粒子半径逐渐减小,离子半径: $\text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Na}^{+}$,与元素周期律有关,C不符合题意;同一周期元素从左到右,非金属性逐渐增强,非金属性: $\text{S} > \text{P}$,元素的非金属性越强,最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,则酸性: $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4$,与元素周期律有关,D不符合题意。

7.化学是一门以实验为基础的科学,注重以事实为依据来验证理论。下列事实不能说明元素的金属性或非金属性相对强弱的是 ()

选项	事实	推论
A	与冷水反应,Na比Mg剧烈	金属性: $\text{Na} > \text{Mg}$
B	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的碱性强于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$	金属性: $\text{Ca} > \text{Mg}$
C	酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO}$	非金属性: $\text{C} > \text{Cl}$
D	热稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$	非金属性: $\text{O} > \text{S}$

C 解析:根据与水反应的剧烈程度可判断元素金属性强弱,A不符合题意;根据最高价氧化物对应的水化物碱性强弱可判断元素金属性强弱,B不符合题意;应该根据最高价氧化物对应的水化物酸性强弱来判断元素非金属性强弱,C符合题意;气态氢化物越稳定,元素非金属性越强,D不符合题意。

8.几种短周期元素的原子半径及主要化合价见下表:

元素符号	X	Y	Z	R	T
原子半径/nm	0.160	0.089	0.102	0.143	0.074
主要化合价	+2	+2	-2,+4,+6	+3	-2

根据表中信息,判断下列说法正确的是 ()
A.单质与稀硫酸反应的速率快慢: $\text{R} > \text{Y} > \text{X}$
B.离子半径: $\text{X}^{2+} > \text{T}^{2-}$
C.元素最高价氧化物对应的水化物的碱性: $\text{Y} > \text{R} > \text{X}$

D.相同条件下,气态氢化物的稳定性: $\text{T} > \text{Z}$
D 解析:X和Y的化合价都为+2价,应为周期表第ⅡA族元素,根据原子半径关系可知Y为Be元素,X为Mg元素;Z和T的化合价都有-2价,应为周期表第ⅥA族元素,Z的最高价为+6价,Z应为S元素,T应为O元素;R的化合价为+3价,应为周期表第ⅢA族元素,根据原子半径大于Z且小于X可知应和X同周期,R为Al元素。金属性: $\text{Mg} > \text{Al}$ 、 $\text{Mg} > \text{Be}$,金属性越强,与酸反应越快,所以单质与稀硫酸反应的速率快慢为 $\text{Mg} > \text{Al}$ 、 $\text{Mg} > \text{Be}$,即 $\text{X} > \text{R}$ 、 $\text{X} > \text{Y}$,A项错误;电子层排布相同,核电荷数越大离子半径越小,所以离子半径: $\text{O}^{2-} > \text{Mg}^{2+}$,B项错误;金属性: $\text{Mg} > \text{Al}$ 、 $\text{Mg} > \text{Be}$,金属性越强,元素最高价氧化物对应的水化物的碱性越强,所以 $\text{X} > \text{R}$ 、 $\text{X} > \text{Y}$,C项错误;非金属性: $\text{O} > \text{S}$,非金属性越强,气态氢化物的稳定性越强,即 $\text{Z} < \text{T}$,D项正确。

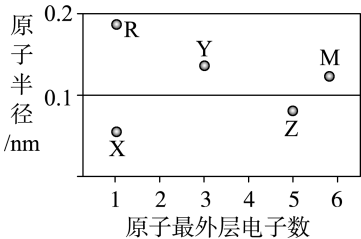
综合性·创新提升

9.下图是元素周期表的一部分。下列叙述正确的是 ()

①																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A.元素③的简单气态氢化物的水溶液呈酸性
B.元素⑥的原子半径在同周期元素中最大
C.元素⑦的氧化物是两性氧化物
D.元素⑤的最高价为+7价
B 解析:根据元素周期表可知,③为氮元素,简单气态氢化物为氨,其水溶液呈碱性,故A错误;根据元素周期表可知,⑥为钠元素,在第ⅠA族,原子半径在同周期元素中最大,故B正确;根据元素周期表可知,⑦为镁元素,氧化物为氧化镁,属于碱性氧化物,故C错误;根据元素周期表可知,⑤为氟元素,非金属性最强,没有正化合价,故D错误。

10.X、Y、Z、M、R为五种短周期元素,其原子半径和最外层电子数之间的关系如图所示。下列说法正确的是 ()



A.简单离子半径: $\text{R} > \text{M}$
B.Z位于第三周期第ⅤA族
C.M和Z两种元素可以共存于同一种离子化合物中
D.最高价氧化物对应水化物的碱性: $\text{Y} > \text{R}$

C 解析:X、Y、Z、M、R为五种短周期元素,从图中可以看出,X、R的最外层电子数都为1,但在五

种元素中 R 的原子半径最大、X 最小,所以 X 为 H 元素、R 为 Na 元素;Y 的最外层电子数为 3,则其为 Al 元素;Z 的最外层电子数为 5、M 的最外层电子数为 6,且原子半径 $M > Z$,所以 M 为 S 元素,Z 为 N 元素。从而得出 X、Y、Z、M、R 分别为 H、Al、N、S、Na 元素。R、M 离子分别为 Na^+ 、 S^{2-} ,后者比前者多一个电子层,则简单离子半径: $\text{Na}^+ < \text{S}^{2-}$,A 错误;Z 为 N 元素,位于第二周期第 VA 族,B 错误;M 和 Z 分别为 S、N 元素,两种元素可以共存于同一种离子化合物 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 中,C 正确;Y、R 分别为 Al、Na 元素,金属性: $\text{Al} < \text{Na}$,则最高价氧化物对应水化物的碱性: $\text{Al}(\text{OH})_3 < \text{NaOH}$,D 错误。

11.元素周期表是学习化学的重要工具,它隐含着许多信息和规律。下表所列是5种短周期元素的原子半径及主要化合价(已知铍的原子半径为0.089 nm):

元素 代号	A	B	C	D	E
原子半 径/nm	0.16	0.143	0.102	0.099	0.074
主要化 合价	+2	+3	+6、 -2	+7、 -1	-2

(1)用元素代号标出它们在周期表中的对应位置
(以下为周期表的一部分)。

(2) B 元素处于周期表中第_____周期第_____族。

(3) B 的最高价氧化物对应的水化物与 C 的最高价氧化物对应的水化物反应的离子方程式为

(4)上述 5 种元素的最高价氧化物对应的水化物中酸性最强的是 (填化学式)。

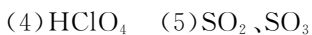
(5) C、E 形成的化合物为 (填化学式)。

解析: (1) 由主要化合价和原子半径知 A 为 Mg, B 为 Al, C 为 S, D 为 Cl, E 为 O。(2) B 处于周期表中第三周期第ⅢA 族。(3) B、C 的最高价氧化物的水化物分别为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 H_2SO_4 。(4) A、B、C、D 的最高价氧化物对应的水化物分别为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 H_2SO_4 、 HClO_4 , 其中 HClO_4 酸性最强。(5) S 与 O 形成的化合物有 SO_2 和 SO_3 。

答案:(1)

[illegible]

(2)三 III A



12. 已知短周期的 5 种元素 A、B、C、D、E 的原子序数依次增大; A、B、C 三种元素原子的电子层数之和是 5; A、B 两元素原子最外层电子数之和等于 C 元素原子最外层电子数; B 元素原子最外层电子数是它的电子层数的 2 倍, A 与 D 可以形成原子个数比分别为 1:1 和 2:1 的两种液态化合物; E 的单质可用于净化水质。请回答下列问题。

(1) 写出 D 在元素周期表中的位置: _____。

(2)E 的原子结构示意图是_____。

(3)下列可以验证 C 与 D 两元素原子得电子能力强弱的实验事实是 (填序号)。

①比较这两种元素的气态氢化物的沸点

②比较这两种元素的气态氢化物的稳定性

③比较这两种元素的单质与氢气化合的难易程度

(4)由 A、B、C、D 四种元素组成的甲为无机盐,既可以与盐酸反应又可以与 NaOH 溶液反应,则甲的化学式为_____。

解析:根据 A、D 可形成原子个数比为 1:1 和 2:1 的两种液态化合物知,这两种化合物为 H_2O_2 和 H_2O ,再结合原子序数依次增大,所以 A 为 H,D 为 O,则 B 只能为 C,C 为 N,E 的单质可净化水质,E 为 Cl。(1)O 的原子序数是 8,位于第二周期第ⅥA 族。(2)Cl 位于第三周期第ⅦA 族,所以原

子结构示意图为 $(+17) 2 8 7$ 。(3)由气态氢化物的沸

点无法确定元素的非金属性强弱。(4)由 H、C、N、O 四种元素形成的无机盐既可以与盐酸反应又可以与 NaOH 溶液反应,一般是弱酸的酸式盐或弱酸的铵盐,因此甲是碳酸氢铵或碳酸铵,化学式分别是 NH_4HCO_3 或 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 。

答案:(1)第二周期第ⅥA族

(2) $(+17) 2 8 7$ (3) ②③

(4) NH_4HCO_3 或 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

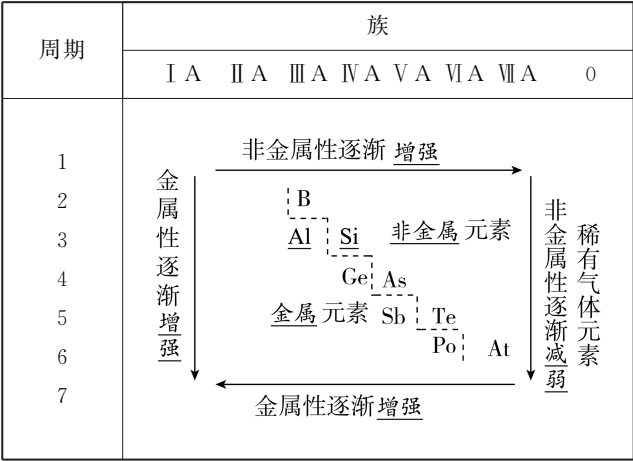
第 2 课时 元素周期表和元素周期律的应用

学习任务目标

- 1.通过元素周期表的简单分区进一步认识元素周期表是元素周期律的具体表现形式。
- 2.能根据元素周期表和元素周期律预测和探究新元素，寻找各种新型应用材料等。能运用元素周期表和元素周期律的有关知识指导科学研究和工农业生产。
- 3.根据“位—构—性”关系，建立元素推断的模型，并用模型解决问题。
- 4.通过探究“位—构—性”关系等问题，培养勤于思考、善于合作、敢于质疑、勇于创新的精神。

问题式预习

一、元素周期表的分区及元素性质递变规律



1.周期表的左下方是金属性最强的元素铯(钫是放射性元素，不予考虑)，右上方是非金属性最强的元素氟。稳定元素中，碱性最强的碱是 CsOH ，酸性最强的含氧酸是 HClO_4 。

2.由于元素的金属性和非金属性之间没有严格的界线，因此，位于分界线附近的元素，既能表现出一定的金属性，又能表现出一定的非金属性。

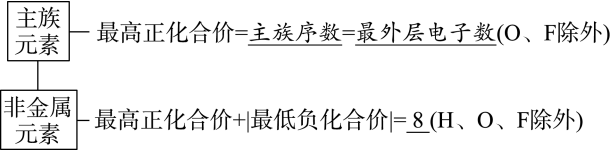
3.元素化合价与其在周期表中的位置关系

(1)价电子

- ①定义：与元素的化合价有关的电子。
- ②具体内容：主族元素原子的价电子就是最外层电

子，有些元素原子的价电子包括最外层电子及次外层或倒数第三层的部分电子。

(2)化合价规律



二、元素周期表和元素周期律的应用

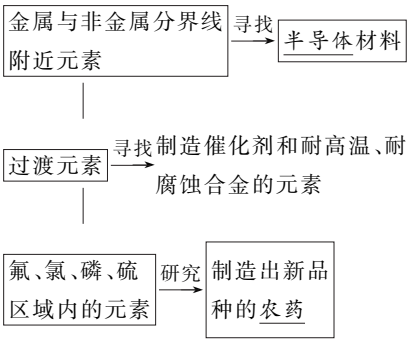
1.根据同周期、同主族元素性质的递变规律判断元素性质的强弱(或大小)。

2.应用于元素“位置—结构—性质”的相互推断。

3.预测新元素

为新元素的发现及预测它们的原子结构和性质提供线索。

4.寻找新物质



任务型课堂

任务 元素周期表与元素周期律的应用

[探究活动]

古诗云：“唯有儿时不可忘，持艾簪蒲额头王。”意思是说端午节这天，孩子们拿了艾叶，戴上菖蒲，额头上用雄黄酒写了“王”字，以辟邪防疫。把雄黄酒洒在墙角、床底等处，可以驱虫，清洁环境。雄黄是一种矿

物质，俗称“鸡冠石”，其主要成分是硫化砷，As 位于元素周期表第 V A 族，另外第 VI A 族元素 Se 在生活中有广泛应用。

活动 1 砷元素的最高价态是多少？

提示：+5 价。

活动 2 比较 As、Se 的氢化物的热稳定性强弱。

提示： $\text{H}_2\text{Se} > \text{H}_3\text{As}$ 。Se 的非金属性强于 As，Se 的氢化物更稳定。

活动 3 比较 As、Se 的最高价含氧酸的酸性强弱。

提示： $\text{H}_2\text{SeO}_4 > \text{H}_3\text{AsO}_4$ 。Se 的非金属性强于 As，Se 的最高价含氧酸酸性强。

[评价活动]

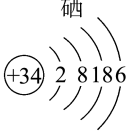
1. 短周期元素甲~戊在元素周期表中的相对位置如表所示，下列判断正确的是 ()

甲	乙	
丙	丁	戊

- A. 原子半径：丙 < 丁 < 戊
- B. 金属性：甲 > 丙
- C. 氢氧化物碱性：丙 > 丁 > 戊
- D. 最外层电子数：甲 > 乙

C 解析：同周期主族元素原子半径从左至右是依次减小的，故 A 项错误；同主族元素金属性自上而下是增强的，故 B 项错误；同周期元素的金属性从左至右越来越弱，故对应氢氧化物的碱性是逐渐减弱的，故 C 项正确；同周期元素的原子最外层电子数从左到右越来越多，故 D 项错误。

2. Se、Br 两种元素的部分信息如图所示，下列说法正确的是 ()

34 Se 硒 	35 Br 溴 
---	---

- A. 原子半径：Br > Se > P
- B. 还原性： $\text{S}^{2-} > \text{Se}^{2-} > \text{Br}^-$
- C. Se 在元素周期表中位于第四周期第ⅥA族
- D. Se、Br 位于同一主族

C 解析：由图示信息可知 Se 为 34 号元素，Br 为 35 号元素，Se 和 Br 位于同一周期且 Se 位于 Br 的左侧，原子半径：Se > Br，故 A、D 项错误；Se 和 S 位于同一主族，且 Se 位于 S 的下一周期，故还原性：

$\text{Se}^{2-} > \text{S}^{2-}$ ，B 项错误；由图示信息可知 Se 位于第四周期第ⅥA族，C 项正确。

3. 监测装修用的石材的放射性常用 $^{226}_{88}\text{Ra}$ 作为标准，居里夫人因对 Ra 元素的研究而两度获得诺贝尔奖。下列叙述不正确的是 ()

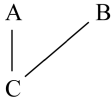
- A. 一个 $^{226}_{88}\text{Ra}$ 原子中质子数比中子数少 50
- B. Ra 元素位于元素周期表中第六周期第ⅡA族
- C. RaCO_3 难溶于水
- D. $\text{Ra}(\text{OH})_2$ 是一种强碱

B 解析：由质量数 = 质子数 + 中子数可知，1 个 $^{226}_{88}\text{Ra}$ 原子中含有的中子数是 $226 - 88 = 138$ ，中子数 - 质子数 = $138 - 88 = 50$ ，A 正确；由第六周期的 0 族元素 Rn 的原子序数为 86 可知 Ra 元素位于第七周期第ⅡA族，B 错误；Ra 在 Ba 的下面，其碳酸盐应与 CaCO_3 、 BaCO_3 性质相似，难溶于水，C 正确；同主族元素从上到下金属性依次增强，故 Ra 元素金属性较强，其最高价氧化物对应的水化物碱性比 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 强，具有强碱性，D 正确。

任务总结 ■■■■

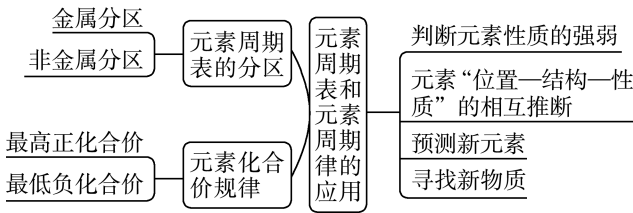
元素性质的递变规律——“三角”规律

若 A、B、C 三种元素在周期表中的相对位置如图所示，则有



- (1) 原子半径：C > A > B。
- (2) 金属性：C > A > B。
- (3) 非金属性：B > A > C。

► 提质归纳



课后素养评价(二十二)

基础性·能力运用

知识点 1 元素周期表和元素周期律的应用

1. 根据下列元素在元素周期表中的位置预测物质的性质，对下列物质的认识错误的是 ()

- A. 铍(Be)的原子失电子能力比镁弱
- B. 砹(At)的氢化物不稳定

C. 硒(Se)化氢比硫化氢稳定

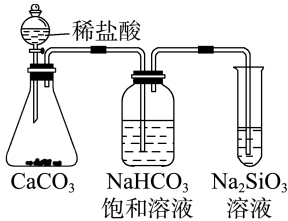
D. 氢氧化锶[$\text{Sr}(\text{OH})_2$]比氢氧化钙的碱性强

C 解析：硒(Se)和硫是同主族元素，硫的非金属性强，氢化物的稳定性强。

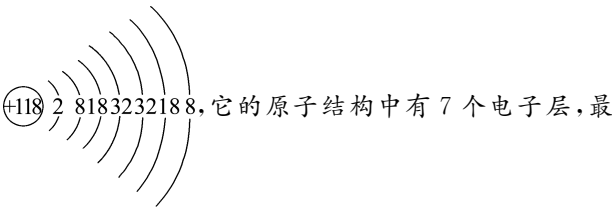
2.元素周期表中金属和非金属元素的分界线用虚线表示。下列说法正确的是 ()

	ⅢA	ⅣA	ⅤA	ⅥA	ⅦA
第二周期	B				
第三周期	Al	Si			
第四周期		Ge	As		
第五周期			Sb	Te	
第六周期				Po	At

- A.物质的性质总在不断地发生明显的变化
B.紧靠虚线两侧的元素都是两性金属元素
C.可在虚线附近寻找半导体材料(如 Ge、Si 等)
D.可在虚线的右上方寻找耐高温材料
- C 解析:同族元素的性质是相似的,同周期元素的性质是递变的,A 项错误;紧靠虚线两侧的元素既表现金属性又表现非金属性,但没有两性金属元素这一说法,B 项错误;耐高温材料应该在过渡元素中寻找,D 项错误。
- 3.根据元素周期表和元素周期律,判断下列叙述不正确的是 ()
- A.气态氢化物的稳定性: $\text{H}_2\text{O}>\text{NH}_3>\text{SiH}_4$
B.H 与其他元素形成的化合物中 H 可以显+1 价,也可以显-1 价
C.下图所示实验可证明元素的非金属性: $\text{Cl}>\text{C}>\text{Si}$



- D.用中文“𫍇”命名的第 118 号元素在元素周期表中位于第七周期 0 族
- C 解析:C、N、O 属于同周期元素,从左至右,非金属性依次增强,非金属性: $\text{O}>\text{N}>\text{C}$,C、Si 属于同主族元素,同主族元素从上到下,非金属性依次减弱,非金属性: $\text{C}>\text{Si}$,则非金属性: $\text{O}>\text{N}>\text{Si}$,元素的非金属性越强,氢化物越稳定,气态氢化物的稳定性: $\text{H}_2\text{O}>\text{NH}_3>\text{SiH}_4$,故 A 正确;H 与 F、Cl、Na 形成的化合物 HF、HCl、NaH 中 H 分别为+1、+1、-1 价,故 B 正确;利用最高价氧化物对应的水化物的酸性比较元素非金属性强弱,HCl 不是最高价含氧酸,则不能比较 Cl、C 的非金属性,故 C 错误;118 号元素的原子序数为 118,质子数为 118,核外电子数为 118,其原子结构示意图为



外层电子数为 8,则第 118 号元素在周期表中位于第七周期 0 族,故 D 正确。

知识点 2 元素位置、结构与性质的关系

4.现有 4 种短周期主族元素 X、Y、Z 和 Q,原子序数依次增大,其中 Z、Q 在同一周期,相关信息如表所示。下列说法正确的是 ()

元素	相关信息
X	核外电子总数为 1
Y	最高化合价和最低化合价之和为零
Z	原子有 3 个电子层,其最外层电子数为最内层电子数的 3 倍
Q	同周期元素中原子半径最小

- A.X 的单质只有还原性,不具有氧化性
B.Y 与 X 可形成 YX_4 分子
C.Y、Z、Q 最高价氧化物对应的水化物的酸性依次减弱
D.位于第四周期且与 Q 同主族的元素的单质在常温常压下呈固态
- B 解析:短周期主族元素 X、Y、Z 和 Q,原子序数依次增大,X 核外电子总数为 1,则 X 是 H 元素;Y 的最高化合价和最低化合价之和为零,则 Y 是 C 元素;Z 元素原子有 3 个电子层,其最外层电子数为最内层电子数的 3 倍,则 Z 是 S 元素,Z、Q 在同一周期,且 Q 是同周期元素中原子半径最小的元素,则 Q 是 Cl 元素。X 是 H 元素, H_2 一般来说可作为还原剂,具有还原性,如 H_2 和金属氧化物的置换反应,但 H_2 也有氧化性,碰到强还原剂,如 Na,可以生成 NaH,这时 H_2 呈现出一定的氧化性,A 错误;Y 是 C 元素,X 是 H 元素,能形成 CH_4 分子,B 正确;元素的非金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,由于元素的非金属性: $\text{C}<\text{S}<\text{Cl}$,所以它们最高价氧化物对应水化物的酸性依次增强,C 错误;Q 是 Cl 元素,在第四周期且与 Q 同主族的元素是 Br 元素,Br 元素的单质 Br_2 在常温常压下是液态,D 错误。

- 5.已知 W、X、Y、Z 为短周期元素,W、Z 同主族,X、Y、Z 同周期,W 的气态氢化物的稳定性大于 Z 的气态氢化物的稳定性,X、Y 为金属元素,X 的阳离子的氧化性小于 Y 的阳离子的氧化性。下列说法正确的是 ()
- A.X、Y、Z、W 的原子半径依次减小
B.W 与 Z 只能形成一种化合物
C.W 的气态氢化物的沸点一定高于 Z 的气态氢化物
D.若 W 与 Y 的原子序数相差 5,则二者形成化合物

的化学式一定为 Y_2W_3

A 解析:由题意可知四种元素在周期表中的相对位置为

		W
X	Y	Z

,根据同周期元素原子半径从左到右逐渐减小,同主族元素原子半径从上到下逐渐增

大可知 A 正确;若 W 为氧元素,Z 为硫元素,可形成二氧化硫、三氧化硫两种化合物,B 错误;如果 W 为碳元素,Z 为硅元素,则甲烷的沸点小于硅烷的沸点,C 错误;W 与 Y 原子序数相差 5,若 W 为氮元素,Y 为镁元素,则二者形成化合物的化学式为 Y_3W_2 ,D 错误。

综合性·创新提升

6.铊盐与氰化钾被列为 A 级危险品,铊(Tl) 与铝(Al)同主族,原子序数为 81, Tl^{3+} 与 Ag 在酸性介质中发生反应: $Tl^{3+} + 2Ag \rightleftharpoons Tl^+ + 2Ag^+$,且已知 $Ag^+ + Fe^{2+} \rightleftharpoons Ag + Fe^{3+}$,则下列推断正确的是 ()

- A. Tl^+ 最外层有 3 个电子
 - B. 氧化性: $Tl^{3+} > Ag^+ > Fe^{3+}$
 - C. $Tl(OH)_3$ 与 $Al(OH)_3$ 相似,也是两性氢氧化物
 - D. Tl 位于元素周期表第五周期第 III A 族
- B 解析:由 Tl^{3+} 知 Tl 原子最外层有 3 个电子,则 Tl^+ 最外层有 2 个电子,A 错误;根据 $Tl^{3+} + 2Ag \rightleftharpoons Tl^+ + 2Ag^+$ 知氧化性: $Tl^{3+} > Ag^+$,同理可知氧化性: $Ag^+ > Fe^{3+}$,B 正确;根据原子序数为 81 推出铊位于第六周期第 III A 族,铊的金属性远强于铝,所以 $Tl(OH)_3$ 不是两性氢氧化物,C、D 错误。

7.几种短周期元素的原子半径及主要化合价如表所示,下列说法正确的是 ()

元素 代号	X	Y	Z	N	M	R	Q
原子 半径/nm	0.37	1.86	1.43	0.88	0.99	0.75	0.74
最高 正价	+1	+1	+3	+3	+7	+5	
最低 负价	-1				-1	-3	-2

- A. 离子半径: $Y > Z > M$
- B. 简单氢化物的稳定性: $R > Q$
- C. Y 和 Q 形成的两种化合物中,阴、阳离子个数比不同
- D. Y、Z、M 三种元素的最高价氧化物对应的水化物两两之间能反应

D 解析:短周期元素中 Q 只有 -2 价,则 Q 为 O 元素;M 元素有最高价 +7,最低价 -1,则 M 为 Cl 元素;R 有 +5、-3 价,处于第 V A 族,原子半径小于 Cl,且与 O 元素相近,说明与 O 元素同周期,则

R 为 N 元素;Z 的最高化合价为 +3,没有负化合价,处于第 III A 族,且原子半径大于 Cl 元素,则 Z 为 Al 元素;X、Y 均有最高正价 +1,处于第 I A 族,而 X 有 -1 价,则 X 为 H 元素,Y 的原子半径比 Al 的大,Y 为 Na 元素,N 元素最高化合价为 +3 价,原子半径比 Al 小,则 N 是第二周期第 III A 的 B 元素。根据上述分析可知:X 是 H 元素,Y 是 Na 元素,Z 是 Al 元素,N 是 B 元素,M 是 Cl 元素,R 是 N 元素,Q 是 O 元素;核外电子层数越多,离子半径越大,核外电子排布相同时离子半径随原子序数的增大而减小,则离子半径: $Cl^- > Na^+ > Al^{3+}$,故 A 错误。非金属性: $O > N$,元素的非金属性越强,简单氢化物的稳定性越强,则氢化物稳定性: $H_2O > NH_3$,故 B 错误。Y 是 Na 元素,Q 是 O 元素,两种元素形成常见化合物 Na_2O 、 Na_2O_2 , Na_2O 中阳离子 Na^+ 与阴离子 O^{2-} 个数比是 2 : 1; Na_2O_2 中阳离子 Na^+ 与阴离子 O_2^{2-} 的个数比是 2 : 1,因此构成中阴、阳离子个数比是相同的,故 C 错误。Y 是 Na 元素,Z 是 Al 元素,M 是 Cl 元素,三种元素的最高价氧化物对应的水化物化学式分别是 $NaOH$ 、 $Al(OH)_3$ 、 $HClO_4$, $NaOH$ 是一元强碱, $Al(OH)_3$ 是两性氢氧化物,与强酸、强碱都会发生反应; $HClO_4$ 是一元强酸; $NaOH$ 与 $Al(OH)_3$ 及 $HClO_4$ 会发生反应; $Al(OH)_3$ 与 $HClO_4$ 也会发生反应,可见三种物质两两都会发生反应,故 D 正确。

8.X、Y、Z、M、W 为五种短周期元素,其原子序数依次增大,X 是元素周期表中原子半径最小的元素,W 原子核外电子数是 M 原子最外层电子数的 2 倍,Y、Z、M、W 在元素周期表中的相对位置如表所示。下列说法不正确的是 ()

	Y	Z	M
W			

- A. W 的最高价氧化物对应的水化物的酸性弱于 Y
- B. 简单离子半径: $Z > M > X$
- C. 气态氢化物的稳定性: $Z < Y < W$
- D. W 与 Y 可形成化合物 W_3Y_4

C 解析:由题意分析可知,X为H、Y为N、Z为O、M为F、W为Si。非金属性: $Y>W$,则W最高价氧化物对应的水化物的酸性弱于Y的,故A正确;电子层数越多,离子半径越大,具有相同电子排布的离子中原子序数大的离子半径小,则简单离子半径: $Z>M>X$,故B正确;元素的非金属性越强,对应氢化物越稳定,则气态氢化物的稳定性: $Z>Y>W$,故C错误;W与Y可形成化合物 Si_3N_4 ,故D正确。

9.国家卫健委发布公告称,富硒酵母安全性已通过审查。请回答下列问题:

(1)富硒酵母是一种新型添加剂,其中硒($_{34}\text{Se}$)元素在元素周期表中的位置是_____。

(2)下列说法正确的是_____ (填字母序号)。

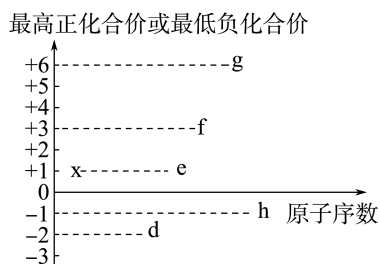
A.热稳定性: $\text{H}_2\text{Se}>\text{H}_2\text{S}>\text{H}_2\text{O}$

B.酸性: $\text{H}_2\text{SeO}_4>\text{H}_2\text{SO}_4>\text{HClO}_4$

C. ^{36}S 与 ^{74}Se 的中子数之和为60

D.还原性: $\text{Se}^{2-}>\text{S}^{2-}$

(3)短周期元素d、e、f、g、h、x都可能存在于某些食品添加剂中,其最高正化合价或最低负化合价与原子序数的关系如图所示:



①d、e、f、g、h元素形成的简单离子中半径最大的是_____ (用化学符号表示)。

②x和d组成的化合物可将碱性工业废水中的 CN^- 氧化,生成碳酸盐和氨,相应的离子方程式为_____。

解析:(1)Se是34号元素,在周期表中位于第四周期第ⅥA族。(2)元素的非金属性越强,其简单氢化物的稳定性越强,非金属性: $\text{O}>\text{S}>\text{Se}$,则简单氢化物的稳定性: $\text{H}_2\text{Se}<\text{H}_2\text{S}<\text{H}_2\text{O}$,A项错误;元素的非金属性越强,最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,非金属性: $\text{Cl}>\text{S}>\text{Se}$,则酸性: $\text{H}_2\text{SeO}_4<\text{H}_2\text{SO}_4<\text{HClO}_4$,B项错误; ^{36}S 的中子数为 $36-16=20$, ^{74}Se 的中子数为 $74-34=40$, ^{36}S 与 ^{74}Se 的中子数之和为60,C项正确;元素的非金属性越强,其简单阴离子的还原性越弱,非金属性: $\text{S}>\text{Se}$,则还原性: $\text{Se}^{2-}>\text{S}^{2-}$,D项正确。(3)①由图中的最高正化合价或最低负化合价与原子序数的关系可知,x是H元素,d是O元素,e是Na元素,f是Al元素,g是S元素,h是Cl元素。电子层数越多,离子半径越大,电子层结构相同的离子,核电荷数越大,离子半径越小,则 O^{2-} 、 Na^+ 、 Al^{3+} 、 S^{2-} 、 Cl^- 中半径最大的是 S^{2-} 。②x是H元素,d是O元素,x和d组成的化合物可将碱性工业废水中的 CN^- 氧化,则该化合物为 H_2O_2 , H_2O_2 可与 CN^- 反应生成碳酸盐和氨,离子方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CN}^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{NH}_3 \uparrow$ 。

答案:(1)第四周期第ⅥA族 (2)CD

(3)① S^{2-} ② $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CN}^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{NH}_3 \uparrow$

第三节
 化学键

学习任务目标

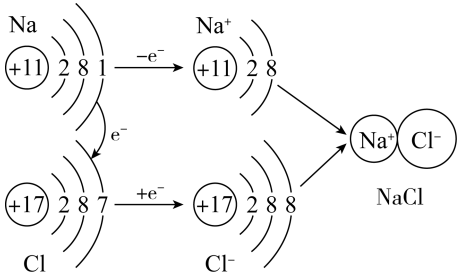
- 通过氯化钠和氯化氢的形成过程，知道离子键和共价键、离子化合物和共价化合物的概念和实质。
- 能运用电子式表示离子化合物和共价化合物的形成过程，并能用结构式表示简单的共价化合物的结构。
- 能从化学键角度理解化学反应的实质。从不同的视角认识物质组成的多样性，会分析物质变化中化学键的变化。

问题式预习

一、离子键

1. 氯化钠的形成

钠与氯气反应时，钠原子最外层的 1 个电子转移到氯原子的最外电子层上，钠原子变成钠离子，钠离子最外层有 8 个电子，氯原子变成氯离子，氯离子最外层有 8 个电子，钠离子与氯离子之间通过静电作用形成稳定的化合物——氯化钠。



2. 离子键

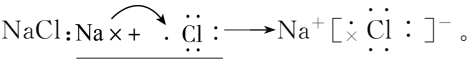
- 定义：带相反电荷离子之间的相互作用。
- 成键粒子：阴离子和阳离子。
- 成键元素：一般是活泼金属元素和活泼非金属元素。

3. 离子化合物

- 离子化合物：由离子键构成的化合物。
- 形成过程
 - 电子式：在元素符号周围用“ $\cdot$ ”或“ $\times$ ”来表示原子的最外层电子(价电子)的式子。
 - 粒子电子式的表示方法

原子	Na: $\text{Na}\times$ 、Mg: $\times\text{Mg}\times$ 、Cl: $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot$ 、S: $\cdot\ddot{\text{S}}\cdot$
阳离子	Na^+ : Na^+ 、 Mg^{2+} : Mg^{2+}
阴离子	Cl^- : $[\cdot\ddot{\text{Cl}}:]^-$ 、 S^{2-} : $[\cdot\ddot{\text{S}}:]^{2-}$
离子化合物	NaCl : $\text{Na}^+[\cdot\ddot{\text{Cl}}:]^-$ MgCl_2 : $[\cdot\ddot{\text{Cl}}:]^- \text{Mg}^{2+} [\cdot\ddot{\text{Cl}}:]^-$ NaOH : $\text{Na}^+[\cdot\ddot{\text{O}}\times\text{H}]^-$

③ 离子化合物形成过程



二、共价键

1. 共价键的形成

(1) Cl_2 的形成

氯原子的最外层有 7 个电子，要达到 8 电子的稳定结构，需要获得 1 个电子，所以氯原子间难发生电子得失，形成氯气分子时，两个氯原子各提供 1 个电子，形成共用电子对。该过程用电子式表示为： $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot + \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \longrightarrow :\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:$ 。

(2) HCl 的形成

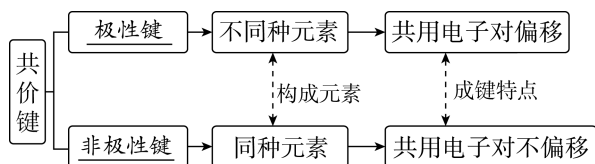
在氯原子与氢原子形成 HCl 的过程中，氢原子中唯一 1 个电子与氯原子最外层的 7 个电子中的未成对电子形成共用电子对，从而使各原子最外层都达到稳定结构。该过程用电子式表示为 $\text{H}\times + \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \longrightarrow \text{H}\times\ddot{\text{Cl}}:$ 。

2. 共价键

- 定义：原子间通过共用电子对所形成的相互作用。
- 成键粒子：原子。
- 成键条件：一般是同种或不同种非金属元素的原子之间。
- 表示方法——电子式与结构式

分子	N_2	H_2O	CO_2	CH_4
电子式	$:\text{N}:::\text{N}:$	$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$	$\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}$	$\text{H}:\ddot{\text{C}}:\text{H}$ H
结构式	$\text{N}\equiv\text{N}$	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	$\text{H}-\text{C}-\text{H}$ H
空间结构	<u>直线形</u>	<u>V(或角)形</u>	<u>直线形</u>	<u>正四面体形</u>

(5)分类



3. 化学键及分子间作用力、氢键

(1) 化学键

①概念:原子结合成分子时存在着相互作用,把相邻的原子之间强烈的相互作用叫做化学键。

②化学反应的过程,其实质就是旧化学键的断裂和新化学键的形成。

(2) 分子间作用力

①定义:把分子聚集在一起的作用力叫做分子间作用力,又叫范德华力。

②规律:一般来说,对于组成和结构相似的物质,相对分子质量越大,分子间作用力越大,物质的熔、沸点也就越高,如卤素单质的熔、沸点: $F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$ 。

(3) 氢键

①氢键是一种分子间作用力,比化学键弱,但比范德华力强。

②氢键使物质的熔点和沸点升高。

任务型课堂

任务一 离子键、共价键的存在与判断

[探究活动]

小明同学做实验时用到了以下物质:碳酸钙、二氧化碳、水、氧化钙、氢氧化钙、氯化钠、二氧化硅、氧气等。

活动1 碳酸钙、氢氧化钙中含有什么化学键?

提示:碳酸钙、氢氧化钙中含有离子键、共价键,且其中的共价键均为极性共价键。

活动2 氧化钙中含有什么化学键? 二氧化碳、氧气中含有什么化学键? 二氧化碳、氧气中含有的化学键有什么区别?

提示:氧化钙中含有离子键,二氧化碳、氧气中含有共价键,但二氧化碳中为极性共价键,氧气中为非极性共价键。

活动3 非金属单质(除稀有气体外)中可能存在极性键吗? 化合物中可能存在非极性键吗?

提示:非金属单质由同种元素的原子构成,同种原子吸引电子的能力相同,电子对不偏向任何一个原子,不能形成极性键,故非金属单质中不可能存在极性键。化合物中可能存在非极性键,如 H_2O_2 、 Na_2O_2 等。

活动4 含共价键的物质一定是共价化合物吗?

提示:不一定。如非金属单质(O_2 、 Cl_2 、 N_2 等)中含共价键,但不属于化合物;某些离子化合物(如 $NaOH$ 、 Na_2SO_4 、 NH_4Cl 等)中既含离子键,也含共价键,属于离子化合物。

活动5 共价化合物中一定存在共价键,是否可以存在离子键? 离子化合物中一定含有离子键,是否可以

存在共价键?

提示:在共价化合物中一定不存在离子键。如果含有离子键,那么此物质就属于离子化合物。离子化合物中可以存在共价键,如 Na_2O_2 、 $NaOH$ 、 NH_4Cl 等离子化合物中既有离子键又有共价键。

[评价活动]

1. 共价键、离子键和范德华力是粒子之间的三种作用力。下列物质中,只含有以上一种作用力的是 ()

①氦气 ② Na_2S ③ HI ④ CaO ⑤ Na_2O_2

⑥ KOH

A. ①②③

B. ③⑤⑥

C. ②③⑤

D. ①②④

D 解析:①氦气中不存在化学键,氦气分子间只存在范德华力,符合题意;② Na_2S 中只含有离子键,属于离子化合物,符合题意;③ HI 分子中含 $H-I$ 共价键, HI 分子间存在范德华力,不符合题意;④ CaO 中只含有离子键,属于离子化合物,符合题意;⑤ Na_2O_2 中含有离子键和非极性共价键,不符合题意;⑥ KOH 中含有离子键和极性共价键,不符合题意;则只含有一种作用力的是①②④,答案选D。

2. 下列各组物质中化学键类型相同的是 ()

A. HCl $MgCl_2$ NH_4Cl

B. H_2O Na_2O CO_2

C. NH_3 H_2O CO_2

D. $CaCl_2$ $NaOH$ H_2O

C 解析:A项, HCl 中含有共价键, $MgCl_2$ 中含有离子键, NH_4Cl 中含有离子键和共价键,错误;B

项, H_2O 和 CO_2 中含有共价键, Na_2O 中含有离子键, 错误; C 项, 三者都只含有共价键, 正确; D 项, CaCl_2 中含有离子键, NaOH 中含有离子键和共价键, H_2O 中只含有共价键, 错误。

3. (1) 有下列物质: He 、 N_2 、 CaO 、 H_2SO_4 、 Na_2S 、 KOH 、 NaHCO_3 。

- ①其中只含共价键的是_____;
- ②只含离子键的是_____;
- ③既含有共价键又含有离子键的是_____;
- ④属于共价化合物的是_____;
- ⑤属于离子化合物的是_____。

(2) 下列变化中, 不需要破坏化学键的是_____ (填字母序号)。

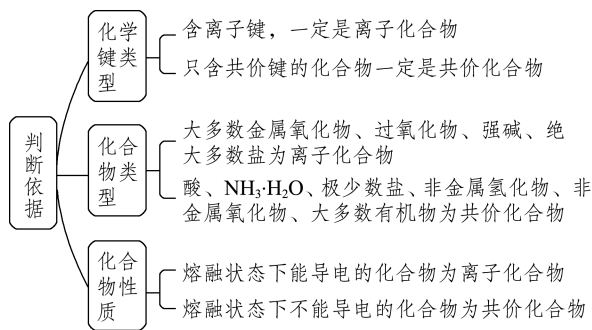
- A. H_2SO_4 与 NaOH 反应
- B. 加热 KClO_3 使其分解
- C. 冰融化
- D. NaCl 溶于水

解析: (1) N_2 、 H_2SO_4 分子中只含共价键; CaO 、 Na_2S 中只含离子键; KOH 、 NaHCO_3 中既含有离子键又含有共价键, He 分子中不含化学键。(2) A 项反应中有化学键的断裂和形成, 化学键被破坏; KClO_3 受热分解破坏离子键和共价键; NaCl 溶于水离子键被破坏; 冰融化后变为液态水, 共价键未被破坏。

答案: (1) ① N_2 、 H_2SO_4 ② CaO 、 Na_2S ③ KOH 、 NaHCO_3 ④ H_2SO_4 ⑤ CaO 、 Na_2S 、 KOH 、 NaHCO_3 (2) C

任务总结

多角度判断离子化合物和共价化合物



任务二 电子式的书写与正误判断

1. 下列离子化合物的电子式不正确的是 ()

A. 氯化钙 $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-\text{Ca}^{2+}[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$

B. 硫化钠 $\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}]^{2-}\text{Na}^+$

C. 氟化钾 $\text{K}^+[\text{:}\ddot{\text{F}}\text{:}]^-$

D. 过氧化钠 $\text{Na}^+:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{Na}^+$

D 解析: 过氧化钠的电子式为 $\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^-\text{Na}^+$, D 错误。

2. 下列电子式错误的是 ()

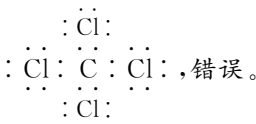
A. $\text{OH}^- [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:H}]^-$

B. $\text{NH}_4\text{Br} [\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}]^+[\text{:}\ddot{\text{Br}}\text{:}]^-$

C. $\text{CCl}_4 \text{ Cl}:\ddot{\text{C}}:\text{Cl}$

D. $\text{Cl}_2 :\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:$

C 解析: C 项, CCl_4 是共价化合物, 电子式为



3. 有 A、B、C 三种元素, 已知: ① 4 g A 元素的单质与水作用, 在标准状况下放出氢气 2.24 L, 反应中有 1.204×10^{23} 个电子发生转移; ② B 元素可与 A 元素形成 AB_2 型的离子化合物, 且知 A、B 的离子具有相同的核外电子排布; ③ 元素 C 的气态氢化物是碱性气体。根据以上信息填写下列空白:

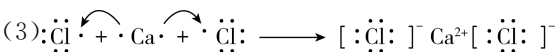
(1) 元素符号: A: _____, B: _____, C: _____。

(2) A 元素的离子结构示意图: _____。

(3) 用电子式表示 AB_2 的形成过程: _____。

(4) C 的气态氢化物与 B 的气态氢化物反应时, 生成 NH_4Cl , 它属于 _____ 化合物。

解析: 根据①中的量化关系可知 A 为二价金属, 且相对原子质量为 40, 即为 Ca; 由②中二者形成离子化合物 AB_2 , 且核外电子排布相同, 可知 B 为 Cl; 由③中信息可知 C 的气态氢化物为碱性气体, 即为 NH_3 , 则 C 为 N。



(4) 离子

任务总结

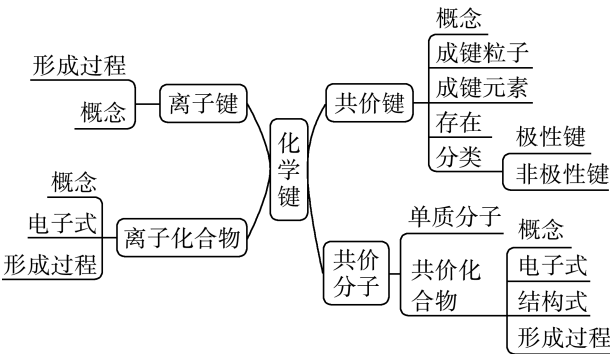
粒子的电子式的书写方法

粒子	示例	书写规范
原子	$\cdot\text{H}\cdot$ 、 $\cdot\text{Mg}\cdot$ 、 $\cdot\ddot{\text{N}}\cdot$ 、 $\cdot\ddot{\text{O}}\cdot$ 、 $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot$	一般将原子的最外层电子写在元素符号的上、下、左、右四个位置上
分子	$\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ 、 $:\text{N}::\text{N}:$	共用电子对标在成键两原子之间,且每个原子的最外层电子都标出来,即使有相同的原子也不能合并
简单阳离子	Na^+ 、 Mg^{2+}	电子式就是其阳离子符号
简单阴离子	$[\ddot{\text{Br}}:]^-$ 、 $[\ddot{\text{O}}:]^{2-}$	在元素符号周围标出电子,用[]括起来,并在右上角注明所带电荷数

续表

粒子	示例	书写规范
复杂阴、阳离子	$[\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}]^+$ 、 $[\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$	标明电子,要用[]括起来,并在右上角注明所带电荷数

► 提质归纳



课后素养评价(二十三)

基础性·能力运用

知识点 1 化学键

1.某元素原子最外层只有 1 个电子,它跟卤素原子相结合时,所形成的化学键 ()

- A.一定是共价键
- B.一定是离子键
- C.可能是共价键,也可能是离子键
- D.以上说法均不正确

C 解析:原子最外层只有 1 个电子的元素,可以是第ⅠA 族元素,也可以是少数过渡元素。若是 H,与卤素以共价键结合成卤化氢;若是碱金属元素,与卤素以离子键结合成卤化物;若为过渡元素,与卤素结合时,可能形成共价键,也可能形成离子键。

2.下列物质中,含有共价键的离子化合物是 ()

- A.NaCl
- B.H₂O
- C.KOH
- D.Cl₂

C 解析:NaCl 中只有离子键,A 项错误;H₂O 中只有共价键,为共价化合物,B 项错误;KOH 中含有离子键,是离子化合物,O 与 H 之间形成共价键,C 项正确;Cl₂ 是单质,只有共价键,D 项错误。

3.在“冰→水→水蒸气→H₂”的变化过程中,被破坏的作用力依次是 ()

- A.分子间作用力、分子间作用力、分子间作用力

B.分子间作用力、分子间作用力、共价键

C.分子间作用力、共价键、共价键

D.共价键、共价键、共价键

B 解析:固态水中和液态水中含有氢键,在“冰→水→水蒸气”过程中主要是氢键被破坏,属于物理变化,共价键没有被破坏,破坏了分子间作用力,水蒸气→O₂ 和 H₂,为化学变化,破坏的是极性共价键,所以在“冰→水→水蒸气→H₂”的变化过程中,被破坏的作用力依次是分子间作用力、分子间作用力、共价键,故选 B。

4.下列有关化学键的叙述中,正确的是 ()

- A.离子化合物中一定不含有共价键
- B.单质分子中可能存在化学键
- C.含金属元素的化合物一定不是共价化合物
- D.含有共价键的化合物一定是共价化合物

B 解析:离子化合物中一定含离子键,也可能含有共价键,如 NaOH,A、D 项错误;单质分子中可存在化学键,如 H₂ 等,B 项正确;AlCl₃ 是共价化合物,C 项错误。

5.下列关于化学键的说法错误的是 ()

- A.CO 和 O₂ 反应生成具有极性共价键的 CO₂
- B.CH₄ 既含极性键,又含非极性键

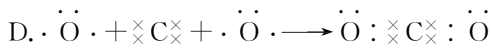
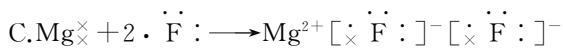
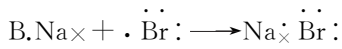
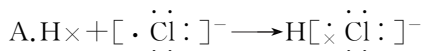
C. 只含 H、N、O 三种元素的化合物,可能是含有共价键的离子化合物,也可能是共价化合物

D.含有离子键的物质不可能是单质

B 解析: CO_2 只含有极性共价键; CH_4 中只存在极性键; H 、 N 、 O 可以形成 NH_4NO_3 , 属于离子化合物, 也可以形成 HNO_3 , 属于共价化合物; 离子键的形成必须有阴、阳离子。

知识点 2 电子式

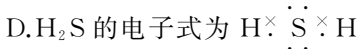
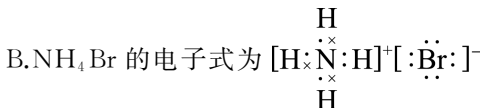
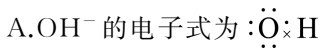
6. 下列用电子式表示物质的形成过程, 其中正确的是 ()



D 解析:用电子式表示物质的形成过程应是原子

与原子反应, A 项中 $[\cdot \ddot{\text{Cl}}:]^-$ 不正确, 且 HCl 为共价化合物, A 项错误; NaBr 应为离子化合物, B 项错误; MgF_2 的电子式应为 $[\ddot{\text{F}}:]^- \text{Mg}^{2+} [\ddot{\text{F}}:]^-$, C 项错误。

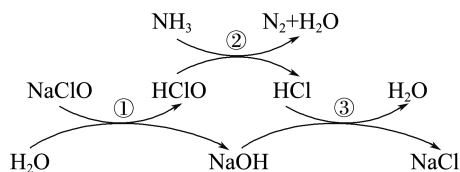
7. 下列电子式或结构式错误的是 ()



A 解析: OH^- 的电子式为 $[: \ddot{\text{O}} \times \text{H}]^-$, A 项错误。

综合性·创新提升

8. 用 NaClO 可除去水体中过量氨氮(以 NH_3 表示), 以防止水体富营养化, 其原理如图所示。下列有关叙述正确的是 ()



A.原理中所涉及的元素的原子半径: $C>Na>O>N>H$

B. NH_3 、 H_2O 、 OH^- 所含的质子数和电子数均相等

C.NaClO 和 HClO 所含的化学键类型相同

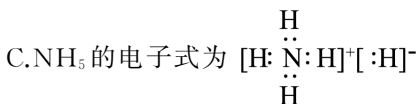
D.反应③有离子键和共价键的断裂和形成

D 解析:根据粒子半径大小的比较方法,原子半径的大小顺序为 $\text{Na} > \text{C} > \text{N} > \text{O} > \text{H}$, A 错误; NH_3 的质子数为 10, H_2O 的质子数为 10, OH^- 的质子数为 9, B 错误; NaClO 含有离子键和共价键, HClO 只含有共价键, C 错误; 反应 ③ 为 $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, 有离子键和共价键的断裂和形成, D 正确。

9. 固体 A 的化学式为 NH_5 , 它的所有原子的最外层都达到稳定结构。下列有关说法不正确的是

A.1 mol NH_5 中含有 5 mol 氮氢共价键

B. NH_5 中既有共价键又有离子键, NH_5 是离子化合物



D.它与水反应的化学方程式为 $\text{NH}_5 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2 \uparrow$

A 解析:根据氮原子的最外电子层结构可知,一个氮原子不可能同时结合 5 个氢原子,只能是 NH_4^+ 与 H^- 通过离子键结合为离子化合物,其电子式为

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ [\text{H} : \text{N} : \text{H}]^+ [\text{H}]^- \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$$

其中 NH_4^+ 内部存在氮氢共价键,因

此 1 mol NH_5 中含有 4 mol 氮氢共价键, A 错误, B、C 正确; H^- 具有很强的还原性, 能与 H_2O 发生氧化还原反应: $\text{NH}_5 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2 \uparrow$, D 正确。

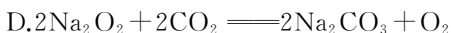
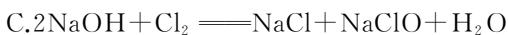
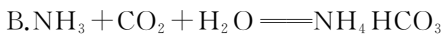
10. 下列各分子中, 所有原子都满足最外层为 8 电子结构的是 ()



D 解析: BeCl_2 中 Be 元素化合价为 +2 价, Be 原子最外层电子数为 2, 所以 $2+2=4$, 分子中 Be 原子的最外层不满足 8 电子结构, A 项不符合; H_2S 中 H 元素化合价为 +1 价, H 原子最外层电子数为 1, 所以 $1+1=2$, 分子中 H 原子的最外层不满足 8 电子结构, B 项不符合; PCl_5 中 P 元素化合价为 +5 价, P 原子最外层电子数为 5, 所以 $5+5=10$, 分子中 P 原子不满足 8 电子结构, C 项不符

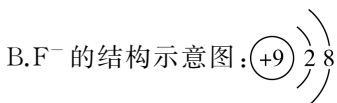
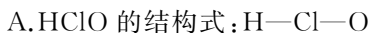
合; N_2 是单质,含有氮氮三键,N原子的最外层满足8电子结构,D项符合。

- 11.下列反应过程中,同时有离子键、极性共价键和非极性共价键断裂和形成的反应是 ()

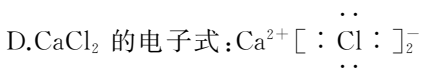
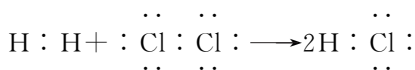


D 解析:A、B项反应中无非极性键的断裂和形成;C项反应中有非极性键($\text{Cl}-\text{Cl}$)的断裂但无非极性键的形成;D项反应中 Na_2O_2 中既有离子键又有非极性共价键的断裂, CO_2 中有极性共价键的断裂, Na_2CO_3 中有离子键和极性共价键的形成, O_2 中有非极性共价键的形成。

- 12.下列有关化学用语表示正确的是 ()



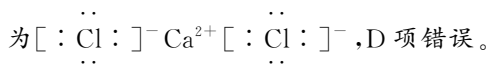
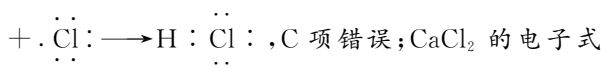
C. HCl 形成过程的电子式:



B 解析: HClO 中H、Cl原子只形成1个共价键,O原子可以形成两个共价键,故 HClO 的结构式为 $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$,A项错误; F^- 由氟原子得到1个电子形成,核外有10个电子,结构示意图为

子形成,核外有10个电子,结构示意图为

B项正确;电子式表示化学键的形成过程,左侧写的是原子的电子式,故 HCl 的形成过程可写为 $\text{H} \cdot$



- 13.现有A、B、C、D 4种元素,前3种元素的离子都和

氖原子具有相同的核外电子排布。A元素没有正化合价,B的氢化物的分子式为 H_2B ,0.2 mol的C的单质能从酸中置换出2.24 L H_2 (标准状况),D的原子核中没有中子。

(1)根据以上条件,推断A、B、C、D的元素名称:

A_____,B_____,C_____,D_____。

(2)用电子式表示C与A、C与B、B与D相互结合成的化合物,指出其化合物的类型及所含化学键类型:

化合物	电子式	化合物类型	化学键类型
C+A			
C+B			
B+D			

(3)写出C与B所形成的化合物和D与B所形成的化合物反应的离子方程式:_____。

解析:题给信息中A、B、C的离子结构与氖原子的结构相同,说明A、B、C是第二周期的非金属元素或第三周期的金属元素;B的氢化物的分子式为 H_2B ,说明B一定是氧元素;A是没有正化合价的元素,说明A很活泼且只能得电子,为活泼的非金属元素氟;C与酸反应能产生 H_2 ,说明C为金属元素且在第三周期,再由0.2 mol C的单质从酸中置换出0.1 mol H_2 ,说明此元素显+1价,即为钠元素;D的原子核中没有中子,说明D为氢元素。

答案:(1)氟 氧 钠 氢

(2) $\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{F}}\text{:}]^-$ 离子化合物 离子键

$\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}\text{Na}^+$ 离子化合物 离子键(或

$\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}\text{Na}^+$ 离子化合物 离子键和共价键)

$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ 共价化合物 共价键(或 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ 共价化合物 共价键)

(3) $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^-$ (或 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$)



单元活动构建

单元活动4 利用“元素周期表的发现和类型”解决有关“位—构—性”的综合应用问题

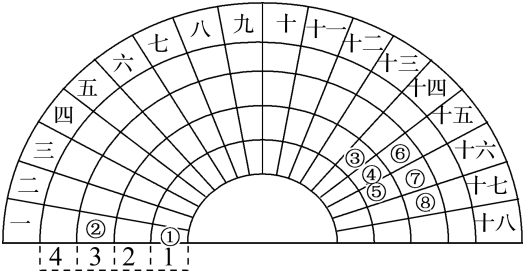
「单元任务」

任务内容	
任务一	原子结构与性质、化学键
任务二	元素周期表、元素周期律及其应用
任务三	“位—构—性”的综合应用

「任务导引」

(一)俄国化学家门捷列夫搜集了每一种已知元素的性质资料及有关数据,把前人在实践中所得成果,凡能找到的都收集在一起。他在研究前人所得成果的基础上,发现一些元素除有特性之外还有共性。例如,氟、氯、溴、碘都具有相似的性质;碱金属元素锂、钠、钾暴露在空气中时,都很快就被氧化,因此都只能以化合物形式存在于自然界中。于是,门捷列夫经过研究,发现了元素化学性质的规律——元素周期律:元素的性质随着相对原子质量的增加呈周期性的变化,但又不是简单的重复。门捷列夫根据这个道理,不但纠正了一些有错误的相对原子质量,还先后预言了十几种未知元素的存在,如“类硅”“类铝”。

(二)元素周期表根据排布规则不同还有很多不同的类型:扇形元素周期表、四棱锥形元素周期表等。



任务一 原子结构与性质、化学键

活动1 氟、氯、溴、碘都有相似性质的原因是_____ (从原子结构的角度解释),随原子序数的递增四种元素单质的氧化性逐渐_____,原因是_____ (从原子结构的角度解释)。

提示:最外层都有7个电子,易得到1个电子;减弱;随原子序数的递增,四种元素原子的半径增大,对最

外层电子的吸引力减弱。

活动2 (1)氟、氯、溴、碘分别与钠、钾形成的化合物为_____,化学键类型为_____,用电子式表示KBr的形成过程_____。

(2)卤素互化物(如ICl)属于_____,含有的化学键类型为_____。

提示:(1)离子化合物;离子键; $K^{+} + \cdot\ddot{Br}\cdot \rightarrow K^{+}[:\ddot{Br}:]^{-}$ 。

(2)共价化合物;共价键或极性键或极性共价键。

任务二 元素周期表、元素周期律及其应用

活动1 根据扇形元素周期表回答下列问题:

(1)写出编号①、②、⑤、⑦、⑧对应元素的名称。

(2)该扇形元素周期表的编排原则是什么?其与现行元素周期表的编排原则是否相同?

提示:(1)氢、钠、氧、硫、氯。

(2)与现行元素周期表类似,按扇形由内向外依次排列1~7周期元素,一周期为一层;不再划分族,将结构、性质类似元素从左向右排列,共18列。

活动2 门捷列夫预言的“类硅”,多年后被化学家温克勒发现,命名为锗(Ge)。

(1)已知主族元素锗的最高化合价为+4价,其最高价氧化物对应的水化物为两性氢氧化物。试比较元素硅与锗的非金属性强弱:_____。锗位于硅的下一周期,则“锗”在周期表中的位置是_____。硅和锗单质分别与H₂反应时,反应较难进行的是_____。预测锗单质的一种用途:_____。

(2)“类铝”在门捷列夫预言几年后,被布瓦博德朗在一种矿石中发现,命名为镓(Ga)。由镓的性质推知,镓与铝同主族,且位于铝的下一周期。从原子结构的角度解释镓与铝性质相似的原因:_____。最高价氧化物对应的水化物的碱性:镓_____铝。

提示:(1)硅>锗;第四周期第ⅣA族;锗;作为半导体材料。

(2)二者位于同一主族,最外层电子数相同,均为3个;>。

任务三 “位—构—性”的综合应用

活动 1 2023 年是门捷列夫发现元素周期表 154 周年。下表是元素周期表的一部分, W、X、Y、Z 为短周期主族元素, W 与 X 的最高化合价之和为 8。

		W
X	Y	Z

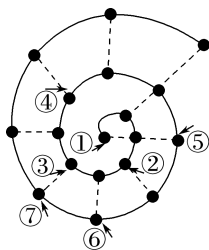
(1) 原子半径: W _____ (填“>”“<”或“=”, 下同) X。

(2) 简单气态氢化物的热稳定性: Z _____ W。

(3) X 的最高价氧化物对应的水化物是 _____ (填化学式)。

提示: (1) <。 (2) <。 (3) $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。由题意可知, W、X、Y、Z 为短周期主族元素, W 与 X 的最高化合价之和为 8, 可推出 W、X、Y、Z 分别为 N、Al、Si、P。

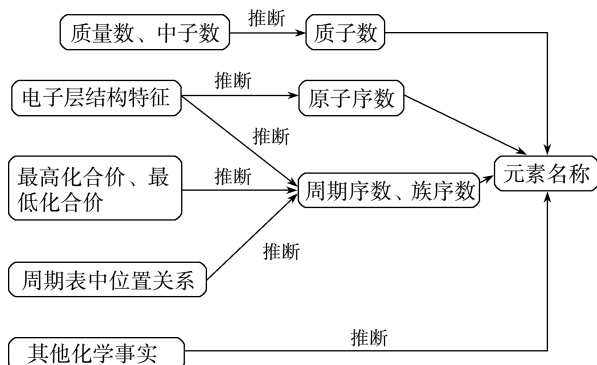
活动 2 如果将前 18 号元素按原子序数递增的顺序排列, 可形成如图所示的“蜗牛”形状, 图中每个“●”代表一种元素, 其中①代表 H。最高价氧化物对应的水化物的酸性: ⑥ _____ (填“>”“<”或“=”, 下同) ⑦; 最简单氢化物的稳定性: ③ _____ ⑦; 金属性: ② _____ ⑤; 原子半径: ③ _____ ④。



提示: <; >; <; >。若①代表 H, 按序号不难得出 ②~⑦ 分别代表 Be、C、O、Na、Al、Si 元素。

[知识链接]

1. 图解思维方法



2. 常见“突破口”

(1) 短周期主族元素的特点

① 族序数等于周期序数的元素: H、Be、Al。

② 族序数等于周期序数 2 倍的元素: C、S。

③ 族序数等于周期序数 3 倍的元素: O。

④ 周期序数等于族序数 2 倍的短周期元素: Li。

⑤ 周期序数等于族序数 3 倍的短周期元素: Na。

⑥ 最高正价与最低负价代数和为 0 的短周期元素: C、Si。

⑦ 最高正价是最低负价绝对值 3 倍的短周期元素: S。

⑧ 除 H、He 外, 原子半径最小的元素: F。

⑨ 最高价不等于族序数的元素: O、F。

(2) 短周期主族元素性质、存在和用途的特殊性

① 形成化合物最多的元素(或单质是自然界硬度最大的元素、气态氢化物中氢的质量分数最大的元素): C。

② 空气中含量最多的元素: N。

③ 氢化物在通常状况下呈液态的元素: O。

④ 最高价氧化物对应的水化物的酸性最强的元素: Cl。

⑤ 最轻单质所含的元素: H; 最轻金属单质所含的元素: Li。

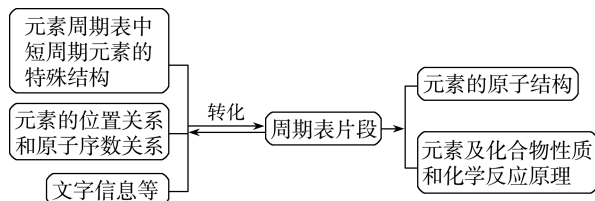
⑥ 最高价氧化物及其对应水化物既能与强酸反应, 又能与强碱反应的元素: Al。

⑦ 元素的单质在常温下能与水反应放出气体的短周期元素: Li、Na、F。

⑧ 常见的能形成同素异形体的元素: C、P、O、S。

3. 周期表片段型元素推断技巧

在实际考查中只呈现元素周期表的某一片段, 根据呈现的片段结构中提供的信息推断元素, 进而推出元素在周期表中的位置, 就可以快速确定元素的名、原子结构及相关性质。



「活动达标」

1. 已知 X^{n-} 、 Y^{n+} 、Z 三种单核粒子具有相同的核外电子层结构, 下列分析正确的是 ()

A. 离子半径大小关系: $\text{X}^{n-} < \text{Y}^{n+}$

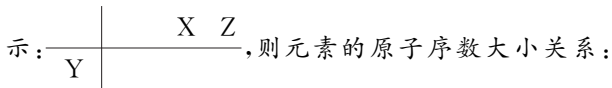
B. Z 一定是稀有气体元素的原子

C. 原子序数关系: $Z > Y > X$

D. 原子半径关系: $Y < X$

B 解析: 题给三种单核粒子的电子层结构相同, X^{n-} 、 Y^{n+} 为离子, 最外层电子数达到稳定结构, 则 Z

为稀有气体元素。根据“阴上阳下”的规律可知 Y 在 X 的下一周期，故三种元素的相对位置如图所示：



$Y > Z > X$ ，原子半径： $Y > X$ ，电子层结构相同的离子，原子序数越大，离子半径越小，则离子半径： $X^{n-} > Y^{n+}$ 。

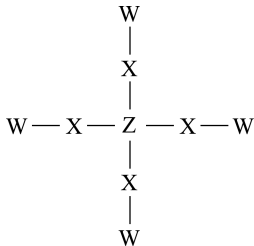
2. (2022 · 广东卷) 甲~戊均为短周期元素，在元素周期表中的相对位置如图所示；戊的最高价氧化物对应的水化物为强酸。下列说法不正确的是 ()

甲		乙
丙	丁	戊

- A. 原子半径：丁 > 戊 > 乙
- B. 非金属性：戊 > 丁 > 丙
- C. 甲的氢化物遇氯化氢一定有白烟产生
- D. 丙的最高价氧化物对应的水化物一定能与强碱反应

C 解析：甲~戊是短周期元素，戊的最高价氧化物对应的水化物为强酸，则可能是硫酸或高氯酸，若是高氯酸，则戊为 Cl，甲为 N、乙为 F、丙为 P、丁为 S，若是硫酸，则戊为 S，甲为 C、乙为 O、丙为 Si、丁为 P。根据层多径大，同电子层结构核多径小原则，则原子半径：丁 > 戊 > 乙，A 正确；根据同周期元素从左到右非金属性逐渐增强，则非金属性：戊 > 丁 > 丙，B 正确；甲的氢化物可能为氨气，也可能为甲烷、乙烷等，若是氨气，则遇氯化氢一定有白烟产生，若是甲烷、乙烷等，则遇氯化氢不反应，没有白烟生成，C 错误；丙的最高价氧化物对应的水化物可能是硅酸，也可能是磷酸，都一定能与强碱反应，D 正确。

3. 短周期主族元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次递增，且位于三个不同的周期。W 与 Y 同主族。化合物甲的结构式如图所示，甲不溶于水。下列说法正确的是 ()



- A. 简单离子半径： $X > Y$
- B. 非金属性： $X < Z$
- C. 化合物甲中每个原子最外层都达到了 8 电子稳定结构
- D. W_2X_2 、 Y_2X_2 中所含化学键类型相同

A 解析：短周期主族元素 W、X、Y、Z 位于三个不同的周期，则 W 为 H 元素；W 与 Y 同主族，则 Y

为 Na 元素；根据图示可知，Z 形成 4 个共价键，位于第ⅣA 族，结合原子序数可知 Z 为 Si 元素；X 形成 2 个共价键，位于第ⅥA 族，应该为 O 元素，W 为 H 元素，X 为 O 元素，Y 为 Na 元素，Z 为 Si 元素。氧离子和钠离子都含有 2 个电子层，核电荷数越大离子半径越小，则离子半径： $Y < X$ ，故 A 正确；同一周期从左向右非金属性逐渐增强，同一主族从上到下非金属性逐渐减弱，则非金属性： $O > S > Si$ ，即非金属性： $Z < X$ ，故 B 错误；含氢化合物甲中 H 原子最外层不满足 8 电子稳定结构，故 C 错误； W_2X_2 、 Y_2X_2 分别为 H_2O_2 、 Na_2O_2 ，前者为共价化合物，后者为离子化合物，所含化学键类型不同，故 D 错误。

4. 现有部分短周期元素的性质或原子结构如表所示：

元素编号	元素性质或原子结构
T	M 层上有 6 个电子
X	最外层电子数是次外层电子数的 2 倍
Y	常温下单质为双原子分子，其氢化物水溶液呈碱性
Z	元素最高正价是 +7 价

- (1) 元素 X 的一种同位素可测定文物年代，这种同位素的符号是_____。
- (2) 元素 Z 与元素 T 相比，非金属性较强的是_____（用元素符号表示），下列表述中能证明这一事实的是_____（填字母序号）。
 - a. 常温下 Z 的单质和 T 的单质状态不同
 - b. Z 的氢化物比 T 的氢化物稳定
 - c. 一定条件下 Z 和 T 的单质都能与氢氧化钠溶液反应
- (3) 探寻物质的性质差异是学习化学的重要方法之一，T、X、Y、Z 四种元素的最高价氧化物的水化物中化学性质明显不同于其他三种酸的是_____，理由是_____。

解析：(1) 从 X 的原子结构：“最外层电子数是次外层电子数的 2 倍”，且其中一种同位素可测定文物年代，推知 X 为碳元素，其同位素符号是 $^{14}_6C$ 。(2) 由 T 的 M 层上有 6 个电子可推知 T 为硫元素，Z 属于短周期元素，其最高正价为 +7 价，则可推知 Z 为氯元素，它的非金属性比硫强，可以通过 b 来证实。(3) 由题意知，Y 为氮元素，T、X、Y、Z 四种元素的最高价氧化物对应的水化物分别为 H_2SO_4 、 H_2CO_3 、 HNO_3 和 $HClO_4$ ，显然 H_2CO_3 的性质与其他三种不同，因为只有它是弱酸。

答案：(1) $^{14}_6C$ (2) Cl b (3) H_2CO_3 H_2CO_3 属于弱酸

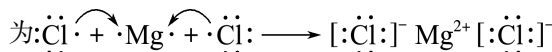
第四章质量评估

(时间:90 分钟 分值:100 分)

一、选择题:本题共 17 小题,每小题 3 分,共 51 分。

每小题只有一个选项符合题意。

1.下列有关化学用语的表示正确的是 ()

A. HClO 的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{O}}:$ B. Na^+ 的结构示意图为 $(+11) \begin{array}{c} \text{2} \\ \text{8} \\ \text{1} \end{array}$ C. 用电子式表示 MgCl_2 的形成过程D. M^{2+} 核外有 a 个电子,核内有 b 个中子, M 的原子符号为 ${}^{a+b+2}_{a+2}\text{M}$ D 解析: HClO 的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{Cl}}:$, A 项错误; Na^+ 核外有 10 个电子,离子结构示意图为 $(+11) \begin{array}{c} \text{2} \\ \text{8} \end{array}$, B 项错误; 用电子式表示 MgCl_2 的形成过程为: $\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}} + \times\text{Mg}\times + \cdot\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}} \longrightarrow [\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:]^- \text{Mg}^{2+} [\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:]^-$, C 项错误; M^{2+} 核外有 a 个电子,则 M 的原子核外有 $a+2$ 个电子, M 的质子数为 $a+2$,质量数为 $a+2+b$,则 M 的原子符号为 ${}^{a+b+2}_{a+2}\text{M}$, D 项正确。

2.电子在原子核外像洋葱一样分层排布,下列有关核外电子排布的叙述正确的是 ()

A. 当 M 层是最外层时,最多可排布 18 个电子

B. 某原子最外层只有一个电子,它一定是第 I A 族元素

C. 某原子 M 层上电子数可能为 L 层上电子数的 4 倍D. 某离子 M 层上和 L 层上的电子数可能均为 K 层的 4 倍D 解析: M 层是最外层时最多能容纳 8 个电子, A 项错误; 最外层只有一个电子的原子可能是第 I A 族、过渡元素, B 项错误; 若 M 层有电子, 则 L 层为 8 个电子, M 层上的电子数若为 L 层上的电子数的 4 倍, 则排布 32 个电子, 不符合电子排布规律, C 项错误。

3. (2021 · 广东卷) “天问一号” 探测器着陆火星, “嫦娥五号” 探测器采回月壤。腾飞中国离不开化学, 长征系列运载火箭使用的燃料有液氢和煤油等化学品。下列有关说法正确的是 ()

A. 煤油是可再生能源

B. H_2 燃烧过程中热能转化为化学能C. 火星陨石中的 ${}^{20}\text{Ne}$ 的质量数为 20D. 月壤中的 ${}^3\text{He}$ 与地球上的 ${}^3\text{H}$ 互为同位素C 解析: 煤油来源于石油, 属于不可再生能源, A 错误; H_2 的燃烧过程中放出热量, 是将化学能转化为热能, B 错误; 元素符号左上角数字为质量数, 所以火星陨石中 ${}^{20}\text{Ne}$ 的质量数为 20, C 正确; 同位素为同种元素, ${}^3\text{He}$ 和 ${}^3\text{H}$ 的质子数不同, 不可能互为同位素, D 错误。

4. 下列说法正确的是 ()

A. 相邻周期的同一主族的两种元素, 其原子序数之差都相同

B. 同周期的第 II A 族元素与第 III A 族元素的原子序数之差都相同

C. 某种元素的相对原子质量取整数, 就是其质量数

D. 115 号元素位于第七周期第 V A 族

D 解析: A 项, 在元素周期表左侧和右侧, 相邻周期的同一主族的两种元素, 原子序数之差不同, 错误; B 项, 同周期的第 II A 族元素与第 III A 族元素的原子序数之差, 短周期的差 1, 四、五周期的差 11, 六、七周期的差 25, 错误; C 项, 元素没有质量数的概念, 错误; D 项, 根据第七周期 0 族元素的原子序数为 118, 可知 115 号元素位于第七周期第 V A 族, 正确。

5. 钼 (Mo) 元素可以提高钢的强度, 特别是高温强度和韧性。如图所示是 Mo 元素的相关信息, 下列有关 Mo 的说法错误的是 ()

42	Mo
钼	
95.96	

- A. $^{95}\text{Mo}^{18}\text{O}_4^{2-}$ (钼酸根离子)中共有 76 个电子
- B. ^{95}Mo 的相对原子质量是 95.96
- C. Mo 元素位于元素周期表的第五周期第ⅥB 族
- D. ^{92}Mo 和 ^{95}Mo 的化学性质几乎相同
- B 解析:** $^{95}\text{Mo}^{18}\text{O}_4^{2-}$ 的质子数为 $42+8\times 4=74$, 得到 2 个电子后, 电子数为 $74+2=76$, 故 A 不符合题意; ^{95}Mo 表示质量数为 95 的 Mo 原子, 其相对原子质量近似等于其质量数, 近似为 95, 而 Mo 元素的相对原子质量为 95.96, 二者含义不同, 故 B 符合题意; 42 号元素之前原子序数最大的稀有气体元素为 Kr, Kr 元素的原子序数为 36, $42-36=6$, 故 Mo 元素位于第五周期第ⅥB 族, 故 C 不符合题意; ^{92}Mo 和 ^{95}Mo 均是 Mo 元素, 核外电子排布相同, 因此二者的化学性质几乎相同, 故 D 不符合题意。

6. 2023 年是元素周期表诞生第 154 年, 下列说法正确的是 ()
- A. 第一张元素周期表的制作者是门捷列夫, 他将元素按照相对原子质量由小到大的顺序排列
- B. 国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)将第 118 号元素命名为 Og, 它是一种自然界中存在的元素
- C. 人们依据元素周期表和元素周期律知识, 在金属和非金属的分界处寻找催化剂和耐高温、耐腐蚀的合金材料
- D. 门捷列夫曾经预言“类铝”元素的存在, 后来法国化学家发现了它, 这种元素是锗

A 解析: 第一张元素周期表中将元素按照相对原子质量由小到大的顺序排列, 第一张元素周期表的制作者是化学家门捷列夫, 故 A 正确; 国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)将第 118 号元素命名为 Og, 第 118 号元素是一种放射性元素, 在自然界中不能稳定存在, 它是一种人工合成元素, 故 B 错误; 在元素周期表中, 优良的催化剂和耐高温、耐腐蚀的合金材料(如制造火箭、飞机的钛、钼等元素)大多属于过渡元素, 所以应在过渡元素中寻找; 位于金属和非金属的分界处的元素既有金属性又有非金属性, 在金属和非金属的分界处寻找半导体材料, 故 C 错误; 门捷列夫曾经预言“类铝”元素的存在, 同主族元素的性质相似, 镓元素与铝元素属于同主族元素, 性质相似, 后来法国化学家发现了它,

这种元素是镓, 故 D 错误。

7. 已知短周期主族元素 X、Y、Z、W 在元素周期表中的相对位置如图所示。下列说法正确的是 ()

	Y	Z	
X			W

- A. 原子半径: $X<Y<Z$
- B. W 的最高价氧化物对应的水化物一定为强酸
- C. Y、Z 的简单氢化物均易溶于水
- D. 非金属性: $X>Y>Z$
- B 解析:** 电子层越多, 原子半径越大, 同周期元素从左向右原子半径逐渐减小, 则原子半径: $Z<Y<X$, 故 A 错误; 由元素位置可知, W 为 S 或 Cl, 最高价氧化物对应的水化物一定为强酸, 故 B 正确; Y 可能为 C, 对应的氢化物为甲烷, 不溶于水, 故 C 错误; 同周期元素从左向右, 非金属性逐渐增强, 同主族元素从上到下, 非金属性逐渐减弱, 故非金属性: $Z>Y>X$, 故 D 错误。

8. 氢化钠(NaH)是一种白色的离子化合物, 其中钠元素是 +1 价; NaH 与 H_2O 反应生成 H_2 和 NaOH。下列叙述不正确的是 ()
- A. NaH 的电子式为 $\text{Na}^+[:\text{H}]^-$
- B. NaH 中氢离子的电子层排布与氢原子的电子层排布相同
- C. 粒子半径: $\text{H}^-<\text{Li}^+$
- D. NaH 与 H_2O 反应时, H_2O 为氧化剂

C 解析: 氢化钠(NaH)是一种白色的离子化合物, NaH 的电子式为 $\text{Na}^+[:\text{H}]^-$, A 正确; NaH 中氢元素的化合价为 -1 价, 其离子的电子层排布与氢原子的电子层排布相同, B 正确; Li^+ 和 H^- 的电子层排布相同, 但是 Li^+ 的核电荷数比 H^- 多, 所以粒子半径: $\text{H}^->\text{Li}^+$, C 错误; NaH 与 H_2O 反应生成 H_2 和 NaOH, 在这个反应中只有氢元素的化合价发生了变化, NaH 中氢元素的化合价升高, 为还原剂, 被氧化, 水中氢元素的化合价降低, 被还原, 为氧化剂, D 正确。

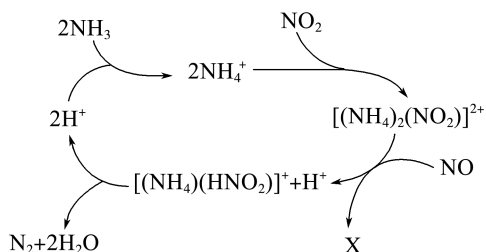
9. 如图所示为元素周期表中短周期主族非金属元素的一部分, 下列说法不正确的是 ()

X	Y
Z	W

- A.W 的原子序数可能是 Y 的两倍
 B.Z 的原子半径比 Y 的大
 C.Y 元素的非金属性比 X 元素的强
 D.Z、W 的氧化物对应的水化物均为强酸

D 解析:Y 可能为 O,W 为 S,满足 W 的原子序数是 Y 的两倍,故 A 正确;电子层越多,原子半径越大,则 Z 的原子半径比 Y 的大,故 B 正确;同周期元素从左向右非金属性增强,Y 元素的非金属性比 X 元素的强,故 C 正确;Z、W 可能为 Si、P 或 P、S 或 S、Cl,只有 S、Cl 的最高价氧化物对应的水化物为强酸,且不是最高价含氧酸一般为弱酸,故 D 错误。

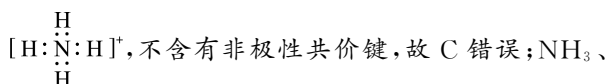
- 10.利用某分子筛作为催化剂, NH_3 可脱除废气中的 NO 和 NO_2 ,生成两种无毒物质,其反应历程如图所示。下列说法正确的是 ()



- A.X 是 N_2
 B.上述历程的总反应为 $2\text{NH}_3 + \text{NO} + \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
 C. NH_4^+ 中含有非极性共价键
 D. NH_3 、 NH_4^+ 、 H_2O 中的质子数、电子数均相同

B 解析:由原子守恒可知,X 是 N_2 和 H_2O ,故 A 错误;由反应历程可知,在催化剂作用下, NH_3 与废气中的 NO 和 NO_2 反应生成无毒的 N_2 和 H_2O ,反应的化学方程式为 $2\text{NH}_3 + \text{NO} + \text{NO}_2$

$\xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$,故 B 正确; NH_4^+ 的电子式为



NH_4^+ 和 H_2O 中的质子数分别为 10、11 和 10,电子数分别为 10、10 和 10,故 D 错误。

- 11.1869 年门捷列夫把当时已知的元素根据物理、化学性质进行排列,准确预留了甲、乙两种未知元素的位置,并预测了二者的相对原子质量,部分记录如图所示。下列说法不正确的是 ()

B=11	Al=27.4	?=68(甲)
C=12	Si=28	?=70(乙)
N=14	P=31	As=75
O=16	S=32	Se=79.4
F=19	Cl=35.5	Br=80

A.甲元素位于元素周期表的第四周期第ⅢA族

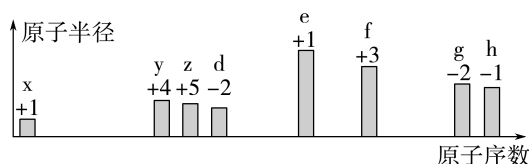
B.原子半径:甲>乙>Si

C.乙元素的简单氢化物的稳定性弱于 CH_4

D.乙的最高价氧化物对应的水化物为强碱

D 解析:由图可推知,从左到右,三列元素分别位于第二、三、四周期,从上到下,五行元素分别位于第ⅢA、ⅣA、ⅤA、ⅥA、ⅦA族,则甲为 Ga,乙为 Ge。A项,甲位于元素周期表第四周期第ⅢA族,正确;B项,同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,则原子半径:甲>乙>Si,正确;C项,同主族元素从上到下,非金属性逐渐减弱,则非金属性:C>乙,故 CH_4 的稳定性更强,正确;D项,乙为 Ge,位于金属元素与非金属元素的交界处,且 Ge 与 Si 位于同一主族,Ge 在 Si 的下一周期,则 Ge 的最高价氧化物对应的水化物不是强碱,错误。

- 12.部分短周期元素原子半径的相对大小、最高正价或最低负价随原子序数的变化关系如图所示。下列说法不正确的是 ()



- A.x、h、d 三种元素能形成具有强氧化性的酸
 B.根据 g、h 的单质与 Fe 反应的情况,可以判断 h 的非金属性强于 g
 D.工业上通过电解 f、h 形成的化合物制取 f 的单质

D.x 与其他元素可形成共价化合物或离子化合物

C 解析:利用图中短周期元素的原子半径及主要化合价、原子序数关系,推出 x 为 H、y 为 C、z 为 N、d 为 O、e 为 Na、f 为 Al、g 为 S、h 为 Cl。H、Cl、O 可以组成 HClO 、 HClO_4 等具有强氧化性的酸,故 A 正确;Fe 与 S 反应生成 FeS ,Fe 与 Cl_2 反应生成 FeCl_3 ,可知氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$,得出 Cl 的非金属性强于 S,故 B 正确;f、h 形成的化合物是

AlCl_3 , AlCl_3 属于共价化合物, 熔融状态下不导电, 工业上通过电解熔融 Al_2O_3 制取 Al , 故 C 错误; H 与 C 、 N 、 O 等非金属元素形成共价化合物, H 与 Na 形成 NaH , NaH 为离子化合物, 故 D 正确。

13. 铱元素有 $^{191}_{77}\text{Ir}$ 、 $^{192}_{77}\text{Ir}$ 、 $^{193}_{77}\text{Ir}$ 三种核素, 其中 $^{192}_{77}\text{Ir}$ 具有放射性, 常用于工业探伤、医疗等。若 $^{192}_{77}\text{Ir}$ 密封源破损, $^{192}_{77}\text{Ir}$ 可通过吸入或皮肤污染等方式进入人体, 导致严重后果。下列说法正确的是 ()

A. 铱(Ir)位于元素周期表的第 8 列

B. 可用普通车辆运输 $^{192}_{77}\text{Ir}$ 密封源

C. $^{191}_{77}\text{Ir}$ 转化为 $^{192}_{77}\text{Ir}$ 或者 $^{193}_{77}\text{Ir}$ 的变化为化学变化

D. $^{193}_{77}\text{Ir}$ 的中子数和质子数之差为 39

D 解析: 铱(Ir)的核电荷数为 77, 位于元素周期表第六周期第Ⅷ族, 在第 9 列, A 选项错误; $^{192}_{77}\text{Ir}$ 具有放射性, 若 $^{192}_{77}\text{Ir}$ 密封源破损, 可通过吸入或皮肤污染等方式进入人体, 不可用普通车辆运输, B 选项错误; $^{191}_{77}\text{Ir}$ 转化为 $^{192}_{77}\text{Ir}$ 或者 $^{193}_{77}\text{Ir}$ 的变化为同位素间的转化, 不属于化学变化, C 选项错误; $^{193}_{77}\text{Ir}$ 的中子数 $= 193 - 77 = 116$, 质子数 $= 77$, 则中子数和质子数之差为 39, D 选项正确。

14. 下列说法正确的是 ()

①常温下白磷可自燃而氮气需在放电时才与氧气反应, 则非金属性: $\text{P} > \text{N}$

②第ⅠA 族元素铯的同位素 ^{137}Cs 比 ^{133}Cs 多 4 个质子

③因为氧化性: $\text{HClO} > \text{稀硫酸}$, 所以非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$

④离子化合物中既可以含有极性共价键又可以含有非极性共价键

⑤ C 、 P 、 S 、 Cl 的最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐增强

⑥从上到下, 卤族元素的非金属性逐渐减弱, 所以酸性: $\text{HCl} > \text{HI}$

⑦离子半径: $\text{K}^+ > \text{Cl}^- > \text{S}^{2-}$

A. ②③④⑤⑥⑦

B. ④⑤

C. ②③④⑦

D. ④⑤⑥

B 解析: ①不能根据单质的稳定性来判断元素的非金属性, N 、 P 都是第ⅤA 族元素, 非金属性: $\text{N} > \text{P}$, 故错误; ②同位素的质子数相同, 第ⅠA 族元

素铯的同位素 ^{137}Cs 与 ^{133}Cs 的质子数相同, 中子数不同, 故错误; ③应根据最高价含氧酸的氧化性强弱来判断元素的非金属性强弱, 酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$, 所以非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$, 故错误; ④离子化合物中一定含有离子键, 可能含有极性共价键, 如 NaOH , 也可能含有非极性共价键, 如 Na_2O_2 , 故正确; ⑤元素的非金属性越强, 其最高价氧化物对应水化物的酸性越强, C 、 P 、 S 、 Cl 的非金属性逐渐增强, 则最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐增强, 故正确; ⑥从上到下, 卤族元素氢化物的酸性逐渐增强, 则酸性: $\text{HCl} < \text{HI}$, 故错误; ⑦核外电子排布相同的离子, 核电荷数越大, 离子半径越小, 则离子半径: $\text{K}^+ < \text{Cl}^- < \text{S}^{2-}$, 故错误。

15. 某恒星内部发生的一种核反应为 $^{2z+1}_z\text{X} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^w_p\text{Y} + {}^1_1\text{H}$, X 、 Y 为短周期元素, X 的周期数是族序数的 3 倍。下列说法不正确的是 ()

A. ${}^w_p\text{Y}$ 的质量数为 26

B. X 、 Y 的简单离子的电子层结构相同

C. X 的氧化物可能含离子键和共价键, Y 的氧化物只含离子键

D. X 、 Y 的最高价氧化物对应的水化物之间可发生反应

D 解析: X 、 Y 为短周期元素, X 的周期数是族序数的 3 倍, 则 X 是第三周期第ⅠA 族的 Na 元素; X 的质子数 $z = 11$, 其质量数为 $2 \times 11 + 1 = 23$, 根据 $^{23}_{11}\text{Na} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^w_p\text{Y} + {}^1_1\text{H}$ 可知, Y 的质子数 $p = 11 + 2 - 1 = 12$ 、质量数 $w = 23 + 4 - 1 = 26$, 则 Y 为 Mg 元素。 ${}^w_p\text{Y}$ 的质量数为 26, A 正确; X 、 Y 的简单离子依次为 Na^+ 、 Mg^{2+} , 两种离子都具有与 Ne 原子相同的电子层结构, B 正确; X 的常见氧化物有 Na_2O 、 Na_2O_2 , Y 的常见氧化物为 MgO , Na_2O 、 MgO 中只有离子键, 而 Na_2O_2 中既有离子键又有非极性共价键, C 正确; X 的最高价氧化物对应的水化物为 NaOH , NaOH 属于强碱, Y 的最高价氧化物对应的水化物为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 属于中强碱, NaOH 与 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 不反应, D 错误。

16. 下列叙述正确的是 ()

A. NaHSO_4 、 Na_2O_2 晶体中的阴、阳离子个数比均为 1 : 2

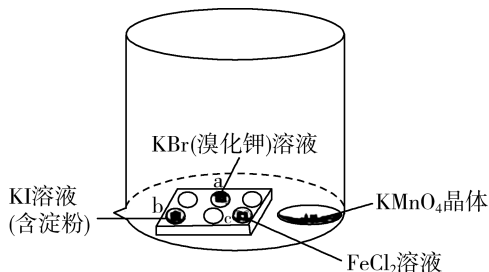
B. 离子化合物中一定不含共价键

C.某主族元素的最高价含氧酸为 H_nRO_m ,则其气态氢化物一般是 $H_{8+n-2m}R$

D.元素周期表中 L 层电子为奇数的元素所在族序数与该元素原子的 L 层电子数不相等

C 解析: $NaHSO_4$ 晶体中的阴、阳离子个数比是 1:1,故 A 错误; $NaOH$ 、 NH_4Cl 是离子化合物,但含有共价键,故 B 错误;最高价含氧酸为 H_nRO_m ,根据分子中各元素化合价的代数和为 0 判断,R 的最高价为 $+(2m-n)$,再根据主族元素的最高正价与最低负价的绝对值之和为 8,知 R 的最低负价为 $(2m-n)-8$,所以其氢化物的化学式一般为 $H_{8+n-2m}R$,故 C 正确;L 层电子为奇数,说明第二电子层没排满,该元素在第二周期,主族元素的族序数=其最外层电子数,故 D 错误。

- 17.微型实验是一种以环保和节约为根本出发点的新实验。如图所示,在表面皿中的 $KMnO_4$ 晶体上滴加浓盐酸(制取 Cl_2),迅速盖上烧杯,可观察到 a 处溶液由无色变为橙黄色,b 处溶液由无色变为蓝色,c 处溶液由浅绿色变为黄色。已知溴水为橙黄色,下列有关判断正确的是 ()



- A.表面皿中的 $KMnO_4$ 晶体可用 MnO_2 代替
B.a、b 两处的颜色变化说明氧化性: $Cl_2 > Br_2 > I_2$
C.c 处的颜色变化说明氧化性: $Cl_2 < Fe^{3+}$, 还原性: $Fe^{2+} > Cl^-$
D.表面皿中反应生成 0.5 mol Cl_2 时,被氧化的 HCl 的质量为 36.5 g

D 解析: $KMnO_4$ 晶体与浓盐酸反应,在常温下就能进行,而 MnO_2 与浓盐酸反应,必须在加热条件下才能进行,所以 $KMnO_4$ 晶体不可用 MnO_2 代替,A 不正确;a 处发生反应: $2KBr + Cl_2 \longrightarrow 2KCl + Br_2$,b 处发生反应: $2KI + Cl_2 \longrightarrow 2KCl + I_2$,从而说明氧化性: $Cl_2 > Br_2$, $Cl_2 > I_2$,但不能确定 Br_2 与 I_2 的氧化性关系,B 不正确;由 c 处的颜色变化,可确定发生反应: $2Fe^{2+} + Cl_2 \longrightarrow 2Fe^{3+} +$

$2Cl^-$,则说明氧化性: $Cl_2 > Fe^{3+}$,还原性: $Fe^{2+} > Cl^-$,C 不正确;表面皿中发生反应的关系式为 $2HCl(\text{被氧化}) \sim Cl_2$,则生成 0.5 mol Cl_2 时,被氧化的 HCl 为 1 mol,质量为 36.5 g,D 正确。

二、非选择题:本题共 5 小题,共 49 分。

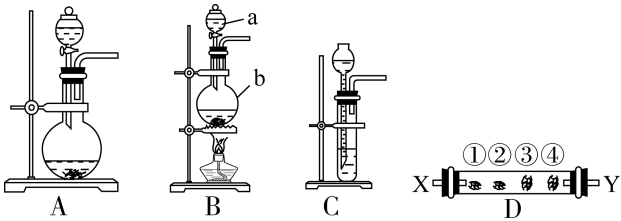
18.(5 分)已知铯元素位于元素周期表第六周期第 I A 族,请回答下列问题:

- (1)铯的原子序数为 _____。
(2)铯单质与水反应的化学方程式为 _____。
(3)预测铯单质的还原性比钠单质的还原性 _____ (填“弱”或“强”)。
(4)下列推断正确的是 _____ (填字母序号)。
A.与铯处于同一主族的元素都是金属元素
B.铯单质发生反应时,铯原子易失去电子
C.碳酸铯是一种可溶性碱
D.铯离子的氧化性强于钾离子

解析: (1)根据碱金属元素核外电子排布规律,结合铯在元素周期表中的位置可知,铯原子核外共有 6 个电子层,每个电子层的电子数目分别是 2、8、18、18、8、1,原子序数等于核外电子总数,故为 55。(2)铯与钠、钾同主族,具有极强的金属性,与水反应的化学方程式为 $2Cs + 2H_2O \longrightarrow 2CsOH + H_2 \uparrow$ 。(3)同主族元素,从上到下,金属性依次增强,故铯单质的还原性比钠单质强。(4)A 项,与铯同主族的元素包括氢元素,氢元素为非金属元素,错误;B 项,铯单质还原性较强,反应时铯原子易失去电子,正确;C 项,碳酸铯是一种可溶性盐,错误;D 项,金属性较强的元素,其简单阳离子的氧化性较弱,故铯离子的氧化性弱于钾离子,错误。

答案: (1)55 (2) $2Cs + 2H_2O \longrightarrow 2CsOH + H_2 \uparrow$
(3)强 (4)B

19.(13 分)某研究性学习小组设计了一组实验来探究第 VII A 族元素原子得电子能力的强弱规律。下图中 A、B、C 是三个可供选择制取氯气的装置,装置 D 的玻璃管中①、②、③、④处依次放置蘸有 NaBr 溶液、淀粉-KI 溶液、NaOH 浓溶液和品红溶液的棉球。



(1) 写出装置 B 中指定仪器的名称: a _____; b _____。

(2) 实验室制取氯气还可采用如下原理:
 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
依据该原理需要选择 A、B、C 装置中的 _____ 装置制取氯气。

(3) 反应装置的导气管连接装置 D 的 _____ (填“X”或“Y”)导管, 请回答下列问题:

①处所发生反应的离子方程式为 _____;

②处的现象为 _____;

③处所发生反应的离子方程式为 _____。

(4) 装置 D 中④的作用是 _____。

(5) 某同学根据①②两处棉球颜色的变化得出结论: Cl、Br、I 原子的得电子能力依次减弱。上述实验现象 _____ (填“能”或“不能”) 证明该结论, 理由是 _____。

解析: (1) a 为分液漏斗, b 为圆底烧瓶。(2) 高锰酸钾与浓盐酸反应较为剧烈, 无需加热即可进行。(3) 检验氯气的性质时, 不能先通过 NaOH 浓溶液, 否则会消耗氯气, 且起不到尾气吸收的作用, 应从 X 导管进气, 氯气与 NaBr 溶液反应生成 Br_2 , 反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$; 氯气与碘化钾溶液反应生成 I_2 , 反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$, 棉球变蓝; 氯气在碱性溶液中发生氧化还原反应, 反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。(4) 氯气与水反应生成的 HClO 具有漂白性, 能使品红溶液褪色, 把蘸有品红溶液的棉球放在最后可观察氯气是否被吸收完全。(5) ②处棉球变蓝可能是由于过量的氯气与 I^- 发生了反应, 不能证明 Br 和 I 得电子能力的相对强弱。

答案: (1) 分液漏斗 圆底烧瓶
(2) A

(3) X $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ 棉球变蓝
 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
(4) 检验氯气是否被吸收完全
(5) 不能 实验无法证明 Br 原子和 I 原子得电子能力的相对强弱(其他合理答案也可)

20. (13 分) 元素是构成我们生活世界中一切物质的“原材料”。

(1) 随着化学科学的不断发展, 门捷列夫在元素周期表中为未知元素留下的空位逐渐被填满。而且, 随着对原子结构的揭秘, 科学家们发现了元素性质不是随着相对原子质量的递增呈现周期性变化, 而是随着原子序数(核电荷数)的递增呈现周期性变化。其本质原因是 _____ (填字母序号)。

- A. 随着核电荷数的递增, 原子核外电子排布呈现周期性变化
- B. 随着核电荷数的递增, 原子半径呈现周期性变化
- C. 随着核电荷数的递增, 元素最高正化合价呈现周期性变化

(2) 短周期元素 A、B、D、E、G、J 在元素周期表中的相对位置如图所示。

A						
				B	D	
E		G				J

①E、G、J 的简单离子中半径最小的是 _____ (填离子符号)。

②B、D 的非金属性由强到弱的顺序是 _____ (用元素符号表示)。

③E、G、J 的最高价氧化物对应水化物两两之间发生反应的离子方程式分别为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ 、_____、_____。

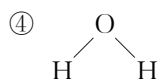
④ A_2D 的结构式为 _____。

解析: (1) 科学家们发现元素性质不是随着相对原子质量的递增呈现周期性变化, 而是随着原子序数(核电荷数)的递增呈现周期性变化, 其本质原因是随着核电荷数的递增, 原子核外电子排布呈现周期性变化。(2) 由短周期元素 A、B、D、E、G、J 在元素周期表中的相对位置可知,

A、B、D、E、G、J 分别为 H、N、O、Na、Al、Cl。① E、G、J 的简单离子分别为 Na^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- ，具有相同电子层结构的离子，核电荷数越大，半径越小，所以半径： $\text{F}^- > \text{Na}^+ > \text{Al}^{3+}$ ，同主族元素的简单离子半径随核电荷数的增大而增大，故半径： $\text{Cl}^- > \text{F}^-$ ，即 Na^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- 中离子半径最小的是 Al^{3+} 。② 同周期主族元素从左到右，非金属性逐渐增强，则非金属性由强到弱的顺序是 $\text{O} > \text{N}$ 。③ E、G、J 的最高价氧化物对应水化物分别为 NaOH 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 HClO_4 ， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为两性氢氧化物，既能与酸反应又能与强碱反应，三者两两之间发生反应的离子方程式分别为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答案：(1) ① 横行 预测此处应有一个相对原子质量为 70 的元素 怀疑 Te 的相对原子质量不是 128 同一列元素的相对原子质量从上到下依次增大，按此规律，Te 的相对原子质量应该在 122 和 127 之间 ② A

(2) ① Al^{3+} ② $\text{O} > \text{N}$ ③ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$



21. (8 分) 四种短周期主族元素在元素周期表中的相对位置如表所示，元素 X 的原子核外电子数是 M 的 2 倍，Y 的氧化物具有两性。回答下列问题：

		M	P
X	Y		

(1) 元素 Y 在元素周期表中的位置是第 _____ 周期第 _____ 族。

(2) 这四种元素最高价氧化物对应的水化物中，酸性最强的是 _____ (填化学式，下同)，碱性最强的是 _____。

(3) 气体分子 $(\text{MP})_2$ 的电子式为 _____。
 $(\text{MP})_2$ 称为拟卤素，性质与卤素类似，其与 NaOH 溶液反应的化学方程式为 _____。

解析：短周期主族元素中元素 X 的原子核外电子

数是 M 的 2 倍，则 X 的原子序数为偶数 12、14、16，Y 的氧化物具有两性，短周期元素中最典型的两性氧化物是氧化铝 (Al_2O_3)，再结合表中的相对位置可知 Y 为 Al，X 为 Mg，M 为 C，P 为 N。

(1) 13 号元素 Al 的原子结构示意图为 $\begin{array}{c} \text{(+13)} \\ \text{2 8 3} \end{array}$ ，

Al 在元素周期表中的位置是第三周期第 III A 族。

(2) 元素非金属性越强，其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强，所以酸性最强的是 HNO_3 ，元素金属性越强，其最高价氧化物对应的水化物的碱性越强，所以 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 碱性最强。(3) 第 IV A 族的碳 (C) 原子最外层有 4 个电子，其成键特点通常是“4 个键”：可以是四个单键、一个三键和一个单键、一个双键和两个单键或两个双键。第 V A 族的氮 (N) 原子最外层有 5 个电子，其成键特点通常是“3 个键”：可以是三个单键、一个双键和一个单键或一个三键，据此可写出 $(\text{CN})_2$ 的结构式为 $\text{N} \equiv \text{C} - \text{C} \equiv \text{N}$ ，电子式为 $:\text{N}:::\text{C}::\text{C}::\text{N}:$ 。 $(\text{MP})_2$ 称为拟卤素，性质与卤素类似， $(\text{CN})_2$ 与 H_2O 或 NaOH 溶液发生类似 Cl_2 与 H_2O 或 NaOH 溶液的反应。

答案：(1) 三 III A

(2) HNO_3 $\text{Mg}(\text{OH})_2$

(3) $:\text{N}::\text{C}::\text{C}::\text{N}:$ $2\text{NaOH} + (\text{CN})_2 = \text{NaCN} + \text{NaCNO} + \text{H}_2\text{O}$

22. (10 分) A、B、C、D、E、F 六种短周期元素在元素周期表中的位置如图所示。

A				
			B	C
D				E
				F

回答下列问题：

(1) 在元素周期表中，E 位于第 _____ 周期第 _____ 族。

(2) A、B 能组成既含极性键又含非极性键的化合物，其电子式为 _____。

(3) 在 E、F 的气态氢化物中，热稳定性较强的是 _____ (填化学式，下同)，还原性较强的是 _____。

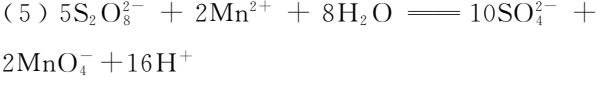
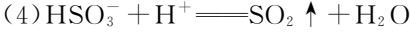
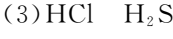
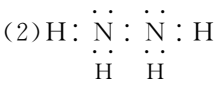
(4) A、C、D、E 组成两种酸式盐 X、Y, 将 X、Y 溶液混合发生复分解反应, 写出离子方程式: _____。

(5) 常用 $(\text{BA}_4)_2\text{E}_2\text{C}_8$ 检验废水中的 Mn^{2+} , 若观察到无色溶液变紫红色, 可判断废水中含 Mn^{2+} , 还原产物与盐酸酸化的 BaCl_2 溶液混合产生白色沉淀。写出无色溶液变紫红色溶液反应的离子方程式: _____。

解析: 由图可知, A、B、C、D、E、F 分别为 H、N、O、Na、S、Cl 六种短周期元素。(1) 在元素周期表中, E 位于第三周期第ⅥA 族。(2) A、B 能组成既含极性键又含非极性键的化合物 N_2H_4 , 其电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ 。(3) 非金属性: $\text{S} < \text{Cl}$, 所以气态氢化物中热稳定性较强的是 HCl , 还原性较强的是 H_2S 。(4) A、C、D、E 组成两种酸式盐为 NaHSO_4

和 NaHSO_3 , 将两溶液混合发生复分解反应, 离子方程式为 $\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。(5) 常用 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 检验废水中的 Mn^{2+} , 若观察到无色溶液变紫红色, 可判断废水中含 Mn^{2+} , 还原产物与盐酸酸化的 BaCl_2 溶液混合产生白色沉淀, 则 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 被还原为 SO_4^{2-} , Mn^{2+} 被氧化为 MnO_4^- , 该反应的离子方程式为 $5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 10\text{SO}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+$ 。

答案: (1) 三ⅥA



阶段质量评估(二)

(时间:90分钟 分值:100分)

一、选择题:本题共17小题,每小题3分,共51分。

每小题只有一个选项符合题意。

1.高铁、移动支付、共享单车、网购,被称为中国“新四大发明”。用于高铁和共享单车制造业的重要金属材料是 ()

- A.Na-K合金 B.Cu-Sn合金
C.Sn-Pb合金 D.Mg-Al合金

D 解析:Na-K合金熔点低,导热性好,所以用Na-K合金作为原子反应堆的导热剂,不适合用作高铁和共享单车制造业的重要金属材料,故A错误;Cu-Sn合金和Sn-Pb合金密度较大,不适宜用于高铁和共享单车制造业,故B、C错误;Mg-Al合金(如硬铝)强度和硬度大,几乎相当于钢材,且密度小,被广泛应用于汽车、船舶、飞机、高铁和共享单车等制造业,故D正确。

2.HgCl₂的稀溶液可用作手术刀的消毒剂,已知熔融的HgCl₂不导电,而HgCl₂的稀溶液有较弱的导电能力。下列关于HgCl₂的叙述正确的是 ()

- A.HgCl₂属于离子化合物
B.HgCl₂属于共价化合物
C.HgCl₂属于非电解质
D.HgCl₂中既存在离子键又存在共价键

B 解析:熔融状态下HgCl₂不导电,则HgCl₂属于共价化合物,A项错误,B项正确;HgCl₂的稀溶液有较弱的导电能力,说明水溶液中HgCl₂能微弱电离,则HgCl₂属于电解质,C项错误;HgCl₂为共价化合物,只存在共价键,D项错误。

3.将一个预先做好的“ICE”形状的镍钛合金,破坏其形状后,只要在热水中浸泡,便会恢复原来形状。下列说法正确的是 ()

- A.记忆合金的形状变化属于化学变化
B.合金的熔点一般比成分金属的高,硬度比成分金属的小
C.形状记忆合金在医疗上可用来接断骨等,在日常生活中可制眼镜框架等
D.钛合金的化学性质与钛单质完全相同

C 解析:记忆合金的形状变化没有生成新物质,属于物理变化,A不正确;合金的熔点一般比成分金属的低,但硬度要比成分金属的大,B不正确;形状记忆合金在医疗上可用来接断骨等,在日常生活中

可制眼镜框架等,C正确;钛合金中因为加入了其他金属,化学性质与钛单质不完全相同,D不正确。

4.钛常被称为“未来钢铁”,也被称为“太空金属”。已知钛元素的同位素有 ${}^{46}_{22}\text{Ti}$ 、 ${}^{47}_{22}\text{Ti}$ 、 ${}^{48}_{22}\text{Ti}$ 、 ${}^{49}_{22}\text{Ti}$ 、 ${}^{50}_{22}\text{Ti}$ 。下列说法错误的是 ()

- A.上述同位素的性质完全相同
B.题述中包括5种钛的核素,且质子数都为22
C.题述中包括5种钛原子,即钛的5种核素
D.钛元素的相对原子质量不可能为46,也不可能为50

A 解析:同位素的化学性质相同,但物理性质有差异,A错误;题述中包括5种钛原子,即钛的5种核素,且质子数都为22,B、C正确;钛元素的相对原子质量取决于各核素所占的百分比,其值应为46~50,D正确。

5.下列说法正确的是 ()

- A.Li在氧气中燃烧主要生成Li₂O₂
B.At位于第七周期第ⅦA族,其简单气态氢化物的稳定性比HCl强
C.卤素单质的熔、沸点随原子序数的增大而升高
D.第二周期非金属元素的气态氢化物溶于水后所得溶液均呈酸性

C 解析:Li在氧气中燃烧生成的产物是Li₂O,A错误;At位于第六周期第ⅦA族,非金属性比Cl弱,其简单气态氢化物的稳定性比HCl弱,B错误;卤素单质的熔、沸点随原子序数的增大而升高,C正确;N的气态氢化物NH₃溶于水后所得溶液显碱性,O的气态氢化物为H₂O,显中性,D错误。

6.Cl₂、ClO₂、SO₂都具有杀菌消毒的作用。KMnO₄溶液、NaClO溶液分别与浓盐酸反应都能生成Cl₂。下列关于K、Na、S、Cl、O元素及其化合物的说法正确的是 ()

- A.酸性:HClO₄>H₂SO₄
B.碱性:NaOH>KOH
C.原子半径: $r(\text{Cl})>r(\text{S})>r(\text{Na})>r(\text{O})$
D.稳定性:H₂S>H₂O

A 解析:非金属性:Cl>S,则酸性:HClO₄>H₂SO₄,A正确;金属性:K>Na,则碱性:KOH>NaOH,B错误;原子半径: $r(\text{Na})>r(\text{S})>r(\text{Cl})>r(\text{O})$,C错误;非金属性:O>S,则稳定性:H₂O>H₂S,D错误。

7.碱金属元素按原子序数递增的顺序,其单质及其化合物的性质变化规律正确的是 ()

- A.碱金属单质的密度逐渐增大
- B.碱金属元素最高价氧化物对应的水化物碱性逐渐增强
- C.碱金属单质与氧气反应都能得到两种或两种以上产物
- D.碱金属单质的还原性逐渐增强,故 K 能从 NaCl 溶液中置换出 Na

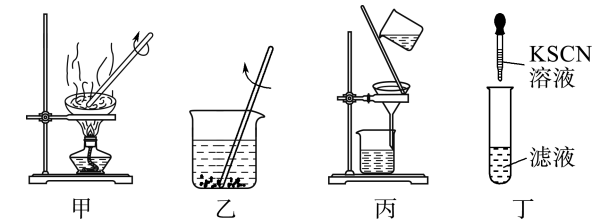
B 解析:随着原子序数递增,碱金属单质的密度呈增大趋势,K 除外,故 A 错误;同主族元素从上到下,随着原子序数递增,金属性逐渐增强,金属性越强,最高价氧化物对应的水化物碱性越强,故 B 正确;金属 Li 与氧气反应只能生成氧化锂一种产物,故 C 错误;碱金属单质的性质都很活泼,能与水发生反应,不能在溶液中进行置换反应,故 D 错误。

8.磁流体是一种新型的功能材料,《化学世界》杂志曾报道,将 FeSO₄ 与 Fe₂(SO₄)₃ 的溶液按一定比例混合,再加入过量的 NaOH 溶液,经加热等操作可制得磁流体,涉及反应的离子方程式为 Fe²⁺+2Fe³⁺+aOH⁻==Fe₃O₄↓+bH₂O。下列说法正确的是 ()

- A.可以利用磁铁鉴别 Fe 和 Fe₃O₄
- B.该反应属于氧化还原反应
- C.该反应中每消耗 3 mol Fe²⁺转移 2 mol e⁻
- D.a=8,b=4

D 解析:Fe 和 Fe₃O₄ 均能被磁铁吸引,所以不能利用磁铁鉴别 Fe 和 Fe₃O₄,A 项错误;Fe₃O₄ 可写为 FeO·Fe₂O₃,Fe 元素显+2 价和+3 价,该反应中各元素的化合价均没有发生变化,该反应不属于氧化还原反应,B、C 项错误;根据离子方程式两边电荷总数相等可知 a=8,根据原子守恒可知 b=4,D 项正确。

9.经灼烧、溶解、过滤、检验四个步骤可确定黑木耳中是否含有铁元素,下列图示装置不能达到实验目的的是 ()



- A.用图甲装置将黑木耳灼烧成灰
- B.用图乙装置通过盐酸溶解灰烬
- C.用图丙装置过滤得到滤液
- D.用图丁装置检验滤液中是否含有 Fe³⁺

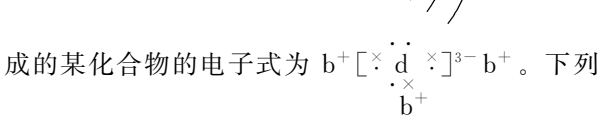
A 解析:图甲为蒸发装置,将黑木耳灼烧成灰要用坩埚,A 项错误;可用图乙装置通过盐酸溶解灰烬,B 项正确;图丙为过滤装置,可用来分离固体和液体,C 项正确;含 Fe³⁺ 的溶液遇 KSCN 溶液会变为红色,可用 KSCN 溶液检验滤液中是否含有 Fe³⁺,D 项正确。

10.根据元素周期律,由下列事实进行归纳推测,其中推测不合理的是 ()

选项	事实	推测
A	CaCO ₃ 和 BaCO ₃ 都难溶于水	SrCO ₃ 也难溶于水
B	Si 是半导体材料,同族的 Ge 也是半导体材料	第ⅣA 族元素的单质都可作为半导体材料
C	HCl 在 1 500 ℃时分解,HI 在 230 ℃时分解	HBr 的分解温度介于二者之间
D	Si 与 H ₂ 在高温时能反应,S 与 H ₂ 加热能反应	P 与 H ₂ 在高温时能反应

B 解析:同一主族元素的性质相似,CaCO₃ 和 BaCO₃ 都难溶于水,因此 SrCO₃ 也难溶于水,A 项正确;在元素周期表中,位于金属和非金属分界处的元素单质能作为半导体材料,并不是所有的第ⅣA 族元素的单质都能作为半导体材料,B 项错误;元素的非金属性越强,其氢化物的稳定性越强,非金属性:Cl>Br>I,所以氢化物的稳定性:HCl>HBr>HI,则 HBr 的分解温度介于二者之间,C 项正确;元素的非金属性越强,其单质与 H₂ 越容易化合,非金属性:S>P>Si,所以 P 与 H₂ 在高温时能反应,D 项正确。

11.a、b、c、d 是四种短周期元素,a、b、c 同周期,c、d 同主族。a 的原子结构示意图为



说法正确的是 ()

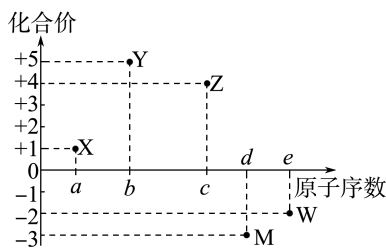
- A.原子序数:a>b>c
- B.bCl 熔化时不破坏化学键
- C.a 和 d 可以组成化学式为 a₃d₄ 的共价化合物
- D.c 与 Cl 形成的化合物 cCl₃ 中含有非极性键

C 解析:根据原子核外电子排布规律可知,K 层上最多容纳 2 个电子,因此 x=2,故 a 为 Si 元素,a、b、c 同周期,b 可以形成+1 价阳离子,则 b 为 Na 元素,c、d 同主族,d 可以形成-3 价阴离子,则

d的原子最外层电子数为5,c的原子最外层电子数也为5,则c为P元素,d为N元素。A项,原子序数: $c(\text{P}) > a(\text{Si}) > b(\text{Na})$,错误;B项,NaCl熔化时离子键被破坏,错误;C项,Si元素的最高正化合价为+4价,N元素的最低负化合价为-3价,则Si和N可以组成共价化合物 Si_3N_4 ,正确;D项, PCl_3 中的共价键为极性键,错误。

12. 五种短周期元素X、Y、Z、M、W的原子序数与其常见化合价的关系如图所示,下列说法不正确的是

()

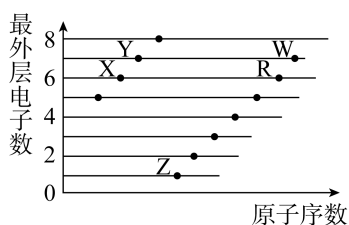


- A. 元素X可能为Li
B. 原子半径: $r(\text{M}) > r(\text{W})$
C. X_2W 中各原子最外层均达到8电子稳定结构
D. 气态氢化物的稳定性: $\text{YH}_3 > \text{MH}_3$

C 解析:由化合价可知,X位于第ⅠA族,Y、M位于第ⅤA族,Z位于第ⅣA族,W位于第ⅥA族。原子序数: $X < Y < Z < M < W$,Y、M同主族,Y的原子序数小,所以Y为N元素、M为P元素;X的原子序数小于N,则X为H元素还是Li元素;Z的原子序数大于N,且位于第ⅣA族,则Z为Si元素;W的原子序数大于P,则W为S元素。X为H元素或Li元素,A项正确;同周期主族元素从左到右原子半径依次减小,B项正确;无论X是H元素还是Li元素, X_2W 中X原子的最外层都不是8电子稳定结构,C项错误;元素的非金属性: $\text{N} > \text{P}$,即 $\text{Y} > \text{M}$,则气态氢化物的稳定性: $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$,即 $\text{YH}_3 > \text{MH}_3$,D项正确。

13. 如图所示是部分短周期元素原子(用字母表示)最外层电子数与原子序数的关系。下列说法正确的是

()



- A. X和R在同一周期
B. 原子半径: $\text{W} > \text{R} > \text{X}$

C. 气态氢化物的稳定性: $\text{Y} < \text{X}$

D. X与Z、R两种元素均可形成两种二元化合物

D 解析:由图可知X为O,Y为F,Z为Na,R为S,W为Cl。O和S不在同一周期,A错误;同周期元素从左到右原子半径依次减小,一般情况下电子层数多的元素原子半径大,原子半径: $\text{S} > \text{Cl} > \text{O}$,B错误;非金属性越强,对应气态氢化物越稳定,稳定性: $\text{HF} > \text{H}_2\text{O}$,C错误;O与Z、R两种元素能形成的化合物有 SO_2 、 SO_3 、 Na_2O 、 Na_2O_2 ,D正确。

14. 1934年约里奥·居里夫妇在核反应中用 α 粒子(即氦核 ${}^4_2\text{He}$)轰击金属原子 ${}^W_Z\text{X}$,得到核素 ${}^{30}_{Z+2}\text{Y}$,开创了人造放射性核素的先河:



其中元素X、Y的最外层电子数之和为8。下列叙述正确的是

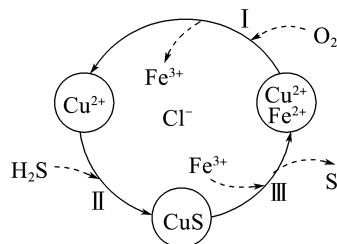
()

- A. ${}^W_Z\text{X}$ 的相对原子质量为26
B. X、Y均可形成三氯化物
C. X的原子半径小于Y的
D. Y仅有一种含氧酸

B 解析:由 ${}^W_Z\text{X} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{30}_{Z+2}\text{Y} + {}^1_0\text{n}$ 可得 $W + 4 = 30 + 1$,则 $W = 27$,设X的最外层电子数为 x ,结合题给信息可知, $x + x + 2 = 8$,解得 $x = 3$,X为金属原子,可得 $Z = 13$,X为Al,Y为 ${}^{27}_{13}\text{Al}$ 的相对原子质量为27,A项错误;X(Al)、Y(P)均可形成三氯化物,分别为 AlCl_3 、 PCl_3 ,B项正确;根据同一周期主族元素从左到右原子半径依次减小知,X(Al)的原子半径大于Y(P)的,C项错误;Y(P)有多种含氧酸,如 H_3PO_3 和 H_3PO_4 等,D项错误。

15. 将 H_2S 和 O_2 的混合气体通入 FeCl_2 、 CuCl_2 、 FeCl_3 的混合溶液中反应可回收S,转化过程如图所示。下列说法不正确的是

()



- A. 在图示转化过程中,化合价不变的元素有三种
B. 过程II发生的反应为 $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$

C. 氧化性: $\text{O}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{S}$

D. 转化过程中参与循环的离子只有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+}

D 解析:在图示转化过程中,化合价不变的元素有Cu、Cl、H,A项正确;由图可知,过程II发生的反应为 $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$,B项正确;过程I中 Fe^{2+} 被 O_2 氧化为 Fe^{3+} ,则氧化性: O_2

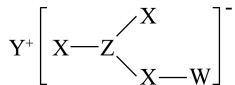
$>Fe^{3+}$, 过程Ⅲ中 CuS 被 Fe^{3+} 氧化为 S , 则氧化性: $Fe^{3+} > S$, 即氧化性: $O_2 > Fe^{3+} > S$, C 项正确; 由图可知, 过程Ⅰ中 Fe^{2+} 被 O_2 氧化为 Fe^{3+} , 过程Ⅲ中 Fe^{3+} 又被 CuS 还原为 Fe^{2+} , 过程Ⅱ中 Cu^{2+} 转化为 CuS , 过程Ⅲ中又生成 Cu^{2+} , 则 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 均参与循环, D 项错误。

16. 元素周期表和元素周期律可以指导人们进行规律性的推测和判断。下列说法不合理的是 ()

- A. 若 X^+ 和 Y^- 的核外电子层结构相同, 则原子半径: $X > Y$
 B. 由水溶液的酸性: $H_2SO_4 > HF$, 可推断出元素的非金属性: $S > F$
 C. Si 、 Ge 都位于金属元素与非金属元素的分界处, 都可以作为半导体材料
 D. Cs 和 Ba 分别位于第六周期第ⅠA族和第ⅡA族, 碱性: $CsOH > Ba(OH)_2$

B 解析: 若 X^+ 和 Y^- 的核外电子层结构相同, 则 X 处于 Y 的下一周期, 故原子半径: $X > Y$, A 正确; 元素的非金属性与元素最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱有关, 与氢化物水溶液的酸性强弱无直接关系, F 无含氧酸, 不能用 H_2SO_4 和 HF 的酸性来比较 S 和 F 的非金属性强弱, B 错误; Si 、 Ge 都位于金属元素和非金属元素的分界处, 具有一定的金属性和非金属性, 都可以作为半导体材料, C 正确; Cs 和 Ba 分别位于第六周期第ⅠA族和第ⅡA族, 同周期元素自左而右金属性逐渐减弱, 金属性: $Cs > Ba$, 金属性越强, 最高价氧化物对应的水化物的碱性越强, 故碱性: $CsOH > Ba(OH)_2$, D 正确。

17. 化合物甲是一种常见无机物, 其结构如下图所示 (图中的“—”为单键或双键), 其中 W 、 X 、 Y 、 Z 为元素周期表中的短周期主族元素, 且原子序数依次增大, W 和 Y 、 X 和 Z 分别为同主族元素, 四种元素原子的最外层电子数之和为 14。下列叙述正确的是 ()



- A. W 分别与 X 、 Z 形成的简单分子均为 10 电子粒子
 B. X 、 Y 形成的离子化合物只含离子键
 C. X 、 Y 、 Z 三种元素的简单离子半径大小顺序为 $Z > X > Y$
 D. 等物质的量的 Y 和 Z 的最高价氧化物对应的水化物反应生成甲

C 解析: 由化合物甲中 X 能形成 2 个共价键可知, X 为氧元素、 W 为氢元素, 由 W 、 X 、 Y 、 Z 为元

素周期表中的短周期主族元素, 且原子序数依次增大, W 和 Y 、 X 和 Z 分别为同主族元素可知, Y 为钠元素、 Z 为硫元素, 氢、氧、钠、硫四种元素原子的最外层电子数之和为 14。硫元素位于第三周期, 硫化氢分子中含有的电子数为 18, 故 A 错误。氧元素和钠元素形成的过氧化钠为离子化合物, 该化合物中含有离子键和共价键, 故 B 错误。同主族元素, 从上到下离子半径依次增大, 电子层结构相同的离子, 核电荷数越大, 离子半径越小, 则 X 、 Y 、 Z 三种元素的简单离子半径大小顺序为 $Z > X > Y$, 故 C 正确。化合物甲为亚硫酸氢钠, 硫元素为 +4 价, 而硫酸氢钠中硫元素的化合价为 +6 价; 等物质的量的氢氧化钠与硫酸反应生成硫酸氢钠, 不能生成亚硫酸氢钠, 故 D 错误。

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 49 分。

18. (8 分) A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 W 为六种前四周期元素, 它们的原子序数依次增大。A 与 D 同主族, 可形成 DA 型离子化合物, B 与 C 同周期且相邻, C 与 E 同主族, E^{2-} 与 Ar 原子具有相同的电子层结构, W 的合金用量最大、用途最广。回答下列问题:

- (1) D 在元素周期表中的位置是 _____。
 (2) A 分别与 C、E 形成的简单化合物中沸点较高的是 _____ (填化学式), 原因是 _____。

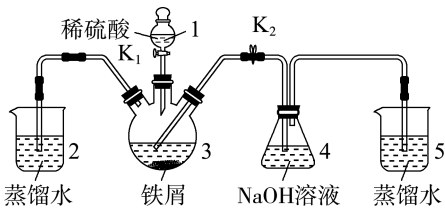
(3) A 、 C 、 D 三种元素形成的物质中含有的化学键类型是 _____。

(4) 向盛有 A_2C_2 溶液的试管中加入几滴酸化的 WEC_4 溶液, 溶液变成棕黄色, 发生反应的离子方程式为 _____。

解析: A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 W 为六种前四周期元素, 它们的原子序数依次增大。A 与 D 同主族, 可形成 DA 型离子化合物, 则 A 为 H 元素; E^{2-} 与 Ar 原子具有相同的电子层结构, 则 E 为 S 元素; C 与 E 同主族, A 与 D 同主族, 则 C 为 O 元素, D 为 Na 元素; B 与 C 同周期且相邻, 则 B 为 N 元素; W 的合金用量最大、用途最广, 则 W 为 Fe 元素。(1) D 为 Na 元素, 在元素周期表中位于第三周期第ⅠA族。(2) A 分别与 C、E 形成的简单化合物为 H_2O 和 H_2S , H_2O 分子间存在氢键, 故其沸点较高。(3) A 、 C 、 D 三种元素形成的物质为 $NaOH$, 含有的化学键类型是 Na^+ 与 OH^- 间形成的离子键、O 原子与 H 原子之间形成的共价键。(4) 酸性条件下, H_2O_2 能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 反应的离子方程式为 $H_2O_2 + 2H^+ + 2Fe^{2+} = 2Fe^{3+} + 2H_2O$ 。

答案: (1) 第三周期第ⅠA族 (2) H_2O 水分子间存在氢键 (3) 离子键和共价键 (4) $H_2O_2 + 2H^+ + 2Fe^{2+} = 2Fe^{3+} + 2H_2O$

19.(7分)某同学设计如图所示装置(气密性已检查)制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀。



请回答下列问题:

- (1)仪器 1 的名称是_____。装置 5 的作用是_____。
- (2)实验开始时,关闭 K_2 ,打开 K_1 ,反应一段时间后,再打开 K_2 ,关闭 K_1 ,发现 3 中溶液不能进入 4 中。请改进该装置,使溶液能进入 4 中:_____。
- (3)装置改进后,将 3 中反应后溶液压入 4 中,在 4 中析出了灰绿色沉淀。从实验操作过程分析没有产生白色沉淀的原因:_____。

解析:利用该装置制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀是在排尽空气的气氛中,先使铁屑和稀硫酸反应得到 FeSO_4 ,再利用产生的气压把 FeSO_4 溶液压至装置 4 中,与 NaOH 溶液反应,得到 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 。

- (1)观察仪器 1 的特征可知,仪器 1 是分液漏斗;该反应需要在无氧环境下进行,可知装置 5 的作用是液封,防止空气进入装置 4。(2)实验开始时,关闭 K_2 ,打开 K_1 ,反应一段时间后,再打开 K_2 ,关闭 K_1 ,发现 3 中溶液不能进入 4 中,原因是 3 中产生的 H_2 从左侧导管逸出,没有足够的压强,不能将 FeSO_4 溶液压入装置 4 中,因而需在装置 2、3 之间添加控制开关。(3)产生灰绿色沉淀的原因是 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被装置 4 中未排尽的空气氧化。

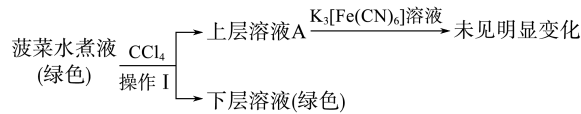
答案:(1)分液漏斗 液封,防止空气进入装置 4

(2)在装置 2、3 之间添加控制开关

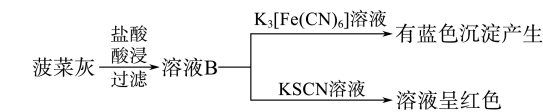
(3)装置 4 内的空气没有排尽

20.(8分)某实验小组对菠菜中的铁元素(主要以难溶的 FeC_2O_4 的形式存在)进行检测,具体实验如下{已知 Fe^{2+} 能与 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液反应产生蓝色沉淀, $\text{MnO}_4^- (\text{H}^+)$ 与较大浓度的 Cl^- 不能大量共存}。

I.水煮检验法:



II.灼烧检验法:



(1) CCl_4 用来提取菠菜水煮液中的有机色素,目的是_____。

(2)上层溶液 A 中未能检测出 Fe^{2+} 的可能原因是_____。

(3)溶液 B 中滴加 KSCN 溶液后,溶液呈红色,说明在灼烧过程中有_____价铁转化成了_____价铁。

(4)甲同学取少量溶液 B,滴加酸性 KMnO_4 溶液,振荡后,溶液紫色褪去,因此得出结论,溶液 B 中含有 Fe^{2+} 。乙同学认为甲同学的实验方法不严谨,理由是_____。

解析:(1) CCl_4 用来提取菠菜水煮液中的有机色素,可排除有机色素对 Fe^{2+} 检验的干扰。(2)菠菜中铁元素主要以难溶的 FeC_2O_4 形式存在,所以上层溶液 A 中未能检测出 Fe^{2+} 。(3)滴加 KSCN 溶液后溶液呈红色,证明溶液 B 中含有 Fe^{3+} ,说明灼烧时有 +2 价铁被氧化为 +3 价铁。(4)用盐酸溶解菠菜灰得到的溶液 B 中含有 Cl^- , Cl^- 可能被酸性 KMnO_4 溶液氧化而使溶液紫色褪去,所以滴加酸性 KMnO_4 溶液,振荡后,溶液紫色褪去,不能证明溶液 B 中含有 Fe^{2+} 。

答案:(1)排除有机色素对 Fe^{2+} 检验的干扰

(2) FeC_2O_4 在水中的溶解度小(合理即可)

(3)+2 +3 (4) Cl^- 可能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使溶液紫色褪去

21.(12分)元素周期表是学习化学的重要工具,下表列出了①~⑩10种元素在元素周期表中的位置。

周期	族						
	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A
2					①	②	
3	③	④	⑤	⑥		⑦	⑧
4	⑨						⑩

请按要求回答下列问题:

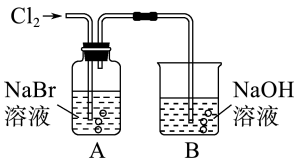
(1)元素①的单质的电子式是_____,元素②的简单氢化物的结构式为_____。

(2)③④⑨三种元素按原子半径由大到小的排列顺序为_____ (用元素符号表示)。

(3)⑥⑦⑧三种元素最高价氧化物对应的水化物的酸性最强的是_____ (用化学式表示)。

(4)向元素③的单质与水反应后的溶液中加入元素⑤的单质,发生反应的化学方程式为_____。

(5)某小组利用如图所示装置探究卤族元素的非金属性强弱。

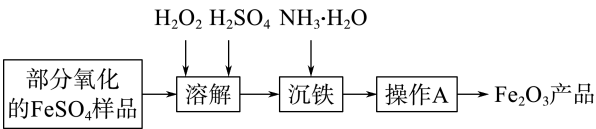


- ①写出装置 A 中发生反应的离子方程式:_____。
- ②取 2 mL A 中橙黄色溶液于试管中,再滴入几滴淀粉-KI 溶液,观察到溶液变为蓝色。通过以上实验,不能得出非金属性:Br>I,理由是_____。

解析:根据各元素在周期表中的位置知,①~⑩分别为 N、O、Na、Mg、Al、Si、S、Cl、K、Br 元素。(1)元素①的单质为氮气,电子式是: N : : N : ,元素②的简单氧化物为 H₂O,结构式是 H—O—H。(2)③④⑨三种元素分别为 Na、Mg、K,同周期主族元素原子序数越大,半径越小,同主族元素原子序数越大,半径越大,则原子半径由大到小的排列顺序为 K>Na>Mg。(3)⑥⑦⑧三种元素非金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,则酸性最强的是 HClO₄。(4)元素③的单质与水反应生成 NaOH 溶液,元素⑤的单质为 Al,Al 与 NaOH 溶液反应的化学方程式为 2Al + 2NaOH + 6H₂O = 2Na[Al(OH)₄] + 3H₂↑。

答案:(1) N : : N : H—O—H
(2) K>Na>Mg
(3) HClO₄ (4) 2Al + 2NaOH + 6H₂O = 2Na[Al(OH)₄] + 3H₂↑ (5) ① Cl₂ + 2Br⁻ = Br₂ + 2Cl⁻ ②可能是过量的 Cl₂ 与 KI 反应生成 KCl 和 I₂

22. (14 分)某兴趣小组以部分氧化的 FeSO₄ 样品为原料,制取较高纯度的 Fe₂O₃,并测定产品中铁元素的质量分数,制取 Fe₂O₃ 的步骤如下:



- (1)写出加入 H₂O₂、H₂SO₄ 时发生反应的离子方程式:_____。
- (2)简述检验溶解过程中 Fe²⁺ 已完全转化成 Fe³⁺ 的实验方法及现象:_____。
- (可选择的试剂:酸性 KMnO₄ 溶液、KSCN 溶液、新制氯水)
- (3)操作 A 包括____、洗涤、____。简述检验 Fe(OH)₃ 是否洗净的方法:_____。
- (4)准确称取 4.00 g Fe₂O₃ 产品,经酸溶、还原过程转化为 Fe²⁺,准确配成 100 mL 溶液。取 25.00 mL 所配溶液于锥形瓶中,加入 20.50 mL 0.10 mol·L⁻¹ K₂Cr₂O₇ 溶液,恰好完全反应。

(已知 K₂Cr₂O₇ 不与产品中的杂质反应,与 Fe²⁺ 发生的反应为 Cr₂O₇²⁻ + 6Fe²⁺ + 14H⁺ = 2Cr³⁺ + 6Fe³⁺ + 7H₂O)

- ①配制 100 mL 溶液过程中所用的主要仪器有玻璃棒、烧杯、_____、_____。
- ②该 Fe₂O₃ 产品中铁元素的质量分数为_____。

解析:(1)酸性条件下 H₂O₂ 可将 Fe²⁺ 氧化为 Fe³⁺: 2Fe²⁺ + H₂O₂ + 2H⁺ = 2Fe³⁺ + 2H₂O。(2)Fe²⁺ 具有还原性,可使酸性 KMnO₄ 溶液紫色褪去,检验溶解过程中 Fe²⁺ 已完全转化成 Fe³⁺,可取待测液,向其中滴入少量酸性 KMnO₄ 溶液,若紫色未褪去,说明 Fe²⁺ 已完全转化成 Fe³⁺;不选用新制氯水,是因为新制氯水显黄绿色,Fe³⁺ 显棕黄色,颜色变化不明显。(3)“沉铁”时, NH₃·H₂O 与 Fe³⁺ 反应生成 Fe(OH)₃ 沉淀,Fe(OH)₃ 受热分解可转化为 Fe₂O₃,则操作 A 包括过滤、洗涤、灼烧。检验 Fe(OH)₃ 是否洗净,可检验最后一次洗涤液中是否含有 SO₄²⁻,取最后一次洗涤液,滴加 BaCl₂ 溶液,若无白色沉淀产生,则 Fe(OH)₃ 已洗涤干净。(4)①配制 100 mL 溶液所用的主要仪器有玻璃棒、烧杯、胶头滴管、100 mL 容量瓶。②25 mL 所配溶液消耗 K₂Cr₂O₇ 的物质的量为 20.50×10⁻³ L×0.10 mol·L⁻¹ = 2.05×10⁻³ mol,由关系式 Cr₂O₇²⁻ ~ 6Fe²⁺ 可知,25 mL 所配溶液中 Fe²⁺ 的物质的量为 2.05×10⁻³ mol×6 = 1.23×10⁻² mol,则 100 mL 所配溶液中 n(Fe²⁺) = 1.23×10⁻² mol× $\frac{100\text{ mL}}{25\text{ mL}}$ = 4.92×10⁻² mol,根据铁元素守恒可知,4 g Fe₂O₃ 产品中含铁元素的质量为 4.92×10⁻² mol×56 g·mol⁻¹ = 2.755 2 g,则 4 g Fe₂O₃ 产品中铁元素的质量分数为 $\frac{2.755\text{ 2 g}}{4\text{ g}} \times 100\% = 68.88\%$ 。

答案:(1) 2Fe²⁺ + H₂O₂ + 2H⁺ = 2Fe³⁺ + 2H₂O
(2)取待测液,向其中滴入少量酸性 KMnO₄ 溶液,若紫色未褪去,说明 Fe²⁺ 已完全转化成 Fe³⁺
(3)过滤 灼烧 取最后一次洗涤液,滴加 BaCl₂ 溶液,若无白色沉淀产生,则 Fe(OH)₃ 已洗涤干净(合理即可)
(4)①胶头滴管 100 mL 容量瓶 ②68.88%

模块综合检测

(时间:90 分钟 分值:100 分)

一、选择题:本题共 17 小题,每小题 3 分,共 51 分。
每小题只有一个选项符合题意。

1.下列有关说法不正确的是 ()

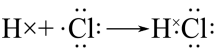
- A.《天工开物》中有“凡石灰经火焚炼为用”,其中涉及的基本反应类型是分解反应
- B.《旧唐书》中有“朝坛雾卷,曙岭烟沉”,其中的“雾”是一种胶体,能产生丁达尔效应
- C.《肘后备急方》中有“青蒿一握,以水二升渍,绞取汁,尽服之”,该过程属于化学变化
- D.《吕氏春秋·别类篇》中有“金柔锡柔,合两柔则为刚”,体现了合金的硬度大于其成分金属的硬度

C 解析:《天工开物》中有“凡石灰经火焚炼为用”,其中涉及的是碳酸钙的分解反应,故 A 正确;雾是一种胶体,能产生丁达尔效应,故 B 正确;C 项中的提取过程中没有新物质的生成,属于物理变化,故 C 错误;“金(即铜)柔锡柔,合两柔则为刚”体现了合金硬度方面的特性,即合金的硬度大于其成分金属的硬度,故 D 正确。

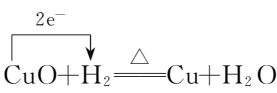
2.下列化学用语书写不正确的是 ()

- A.N₂ 的电子式为 :N::N:
- B.Cl⁻ 的结构示意图为

C.用电子式表示 HCl 的形成过程:



D.H₂ 还原 CuO 反应中电子的转移:



D 解析:N₂ 分子中存在氮氮三键,电子式为 :N::N:,A 正确;Cl⁻ 是氯原子得到 1 个电子后形成的,结构示意图为 ,B 正确;氢原子中的 1

个电子与氯原子中的未成对电子形成共同电子对,C 正确;H₂ 还原 CuO 反应中氢失去电子、铜得到电

子,电子的转移表示为
$$\begin{array}{c} 2\text{e}^- \\ \downarrow \\ \text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \end{array}$$
 D 错误。

3.“天宫课堂”第一课中王亚平老师将泡腾片[主要成分:碳酸氢钠(NaHCO₃)、柠檬酸(C₆H₈O₇)]等放

入水球中,产生大量气泡(CO₂),气泡充满整个水球。气体并不溢出,使水球越来越大。下列说法正确的是 ()

- A.CO₂ 属于电解质
- B.NaHCO₃ 在水中的电离方程式为 NaHCO₃ $\longrightarrow$ Na⁺ + H⁺ + CO₃²⁻
- C.柠檬酸的酸性比碳酸的酸性强
- D.如果往水球中再注入氢氧化钠溶液,水球会继续变大

C 解析:CO₂ 的水溶液虽然能够导电,但不是其本身电离出自由移动的离子,而是由 CO₂ 与水反应的产物 H₂CO₃ 电离出的,故 CO₂ 属于非电解质,A 错误;由于 H₂CO₃ 是二元弱酸,故 NaHCO₃ 在水中的电离方程式为 NaHCO₃ $\longrightarrow$ Na⁺ + HCO₃⁻,B 错误;由题干信息可知,柠檬酸和碳酸氢钠反应放出气泡,即生成 CO₂,故柠檬酸的酸性比碳酸的酸性强,C 正确;如果往水球中再注入氢氧化钠溶液,氢氧化钠溶液可吸收 CO₂,水球会变小,D 错误。

4.设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()

- A.1 mol · L⁻¹ BaCl₂ 溶液中含有的钡离子数为 N_A
- B.1 mol 镁原子中含有的电子数为 2N_A
- C.常温常压下,11.2 L H₂ 中含有的氢分子数为 0.5N_A
- D.16 g O₃ 中含有的氧原子数为 N_A

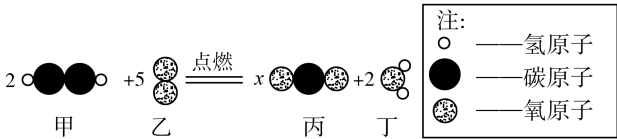
D 解析:A 项,体积未知,无法求算粒子数目;B 项,1 mol 镁原子中含有的电子数为 12N_A;C 项,应为标准状况。

5.下列实验中的颜色变化,与氧化还原反应无关的是 ()

选项	A	B	C	D
实验	Na 在坩埚中加热燃烧	将 NaOH 溶液滴入 FeCl ₃ 溶液中	将湿润的红色布条放入盛有 Cl ₂ 的集气瓶中	向 FeCl ₃ 溶液中加入足量铁粉
现象	有淡黄色固体生成	有红褐色沉淀生成	红色布条褪色	溶液由棕黄色变为浅绿色

B 解析:Na 在坩埚中加热燃烧,发生反应: $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$,是氧化还原反应,A 不符合题意;将 NaOH 溶液滴入 FeCl_3 溶液中,发生反应: $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$,是复分解反应,B 符合题意;将湿润的红色布条放入盛有 Cl_2 的集气瓶中, Cl_2 与水发生反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$,HClO 的强氧化性使红色布条褪色,与氧化还原反应有关,C 不符合题意;向 FeCl_3 溶液中加入足量铁粉,发生反应: $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$,是氧化还原反应,D 不符合题意。

6.宏观辨识与微观探析是化学学科的重要核心素养。如图所示为某化学反应的微观模拟示意图,下列说法中,正确的是 ()



续表

选项	实验操作(及现象)	结论
B	配制 100 mL 1.00 mol · L ⁻¹ NaCl 溶液, 定容时俯视刻度线	所配溶液中溶质的物质的量浓度偏低
C	用铂丝蘸取某溶液在酒精灯外焰上灼烧, 直接观察, 火焰呈黄色	该溶液中含有 Na ⁺ , 不含 K ⁺
D	向 3 mL KI 溶液中滴加几滴氯水, 振荡, 再滴加 1 mL 淀粉溶液, 溶液显蓝色	氧化性: Cl ₂ > I ₂

9. 某种矿石的主要成分由前 20 号元素中的 6 种组成, 化学式为 Y₂X₃(ZWR₄)₃T₂, 其中 X、Y、Z 为金属元素, Z 原子的最外层电子数与次外层电子数相等, X、Z 同主族, Y、Z、R、T 同周期, R 原子最外层电子数是次外层电子数的 3 倍, T 无正化合价, X 与 R 原子序数之和是 W 的 2 倍。下列说法错误的是 ()

- A. 简单离子半径: R > T > Y
- B. 得电子能力: T > R > W
- C. 最高价氧化物对应水化物的碱性: X > Z
- D. XR₂、WR₂ 两种化合物中 R 的化合价相同

D 解析: “矿石熊猫”的主要成分由前 20 号元素中的 6 种组成, 化学式为 Y₂X₃(ZWR₄)₃T₂, 其中 R 原子最外层电子数是次外层电子数的 3 倍, R 原子核外有 2 个电子层, 最外层电子数为 6, 则 R 为 O; Y、Z、R、T 位于同周期, 即处于第二周期, T 无正化合价, 则 T 为 F; Z 原子的最外层电子数与次外层电子数相等, 则 Z 为 Be; Y 为金属元素, 则 Y 为 Li; X、Z 位于同主族, 则 X 为 Mg 或 Ca, 若 X 为 Mg, 由 X 与 R 原子序数之和是 W 的 2 倍, 推测 W 为 Ne, 不符合题意, 若 X 为 Ca, 由 X 与 R 原子序数之和是 W 的 2 倍, 推测 W 为 Si, 符合题意。A 项, Y 为 Li、R 为 O、T 为 F, 同主族元素从上到下, 简单离子半径逐渐增大, 则半径: Na⁺ > Li⁺, 核外电子排布相同的简单离子, 核电荷数越大, 离子半径越小, 则半径: O²⁻ > F⁻ > Na⁺, 即半径: O²⁻ > F⁻ > Li⁺, 正确; B 项, T 为 F、R 为 O、W 为 Si, 同主族元素从上到下, 原子得电子能力逐渐减弱, 同周期主族元素从左到右, 原子得电子能力逐渐增强, 则得电子能力: F > O (> C) > Si, 正确; C 项, X 为 Ca、Z 为 Be, 失电子能力: Ca > Be, 则最高价氧化物对应水化物的碱性: Ca(OH)₂ > Be(OH)₂, 正确; D 项, XR₂、WR₂ 分别为 CaO₂、SiO₂, CaO₂ 中氧元素的化合价为 -1 价, SiO₂ 中氧元素的化合价为 -2 价, 错误。

10. 下列由实验操作(及现象)得出的结论正确的是 ()

选项	实验操作(及现象)	结论
A	加热煮沸 FeCl ₃ 饱和溶液, 直至生成红褐色沉淀	得到 Fe(OH) ₃ 胶体

D 解析: 胶体不是沉淀, 制备 Fe(OH)₃ 胶体, 可向沸水中滴加几滴 FeCl₃ 饱和溶液, 继续煮沸至液体呈红褐色, 停止加热, 得到 Fe(OH)₃ 胶体, 故 A 项错误; 定容时俯视刻度线, 导致加入的蒸馏水偏少, 所配溶液的体积偏小, 则所配溶液中溶质的物质的量浓度偏高, 故 B 项错误; 用铂丝蘸取某溶液在酒精灯外焰上灼烧, 直接观察, 火焰呈黄色, 说明该溶液中含 Na⁺, 若要确定该溶液中是否含有 K⁺, 应进一步透过蓝色钴玻璃观察火焰的颜色, 故 C 项错误; 溶液变蓝说明有 I₂ 生成, 即 I⁻ 被 Cl₂ 氧化为 I₂, 说明氧化性: Cl₂ > I₂, 故 D 项正确。

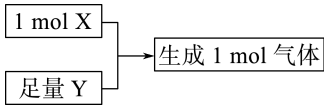
11. X、Y、Z、W 均为元素周期表中的前 20 号元素, 原子序数依次增大, W、Y 为金属元素, X 元素原子的最外层电子数是其次外层电子数的 3 倍, Y、Z 元素位于同一周期, Z 元素的单质是一种良好的半导体。W 能与冷水剧烈反应, Y、Z 元素原子的最外层电子数之和与 X、W 元素原子的最外层电子数之和相等。下列说法正确的是 ()

- A. 简单气态氢化物的稳定性: X < Z
- B. 原子半径: W > Y > Z > X
- C. 最高价氧化物对应的水化物的碱性: Y > W
- D. 最高正化合价: Y > Z > W

B 解析: X 元素原子的最外层电子数是其次外层电子数的 3 倍, 则 X 为 O 元素; Z 元素的单质是一种良好的半导体, 则 Z 为 Si 元素; W 能与冷水剧烈反应, 且原子序数大于 Si, 则 W 为 K 元素; Y、Z 元素原子的最外层电子数之和与 X、W 元素原子的最外层电子数之和相等, 而且 W、Y 为金属元素, 则 Y 为 Al 元素。元素的非金属性越强, 其简单气态氢化物越稳定, 非金属性: O > Si, 则简单气态氢化物的稳定性: H₂O > SiH₄, 即 X > Z, 故 A 错

误;同周期主族元素随原子序数增大,原子半径逐渐减小,所以原子半径: $\text{Na} > \text{Al} > \text{Si}$ 、 $\text{C} > \text{O}$,同主族元素自上而下,原子半径逐渐增大,所以原子半径: $\text{K} > \text{Na}$ 、 $\text{Si} > \text{C}$,所以原子半径: $\text{K} > \text{Al} > \text{Si} > \text{O}$,即 $\text{W} > \text{Y} > \text{Z} > \text{X}$,故 B 正确;元素的金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的碱性越强,金属性: $\text{K} > \text{Al}$,所以最高价氧化物对应的水化物的碱性: $\text{KOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$,即 $\text{W} > \text{Y}$,故 C 错误; K 的最高正化合价为 +1 价, Al 的最高正化合价为 +3 价, Si 的最高正化合价为 +4 价,则最高正化合价: $\text{Z} > \text{Y} > \text{W}$,故 D 错误。

12. 物质 X、Y 在一定条件下发生下列反应:

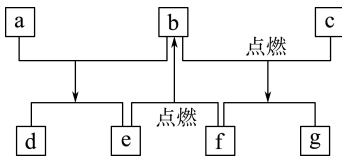


下列有关 X、Y 的推断正确的是 ()

选项	A	B	C	D
X	NaClO	Fe	Na_2O_2	Al
Y	盐酸	水蒸气	H_2O	氢氧化钠溶液

A 解析:由反应 $\text{NaClO} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 可知,1 mol NaClO 与足量盐酸反应生成 1 mol Cl_2 ,A 项正确;由反应 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ 可知,1 mol Fe 与足量水蒸气反应生成 $\frac{4}{3}$ mol H_2 ,B 项错误;由反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 可知,1 mol Na_2O_2 与足量 H_2O 反应生成 0.5 mol O_2 ,C 项错误;由反应 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$ 可知,1 mol Al 与足量氢氧化钠溶液反应生成 $\frac{3}{2}$ mol H_2 ,D 项错误。

13. 短周期元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增加,由这些元素组成的常见物质的转化关系如图所示,其中 a、b、d、g 为化合物,a 为淡黄色固体,c 是 Z 的单质,Z 原子的 M 层上的电子数为 2,f 是 W 的固体单质,W 元素形成的化合物种类最多。下列有关说法不正确的是 ()



A. 原子半径: $\text{Y} > \text{Z} > \text{W} > \text{X}$
B. 化合物 a、d 中阴、阳离子数目之比相同

C. 1 mol 化合物 b 中共用电子对数目为 4
D. a 中既含离子键,又含非极性键

C 解析:由 a 为化合物,且为淡黄色固体,可知 a 为 Na_2O_2 ;W 元素形成的化合物种类最多,则 W 为碳元素,f 是 W 的固体单质,则 f 是碳单质;Z 原子的 M 层上的电子数为 2,则 Z 为镁元素;W、X、Y、Z 原子序数依次增加,分别为碳、氧、钠、镁元素。电子层数越多,原子半径越大,同周期主族元素,原子序数越大,半径越小,其中 Na 、 Mg 位于第三周期,原子序数: $\text{Mg} > \text{Na}$,则原子半径: $\text{Mg} < \text{Na}$ 、 C 、 O 位于第二周期,原子序数: $\text{O} > \text{C}$,则原子半径: $\text{O} < \text{C}$,故原子半径: $\text{Y} > \text{Z} > \text{W} > \text{X}$,故 A 正确;化合物 a 为 Na_2O_2 ,d 为 Na_2CO_3 ,两者阴、阳离子数目之比均为 1:2,故 B 正确; CO_2 的电子式为: $\text{O}::\text{C}::\text{O}$,故 1 mol CO_2 中共用电子对数目为 $4N_A$ (N_A 表示阿伏加德罗常数的值),故 C 错误;a 为 Na_2O_2 ,既含离子键又含非极性键,故 D 正确。

14. 下列关于氯及其化合物的说法正确的是 ()

A. (2022 · 全国乙卷) 向 NaBr 溶液中滴加过量氯水,再加入淀粉 KI 溶液,溶液先变橙色,后变蓝色,说明氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$
B. (2022 · 湖南卷) Cl_2 通入冷的 NaOH 溶液反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
C. (2022 · 海南卷) NaClO 溶液长期露置在空气中,释放 Cl_2 ,漂白能力减弱
D. (2022 · 浙江卷改编) “洁厕灵”(主要成分为盐酸)和“84 消毒液”(主要成分为次氯酸钠)可以混用

B 解析:向 NaBr 溶液中滴加过量氯水,溴离子被氧化为溴单质,但氯水过量,再加入淀粉- KI 溶液,过量的氯水可以将碘离子氧化为碘单质,无法证明溴单质的氧化性强于碘单质,A 错误; Cl_2 通入冷的 NaOH 溶液中发生反应生成氯化钠和次氯酸钠,该反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$,B 正确; NaClO 溶液长期露置在空气中容易和 CO_2 发生反应而失效,其反应的化学方程式为 $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{HClO}$, HClO 再分解: $2\text{HClO} \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$,不会释放 Cl_2 ,C 错误;“洁厕灵”(主要成分为盐酸)和“84 消毒液”(主要成分为次氯酸钠)不能混用,若两者混用会发生归中反应生成 Cl_2 ,不仅达不到预期效果,还会污染环境,D 错误。

15.最新发现的第 113 号、115 号、117 号和 118 号元素终于有了中文名称:



根据元素周期律知识,下列预测或说法肯定不合理的是 ()

- A.Nh 的最高价氧化物对应的水化物的化学式为 H_3NhO_3 ,它是一种强酸
- B.Mc 的最高价阳离子为 Mc^{5+} ,氧化性比较弱
- C.Og 是第七周期的最后一种元素,其原子序数是所有已发现元素中最大的
- D.根据金属元素和非金属元素的分界线,Ts 的中文名称为“钿”可能更合理

A 解析:根据原子序数可判断 Nh 位于第七周期第ⅢA族,同主族元素从上到下金属性逐渐增强,最高价氧化物对应的水化物的碱性逐渐增强,则 Nh 的最高价氧化物对应的水化物一定不是强酸,A 错误;Mc 位于第七周期第ⅤA族,最高价阳离子为 Mc^{5+} ,同主族元素从上到下金属性逐渐增强,所以对应阳离子的氧化性逐渐减弱,B 正确;Og 是第七周期的最后一种元素,属于 0 族,其原子序数是所有已发现元素中最大的,C 正确;同主族元素从上到下金属性逐渐增强,所以根据金属元素和非金属元素的分界线,Ts 的中文名称为“钿”可能更合理,D 正确。

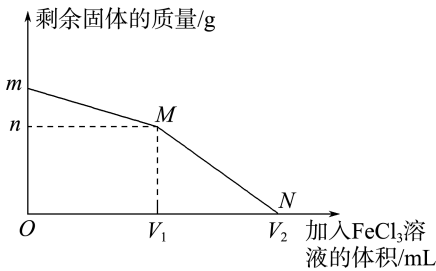
16.在一种酸性溶液中可能存在 Fe^{3+} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 I^- 中的一种或几种,向该溶液中加入溴水,再加入淀粉,溶液变蓝。由此可推断溶液中 ()

- A.一定含有 I^- ,不能确定是否含有 Cl^-
- B.可能含有 NO_3^- 、 Cl^- 和 I^-
- C.可能含有 NO_3^-
- D.一定含有 Fe^{3+}

A 解析:加溴水后再加入淀粉,溶液变蓝说明溶液中一定含 I^- ,则一定不含 Fe^{3+} 、 NO_3^- ,不能确定是否含 Cl^- 。

17.将铜粉和铁粉的混合物 $m\text{ g}$ 放入烧杯中,向烧杯中不断加入 FeCl_3 溶液,测得烧杯中剩余固体的质量与加入 FeCl_3 溶液体积的关系如下图所示。已知:Fe 和 Cu 都能与 FeCl_3 溶液发生反应,反应的化学方程式为① $\text{Fe} + 2\text{FeCl}_3 \longrightarrow 3\text{FeCl}_2$;② $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ 。

下列相关说法正确的是 ()



- A. FeCl_3 与 Cu 发生的反应属于置换反应
- B.M 点溶液中一定含有 FeCl_2 和 CuCl_2
- C.加入 $V_1\text{ mL}$ FeCl_3 溶液时,Fe 恰好完全反应
- D.混合物中铁粉与铜粉的质量比为 $m : n$

C 解析:由图像知,剩余固体质量 $O \sim V_1$ 段比 $V_1 \sim V_2$ 段下降缓慢,根据反应,消耗相同量 FeCl_3 时,所用 Fe 的质量比 Cu 的质量小,故向铁粉和铜粉的混合物中加入 FeCl_3 溶液,先发生反应①,待铁粉反应完再进行反应②。 FeCl_3 与 Cu 发生的反应不属于置换反应,Cu 的金属活动性比 Fe 弱,A 项错误;M 点时铁粉恰好完全反应,铜粉并没有反应,所以溶液中不存在 CuCl_2 ,B 项错误;加入 $V_1\text{ mL}$ FeCl_3 溶液时,铁粉恰好完全反应,C 项正确;先发生的反应是①,铁粉先被消耗,所以铁粉的质量为 $(m - n)\text{ g}$,铜粉的质量为 $n\text{ g}$,质量比为 $(m - n) : n$,D 项错误。

二、非选择题:本题共 5 小题,共 49 分。

18.(9 分)实验室需配制 $230\text{ mL } 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液,填空并回答下列问题:

(1)配制 $230\text{ mL } 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液。

所需 Na_2CO_3 的质量/g	容量瓶的规格/mL	除容量瓶外还需要的其他仪器

(2)配制时,其正确的操作顺序是 _____(填字母序号)。

- A.用 30 mL 蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒各 $2 \sim 3$ 次,洗涤液均注入容量瓶,振荡
- B.用托盘天平准确称量所需的 Na_2CO_3 质量,放入烧杯中,再加入少量蒸馏水(约 30 mL),用玻璃棒慢慢搅拌,使其完全溶解
- C.将已冷却至室温的 Na_2CO_3 溶液沿玻璃棒注入一定规格的容量瓶中
- D.将容量瓶盖紧,振荡,摇匀
- E.改用胶头滴管加蒸馏水,使溶液凹液面最低点恰好与刻度线相切
- F.继续往容量瓶内加蒸馏水,直到液面距刻度线 $1 \sim 2\text{ cm}$ 处

(3)上述操作 C 中,溶液注入容量瓶前需恢复至室温,原因是_____。

(4)若出现以下情况,对所配溶液浓度有何影响?(填“偏高”“偏低”或“无影响”)

- ①没有进行 A 操作_____;
- ②加蒸馏水时不慎超过了刻度线_____;
- ③定容时俯视刻度线_____。

解析:配制 230 mL 溶液可选用 250 mL 容量瓶,配制 250 mL 后取其中 230 mL。所需 Na_2CO_3 的质量 $m=c \times V \times M(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.25 \text{ L} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=2.65 \text{ g}$ 。由 $c=\frac{n}{V}=\frac{m}{MV}$ 知:没洗涤烧杯和玻璃棒使 m 减小, c 偏低;加蒸馏水时不慎超过了刻度线,使 V 偏大, c 偏低;俯视刻度线,使 V 偏小, c 偏高。

答案:(1)2.65 250 托盘天平(带砝码)、药匙、烧杯、玻璃棒、胶头滴管 (2)BCAFED (3)溶液有热胀冷缩现象,热溶液配制出的溶液浓度偏高且热溶液可能使容量瓶破裂 (4)①偏低 ②偏低 ③偏高

19.(8 分)A、B、C、D 四种物质均含有氯元素。

①室温下单质 A 与某种常见一元强碱溶液反应,可得到 B 和 C。B 的焰色反应为黄色,C 是一种消毒液的主要成分。

②化合物 D 受热催化分解,可制得一种气体,该气体能使带火星的木条复燃。

请完成下列问题:

- (1)写出 A、B、C、D 的化学式:A _____; B _____; C _____; D _____。
- (2)写出①中反应的化学方程式:_____。
- (3)写出②中反应的化学方程式:_____。

解析:A 为含有氯元素的单质,故 A 为 Cl_2 ;根据 $\text{A} + \text{碱} \rightarrow \text{B} + \text{C}$,B 的焰色反应呈黄色,C 是一种消毒液的主要成分,推知 B 为 NaCl ,C 为 NaClO ;根据 $\text{D} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{O}_2$,推知 D 为 KClO_3 。

- 答案:**(1) Cl_2 NaCl NaClO KClO_3
(2) $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$
(3) $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$

20.(12 分)下表是元素周期表的一部分,针对表中的①~⑩元素,请用化学用语回答下列问题:

周期	族							
	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
2				⑥	⑦	⑧		
3	①	③	⑤				⑨	⑩
4	②	④						

(1)在⑤~⑧元素中,原子半径最大的是_____
(填元素符号,下同),非金属性最强的元素是_____。

(2)⑦元素的最高价氧化物对应的水化物与其简单氢化物反应生成盐 M,M 中含有的化学键类型为_____。

(3)写出元素①和⑧的单质在加热条件下反应生成的化合物的电子式:_____。

(4)③⑤⑧所形成的离子,其半径由小到大的顺序是_____(填离子符号)。

(5)①~⑨中元素最高价氧化物对应的水化物中酸性最强的是_____(填物质的化学式),呈两性的氢氧化物是_____(填物质的化学式),该化合物与 NaOH 溶液反应的离子方程式为_____。

(6)表中元素⑦和氢元素可形成一种相对分子质量为 32 的化合物 Y,元素⑧与氢元素按原子个数比 1:1 可形成化合物 X,X 与 Y 发生氧化还原反应,生成⑦的单质和⑧的另一种氢化物,写出该反应的化学方程式:_____。

(7)“类铝”元素在门捷列夫预言 4 年后,被布瓦博德朗在一种矿石中发现,命名为镓(Ga)。

①由镓的化学性质推知,镓与铝同主族,且位于铝的下一周期。冶炼金属镓通常采用的方法是_____。

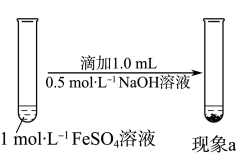
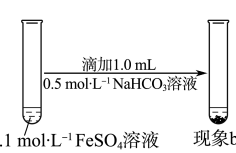
②为判断 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 是否为两性氢氧化物,设计实验时,需要选用的试剂有 GaCl_3 溶液、_____和_____。

解析:由元素周期表的结构可知,①为 Na、②为 K、③为 Mg、④为 Ca、⑤为 Al、⑥为 C、⑦为 N、⑧为 O、⑨为 Cl、⑩为 Ar,再结合元素周期律的知识分析解答。(1)同周期主族元素从左至右原子半径逐渐减小,同主族元素从上往下原子半径逐渐增大,则在⑤~⑧元素中,原子半径最大的是 Al;同周期主族元素从左至右非金属性逐渐增强,同主族元素从上往下非金属性逐渐减弱,则非金属性最强的元素是 O。(2)氮元素的最高价氧化物对应的水化物为 HNO_3 ,其简单氢化物为 NH_3 ,二者反应生成的盐 M 为 NH_4NO_3 , NH_4NO_3 中含有的化学键类型有离子键和共价键。(3)Na 和 O_2 在加热条件下反应生成 Na_2O_2 , Na_2O_2 的电子式为 $\text{Na}^+ [\text{x} \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} \text{x}]^{2-} \text{Na}^+$ 。(4) Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 O^{2-} 的

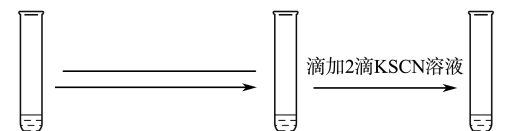
核外电子排布相同,核电荷数越大,离子半径越小,则半径由小到大的顺序是 $\text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+} < \text{O}^{2-}$ 。(5)元素的非金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,在①~⑨中,非金属性最强的是氯元素,则其最高价氧化物对应的水化物 HClO_4 酸性最强;呈两性的氢氧化物是 $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与 NaOH 溶液反应的离子方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 。(6)氮元素和氢元素形成的一种相对分子质量为 32 的化合物为 N_2H_4 ,氧元素与氢元素按原子个数比 1:1 形成的化合物为 H_2O_2 , H_2O_2 与 N_2H_4 发生氧化还原反应,生成 N_2 和 H_2O ,该反应的化学方程式为 $\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。(7)①镓与铝同主族,且位于铝的下一周期,则镓与铝的化学性质相似,冶炼金属铝用电解法,则冶炼金属镓通常采用的方法也是电解法。② $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物,既能与强酸反应,也能与强碱反应,因此为判断 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 是否为两性氢氧化物,需要用 GaCl_3 与碱反应制备 $\text{Ga}(\text{OH})_3$,然后再用强碱和强酸分别检验其是否可溶于强碱和强酸,因此,需要选用的试剂有 GaCl_3 溶液、 NaOH 溶液和稀盐酸(或稀硫酸)。

答案:(1)Al O (2)离子键、共价键
(3) $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-} \text{Na}^+$ (4) $\text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+} < \text{O}^{2-}$
(5) HClO_4 $\text{Al}(\text{OH})_3$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
(6) $\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
(7)①电解法
② NaOH 溶液 稀盐酸(或稀硫酸)

21.(12分)实验小组研究二价铁的还原性,设计如下实验。

序号	实验方案	现象
I		现象 a: 生成白色沉淀, 3 min 后沉淀基本变为红褐色
II		现象 b: 生成白色沉淀, 3 min 后沉淀颜色几乎不变

(1)实验所用的 FeSO_4 溶液由 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液和足量铁粉反应制得,反应的离子方程式是_____。
(2)实验 I 中沉淀变为红褐色的化学方程式是_____。
(3)关于实验 II 中白色沉淀的组成,小组同学展开研究。
①已知 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 在水中不存在,他们对沉淀组成作出如下假设,请补充完整。
假设 a: 依据 NaHCO_3 溶液显_____性,推测白色沉淀可能为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$;
假设 b: 白色沉淀可能为_____。
②研究白色沉淀组成的实验如下:
i. 取少量白色沉淀,充分洗涤,向其中加入稀硫酸,沉淀完全溶解,产生无色气泡;
ii. 向所得溶液中滴入 KSCN 溶液,溶液几乎不变红;
iii. 向 ii 溶液中再滴入少量 H_2O_2 溶液,溶液立即变为红色。
由此说明,白色沉淀中一定含有_____ (填离子符号)。
③研究过程中发现白色沉淀在空气中久置,最终变为红褐色,则该沉淀比实验 I 中所得的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ _____ (填“难”或“易”)被空气氧化。
(4)对比实验 I,研究酸碱性对二价铁还原性的影响,设计实验 III,如图所示,将实验方案补充完整。



1.0 mL 0.1 mol·L⁻¹ FeSO_4 溶液

滴加 2 滴 KSCN 溶液

溶液略显红色, 3 min 后颜色没有明显变深

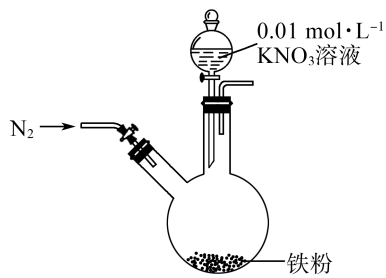
(5)根据以上实验,为避免二价铁被空气氧化,可采取的措施是_____。

解析:(1) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 与 Fe 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 。(2)实验 I 中的沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,其变为红褐色的化学方程式为 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。
(3)① NaHCO_3 为小苏打,溶液显碱性,可推测沉淀可能为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$;另一种假设是生成了 FeCO_3 沉淀。②由于沉淀溶于 H_2SO_4 后产生无色气泡,滴入 KSCN 溶液不变红,加入 H_2O_2 溶液后变红,则证明白色沉淀中一定含有 Fe^{2+} 和 CO_3^{2-} 。③由

于白色沉淀久置变红褐色,故该沉淀难被空气氧化。(4)由于实验Ⅰ、Ⅱ均为碱性条件下的实验,所以实验Ⅲ应为酸性条件下的实验,故实验方案为加入稀硫酸。(5)根据实验Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ及对应的实验现象可知,酸性条件下 Fe^{2+} 不易被氧化,故采取的措施为控制溶液为酸性环境,使 Fe^{2+} 以碳酸盐的形式沉淀。

答案:(1) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$
(2) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
(3)①碱 FeCO_3 ② Fe^{2+} 和 CO_3^{2-} ③难
(4)滴加稀硫酸 (5)控制溶液为酸性环境,使二价铁以碳酸盐的形式沉淀

22.(8分)某同学看到“利用零价铁还原 NO_3^- 脱除地下水硝酸盐”的相关资料后,利用如图所示装置探究铁粉与 KNO_3 溶液的反应。实验步骤及现象如下:



实验步骤	实验现象
①打开弹簧夹,缓慢通入 N_2	—
②加入pH为2.5的 $0.01\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的酸性 KNO_3 溶液100 mL	铁粉部分溶解,溶液呈浅绿色;铁粉不再溶解后,剩余铁粉表面附着少量白色物质
③反应停止后,拔掉橡胶塞,将圆底烧瓶取下	烧瓶内气体的颜色没有发生变化
④将剩余固体过滤	表面的白色物质变为红褐色

(1)通入 N_2 并保持后续反应均在 N_2 氛围中进行的实验目的是_____。
(2)白色物质是_____,用化学方程式解释其变为红褐色的原因:_____。
(3)为了探究滤液的成分,该同学进一步设计了下述实验:

实验步骤	实验现象
①取部分滤液于试管中,向其中加入KSCN溶液	溶液无变化
②将上述溶液分为两份,一份中滴入氯水,另一份中滴加稀硫酸	两份溶液均变为红色
③另取部分滤液于试管中,向其中加入浓NaOH溶液并加热,在试管口放置湿润的红色石蕊试纸	有气体生成,该气体使红色石蕊试纸变蓝

(i)根据以上实验现象,可以判断滤液中存在_____(填离子符号)。
(ii)步骤②中滴加稀硫酸后溶液会由浅绿色变成红色,请用离子方程式解释其原因:_____。

解析:(1)空气中的 O_2 具有强氧化性,为防止空气中的 O_2 对 Fe 和 NO_3^- 反应的干扰,避免影响反应产物的判断,整个反应需要在 N_2 氛围中进行。(2)铁粉表面的白色物质能变为红褐色,可知该白色物质是 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,遇空气中的 O_2 易被氧化成红褐色的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。(3)①取部分滤液于试管中,向其中加入KSCN溶液,溶液无变化,可知不含有 Fe^{3+} ;②把上述溶液分为两份,一份中滴入氯水,另一份中滴加稀硫酸,两份溶液均变为红色,可知溶液中含有 Fe^{2+} 和 NO_3^- ,因为氯水将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , Fe^{3+} 遇 SCN^- 使溶液显红色,而在酸性条件下 NO_3^- 能氧化 Fe^{2+} ;③另取部分滤液于试管中,向其中加入浓NaOH溶液并加热,有气体生成,在试管口放置湿润的红色石蕊试纸,该气体使红色石蕊试纸变蓝,可知溶液中含有 NH_4^+ 。根据以上实验现象,可以判断滤液中存在 Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 NO_3^- ;步骤②中滴加稀硫酸后溶液会由浅绿色变为红色,是因为溶液中 NO_3^- 在酸性条件下氧化 Fe^{2+} 生成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 遇KSCN溶液显红色。

答案:(1)防止空气中的 O_2 对 Fe 和 NO_3^- 的反应产生干扰,避免影响反应产物的判断
(2) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ (3)(i) Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 NO_3^-
(ii) $3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{SCN})_3$