点金训练

教师用书

化学

必修第一册

配人教版

《点金训练》编写组　编

四川教育出版社

CONTENTS

目录

第一章　物质及其变化

○单元概览…… 1
○探究构建　第一节　物质的分类及转化…… 3
第 1 课时　根据物质的组成和性质分类…… 3
第 2 课时　分散系及其分类…… 7
第 3 课时　物质的转化 …… 12
第二节　离子反应 …… 17
第 1 课时　电解质的电离 …… 17
第 2 课时　离子反应 …… 24
培优突破 1　离子反应的综合应用 …… 30
第三节　氧化还原反应 …… 32
第 1 课时　氧化还原反应 …… 32
第 2 课时　氧化剂和还原剂 …… 38
培优突破 2　氧化还原反应的规律及应用 …… 43
○迁移应用 …… 46
○重构拓展 …… 49
单元测试卷(一) …… 50

第二章　海水中的重要元素——钠和氯

○单元概览 …… 55
○探究构建　第一节　钠及其化合物 …… 57
第 1 课时　活泼的金属单质——钠 …… 57
第 2 课时　氧化钠和过氧化钠 …… 62
第 3 课时　碳酸钠和碳酸氢钠　焰色试验 …… 67
培优突破 3　Na_2CO_3 与 $NaHCO_3$ 的相关计算 …… 74
第二节　氯及其化合物 …… 77
第 1 课时　氯气的性质 …… 77
第 2 课时　氯气的实验室制法　氯离子的检验 …… 83
第三节　物质的量 …… 90
第 1 课时　物质的量　摩尔质量 …… 90
第 2 课时　气体摩尔体积 …… 96
第 3 课时　物质的量浓度…… 102
第 4 课时　配制一定物质的量浓度的溶液…… 106
培优突破 4　阿伏加德罗常数的应用 …… 111
○迁移应用…… 114
○重构拓展…… 118
单元测试卷(二)…… 119

第三章　铁　金属材料

○单元概览…… 126
○探究构建　第一节　铁及其化合物…… 128
第 1 课时　铁的单质、氧化物和氢氧化物 …… 128
第 2 课时　铁盐和亚铁盐…… 134
第二节　金属材料…… 139
第 1 课时　合金…… 139
第 2 课时　物质的量在化学方程式计算中的应用…… 145
○迁移应用…… 151
○重构拓展…… 156
单元测试卷(三)…… 157

第四章　物质结构　元素周期律

○单元概览…… 164
○探究构建　第一节　原子结构与元素周期表…… 166
第 1 课时　原子结构…… 166
第 2 课时　元素周期表　核素…… 171
第 3 课时　原子结构与元素的性质…… 177
第二节　元素周期律…… 184
第 1 课时　元素性质的周期性变化规律…… 184
第 2 课时　元素周期表和元素周期律的应用…… 190
培优突破 5　元素综合推断和“位—构—性”之间的关系 …… 194
第三节　化学键…… 197
○迁移应用…… 204
○重构拓展…… 208
单元测试卷(四)…… 209

第一章 物质及其变化

单元概览

学习导航

物质世界丰富多彩，一方面是由于100多种元素可以以不同的比例和不同的排列方式构成形式多样的物质，另一方面是由于物质在一定条件下可通过化学变化转化为新物质，物质及其变化是丰富多彩的。

“物质及其变化”是我们进入高中化学课程学习的第一章，在本章学习中，我们将运用与化学家们相似的方法探究认识化学世界：面对丰富多彩的物质世界，用分类的方法认识不同类别物质的共性和特性，认识不同类别的化学变化；面对奇妙有趣的化学变化，用实验的方法观察变化的现象，用化学符号表示物质的组成及其变化。

在本章的学习中，我们将会收获以下知识：

1.分类是科学研究和生活中常用的方法，人们根据需要按照不同的分类依据，对物质及其反应进行分类。

2.离子反应和氧化还原反应是两种重要的化学反应类型，通过化学实验和理论分析能揭示离子反应和氧化还原反应的本质，两种化学反应在生产和生活中具有广泛的应用。

3.化学变化是有条件的，并遵循一定的规律，质量守恒和得失电子守恒是化学变化遵循的基本规律。

本章我们将从“宏观辨识”“变化观念”等视角，探究物质的不同分类与两种反应——离子反应和氧化还原反应，形成“不同物质在一定条件下可以相互转化”的化学观念，认识物质世界的多样性。

学习目标

1.知道元素可以组成不同种类的物质，可以根据物质的组成和性质对物质进行分类，并根据类别预测物质的性质。

2.知道胶体是一种常见的分散系，能举例说明胶体的典型特征。

3.知道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。知道通过化学反应可以探索物质的性质，实现物质转化，能归纳物质及其变化的共性和特征，熟悉常见物质之间的转化。

4.知道酸、碱、盐等电解质在水溶液中或熔融状态下能发生电离。通过实验事实认识离子反应并掌握其发生的条件，了解常见离子的检验方法。

5.知道有元素化合价变化的反应是氧化还原反应，了解氧化还原反应的本质是电子的转移，知道常见的氧化剂和还原剂。

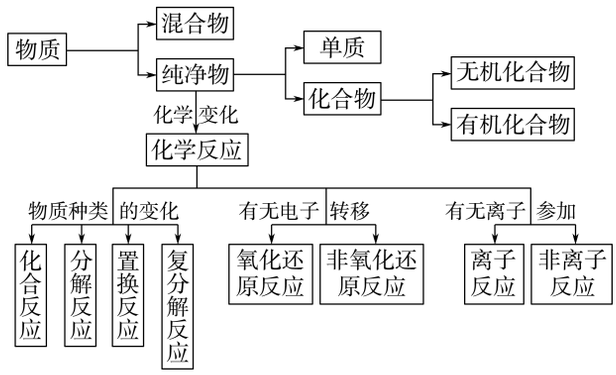
核心概念

物质是多样的，通过离子反应、氧化还原反应等化学反应来实现物质的转化。

学法指导

1.要充分利用初中所学化学知识。初中所学的纯净物与混合物、单质与化合物、酸碱盐与氧化物以及四大基本反应类型的知识，都是学习物质及其变化的重要理论基础。我们在学习本章时，要对初中化学知识进行复习和整理。

2.要学习将化学知识结构化的方法。将化学知识结构化，既可以锻炼思维能力，又有助于我们应用结构化的化学知识解决问题。我们要学会用思维导图建构知识体系，通过思维导图，将知识联系起来，形成体系。如“物质及其变化”可建构以下思维导图：



3.要学习通过实验学习化学的方法。我们要通过实验认识物质转化、离子反应和氧化还原反应的本质，要学会在实验中观察物质变化的现象，并进行分析推理得出结论，以此解决实际问题。

4.理论联系实际。“理论指导实验、实验检验理论”是化学学科理论与实践相结合的重要表现，我们学习本章内容时要将实验探究与理论分析相结合，如对氧化还原反应本质的认识就需要实验探究和理论分析相结合。

单元任务

实验室废水

水污染是常见的环境问题，每一个人都应该自觉地保护水资源，防止污染物随意排放到水体中。当化学实验中产生的废液酸性过强、碱性过强或含有超出排放标准的离子时，要集中处理后才能排放。

处理好实验室废水使其达标排放，尽可能减少对环境的污染是化学实验室面临的一项重要任务。按废水中主要污染物的性质分类，废水大致可以分为有机和无机两大类，常见的无机废水成分有氯化钠、盐酸、碳酸钠、碳酸钾、氢氧化钠、硫酸、氯化钡、氢氧化钙、氯化钙、氢氧化铜、硝酸银、氟化物、重铬酸钠等。

请思考以下问题并与同学们交流讨论。

1.对于废水中的成分，你如何将它们进行分类？

2.如何除去废水中的杂质离子？这些杂质离子会发生怎样的离子反应？其中有没有氧化还原反应？

★★★

探·究·构·建

第一节　物质的分类及转化

第 1 课时　根据物质的组成和性质分类

学习任务目标

1.知道元素可以组成不同的物质，能根据物质的组成和性质对物质进行分类。

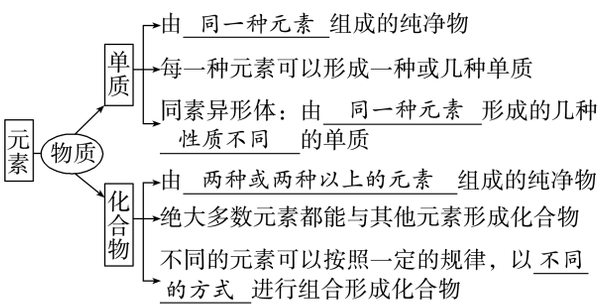
2.能从宏观和微观相结合的视角认识物质的多样性并对物质进行分类。

○ 问题式预习 ○

一、根据物质的组成分类

1.物质的元素组成

任何物质都是由元素组成的，根据元素组成对物质进行分类是化学研究的基础。



◇想一想

由氧元素形成的同素异形体有_____，由碳元素形成的同素异形体有_____，由磷元素形成的同素异形体有_____。

提示：氧气、臭氧　金刚石、石墨、C_{60}　白磷、红磷

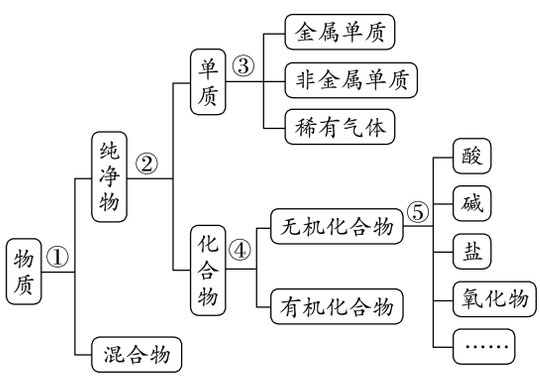
2.物质分类的常用方法

(1)树状分类法：对同类事物按照某种标准进行再分类的分类方法。

特点：同一层次的物质类别间一般是相互独立的，没有交叉。

◇想一想

对物质进行分类首先设立分类的标准，常根据物质的组成、结构、性质或用途等进行分类。写出图示中物质分类的标准。



①_____；②_____；

③_____；④_____；

⑤_____。

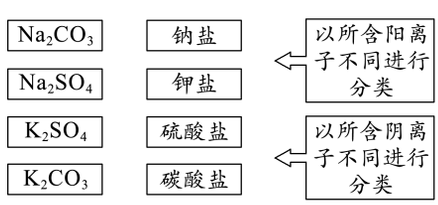
提示：①根据组成物质的种类　②根据组成元素的种类　③根据组成元素的性质　④根据是否含碳元素　⑤根据物质的组成和性质

(2)交叉分类法：依据物质的不同属性从不同的角度对物质进行分类的方法。

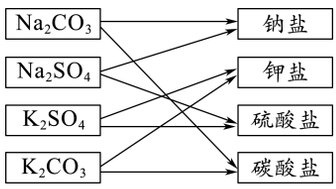
特点：物质类别之间有部分交叉。

◇练一练

将下列物质以不同标准进行分类。



提示：



二、根据物质的性质分类

1.酸性氧化物：能与碱反应生成盐和水的氧化物。多数酸性氧化物能溶于水，与水化合生成酸。大多数非金属氧化物属于酸性氧化物，如 CO_2、SO_3 等。

2.碱性氧化物：能与酸反应生成盐和水的氧化物。大多数金属氧化物属于碱性氧化物，如 CaO、MgO 等。

特别提醒 还有两性氧化物（如 Al_2O_3）和不成盐氧化物（如 CO、NO）等。

○ 任务型课堂 ○

任务 能根据物质的组成和性质对物质进行分类

评价活动

1.使用含氟牙膏是目前应用广泛的预防龋齿的措施。添入牙膏中的氟化物有氟化钠（NaF），氟化钠属于物质分类中的 （ ）

A.氧化物　　B.酸

C.盐　　D.混合物

C　**解析**：氟化钠由 Na^+ 和 F^- 构成，属于盐类，C 正确。

2.下表中物质分类正确的是 （ ）

选项	酸性氧化物	碱性氧化物	酸	碱	盐
A	CO	CuO	H_2SO_4	$NH_3\cdot H_2O$	Na_2S
B	CO_2	Na_2O	HCl	NaOH	NaCl
C	SO_2	SiO_2	CH_3COOH	KOH	CaF_2
D	NO	CaO	HNO_3	$Cu_2(OH)_2CO_3$	$CaCO_3$

B　**解析**：CO 既不和水反应也不和碱反应，不是酸性氧化物，故 A 错误；各物质分类正确，故 B 正确；SiO_2 与碱反应生成盐和水，属于酸性氧化物，故 C 错误；NO 不属于酸性氧化物，同时碱式碳酸铜是盐不是碱，故 D 错误。

3.下列说法中正确的有 （ ）

①酸性氧化物在一定条件下均能与碱发生反应

②金属氧化物一定是碱性氧化物

③根据酸分子中氢原子个数将酸分为一元酸、二元酸等

④非金属氧化物不一定都是酸性氧化物，但酸性氧化物一定都是非金属氧化物

⑤金刚石、石墨和 C_{60} 互为同素异形体，同素异形体之间的转化为化学变化

⑥碱石灰属于混合物，而 $CuSO_4\cdot 5H_2O$、纯碱均属于纯净物

A.2 个　　B.3 个　　C.4 个　　D.5 个

B　**解析**：①酸性氧化物（如 SiO_2、CO_2）均能与碱反应生成盐和水，正确；②金属氧化物不一定是碱性氧化物，例如 Al_2O_3 是两性氧化物，Mn_2O_7 是酸性氧化物，错误；③酸的分类依据是酸分子能电离出 H^+ 的数目，而非分子中氢原子数（如 CH_3COOH 含 4 个 H，但为一元酸），错误；④非金属氧化物不一定都是酸性氧化物，如 NO、CO 等；酸性氧化物也不全是非金属氧化物，如 Mn_2O_7 为金属氧化物，但属于酸性氧化物，错误；⑤同素异形体间的转化生成了新物质，属于化学变化，正确；⑥碱石灰为 NaOH 和 CaO 混合物，$CuSO_4\cdot 5H_2O$ 和纯碱（Na_2CO_3）均为纯净物，正确。

4.青铜器表面有一层“绿锈”，“绿锈”俗称“铜绿”，是铜和空气中的水蒸气、CO_2、O_2 作用产生的，化学式为 $Cu_2(OH)_2CO_3$，“铜绿”能跟酸反应生成铜盐、CO_2 和 H_2O。某同学利用以下反应实现了“铜→铜绿→…→铜”的转化：

$$铜\xrightarrow{①}铜绿\xrightarrow{②}A\xrightarrow{③}Cu(OH)_2\xrightarrow{④}B\xrightarrow[H_2]{⑤}Cu。$$

(1)从物质分类标准看，“铜绿”属于_____。

(2)写出 B 的化学式：_____。

(3)请写出铜绿与盐酸反应的化学方程式：_____。

(4)上述转化过程中属于置换反应的是 _____（填写反应序号）。

解析：(1)铜绿是 $Cu_2(OH)_2CO_3$，属于盐。(2)$Cu(OH)_2$ 受热分解生成 CuO 和水，B 的化学式为 CuO。(3)铜绿与盐酸反应的化学方程式为 $Cu_2(OH)_2CO_3+4HCl=\!=\!=2CuCl_2+3H_2O+CO_2\uparrow$。(4)过程①是 Cu 在潮湿空气中与 O_2、H_2O、CO_2 反应，属于化合反应；过程②是铜绿跟酸反应生成铜盐及 CO_2、H_2O，是复分解反应；过程③是铜盐和碱反应生成

$Cu(OH)_2$ 沉淀，是复分解反应；过程④是 $Cu(OH)_2$ 受热分解生成 CuO 和 H_2O，是分解反应；过程⑤是 CuO 和 H_2 反应生成 Cu 和水，是置换反应；属于置换反应的是⑤。

答案：(1)盐　(2)CuO　(3)$Cu_2(OH)_2CO_3+4HCl=\!=\!=2CuCl_2+3H_2O+CO_2\uparrow$　(4)⑤

【任务总结】

(1)同素异形体混合＝混合物。

(2)结晶水合物＝纯净物。

(3)酸性氧化物≠非金属氧化物(如 CO、NO)。

(4)碱性氧化物≠金属氧化物(如 Al_2O_3 是两性氧化物，Mn_2O_7 是酸性氧化物)。

课后素养评价(一)　根据物质的组成和性质分类

建议用时：30分钟

基础巩固

1.“萧县的葡萄，砀山的梨”，萧县的葡萄驰名全国，葡萄中富含多种营养物质，如葡萄糖、氨基酸等，其中葡萄糖属于　(　　)

A.单质　　B.氧化物

C.无机物　　D.有机物

D　**解析**：葡萄糖属于有机物，是化合物，不是单质，A、C 不正确，D 正确；氧化物是只含有两种元素，其中一种元素是氧元素的化合物，而葡萄糖中有 C、H、O 三种元素，B 不正确。

2.下列物质分类不正确的是　(　　)

A.碘酒属于混合物

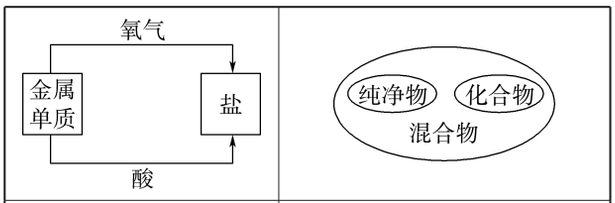
B.HNO_3、HCl 属于酸

C.纯碱、烧碱属于碱

D.$BaSO_4$、$FeCl_3$ 属于盐

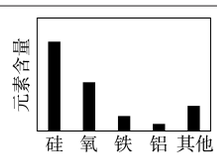
C　**解析**：纯碱(Na_2CO_3)属于盐，C 错误。

3.归纳法是学习化学的重要方法之一，下列图示和说明均正确的是　(　　)

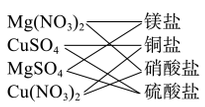


A.金属的化学性质

B.物质分类



C.地壳中元素含量



D.交叉分类法

D　**解析**：金属单质与 O_2 反应生成氧化物，而非直接生成盐，A 错误；物质分为混合物和纯净物，二者是并列关系，纯净物包含单质和化合物，B 错误；地壳中元素含量由高到低的顺序为 O、Si、Al、Fe 等，图示中 Si 含量高于 O，Fe 含量高于 Al，顺序错误，C 错误；交叉分类法是对同一物质按不同标准分类，D 正确。

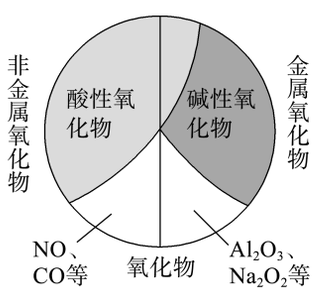
4.在 2025 年纪念中国人民抗日战争暨世界反法西斯战争胜利 80 周年的阅兵活动中，分列式环节按空中护旗梯队、徒步方队、战旗方队、装备方队、空中梯队的顺序依次接受党和人民的检阅。其中徒步方队又按照仪仗方队、陆军方队、海军方队、空军方队等 13 个方队的顺序走过天安门广场，英姿飒爽，气势磅礴。上述所涉及的分类方法与下列哪种分类方法最为吻合？　(　　)

A.单一分类法　　B.交叉分类法

C.树状分类法　　D.以上都不符合

C　**解析**：树状分类法通过层级结构逐级细分，如徒步方队下分陆军方队、海军方队等，符合树状分类法的特点，选 C。

5.分类法是化学学习和研究的常用方法。下列有关分类的说法错误的是　(　　)



A.氨水、不锈钢、石灰石都属于混合物

B.胆矾、纯碱、$NaHSO_4$ 都属于盐

C.NO、CO 不属于酸性氧化物

D.如图所示的分类方法属于树状分类法

D　**解析**：氨水是溶液，不锈钢是合金，石灰石主要成分为 $CaCO_3$，含杂质，都属于混合物，A 正确；胆矾($CuSO_4\cdot5H_2O$)、纯碱(Na_2CO_3)、$NaHSO_4$ 均含有金属阳离子和酸根阴离子，都属于盐，B 正确；NO、CO 不与碱反应，不是酸性氧化物，C 正确；树状分类法是按层级逐级分类，而图中同时按组成元素和性质(酸性/碱性氧化物)分类，属于交叉分类法，D 错误。

6.分类方法在化学发展中起到了重要的作用。下列有关物质分类的说法正确的是（　　）

选项	酸	碱	碱性氧化物	混合物
A	盐酸	熟石灰	Mn_2O_7	胆矾
B	硝酸	KOH	Na_2O	$KAl(SO_4)_2\cdot12H_2O$
C	硫酸	氨水	Fe_2O_3	淀粉溶液
D	磷酸	烧碱	CuO	碘酒

D　**解析**：A项，胆矾为纯净物，Mn_2O_7是酸性氧化物，错误；B项，$KAl(SO_4)_2\cdot12H_2O$为纯净物，错误；C项，氨水为混合物，$NH_3\cdot H_2O$为碱，错误；D项，磷酸为酸，烧碱为碱，CuO为碱性氧化物，碘酒为混合物，正确。

拓展提高

7.酸式盐是盐的一类，可看作多元酸中的氢离子未被完全中和所得到的盐，常见的有$NaHCO_3$、$NaHSO_4$、KH_2PO_4、K_2HPO_4等。已知H_3PO_2（次磷酸）与足量的NaOH反应只生成NaH_2PO_2一种盐，则下列说法正确的是（　　）

A.H_3PO_2属于二元酸

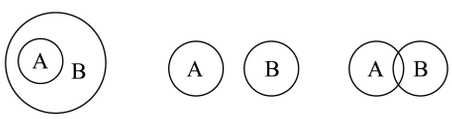
B.H_3PO_2属于三元酸

C.NaH_2PO_2属于酸式盐

D.NaH_2PO_2属于正盐

D　**解析**：由于H_3PO_2与足量的NaOH反应只生成NaH_2PO_2一种盐，故H_3PO_2为一元酸，NaH_2PO_2属于正盐。

8.物质分类在逻辑上存在如下关系：



包含关系　　并列关系　　交叉关系

下列说法正确的是（　　）

A.金属氧化物与碱性氧化物属于包含关系

B.化合物与氧化物属于交叉关系

C.碳酸盐与钠盐属于包含关系

D.混合物与空气属于并列关系

A　**解析**：碱性氧化物都是金属氧化物，A正确；氧化物属于化合物，二者属于包含关系，B错误；Na_2CO_3属于碳酸盐，也属于钠盐，属于交叉关系，C错误；空气与混合物属于包含关系，D错误。

9.无机化合物可根据其组成和性质进行分类。



（1）用K、Na、H、O、S、N中任两种或三种元素组成合适的物质，分别填在表中。

物质类别	酸	碱	盐	氧化物	氢化物
化学式	①H_2SO_4 ②____	③NaOH ④____	⑤Na_2SO_4 ⑥____	⑦SO_2 ⑧____	⑨NH_3 ⑩____

（2）SO_2和CO_2都属于酸性氧化物，在化学性质上有很多相似的地方，请写出少量的⑦与③反应的化学方程式：_____。

（3）只由两种元素组成的化合物，且其中一种元素是氢元素，这类化合物称为氢化物。下列物质不属于氢化物的是_____（填字母序号）。

A.H_2SO_4　B.HCl　C.NaH　D.H_2O

解析：（1）H、O、N组成的硝酸或H、O、S组成的亚硫酸属于酸；K、H、O组成的KOH或H、O、N组成的一水合氨属于碱；K、O、N组成的硝酸钾或Na、O、N组成的硝酸钠等属于盐；K、Na、H、S、N分别可与O组成氧化物；K、Na、O、S、N分别可与H组成氢化物。（2）少量的SO_2与NaOH反应生成亚硫酸钠和水，反应的化学方程式为$SO_2+2NaOH=\!=\!=Na_2SO_3+H_2O$。

答案：（1）HNO_3　KOH　K_2SO_4　SO_3　H_2S（其他合理答案均可）　（2）$SO_2+2NaOH=\!=\!=Na_2SO_3+H_2O$　（3）A

创新应用

10.根据物质的分类方法，回答下列问题。

（1）现有两组单质：（Ⅰ）氧气、氢气、硫、氯气；（Ⅱ）铁、钠、铝、硅。

试从不同角度对每组单质进行分类，使每组单质中均有一种单质与其他单质属于不同“类”。请将该单质（写化学符号）和分类依据填在下列表格中。

组别	第（Ⅰ）组	第（Ⅱ）组
不同“类”单质		Si
分类依据		

（2）观察下列物质变化（有的化学方程式未配平），有同学将反应①③划为一类，②划为另一类。将①和③划为一类的依据是_____。

①$NO+NO_2\longrightarrow N_2O_3$

②$NH_3+HNO_3\longrightarrow NH_4NO_3$

③$NH_3+NO_2 \longrightarrow N_2+H_2O$

(3)某同学根据性质划分，把氢溴酸(HBr)与 HCl 划为一类，其理由是它们的化学性质十分相似。据此判断下列反应不会发生的是_____(填字母序号)。

A.$2HBr+Na_2CO_3 \xlongequal{} 2NaBr+H_2O+CO_2\uparrow$

B.$HBr+AgNO_3 \xlongequal{} AgBr\downarrow+HNO_3$

C.$HBr+NaOH \xlongequal{} NaBr+H_2O$

D.$2HBr+2Ag \xlongequal{} 2AgBr+H_2\uparrow$

解析：(1)第(Ⅰ)组中的四种单质，除硫外其余均为气体，第(Ⅱ)组中的四种单质，除硅外其余均为金属。(2)将①和③划为一类的依据是反应中都有元素化合价发生变化，而②没有。(3)氢溴酸(HBr)与 HCl 的化学性质相似，因为 HCl 不能与银发生反应，所以 HBr 也不能与银发生反应。

答案：(1)S　物质状态　金属与非金属　(2)反应中都有元素化合价发生变化　(3)D

第 2 课时　分散系及其分类

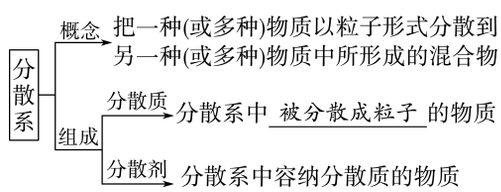
学习任务目标

1.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、丁达尔效应的形成及应用。

2.通过胶体的制备实验培养创新精神和实验操作能力。

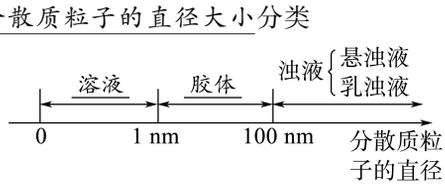
○ 问题式预习 ○

一、分散系



二、分散系的分类及其依据

1.按照分散质粒子的直径大小分类

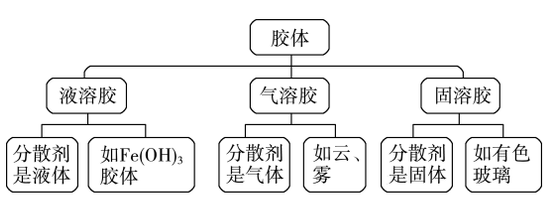


2.常见分散系

溶液	如盐酸、食盐水等
胶体	如淀粉溶液、蛋白质溶液等
浊液	如泥水、油水混合物等

三、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 $Fe(OH)_3$ 胶体。

(2)化学方程式：$FeCl_3+3H_2O \xlongequal{\triangle} Fe(OH)_3$(胶体)$+3HCl$。

特别提醒　①不能用玻璃棒搅拌。②不能过度加热，加热至液体呈红褐色时立即停止加热。

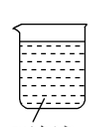
◇想一想

在盛有氯化铁溶液的烧杯中，加入氢氧化钠溶液反应后，得到的分散系为悬浊液。分析两溶液混合生成的是悬浊液而不是胶体的原因。

提示：生成的 $Fe(OH)_3$ 多，聚集成大颗粒而沉淀下来。

3.胶体的性质——丁达尔效应

(1)实验探究

操作	在与光束垂直的方向观察现象	原因分析
激光笔  $Fe(OH)_3$胶体	一条光亮的“通路”	胶体中粒子的直径为1～100 nm，能对光线进行散射
操作	在与光束垂直的方向观察现象	原因分析
激光笔  NaCl溶液	无明显现象	溶液中粒子的直径小于1 nm，散射极其微弱

(2)应用：丁达尔效应常用来区分胶体和溶液。

○ 任务型课堂 ○

任务1 能正确区别溶液、胶体、浊液

评价活动

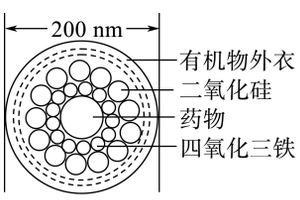
1.科学家用 DNA 制造出一种臂长只有 7 纳米的镊子。下列分散系中的分散质粒子直径与纳米级镊子具有相同数量级的是 (　　)

A.澄清石灰水　　B.石灰浆

C.蔗糖水　　D.鸡蛋清溶液

D　**解析**:澄清石灰水、蔗糖水属于溶液,石灰浆属于悬浊液,鸡蛋清溶液习惯说溶液,但实质是胶体,其分散质粒子直径与纳米级镊子具有相同数量级,D 正确。

2.纳米技术作为精准医疗的核心驱动力,正在重塑肿瘤靶向治疗的格局。如图是一种“纳米药物分子运输车”,该技术可提高肿瘤的治疗效果。下列说法错误的是 (　　)



A.甲烷、乙醇等部分含碳化合物属于有机物

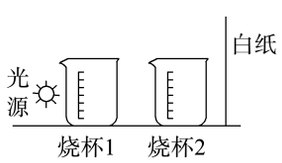
B.该“纳米药物分子运输车”中的二氧化硅属于酸性氧化物

C.该“纳米药物分子运输车”中的四氧化三铁具有磁性

D.该“纳米药物分子运输车”分散于水中所得的分散系是溶液

D　**解析**:甲烷、乙醇均为含碳化合物,属于有机物,A 正确;二氧化硅能与氢氧化钠反应生成硅酸钠和水,二氧化硅是酸性氧化物,B 正确;四氧化三铁为磁铁的主要成分,具有磁性,C 正确;该“纳米药物分子车”的粒子直径为 200 nm,分散于水中所得的分散系为浊液,D 错误。

3.溶液几乎都能产生丁达尔效应(粒子对光的散射现象),且丁达尔效应随其浓度升高逐渐增强,胶体的丁达尔效应比溶液的强。现用以下装置区别 $FeCl_3$ 溶液和 $Fe(OH)_3$ 胶体,下列说法不正确的是 (　　)



A.若烧杯 1 中液体是 $FeCl_3$ 溶液,溶液和胶体均有明显的丁达尔效应

B.若烧杯 2 中液体是 $FeCl_3$ 溶液,胶体有明显的丁达尔效应,溶液无明显现象

C.溶液、胶体互换位置,出现两次丁达尔效应的为溶液,只出现一次丁达尔效应的为胶体

D.溶液、胶体互换位置,只出现一次丁达尔效应的为溶液,出现两次丁达尔效应的为胶体

C　**解析**:胶体的丁达尔效应较强,若烧杯 1 是 $FeCl_3$ 溶液,靠近光源,$Fe(OH)_3$ 胶体在后,溶液存在丁达尔效应,光线进入烧杯 2 的胶体后也会出现丁达尔效应,A 正确;若烧杯 2 是 $FeCl_3$ 溶液,胶体在前靠近光源,光线透过胶体后,进入后面溶液光线较少,溶液不会出现明显的丁达尔效应,B 正确;当溶液在前、胶体在后,溶液和胶体均有明显的丁达尔效应,两者互换后,胶体出现丁达尔效应,溶液不会出现明显丁达尔效应,故通过溶液、胶体互换位置,出现两次丁达尔效应的为胶体,只出现一次丁达尔效应的为溶液,C 错误,D 正确。

【任务总结】

正确理解胶体粒子的大小

(1)溶液、胶体的本质区别是分散质粒子直径的大小不同,而不是能否产生丁达尔效应。

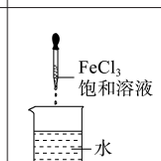
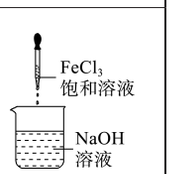
(2)胶体粒子可以是一个有机大分子(如蛋白质胶体、淀粉溶液),也可以是多个粒子的集合体(如氢氧化铁胶体)。

(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,纳米材料分散到分散剂中才可以形成胶体。

任务2 掌握胶体制备、分离与提纯的方法

评价活动

1.将少量 $FeCl_3$ 饱和溶液分别滴加到下列物质中,实验现象记录如下表所示:

实验编号	甲	乙	丙
实验操作			
实验现象	黄色均一液体	红褐色均一液体	_____

下列叙述错误的是 (　　)

A.甲中“黄色均一液体”中分散质粒子直径小于 1 nm

B.乙中反应可表示为 $Fe^{3+}+3OH^- \xlongequal{\triangle} Fe(OH)_3$（胶体）

C.乙中的分散系与云、烟、雾具有相似的性质

D.丙中实验现象为有红褐色沉淀产生

B　**解析**：甲中“黄色均一液体”是把 $FeCl_3$ 饱和溶液滴入水中形成的溶液，溶液中分散质粒子直径小于 1 nm，A 正确；乙中制备 $Fe(OH)_3$ 胶体时，$FeCl_3$ 和沸水反应生成 $Fe(OH)_3$ 胶体和 HCl，其离子方程式为 $Fe^{3+}+3H_2O \xlongequal{\triangle} Fe(OH)_3$（胶体）$+3H^+$，B 错误；乙中分散系为 $Fe(OH)_3$ 胶体，云、烟、雾均属于胶体（气溶胶），具有相似的胶体性质（如丁达尔效应等），C 正确；丙中 $FeCl_3$ 和 NaOH 反应生成红褐色的 $Fe(OH)_3$ 沉淀和 NaCl，即实验现象为有红褐色沉淀产生，D 正确。

2. 下列关于胶体的叙述正确的是　　（　　）

A.放电影时，放映机到银幕间光柱的形成是因为丁达尔效应

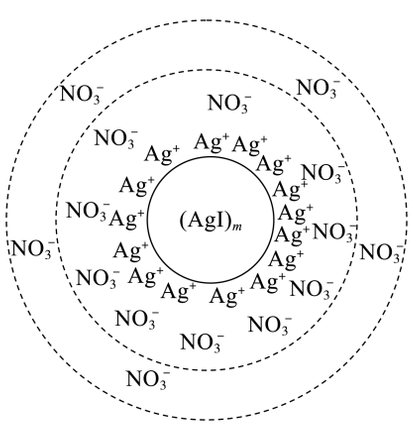
B.实验室用 NaOH 溶液和 $FeCl_3$ 溶液反应制备 $Fe(OH)_3$ 胶体

C.胶体与溶液的本质区别是能否产生丁达尔效应

D.可用过滤的方法分离胶体与溶液

A　**解析**：放映机到银幕间光柱的形成是丁达尔效应，A 正确；将 $FeCl_3$ 饱和溶液滴入沸水中制备 $Fe(OH)_3$ 胶体，B 错误；胶体与溶液的本质区别是分散质粒子直径的大小，C 错误；胶体粒子能通过滤纸，过滤不能分离胶体与溶液，D 错误。

3. 向 $AgNO_3$ 溶液中加入适量的 KI 后制得的一种 AgI 溶胶的微观结构如图所示。下列说法正确的是　　（　　）



A.AgI 胶体的分散质粒子能吸附阳离子，从而使 AgI 胶体带正电荷

B.用渗析的方法可以除去 AgI 胶体中的 KNO_3 溶液

C.AgI 溶胶中，胶体的分散质粒子的半径为 1～100 nm

D.向有污染的水中加入胶体，可以杀菌消毒，这个过程发生化学变化

B　**解析**：AgI 胶体的分散质粒子能吸附阳离子，AgI 胶体的分散质粒子带正电荷，但胶体不带电，A 错误；AgI 胶体的分散质粒子直径为 1～100 nm，不能通过半透膜，而 KNO_3 溶液中的离子能通过半透膜，用渗析的方法可除去 AgI 胶体中 KNO_3 溶液，B 正确，C 错误；胶体可吸附水体中的悬浮杂质，但不具有杀菌消毒的作用，发生物理变化，D 错误。

4. 在量子点的发现和合成领域有重大贡献的三位科学家在 2023 年获得了诺贝尔化学奖。实验室制备的硫化镉（CdS）量子点的直径为 1～50 nm，它们具有高比表面积、容易吸附阴离子而带负电荷等性质。下列关于 CdS 量子点的说法不正确的是　　（　　）

A.CdS 量子点在水中形成的分散系属于胶体

B.CdS 量子点分散在水中可产生丁达尔效应

C.向 CdS 量子点在水中形成的分散系中加入 KNO_3 会发生聚沉

D.可以用滤纸分离 CdS 量子点与 NaCl 溶液

D　**解析**：CdS 量子点的尺寸为 1～50 nm，在水中形成的分散系属于胶体，可产生丁达尔效应，A、B 正确；CdS 胶体的分散质粒子带有电性，加入 KNO_3 会使胶体发生聚沉，C 正确；胶体中的分散质粒子和溶液中的溶质都能通过滤纸，无法用滤纸分离 CdS 量子点与 NaCl 溶液，应用渗析法分离，D 错误。

【任务总结】

1. 胶体的电泳

（1）定义：在外电场的作用下胶体的分散质粒子发生定向移动。

（2）规律：带正电荷的胶体分散质粒子向阴极移动，带负电荷的胶体分散质粒子向阳极移动。

（3）应用：电泳电镀、电泳除尘等。

2. 胶体的聚沉

（1）定义：在一定条件下胶体形成沉淀析出。

（2）条件：加入酸、碱、盐溶液；加热、搅拌、加入带相反电荷胶体分散质粒子的胶体。

（3）应用：卤水点豆腐、黄河三角洲的形成等。

3. 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。

（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。

课后素养评价（二）　分散系及其分类

建议用时：30分钟

基础巩固

1.下列物质不属于分散系的是　　（　　）

A.乙醇　　B.氢氧化钠溶液

C.石灰乳　　D.牛奶

A　**解析**：乙醇是纯净物，不属于分散系，A符合题意；氢氧化钠溶液属于溶液，溶液属于分散系，B不符合题意；石灰乳属于浊液，浊液属于分散系，C不符合题意；牛奶属于胶体，胶体属于分散系，D不符合题意。

2.按溶液、浊液、胶体的顺序排列正确的是　　（　　）

A.苏打水、氨水、豆浆

B.$Ca(OH)_2$悬浊液、澄清石灰水、石灰浆

C.白糖水、食盐水、茶水

D.碘酒、泥水、血液

D　**解析**：苏打水是碳酸氢钠的水溶液，氨水是溶液，不是浊液，豆浆是胶体，故A错误；$Ca(OH)_2$悬浊液为浊液，澄清石灰水为溶液，石灰浆为浊液，故B错误；白糖水是蔗糖的水溶液，食盐水是氯化钠的水溶液，茶水是溶液，故C错误；碘酒是碘的乙醇溶液，泥水是浊液，血液为胶体，故D正确。

3.下列有关分散系的叙述中，正确的是　　（　　）

A.分散系都是混合物

B.$Fe(OH)_3$胶体中，H_2O是分散质

C.当光束通过NaCl溶液时，能观察到丁达尔效应

D.悬浊液的分散质粒子直径小于1 nm

A　**解析**：分散系由分散质和分散剂组成，都是混合物，A正确；$Fe(OH)_3$胶体中，$Fe(OH)_3$胶粒是分散质，H_2O是分散剂，B错误；NaCl溶液属于溶液，不会产生丁达尔效应，C错误；溶液分散质粒子直径小于1 nm，D错误。

4.科学家发现了纯碳新材料“碳纳米泡沫”，每个泡沫约含有4 000个碳原子，直径为6～9 nm，在低于−183 ℃时，泡沫具有永久磁性。下列叙述正确的是　　（　　）

A.“碳纳米泡沫”是一种新型的含碳化合物

B.“碳纳米泡沫”与石墨互为同素异形体

C.“碳纳米泡沫”和金刚石的性质相同

D.“碳纳米泡沫”属于胶体

B　**解析**：“碳纳米泡沫”仅由碳元素组成，属于单质而非化合物，A错误；“碳纳米泡沫”与石墨均为碳元素形成的不同结构的单质，互为同素异形体，B正确；同素异形体的物理性质不同，如“碳纳米泡沫”具有磁性而金刚石没有，性质不同，C错误；“碳纳米泡沫”本身是纯净物，只有分散到适当介质中才能形成胶体，D错误。

5.黄山日出时，云雾被染成了金色或红色，这是云雾与阳光共同创造的绝美的风景。下列有关说法错误的是　　（　　）

A.云和雾属于分散系中的气溶胶

B.上述光现象与丁达尔效应原理相同

C.上述光现象是云雾对光的散射所致

D.丁达尔效应是胶体和溶液的本质区别

D　**解析**：云雾是大气中的水蒸气遇冷液化成的小水滴或凝华成的小冰晶飘浮在空中的可见聚合物，它们都形成气溶胶，A正确；上述光现象是云雾对光的散射所致，与丁达尔效应原理相同，B、C正确；丁达尔效应是区分胶体和溶液的方法，胶体和溶液的本质区别是分散质粒子直径不同，D错误。

6.下列有关胶体的说法错误的是　　（　　）

A.空气、有色玻璃、淀粉溶液都属于胶体

B.胶体和溶液分散质粒子直径比浊液小

C.氢氧化铁胶体带正电，土壤胶体带负电

D.胶体都是混合物，实验室常利用渗析法提纯胶体

C　**解析**：空气中含有小液滴与固体悬浮物，属于气溶胶；有色玻璃（固溶胶）和淀粉溶液（液溶胶）属于胶体，A正确；胶体和溶液的分散质粒子直径均小于浊液，B正确；胶体整体呈电中性，带电的是胶体粒子（如氢氧化铁胶体胶粒带正电，土壤胶粒带负电），C错误；胶体为混合物，渗析法利用半透膜提纯胶体，D正确。

拓展提高

7.羟基氧化铝是一种“纳米材料”，粒子直径为1～100 nm，现将其均匀地分散到蒸馏水中形成分散系。下列说法正确的是　　（　　）

A.羟基氧化铝是胶体

B.羟基氧化铝溶于水中所得的分散系能产生丁达尔效应

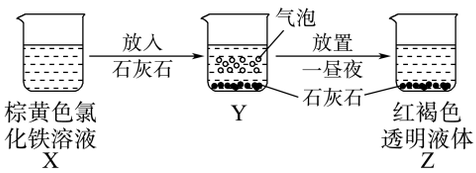
C.羟基氧化铝溶于水中所得的分散系能透过半透膜

D.静置一段时间后，该分散系会产生沉淀

B　**解析**：羟基氧化铝粒子直径为1～100 nm，但是没有分散剂，故不是胶体，故A错误；若将羟基氧化铝分散到水中，则形成胶体，能产生丁达尔效应，故

B 正确；羟基氧化铝溶于水中所得的分散系是胶体，胶粒不能透过半透膜，故 C 错误；胶体静置不会析出沉淀，故 D 错误。

8.某同学在实验室进行了如图所示的实验，下列说法错误的是($FeCl_3$ 溶液显酸性)　(　　)



A.X、Z 烧杯中分散质不同

B.Y 中反应生成的气泡为 H_2

C.利用过滤的方法，可将 Z 中固体与液体分离

D.Z 中分散系能产生丁达尔效应

B　**解析**：X 是 $FeCl_3$ 溶液，分散质是 Cl^- 和 Fe^{3+}，Z 是 $Fe(OH)_3$ 胶体，分散质是 $Fe(OH)_3$ 胶粒，A 正确；$CaCO_3$ 能与 H^+ 结合生成 H_2O 和 CO_2，B 错误；过滤法可分离固体和液体，C 正确；Z 是 $Fe(OH)_3$ 胶体，能产生丁达尔效应，D 正确。

9.“钴酞菁”的分子直径为 1.3×10^{-9} m、分子式为 $C_{32}H_{16}N_8Co$，结构和性质与人体的血红素、植物体内的叶绿素非常相似。下列关于“钴酞菁”的说法正确的是　(　　)

A.分子直径比 Na^+ 小

B.“钴酞菁”分子不能透过滤纸

C.在水中所形成的分散系属于悬浊液

D.在水中所形成的分散系能产生丁达尔效应

D　**解析**：Na^+ 直径小于 1 nm，故“钴酞菁”分子的直径比 Na^+ 的大，A 错误；根据“钴酞菁”分子直径可知，该分子能透过滤纸，B 错误；“钴酞菁”分子溶于水形成胶体，能产生丁达尔效应，C 错误，D 正确。

10.明胶是水溶性蛋白质混合物，溶于水形成胶体。

(1)已知工业明胶含有 $Fe(CrO_2)_2$，会对人体造成伤害，其中铬元素是+3 价，则铁元素是_____价，$Fe(CrO_2)_2$ 属于_____(填“酸”“碱”“盐”或“氧化物”)。

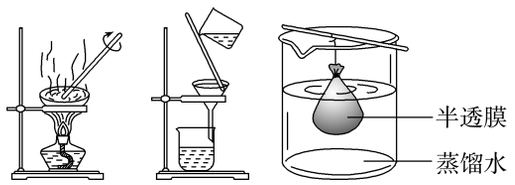
(2)明胶的水溶液和 K_2SO_4 溶液共同具有的性质是_____(填字母序号)。

a.都不稳定，密封放置会产生沉淀

b.分散质粒子都可以通过滤纸

c.均能产生丁达尔效应

(3)已知胶体的分散质不能透过半透膜，但水分子等小分子或离子能透过半透膜。提纯明胶的装置是下列中的_____(填字母序号)。



(4)实验室常用向煮沸的蒸馏水中滴加饱和 $FeCl_3$ 溶液的方法制备 $Fe(OH)_3$ 胶体，证明有胶体生成的最常用的实验操作是_____。

(5)下列关于 $Fe(OH)_3$ 胶体的说法正确的是_____(填字母序号)。

A.利用丁达尔效应分离 $Fe(OH)_3$ 胶体和 $FeCl_3$ 溶液

B.$Fe(OH)_3$ 胶体的胶粒带正电荷，在通电情况下胶粒向直流电源的负极移动，这种现象称为电泳

C.向 $Fe(OH)_3$ 胶体中加入带相反电性胶粒的胶体会出现沉淀

D.向沸腾的 NaOH 稀溶液中边滴加 $FeCl_3$ 饱和溶液，边用玻璃棒搅动，然后继续煮沸，可制备 $Fe(OH)_3$ 胶体

(6)明矾的化学式是_____，其溶于水生成的胶体具有_____性，可以用来净水。

解析：(1)$Fe(CrO_2)_2$ 中，铬元素是+3 价，氧元素是−2 价，则铁元素的化合价为+2 价；CrO_2^- 是一种酸根阴离子，$Fe(CrO_2)_2$ 由金属阳离子和酸根阴离子构成，属于盐。(2)明胶的水溶液为胶体，胶体具有介稳性，K_2SO_4 溶液具有稳定性，a 项错误；胶体和溶液的分散质粒子都可以通过滤纸，b 项正确；胶体能产生丁达尔效应，而溶液不能，c 项错误。(3)明胶的水溶液属于胶体，胶体的分散质不能透过半透膜，但水分子等小分子或离子能透过半透膜，故提纯明胶采用渗析法，装置为 C。(4)可利用丁达尔效应检验胶体，具体操作为让一束可见光通过制得的分散系，从侧面观察到一条光亮的“通路”，说明制得的是胶体。(5)利用丁达尔效应可以区分 $Fe(OH)_3$ 胶体和 $FeCl_3$ 溶液，但不能将二者分离，A 项错误；$Fe(OH)_3$ 胶体的胶粒带正电荷，在通电情况下胶粒向直流电源的负极移动，这种现象称为电泳，B 项正确；向 $Fe(OH)_3$ 胶体中加入带相反电性胶粒的胶体，破坏了胶体的稳定，会出现沉淀，C 项正确；向沸腾的 NaOH 稀溶液中边滴加 $FeCl_3$ 饱和溶液，边用玻璃棒搅动，产生 $Fe(OH)_3$ 沉淀，不是 $Fe(OH)_3$ 胶体，D 项错误。(6)明矾的化学式是 $KAl(SO_4)_2\cdot$

$12H_2O$，其溶于水能够生成 $Al(OH)_3$ 胶体，具有吸附性，可以用来净水。

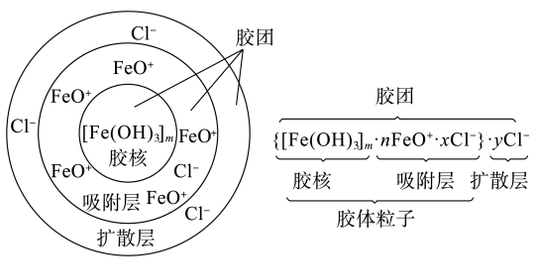
答案：(1)+2　盐　(2)b　(3)C

(4)让一束可见光通过制得的分散系，从侧面观察到一条光亮的“通路”，说明制得的是胶体

(5)BC　(6)$KAl(SO_4)_2\cdot12H_2O$　吸附

创新应用

11. 用 $FeCl_3$ 溶液新制的 $Fe(OH)_3$ 胶体的胶团(不显电性)结构如图所示。下列说法错误的是（　　）



A.图中 x 与 y 存在的关系：$x=y$

B.胶体粒子的直径为 1～100 nm

C.当光束通过新制的 $Fe(OH)_3$ 胶体时，从垂直于入射光方向可以观察到胶体里出现一条光亮的“通路”

D.$Fe(OH)_3$ 胶体能够稳定存在，是因为 $Fe(OH)_3$ 胶粒带正电荷，相互排斥，不能聚沉

A　**解析**：$Fe(OH)_3$ 胶体的胶团不显电性，胶团中正、负电荷总数相等，则 $n=x+y$，但 x 与 y 不一定相等，A 错误；胶体分散质粒子直径为 1～100 nm，B 正确；胶体可以产生丁达尔效应，所以当光束通过新制的 $Fe(OH)_3$ 胶体时，从垂直入射光方向可以观察到胶体里出现一条光亮的“通路”，C 正确；$Fe(OH)_3$ 胶粒都带正电荷，彼此相互排斥，不能聚沉，D 正确。

第 3 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，一定条件下物质之间可以相互转化。

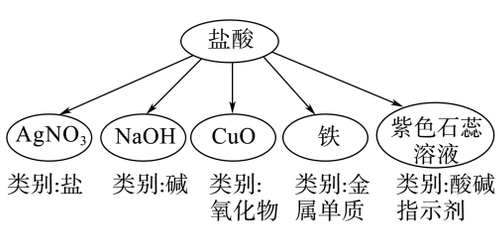
3. 通过化学反应的重要作用认识化学科学对人类的贡献，激发研究化学科学的热情。

问题式预习

一、酸、碱、盐的性质

1. 酸的通性(以盐酸为例)

(1)盐酸可与下列物质反应：



(2)写出盐酸分别与上述物质反应的化学方程式并注明反应类型：

①铁：$Fe+2HCl=\!=\!=FeCl_2+H_2\uparrow$，置换反应；

②氧化铜：$CuO+2HCl=\!=\!=CuCl_2+H_2O$，复分解反应；

③烧碱：$NaOH+HCl=\!=\!=NaCl+H_2O$，复分解反应；

④硝酸银：$AgNO_3+HCl=\!=\!=AgCl\downarrow+HNO_3$，复分解反应。

2. 碱的性质(以氢氧化钙为例)

(1)指出表中各物质的类别：

物质	NaOH	HNO_3	CO_2	P_4	Na_2CO_3	$CuCl_2$	MgO
类别	碱	酸	氧化物	单质	盐	盐	氧化物

(2)先判断上述物质能否与氢氧化钙反应，再写出反应的化学方程式并注明反应类型：

①$Ca(OH)_2+2HNO_3=\!=\!=Ca(NO_3)_2+2H_2O$，复分解反应；

②$Ca(OH)_2+CO_2=\!=\!=CaCO_3\downarrow+H_2O$，复分解反应；

③$Ca(OH)_2+Na_2CO_3=\!=\!=CaCO_3\downarrow+2NaOH$，复分解反应；

④$Ca(OH)_2+CuCl_2=\!=\!=Cu(OH)_2\downarrow+CaCl_2$，复分解反应。

◇练一练

SO_2 和 CO_2 同为酸性氧化物，试根据酸性氧化物具有的通性，回答下列问题：

(1)请写出 SO_2 与生石灰反应的化学方程式：

_____。

(2)SO_2 的实验室制法与 CO_2 的实验室制法具有许多相似之处，请写出 H_2SO_4 和 Na_2SO_3 反应制取 SO_2 的化学方程式：_____

_____。

(3)将足量的 SO_2 通入澄清石灰水中的现象是

_____

_____。

提示：(1)$SO_2+CaO=\!=\!=CaSO_3$

(2)$H_2SO_4+Na_2SO_3=\!=\!=Na_2SO_4+SO_2\uparrow+H_2O$

(3)溶液先变浑浊，后变澄清

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 $HCl+CH_3COONa=\!=\!=NaCl+CH_3COOH$。

(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 $CuCl_2+2NaOH=\!=\!=Cu(OH)_2\downarrow+2NaCl$。

(3)与盐反应生成两种新盐。如 $NaCl+AgNO_3=\!=\!=AgCl\downarrow+NaNO_3$。

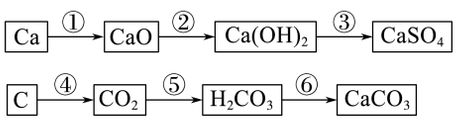
二、物质的转化

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

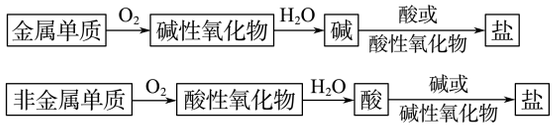


写出下列有关反应的化学方程式并注明反应类型：

化学方程式	反应类型
①$2Ca+O_2=\!=\!=2CaO$	化合反应
②$CaO+H_2O=\!=\!=Ca(OH)_2$	化合反应
③$Ca(OH)_2+H_2SO_4=\!=\!=CaSO_4\downarrow+2H_2O$	复分解反应
④$C+O_2\xlongequal{点燃}CO_2$	化合反应
⑤$CO_2+H_2O=\!=\!=H_2CO_3$	化合反应
⑥$H_2CO_3+Ca(OH)_2=\!=\!=CaCO_3\downarrow+2H_2O$	复分解反应

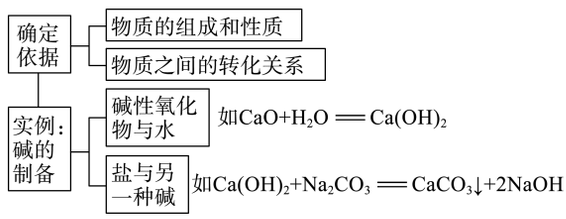
(2)结论

单质到盐的转化关系：



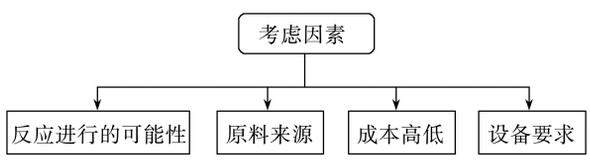
三、确定制备物质的方法

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 $Ca(OH)_2$]反应。

◇想一想

以工业制取 NaOH 为例，思考并回答下列问题。

(1)选用两种方法制取氢氧化钠，并写出相关反应的化学方程式。

提示：①碱性氧化物与水反应：$Na_2O+H_2O=\!=\!=2NaOH$；②碱与盐反应：$Na_2CO_3+Ca(OH)_2=\!=\!=CaCO_3\downarrow+2NaOH$。

(2)从原料来源、成本等角度考虑工业上能否用上述两种方法制取氢氧化钠？现在主要采用什么方法制取氢氧化钠？

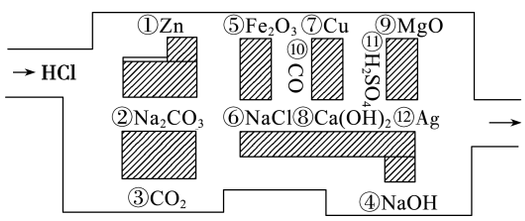
提示：方法①不能用于工业上制取氢氧化钠，因为 Na_2O 作为原料，来源少、成本高；工业上制取 NaOH 过去曾采用方法②。现在工业上主要采用电解饱和食盐水的方法制取氢氧化钠。

○ 任务型课堂 ○

任务一 掌握物质的转化关系

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），所以甲同学必须避开它们，否则就无法通过。



活动1 甲同学最终走出了迷宫，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；$Na_2CO_3+2HCl=2NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$。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：$2CO+O_2\xlongequal{点燃}2CO_2$，$CO_2+C\xlongequal{高温}2CO$。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”。

【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）。

评价活动

1. 下列物质转化（“→”表示一种物质转化为另一种物质）中，每次转化只通过一步反应，不可能全部实现的是（　　）

A. $H_2O_2\rightarrow O_2\rightarrow CO_2\rightarrow H_2CO_3$

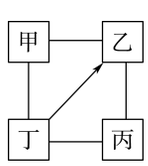
B. $CaCl_2$溶液$\xrightarrow{CO_2}CaCO_3\xrightarrow{HCl}CO_2$

C. $CaCO_3\rightarrow CaO\rightarrow Ca(OH)_2\rightarrow NaOH$

D. $Mg\rightarrow MgCl_2\rightarrow Mg(OH)_2\rightarrow Mg(NO_3)_2$

B　**解析**：H_2O_2分解生成O_2，O_2与碳反应生成CO_2，CO_2溶于水生成H_2CO_3，各步均可一步完成，A不符合题意；$CaCl_2$溶液无法直接与CO_2反应生成$CaCO_3$（需借助可溶碳酸盐），因此第一步无法一步实现，B符合题意；$CaCO_3$高温分解为CaO，CaO与水生成$Ca(OH)_2$，$Ca(OH)_2$与Na_2CO_3反应生成NaOH，各步均可一步完成，C不符合题意；Mg与HCl反应生成$MgCl_2$，$MgCl_2$与NaOH反应生成$Mg(OH)_2$，$Mg(OH)_2$与HNO_3反应生成$Mg(NO_3)_2$，各步均可一步完成，D不符合题意。

2. 下图中，“—”表示相连的物质间在一定条件下可以反应，“→”表示丁在一定条件下通过置换反应可以转化为乙。下列四组物质中，符合图示要求的是（　　）



选项	甲	乙	丙	丁
A	O_2	CO	CuO	C
B	Fe	$CuCl_2$	Zn	HCl
C	H_2SO_4	Na_2SO_4	NaOH	NaCl
D	$BaCl_2$	K_2CO_3	HCl	KOH

A　**解析**：甲（O_2）与乙（CO）反应生成CO_2，甲（O_2）与丁（C）反应生成CO或CO_2，乙（CO）与丙（CuO）

反应生成 Cu 和 CO_2，丙(CuO)与丁(C)反应生成 Cu 和 CO_2，丁(C)与 CuO 发生置换反应($C+CuO \xlongequal{高温} Cu+CO\uparrow$)生成乙(CO)，所有反应关系均满足，A 正确；丁(HCl)无法通过置换反应生成乙($CuCl_2$)，因为 Cu 的活动性弱于 H，不能与 HCl 反应生成 $CuCl_2$，B 错误；甲(H_2SO_4)与乙(Na_2SO_4)不反应，二者混合无气体、沉淀或水生成，不满足复分解反应条件，C 错误；甲($BaCl_2$)与丁(KOH)不反应，二者混合无沉淀、气体或水生成，D 错误。

3. 物质 X 可发生下列两个反应，则 X 可能是　(　　)

①X＋碱⟶盐＋水

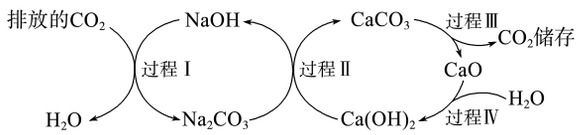
②X＋金属氧化物⟶盐＋水

A.CaO　　B.H_2SO_4

C.NaOH　　D.CO

B　**解析**：CaO 与碱、金属氧化物均不反应，A 错误；H_2SO_4 与碱、金属氧化物反应均生成盐和水，B 正确；NaOH 与碱、多数金属氧化物均不反应，C 错误；CO 与碱不反应，与金属氧化物在加热的条件下反应生成金属和 CO_2，D 错误。

4. 利用“碳捕获与储存”技术可收集并储存工厂排放的 CO_2，原理如图所示。下列说法中，不正确的是　(　　)



A.“碳捕获与储存”有助于缓解温室效应

B.过程Ⅰ中用 NaOH 溶液“捕获”排放的 CO_2

C.过程Ⅲ和过程Ⅳ的反应类型分别为分解反应和化合反应

D.上述过程中只有 NaOH 能够循环利用

D　**解析**：“碳捕获与储存”能减少 CO_2 的排放，有助于缓解温室效应，A 正确；过程Ⅰ中用 NaOH 溶液“捕获”排放的 CO_2，发生反应：$2NaOH+CO_2=Na_2CO_3+H_2O$，B 正确；过程Ⅲ发生的反应为 $CaCO_3 \xlongequal{高温} CaO+CO_2\uparrow$，属于分解反应，过程Ⅳ发生的反应为 $CaO+H_2O=Ca(OH)_2$，属于化合反应，C 正确；NaOH 和 $Ca(OH)_2$ 既参与反应，又生成，能够循环利用，D 错误。

课后素养评价（三）　物质的转化

建议用时：30分钟

基础巩固

1. 向下列各物质的水溶液中滴加稀硫酸或 $MgCl_2$ 溶液时，均有白色沉淀生成的是　(　　)

A.$BaCl_2$　　B.Na_2CO_3

C.$Ba(OH)_2$　　D.KOH

C　**解析**：$Ba(OH)_2$ 与 H_2SO_4 反应生成 $BaSO_4$ 沉淀，$BaSO_4$ 与 $MgCl_2$ 反应生成 $Mg(OH)_2$ 沉淀。

2. 在下列溶液中分别放入铁棒，一小段时间后把铁棒取出，能使铁棒质量增加的溶液是　(　　)

A.氢氧化钠溶液　　B.食盐水

C.硫酸铜溶液　　D.盐酸

C　**解析**：铁棒与硫酸铜溶液反应，铁置换出铜，使铁棒质量增加；铁棒与盐酸反应，亚铁离子进入溶液，放出氢气，铁棒质量减小；铁棒与氢氧化钠溶液、食盐水不反应。

3. 工业上以碳酸钙为主要原料，制取金属钙的过程为　(　　)

A.碳酸钙高温分解

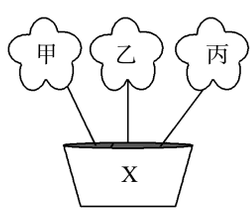
B.碳酸钙与盐酸反应得 $CaCl_2$，再用锌还原

C.高温下用碳还原碳酸钙

D.碳酸钙与盐酸反应得 $CaCl_2$，再电解熔融的 $CaCl_2$

D　**解析**：钙为非常活泼的金属，用电解法制备，故先用碳酸钙与盐酸反应得 $CaCl_2$，再电解熔融的 $CaCl_2$。

4. 化学变化多姿多彩。下图中甲、乙、丙、X 分别是 Fe_2O_3、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.Fe_2O_3

C.CO　　D.盐酸

B　**解析**：Fe_2O_3 与 C、CO、盐酸均能发生反应，反应的化学方程式分别为 $3C+2Fe_2O_3 \xlongequal{高温} 4Fe+3CO_2\uparrow$、$3CO+Fe_2O_3 \xlongequal{高温} 2Fe+3CO_2$、$Fe_2O_3+6HCl=2FeCl_3+3H_2O$，故 X 为 Fe_2O_3。

5. 下列有关叙述对应的化学方程式、基本反应类型都正确的是　(　　)

A.二氧化碳与澄清石灰水反应：$CO_2+Ca(OH)_2=CaCO_3+2H_2O$　中和反应

B.细铁丝在氧气中燃烧：$Fe+O_2 \xlongequal{} Fe_3O_4$　氧化反应

C.铝与硫酸铜溶液反应：$Al+CuSO_4 \xlongequal{} Cu+AlSO_4$　置换反应

D.用碳酸氢钠治疗胃酸过多：$NaHCO_3+HCl \xlongequal{} NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$　复分解反应

D　**解析**：二氧化碳与澄清石灰水反应的化学方程式应为 $CO_2+Ca(OH)_2 \xlongequal{} CaCO_3\downarrow+H_2O$，中和反应不是基本反应类型，A 错误；铁燃烧的化学方程式应为 $3Fe+2O_2 \xlongequal{点燃} Fe_3O_4$，该反应属于氧化还原反应，但氧化还原反应不是基本反应类型，B 错误；铝与硫酸铜溶液的反应为置换反应，化学方程式为 $2Al+3CuSO_4 \xlongequal{} 3Cu+Al_2(SO_4)_3$，C 错误；碳酸氢钠与盐酸反应生成 NaCl、$H_2O$ 和 CO_2 的化学方程式为 $NaHCO_3+HCl \xlongequal{} NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$，属于复分解反应，D 正确。

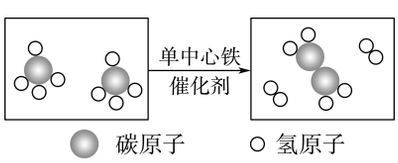
6.能实现下列物质间直接转化的元素是　（　）

单质 $\xrightarrow{+O_2}$ 氧化物 $\xrightarrow{+H_2O}$ 酸或碱 $\xrightarrow{+NaOH\text{ 或 }HCl}$ 盐

A.H　　B.S　　C.Cu　　D.Fe

B　**解析**：氢气与氧气反应生成水，不能再与水反应转化成酸或碱；铜、铁与氧气生成的氧化物不能与水反应生成碱；硫符合转化关系：$S \xrightarrow{+O_2} SO_2 \xrightarrow{+H_2O} H_2SO_3 \xrightarrow{+NaOH} Na_2SO_3$。

7.我国科学家创造性地构建了“单中心铁催化剂”，在甲烷高效转化研究中获得重大突破。该转化的微观示意图如图所示。下列有关该转化的说法正确的是　（　）



A.“单中心铁催化剂”不可回收利用

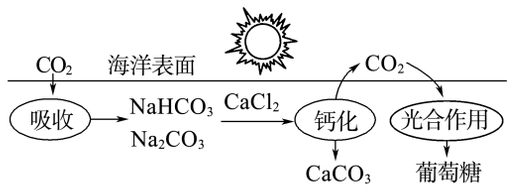
B.保持氢气化学性质的最小粒子是 H

C.反应前后原子的种类发生了变化，生成物之一为 C_2H_4

D.反应前后分子的种类发生了变化，是分解反应

D　**解析**：结合图示可知该反应为 $2CH_4 \xrightarrow{单中心铁催化剂} C_2H_4+2H_2$。催化剂在反应前后质量和化学性质都不变，即该催化剂可回收利用，A 错误；保持氢气化学性质的最小粒子是氢气分子，B 错误；反应前后原子的种类和个数均不变，C 错误。

8.已知在太阳光作用下，植物体内的叶绿素能将水、CO_2 转化为葡萄糖。如图为海水吸收 CO_2 并进行碳循环的原理示意图。下列说法正确的是　（　）



A.该碳循环是无机物之间的循环

B.该碳循环中涉及 1 种氧化物

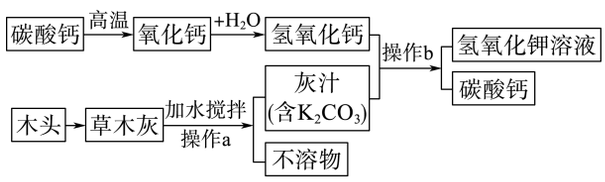
C.该碳循环中涉及 5 种盐

D.该碳循环中涉及反应 $Na_2CO_3+CaCl_2 \xlongequal{} 2NaCl+CaCO_3\downarrow$

D　**解析**：葡萄糖是有机物，A 错误；CO_2 和 H_2O 均为氧化物，B 错误；该循环中涉及 Na_2CO_3、$NaHCO_3$、$CaCl_2$ 和 $CaCO_3$ 四种盐，C 错误；结合图示可知循环中涉及反应 $Na_2CO_3+CaCl_2 \xlongequal{} 2NaCl+CaCO_3\downarrow$，D 正确。

拓展提高

9.早在战国时期，《周礼·考工记》就记载了我国劳动人民制取氢氧化钾以漂洗丝帛的工艺，其过程如图所示。下列说法错误的是　（　）



A.草木灰中含有 K_2CO_3

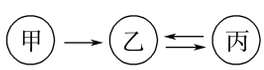
B.操作 a 和操作 b 不相同

C.反应过程中未涉及的基本反应类型为置换反应

D.反应过程中能够循环利用的物质是碳酸钙

B　**解析**：草木灰主要成分是 K_2CO_3，A 正确；操作 a、b 都是将固体和液体分离，是过滤，B 错误；反应过程中涉及 $CaCO_3$ 高温分解反应，CaO 和 H_2O 的化合反应，$Ca(OH)_2$ 和 K_2CO_3 的复分解反应，没有涉及置换反应，C 正确；由流程图可知，$CaCO_3$ 先高温分解，后又在操作 b 中生成，可循环利用，D 正确。

10.甲、乙、丙有如图所示的转化关系（“→”表示反应一步实现，部分物质和反应条件已略去）。下列各组物质按照甲、乙、丙的顺序不符合要求的是　（　）



①C、CO、CO_2　②H_2O、H_2O_2、O_2

③KOH、K_2CO_3、KNO_3

④Fe_2O_3、$FeCl_3$、$Fe(OH)_3$

A.①②　　B.③④

C.②③　　D.①④

C　**解析**：H_2O 不能通过一步反应生成 H_2O_2，②不符合要求；KOH 能够转化为 K_2CO_3，K_2CO_3 能够转化为 KNO_3，但 KNO_3 无法转化为 K_2CO_3，③不符合要求。

11. 牙膏中的摩擦剂碳酸钙可用石灰石来制备。某学生设计了一种用石灰石制备碳酸钙的实验方案，其流程图如下所示：

石灰石 $\xrightarrow{①\text{高温}}$ 生石灰 $\xrightarrow{②\text{加水}}$ 石灰水 $\xrightarrow{③\text{加 }Na_2CO_3\text{ 溶液}}$ 碳酸钙

(1)下列物质中，属于盐的是_____(填字母序号)。

A.$CaCO_3$　　B.CaO

C.$Ca(OH)_2$　　D.Na_2CO_3

(2)请写出上述制备流程中有关反应的化学方程式，并标明基本反应类型。

①_____；

②_____；

③_____。

(3)请你仍以石灰石为原料(其他试剂自选)，设计另外一种制备碳酸钙的方案，仿照上述流程写出你的制备流程图。

你所设计方案的优点是_____。

(4)用食醋、澄清石灰水等来验证牙膏中含有碳酸钙的操作及现象为_____。

解析：(3)根据所给转化流程知，可以充分利用第一步反应产生的 CO_2，将其用于碱生成盐的反应，即 $CO_2+Ca(OH)_2=\!=\!=CaCO_3\downarrow+H_2O$；其优点是 CO_2 得到充分利用，节省原料。

答案：(1)AD

(2)$CaCO_3 \xlongequal{\text{高温}} CaO+CO_2\uparrow$(分解反应)

$CaO+H_2O=\!=\!=Ca(OH)_2$(化合反应)

$Ca(OH)_2+Na_2CO_3=\!=\!=CaCO_3\downarrow+2NaOH$(复分解反应)

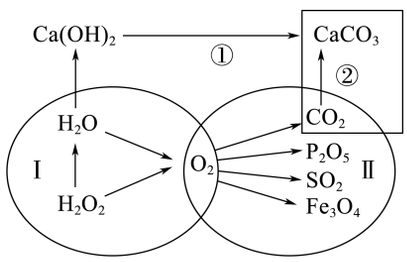
(3)石灰石 $\xrightarrow{\text{高温}}$ 生石灰 $\xrightarrow{\text{加水}}$ 石灰水 → 碳酸钙；石灰石 → 二氧化碳 → 碳酸钙

CO_2 得到充分利用，节省原料

(4)用食醋和牙膏反应，并把放出的气体通入澄清石灰水中，澄清石灰水变浑浊

创新应用

12. 如图表示部分常见物质间的相互转化关系(反应条件已省略)，下列说法错误的是　(　　)



A.反应①和②可能是同一反应

B.图中氧化物中有四种属于酸性氧化物

C.图中物质类别有单质、氧化物、碱和盐

D.圈Ⅱ中的氧化物都可以由 O_2 和相应单质在点燃条件下生成

B　**解析**：反应①可能是 $CO_2+Ca(OH)_2=\!=\!=CaCO_3+H_2O$，也可能是 $Ca(OH)_2$ 和可溶性的碳酸盐反应生成 $CaCO_3$ 沉淀，②是 $CO_2+Ca(OH)_2=\!=\!=CaCO_3+H_2O$，A 正确；图中 CO_2、SO_2 和 P_2O_5 属于酸性氧化物，共有 3 种，B 错误；图中 O_2 为单质，H_2O、Fe_3O_4、CO_2、SO_2 和 P_2O_5 属于氧化物，$Ca(OH)_2$ 属于碱，$CaCO_3$ 属于盐，C 正确；圈Ⅱ中的氧化物分别为 Fe_3O_4、CO_2、SO_2 和 P_2O_5，都可由 O_2 和相应单质在点燃条件下生成，D 正确。

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。

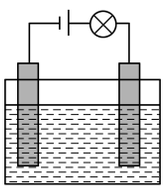
3. 能用电离方程式表示酸、碱、盐的电离。

○ 问题式预习 ○

一、电解质及其导电

1.电解质

(1)探究物质的导电情况

实验装置	水槽中物质	导电情况
	NaCl固体、KNO_3固体、蒸馏水	不导电
	NaCl溶液、KNO_3溶液	导电
	熔融的NaCl、KNO_3	导电

◇想一想

为什么HCl溶液可以导电，蔗糖溶液和乙醇溶液却不能导电？

提示：HCl溶液中有自由移动的离子，而蔗糖溶液和乙醇溶液中没有自由移动的离子。溶液是靠自由移动的离子导电的。

(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。

特别提醒 一般来说，熔融态的碱和盐能导电，能溶于水的酸、碱、盐均能导电。溶液的导电能力取决于单位体积溶液里的离子数目(即离子浓度)和离子所带电荷数。

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

写出下列物质溶于水的电离方程式。

(1)HCl：$HCl=\!=\!=H^+ + Cl^-$。

(2)NaOH：$NaOH=\!=\!=Na^+ + OH^-$。

(3)NaCl：$NaCl=\!=\!=Na^+ + Cl^-$。

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^+ 阳离子；Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-} 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+} 阳离子；OH^- 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^+ 阳离子；Cl^-、SO_4^{2-} 阴离子

◇练一练

判断正误(正确的打“√”，错误的打“×”)。

(1)$KHSO_4$在水溶液中可以电离出H^+，所以$KHSO_4$属于酸。 (×)

(2)化合物电离时有OH^-生成的就是碱。 (×)

(3)化合物电离时，只有生成金属阳离子和酸根阴离子的才是盐。 (×)

(4)液态硫酸无法电离，只有在溶于水形成水溶液时才发生电离。 (√)

○ 任务型课堂 ○

任务1 能正确辨析电解质

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？

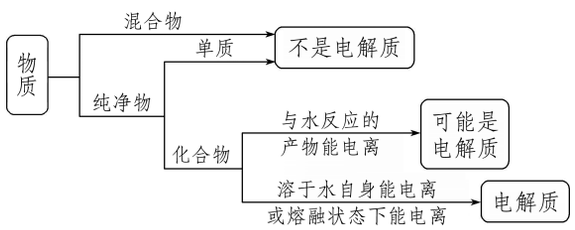
提示：酸、碱、盐等物质的溶液都能导电。

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。

【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、$NH_3\cdot H_2O$，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。①Fe、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。

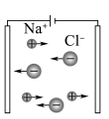
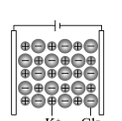
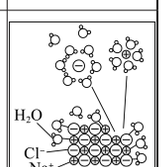
评价活动

1.分类方法在化学发展中起到了重要的作用，以下分类正确的是　(　　)

选项	酸	碱	碱性氧化物	混合物	电解质
A	盐酸	纯碱	MgO	胆矾	NH_3
B	硝酸	生石灰	Na_2O	液氯	MgO
C	硫酸	氨水	Fe_3O_4	淀粉溶液	CO_2
D	醋酸	烧碱	CuO	碘酒	KNO_3

D　**解析**：纯碱是碳酸钠，属于盐，胆矾为硫酸铜晶体，属于纯净物，NH_3不是电解质，A错误；生石灰是氧化钙，属于氧化物，液氯属于纯净物，B错误；氨水是混合物，CO_2不是电解质，C错误；醋酸属于酸，烧碱属于碱，CuO属于碱性氧化物，碘酒属于混合物，KNO_3为电解质，D正确。

2.依据下列实验事实，所得结论正确的是　(　　)

选项	A	B	C	D
实验	 铜丝能导电	 熔融NaCl能导电	 KCl固体不能导电	 NaCl溶液能导电
结论	铜是电解质	NaCl是电解质	KCl固体中不含离子	NaCl在通电条件下发生电离

B　**解析**：铜是单质，不是电解质，A错误；熔融NaCl能导电，NaCl是电解质，B正确；KCl固体不导电，但KCl由K^+和Cl^-构成，C错误；电离不需要通电，D错误。

3.下列生活中常用物质的主要成分不属于电解质的是　(　　)

A.食用碱面　　B.白酒

C.食醋　　D.食盐

B　**解析**：食用碱面的主要成分为Na_2CO_3，属于电解质，A项不符合题意；白酒的主要成分为C_2H_5OH，不属于电解质，B项符合题意；食醋的主要成分为CH_3COOH，属于电解质，C项不符合题意；食盐的主要成分为NaCl，属于电解质，D项不符合题意。

4.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、氢氧化钡溶液能导电；电解质是化合物，碳酸钠、醋酸、氧化钠、氯化氢都是电解质；氨水、氢氧化钡溶液是混合物，不是电解质；碳酸钠与醋酸反应生成醋酸钠、水和二氧化碳。

答案：(1)①②④⑦　⑥⑧⑨⑩

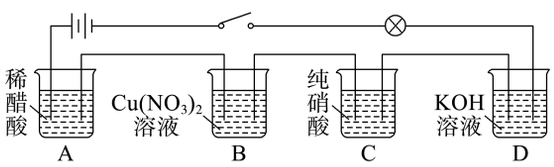
(2)$Na_2CO_3 \xlongequal{} 2Na^+ + CO_3^{2-}$

(3)$2CH_3COOH + Na_2CO_3 \xlongequal{} 2CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$

任务2 探究电解质溶液导电能力的强弱

探究活动

电解质溶液导电能力的强弱主要取决于自由移动的离子的浓度大小及离子所带电荷数多少。某兴趣小组同学在测定溶液的导电性时，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$Cu(NO_3)_2$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。$Cu(NO_3)_2 \xlongequal{} Cu^{2+} + 2NO_3^-$，$KOH \xlongequal{} K^+ + OH^-$。

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。

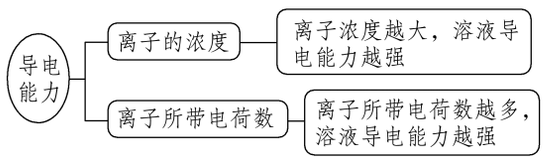
【任务总结】

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

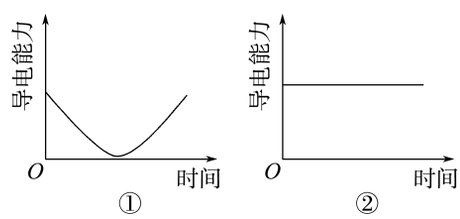
续表

2.电解质溶液导电能力的影响因素



评价活动

1.某兴趣小组的同学向一定体积的$Ba(OH)_2$溶液中逐滴加入稀硫酸，并测得混合溶液的导电能力随时间变化的曲线如图①所示。下列说法正确的是　(　　)



A.图①中导电能力接近0时，溶液中$Ba(OH)_2$恰好完全反应

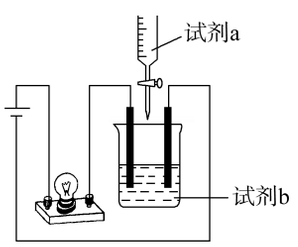
B.图①中导电能力接近0后又增强，主要是由于过量的稀硫酸是电解质

C.向$AgNO_3$溶液中通入少量HCl时，溶液导电能力的变化不符合图②

D.向澄清石灰水中通入少量的CO_2，导电能力的变化不符合图②是因为$CaCO_3$不是电解质

A　**解析**：导电能力接近0时，溶液中几乎没有离子，$Ba(OH)_2$与H_2SO_4完全反应生成$BaSO_4$沉淀和H_2O，A项正确；稀硫酸属于混合物，不是电解质，B项错误；$AgNO_3$溶液中通入少量HCl，生成AgCl和HNO_3，溶液中离子浓度几乎不变，导电能力几乎不变，溶液导电能力的变化符合图②，C项错误；澄清石灰水与少量CO_2反应，溶液中离子浓度发生了变化，$CaCO_3$是电解质，D项错误。

2.用如图所示装置(搅拌装置略)探究溶液离子浓度变化，灯泡变化呈“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	$Ba(OH)_2$ 溶液	蒸馏水

C　**解析**：溶液导电性强弱与离子浓度成正比，实验时灯泡变化为“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，最终几乎为 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，将盐酸滴入 NaOH 溶液中，发生反应生成 NaCl 和水，恰好反应时溶质为 NaCl，溶液导电能力不会接近 0，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，还有较大的离子浓度，溶液导电能力不会接近 0，不会出现灯熄灭现象，故 B 错误；$Ba(OH)_2$ 为强电解质，其溶液能导电，因此开始时灯是亮的，$CuSO_4$ 与 $Ba(OH)_2$ 反应生成 $Cu(OH)_2$ 沉淀和 $BaSO_4$ 沉淀，恰好反应时溶液中离子浓度几乎为 0，灯熄灭，继续滴加 $CuSO_4$ 溶液，灯变亮，则灯泡出现“亮→灭→亮”现象，故 C 正确；蒸馏水不能使灯泡变亮，蔗糖不是电解质，其溶液不能导电，向蒸馏水中滴加蔗糖溶液，灯泡一直保持熄灭状态，故 D 错误。

3. 某课外活动小组根据熔融状态下的 NaCl 能导电，推测 $AlCl_3$ 在熔融状态下也能导电，可是通过实验发现熔融状态下的 $AlCl_3$ 不能导电，而 $AlCl_3$ 水溶液却能导电，据此回答下列问题。

(1)熔融状态下的 $AlCl_3$ 不导电的原因是

_____。

(2)$AlCl_3$ 水溶液能导电的原因是

_____

_____。

(3)电解质溶液导电与金属导电的原理 _____（填“相同”或“不相同”，若填“相同”，下一空不必填写；若填“不相同”，完成下一空），区别是

_____

_____。

(4)假如分别把 10 000 个 NaCl 和10 000 个 $AlCl_3$ 溶于水配制成体积相同的 NaCl 溶液和 $AlCl_3$ 溶液，_____的导电能力更强，理由是

_____

_____

_____

_____。

解析：(1)熔融状态下的 $AlCl_3$ 不导电说明熔融状态下 $AlCl_3$ 不发生电离，以分子形式存在，不存在自由移动的离子。(2)$AlCl_3$ 水溶液能导电的原因是 $AlCl_3$ 在水分子的作用下能电离出自由移动的离子。(3)电解质溶液导电是由于阴、阳离子的定向移动，金属导电是由于自由电子的定向移动。(4)$AlCl_3$ 电离出的离子数目多且所带电荷数多，溶液导电能力更强。

答案：(1)熔融状态下 $AlCl_3$ 不发生电离，以分子形式存在，不存在自由移动的离子

(2)$AlCl_3$ 在水分子的作用下能电离出自由移动的离子

(3)不相同　电解质溶液导电是由于阴、阳离子的定向移动，金属导电是由于自由电子的定向移动

(4)$AlCl_3$ 溶液　$AlCl_3$ 电离出的离子数目多且所带电荷数多

课后素养评价（四）　电解质的电离

建议用时：30分钟

基础巩固

1. 下列物质既属于盐又属于电解质的是　(　　)

A.液氯　　B.熟石灰

C.纯碱　　D.硝酸钠溶液

C　**解析**：液氯是 Cl_2 的液态形式，属于单质，不是盐也不是电解质，A 不符合题意；熟石灰是 $Ca(OH)_2$，属于碱，B 不符合题意；纯碱是 Na_2CO_3，属于盐，是电解质，C 符合题意；$NaNO_3$ 溶液是混合物，不是电解质，D 不符合题意。

2. 有以下物质：①NaCl 溶液；②熔融的 $MgCl_2$；③$CuSO_4$ 粉末；④NaOH 固体；⑤金属铜；⑥蔗糖。有关它们的说法正确的是　(　　)

A.能导电的有①②③④⑤

B.属于电解质的有①②③④

C.不能导电的有③④⑥

D.属于纯净物的只有④⑤⑥

C　**解析**：能导电的有①②⑤，属于电解质的有②③④，属于纯净物的有②③④⑤⑥。

3. 下列物质在水溶液中的电离方程式书写错误的是　(　　)

A.$NaHCO_3 = Na^+ + H^+ + CO_3^{2-}$

B.$NaHSO_4 = Na^+ + H^+ + SO_4^{2-}$

C.H_2SO_4 ═══ $2H^+ + SO_4^{2-}$

D.$Ca(OH)_2$ ═══ $Ca^{2+} + 2OH^-$

A　**解析**：HCO_3^- 不能拆写，A 错误。

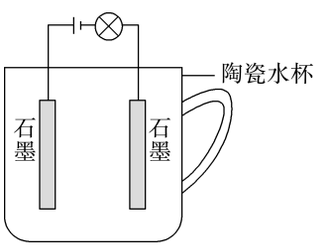
4. 把适量的 NaOH 晶体分别加入到 100 mL 下列液体中，溶液导电性变化较大的是　（　）

A.自来水　　B.稀盐酸

C.稀硫酸　　D.四氯化碳

A　**解析**：把 NaOH 晶体加入到自来水中产生 Na^+ 和 OH^-，离子浓度变化较大；把 NaOH 晶体加入到稀盐酸和稀硫酸中，NaOH 电离出 Na^+ 和 OH^-，但 OH^- 和 H^+ 反应，离子浓度变化不大；把 NaOH 晶体加入到四氯化碳中，NaOH 不能发生电离。

5. 某同学利用生活中的常见物品检验物质的导电性，实验装置如图所示，向陶瓷水杯中加入物质 a 后，观察到灯泡发光，a 不可能是　（　）



A.乙醇　　B.食盐水

C.食醋　　D.苏打水

A　**解析**：乙醇是有机物，不属于电解质，其在水溶液中不会电离出自由移动的离子，无法导电，灯泡不会发光，故 a 不可能是乙醇，A 正确；食盐水是氯化钠的水溶液，氯化钠为强电解质，在水中电离出 Na^+ 和 Cl^-，存在自由移动的离子，能导电，灯泡会发光，B 错误；食醋的主要成分为乙酸，乙酸是弱电解质，在水中部分电离出 H^+ 和 CH_3COO^-，存在自由移动的离子，能导电，灯泡会发光，C 错误；苏打水是碳酸钠的水溶液，碳酸钠为强电解质，在水中电离出 Na^+ 和 CO_3^{2-}，存在自由移动的离子，能导电，灯泡会发光，D 错误。

6. 下列物质中含有自由移动的 Cl^- 的是　（　）

A.$KClO_3$ 溶液　　B.KCl 溶液

C.氯气（Cl_2）　　D.NaCl 固体

B　**解析**：KCl 溶液能电离出自由移动的 Cl^-，B 正确。

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. 下列关于酸、碱、盐的各种说法中，正确的是　（　）

A.化合物电离时，生成的阳离子有氢离子的是酸

B.化合物电离时，生成的阴离子有氢氧根离子的是碱

C.化合物电离时，只生成金属阳离子和酸根阴离子的才是盐

D.NH_4Cl 在水中的电离方程式是 NH_4Cl ═══ $NH_4^+ + Cl^-$，所以 NH_4Cl 是盐

D　**解析**：电离出的阳离子全部是氢离子的化合物为酸，故电离出氢离子的化合物不一定是酸，如硫酸氢钠，故 A 错误；电离出的阴离子全部是氢氧根离子的化合物为碱，故电离出氢氧根离子的化合物不一定是碱，如碱式碳酸铜，故 B 错误；电离出的阳离子是金属离子或铵根离子、阴离子是酸根离子的化合物为盐，故盐电离时，阳离子可能为金属离子，还可能为铵根离子，故 C 错误；电离出的阳离子是金属离子或铵根离子、阴离子是酸根离子的化合物为盐，氯化铵电离出的阳离子是铵根离子、阴离子是氯离子，故氯化铵为盐，故 D 正确。

9. 写出下列物质在水溶液中的电离方程式：

（1）HNO_3：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿；

H_2SO_4：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

（2）KOH：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿；

$Ba(OH)_2$：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

（3）$MgCl_2$：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿；

$(NH_4)_2SO_4$：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

（4）$NaHSO_4$：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿；

$NaHCO_3$：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

答案：（1）HNO_3 ═══ $H^+ + NO_3^-$

H_2SO_4 ═══ $2H^+ + SO_4^{2-}$

（2）KOH ═══ $K^+ + OH^-$

$Ba(OH)_2$ ═══ $Ba^{2+} + 2OH^-$

（3）$MgCl_2$ ═══ $Mg^{2+} + 2Cl^-$

$(NH_4)_2SO_4$ ═══ $2NH_4^+ + SO_4^{2-}$

（4）$NaHSO_4$ ═══ $Na^+ + H^+ + SO_4^{2-}$

$NaHCO_3$ ═══ $Na^+ + HCO_3^-$

拓展提高

10. 某溶液中只含有 Al^{3+}、Na^+、Cl^-、SO_4^{2-} 四种离子，已知前三种离子的个数比为 3∶2∶1，则溶液

中 Na^+ 和 SO_4^{2-} 的个数比为　　（　　）

A.1∶2　　B.2∶5

C.3∶1　　D.1∶10

B　**解析**：设溶液中 Al^{3+}、Na^+、Cl^- 的个数分别为 3、2、1，SO_4^{2-} 的数目为 a，根据电荷守恒可得 $3\times3+2\times1=1\times1+2a$，则 $a=5$，答案选 B。

11. 下列关于电解质的叙述正确的是　　（　　）

A.纯水的导电性很差，所以水不是电解质

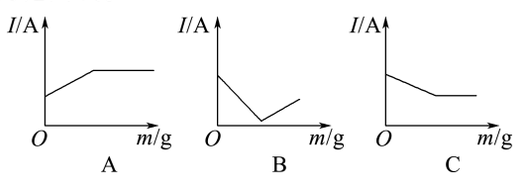
B.$BaSO_4$ 放入水中不能导电，但硫酸钡仍是电解质

C.醋酸溶液比盐酸的导电能力弱

D.导电性强的溶液里自由移动离子数目一定比导电性弱的溶液里自由移动离子数目多

B　**解析**：纯水是电解质，只是导电能力非常弱，故 A 错误；$BaSO_4$ 是难溶盐，溶液中 $BaSO_4$ 的浓度很低，因而电离产生的离子浓度也很低，故不能导电，但 $BaSO_4$ 在熔融状态和溶于水时均能电离，属于电解质，故 B 正确；浓度未知，无法比较醋酸溶液和盐酸的导电能力强弱，故 C 错误；溶液的导电性强弱主要由溶液中自由移动离子的浓度和离子所带电荷多少决定，故 D 错误。

12. 如图所示是在一定温度下向不同电解质溶液中加入新物质时其电流强度（I）随新物质加入量（m）的变化曲线。



以下三个导电性实验，其中与 A 图变化趋势一致的是_____（填字母序号，下同），与 B 图变化趋势一致的是_____，与 C 图变化趋势一致的是_____。

a.向 $Ba(OH)_2$ 溶液中逐滴加入等浓度的 H_2SO_4 溶液至过量

b.向醋酸溶液中逐滴加入等浓度的 NaOH 溶液至过量

c.向盐酸中逐滴加入等浓度的 NaOH 溶液至过量

解析：电流强度大的溶液中所含离子浓度大、电荷多。向 $Ba(OH)_2$ 溶液中逐滴加入 H_2SO_4 溶液时，发生反应 $Ba(OH)_2+H_2SO_4=\!=\!=BaSO_4\downarrow+2H_2O$，离子浓度逐渐减小，最后离子浓度几乎为 0；$H_2SO_4$ 过量时，离子浓度增大，导电性又增强。向醋酸中滴入 NaOH 溶液发生反应 $CH_3COOH+NaOH=\!=\!=CH_3COONa+H_2O$，离子浓度增大，故导电性增强，NaOH 溶液过量时，导电性不变。向盐酸中滴入 NaOH 溶液时，发生反应 $HCl+NaOH=\!=\!=NaCl+H_2O$，生成 NaCl 和 H_2O 时离子浓度会减小，故导电性减弱，NaOH 溶液过量时，导电性不变。

答案：b　a　c

13. 判断下列物质在相应条件下能否电离，不能电离的说明理由，能电离的写出电离方程式。

(1)液态 HCl：_____，_____。

(2)熔融状态下的 NaCl：_____，_____。

(3)高温熔化后的单质铁：_____，_____。

(4)固体 KOH：_____，_____。

答案：(1)不能　液态 HCl 以分子形式存在，不电离

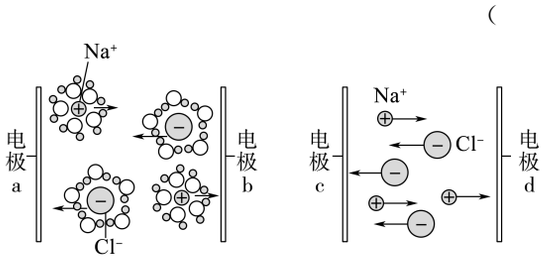
(2)能　$NaCl(熔融)=\!=\!=Na^++Cl^-$

(3)不能　Fe 是金属单质，通过自由电子移动导电

(4)不能　KOH 在固态时离子运动受到束缚

创新应用

14. NaCl 在两种情况下导电的示意图如图所示，其中电极 a、b、c、d 均与电源相连。下列说法正确的是　　（　　）



A.NaCl 在电流的作用下才能电离出自由移动的离子

B.图甲、图乙均可以证明 NaCl 溶液是电解质

C.由图甲、图乙可知钠离子和氯离子在水溶液中和熔融状态下有所不同

D.电极 a、c 连接电源负极，b、d 连接电源正极

C　**解析**：NaCl 的电离不需要电流作用，在水溶液里或熔融状态下即可电离出可自由移动的离子，A 错误；NaCl 溶液是混合物，电解质必须是化合物，NaCl 才是电解质，B 错误；图甲中离子周围有溶剂分子（可自由移动的水合离子），图乙中离子为自由移动的离子，说明钠离子和氯离子在水溶液（可自由移动的水合离子）中和熔融状态（自由离子）下存在状态不同，C 正确；根据“异性相吸”原理，电极 a、c 连接电源正极，b、d 连接电源负极，D 错误。

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 ○

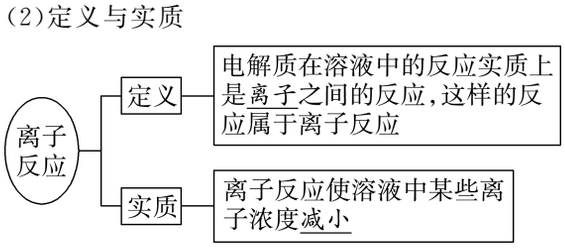
一、离子反应与离子方程式的书写

1.离子反应

(1)实验探究

操作	 （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	$Ba^{2+}+SO_4^{2-}=\!=\!=BaSO_4\downarrow$

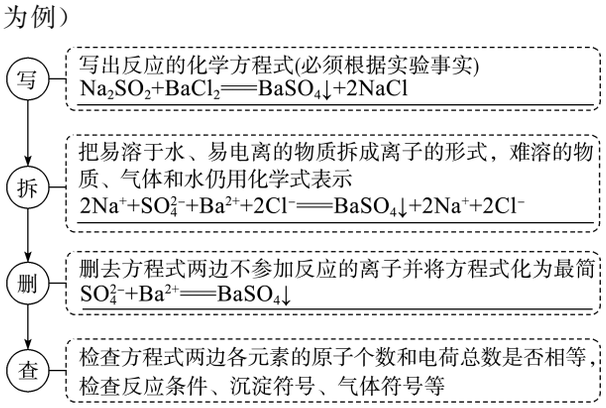
(2)定义与实质



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Na_2SO_4溶液和$BaCl_2$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
$NaOH+HCl=\!=\!=NaCl+H_2O$	$OH^-+H^+=\!=\!=H_2O$
$KOH+HCl=\!=\!=KCl+H_2O$	$OH^-+H^+=\!=\!=H_2O$
$2NaOH+H_2SO_4=\!=\!=Na_2SO_4+2H_2O$	$OH^-+H^+=\!=\!=H_2O$
$2KOH+H_2SO_4=\!=\!=K_2SO_4+2H_2O$	$OH^-+H^+=\!=\!=H_2O$

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$H^++OH^-=\!=\!=H_2O$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H_2O的一类反应。

◇练一练

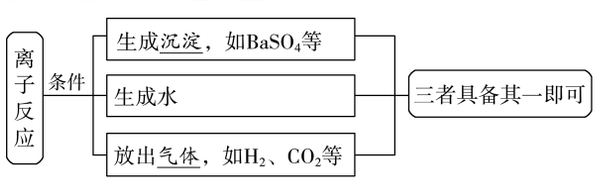
判断正误(正确的打“√”，错误的打“×”)。

(1)酸碱中和反应的离子方程式都是$H^++OH^-=\!=\!=H_2O$。（　×　）

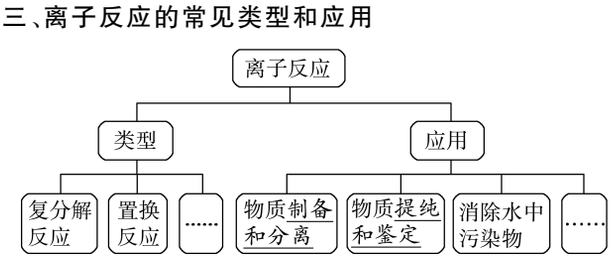
(2)$H^++OH^-=\!=\!=H_2O$仅表示酸碱中和反应。（　×　）

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1 能正确书写离子方程式

探究活动

人体胃液中有胃酸(含0.2%～0.4%的盐酸),胃酸起杀菌、帮助消化等作用,但量不能过多或过少,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　请书写用小苏打片(主要成分为$NaHCO_3$)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:$H^+ + HCO_3^- = CO_2\uparrow + H_2O$;$NaHCO_3$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$Al(OH)_3$],如何书写反应的离子方程式?

提示:$Al(OH)_3 + 3H^+ = Al^{3+} + 3H_2O$。

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,已知水垢的主要成分是$CaCO_3$和$Mg(OH)_2$。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:

①$CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2\uparrow$;

②$H^+ + OH^- = H_2O$。

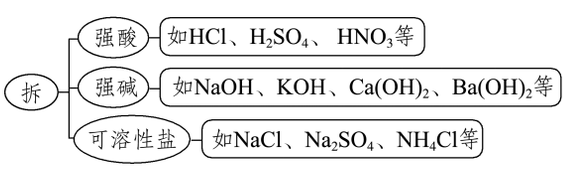
请判断正误。

提示:错误。$CaCO_3$和$Mg(OH)_2$都难溶于水,不能写成离子形式,正确的离子方程式为$CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow$,$Mg(OH)_2 + 2H^+ = Mg^{2+} + 2H_2O$。

【任务总结】

离子方程式书写中的“拆”与“不拆”

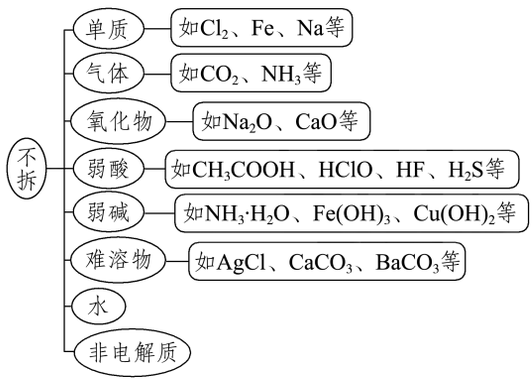
(1)可拆成离子的物质



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;其悬浊液或固体不能拆成离子形式,要写化学式。

(2)不可拆成离子的物质



评价活动

1.下列电离方程式书写正确的是　(　　)

A.$NaOH = Na^+ + O^{2-} + H^+$

B.$FeCl_3 = Fe^{3+} + Cl_3^-$

C.$NaHCO_3 = Na^+ + H^+ + CO_3^{2-}$

D.$H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$

D　**解析**:NaOH的电离方程式为$NaOH = Na^+ + OH^-$,A错误;$FeCl_3$的电离方程式为$FeCl_3 = Fe^{3+} + 3Cl^-$,B错误;$NaHCO_3$的电离方程式为$NaHCO_3 = Na^+ + HCO_3^-$,C错误;H_2SO_4的电离方程式为$H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$,D正确。

2.与下列离子方程式相对应的化学方程式书写不正确的是　(　　)

A.$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$

$CuSO_4 + 2KOH = Cu(OH)_2\downarrow + K_2SO_4$

B.$CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2\uparrow + H_2O$

$BaCO_3 + 2HCl = BaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$

C.$Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3\downarrow$

$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3\downarrow + 2NaCl$

D.$H^+ + OH^- = H_2O$

$2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$

B　**解析**:$CuSO_4 + 2KOH = Cu(OH)_2\downarrow + K_2SO_4$是可溶性铜盐与强碱的反应,生成的硫酸钾易溶于水,氢氧化铜难溶于水,离子方程式为$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$,故A正确;$CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2\uparrow + H_2O$可以表示可溶性碳酸盐和强酸反应生成可溶性盐、水和二氧化碳的反应,碳酸钡难溶于水,盐酸与碳酸钡的反应不能用$CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2\uparrow + H_2O$表示,故B错误;$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3\downarrow + 2NaCl$的实质是钙离子和碳酸根离子结合成碳酸钙沉淀,离子方程式为$Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3\downarrow$,故C正确;$2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$是强酸与可溶性强碱反应生成可溶性盐和水的反应,离子方程式为$H^+ + OH^- = H_2O$,故D正确。

3.写出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：_____。

(3)$CaCO_3$ 与盐酸反应：_____。

(4)铝片与硫酸铜溶液反应：_____。

(5)硫酸钠与氯化钡溶液反应：_____。

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)$OH^- + H^+ = H_2O$

(2)$CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2\uparrow$

(3)$CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + CO_2\uparrow + H_2O$

(4)$2Al + 3Cu^{2+} = 2Al^{3+} + 3Cu$

(5)$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$

任务2 探究离子共存

评价活动

1.在强酸性无色透明溶液中，下列各组离子能大量共存的是 (　　)

A.Fe^{3+}、K^+、Cl^-、NO_3^-

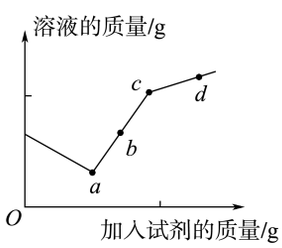
B.Ag^+、Na^+、NO_3^-、Cl^-

C.Zn^{2+}、Al^{3+}、SO_4^{2-}、Cl^-

D.Ba^{2+}、NH_4^+、Cl^-、HCO_3^-

C　**解析**：A 项，含 Fe^{3+} 的溶液呈棕黄色；B 项，Ag^+ 和 Cl^- 反应生成 AgCl 沉淀而不能大量共存；D 项，HCO_3^- 与强酸性溶液中的 H^+ 反应而不能大量共存。

2.向一定质量的 $CuSO_4$ 溶液中滴加 NaOH 溶液一段时间后，改为滴加稀盐酸，所得溶液总质量随加入试剂总质量的变化趋势如图所示。下列有关说法不正确的是 (　　)



A.*a* 点时溶液中一定没有 Cu^{2+}

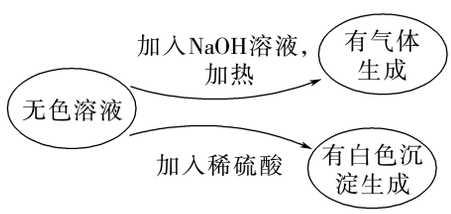
B.*ac* 段可观察到蓝色沉淀逐渐消失

C.*b* 点时溶液中至少含有两种溶质

D.*d* 点时溶液呈酸性

A　**解析**：硫酸铜与氢氧化钠反应生成氢氧化铜沉淀和硫酸钠的化学方程式为 $CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$，*a* 点时溶液质量最小，此时停止加入氢氧化钠。如氢氧化钠过量，则氢氧化钠先和盐酸反应，溶液增加的质量为盐酸的质量。然后盐酸和氢氧化铜反应，溶液增加的质量为盐酸的质量与反应的氢氧化铜的质量。氢氧化铜反应完后，溶液增加的质量为加入盐酸的质量。而 *a* 点后曲线只有 2 段，且 *ac* 段溶液质量增加幅度比 *cd* 段大，所以无氢氧化钠剩余，*a* 点硫酸铜可能剩余。*ac* 段氢氧化铜和盐酸反应生成氯化铜和水，*c* 点后盐酸过量。由分析可知，*a* 点时溶液中可能存在硫酸铜，故溶液中可能存在铜离子，A 错误；*ac* 段氢氧化铜与盐酸反应生成氯化铜和水，观察到蓝色沉淀逐渐消失，B 正确；*b* 点时氢氧化铜未完全反应，若 *a* 点时硫酸铜有剩余，则溶质为硫酸铜、硫酸钠和氯化铜，若 *a* 点硫酸铜恰好完全反应，则溶质为硫酸钠、氯化铜，所以 *b* 点溶液中至少含有两种溶质，C 正确；*c* 点时氢氧化铜恰好完全反应，*d* 点时盐酸有剩余，溶液显酸性，D 正确。

3.对实验室中某一无色溶液中的离子进行检验，符合下图条件的是 (　　)



A.Ba^{2+}、Fe^{2+}、NO_3^-、CO_3^{2-}

B.K^+、NH_4^+、Cl^-、HCO_3^-

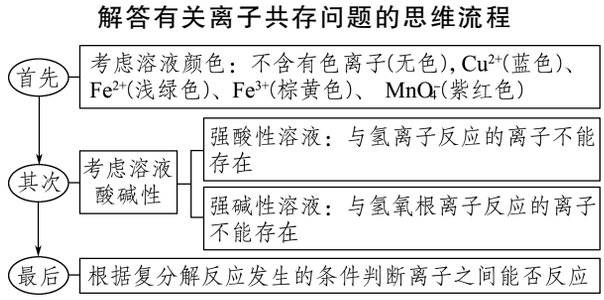
C.NH_4^+、Ba^{2+}、NO_3^-、Cl^-

D.H^+、Ba^{2+}、Al^{3+}、Cl^-

C　**解析**：含 Fe^{2+} 的溶液为浅绿色，无色溶液中不存在 Fe^{2+}，A 错误；K^+、NH_4^+、Cl^-、HCO_3^- 不能与稀硫酸反应生成白色沉淀，B 错误；NH_4^+ 与 NaOH 溶液加热反应生成 NH_3，Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 反应生成 $BaSO_4$ 白色沉淀，C 正确；H^+、Ba^{2+}、Al^{3+}、Cl^- 不能与 NaOH 溶液反应生成气体，D 错误。

【任务总结】

解答有关离子共存问题的思维流程



课后素养评价（五）　离子反应

建议用时：30分钟

基础巩固

1.下列反应中，属于离子反应的是　　（　　）

A.H_2 和 O_2 反应生成水

B.锌片投入稀硫酸中

C.木炭在高温下与 CO_2 反应生成 CO

D.$2KClO_3 \xrightarrow[\triangle]{MnO_2} 2KCl+3O_2\uparrow$

B　**解析**：离子反应是自由移动离子参加的反应，能提供离子的是电解质，能提供自由移动离子的条件是电解质溶于水或电解质为熔融状态，因此离子反应的前提条件是电解质参加，在水溶液或熔融状态下进行。

2.下列离子方程式书写正确的是　　（　　）

A.石灰乳与 Na_2CO_3 溶液混合：$Ca^{2+}+CO_3^{2-}=\!=\!=CaCO_3\downarrow$

B.向稀盐酸中加入适量铁粉：$2Fe+6H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+3H_2\uparrow$

C.将氨气通入盐酸中：$NH_3+H^++Cl^-=\!=\!=NH_4Cl$

D.氢氧化镁和盐酸反应：$Mg(OH)_2+2H^+=\!=\!=Mg^{2+}+2H_2O$

D　**解析**：A 项，石灰乳的化学式 $Ca(OH)_2$ 不能拆；B 项，不符合客观事实，铁粉和稀盐酸反应生成 Fe^{2+}；C 项，NH_4Cl 应拆写成离子形式。

3.下列反应的离子方程式可用 $H^++OH^-=\!=\!=H_2O$ 表示的是　　（　　）

A.$Cu(OH)_2$ 与稀硫酸的反应

B.$Ba(OH)_2$ 溶液和稀硫酸的反应

C.NaOH 溶液和盐酸的反应

D.$Mg(OH)_2$ 和稀硝酸的反应

C　**解析**：$Cu(OH)_2$ 和稀硫酸反应的离子方程式为 $Cu(OH)_2+2H^+=\!=\!=2H_2O+Cu^{2+}$，故 A 不选；$Ba(OH)_2$ 溶液和稀硫酸反应的离子方程式为 $2H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+2OH^-=\!=\!=BaSO_4\downarrow+2H_2O$，故 B 不选；NaOH 溶液和盐酸反应的离子方程式为 $H^++OH^-=\!=\!=H_2O$，故 C 要选；$Mg(OH)_2$ 和稀硝酸反应的离子方程式为 $Mg(OH)_2+2H^+=\!=\!=Mg^{2+}+2H_2O$，故 D 不选。

4.离子方程式 $SO_3+2OH^-=\!=\!=SO_4^{2-}+H_2O$ 中，OH^- 表示的物质可以是　　（　　）

A.$Mg(OH)_2$　　B.$Ba(OH)_2$

C.H_2SO_4　　D.KOH

D　**解析**：$Mg(OH)_2$ 难溶，不能完全电离出 OH^-，A 不选；$Ba(OH)_2$ 可溶，能电离出 OH^-，同时生成 $BaSO_4$ 沉淀，B 不选；H_2SO_4 是酸，不能电离出 OH^-，C 不选；KOH 可溶，能完全电离出 OH^-，D 选。

5.提纯含有少量硝酸钡杂质的硝酸钾溶液，可以使用的方法为　　（　　）

A.加入过量碳酸钠溶液，过滤，除去沉淀，溶液中补加适量稀硝酸

B.加入过量硫酸钾溶液，过滤，除去沉淀，溶液中补加适量稀硝酸

C.加入过量碳酸钾溶液，过滤，除去沉淀，溶液中补加适量稀硝酸

D.加入过量硫酸钠溶液，过滤，除去沉淀，溶液中补加适量稀硝酸

C　**解析**："除杂"应遵循不引入新杂质的原则，先加碳酸钾溶液使钡离子沉淀，过滤后再加稀硝酸除去过量的碳酸钾。

6.常温下，下列各组中的离子，能在溶液中大量共存的是　　（　　）

A.K^+、Ba^{2+}、Cl^-、SO_4^{2-}

B.Na^+、Cu^{2+}、SO_4^{2-}、NO_3^-

C.K^+、H^+、SO_4^{2-}、OH^-

D.Na^+、H^+、Cl^-、CO_3^{2-}

B　**解析**：Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 生成 $BaSO_4$ 沉淀，A 错误；Na^+、Cu^{2+}、SO_4^{2-}、NO_3^- 不生成沉淀、气体，可大量共存，B 正确；H^+ 与 OH^- 反应生成水，C 错误；H^+ 与 CO_3^{2-} 反应生成 CO_2、水，不能大量共存，D 错误。

7.有四瓶溶液：①$BaCl_2$ 溶液，②NaCl 溶液，③Na_2SO_4 溶液，④$CuSO_4$ 溶液。不用其他试剂，可通过实验方法将它们一一鉴别。鉴别出来的先后顺序可能是　　（　　）

A.①④③②　　B.①④②③

C.①③④②　　D.④①③②

D　**解析**：解答此类问题的一般方法是先根据待鉴别的溶液颜色确定出一种溶液，以已确定的溶液作试剂，再去进一步鉴别其他物质。④$CuSO_4$ 溶液呈蓝色，故用 $CuSO_4$ 溶液作试剂，分别加到其他三种物质中，只有氯化钡生成白色沉淀，故第二个鉴

别出的是①$BaCl_2$溶液；然后再用$BaCl_2$溶液作试剂，可鉴别出③Na_2SO_4溶液和②NaCl溶液。

拓展提高

8. 下列反应可以用同一离子方程式表示的是　（　　）

A. HCl溶液＋Na_2CO_3溶液、HCl溶液＋$NaHCO_3$溶液

B. NaOH溶液＋HCl溶液、$Ba(OH)_2$溶液＋H_2SO_4溶液

C. $BaCl_2$溶液＋H_2SO_4溶液、$Ba(OH)_2$溶液＋$CuSO_4$溶液

D. Na_2CO_3溶液＋HCl溶液、Na_2CO_3溶液＋H_2SO_4溶液

D　**解析**：HCl溶液与Na_2CO_3溶液反应的离子方程式为$2H^+ + CO_3^{2-} = H_2O + CO_2\uparrow$，而HCl溶液与$NaHCO_3$溶液反应的离子方程式为$H^+ + HCO_3^- = H_2O + CO_2\uparrow$，两者不同，A错误；NaOH溶液与HCl溶液反应的离子方程式为$H^+ + OH^- = H_2O$，而$Ba(OH)_2$溶液与H_2SO_4溶液反应生成$BaSO_4$沉淀和水的离子方程式为$2H^+ + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2OH^- = 2H_2O + BaSO_4\downarrow$，两者不同，B错误；$BaCl_2$溶液与$H_2SO_4$溶液反应的离子方程式为$SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4\downarrow$，而$Ba(OH)_2$溶液与$CuSO_4$溶液反应生成$BaSO_4$和$Cu(OH)_2$两种沉淀，离子方程式为$Cu^{2+} + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow + BaSO_4\downarrow$，两者不同，C错误；$Na_2CO_3$溶液与HCl溶液、$Na_2CO_3$溶液与$H_2SO_4$溶液的反应均为碳酸根离子与氢离子反应生成$CO_2$和$H_2O$，离子方程式均为$2H^+ + CO_3^{2-} = H_2O + CO_2\uparrow$，D正确。

9. 现有以下物质：①H_2O、②Cu、③$BaCO_3$、④$Fe(OH)_3$胶体、⑤乙醇、⑥CO_2、⑦稀硫酸、⑧氢氧化钡固体、⑨熔融的$KHSO_4$、⑩CH_3COOH溶液。

(1)以上物质中属于混合物的是_____（填序号，下同），属于电解质的是_____。

(2)写出⑨中的电离方程式：_____。

(3)向④中逐滴滴加⑦直至过量，可观察到的现象是_____。

(4)写出将⑧的溶液滴加到⑨的溶液中，恰好使溶液中SO_4^{2-}完全沉淀时的离子方程式：_____。

(5)有同学认为所有酸碱中和反应的离子方程式均可表示为$H^+ + OH^- = H_2O$，请从上述物质中选择反应物，举个例子反驳上述观点(用化学方程式表示)：_____。

(6)磷元素的含氧酸有H_3PO_4、H_3PO_3(亚磷酸)、H_3PO_2(次磷酸)等多种。已知：$H_3PO_2 + NaOH$(过量)$= NaH_2PO_2 + H_2O$。据此可推出NaH_2PO_2属于_____(填“酸式盐”“正盐”或“碱式盐”)。

解析：(1)④$Fe(OH)_3$胶体属于分散系，为混合物，⑦稀硫酸与⑩CH_3COOH溶液均为溶液，属于混合物。电解质是在水溶液里或熔融状态下能导电的化合物，①H_2O为电解质；②Cu为单质，不是电解质；③$BaCO_3$难溶于水，但溶于水的部分完全电离，为电解质；④$Fe(OH)_3$胶体属于混合物，不是电解质；⑤乙醇不是电解质；⑥CO_2不是电解质；⑦稀硫酸为混合物，不是电解质；⑧氢氧化钡固体为电解质；⑨熔融的$KHSO_4$为电解质；⑩CH_3COOH溶液为混合物，不是电解质，属于电解质的有①③⑧⑨。(2)熔融的$KHSO_4$电离时只产生K^+和HSO_4^-，电离方程式为$KHSO_4$(熔融)$= K^+ + HSO_4^-$。(3)$Fe(OH)_3$胶体遇少量电解质会聚沉，酸过量又溶解生成Fe^{3+}(呈黄色)，向④中逐滴滴加⑦直至过量，可观察到的现象是先出现红褐色沉淀，后沉淀溶解，溶液呈黄色。(4)将⑧的溶液滴加到⑨的溶液中，恰好使溶液中SO_4^{2-}完全沉淀时，氢氧化钡和$KHSO_4$反应生成硫酸钡、水和氢氧化钾，反应的离子方程式为$Ba^{2+} + SO_4^{2-} + OH^- + H^+ = BaSO_4\downarrow + H_2O$。(5)硫酸和氢氧化钡反应除了生成水外，还生成硫酸钡，反应的离子方程式为$Ba^{2+} + SO_4^{2-} + 2OH^- + 2H^+ = BaSO_4\downarrow + 2H_2O$，化学方程式是$Ba(OH)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2H_2O$。(6)已知：$H_3PO_2 + NaOH$(过量)$= NaH_2PO_2 + H_2O$，则$H_3PO_2$属于一元酸，$NaH_2PO_2$属于正盐。

答案：(1)④⑦⑩　①③⑧⑨

(2)$KHSO_4$(熔融)$= K^+ + HSO_4^-$

(3)先出现红褐色沉淀，后沉淀溶解，溶液呈黄色

(4)$Ba^{2+} + SO_4^{2-} + H^+ + OH^- = BaSO_4\downarrow + H_2O$

(5)$Ba(OH)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2H_2O$

(6)正盐

10. 回答下列问题：

(1)溶液在医疗上的应用非常广泛。

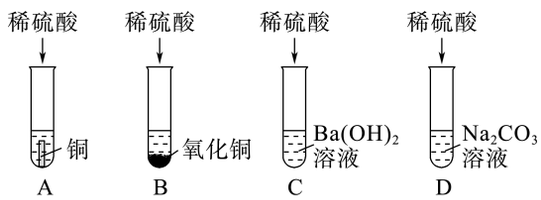
①下列医疗上常用的溶液中，其溶质是能为人类供能的电解质的是_____(填字母序号)。

A. 葡萄糖溶液　　B. 生理盐水

C. 医用酒精

②按阴离子分类，氯化钠、氯化钾、氯化钙和氯化镁统称_____盐。

(2)某化学兴趣小组为探究硫酸的化学性质，设计了如下装置：



①稀硫酸具有酸的通性是因为能电离出_____(填离子名称)。

②上述试管中不能发生离子反应的是试管_____(填字母序号)。

③写出试管B中发生反应的离子方程式：

_____

_____。

④向上述装置的试管中滴入稀硫酸前后，溶液的导电性一定先变小后变大的是_____(填字母序号)。

⑤试管D中发生反应的实质是_____

_____。

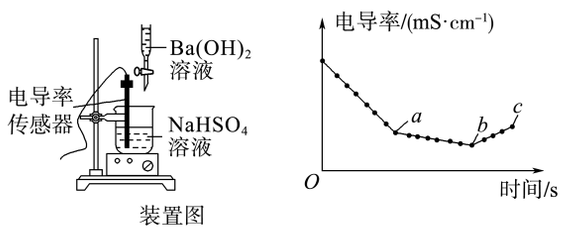
解析：(1)①葡萄糖不是电解质，能为人体供能，A不符合题意；生理盐水的溶质为氯化钠，氯化钠是电解质，B符合题意；医用酒精的溶质为乙醇，乙醇不是电解质，且医用酒精不能作为营养剂为人体供能，C不符合题意。②氯化钠、氯化钾、氯化钙和氯化镁的阴离子均为Cl^-，按阴离子分类，氯化钠、氯化钾、氯化钙和氯化镁统称盐酸盐。(2)①稀硫酸具有酸的通性是因为能电离出氢离子。②铜在金属活动性顺序中位于氢以后，不能置换出稀硫酸中的氢离子，故稀硫酸与铜不反应，故A符合题意；氧化铜为碱性氧化物，能与稀硫酸中的氢离子反应生成铜离子和水，且该反应属于离子反应，故B不符合题意；氢氧化钡是碱，能与硫酸发生复分解反应生成硫酸钡沉淀和水，且该反应属于离子反应，故C不符合题意；碳酸钠能与硫酸反应生成硫酸钠、水和二氧化碳气体，且该反应属于离子反应，故D不符合题意。③氧化铜为碱性氧化物，能与稀硫酸中的氢离子反应生成铜离子和水，离子方程式为$CuO+2H^+=\!=\!=Cu^{2+}+H_2O$。④溶液的导电性与溶液中的离子浓度和所带电荷数有关，试管A中，铜与稀硫酸不反应，溶液中离子浓度无变化，导电性不变；试管B中，氧化铜与稀硫酸反应：$CuO+H_2SO_4=\!=\!=CuSO_4+H_2O$，反应前稀硫酸含$H^+$、$SO_4^{2-}$等，反应后生成$CuSO_4$，导电性变化不明显；试管C中，稀硫酸和氢氧化钡溶液反应，开始时Ba^{2+}和SO_4^{2-}反应生成$BaSO_4$，H^+和OH^-反应生成水，离子浓度减小，导电性减弱，当氢氧化钡溶液完全反应后继续加稀硫酸，离子浓度又增大，导电性增强；试管D中，碳酸钠溶液和稀硫酸发生反应：$Na_2CO_3+H_2SO_4=\!=\!=Na_2SO_4+CO_2\uparrow+H_2O$，溶液中$Na^+$数目不变，溶液体积增大时，离子浓度减小，$CO_3^{2-}$被$SO_4^{2-}$替换，但离子浓度减小，导电性减弱。⑤试管D中是稀硫酸与碳酸钠溶液反应，实质是CO_3^{2-}与H^+反应生成CO_2和水，离子方程式为$CO_3^{2-}+2H^+=\!=\!=H_2O+CO_2\uparrow$。

答案：(1)①B　②盐酸

(2)①氢离子　②A　③$CuO+2H^+=\!=\!=Cu^{2+}+H_2O$　④C　⑤$CO_3^{2-}+2H^+=\!=\!=H_2O+CO_2\uparrow$

创新应用

11.某科技小组的同学向一定体积的$NaHSO_4$溶液中逐滴加入$Ba(OH)_2$溶液，测得混合溶液的电导率(表示溶液的导电能力)随时间变化的曲线如图所示。下列说法错误的是　(　　)



A.从滴入溶液开始到a点，溶液中的H^+和SO_4^{2-}数目均减少

B.b点溶液中较大量存在的粒子有H_2O、Na^+、OH^-

C.从a点到b点发生反应的离子方程式为$H^++OH^-=\!=\!=H_2O$

D.取c点溶液滴加酚酞，溶液变红

C　**解析**：从起点到a点的反应为$Ba^{2+}+2OH^-+2H^++SO_4^{2-}=\!=\!=BaSO_4\downarrow+2H_2O$，$a$点时$H^+$恰好反应完，从$a$到$b$点发生$SO_4^{2-}$与$Ba^{2+}$生成沉淀的反应：$SO_4^{2-}+Ba^{2+}=\!=\!=BaSO_4\downarrow$，溶液中的$H^+$和$SO_4^{2-}$的数目均减少，A正确，C错误；$b$点为$SO_4^{2-}$完全沉淀点，此时反应为$NaHSO_4+Ba(OH)_2=\!=\!=BaSO_4\downarrow+NaOH+H_2O$，溶液中溶质为NaOH，较大量存在的粒子为$H_2O$、$Na^+$、$OH^-$，B正确；$c$点为$Ba(OH)_2$过量点，溶液中含大量$OH^-$，呈碱性，滴加酚酞，溶液变红，D正确。

培优突破1　离子反应的综合应用

培优点1　判断溶液中离子能否共存

1.溶液中离子能否大量共存的判断原理

离子共存即溶液中的离子之间不能发生反应。判断溶液中的离子能否大量共存，事实上是看离子之间能否发生反应，若能发生反应，则不能大量共存；若不能发生反应，则能大量共存。

2.“三看”突破溶液中离子能否大量共存问题

(1)看要求：是“能大量共存”还是“不能大量共存”，是“一定大量共存”还是“可能大量共存”。

(2)看条件：题干是否有隐含条件：①“无色透明”溶液不存在有色离子，例如：Cu^{2+}(蓝色)、Fe^{3+}(棕黄色)、Fe^{2+}(浅绿色)、MnO_4^-(紫红色)；②酸性溶液中不能大量存在与 H^+ 反应的离子；③碱性溶液中不能大量存在与 OH^- 反应的离子。

(3)看反应：①能否生成难溶物或微溶物。如 Mg^{2+} 与 OH^-，Ca^{2+} 与 CO_3^{2-}、SO_4^{2-} 都不能大量共存；②能否生成水，如在酸性溶液中 OH^- 不能大量存在，在碱性溶液中 H^+ 不能大量存在；③能否生成挥发性物质，如 H^+ 与 CO_3^{2-}、HCO_3^-、S^{2-} 等不能大量共存。

3.电荷守恒：电解质溶液中，所有阳离子所带正电荷总数等于所有阴离子所带负电荷总数。

【典例1】下列离子在指定环境中能大量共存的是　(　　)

A.强碱性溶液中：Na^+、HCO_3^-、NO_3^-、SO_4^{2-}

B.含有大量 Na^+ 的澄清透明溶液中：Cu^{2+}、K^+、SO_4^{2-}、NO_3^-

C.使紫色石蕊溶液呈红色的溶液中：Na^+、K^+、CO_3^{2-}、SO_4^{2-}

D.某无色溶液中：K^+、MnO_4^-、Na^+、Cl^-

B　**解析**：强碱性溶液中的 OH^- 与 HCO_3^- 发生反应：$HCO_3^- + OH^- = H_2O + CO_3^{2-}$，不能大量共存，A错误；B选项中各离子之间不能发生反应，可以大量共存，B正确；使紫色石蕊溶液显红色的溶液呈酸性，在酸性溶液中 H^+ 与 CO_3^{2-} 会反应，不能大量共存，C错误；在溶液中 MnO_4^- 显紫色，不是无色的，D错误。

【对点演练】

1.下列离子组在指定溶液中能大量共存的是　(　　)

A.无色透明的溶液中：K^+、MnO_4^-、SO_4^{2-}、NO_3^-

B.碱性溶液中：Na^+、K^+、SO_4^{2-}、NO_3^-

C.含有大量 $CuCl_2$ 的溶液中：Na^+、NH_4^+、SO_4^{2-}、OH^-

D.使紫色石蕊溶液呈红色的溶液中：Ca^{2+}、K^+、CO_3^{2-}、NO_3^-

B　**解析**：A项，无色透明溶液中不能含大量 MnO_4^-；B项，OH^- 与四种离子均能大量共存，且 Na^+、K^+、SO_4^{2-}、NO_3^- 之间不反应；C项，Cu^{2+} 和 NH_4^+ 都能与 OH^- 反应而不能大量共存；D项，溶液呈酸性，含有大量 H^+，H^+ 与 CO_3^{2-} 不能大量共存，且 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 反应生成沉淀而不能大量共存。

培优点2　离子检验与推断

1.检验离子时的一般描述

取少量待测液置于试管中，加入××试剂，若出现××现象，则说明存在××离子，否则不存在。

2.常见离子的检验

离子	试剂或操作	现象
H^+	加入紫色石蕊溶液	溶液变红
OH^-	加入酚酞溶液	溶液变红
	加入紫色石蕊溶液	溶液变蓝
Ag^+	加入含 Cl^- 的溶液，稀硝酸	生成白色沉淀
Cu^{2+}	观察法	蓝色溶液
	加入 NaOH 溶液	生成蓝色沉淀
Cl^-	加入 $AgNO_3$ 溶液和稀硝酸	生成白色沉淀(AgCl)
SO_4^{2-}	先加足量的稀盐酸，再加 $BaCl_2$ 溶液	生成白色沉淀
CO_3^{2-}	先加入 $BaCl_2$ 或 $CaCl_2$ 溶液，再加入足量稀盐酸，将产生的气体通入澄清石灰水	生成白色沉淀→沉淀溶解，产生无色无味气体→澄清石灰水变浑浊

3.利用四个原则推断离子

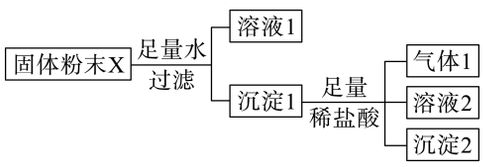
(1)肯定性原则：根据现象推断存在或肯定不存在的离子。

(2)互斥性原则：如溶液中含有 Ba^{2+}，则不存在大量的 CO_3^{2-}、SO_4^{2-}。

(3)进出性原则：要注意所加试剂引入什么离子，是否造成干扰。

(4)电荷守恒原则(电中性原则):阳离子和阴离子同时存在于溶液中且正负电荷总量相等。

【典例2】有一包固体粉末X,可能含有碳酸钙、硫酸铜、硫酸亚铁、镁粉中的一种或多种。为确定固体粉末的成分,现取X进行下列实验,实验过程及现象如图所示(不考虑水、稀盐酸的挥发)。下列说法错误的是(　　)



A.沉淀1中一定有碳酸钙

B.若气体1为混合物,则可能发生反应 $Fe+2HCl=\!=\!=FeCl_2+H_2\uparrow$

C.沉淀2中一定有铜单质

D.若溶液2含 Fe^{2+},则气体1可能为纯净物

A　**解析**:向沉淀1中加入稀盐酸得到气体1、溶液2和沉淀2,说明沉淀2和沉淀1中一定有铜,则原固体X中含有镁粉和硫酸铜。若气体1为纯净物,可能为氢气,也可能为二氧化碳,则原固体X中可能有碳酸钙;若气体1为混合物,则原固体中一定含有镁粉、硫酸铜和碳酸钙,可能含有硫酸亚铁。由以上分析可知,沉淀1中可能含碳酸钙,沉淀2中一定有铜单质,A项错误,C项正确;由分析可知,若气体1为混合物,则原固体中一定含有镁粉、硫酸铜和碳酸钙,可能含有硫酸亚铁,若镁将铁置换出来,则不一定发生反应 $Mg+2HCl=\!=\!=MgCl_2+H_2\uparrow$,可能发生反应 $Fe+2HCl=\!=\!=FeCl_2+H_2\uparrow$,B项正确;若粉末中含硫酸铜、硫酸亚铁、镁粉,加足量水后得到的沉淀1中含铁和铜,向沉淀1中加入稀盐酸,气体1为氢气,溶液2含氯化亚铁,沉淀2为铜,D项正确。

【对点演练】

2.某澄清透明溶液中可能含 Na^+、K^+、Mg^{2+}、Cu^{2+}、OH^-、Cl^-、CO_3^{2-}、SO_4^{2-} 中的一种或几种(不考虑离子水解),现进行如下实验:

①用玻璃棒蘸取少量溶液滴在红色石蕊试纸上,试纸变蓝;

②取少量原溶液于试管中,一次性加入足量盐酸,有气体放出;

③再向②所得溶液中加入 $BaCl_2$ 溶液,没有沉淀生成;

④再向③所得溶液中滴加足量硝酸酸化后,加入 $AgNO_3$ 溶液,有白色沉淀生成。

回答下列问题:

(1)根据步骤①可以推断溶液中一定含有_____,一定不含有_____。

(2)步骤②发生反应的离子方程式为_____。

(3)根据步骤②、③可以推断出溶液中一定含有_____,一定不含有_____。

(4)步骤④中产生的白色沉淀为_____(填化学式)。

(5)通过步骤④不能确定溶液中含有 Cl^-,其原因是_____。

解析:①用红色石蕊试纸检验,试纸变蓝色,说明溶液显碱性,肯定含有 OH^-,肯定没有 Mg^{2+}、Cu^{2+};②另取少量溶液于试管中,一次性加入足量盐酸,有气体放出,说明有 CO_3^{2-};③再加入 $BaCl_2$ 溶液后,没有沉淀生成,说明没有 SO_4^{2-};④再向③所得溶液中加足量硝酸酸化后,加入 $AgNO_3$ 溶液有白色沉淀生成,说明含有 Cl^-,但由于步骤②和步骤③中引入 Cl^-,所以不能确定原溶液中是否含有 Cl^-,根据溶液不显电性,知一定存在阳离子,溶液中肯定含有 Na^+ 和 K^+ 中的一种或两种,据此解答。(1)根据步骤①可判断溶液中一定含有 OH^-,一定不含有 Mg^{2+}、Cu^{2+}。(2)步骤②生成的气体为二氧化碳,发生反应的离子方程式为 $2H^++CO_3^{2-}=\!=\!=CO_2\uparrow+H_2O$。(3)通过步骤②可得出原溶液中一定含有 CO_3^{2-};通过步骤③得出原溶液中一定不含 SO_4^{2-}。(4)步骤④中产生的白色沉淀为 AgCl。(5)由于步骤②和步骤③均引入 Cl^-,所以通过步骤④不能确定溶液中含有 Cl^-。

答案:(1)OH^-　Mg^{2+}、Cu^{2+}

(2)$CO_3^{2-}+2H^+=\!=\!=H_2O+CO_2\uparrow$

(3)CO_3^{2-}　SO_4^{2-}

(4)AgCl

(5)步骤②、③中分别加入盐酸、$BaCl_2$ 溶液,引入了 Cl^-

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 $2CuO+C\xlongequal{高温}2Cu+CO_2\uparrow$：

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 $Fe+CuSO_4=\!=\!=FeSO_4+Cu$：

铜元素化合价降低，$CuSO_4$ 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；

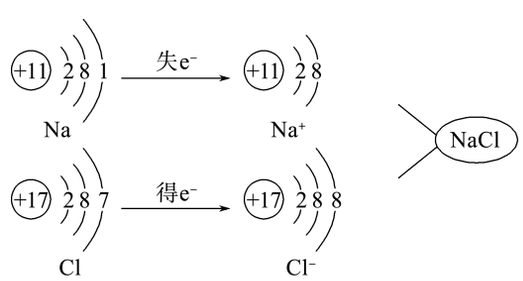
③凡是有元素化合价升降的反应，都是氧化还原反应。

3.从电子转移的角度认识氧化还原反应

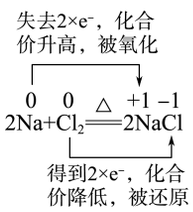
(1)在 $2Na+Cl_2\xlongequal{\triangle}2NaCl$ 的反应过程中：

①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。

②NaCl 的形成示意图



③反应过程中相应变化关系图



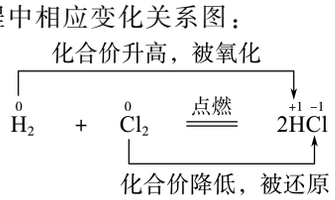
(2)在 $H_2+Cl_2\xlongequal{点燃}2HCl$ 的反应过程中：

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)。

◇想一想

从化合价变化角度判断以下反应是不是氧化还原反应，并思考氧化还原反应与四种基本反应类型的关系。

①$CO_2+C\xlongequal{高温}2CO$

②$2Fe+3Cl_2\xlongequal{\triangle}2FeCl_3$

③$C+H_2O(g)\xlongequal{高温}CO+H_2$

④$2H_2O\xlongequal{电解}2H_2\uparrow+O_2\uparrow$

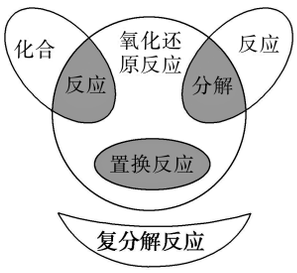
⑤$Na_2SO_4+BaCl_2=\!=\!=2NaCl+BaSO_4\downarrow$

⑥$H_2O_2+H_2S=\!=\!=S\downarrow+2H_2O$

(1)既是氧化还原反应又是化合反应的为①②(填序号，下同)。

(2)属于非氧化还原反应的为⑤。
(3)不属于四种基本反应类型的为⑥。
(4)属于置换反应的为③。

二、四种基本反应类型与氧化还原反应的关系



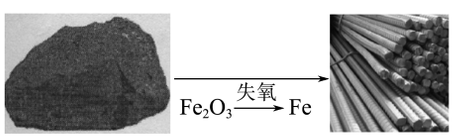
根据图示用“一定”或“不一定”填空：
(1) 化合反应不一定是氧化还原反应；有单质参加的化合反应一定是氧化还原反应。
(2) 分解反应不一定是氧化还原反应；有单质生成的分解反应一定是氧化还原反应。
(3) 置换反应一定是氧化还原反应。
(4)复分解反应一定不是氧化还原反应。

○ 任务型课堂 ○

任务1 探究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 $Fe \xrightarrow{得氧} Fe_2O_3$。现代工业中冶炼钢铁的过程可以简单表示为



铁矿石　　钢铁

活动1　结合上述材料分析，$Fe \xrightarrow{得氧} Fe_2O_3$ 属于什么反应？铁元素的化合价有何变化？那 $Fe_2O_3 \xrightarrow{失氧} Fe$ 过程如何？

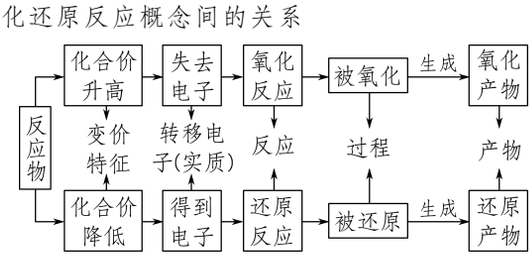
提示：氧化反应，铁元素的化合价升高；还原反应，铁元素的化合价降低。

活动2　铁粉和硫黄粉混匀后加热，发生反应 $Fe+S \xlongequal{\triangle} FeS$，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。

【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 $\overset{0}{Cl_2}+H_2O \rightleftharpoons H\overset{-1}{Cl}+H\overset{+1}{Cl}O$ 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 $HCl \rightarrow Cl_2$，氯元素是被氧化。

评价活动

1.下列应用中涉及氧化还原反应的是　　(　　)

A.暖贴中的铁粉遇空气放热
B.荧光指示牌被光照后发光
C.自热火锅发热包中生石灰遇水放出热量
D.使用明矾对水进行净化

A　**解析**：暖贴中的铁粉遇空气放热，是铁和空气中的氧气等发生氧化还原反应而放出热量，A符合题意；荧光指示牌被光照后发光的过程不存在元素化合价的改变，不涉及氧化还原反应，B不符合题意；生石灰遇水放出热量，是氧化钙和水反应生成氢氧化钙，不存在元素化合价的改变，不涉及氧化还原反应，C不符合题意；使用明矾对水进行净化，明矾溶于水后形成胶体，可以吸附水中悬浮颗粒，不存在元素化合价的改变，不涉及氧化还原反应，D不符合题意。

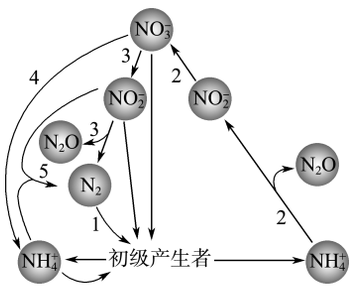
2.我国古籍中有许多关于化学变化的记载。以下反应不属于氧化还原反应的是　　(　　)

A.黑火药爆炸：$2KNO_3+3C+S \xlongequal{点燃} K_2S+N_2\uparrow+3CO_2\uparrow$
B.明代《天工开物》中记载的火法炼锌工艺：$ZnCO_3+2C \xlongequal{高温} Zn+3CO\uparrow$
C.西汉《淮南万毕术》记载的“曾青得铁则化为铜”：$Fe+Cu^{2+}=\!=Cu+Fe^{2+}$
D.诗句“千锤万凿出深山，烈火焚烧若等闲”中，描述的石灰石煅烧：$CaCO_3 \xlongequal{高温} CaO+CO_2\uparrow$

D　**解析**：黑火药爆炸反应中N、C、S元素化合价发生变化，属于氧化还原反应，A不符合题意；$ZnCO_3$

$+2C \xlongequal{高温} Zn+3CO\uparrow$，C、Zn 元素化合价发生变化，属于氧化还原反应，B 不符合题意；$Fe+Cu^{2+}=\!=\!=Cu+Fe^{2+}$，Fe、Cu 元素化合价发生变化，属于氧化还原反应，C 不符合题意；石灰石煅烧没有元素化合价变化，不是氧化还原反应，D 符合题意。

3. 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。

4. 下列变化过程中，属于氧化反应的是（　　）

A. $MnO_2 \longrightarrow Mn^{2+}$　　B. $CuO \longrightarrow CuCl_2$

C. $Ag^+ \longrightarrow Ag_2O$　　D. $Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+}$

D　**解析**：物质所含元素化合价升高的反应为氧化反应。

任务 2　能从本质上理解氧化还原反应中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，如地方性甲状腺肿大，主要病因是环境缺碘，人体摄取碘不足。

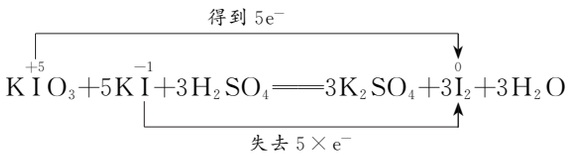
我国政府对碘缺乏病相当重视，为了消除碘缺乏病，在食盐中加入适量的碘酸钾。

检验食盐中是否加碘，可用如下反应：

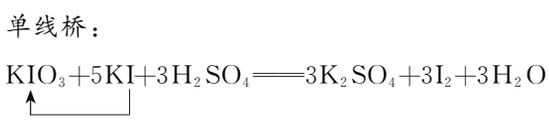
$KIO_3 + 5KI + 3H_2SO_4 = 3K_2SO_4 + 3I_2 + 3H_2O$

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情况。

提示：双线桥：



单线桥：

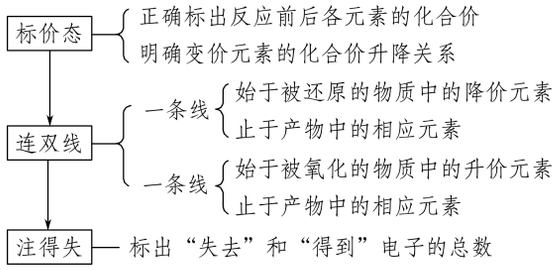


活动 2　在用双线桥法表示电子转移情况时，两个线桥上表示的电子总数有何关系？

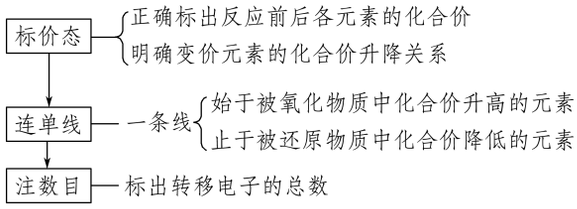
提示：两个线桥上电子总数相等。

【任务总结】

1. 用双线桥法表示电子转移的情况

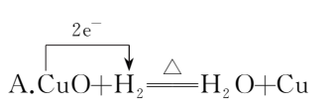


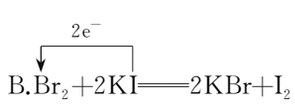
2. 用单线桥法表示电子转移的方向和数目

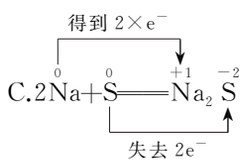


评价活动

1. 下列化学反应中电子转移的表示方法正确的是（　　）







D. $\overset{+5\ -2}{2KClO_3}\xrightarrow[\triangle]{MnO_2}\overset{-1}{2KCl}+\overset{0}{3O_2}\uparrow$（$2\times6e^-$）

B　**解析**：A 项，H_2 失电子，CuO 得电子，应是 $\overset{2e^-}{CuO+H_2}\xrightarrow{\triangle}H_2O+Cu$，错误；B 项，KI 失电子，$Br_2$ 得电子，正确；C 项，Na 失电子，S 得电子，应是 $\overset{失去\ 2\times e^-}{2\overset{0}{Na}+\overset{0}{S}=\overset{+1}{Na_2}\overset{-2}{S}}$（得到 $2e^-$），错误；D 项，该双线桥未标出电子的得失，应是 $\overset{得到\ 2\times6e^-}{\overset{+5\ -2}{2KClO_3}\xrightarrow[\triangle]{MnO_2}\overset{-1}{2KCl}+\overset{0}{3O_2}\uparrow}$（失去 $6\times2e^-$），错误。

2. 下列反应中，电子转移的表示方法正确的是（　　）

A. $\overset{失去\ 4e^-}{\overset{+4}{SiO_2}+2\overset{0}{C}\xrightarrow{高温}\overset{0}{Si}+\overset{+2}{2CO}\uparrow}$（得到 $2\times2e^-$）

B. $\overset{e^-}{\overset{0}{2Na}+2\overset{+1}{H_2O}=2NaOH+H_2\uparrow}$

C. $\overset{得到\ 2\times5e^-}{\overset{-1}{10KI}+2KMnO_4+8H_2SO_4=\overset{0}{5I_2}+6K_2SO_4+\overset{+2}{2MnSO_4}+8H_2O}$（失去 $10\times e^-$）

D. $\overset{2e^-}{Cu+2H_2SO_4(浓)\xrightarrow{\triangle}CuSO_4+SO_2\uparrow+2H_2O}$

C　**解析**：$SiO_2\rightarrow Si$，硅元素的化合价由＋4 价降低到0 价，得到电子，$C\rightarrow CO$，碳元素的化合价由 0 价升高到＋2 价，失去电子，A 错误；$2Na\rightarrow 2NaOH$，共失去 $2e^-$，B 错误；$Cu\rightarrow CuSO_4$，铜元素的化合价升高，失电子，$H_2SO_4\rightarrow SO_2$，硫元素的化合价降低，得电子，箭头指向错误，D 错误。

3. 分析反应 $MnO_2+4HCl(浓)\xrightarrow{\triangle}MnCl_2+2H_2O+Cl_2\uparrow$，用双线桥法和单线桥法标出电子转移的情况。

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

答案：$\overset{失去\ 2\times e^-}{4HCl(浓)+\overset{+4}{Mn}O_2\xrightarrow{\triangle}\overset{+2}{Mn}Cl_2+\overset{0}{Cl_2}\uparrow+2H_2O}$（得到 $2e^-$）

$\overset{2e^-}{4HCl(浓)+MnO_2\xrightarrow{\triangle}MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O}$

4. 在反应 $H_2SO_3+2H_2S=3H_2O+3S\downarrow$ 中，被氧化与被还原元素的质量比为_____，在反应 $3S+6KOH\xrightarrow{\triangle}2K_2S+K_2SO_3+3H_2O$ 中，被还原的硫与被氧化的硫的质量比为_____；利用双线桥法标出上述两个氧化还原反应的电子转移情况。

①_____。

②_____。

解析：在反应 $H_2SO_3+2H_2S=3H_2O+3S\downarrow$ 中，H_2S 中硫元素化合价升高：$H_2S\rightarrow S$，发生氧化反应，H_2S 被氧化；H_2SO_3 中硫元素化合价降低：$H_2SO_3\rightarrow S$，发生还原反应，H_2SO_3 被还原。被氧化与被还原的硫元素质量比为 2∶1。在反应 $3S+6KOH\xrightarrow{\triangle}2K_2S+K_2SO_3+3H_2O$ 中，3 个 S，其中 2 个 S 化合价降低，被还原，1 个 S 化合价升高，被氧化，所以被还原的硫与被氧化的硫的质量比为 2∶1。

答案：2∶1　2∶1

①$\overset{失去2\times2e^-}{H_2SO_3+2H_2S=3H_2O+3S\downarrow}$（得到$4e^-$）

②$\overset{得到2\times2e^-}{3S+6KOH\xrightarrow{\triangle}2K_2S+K_2SO_3+3H_2O}$（失去$4e^-$）

课后素养评价（六）　氧化还原反应

建议用时：30分钟

基础巩固

1. 我国历史悠久，文化博大精深。下列文献的描述中涉及氧化还原反应的是　　（　　）

A.《劝学》：“冰，水为之，而寒于水……”

B.《石灰吟》：“粉骨碎身浑不怕，要留清白在人间”

C.《望庐山瀑布》:“日照香炉生紫烟,遥看瀑布挂前川”

D.《淮南万毕术》:“曾青($CuSO_4$ 溶液)得铁则化为铜”

D　**解析**:“冰,水为之,而寒于水……”,说的是液态水转化为固态水,没有新物质生成,属于物理变化,不涉及氧化还原反应,A 不符合题意;石灰石($CaCO_3$)煅烧生成生石灰(CaO)和 CO_2,CaO 再与水反应生成熟石灰 $Ca(OH)_2$,最后 $Ca(OH)_2$ 与 CO_2 反应生成 $CaCO_3$,这些反应均无元素化合价变化,不属于氧化还原反应,B 不符合题意;“日照香炉生紫烟”的意思是“瀑布飞泻,水汽蒸腾而上,在日照下,仿佛香炉峰冉冉升起了团团紫烟”,由此可见这个“烟”实际上是水产生的雾气,没有新物质生成,属于物理变化,不涉及氧化还原反应,C 不符合题意;铁与硫酸铜溶液反应生成铜和硫酸亚铁,铁元素化合价升高(0 价→+2 价),铜元素化合价降低(+2 价→0 价),存在元素化合价变化,属于氧化还原反应,D 符合题意。

2.下列反应中,既属于氧化还原反应,又属于离子反应的是　(　　)

A.铝片与稀盐酸的反应

B.甲烷与氧气的反应

C.灼热的炭与二氧化碳反应生成一氧化碳

D.氢氧化钠溶液与稀盐酸的反应

A　**解析**:A、B、C 项中的反应均属于氧化还原反应,其中只有 A 反应为离子反应,故选 A。

3.下列单、双线桥的表示方法正确的是　(　　)

A. $2Na+Cl_2 \xlongequal{\triangle} 2NaCl$,2e⁻ 箭头由 Na 指向 Cl

B. $Fe_2O_3+3CO \xlongequal{高温} 2Fe+3CO_2$,2e⁻ 箭头由 Fe₂O₃ 指向 CO

C. $HgS+O_2 \xlongequal{\triangle} Hg+SO_2$,得到2e⁻ 箭头由 O₂ 指向 Hg;失去2e⁻ 箭头由 HgS 指向 SO₂

D. $2KMnO_4 \xlongequal{\triangle} K_2MnO_4+MnO_2+O_2\uparrow$,得到3e⁻ 箭头由 KMnO₄ 指向 MnO₂;得到e⁻ 箭头由 KMnO₄ 指向 K₂MnO₄;失去2×2e⁻ 箭头由 K₂MnO₄ 指向 O₂

D　**解析**:A 项,Na 元素失电子,Cl 元素得电子,箭头由 Na→Cl;B 项应是 $Fe_2O_3+3CO \xlongequal{高温} 2Fe+3CO_2$,6e⁻ 箭头由 Fe₂O₃ 指向 Fe;C 项,三种元素的化合价都变化,表示为 $HgS+O_2 \xlongequal{\triangle} Hg+SO_2$,失去6e⁻ 箭头由 HgS 指向 SO₂;得到2e⁻ 箭头由 O₂ 指向 Hg;得到2×2e⁻ 箭头由 O₂ 指向 SO₂;D 项,$KMnO_4 \to K_2MnO_4$,Mn 元素化合价降低 1 价,$KMnO_4 \to MnO_2$,Mn 元素化合价降低 3 价,得电子总数为 4,氧原子失电子总数为 4,正确。

4.下列类型的反应,一定发生电子转移的是　(　　)

A.化合反应　　B.分解反应

C.置换反应　　D.复分解反应

C　**解析**:有单质参加的化合反应为氧化还原反应,一定有电子的转移,则化合反应中可能有电子的转移,故 A 不选;有单质生成的分解反应为氧化还原反应,则分解反应中可能有电子的转移,故 B 不选;置换反应中一定有电子的转移,故 C 要选;复分解反应中没有元素化合价的变化,则一定没有电子的转移,故 D 不选。

5.下列说法正确的是　(　　)

A.在氧化还原反应中一种元素被氧化,另一种元素被还原

B.在氧化还原反应中,不一定所有元素的化合价都改变

C.氧化还原反应的实质是反应中原子发生了重新组合

D.某元素由化合态转化为游离态,这种元素一定被还原

B　**解析**:A 项,反应中也可能是同一种元素既被氧化又被还原;C 项,氧化还原反应的实质是电子的转移;D 项,化合态的某元素的化合价可能为正价也可能为负价,若转化为游离态,元素可能被还原也可能被氧化。

6.工业上常用 $NaClO_3$ 和 Na_2SO_3 溶液混合并加 H_2SO_4 酸化后反应制得 ClO_2,则反应后 Na_2SO_3 转化为　(　　)

A.Na_2SO_4　　B.SO_2

C.S　　D.Na_2S

A　**解析**:由 $Na\overset{+5}{Cl}O_3 \to \overset{+4}{Cl}O_2$ 中氯元素化合价降低可知,$Na_2\overset{+4}{S}O_3$ 中硫元素化合价应升高,故反应后 Na_2SO_3 转化为 Na_2SO_4。

7.$NaBH_4$ 溶于水并和水反应:$NaBH_4+2H_2O \xlongequal{} NaBO_2+4H_2\uparrow$,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 H 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**：$\overset{+1+3-1}{NaBH_4}+2\overset{+1-2}{H_2O}=\overset{+1+3-2}{NaBO_2}+4\overset{0}{H_2}\uparrow$（化合价降低，被还原；化合价升高，被氧化），故 $NaBH_4$ 中的 H 失去电子，转化为 H_2；H_2O 中的 H 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。反应中被氧化与被还原的元素质量比为 1∶1。

拓展提高

8. 已知反应 $2KMnO_4+16HCl(浓)=2KCl+2MnCl_2+5Cl_2\uparrow+8H_2O$。

(1)若有 2 个 Cl_2 分子生成，则被氧化的 HCl 分子数为_____，转移电子数目为_____。

(2)分别用“双线桥法”和“单线桥法”标出上述反应中电子转移的情况。

_____

_____

解析：在反应中每生成 2 个 Cl_2 分子，有 4 个 HCl 分子被氧化，转移 4 个电子。

答案：(1)4　4

(2)双线桥法：

$2KMnO_4+16HCl(浓)=2KCl+2MnCl_2+5\overset{失去10\times e^-}{Cl_2}\uparrow+8H_2O$（得到 $2\times5e^-$）

单线桥法：

$2KMnO_4+16HCl(浓)=2KCl+2MnCl_2+5Cl_2\uparrow+8H_2O$（$10e^-$）

9. 过氧化氢溶液可作为采矿业废液消毒剂，如消除采矿废液中剧毒的氰化钾，反应的化学方程式为 $KCN+H_2O_2+H_2O=A+NH_3\uparrow$（已配平）。（提示：$K\overset{-3}{C}\overset{+2}{N}$、$H_2\overset{-1}{O_2}$）

(1)生成物 A 的化学式是_____。

(2)该反应是否是氧化还原反应？_____（填“是”或“否”），理由是_____

_____。

若是，则被还原的元素是_____（若不是，则此空不填）。

解析：(1)根据已给信息“已配平”，由质量守恒定律，得反应的化学方程式为 $KCN+H_2O_2+H_2O=KHCO_3+NH_3\uparrow$。(2)给化学方程式中每种元素标出其化合价：$\overset{+1}{K}\overset{+2-3}{C}\overset{+1}{N}+\overset{+1-1}{H_2O_2}+\overset{+1-2}{H_2O}=\overset{+1+1+4-2}{KHCO_3}+\overset{-3+1}{NH_3}\uparrow$，KCN 中的碳元素的化合价从 +2 价升高到 +4 价，H_2O_2 中的氧元素的化合价从 −1 价降低到 −2 价，在反应中有元素化合价升降，该反应是氧化还原反应。H_2O_2 中氧元素化合价降低，所以被还原的元素是氧元素。

答案：(1)$KHCO_3$

(2)是　有元素化合价的升降　氧元素

10. 酒后驾车是马路第一大杀手。已知酒精(C_2H_5OH)能与 $K_2Cr_2O_7$ 和 H_2SO_4 的混合溶液在一定条件下发生如下反应：$2K_2Cr_2O_7+3C_2H_5OH+8H_2SO_4=2K_2SO_4+2Cr_2(SO_4)_3+3CH_3COOH+11H_2O$。$Cr_2O_7^{2-}$ 和 Cr^{3+} 在溶液中分别显橙色和绿色，回答下列问题：

(1)该反应_____(填“是”或“不是”，下同)离子反应，_____氧化还原反应。

(2)能否用这一反应来检测司机是否酒后驾车？_____(填“能”或“否”)，理由是_____

_____。

解析：(1)铬元素和碳元素的化合价在反应前后发生了变化，是氧化还原反应。(2)由于反应前后溶液颜色发生变化，可以用来检测司机是否酒后驾车。

答案：(1)是　是　(2)能　该反应前后溶液颜色发生变化，$K_2Cr_2O_7$ 在酸性条件下遇乙醇发生反应，溶液颜色由橙色变为绿色

创新应用

11. 回答下列问题。

(1)$FeCl_3$ 虽然具有净水作用，但是会腐蚀设备，而聚合氯化铁是一种新型的絮凝剂，处理污水比 $FeCl_3$ 高效，且腐蚀性小。完成 $NaClO_3$ 氧化 $FeCl_2$ 的离子方程式：

_____ClO_3^- + _____Fe^{2+} + _____ = _____Cl^- + _____Fe^{3+} + _____。

(2)①PbO_2 与浓盐酸共热生成黄绿色气体，反应的化学方程式为_____

_____。

②PbO_2 可由 PbO 与次氯酸钠(NaClO)溶液反应制得，反应的离子方程式为_____

_____。

(3)高铁酸钾(K_2FeO_4)是水处理过程中使用的一种新型消毒剂。可在碱性条件下，用 NaClO 氧化 $Fe(OH)_3$ 来制备，请配平反应的离子方程式：____ClO^- + ____$Fe(OH)_3$ + _____OH^- = _____FeO_4^{2-} + _____ + _____Cl^-。

(4)已知在过量的 $FeSO_4$ 溶液中滴入几滴 NaClO 溶液，并加入过量 H_2SO_4，溶液立即变黄，试写出该反应的离子方程式：_____

_____。

(5)ClO_2常用于水的净化，工业上可用Cl_2氧化$NaClO_2$溶液制取ClO_2。写出该反应的离子方程式，并标出电子转移的情况：_____。

解析：(1)依据电子守恒、电荷守恒和原子守恒，可得离子方程式为$ClO_3^- + 6Fe^{2+} + 6H^+ = Cl^- + 6Fe^{3+} + 3H_2O$。(2)①$PbO_2$与浓盐酸反应生成氯化铅、氯气和水，化学方程式为$PbO_2 + 4HCl(浓) \xlongequal{\triangle} PbCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$。②PbO和$ClO^-$发生氧化还原反应生成$PbO_2$和$Cl^-$，离子方程式为$PbO + ClO^- = PbO_2 + Cl^-$。(3)在题给反应中，氯元素的化合价由+1价变为−1价，铁元素的化合价由+3价变为+6价，化合价升降最小公倍数是6，所以ClO^-、Cl^-的化学计量数是3，$Fe(OH)_3$、FeO_4^{2-}的化学计量数是2，根据电荷守恒，可知OH^-的化学计量数是4，根据元素守恒，可知生成物中所缺物质是H_2O，化学计量数是5，则配平后反应的离子方程式为$3ClO^- + 2Fe(OH)_3 + 4OH^- = 2FeO_4^{2-} + 5H_2O + 3Cl^-$。(4)$Fe^{2+}$被氧化成$Fe^{3+}$，因为$Fe^{2+}$过量，所以$ClO^-$的还原产物只能是$Cl^-$，而不是$Cl_2$。(5)$Cl_2$氧化$NaClO_2$制取$ClO_2$，$ClO_2^-$被氧化为$ClO_2$，而$Cl_2$被还原为$Cl^-$，根据氧化还原反应中元素化合价升降总数相等可得离子方程式为$Cl_2 + 2ClO_2^- = 2ClO_2 + 2Cl^-$。

答案：(1)1　6　$6H^+$　1　6　$3H_2O$

(2)① $PbO_2 + 4HCl(浓) \xlongequal{\triangle} PbCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$

②$PbO + ClO^- = PbO_2 + Cl^-$

(3)3　2　4　2　$5H_2O$　3

(4)$2Fe^{2+} + ClO^- + 2H^+ = 2Fe^{3+} + Cl^- + H_2O$

(5)$Cl_2 + 2ClO_2^- = 2ClO_2 + 2Cl^-$（2e⁻）

（或$Cl_2 + 2ClO_2^- = 2ClO_2 + 2Cl^-$，得到$2\times e^-$，失去$2\times e^-$）

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

氧化剂——氧化还原反应中得到电子(或共用电子对偏向)的物质

还原剂——氧化还原反应中失去电子(或共用电子对偏离)的物质

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：

$CuO + H_2 \xlongequal{\triangle} Cu + H_2O$（2e⁻）

CuO为氧化剂，H_2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O_2、Cl_2)以及浓硫酸、HNO_3、$KMnO_4$、$FeCl_3$等。

(2)还原剂：活泼的金属单质(如Al、Zn、Fe)以及C、H_2、CO、KI等。

◇练一练

已知反应：$5H_2O_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5O_2\uparrow + 8H_2O$，回答下列问题。

(1)反应中$H_2O_2 \rightarrow O_2$，氧元素的化合价由_____价_____到0价，因而H_2O_2是_____。

提示：−1　升高　还原剂

(2)反应中$KMnO_4 \rightarrow MnSO_4$，锰元素的化合价由_____价_____到+2价，因而$KMnO_4$是_____。

提示：+7　降低　氧化剂

(3)该反应中H_2SO_4是氧化剂吗？是还原剂吗？分析其原因：_____。

提示：H_2SO_4中各元素的化合价在反应前后都不变化，因此H_2SO_4既不是氧化剂也不是还原剂

5.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、燃料的燃烧、绿色植物的光合作用等。

(2)负面影响:易燃物的自燃、食物的腐败、钢铁的锈蚀等。

二、氧化性、还原性强弱比较

1.物质的氧化性及还原性与元素化合价的关系

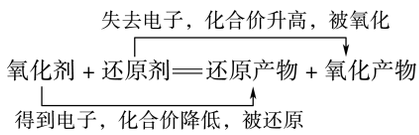
核心元素化合价	实例	性质
最高价	$\overset{+7}{K}\overset{+7}{Mn}O_4$、$\overset{+3}{Fe}Cl_3$、$H\overset{+5}{N}O_3$、$H_2\overset{+6}{S}O_4$	只有氧化性
中间价	$\overset{+4}{S}O_2$、$Na_2\overset{+4}{S}O_3$、$\overset{+2}{Fe}SO_4$、$\overset{0}{S}$	既有氧化性又有还原性
最低价	$\overset{0}{Fe}$、$\overset{0}{Na}$、$K\overset{-1}{I}$	只有还原性

2.氧化性、还原性强弱与得失电子能力的关系

(1)氧化性:物质越易得电子,氧化性越强。

(2)还原性:物质越易失电子,还原性越强。

3.根据氧化还原反应方程式比较氧化性、还原性强弱



(1)氧化性:氧化剂＞氧化产物;

(2)还原性:还原剂＞还原产物。

◇练一练

已知:①$2Fe+3Cl_2 \xlongequal{\triangle} 2FeCl_3$、②$Fe+S \xlongequal{\triangle} FeS$,可判断 Cl_2 的氧化性_____(填“大于”或“小于”)S,理由是_____。

提示:大于　Fe 被 Cl_2 氧化成+3 价,而 S 只能把 Fe 氧化成+2 价

○ 任务型课堂 ○

任务1 能正确辨析氧化剂和还原剂

评价活动

1.许多舰艇的底部都涂有含 Cu_2O 的防污涂料,制备 Cu_2O 的一种方法为 $Zn+2CuSO_4+2NaOH = Cu_2O+ZnSO_4+Na_2SO_4+H_2O$。下列有关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:**该反应中,锌元素的化合价从 0 价升高到+2 价,铜元素的化合价从+2 价降低到+1 价。锌元素的化合价升高,Zn 失去电子,A 错误;$CuSO_4$ 中铜元素的化合价降低,$CuSO_4$ 是该反应的氧化剂,被还原生成 Cu_2O,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.Cl_2 与 NH_3 可发生反应:$8NH_3+3Cl_2 = N_2+6NH_4Cl$,生成的氯化铵呈白烟状,此反应常用于检验氯气管道是否漏气。对这一反应描述正确的是　(　　)

A.NH_4Cl 既是氧化产物又是还原产物

B.氧化剂和还原剂的个数比为 3∶8

C.反应中,未被氧化的 NH_3 与被氧化的 NH_3 的分子数之比为 3∶1

D.生成一个 N_2 分子,反应中转移 3 个电子

C　**解析:**NH_4Cl 为氯元素化合价降低得到的产物,为还原产物,不是氧化产物,A 错误;在 8 mol 氨分子中有 2 mol 分子中 N 元素化合价升高,NH_3 是还原剂,3 mol 氯气中氯元素化合价降低,Cl_2 是氧化剂,氧化剂和还原剂的个数比为 3∶2,B 错误;在8 mol 氨分子中有 2 mol 分子中 N 元素化合价升高被氧化,有 6 mol NH_3 没有被氧化,故未被氧化的 NH_3 与被氧化的 NH_3 的分子数之比为 3∶1,C 正确;NH_3 中氮元素化合价由−3 价升高为 0 价,生成一个氮气分子,反应中转移 6 个电子,D 错误。

3.古医典富载化学知识,下面体现了物质的氧化性的是　(　　)

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”

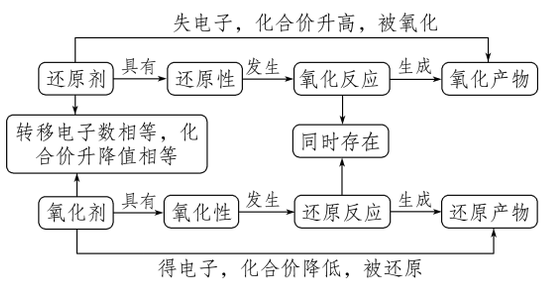
D.石钟乳($CaCO_3$):“色黄,以苦酒(醋)洗刷则白”

C　**解析:**“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;“以水沃之,即热蒸而解”是指 CaO 发生反应 $CaO+H_2O = Ca(OH)_2$,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；“能化金、银、铜、铁奇物”是指发生反应 $2Ag+S\xlongequal{\triangle}Ag_2S$、$Fe+S\xlongequal{\triangle}FeS$、$2Cu+S\xlongequal{\triangle}Cu_2S$，反应中S为氧化剂，与其氧化性有关，C符合题意；“色黄，以苦酒（醋）洗刷则白”是指 $CaCO_3$ 发生反应 $CaCO_3+2CH_3COOH=(CH_3COO)_2Ca+H_2O+CO_2\uparrow$，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2 学会比较氧化性、还原性强弱的方法

探究活动

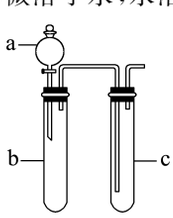
高锰酸钾消毒剂，俗称灰锰氧、PP粉，是一种常用的消毒剂。

已知反应：①$2KMnO_4+16HCl(浓)=2KCl+2MnCl_2+5Cl_2\uparrow+8H_2O$，②$2KBr+Cl_2=2KCl+Br_2$。

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：$KMnO_4>Cl_2>Br_2$。

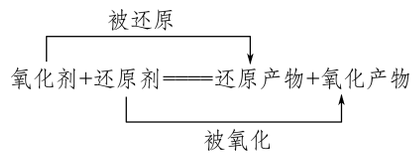
活动2 利用如图所示装置，设计实验，证明氧化性 $KMnO_4>Cl_2>Br_2$，限选试剂：KBr溶液、$KMnO_4$ 溶液、浓盐酸（已知 Cl_2 是一种黄绿色的气体，Br_2 是深红棕色挥发性液体，微溶于水，水溶液呈橙色）。



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：$KMnO_4>Cl_2$；c中溶液颜色变为橙色，说明有 Br_2 生成，证明氧化性：$Cl_2>Br_2$。

【任务总结】

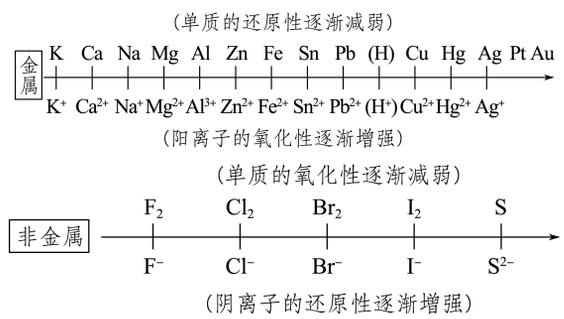
1. 根据氧化还原反应方程式比较物质氧化性、还原性的强弱



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



评价活动

1. ClO_2 常温下为易溶于水且不与水反应的气体，被称为“第四代”饮用水消毒剂，因其高效率、无污染而被广泛使用。工业上利用 ClO_2 制备更稳定的 $NaClO_2$，测定产品中 $NaClO_2$ 纯度的反应之一为 $ClO_2^-+4I^-+4H^+=2I_2+2H_2O+Cl^-$，杂质不与 I^- 反应。以上材料中关于该反应的说法正确的是（　　）

A. I_2 是氧化剂

B. H_2O 是还原产物

C. 氧化性：$ClO_2^->I_2$

D. Cl^- 被还原，发生还原反应

C　**解析**：由离子方程式可知，I_2 是氧化产物，A错误；从化合价可知，H_2O 的化合价没有变化，不是还原产物，B错误；氧化剂具有氧化性，反应中氧化性大小为氧化剂>氧化产物，则氧化性：$ClO_2^->I_2$，C正确；Cl^- 不是反应物，是还原产物，D错误。

2. 铬的化合物被广泛应用于染料、催化剂等领域。几种铬（Cr）的化合物的转化关系如下所示：

Cr_2O_3 固体 $\xrightarrow[\text{Ⅰ}]{\text{过量 KOH 溶液}}$ $KCrO_2$ 溶液 $\xrightarrow[\text{Ⅱ}]{H_2O_2\text{ 溶液}}$

K_2CrO_4 溶液 $\xrightarrow[\text{Ⅲ}]{H_2SO_4\text{ 溶液}}$ $K_2Cr_2O_7$ 溶液 $\xrightarrow{FeSO_4\text{ 溶液}}$ 含 Cr^{3+} 的溶液

下列说法正确的是　　（　　）

A.过程Ⅲ的反应 $2H^+ + 2CrO_4^{2-} \xlongequal{} Cr_2O_7^{2-} + H_2O$ 为氧化还原反应

B.还原性：$Fe^{2+} > Cr^{3+}$

C.氧化性：$Cr_2O_7^{2-} < Fe^{2+}$

D.$KCrO_2$ 中 Cr 的化合价为＋1 价

B　**解析**：反应Ⅲ中 Cr 的化合价未变，属于非氧化还原反应，A 错误；$K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 \longrightarrow Cr^{3+} + Fe^{3+}$（部分反应物、生成物未写出），还原性：$Fe^{2+} > Cr^{3+}$，氧化性：$Cr_2O_7^{2-} > Fe^{2+}$，B 正确，C 错误；$KCrO_2$ 中 Cr 的化合价为＋3 价，D 错误。

3. 铁钉浸入 $CuSO_4$ 溶液后，表面会附着红色物质；铜丝浸入 $AgNO_3$ 溶液后，表面会附着银白色物质。



铁与$CuSO_4$溶液的反应



铜与$AgNO_3$溶液的反应

则在 Cu、Fe、Ag 中，_____的还原性最强；在 Cu^{2+}、Fe^{2+}、Ag^+ 中，_____的氧化性最强。

答案：Fe　Ag^+

课后素养评价（七）　氧化剂和还原剂

建议用时：30分钟

基础巩固

1. 下列转化过程中，反应物为氧化剂的是　　（　　）

A.$Na_2S \rightarrow H_2S$　　B.$FeCl_2 \rightarrow FeCl_3$

C.$S \rightarrow SO_2$　　D.$KMnO_4 \rightarrow MnO_2$

D　**解析**：反应物为氧化剂，则所含元素的化合价降低。A 项，S 元素的化合价不变；B 项，Fe 元素的化合价升高；C 项，S 元素的化合价升高；D 项，Mn 元素的化合价降低。

2. 在 $3NO_2 + H_2O \xlongequal{} 2HNO_3 + NO$ 反应中，氧化剂与还原剂的分子数之比为　　（　　）

A.2∶1　　B.1∶2

C.3∶1　　D.1∶3

B　**解析**：$\overset{\text{化合价降低}}{\overbrace{3NO_2}} + H_2O \xlongequal{} \underset{\text{化合价升高}}{\underbrace{2HNO_3}} + NO$，可知 $NO_2 \rightarrow NO$ 变化过程中，NO_2 作氧化剂；$NO_2 \rightarrow HNO_3$ 变化过程中，NO_2 作还原剂。

3. 明代宋应星所著的《天工开物》记载了火法炼锌工艺。该工艺涉及的化学方程式为 $ZnCO_3 + 2C \xlongequal{\text{高温}} Zn + 3CO\uparrow$。下列说法错误的是　　（　　）

A.在该反应中，$ZnCO_3$ 作氧化剂

B.在该反应中，单质 C 失去电子被氧化，发生氧化反应

C.该反应中电子转移的方向和数目可表示为 $\overset{2e^-}{\overbrace{ZnCO_3}} + 2C \xlongequal{\text{高温}} Zn + 3CO\uparrow$

D.在该反应中，还原产物为 Zn、CO

C　**解析**：$ZnCO_3$ 中锌元素化合价由＋2 价降为 0 价，得到电子，$ZnCO_3$ 作氧化剂，A 正确；单质 C 中碳元素化合价由 0 价升为＋2 价，失去电子被氧化，单质 C 发生氧化反应，B 正确；$ZnCO_3$ 中 Zn 得 $2e^-$、C 得 $2e^-$，共得 $4e^-$，单质 C 失 $4e^-$，电子转移总数为 $4e^-$，同时箭头方向指示错误，应该写为 $\overset{4e^-}{\overbrace{ZnCO_3 + 2C}} \xlongequal{} Zn + 3CO\uparrow$，C 错误；$ZnCO_3$ 被还原生成 Zn 和 CO，二者均为还原产物，D 正确。

4. 下列化学反应都与盐酸有关，其中盐酸既表现还原性又表现酸性的是　　（　　）

A.$KClO_3 + 6HCl(浓) \xlongequal{} KCl + 3Cl_2\uparrow + 3H_2O$

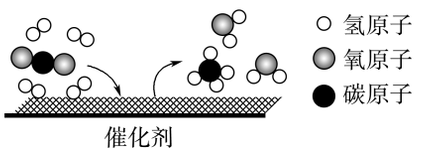
B.$Zn + 2HCl \xlongequal{} ZnCl_2 + H_2\uparrow$

C.$2HCl \xlongequal{\text{电解}} H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

D.$AgNO_3 + HCl \xlongequal{} AgCl\downarrow + HNO_3$

A　**解析**：反应 $KClO_3 + 6HCl(浓) \xlongequal{} KCl + 3Cl_2\uparrow + 3H_2O$ 中，HCl 被氧化生成 Cl_2，HCl 作还原剂，表现出还原性，且生成 KCl，表现出酸性，则该反应中盐酸既表现还原性又表现酸性，A 符合题意；反应 $Zn + 2HCl \xlongequal{} ZnCl_2 + H_2\uparrow$ 中，HCl 被还原生成 H_2，HCl 作氧化剂，表现出氧化性，B 不符合题意；反应 $2HCl \xlongequal{\text{电解}} H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$ 中，HCl 中氢元素化合价降低，氯元素化合价升高，HCl 既是氧化剂也是还原剂，则 HCl 既表现氧化性也表现还原性，C 不符合题意；反应 $AgNO_3 + HCl \xlongequal{} AgCl\downarrow + HNO_3$ 中，各元素化合价均不变，不属于氧化还原反应，盐酸没有表现还原性，D 不符合题意。

5.我国航天员为调整空间站内的气体成分，利用物质转化反应消耗呼出的CO_2，该转化反应的微观示意图如下。下列关于该反应的说法错误的是（　　）



A.CO_2是氧化剂

B.属于离子反应

C.氧元素化合价未发生改变

D.该反应为$CO_2+4H_2 \xlongequal{\text{催化剂}} CH_4+2H_2O$

B　**解析**：由图可知，该反应为$CO_2+4H_2 \xlongequal{\text{催化剂}} CH_4+2H_2O$，碳元素的化合价降低，$CO_2$为氧化剂，A、D正确；该反应并非在溶液中进行，因此不是离子反应，B错误；反应过程中，氧元素化合价未发生改变，C正确。

6.根据离子方程式：①$2Fe^{3+}+2I^- \xlongequal{} 2Fe^{2+}+I_2$，②$Br_2+2Fe^{2+} \xlongequal{} 2Br^-+2Fe^{3+}$，可判断离子的还原性从强到弱的顺序是（　　）

A.Br^-、Fe^{2+}、I^-　　B.I^-、Fe^{2+}、Br^-

C.Br^-、I^-、Fe^{2+}　　D.Fe^{2+}、I^-、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：$I^->Fe^{2+}$，②中，还原性：$Fe^{2+}>Br^-$，因此，还原性：$I^->Fe^{2+}>Br^-$。

7.某一反应体系中有反应物和生成物共5种物质：S、H_2S、HNO_3、NO、H_2O。已知水是该反应的生成物之一。

(1)从硫和氮元素的价态看，只有氧化性的物质是_____，只有还原性的物质是_____，既有氧化性又有还原性的物质是_____。

(2)该反应中还原剂是_____，氧化剂是_____。

(3)氧化性：HNO_3_____(填“＞”或“＜”)S。

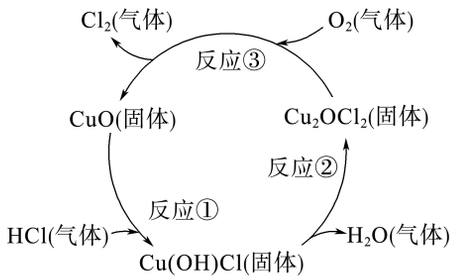
解析：水是生成物之一，说明反应物中肯定含有氢、氧元素，含有氢元素的有H_2S和HNO_3，含有氧元素的有HNO_3和NO。观察五种物质，含硫元素的有S和H_2S，含氮元素的有HNO_3和NO。根据氧化还原反应的特点，如果S是反应物，则H_2S是生成物，此时S得电子，N只能失电子，即NO是反应物，两种反应物中均没有氢元素，所以S和NO不可能是反应物。由以上分析可知，反应物只能是H_2S和HNO_3，生成物只能是S、NO和H_2O。

答案：(1)HNO_3　H_2S　NO、S

(2)H_2S　HNO_3　(3)＞

拓展提高

8.工业上氯气主要用于生产塑料、合成纤维、染料、农药、消毒剂以及各种氯化物。某种制备氯气的反应原理如图所示。下列说法正确的是（　　）



A.反应①②③均为氧化还原反应

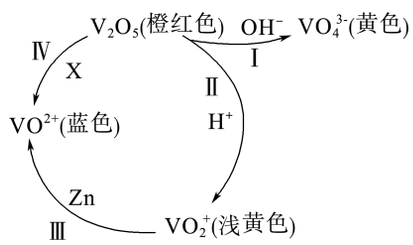
B.转化过程中CuO是中间产物

C.反应③中Cl_2是还原产物

D.总反应为$4HCl+O_2 \xlongequal{CuO} 2Cl_2+2H_2O$

D　**解析**：反应①中CuO和HCl反应生成Cu(OH)Cl，没有元素化合价变化，反应②中Cu(OH)Cl反应生成Cu_2OCl_2和H_2O，元素化合价也未发生变化，因此不是氧化还原反应，故A错误；转化过程中CuO的质量与化学性质没有发生变化，是催化剂，故B错误；反应③中Cu_2OCl_2与O_2反应生成Cl_2，氯元素化合价升高，因此Cl_2是氧化产物，故C错误；根据反应①②③得到总反应为$4HCl+O_2 \xlongequal{CuO} 2Cl_2+2H_2O$，故D正确。

9.五氧化二钒是一种金属氧化物，广泛用于冶金、化工等行业。下图是含钒物质的转化。下列有关说法正确的是（　　）



A.反应Ⅰ的离子方程式为$V_2O_5+6OH^- \xlongequal{} 2VO_4^{3-}+3H_2O$

B.实现Ⅱ的转化还需要提供还原剂

C.反应Ⅲ的转化中氧化剂与还原剂的个数比为1∶2

D.反应Ⅳ的转化中X发生还原反应

A　**解析**：反应Ⅰ中V_2O_5在碱性条件下生成VO_4^{3-}，离子方程式为$V_2O_5+6OH^- \xlongequal{} 2VO_4^{3-}+3H_2O$，A正确；$V_2O_5$中V的化合价为+5价，$VO_2^+$中V的化合价为+5价，Ⅱ的转化不是氧化还原反应，

不需要提供还原剂，B 错误；反应Ⅲ中，VO_2^+ 中 V 的化合价由＋5 价降低为 VO^{2+} 中的＋4 价，VO_2^+ 为氧化剂，锌为还原剂，锌元素的化合价由 0 价升高为＋2 价，根据得失电子守恒，转化中 VO_2^+ 和 Zn 个数比等于 2∶1，C 错误；反应Ⅳ中，V_2O_5 中 V 的化合价由＋5 价降低为 VO^{2+} 中的＋4 价，V_2O_5 为氧化剂，加入的还原剂 X 发生氧化反应，D 错误。

10. 氮化铝(AlN)具有耐高温、抗冲击、导热性好等优良性质，广泛应用于电子工业、陶瓷工业等领域。在一定条件下，氮化铝可通过如下反应合成：

$Al_2O_3+N_2+3C \xlongequal{\text{一定条件}} 2AlN+3CO$

(1)用“单线桥法”标出该反应中电子转移的方向和数目：_____。

(2)在该反应中，氧化剂是_____，还原剂是_____；氧化产物是_____，还原产物是_____。

(3)该反应中每生成 $3a$ 个 AlN 时，转移_____个电子，生成 CO 的分子数为_____。

解析：(2)氧化剂是所含元素化合价降低的反应物，由 $\overset{0}{N_2}\rightarrow\overset{-3}{AlN}$ 可知，N_2 作氧化剂，氧化剂对应还原产物，即 AlN 为还原产物；还原剂是所含元素化合价升高的反应物，由 $\overset{0}{C}\rightarrow\overset{+2}{C}O$ 可知，C 作还原剂，CO 为氧化产物。(3)由 $AlN\sim 3e^-$ 可知，每生成 a 个 AlN 转移 $3a$ 个电子，则生成 $3a$ 个 AlN 时转移 $9a$ 个电子，由 $2AlN\sim 3CO$ 可知，生成 $3a$ 个 AlN 时生成 $4.5a$ 个 CO。

$\overset{6e^-}{\overbrace{}}$

答案：(1)$Al_2O_3+N_2+3C \xlongequal{} 2AlN+3CO$

(2)N_2　C　CO　AlN

(3)$9a$　$4.5a$

创新应用

11. 铋(Bi)元素价态为＋3 价时较稳定，铋酸钠($NaBiO_3$)溶液呈无色。现取一定量的硫酸锰($MnSO_4$)溶液，向其中依次滴加下列溶液，对应的现象如下表所示：

加入溶液	①适量铋酸钠溶液	②过量的 H_2O_2 溶液	③适量淀粉碘化钾溶液
实验现象	溶液呈紫红色	紫红色消失，产生气泡	得到蓝色溶液

下列说法不正确的是　(　　)

A.②中产生的气体为 O_2

B.③中 KI 作氧化剂

C.氧化性：$NaBiO_3>KMnO_4>H_2O_2>I_2$

D.还原性：$Mn^{2+}>Bi^{3+}$

B　**解析**：根据氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性分析，由①中现象可知，$NaBiO_3$ 把 Mn^{2+} 氧化生成 MnO_4^-，则 $NaBiO_3$(氧化剂)的氧化性强于 MnO_4^-(氧化产物)的氧化性；由②中现象可知，MnO_4^- 氧化 H_2O_2 产生 O_2，自身被还原为 Mn^{2+}，则 MnO_4^-(氧化剂)的氧化性强于 H_2O_2 的氧化性，A 正确；由③中现象可知，I^- 被过量的 H_2O_2 氧化为 I_2，则 KI 作为还原剂，H_2O_2(氧化剂)的氧化性强于碘单质(氧化产物)的氧化性，B 错误；根据氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性分析，氧化性：$NaBiO_3>KMnO_4>H_2O_2>I_2$，C 正确；在反应中 $MnSO_4$ 为还原剂，$NaBiO_3$ 被还原为 Bi^{3+}，则还原性：$Mn^{2+}>Bi^{3+}$，D 正确。

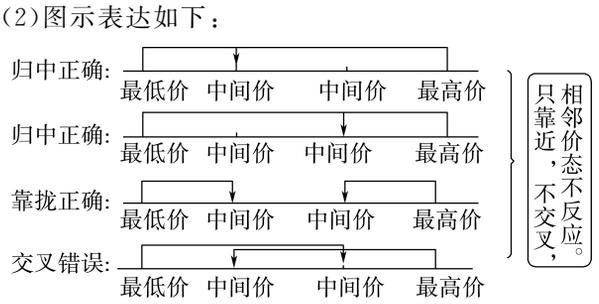
培优突破 2　氧化还原反应的规律及应用

培优点 1　价态规律及其应用

1. 归中规律

(1)内容：同种元素不同价态之间发生氧化还原反应时，高价态＋低价态→中间价态，即“只靠拢，不交叉”“就近变价”。

(2)图示表达如下：



(3)应用：同种元素的物质间发生氧化还原反应时，氧化产物、还原产物的判断，电子转移总数的计算。

2. 歧化规律

(1)内容：发生歧化反应时，某元素的中间价态→高价态＋低价态。

(2)应用：判断反应物和产物中同种元素价态的高低，计算电子转移的数目。

【典例 1】硝酸铵在不同条件下分解可以得到不同的产物，下列各组物质中肯定不可能是硝酸铵分解产物的是　(　　)

A.N_2O、H_2O　　B.N_2、O_2、H_2O

C.N_2、HNO_3、H_2O　　D.HNO_3、H_2O

D　**解析**：硝酸铵(NH_4NO_3)中氮元素的化合价分别为-3价和$+5$价。硝酸铵分解为N_2O和H_2O，-3价氮元素化合价升高到$+1$价，$+5$价氮元素化合价降低到$+1$价，发生归中反应，合理，故A不符合题意；硝酸铵分解为N_2、O_2、H_2O，硝酸铵中-3价氮元素化合价升高到0价，$+5$价氮元素的化合价降低到0价，发生归中反应，合理，故B不符合题意；硝酸铵分解为N_2、HNO_3、H_2O，硝酸铵中-3价氮元素和$+5$价氮元素发生归中反应，生成氮气，合理，故C不符合题意；硝酸铵分解为HNO_3、H_2O，只有化合价的升高，没有化合价的降低，不合理，故D符合题意。

【对点演练】

1.已知氯元素有-1、0、$+1$、$+3$、$+5$、$+7$等多种常见化合价，氯气跟氢氧化钾溶液在一定条件下发生如下反应：

(1)$Cl_2+KOH\longrightarrow KX+KY+H_2O$(未配平)；

(2)$KX\longrightarrow KY+KZ$(氯元素歧化反应，未配平)。

KX、KY、KZ均是含氯元素的钾盐，Cl元素在①KX、②KY、③KZ中的价态由高到低的顺序是③①②(填序号)。

培优点2　先后规律及其应用

1.同时含有几种还原剂时$\xrightarrow{\text{加入氧化剂}}$将按照还原性由强到弱的顺序依次反应。例如，在$FeBr_2$溶液中通入少量$Cl_2$时，因为还原性：$Fe^{2+}>Br^-$，所以$Fe^{2+}$先与$Cl_2$反应。

2.同时含有几种氧化剂时$\xrightarrow{\text{加入还原剂}}$将按照氧化性由强到弱的顺序依次反应。例如，在含有$Fe^{3+}$、$Cu^{2+}$、$H^+$的溶液中加入铁粉，因为氧化性：$Fe^{3+}>Cu^{2+}>H^+$，所以铁粉先与$Fe^{3+}$反应，然后依次与$Cu^{2+}$、$H^+$反应。

3.根据强弱规律判断氧化还原反应能否发生。

若符合氧化性：氧化剂＞氧化产物(或还原性：还原剂＞还原产物)，该氧化还原反应能发生，否则不能发生。

【典例2】在常温下发生以下几个反应，根据反应判断下列结论正确的是　(　　)

①$16H^++10Z^-+2XO_4^-=\!=\!=2X^{2+}+5Z_2+8H_2O$

②$2A^{2+}+B_2=\!=\!=2A^{3+}+2B^-$

③$2B^-+Z_2=\!=\!=B_2+2Z^-$

A.溶液中不能发生反应：$Z_2+2A^{2+}=\!=\!=2A^{3+}+2Z^-$

B.Z元素在反应①③中均被氧化

C.氧化性由强到弱的顺序是XO_4^-、Z_2、B_2、A^{3+}

D.XO_4^-可以被A^{2+}氧化

C　**解析**：根据题干反应得：

反应	氧化剂	还原剂	氧化产物	还原产物
①	XO_4^-	Z^-	Z_2	X^{2+}
②	B_2	A^{2+}	A^{3+}	B^-
③	Z_2	B^-	B_2	Z^-

氧化性：$XO_4^->Z_2>B_2>A^{3+}$，反应$Z_2+2A^{2+}=\!=\!=2A^{3+}+2Z^-$能发生，$XO_4^-$与$A^{2+}$发生氧化还原反应时$XO_4^-$被$A^{2+}$还原，A、D错误，C正确；Z元素在①中被氧化，在③中被还原，B错误。

【对点演练】

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。下列反应在水溶液中不可能发生的是　(　　)

A.$3Cl_2+6FeI_2=\!=\!=2FeCl_3+4FeI_3$

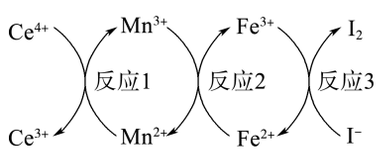
B.$3Cl_2+2FeI_2=\!=\!=2FeCl_3+2I_2$

C.$Co_2O_3+6HCl(浓)=\!=\!=2CoCl_2+Cl_2\uparrow+3H_2O$

D.$2Fe^{3+}+2I^-=\!=\!=2Fe^{2+}+I_2$

A　**解析**：因为氧化性：$FeCl_3>I_2$，所以反应不能生成FeI_3，A符合题意；氧化性：$Cl_2>FeCl_3>I_2$，所以$3Cl_2+2FeI_2=\!=\!=2FeCl_3+2I_2$能发生，B不符合题意；根据反应$Co_2O_3+6HCl(浓)=\!=\!=2CoCl_2+Cl_2\uparrow+3H_2O$可知，氧化性：$Co_2O_3>Cl_2$，反应可能发生，C不符合题意；根据反应$2Fe^{3+}+2I^-=\!=\!=2Fe^{2+}+I_2$可知，氧化性：$FeCl_3>I_2$，反应能发生，D不符合题意。

3.在稀硫酸中发生反应的几种离子的转化关系如图所示，下列说法错误的是　(　　)



A.反应1中氧化反应的产物为Mn^{3+}

B.氧化性：$Ce^{4+}>Mn^{3+}>Fe^{3+}>I_2$

C.反应2的氧化剂为Mn^{3+}，还原反应的产物为Fe^{3+}

D.从氧化还原反应角度推测可能会发生反应：$2Mn^{3+}+2I^-=\!=\!=I_2+2Mn^{2+}$

C　**解析**：反应1中，Mn^{2+}转化为Mn^{3+}，锰元素化合价升高，Mn^{2+}是还原剂，Mn^{3+}是氧化反应的产物，A正确；反应1中Ce^{4+}是氧化剂，Mn^{3+}是氧化反应的产物，反应2中Mn^{3+}是氧化剂，Fe^{3+}是氧化反应的产物，反应3中Fe^{3+}是氧化剂，I_2是氧化反应的产物，而氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性，则氧化性：$Ce^{4+}>Mn^{3+}>Fe^{3+}>I_2$，B正确；反

应2的氧化剂为Mn^{3+}，还原反应的产物为Mn^{2+}，C错误；由选项B可知，氧化性：$Ce^{4+}>Mn^{3+}>Fe^{3+}>I_2$，推测可发生反应：$2Mn^{3+}+2I^-=\!=\!=I_2+2Mn^{2+}$，D正确。

培优点3　守恒规律及其应用

1.守恒规律

原子守恒	反应前后各元素的原子个数相等
得失电子守恒	失电子总数与得电子总数相等
电荷守恒	对于离子反应，反应前后电荷总数相等

2.守恒规律在计算中应用的流程

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	根据得失电子守恒列出等式：氧化剂的粒子数目×变价原子个数×化合价变化值(高价-低价)=还原剂的粒子数目×变价原子个数×化合价变化值(高价-低价)

3.应用：氧化还原反应方程式的配平，氧化还原反应的相关计算。

【典例3】Cl_2通入热的氢氧化钠水溶液中，能同时发生两个氧化还原反应：$NaOH+Cl_2\longrightarrow NaCl+NaClO+H_2O$、$NaOH+Cl_2\longrightarrow NaCl+NaClO_3+H_2O$(均未配平)，反应后测定NaClO与$NaClO_3$的数目之比为5∶2，则该反应中被氧化与被还原的元素的质量之比为　　(　　)

A.1∶3　　B.3∶1

C.7∶15　　D.7∶5

C　**解析**：Cl_2转化为NaClO与$NaClO_3$，氯元素化合价升高发生氧化反应；反应后测得NaClO与$NaClO_3$的数目之比为5∶2，设生成NaClO的数目为5个，生成$NaClO_3$的数目为2个，则被氧化的氯原子的数目为7个；生成NaClO与$NaClO_3$转移电子的数目为$5\times1+2\times5=15$；Cl_2转化为NaCl，氯元素化合价由0价降低为-1价，发生还原反应，根据得失电子守恒，生成NaCl的数目为15个，则被还原的氯原子个数为15，该反应中被氧化与被还原的元素的质量之比为7∶15。

【对点演练】

4.已知$NaBrO_3$溶液在一定条件下与F_2反应的离子方程式为$BrO_3^-+aF_2+bY=\!=\!=BrO_4^-+2F^-+H_2O$。下列有关说法错误的是　　(　　)

A.$b=2$

B.Y是H^+

C.BrO_3^-发生氧化反应

D.F^-为还原产物

B　**解析**：由元素的化合价变化及得失电子守恒、元素守恒、电荷守恒可知，$a=1$，$b=2$，Y为OH^-，A项正确，B项错误；BrO_3^-中溴元素化合价升高，该物质发生氧化反应，C项正确；得到电子的产物为还原产物，F^-为还原产物，D项正确。

5.黄铁矿(主要含FeS_2，其中Fe的化合价为+2价)是一种常见的含硫矿物，在细菌和空气的作用下，黄铁矿中的FeS_2可与空气中的O_2发生反应。已知反应中FeS_2与O_2的化学计量数之比为2∶7，且化合价发生变化的元素只有S和O，则FeS_2中的S可能完全转化为　　(　　)

A.H_2S　　B.S

C.SO_3^{2-}　　D.SO_4^{2-}

D　**解析**：H_2S中S为-2价，比FeS_2中S(-1价)的化合价更低，说明FeS_2被还原，但O_2是氧化剂，FeS_2应被氧化，A不符合题意；S单质中S为0价，每个S失去$1e^-$，共失去$4e^-$，O_2得到$28e^-$，则得失电子不守恒，B不符合题意；SO_3^{2-}中S为+4价，每个S失去$5e^-$，共失去$20e^-$，O_2得到$28e^-$，则得失电子不守恒，C不符合题意；SO_4^{2-}中S为+6价，每个S失去$7e^-$，共失去$28e^-$，O_2得到$28e^-$，则得失电子守恒，D符合题意。

★★★

迁·移·应·用

考点1 物质的组成与分类

【教考衔接】

教材第一章第一节详细介绍了树状分类法，即根据物质的组成对不同物质分类。高考中高频考点主要集中在纯净物与混合物、单质与化合物、化合物精细分类、交叉分类法和树状分类法的应用等。

【典例示范】

【例1】(2024·浙江6月卷)按物质组成分类，$KAl(SO_4)_2\cdot 12H_2O$属于 (　　)

A.酸　　B.碱

C.盐　　D.混合物

C　**解析**：$KAl(SO_4)_2\cdot 12H_2O$是结晶水合物，属于纯净物，是由金属阳离子K^+、Al^{3+}和酸根阴离子SO_4^{2-}构成的复盐，故选C。

【例2】(2025·浙江6月卷)下列消毒剂的有效成分属于盐的是 (　　)

A.高锰酸钾溶液　　B.过氧乙酸溶液

C.双氧水　　D.医用酒精

A　**解析**：高锰酸钾溶液的有效成分为$KMnO_4$，其在水溶液中电离出K^+和MnO_4^-，故$KMnO_4$属于盐；过氧乙酸溶液的有效成分是CH_3COOOH，在水溶液中电离出CH_3COOO^-和H^+，即水溶液中的阳离子全部为H^+，故其属于酸；双氧水的有效成分是H_2O_2，H_2O_2是由H和O两种元素组成的化合物，故其属于氧化物；医用酒精的有效成分为CH_3CH_2OH，其属于有机物，不属于盐。

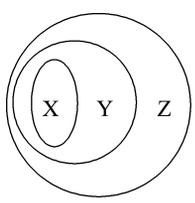
【易错提醒】

(1)纯净/混合先分清："名"辨物态看组成，冰水各矾皆纯净，溶液胶体皆混合。

(2)化合物分类抓核心：盐的金属离子(或铵根离子)＋酸根离子，再看有无H^+或OH^-。

【针对训练】

1.下列物质或概念间的从属关系与图示不相符的是 (　　)



选项	X	Y	Z
A	FeS	金属硫化物	化合物
B	烟	分散系	混合物
C	酸性氧化物	非金属氧化物	氧化物
D	含氧酸	电解质	化合物

C　**解析**：FeS属于金属硫化物，而金属硫化物属于化合物；烟是固体颗粒在气体中分散时得到的分散系，而分散系属于混合物；酸性氧化物不一定都是非金属氧化物，如Mn_2O_7是酸性氧化物但不属于非金属氧化物；含氧酸属于酸，酸都是电解质，电解质都属于化合物。

考点2 离子方程式的正误判断

【教考衔接】

教材第一章第二节详细介绍了离子反应的定义、离子方程式的书写与意义，高考中的高频考点主要涉及离子方程式的正误判断。

【典例示范】

【例3】下列离子方程式与所给事实相符的是_____。

(1)(2025·北京卷)用盐酸除去铁锈：$Fe_2O_3\cdot xH_2O+6H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+(3+x)H_2O$

(2)(2025·河南卷)用稀盐酸浸泡氧化银：$Ag_2O+2H^+=\!=\!=2Ag^++H_2O$

(3)(2025·湖北卷)碳酸银溶于稀硝酸的离子方程式：$CO_3^{2-}+2H^+=\!=\!=H_2O+CO_2\uparrow$

(4)(2025·河南卷)向硫酸氢钠溶液中滴加少量碳酸氢钡溶液：$H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+HCO_3^-=\!=\!=BaSO_4\downarrow+CO_2\uparrow+H_2O$

解析：(1)铁锈的成分为 $Fe_2O_3\cdot xH_2O$，能溶于盐酸生成 $FeCl_3$ 和水，离子方程式为 $Fe_2O_3\cdot xH_2O+6H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+(3+x)H_2O$，正确。(2)用稀盐酸浸泡氧化银生成 AgCl 沉淀，离子方程式为 $Ag_2O+2H^++2Cl^-=\!=\!=2AgCl+H_2O$，错误。(3)碳酸银难溶于水，不能拆成离子，正确的离子方程式为 $Ag_2CO_3+2H^+=\!=\!=2Ag^++H_2O+CO_2\uparrow$，错误。(4)向硫酸氢钠溶液中滴加少量碳酸氢钡溶液，反应的离子方程式为 $2H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+2HCO_3^-=\!=\!=BaSO_4\downarrow+2CO_2\uparrow+2H_2O$，错误。

答案：(1)

【针对训练】

2.下列过程对应的离子方程式书写正确的是　(　　)

A.碳酸镁与稀硫酸反应：$CO_3^{2-}+2H^+=\!=\!=H_2O+CO_2\uparrow$

B.$NaHSO_4$ 溶液与 Zn 粉反应：$Zn+2H^+=\!=\!=Zn^{2+}+H_2\uparrow$

C.向 $MgCl_2$ 溶液中加入足量氨水：$Mg^{2+}+2OH^-=\!=\!=Mg(OH)_2\downarrow$

D.向 NH_4HCO_3 溶液中加入石灰乳：$NH_4^++OH^-=\!=\!=NH_3\cdot H_2O$

B　**解析**：碳酸镁是难溶物，不能拆，正确的离子方程式为 $MgCO_3+2H^+=\!=\!=Mg^{2+}+CO_2\uparrow+H_2O$，A 错误；$NaHSO_4$ 完全电离为 H^+、Na^+ 和 SO_4^{2-}，Zn 与 H^+ 反应生成 Zn^{2+} 和 H_2，该离子方程式正确，B 正确；氨水为弱碱，不能拆成 OH^- 和 NH_4^+，正确的离子方程式为 $Mg^{2+}+2NH_3\cdot H_2O=\!=\!=Mg(OH)_2\downarrow+2NH_4^+$，C 错误；石灰乳为悬浊液，主要成分为 $Ca(OH)_2$，不能拆成 OH^- 和 Ca^{2+}，正确的离子方程式为 $Ca(OH)_2+NH_4^++HCO_3^-=\!=\!=CaCO_3\downarrow+H_2O+NH_3\cdot H_2O$，D 错误。

3.下列离子方程式书写错误的是　(　　)

A.$NaHSO_4$ 溶液与少量 $Ba(OH)_2$ 溶液反应：$2H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+2OH^-=\!=\!=BaSO_4\downarrow+2H_2O$

B.$Ca(HCO_3)_2$ 溶液中加入少量氢氧化钠溶液：$Ca^{2+}+HCO_3^-+OH^-=\!=\!=CaCO_3\downarrow+H_2O$

C.$NaHCO_3$ 溶液与过量澄清石灰水反应：$HCO_3^-+Ca^{2+}+OH^-=\!=\!=CaCO_3\downarrow+H_2O$

D.向 $Ba(OH)_2$ 溶液中通入过量 CO_2 气体：$Ba^{2+}+2OH^-+CO_2=\!=\!=BaCO_3\downarrow+H_2O$

D　**解析**：$NaHSO_4$ 溶液与少量 $Ba(OH)_2$ 溶液反应，$Ba(OH)_2$ 少量，则完全反应，离子方程式中 Ba^{2+} 与 OH^- 的化学计量数之比为 1∶2，离子方程式为 $2H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+2OH^-=\!=\!=BaSO_4\downarrow+2H_2O$，A 正确；$Ca(HCO_3)_2$ 溶液中加入少量氢氧化钠溶液，NaOH 溶液少量，则完全反应，离子方程式为 $Ca^{2+}+HCO_3^-+OH^-=\!=\!=CaCO_3\downarrow+H_2O$，B 正确；$NaHCO_3$ 溶液与过量澄清石灰水反应，$NaHCO_3$ 溶液少量，则完全反应，离子方程式为 $HCO_3^-+Ca^{2+}+OH^-=\!=\!=CaCO_3\downarrow+H_2O$，C 正确；向 Ba(OH)溶液中通入过量 CO_2 气体，CO_2 过量生成的是 HCO_3^-，离子方程式为 $OH^-+CO_2=\!=\!=HCO_3^-$，D 错误。

考点3　氧化还原反应的基本规律与化学方程式的配平

【教考衔接】

教材第一章第三节详细介绍了氧化还原反应。高考中的高频考点：(1)利用得失电子守恒进行计算。(2)陌生情境下化学方程式的配平。

【典例示范】

【例 4】(2025·湖南卷改编)$NaSbO_3$ 是一种合成聚酯的催化剂，可用“硝酸钠法”制备，反应的化学方程式为 $4NaNO_3+4Sb+3O_2\xlongequal{高温}4NaSbO_3+2NO+2NO_2$。

(1)$NaSbO_3$ 中 Sb 元素的化合价为_____。

(2)反应中氧化剂和还原剂的个数之比为____。

(3)反应中消耗 3 个 O_2 分子，转移_____个电子。

解析：(1)$NaSbO_3$ 中 Na 为+1 价，O 为−2 价，则 Sb 的化合价为+5 价。(2)反应中氧化剂为 4 个 $NaNO_3$ 和 3 个 O_2，总个数为 7 个；还原剂为 4 个 Sb。氧化剂与还原剂个数之比为 7∶4。(3)O_2、$NaNO_3$ 同时作氧化剂，3 个 O_2 参与反应，有 4 个 Sb 作还原剂，整个反应中转移电子数为 20(Sb 的氧化，化合价：0→+5)。

答案：(1)+5 价　(2)7∶4　(3)20

【例 5】(2024·浙江 6 月卷改编)利用 CH_3OH 可将废水中的 NO_3^- 转化为对环境无害的物质，反应原理为 $H^++CH_3OH+NO_3^-\longrightarrow X\uparrow+CO_2\uparrow+H_2O$(未配平)。

(1)X 表示_____。

(2)配平该离子方程式：_____

_____。

解析：(1)由题中信息可知，利用 CH_3OH 可将废水中

的 NO_3^- 转化为对环境无害的物质 X，则 X 表示 N_2。(2)该反应中，还原剂 CH_3OH 中 C 元素的化合价由−2 价升高到+4 价，升高了 6 个价位，氧化剂 NO_3^- 中 N 元素的化合价由+5 价降低到 0 价，降低了 5 个价位，由得失电子守恒、电荷守恒和元素守恒，可得，$6H^+ + 5CH_3OH + 6NO_3^- = 3N_2\uparrow + 5CO_2\uparrow + 13H_2O$。

答案：(1)N_2

(2)$6H^+ + 5CH_3OH + 6NO_3^- = 3N_2\uparrow + 5CO_2\uparrow + 13H_2O$

【针对训练】

4. Na_2O 用途广泛，常用作催化剂、脱水剂。利用金属钠可制备 Na_2O，有关化学反应如下：

ⅰ. $Na + Na_2O_2 \longrightarrow Na_2O$(未配平)

ⅱ. $Na + NaNO_3 \longrightarrow Na_2O + N_2\uparrow$(未配平)

下列说法错误的是 (　　)

A. 按照物质组成分析，Na_2O、Na_2O_2 均属于氧化物

B. 反应ⅰ、ⅱ均为氧化还原反应

C. 氧化性：$Na_2O < NaNO_3 < Na_2O_2$

D. 配平后反应ⅱ中从左到右各物质的化学计量数依次为 10、2、6、1

C　**解析**：Na_2O 和 Na_2O_2 均由 Na 和 O 两种元素组成，属于氧化物，A 正确。反应ⅰ中 Na(0→+1)被氧化，O(−1→−2)被还原；反应ⅱ中 Na(0→+1)被氧化，N(+5→0)被还原，两个反应中均存在化合价变化，属于氧化还原反应，B 正确。反应ⅰ中 Na_2O_2 为氧化剂，其氧化性大于氧化产物 Na_2O；反应ⅱ中 $NaNO_3$ 为氧化剂，其氧化性大于氧化产物 Na_2O。从上述信息无法比较 Na_2O_2 与 $NaNO_3$ 的氧化性强弱，C 错误。反应ⅱ中 Na 的化合价由 0 价变为+1 价，N 的化合价由+5 价变为 0 价，该反应的化学方程式为 $10Na + 2NaNO_3 = 6Na_2O + N_2\uparrow$，化学计量数正确，D 正确。

5. (1)将 Cu 投入一定量的浓硝酸中发生如下反应，生成的 NO_2 与 NO 的分子数之比为 2∶1。请完成化学方程式：

____ Cu + ____ HNO_3(浓) = ____ $Cu(NO_3)_2$ + ____ $NO_2\uparrow$ + ____ $NO\uparrow$ + ____。

(2)将高锰酸钾溶液逐滴加入硫化钾溶液中发生如下反应，其中 K_2SO_4 和 S 的个数之比为 3∶2。请完成下列化学方程式：

____ $KMnO_4$ + ____ K_2S + ____ = ____ K_2MnO_4 + ____ K_2SO_4 + ____ $S\downarrow$ + _____。

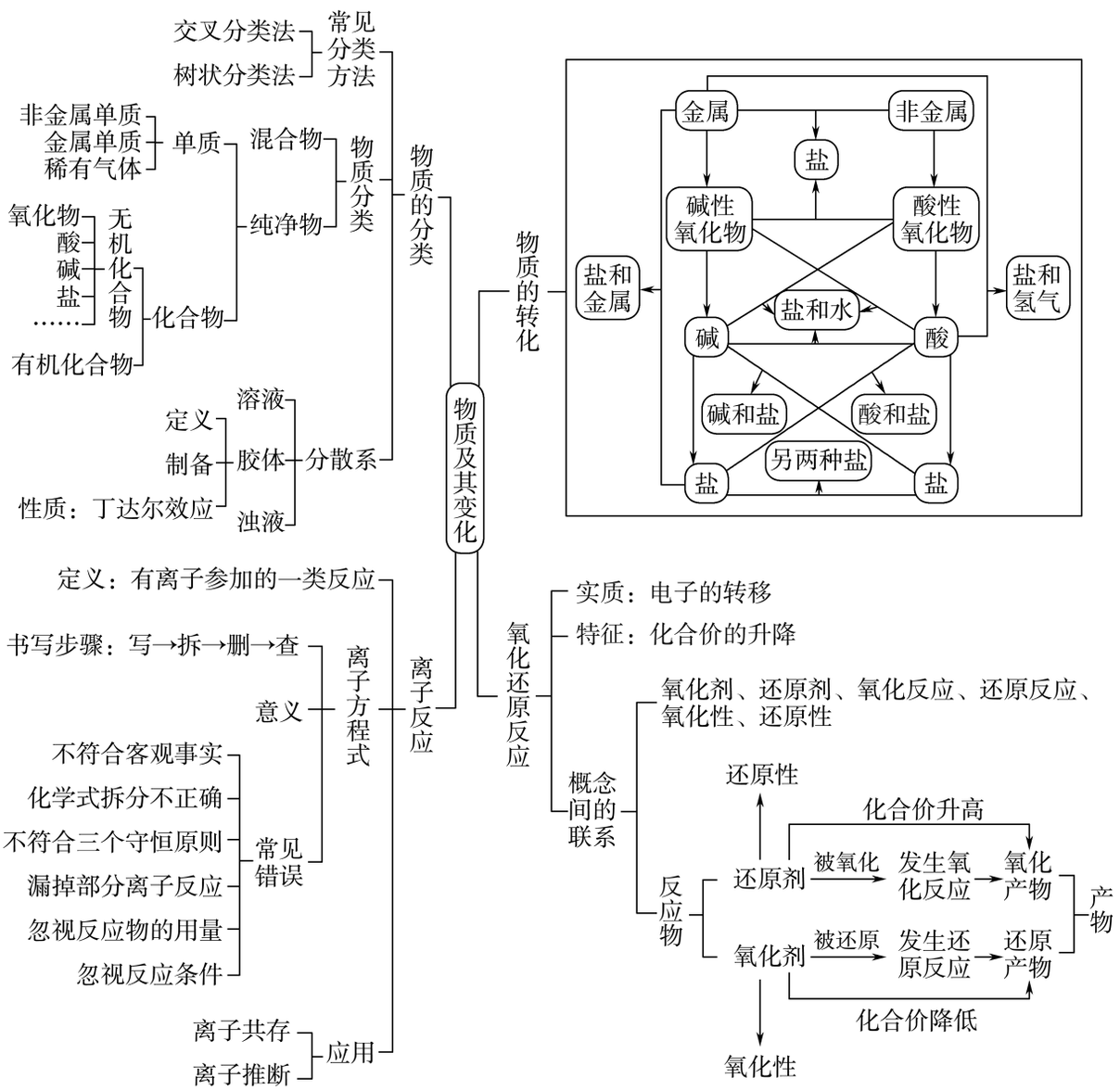
答案：(1)5　16　5　4　2　$8H_2O$

(2)28　5　24KOH　28　3　2　$12H_2O$

★★★

重·构·拓·展

多维体系构建


物质及其变化
物质的分类
常见分类方法
交叉分类法
树状分类法
物质分类
单质
非金属单质
金属单质
稀有气体
混合物
纯净物
化合物
无机化合物
氧化物
酸
碱
盐
……
有机化合物
分散系
溶液
胶体
浊液
定义
制备
性质：丁达尔效应
物质的转化
金属
非金属
盐
碱性氧化物
酸性氧化物
盐和金属
盐和氢气
盐和水
碱
酸
碱和盐
酸和盐
另两种盐
盐
盐
离子反应
定义：有离子参加的一类反应
离子方程式
书写步骤：写→拆→删→查
意义
常见错误
不符合客观事实
化学式拆分不正确
不符合三个守恒原则
漏掉部分离子反应
忽视反应物的用量
忽视反应条件
应用
离子共存
离子推断
氧化还原反应
实质：电子的转移
特征：化合价的升降
概念间的联系
氧化剂、还原剂、氧化反应、还原反应、氧化性、还原性
还原性
化合价升高
反应物
还原剂
被氧化
发生氧化反应
氧化产物
产物
氧化剂
被还原
发生还原反应
还原产物
化合价降低
氧化性

单元测试卷(一)

(考查范围:第一章　时间:75分钟　分值:100分)

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

1.文献记载:"以曾青涂铁,铁赤色如铜……外变而内不化也。""以曾青涂铁,铁赤色如铜"指铁和硫酸铜反应,下列有关说法正确的是　(　)

A.该反应为置换反应,置换反应一定是氧化还原反应

B.用激光笔照射硫酸铜溶液,溶液中有一条光亮的通路

C."外变而内不化也"时得到的金属能导电,为电解质

D."以曾青涂铁,铁赤色如铜"的过程中溶液的导电性明显增强

A　**解析**:置换反应是单质与化合物反应生成新单质和新化合物,必有元素化合价变化,属于氧化还原反应,A正确;丁达尔效应是胶体的性质,硫酸铜溶液属于溶液而非胶体,不会出现明显光路,B错误;金属导电依靠自由电子,但电解质必须是化合物,金属单质不是电解质,C错误;$Fe+CuSO_4=\!=\!=FeSO_4+Cu$,溶液中的$Cu^{2+}$被$Fe^{2+}$取代,两者所带电荷数相同且浓度相近,溶液导电性无明显变化,D错误。

2.分类是解决化学问题的重要科学方法。下列物质的分类中,正确的是　(　)

A.酸性氧化物:一氧化碳、干冰、二氧化硫

B.电解质:氧化钙、醋酸、铁

C.同素异形体:金刚石、石墨、足球烯

D.碱:氢氧化钠、熟石灰、纯碱

C　**解析**:酸性氧化物是指能与碱反应生成盐和水的一类氧化物,而一氧化碳不能与碱反应,因此一氧化碳不是酸性氧化物,干冰(固体CO_2)和二氧化硫是酸性氧化物,A错误;电解质必须是化合物,铁是单质,因此铁不是电解质,氧化钙和醋酸是电解质,B错误;金刚石、石墨、足球烯均为碳元素的单质,互为同素异形体,C正确;纯碱是碳酸钠,属于盐而非碱,氢氧化钠和熟石灰(氢氧化钙)是碱,D错误。

3.下列说法错误的是　(　)

A."千锤万凿出深山,烈火焚烧若等闲",该过程涉及化学变化

B.胶体、溶液和浊液的本质区别是分散质粒子直径大小不同

C."卤水点豆腐"利用了胶体聚沉的性质

D.石墨与C_{60}互为同素异形体,相互之间的转化为物理变化

D　**解析**:"千锤万凿出深山,烈火焚烧若等闲",隐含的反应为煅烧石灰石生成氧化钙和二氧化碳,发生的是化学变化,A正确;胶体是分散质粒子直径为1～100 nm的分散系,溶液是分散质粒子直径小于1 nm的分散系,浊液是分散质粒子直径大于100 nm的分散系,胶体、溶液和浊液的本质区别是分散质粒子直径大小不同,B正确;"卤水点豆腐"利用了胶体聚沉的性质,通过加入盐溶液破坏胶体的稳定性,C正确;同素异形体之间的转化属于化学变化,一定条件下石墨转化为C_{60}是化学变化,D错误。

4.下列叙述正确的是　(　)

A.某元素从游离态变为化合态时,该元素一定被氧化

B.有单质参加的反应一定是氧化还原反应

C.含金属元素的离子不一定是阳离子

D.碱性氧化物不一定都是金属氧化物

C　**解析**:某元素从游离态变为化合态时,该元素也可能被还原,如$Cl_2\rightarrow Cl^-$,故A错误;有单质参加的反应不一定是氧化还原反应,如$2O_3=\!=\!=3O_2$,故B错误;碱性氧化物都是金属氧化物,故D错误。

5.粗盐水过滤后仍含有可溶性的Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}等杂质,通过如下几个实验步骤可以除去这些杂质:

①加入稍过量的Na_2CO_3溶液;

②加入稍过量的NaOH溶液;

③加入稍过量的$BaCl_2$溶液;

④过滤;

⑤滴入稀盐酸至无气泡产生。

正确的操作顺序是　(　)

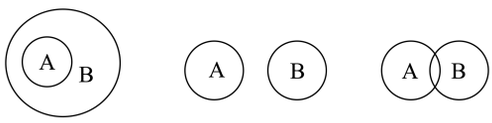
A.①③②④⑤　　B.③②①④⑤

C.②③①⑤④　　D.③④②①⑤

B　**解析**:粗盐的提纯中,为了保证杂质离子完全除去,每一次所加试剂都过量,加入NaOH溶液的目的是除去镁离子,加$BaCl_2$溶液的目的是除去硫酸

根离子，加 Na_2CO_3 溶液的目的是除去钙离子和过量的钡离子，由此可知，Na_2CO_3 溶液的加入一定在 $BaCl_2$ 溶液之后，即①一定在③之后，为了不使产生的沉淀溶解，一定要在过滤后再加盐酸，即⑤在④之后，操作顺序可以为②③①④⑤或③②①④⑤或③①②④⑤，只有 B 正确。

6. 化学概念在逻辑上存在如图所示的三种关系，下列说法错误的是　　(　　)



包含关系　　并列关系　　交叉关系

A. 金属氧化物与碱性氧化物属于包含关系

B. 胶体与分散系属于并列关系

C. 化合物与电解质属于包含关系

D. 分解反应与氧化还原反应属于交叉关系

B　**解析**：碱性氧化物能与酸反应生成盐和水，碱性氧化物一定是金属氧化物，但金属氧化物可能不是碱性氧化物（如 Mn_2O_7），则金属氧化物与碱性氧化物属于包含关系，故 A 正确；分散系包含溶液、胶体、浊液，胶体与分散系属于包含关系，故 B 错误；在水溶液里或熔融状态下能导电的化合物称为电解质，化合物与电解质属于包含关系，故 C 正确；有单质生成的分解反应是氧化还原反应，故有的分解反应是氧化还原反应，属于交叉关系，故 D 正确。

7. 用菱苦土（主要成分为 MgO）制备碱式碳酸镁的物质转化过程如下图所示。下列说法不正确的是　　(　　)

$$MgO \xrightarrow[①]{H_2SO_4} MgSO_4(aq) \xrightarrow[②]{NH_4HCO_3(aq)} MgCO_3 \cdot 3H_2O \text{ 悬浊液}$$

$$\xrightarrow[③]{85\ ℃} 4MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 4H_2O$$

A. MgO 是碱性氧化物

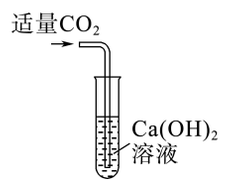
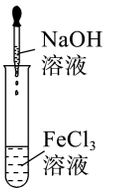
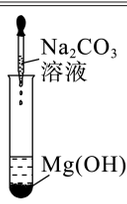
B. ②中可采用过滤的方法提纯 $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ 悬浊液

C. $4MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 4H_2O$ 为碱式盐

D. $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ 悬浊液中分散质的粒子直径小于 100 nm

D　**解析**：MgO 与酸反应生成盐和水，其属于碱性氧化物，A 正确；悬浊液中的固体颗粒较大，可通过过滤分离出来，B 正确；$4MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 4H_2O$ 含金属阳离子 Mg^{2+}、CO_3^{2-} 和 OH^-，属于碱式盐，C 正确；悬浊液属于浊液，分散质粒子直径大于 100 nm，D 错误。

8. 下列实验装置及操作中，安全且能达到实验目的的是　　(　　)

	
A. 利用适量酸性氧化物制备正盐	B. 制备 $Fe(OH)_3$ 胶体
	
C. 发生氧化还原反应	D. 验证离子反应的条件之一

A　**解析**：适量 CO_2 和氢氧化钙溶液反应生成碳酸钙沉淀和水，可达到利用适量酸性氧化物制备正盐的目的，A 正确；用 NaOH 溶液与 $FeCl_3$ 溶液直接反应只能得到氢氧化铁沉淀，不能制得 $Fe(OH)_3$ 胶体，B 错误；高锰酸钾加热分解生成锰酸钾、二氧化锰和氧气，发生的是氧化还原反应，但加热高锰酸钾固体时，试管口应略向下倾斜，防止冷凝水倒流引起试管炸裂，C 错误；碳酸镁微溶于水，氢氧化镁是难溶性固体，向氢氧化镁中滴加碳酸钠溶液，不能生成碳酸镁，图给装置不能达到验证离子反应条件的实验目的，D 错误。

9. 下列离子方程式正确的是　　(　　)

A. 用醋酸除去水垢：$2H^+ + CaCO_3 = Ca^{2+} + CO_2\uparrow + H_2O$

B. 向 $NaHSO_4$ 溶液中滴加 $Ba(OH)_2$ 溶液至溶液呈中性：$H^+ + OH^- + SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4\downarrow + H_2O$

C. 用小苏打治疗胃酸过多：$H^+ + HCO_3^- = H_2O + CO_2\uparrow$

D. 用氯化铁溶液刻蚀覆铜板：$Cu + Fe^{3+} = Fe^{2+} + Cu^{2+}$

C　**解析**：CH_3COOH 是弱酸，不能拆开写，反应的离子方程式为 $2CH_3COOH + CaCO_3 = Ca^{2+} + 2CH_3COO^- + CO_2\uparrow + H_2O$，选项 A 错误；$NaHSO_4$ 溶液中滴加 $Ba(OH)_2$ 溶液至溶液呈中性，反应的离子方程式为 $2H^+ + 2OH^- + SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4\downarrow + 2H_2O$，选项 B 错误；氯化铁和铜反应生成氯化亚铁和氯化铜，反应的离子方程式为 $2Fe^{3+} + Cu = 2Fe^{2+} + Cu^{2+}$，选项 D 错误。

10. 常温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是（　　）

A.强碱性溶液中：K^+、NO_3^-、HCO_3^-、Ba^{2+}

B.强酸性溶液中：Na^+、NH_4^+、ClO^-、I^-

C.滴入酚酞溶液显红色的溶液中：Mg^{2+}、Al^{3+}、Br^-、SO_4^{2-}

D.强碱性溶液中：K^+、Na^+、CH_3COO^-、CO_3^{2-}

D　**解析**：强碱性溶液中，HCO_3^- 与 OH^-、Ba^{2+} 反应生成 $BaCO_3$ 沉淀和 H_2O，不能大量共存，故 A 错误；酸性条件下，ClO^- 与 I^- 发生氧化还原反应，不能大量共存，故 B 错误；滴入酚酞溶液显红色的溶液呈碱性，碱性条件下，Mg^{2+}、Al^{3+} 不能大量共存，故 C 错误。

11. 在 Na_2SO_4、NaCl、NaOH 的混合溶液中，含有的 Na^+、SO_4^{2-}、OH^- 个数之比是 8∶1∶2，则溶液中 Na_2SO_4、NaCl、NaOH 的个数之比为（　　）

A.1∶1∶1

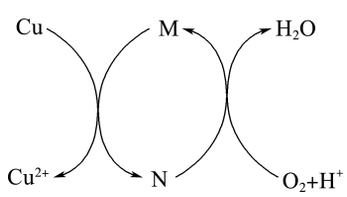
B.1∶2∶4

C.1∶4∶2

D.1∶3∶2

C　**解析**：Na^+、SO_4^{2-}、OH^- 个数之比是 8∶1∶2，可设 NaOH 为 2 个，Na_2SO_4 为 1 个，依据钠原子守恒可得 NaCl 为 4 个，故 Na_2SO_4、NaCl、NaOH 的个数之比为 1∶4∶2。

12. 用碱式氯化铜[$Cu_aCl_b(OH)_c \cdot xH_2O$]（其中 Cu 为+2 价）制备 $CuCl_2$ 时可用 Fe^{3+} 作催化剂，其催化原理如图所示。下列有关说法不正确的是（　　）



A.a、b、c 之间的关系为 $2a=b+c$

B.图中 M、N 分别为 Fe^{3+}、Fe^{2+}

C.上述转化过程中 Cu^{2+} 与 O_2 个数比为 1∶1

D.N 参加的反应的离子方程式为 $4Fe^{2+}+O_2+4H^+=\!=\!=4Fe^{3+}+2H_2O$

C　**解析**：碱式氯化铜中 Cu 为+2 价，Cl 为−1 价，OH^- 带一个单位负电荷，根据化合物为电中性，总正电荷数等于总负电荷数，得 $2a=b+c$，A 正确；由图可知，$M+Cu \longrightarrow N+Cu^{2+}$，说明氧化性：$M>Cu^{2+}$，反应的实质是 $2Cu+O_2+4HCl=\!=\!=2CuCl_2+2H_2O$，所以 M 是催化剂 Fe^{3+}，N 是 Fe^{2+}，B 正确；根据得失电子守恒，$O_2 \sim 4e^- \sim 2Cu^{2+}$，则上述转化过程中 Cu^{2+} 与 O_2 个数比为 2∶1，C 错误；N 参加的反应是酸性条件下，O_2 与 Fe^{2+} 反应生成 Fe^{3+} 的过程，离子方程式为 $4Fe^{2+}+O_2+4H^+=\!=\!=4Fe^{3+}+2H_2O$，D 正确。

13. 金属加工后的废切削液中含有 2%～5% 的 $NaNO_2$，它是一种环境污染物。人们用 NH_4Cl 溶液来处理此废切削液，使亚硝酸钠转化为无毒物质。该过程涉及以下反应：$NH_4NO_2 \xlongequal{\triangle} N_2\uparrow+2H_2O$。

下列对上述反应的叙述正确的是（　　）

①NH_4NO_2 仅是氧化剂

②NH_4NO_2 仅是还原剂

③NH_4NO_2 发生了分解反应

④只有氮元素的化合价发生了变化

⑤NH_4NO_2 既是氧化剂又是还原剂

A.①④⑤　　B.②③④

C.③④⑤　　D.①③⑤

C　**解析**：NH_4^+ 中氮元素的化合价从−3 价升高到 0 价，而 NO_2^- 中氮元素的化合价从+3 价降低为 0 价，所以反应中只有氮元素化合价发生了变化，是个分解反应，NH_4NO_2 既是氧化剂又是还原剂，所以①②错误，③④⑤正确。

14. 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-}

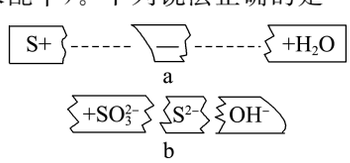
B.Na^+、Ba^{2+}、Cl^-、NO_3^-

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 $Cu(OH)_2$ 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。

15. 把碎纸片 b 补充到 a 中，可得到一个完整的离子方程式（未配平）。下列说法正确的是（　　）



A.该反应可能在酸性条件下进行

B.氧化剂与还原剂的个数之比为 2∶1

C.反应物粒子是 S、SO_3^{2-}、OH^-

D.$2a$ 个 S 参加反应时，转移的电子数为 $3a$

B　**解析**：S中硫元素的化合价为0价，S^{2-}、SO_3^{2-}中硫元素的化合价分别为－2价、＋4价，依据一种元素不同价态之间发生氧化还原反应时，高价要降低，低价要升高，价态只靠近不发生交叉的规律，可得反应物粒子是S和OH^-，生成物粒子是S^{2-}、SO_3^{2-}和H_2O，反应的离子方程式为$3S+6OH^-=\!=\!=2S^{2-}+SO_3^{2-}+3H_2O$。3个S参加反应时，转移4个电子，则$2a$个S参加反应时，转移的电子数为$\frac{8}{3}a$。

二、非选择题：本题共4小题，共55分。

16.(10分)现有以下物质：①Al、②稀盐酸、③$Ba(OH)_2$固体、④酒精、⑤$NaHSO_4$固体、⑥熔融态KNO_3。

(1)以上物质中属于电解质的是_____(填序号，下同)；题干所述状态下的物质能导电的是_____。

(2)上述物质中有两种物质之间可发生离子反应：$H^++OH^-=\!=\!=H_2O$，该离子反应对应的化学方程式为_____。

(3)将③和⑤的溶液混合至溶液显中性时，反应的离子方程式为_____。

解析：(1)电解质是指在水溶液里或熔融状态下能够导电的化合物，酸、碱、盐、金属氧化物等均属于电解质。③$Ba(OH)_2$固体、⑤$NaHSO_4$固体、⑥熔融态KNO_3均为电解质。含有自由移动的带电粒子的物质能够导电，则①Al、②稀盐酸、⑥熔融态KNO_3能导电。(2)两种物质之间可发生离子反应：$H^++OH^-=\!=\!=H_2O$，则这两种物质分别能完全电离出氢离子和氢氧根离子，且能生成水而不生成其他气体或沉淀，题述物质中符合条件的是氢氧化钡和稀盐酸，二者反应的化学方程式为$Ba(OH)_2+2HCl=\!=\!=BaCl_2+2H_2O$。(3)混合溶液显中性时，氢氧化钡与硫酸氢钠的物质的量之比为1∶2，故离子方程式为$2H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+2OH^-=\!=\!=BaSO_4\downarrow+2H_2O$。

答案：(1)③⑤⑥　①②⑥

(2)$Ba(OH)_2+2HCl=\!=\!=BaCl_2+2H_2O$

(3)$2H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+2OH^-=\!=\!=BaSO_4\downarrow+2H_2O$

17.(16分)(1)已知酒精(C_2H_5OH)能与$K_2Cr_2O_7$和H_2SO_4的混合溶液在一定条件下发生如下反应：$2K_2Cr_2O_7+3C_2H_5OH+8H_2SO_4=\!=\!=2K_2SO_4+2Cr_2(SO_4)_3+3CH_3COOH+11H_2O$，且已知$Cr_2O_7^{2-}$和$Cr^{3+}$在溶液中分别显橙色和绿色，回答下列问题：

①该反应涉及的物质中属于非电解质的是_____。该反应_____(填“是”或“不是”)氧化还原反应，判断的依据是_____。

②写出电离方程式：

$Cr_2(SO_4)_3$：_____；

$K_2Cr_2O_7$：_____。

(2)实验室可以用高锰酸钾和盐酸反应制取氯气，反应的化学方程式为$2KMnO_4+16HCl(浓)=\!=\!=2KCl+2MnCl_2+5Cl_2\uparrow+8H_2O$。由该反应判断，$KMnO_4$的氧化性比$Cl_2$的氧化性_____(填“强”或“弱”)。若用$Na_2S$溶液还原$MnO_4^-$，恰好反应时消耗$S^{2-}$与$MnO_4^-$的数目之比为5∶2，已知反应后生成$Mn^{2+}$，则反应后硫元素的化合价为_____价。

解析：(1)该反应涉及的物质均为化合物，其中C_2H_5OH是非电解质，其他均为电解质；该反应中铬元素的化合价降低，碳元素的化合价升高，是氧化还原反应。(2)该反应中$KMnO_4$是氧化剂，Cl_2是氧化产物，故$KMnO_4$的氧化性强于Cl_2。设反应后硫元素的化合价为a，恰好反应时消耗S^{2-}与MnO_4^-的数目之比为5∶2，依据得失电子守恒可得：$5\times(a+2)=2\times(7-2)$，解得$a=0$。

答案：(1)①C_2H_5OH　是　该反应中铬元素化合价降低，碳元素的化合价升高

②$Cr_2(SO_4)_3=\!=\!=2Cr^{3+}+3SO_4^{2-}$　$K_2Cr_2O_7=\!=\!=2K^++Cr_2O_7^{2-}$　(2)强　0

18.(13分)草木灰中富含钾盐，主要成分是碳酸钾，还含有少量氯化钾和硫酸钾。现从草木灰中提取钾盐，并用实验检验其中的CO_3^{2-}、SO_4^{2-}和Cl^-。

(1)从草木灰中提取钾盐的实验操作顺序如下：①称量样品，②溶解沉降，③_____，④蒸发，⑤冷却结晶。

(2)在进行③、④操作时都要用到玻璃棒，其作用分别是：③_____；④_____。

(3)将制得的少量晶体放入试管，加蒸馏水溶解并把溶液分成三份，分装在3支试管里。

①在第一支试管里加入稀盐酸，可观察到有_____生成，证明溶液中有_____。

②在第二支试管里加入足量稀盐酸后，再加入

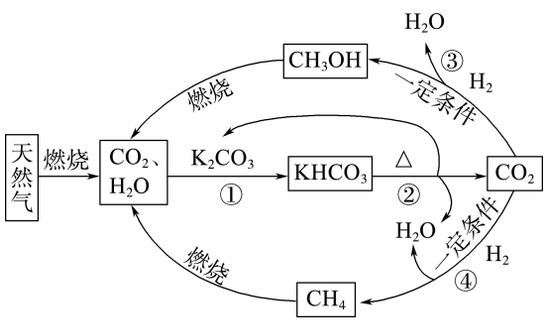
$BaCl_2$ 溶液，可观察到有_____生成，证明溶液中有_____。

③在第三支试管里加入足量 $Ba(NO_3)_2$ 溶液，过滤，再向滤液中加入足量稀硝酸，再加入 $AgNO_3$ 溶液，可观察到有_____生成，证明溶液中有_____。

解析：(2)在过滤操作中，可以用玻璃棒来引流，在蒸发结晶操作中，用玻璃棒搅拌，使溶液受热均匀，防止滤液飞溅。(3)①碳酸根离子能和盐酸反应生成二氧化碳，向溶液中加入稀盐酸后有气泡生成说明有碳酸根离子。②先加入足量稀盐酸，再加入氯化钡溶液，如果产生白色沉淀，说明溶液中有硫酸根离子。③滴加足量稀硝酸后，再加入 $AgNO_3$ 溶液，产生白色沉淀，说明溶液中有氯离子。

答案：(1)过滤　(2)引流，防止滤液溅到漏斗外　搅拌，使溶液受热均匀　(3)①气泡　CO_3^{2-}　②白色沉淀　SO_4^{2-}　③白色沉淀　Cl^-

19.(16分)为解决能源与环境问题，有学者提出如图所示的含碳物质转化技术路线。回答下列问题：



(1)上述涉及的物质中，属于电解质的是_____(填化学式)。

(2)K_2CO_3 既属于钾盐，也属于碳酸盐，该分类方法属于_____。

(3)写出 $KHCO_3$ 在水溶液中的电离方程式：_____。

(4)反应②的化学方程式为_____。

(5)反应③中，参加反应的 H_2 和生成的 CH_3OH 的分子数目之比为_____，每生成1个 H_2O 分子，转移_____个电子。

(6)反应④中的还原产物为_____。

解析：(1)电解质指在水溶液里或熔融状态下能导电的化合物，涉及的物质中属于电解质的是 H_2O、K_2CO_3、$KHCO_3$。(2)K_2CO_3 由钾离子和碳酸根离子构成，既属于钾盐，也属于碳酸盐，该分类方法属于交叉分类法。(3)$KHCO_3$ 在水溶液中完全电离，其电离方程式为 $KHCO_3=K^++HCO_3^-$。(4)$KHCO_3$ 不稳定，受热易分解，反应②为 $2KHCO_3\xlongequal{\triangle}K_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$。(5)反应③为 $CO_2+3H_2\xlongequal{\text{一定条件}}CH_3OH+H_2O$，该反应中参加反应的 H_2 和生成的 CH_3OH 的分子数目之比为3∶1，每生成1个水分子，有3个氢分子参与反应，氢元素的化合价由0价升高为+1价，转移6个电子。(6)根据质量守恒定律可知，反应④为 $CO_2+4H_2\xlongequal{\text{一定条件}}2H_2O+CH_4$。该反应中碳元素化合价降低，二氧化碳为氧化剂，发生还原反应，生成的 CH_4 为还原产物。

答案：(1)H_2O、K_2CO_3、$KHCO_3$

(2)交叉分类法

(3)$KHCO_3=K^++HCO_3^-$

(4)$2KHCO_3\xlongequal{\triangle}K_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$

(5)3∶1　6

(6)CH_4

第二章 海水中的重要元素——钠和氯

单元概览

学习导航

元素组成了许许多多的物质，形成了丰富多彩的物质世界。要想了解物质世界，就要从组成常见物质的典型元素入手。钠是典型的金属元素，氯是典型的非金属元素，这些知识既可以为前面所学习的物质的分类、化学反应的分类补充丰富的材料，又可以为后面继续学习其他元素及其化合物、物质结构和元素周期律等理论知识打下基础。在定性研究物质的基础上，我们会学习一个新的物理量——物质的量，建立物质的一些宏观量与微观粒子数量之间的联系，使我们在初中化学的基础上更进一步地从定量角度认识物质间的反应规律。

在本章的学习中，我们将会获得以下知识及能力：

1.钠的单质是可以通过化学反应制得的；钠的单质及其化合物所具有的物理性质和化学性质。

2.氯是一种重要的“成盐元素”，氯的单质——氯气是一种重要的化工原料；氯的单质及其化合物所具有的性质。

3.利用物质的量这一物理量，能将可称量的物质与难以称量的微观粒子联系起来，对化学反应进行定量研究。

本章在学习了钠及其化合物、氯及其化合物之后，接着进行化学基本概念——物质的量的学习，从定量的角度认识物质的性质和物质间发生的反应。对物质的量的学习，可建立可称量的宏观物质与不可称量的微观粒子间的联系，初步形成“宏观辨识与微观探析”的学科核心素养，为后面进一步研究分子、原子及离子间的相互作用打下基础。

学习目标

1.结合真实情境中的应用实例或通过实验探究，了解钠及其化合物的主要性质，了解这些物质在生产、生活中的应用。

2.结合真实情境中的应用实例或通过实验探究，了解氯及其化合物的主要性质，认识这些物质在生活、生产中的应用和对生态环境的影响。

3.能基于物质的量认识物质的组成及其化学变化，利用物质的量、摩尔质量、气体摩尔体积、物质的量浓度之间的相互关系进行简单计算。

核心概念

物质是多样的，通过化学反应可以实现物质的转化；从结构与性质的关系角度认识不同类别的物质，从而发现新物质，造福人类。“物质的量”是把可称量的物质与难以称量的微观粒子联系起来的物理量。

学法指导

1.在实验中学习化学。化学实验是认识物质的组成、性质和变化规律的重要方法，也是验证化学理论和假设的重要方法。

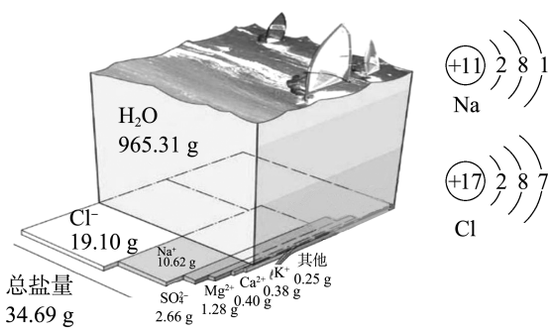
2.学习用基本证据推理的化学特征思维方法。我们要学习推理研究物质及其变化的方法，学习探究物质制备、性质变化的实验操作技能，获得对物质性质的感性认识。

3.学会建立元素及其化合物的知识网络。在学习中建构起知识网络，将元素及其化合物的知识联系起来，形成体系，让知识组块（或结构化）。

4.化学学习不应仅仅停留在记忆公式和反应上，物质的量涉及的概念、公式较多，内容较抽象，关键是要深入理解其背后的物理原理和逻辑关系，这样才能真正掌握并灵活运用。“物质的量”的学习中要过以下三关：①名词关。通过与其他已熟悉的国际单位制的联系，可以将物质的量、摩尔区分开来。②概念关。通过学习，知道“物质的量”是以分子、原子、离子等微观粒子作为计量对象，以阿伏加德罗常数作为计量单位的物理量。③计算关。注意强调计算格式的规范化和各个量的单位，规范化的解题格式有助于理解概念。

单元任务

氯化钠是人体所需的电解质，作用于心肌和神经等细胞的电生理功能调节，并参与维持渗透压和酸碱平衡。自然界中没有游离态的钠和氯，钠元素和氯元素广泛分布于海洋中，每 1 000 g 海水中含 Cl^- 约 19.10 g，Na^+ 约 10.62 g。



1 000 g 海水的化学组成示意图

请思考以下问题并与同学们交流讨论。

1.从原子结构的角度分析 Na 和 Cl_2 可能具有的性质。

2.浓度是指某物质在总量中所占的分量。除了质量分数外，你觉得还能如何定义浓度？

★★★

探·究·构·建

第一节　钠及其化合物

第 1 课时　活泼的金属单质——钠

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，理解钠的性质。
3.知道钠在生产、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	ρ(水)大于 ρ(钠)大于 ρ(煤油)	小于 100 ℃	质地柔软

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	新切开的钠具有银白色的金属光泽，在空气中很快变暗	钠先熔化成小球，然后剧烈燃烧，火焰呈黄色，生成淡黄色固体
化学方程式	常温下：$4Na+O_2=2Na_2O$ 加热时：$2Na+O_2\xlongequal{\triangle}Na_2O_2$	
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 $2Na+Cl_2\xlongequal{\triangle}2NaCl$。

2.钠与水的反应

(1)实验探究



现象		原因
浮	钠浮在水面上	钠的密度比水小
熔	熔成闪亮的小球	钠的熔点低且反应放热
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	反应生成碱性物质

(2)实验结论：钠与水反应剧烈，生成 $NaOH$，化学方程式是 $2Na+2H_2O=2NaOH+H_2\uparrow$。

◇想一想

把钠投入足量稀盐酸中有何现象？相比钠与水的反应哪个更剧烈？写出发生反应的化学方程式。

提示：浮、熔、游、响、红；钠与盐酸反应比与水反应更剧烈；$2Na+2HCl=2NaCl+H_2\uparrow$。

(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金属钠着火时，不能用水灭火，可使用专用灭火剂或干砂来灭火。

○ 任务型课堂 ○

任务1 探究金属钠与氧气的反应及一系列转化

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 $Na \rightarrow Na_2O \rightarrow NaOH \rightarrow Na_2CO_3 \cdot 10H_2O \rightarrow Na_2CO_3$，不可能有 $NaHCO_3$ 生成。

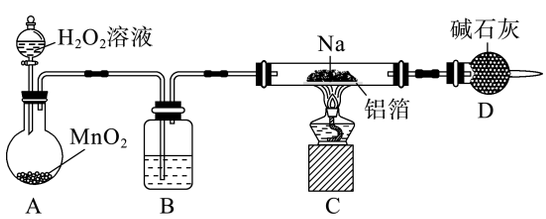
2. 用流程图可以清楚地反映物质之间的转化关系。如 $Na \rightarrow$ □ $\rightarrow NaOH \rightarrow NaCl$，则在常温下，上述转化关系□内的物质是（　　）

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. 化学学习小组利用如图所示装置在实验室制备少量 Na_2O_2。碱石灰是 NaOH 和生石灰的混合物，下列说法错误的是（　　）



A. 装置 A 中的 MnO_2 能加快 H_2O_2 的分解

B. 装置 B 中所盛装的试剂为浓硫酸

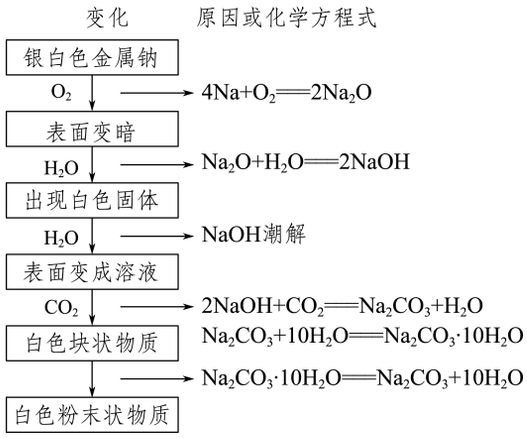
C. 装置 D 中盛装的碱石灰的作用是吸收尾气

D. 实验过程中观察到钠先熔化后燃烧，最终变成淡黄色固体

C　**解析**：装置 A 中生成 O_2，MnO_2 是催化剂，能加快 H_2O_2 的分解，A 正确；装置 B 中的试剂为浓硫酸，能干燥 O_2，防止 Na 和水反应，B 正确；装置 C 用来制备 Na_2O_2，装置 D 中的碱石灰能防止空气中 H_2O 和 CO_2 进入 C 装置，C 错误；钠熔点低，钠先熔化后与 O_2 反应，最终变成淡黄色固体 Na_2O_2，D 正确。

【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：

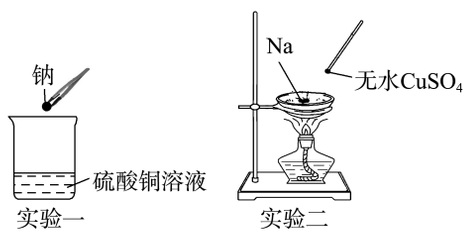


任务2 深度探究钠与盐溶液的反应

探究活动

某同学为了探究钠单质与盐溶液的反应，进行了以下两个实验：

实验一：如图，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：$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2\uparrow$；生成的 NaOH 与 $CuSO_4$ 反应生成蓝色沉淀 $Cu(OH)_2$：$2NaOH+CuSO_4=Cu(OH)_2\downarrow+Na_2SO_4$。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？

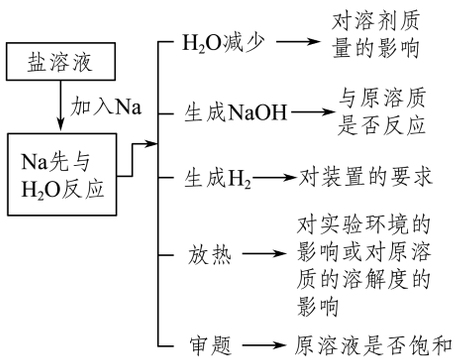
提示：实验中有红色物质生成，说明熔融的钠将 $CuSO_4$ 中的铜置换出来并且放出热量，属于置换反应，钠为还原剂，$CuSO_4$ 为氧化剂，说明钠比铜活泼。但不能证明钠可以从 $CuSO_4$ 溶液中置换出铜。

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。

【任务总结】

解决钠与盐溶液反应问题的思维流程



评价活动

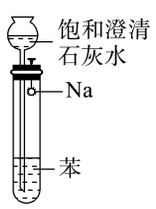
1. 为探究钠的部分性质，设计如图所示实验：

①向试管中加入苯（已知苯难溶于水，密度为 0.88 g·cm^{-3}）；

②拔出大头针，使 Na（密度为 0.97 g·cm^{-3}）落入苯中（钠与苯不反应）；

③从长颈漏斗中加入饱和澄清石灰水（密度约为 1.6 g·cm^{-3}）。

有关上述实验现象的说法错误的是　　（　　）



A. Na 在石灰水与苯的界面处反应，并上下跳动

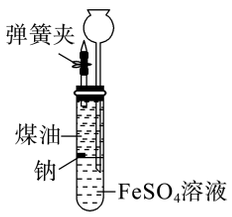
B. Na 燃烧，最终消失

C. 澄清石灰水变浑浊

D. 苯层可观察到有气泡产生

B　**解析**：由于密度 ρ（苯）$<\rho$（Na）$<\rho$（澄清石灰水），所以金属 Na 在澄清石灰水与苯的界面处与溶液中的水反应产生 H_2，氢气使 Na 受到的浮力增大，钠块上升，后又下落至界面处继续与水反应，钠块上下跳动直至消失，A、D 正确；由于苯隔离空气，因此 Na 不会燃烧，B 错误；由于 Na 与水反应放热，氢氧化钙溶解度随温度升高而降低，因此澄清石灰水变浑浊，C 正确。

2. 在隔绝空气条件下，钠与 $FeSO_4$ 溶液反应，实验时，往 100 mL 大试管中先加 40 mL 煤油，取三粒米粒大小的金属钠放入大试管中后塞上橡皮塞，通过长颈漏斗加入 $FeSO_4$ 溶液使煤油的液面上升至胶塞处，并夹紧弹簧夹（如图所示）。下列叙述错误的是　　（　　）



A. 钠的密度比水小，比煤油大

B. 溶液中有气泡生成，下层溶液生成 $Fe(OH)_2$ 沉淀

C. 大试管内和长颈漏斗内的液面都下降

D. 钠与硫酸亚铁溶液反应的化学方程式为 $2Na+FeSO_4+2H_2O=Fe(OH)_2\downarrow+Na_2SO_4+H_2\uparrow$

C　**解析**：钠的密度比水小，但比煤油大，A 正确；钠与水反应生成 NaOH 和 H_2，NaOH 与 $FeSO_4$ 反应生成 $Fe(OH)_2$ 白色絮状沉淀，B 正确；由于生成 H_2，反应一段时间后，大试管内液面下降，长颈漏斗中液面上升，C 错误；Na 与 $FeSO_4$ 反应生成 $Fe(OH)_2$、H_2 和 Na_2SO_4，D 正确。

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. Na_2SO_4

C. $FeCl_3$　　D. NaOH

C　**解析**：A 中 $2Na+2HCl=2NaCl+H_2\uparrow$，$H^+$ 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 $\underset{\text{进入}}{\underline{6Na}}+6H_2O+2FeCl_3=\underset{\text{出来}}{\underline{\underline{2Fe(OH)_3\downarrow}}}+6NaCl+\underset{\text{出来}}{\underline{\underline{3H_2\uparrow}}}$，显然溶液质量减轻；D 中 $\underset{\text{进入}}{\underline{2Na}}+2H_2O=2NaOH+\underset{\text{出来}}{\underline{\underline{H_2\uparrow}}}$，溶液质量增加。

课后素养评价（八）　活泼的金属单质——钠

建议用时：30分钟

基础巩固

1.实验室中，用镊子从煤油中取出一小块金属钠，然后用滤纸吸干表面的煤油，再用小刀切开观察。在这一实验过程中不能得出的钠的物理性质是（　　）

A.钠在常温下是固体

B.钠的熔点很低

C.钠具有银白色的金属光泽

D.金属钠很软

B　**解析**：从题干中“取出一小块金属钠”可知钠在常温下是固体；“用小刀切开”说明钠很软；切开后可看到钠具有银白色的金属光泽；没有加热将钠熔化，因此不能得出其熔点很低的性质。

2.下列有关钠的存在、保存及取用方法的描述正确的是（　　）

A.钠在自然界中以化合态形式存在

B.钠需要密封保存在四氯化碳中

C.实验室中可直接用药匙取用钠

D.实验室中取用后剩余的钠不能放回原试剂瓶中

A　**解析**：金属钠活动性强，在自然界中只能以化合态形式存在，故A正确；金属钠密度小于四氯化碳，不能保存在四氯化碳中，故B错误；实验室中金属钠为块状固体，取用金属钠时用镊子，故C错误；实验室中取用后剩余的钠应放回原试剂瓶中，避免浪费和发生危险，故D错误。

3.某大学研究团队利用碱金属流体与生物组织间水溶液的化学反应释放高热量，达到靶向消融肿瘤组织的目的。将微量金属钠注入肿瘤组织后，Na与组织中的H_2O反应，肿瘤开始消融，并出现皮下气肿，该气体的主要成分是（　　）

A.N_2　　B.H_2

C.O_2　　D.CO_2

B　**解析**：Na与H_2O反应生成H_2，B正确。

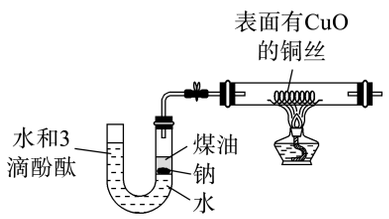
4.化学反应中同样的反应物在不同的反应条件下可能会发生不同的反应。下列各组中的两物质相互反应时，若改变反应条件或反应物的用量比，化学反应的本质并不改变的是（　　）

A.Na和O_2　　B.$Ca(OH)_2$和CO_2

C.Mg和O_2　　D.C和O_2

C　**解析**：Na与O_2常温下反应生成Na_2O，加热条件下反应生成Na_2O_2，A项不符合题意；$Ca(OH)_2$与少量CO_2反应生成物为$CaCO_3$，与过量的CO_2反应生成$Ca(HCO_3)_2$，B项不符合题意；Mg和O_2反应生成物只有MgO，C项符合题意；C和O_2反应时因O_2的量不同有CO和CO_2两种不同的生成物，D项不符合题意。

5.有关钠的下列叙述正确的是（　　）



A.Na着火，可用水或CO_2灭火器扑灭

B.将Na投入坩埚中加热，生成白色固体

C.将Na投入右侧U形管中，其可能在煤油和水交界处上下跳动，直至消失

D.将Na投入$CuSO_4$溶液中，有红色金属铜析出

C　**解析**：Na着火用专用灭火剂或干砂灭火，A错误；Na在坩埚中加热，生成淡黄色Na_2O_2，B错误；Na密度大于煤油密度，沉在煤油底部，与水接触迅速产生气体，在气体作用下Na进到煤油中，反应停止，钠受重力落下，Na在两个液体界面处上下跳动，最终反应后消失，C正确；Na投入$CuSO_4$溶液，先与水反应生成NaOH，然后生成$Cu(OH)_2$沉淀，D错误。

6.将一小块钠投入盛饱和澄清石灰水的试管里，不可能观察到的现象是（　　）

A.熔成小球并在液面上游动

B.有气体生成

C.溶液底部有银白色物质生成

D.溶液变浑浊

C　**解析**：钠与碱溶液反应的实质是钠与水的反应，所以首先观察到钠与水反应的一系列现象，但随着反应的进行，反应消耗了水，放出的热量使溶液温度升高，由于$Ca(OH)_2$的溶解度随温度升高而降低，所以可以看到溶液变浑浊。

拓展提高

7.将少量金属钠分别投入下列物质的水溶液中，反应后溶液质量减轻的是（　　）

A.HCl　　B.K_2SO_4

C.NaOH　　D.$CuSO_4$

D　**解析**：HCl、K_2SO_4、NaOH 溶液都是消耗 Na，产生 H_2，$2Na \rightarrow H_2\uparrow$，投入 46 g Na，放出 2 g H_2，溶液质量均增加。对于 $CuSO_4$ 溶液，钠首先与 H_2O 反应生成 NaOH 放出 H_2，然后 NaOH 与 Cu^{2+} 反应生成 $Cu(OH)_2$ 沉淀，化学方程式为 $2Na+2H_2O+CuSO_4 = Na_2SO_4+Cu(OH)_2\downarrow+H_2\uparrow$，由化学方程式可以看出，溶解 46 g Na，生成 98 g 沉淀和 2 g H_2，溶液质量减少 54 g。

8. 能正确表示下列反应的离子方程式的是　（　）

A. 钠与水反应：$Na+2H_2O = Na^+ + 2OH^- + H_2\uparrow$

B. 钠与 $CuSO_4$ 溶液反应：$2Na + Cu^{2+} = Cu + 2Na^+$

C. 钠与足量盐酸反应：$2Na+2H_2O = 2Na^+ + 2OH^- + H_2\uparrow$

D. 钠与氯化钾溶液反应：$2Na+2H_2O = 2Na^+ + 2OH^- + H_2\uparrow$

D　**解析**：A 项，电荷不守恒，错误；B 项，Na 优先与 H_2O 反应，与 Cu^{2+} 不能发生置换反应，错误；C 项，Na 与 H^+ 反应，H^+ 主要来源于酸，不能写成 H_2O，错误。

9. 如图所示，在坩埚中放一小块钠，加热至熔化成小球时，用玻璃棒蘸取少量无水 $CuSO_4$ 粉末与其接触，瞬间产生耀眼的火花，同时有红色物质生成。下列说法错误的是　（　）



A. 钠受热易熔成小球说明其熔点低

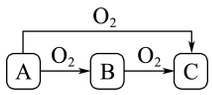
B. 钠与 $CuSO_4$ 粉末反应时放出大量热

C. 一定条件下，Na 可与 $CuSO_4$ 反应生成 Cu

D. 将无水 $CuSO_4$ 粉末改为 $CuSO_4$ 溶液，反应现象相同

D　**解析**：在坩埚中放一小块钠，加热至熔化，说明钠的熔点低，故 A 正确；根据题意可知，一定条件下，Na 可与 $CuSO_4$ 反应生成 Cu，反应放热，故 B、C 正确；将无水 $CuSO_4$ 粉末改为 $CuSO_4$ 溶液，则钠先与水反应生成氢氧化钠，氢氧化钠再与硫酸铜反应生成氢氧化铜，不会置换出铜单质，反应现象不同，故 D 错误。

10. A、B、C 是中学化学中常见的三种物质，它们之间的相互转化关系如图所示（部分反应条件及产物略去）。



(1) 若 A 是一种金属，C 是淡黄色固体，则 B 的化学式为_____，A→C 反应的化学方程式为_____。

(2) 若 A 是一种非金属，其常见单质为黑色固体，C 是最主要的温室气体，则 A、B 的化学式分别为_____、_____。

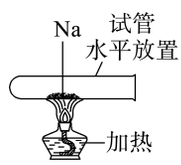
解析：(1) C 是淡黄色固体，则 C 为 Na_2O_2，B 为 Na_2O，A 为 Na，A→C 的反应为 $2Na+O_2 \xlongequal{\triangle} Na_2O_2$。(2) C 是主要的温室气体，则 C 为 CO_2，A 为 C，B 为 CO。

答案：(1) Na_2O　$2Na+O_2 \xlongequal{\triangle} Na_2O_2$

(2) C　CO

11. 回答下列问题：

(1) 将一小块钠放在水平放置的试管中部，用酒精灯加热使其充分反应（如图所示），该反应的化学方程式为_____，生成物的颜色为_____。



(2) Na、NaOH 久置空气中最终都会变为_____（填化学式）。

(3) 将一小块金属钠投入 $CuCl_2$ 溶液中，发生反应的化学方程式为_____。

解析：(1) 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 $2Na+O_2 \xlongequal{\triangle} Na_2O_2$。过氧化钠为淡黄色固体。(2) Na、NaOH 久置空气中最终都会变为碳酸钠，化学式为 Na_2CO_3。(3) 将一小块金属钠投入 $CuCl_2$ 溶液中，首先钠与水反应生成氢氧化钠和氢气，然后氢氧化钠与氯化铜发生复分解反应，反应的化学方程式为 $2Na+CuCl_2+2H_2O = Cu(OH)_2\downarrow+H_2\uparrow+2NaCl$。

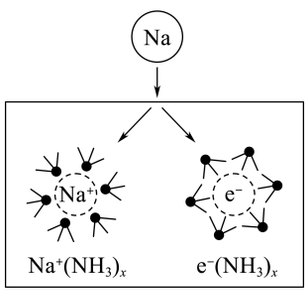
答案：(1) $2Na+O_2 \xlongequal{\triangle} Na_2O_2$　淡黄色

(2) Na_2CO_3

(3) $2Na+CuCl_2+2H_2O = Cu(OH)_2\downarrow+H_2\uparrow+2NaCl$

创新应用

12. 钠在液氨中溶剂化速率极快，生成蓝色的溶剂合电子，下图为钠投入液氨中的溶剂化图。钠沉入液氨中，快速得到深蓝色溶液，并慢慢产生气泡。下列说法错误的是（　　）



A. 钠的密度比液氨大

B. 钠投入液氨中后，溶液的导电性增强

C. 钠和液氨可发生以下反应：$2NH_3+2Na=2NaNH_2+H_2\uparrow$

D. 钠投入液氨中生成 1 个 H_2 分子时，Na 失去 1 个电子

D　**解析**：根据题干信息，钠会沉入液氨中，则钠的密度比液氨大，A 正确；钠投入液氨中后，生成蓝色的溶剂合电子，溶液的导电性增强，B 正确；根据题干信息结合原子守恒和电子守恒，钠和液氨发生反应生成氢气和 $NaNH_2$：$2NH_3+2Na=2NaNH_2+H_2\uparrow$，C 正确；钠投入液氨中生成 1 个 H_2 分子时，Na 共失去 2 个电子，D 错误。

第 2 课时　氧化钠和过氧化钠

学习任务目标

1. 能从物质类别、元素化合价的角度认识氧化钠与过氧化钠的性质。

2. 会设计实验探究过氧化钠与水的反应。

3. 掌握与 Na_2O_2 相关的定量计算，提高分析问题和解决问题的能力。

○ 问题式预习 ○

一、Na_2O 的性质

Na_2O 是一种白色固体，属于碱性氧化物，能与水、酸、酸性氧化物等发生化学反应。

◇练一练

写出下列反应的化学方程式。

(1) 氧化钠与水反应：$Na_2O+H_2O=2NaOH$。

(2) 氧化钠与盐酸反应：$Na_2O+2HCl=2NaCl+H_2O$。

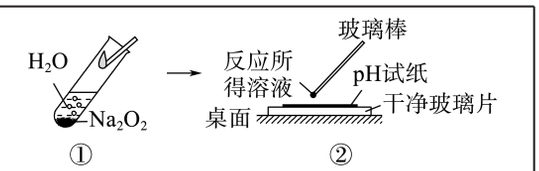
(3) 氧化钠与二氧化碳反应：$Na_2O+CO_2=Na_2CO_3$。

二、Na_2O_2 的性质

1. 物理性质：Na_2O_2 是一种淡黄色固体。

2. 化学性质

(1) 与水的反应

实验操作	
实验现象	①试管外壁发烫，带火星的木条复燃；②用 pH 试纸测出反应所得溶液呈碱性
实验结论	Na_2O_2 与水反应放热，化学方程式为 $2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$

3. Na_2O_2 的应用

(1) 用在呼吸面具或潜水艇中作为氧气的来源。

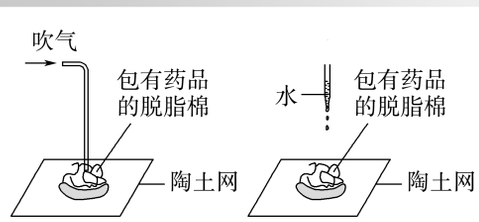
(2) Na_2O_2 中氧元素的化合价为 −1 价，具有强氧化性，可作漂白剂。

○ 任务型课堂 ○

任务 1　探究过氧化钠与 H_2O 反应的实质

探究活动

化学课堂上老师表演了两个小魔术：吹气生火，滴水生火。用脱脂棉将一种淡黄色的固体包裹住，将一根长玻璃管插入脱脂棉中吹气，稍后脱脂棉剧烈燃烧起来；用胶头滴管向另一脱脂棉中滴水，稍后脱脂棉也剧烈燃烧起来。



活动 1　为什么脱脂棉能剧烈燃烧起来？你能揭开这个魔术的秘密吗？

提示：淡黄色固体是过氧化钠，过氧化钠与水和二氧

化碳反应均放出氧气，化学方程式分别为 $2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$、$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$，反应同时放出大量热，使脱脂棉在 O_2 中达到着火点，因此脱脂棉剧烈燃烧起来。

活动 2　过氧化钠是碱性氧化物吗？你能根据过氧化钠与水的反应，推测其与盐酸反应的化学方程式吗？

提示：因为 $2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$，所以过氧化钠不是碱性氧化物。过氧化钠与盐酸的反应可看作是过氧化钠先与水反应生成氢氧化钠，然后生成的氢氧化钠再与盐酸发生中和反应，由此可推知反应的化学方程式为 $2Na_2O_2+4HCl=4NaCl+2H_2O+O_2\uparrow$。

活动 3　将适量过氧化钠投入红色石蕊溶液中，溶液中有气泡产生，石蕊溶液先变成蓝色，一段时间后褪色。你知道其中的原因是什么吗？

提示：$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$，生成氧气和氢氧化钠，故有气泡放出，溶液变为蓝色，一段时间后褪色是因为过氧化钠具有强氧化性。

活动 4　能否用 pH 试纸测定 Na_2O_2 与水反应后所得溶液的 pH？

提示：不能，该溶液会使 pH 试纸先变蓝后褪色，无法确定溶液的 pH。

【任务总结】

氧化钠与过氧化钠的比较

物质		氧化钠（Na_2O）	过氧化钠（Na_2O_2）
色、态		白色固体	淡黄色固体
氧元素化合价		−2 价	−1 价
阴、阳离子个数比		1∶2	1∶2
是否为碱性氧化物		是	否
化学性质	相同点	都能与水反应生成氢氧化钠，都能与 CO_2 反应生成 Na_2CO_3	
	不同点	过氧化钠与水、二氧化碳反应有氧气产生，具有强氧化性，而 Na_2O 不具有强氧化性	

评价活动

1. 下列有关 Na_2O_2 的叙述正确的是　（　）

A. Na_2O_2 在消毒面具中可用来除 CO_2，同时可作供氧剂

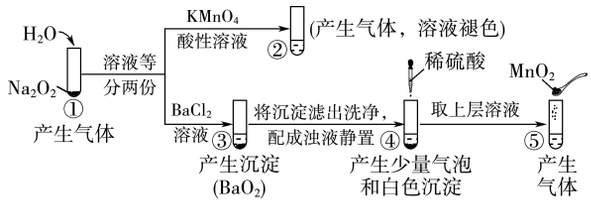
B. 在 Na_2O_2 与水的反应中，氧化剂是 Na_2O_2，还原剂是水

C. Na_2O_2 与 Na_2O 都能与稀盐酸反应生成盐和水，它们都是碱性氧化物

D. Na_2O 与 CO_2 发生化合反应生成 Na_2CO_3，Na_2O_2 与 CO_2 发生置换反应生成 O_2

A　**解析**：Na_2O_2 与 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 和 O_2，故 Na_2O_2 可作供氧剂，但该反应不属于置换反应，A 正确，D 错误；Na_2O_2 与水反应，Na_2O_2 是氧化剂和还原剂，水只是反应物，B 错误；Na_2O_2 与盐酸反应生成盐、水和 O_2，不是碱性氧化物，C 错误。

2. 探究 Na_2O_2 与 H_2O 的反应，实验如图所示（已知：$H_2O_2\rightleftharpoons H^++HO_2^-$、$HO_2^-\rightleftharpoons H^++O_2^{2-}$）。下列分析错误的是　（　）



A. ①、⑤中产生的气体能使带火星的木条复燃

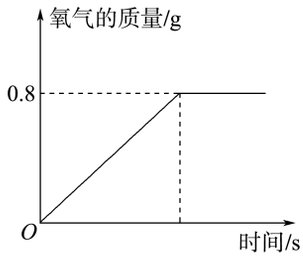
B. ①、④中均发生了氧化还原反应和复分解反应

C. ②、⑤中 $KMnO_4$ 与 MnO_2 的作用不同，产生气体的量不相同

D. 通过③能得出酸性：$HCl>H_2O_2$

D　**解析**：试管①中最终生成 NaOH 与 O_2，试管⑤中 H_2O_2 在 MnO_2 作用下分解生成 O_2，A 正确；①中 Na_2O_2 与 H_2O 反应生成 H_2O_2 与 NaOH，H_2O_2 分解生成 O_2，有复分解反应与氧化还原反应发生，④中 BaO_2 与 H_2SO_4 反应生成 H_2O_2 与 $BaSO_4$，H_2O_2 分解生成 O_2，发生了复分解反应和氧化还原反应，B 正确；⑤中 MnO_2 是催化剂，②中 $KMnO_4$ 将 H_2O_2 氧化生成 O_2，$KMnO_4$ 体现氧化性，②⑤中产生 O_2 的量不相同，C 正确；③中 H_2O_2 与 $BaCl_2$ 溶液反应，不能说明盐酸与 H_2O_2 的酸性强弱，D 错误。

3. 过氧化钠（Na_2O_2）可在呼吸面具中作供氧剂，久置易变质。为了测定某呼吸面具供氧剂中过氧化钠的质量分数，小吴同学进行了如下实验：向 5.0 g 供氧剂样品中加入适量的水，使其充分反应。反应的化学方程式为 $2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$（无其他产生氧气的反应），测得产生氧气的质量与时间关系如图所示：



(1)充分反应后,产生氧气的质量为_____ g。

(2)计算该供氧剂样品中过氧化钠的质量分数。(写出计算过程)

解析:(1)由图可知,横坐标为时间,纵坐标为氧气的质量,当反应结束后,氧气质量不再随时间变化,此时对应的纵坐标数值就是产生氧气的质量,即0.8 g。

答案:(1)0.8

(2)解:设该供氧剂样品中过氧化钠的质量为x。

$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$

156　　32

x　　0.8 g

$\frac{156}{32}=\frac{x}{0.8\ g}$,$x=3.9$ g,该供氧剂样品中过氧化钠的质量分数为$\frac{3.9\ g}{5.0\ g}\times100\%=78\%$

任务2 探究 Na_2O_2 的增重问题

探究活动

活动1　a g H_2 在 O_2 中完全燃烧,将其燃烧产物通过足量的 Na_2O_2 固体,固体质量增加多少克?写出推导过程。

提示:a g。$2H_2+O_2\xlongequal{点燃}2H_2O$①,$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$②,由$\frac{1}{2}\times$(①+②)得:$H_2+Na_2O_2=2NaOH$。

活动2　a g CO 在 O_2 中完全燃烧,将其燃烧产物通过足量的 Na_2O_2 固体,固体质量增加多少克?写出推导过程。

提示:a g。$2CO+O_2\xlongequal{点燃}2CO_2$①,$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$②,由$\frac{1}{2}\times$(①+②)得:$CO+Na_2O_2=Na_2CO_3$。

活动3　a g H_2 和 CO 的混合气体在 O_2 中完全燃烧,将其产物通过足量 Na_2O_2 固体,固体质量增加多少克?

提示:a g。

活动4　a g 某物质在 O_2 中完全燃烧,产物通过足量的 Na_2O_2 固体,固体的质量增加 a g,该物质需要满足什么条件?

提示:通式为$(CO)_m(H_2)_n$,m、n 其中之一可以为0。

【任务总结】

过氧化钠与水、二氧化碳反应的计算

1.Na_2O_2 与 CO_2、H_2O 反应的数量关系

①$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$

②$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$

无论是 CO_2 或 H_2O 的单一物质还是二者的混合物,通过足量 Na_2O_2 时,CO_2(或 H_2O)与放出 O_2 的分子个数之比均为2∶1。

2.Na_2O_2 与 CO_2、H_2O 反应的质量关系

(1)$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$　Δm(固体)

2×78　2×44　2×106　2×28

发生反应时,固体增加的质量等于与 CO_2 等分子数的 CO 的质量。

(2)$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$　Δm(固体)

2×78　2×18　4×40　2×2

发生反应时,固体增加的质量等于与 H_2O 等分子数的 H_2 的质量。

评价活动

1.在一定条件下,将 12 g CO 和 O_2 的混合气体充入盛有足量 Na_2O_2 固体的密闭容器中,用电火花引燃。充分反应后,固体增重 7 g,则原混合气体中 O_2 的质量分数可能是(　　)

A.33.3%　　B.41.7%

C.58.3%　　D.66.7%

B　**解析**:在密闭容器中,一氧化碳(CO)和氧气(O_2)的混合气体与足量的过氧化钠(Na_2O_2)发生以下反应:首先,CO 与 O_2 在点燃条件下反应生成二氧化碳:$2CO+O_2\xlongequal{点燃}2CO_2$。随后,生成的 CO_2 与 Na_2O_2 反应:$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$。将两个反应相加,总反应可视为 $CO+Na_2O_2=Na_2CO_3$。该总反应表明,固体增加的质量等于参与反应的 CO 的质量,已知混合气体总质量为 12 g,固体增重 7 g,因此混合气体中 CO 的质量为7 g,O_2 的质量为 12 g−7 g=5 g,O_2 的质量分数为$\frac{5\ g}{12\ g}\times100\%\approx41.7\%$。

2.一定温度下,W g 下列物质在足量氧气中充分燃烧,产物与过量的过氧化钠完全反应,过氧化钠固体增重 W g,符合此要求的是(　　)

①H_2　②CO　③CO 和 H_2　④$HCOOCH_3$　⑤HOOC—COOH

A.全部　　B.仅④⑤

C.仅①②③　　D.除⑤以外

D　**解析**:符合通式$(CO)_m(H_2)_n$(m、n 其中之一可以为0)的可燃物均符合题目要求。其中,①②③符合要求,$HCOOCH_3$ 可以改写成$(CO)_2\cdot(H_2)_2$,HOOC—COOH 可以改写成$(CO)_2\cdot(OH)_2$,故④符合要求,⑤不符合要求,故选D。

课后素养评价（九）　氧化钠和过氧化钠

建议用时：30分钟

基础巩固

1.在滴入酚酞的水溶液中加入过氧化钠，观察到的现象是　　（　　）

A.溶液变红

B.溶液无色

C.溶液先变红后褪色

D.上述说法都不正确

C　**解析**：过氧化钠溶于水生成氢氧化钠和氧气，溶液显碱性，因此溶液变红。又因为过氧化钠具有强氧化性，因此最终溶液褪色。

2.一般在飞船内安装盛有 Na_2O_2 或 K_2O_2 颗粒的装置，它的用途是产生 O_2。下列叙述正确的是　　（　　）

A.K_2O_2 是碱性氧化物

B.Na_2O_2 分别与水及 CO_2 反应产生相同量的 O_2 时，需要的水和 CO_2 的质量相等

C.Na_2O_2 分别与水及 CO_2 反应产生相同量的 O_2 时，转移电子的数目相等

D.K_2O_2 具有强还原性

C　**解析**：K_2O_2 与 Na_2O_2 一样，与水反应生成碱和 O_2，不是碱性氧化物，A 错误；生成相同量的 O_2 时消耗 H_2O 和 CO_2 的质量不同，B 错误；由得失电子守恒知两者转移电子的数目相同，C 正确；K_2O_2、Na_2O_2 都具有强氧化性，D 错误。

3.下列反应中，Na_2O_2 只表现氧化性的是　　（　　）

A.$2Na_2O_2+2H_2O=\!=\!=4NaOH+O_2\uparrow$

B.$2Na_2O_2+2H_2SO_4=\!=\!=2Na_2SO_4+2H_2O+O_2\uparrow$

C.$Na_2O_2+SO_2=\!=\!=Na_2SO_4$

D.$5Na_2O_2+2KMnO_4+8H_2SO_4=\!=\!=5Na_2SO_4+K_2SO_4+2MnSO_4+5O_2\uparrow+8H_2O$

C　**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。

4.Na_2O_2 具有强氧化性，与木炭等还原性物质可发生反应。下列有关说法错误的是　　（　　）

A.Na_2O_2 与 CO_2 反应时，CO_2 是还原剂

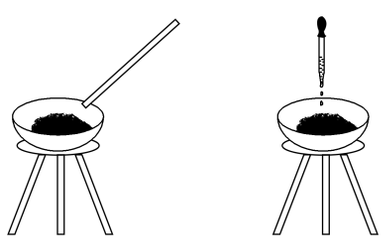
B.向紫色石蕊溶液中加入 Na_2O_2 粉末，溶液中有气泡产生，溶液最终变为无色

C.Na_2O_2 与木炭反应时，Na_2O_2 表现出强氧化性

D.Na_2O_2 与 SO_2 反应可生成 Na_2SO_4

A　**解析**：过氧化钠与二氧化碳反应放出 O_2，化学方程式为 $2Na_2O_2+2CO_2=\!=\!=2Na_2CO_3+O_2$，过氧化钠发生歧化反应，因此过氧化钠既是氧化剂也是还原剂，故 A 错误；向紫色石蕊溶液中加入 Na_2O_2 粉末，发生反应：$2Na_2O_2+2H_2O=\!=\!=4NaOH+O_2\uparrow$，生成氧气，$Na_2O_2$ 具有漂白性，可以漂白紫色石蕊溶液，可观察到的现象是溶液中有气泡产生，溶液最终变为无色，故 B 正确；过氧化钠具有强氧化性，碳具有还原性，因此过氧化钠与碳反应时表现强氧化性，故 C 正确；过氧化钠具有氧化性，二氧化硫具有还原性，过氧化钠与二氧化硫反应时可生成硫酸钠：$Na_2O_2+SO_2=\!=\!=Na_2SO_4$，故 D 正确。

5.某化学兴趣小组在学校科技节活动中表演了“滴水生火”“吹气生火”的小魔术。如图所示，先在蒸发皿上放一小团脱脂棉，然后在里面裹入一种淡黄色的化合物，再对着脱脂棉吹气或者用胶头滴管滴几滴水，一会儿脱脂棉就会燃烧起来。下列说法不正确的是　　（　　）



A.淡黄色化合物为 Na_2O_2

B.“滴水生火”的小魔术本质上是发生了反应：$2Na_2O_2+2H_2O=\!=\!=4NaOH+O_2\uparrow$

C.“吹气生火”的小魔术中的火不可以用泡沫灭火器扑灭

D.在活动中为了更清楚地观察现象，需要近距离俯视蒸发皿

D　**解析**：淡黄色化合物为过氧化钠，A 正确；过氧化钠与水反应生成氢氧化钠与氧气，化学方程式为 $2Na_2O_2+2H_2O=\!=\!=4NaOH+O_2\uparrow$，B 正确；过氧化钠与二氧化碳反应会生成碳酸钠与氧气，因此“吹气生火”中的火不能用泡沫灭火器扑灭，C 正

确;反应过程中有明火,近距离俯视存在安全隐患,D错误。

6.将10.4 g Na_2O和Na_2O_2的固体混合物投入水中,充分反应后收集到O_2的质量为1.6 g,则混合物中Na_2O的质量分数为 ( )

A.20% B.75%

C.25% D.66%

C **解析**:设混合物中Na_2O_2的质量为x,根据题意可得:

$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$

2×78 32

x 1.6 g

$\frac{2\times78}{x}=\frac{32}{1.6\ g}$,解得$x=7.8$ g。混合物中$m(Na_2O)=10.4\ g-7.8\ g=2.6$ g,则混合物中Na_2O的质量分数为$\frac{2.6\ g}{10.4\ g}\times100\%=25\%$。

7.将CO_2和O_2的混合气体7.6 g通入Na_2O_2,充分反应后,气体质量变为4.8 g,原混合气体中O_2的质量是 ( )

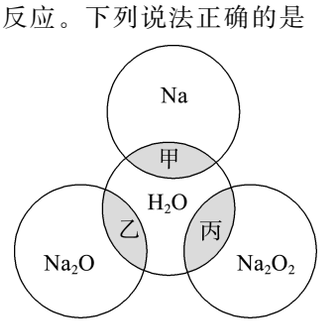
A.6.4 g B.3.2 g

C.1.6 g D.0.8 g

B **解析**:将CO_2和O_2的混合气体7.6 g通入Na_2O_2,发生反应:$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$,若消耗88 g二氧化碳,气体质量减少$2\times44\ g-32\ g=56$ g,则参与反应的二氧化碳质量为$(7.6\ g-4.8\ g)\times\frac{88\ g}{56\ g}=4.4$ g,原混合气体中O_2的质量是$7.6\ g-4.4\ g=3.2$ g。

拓展提高

8.韦恩图常用于展示不同的事物群组(集合)之间的数学或逻辑关系。如图是钠及其化合物反应的韦恩图,图中两圆圈相交的阴影部分表示圆圈内物质相互发生的反应。下列说法正确的是 ( )



A.甲、乙、丙都属于氧化还原反应

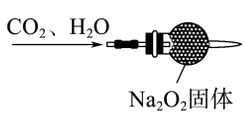
B.向饱和烧碱溶液中加入少量过氧化钠,有NaOH固体析出

C.甲反应的离子方程式为$Na+2H_2O=Na^++2OH^-+H_2\uparrow$

D.1个Na与O_2完全反应,反应中转移的电子介于1个和2个之间

B **解析**:甲是钠和水反应生成氢氧化钠和氢气,为氧化还原反应,乙是氧化钠和水反应生成氢氧化钠,不是氧化还原反应,丙是过氧化钠和水反应生成氢氧化钠和氧气,属于氧化还原反应,故A错误;过氧化钠和水发生反应:$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$,消耗水,饱和烧碱溶液中有NaOH析出,故B正确;甲反应的离子方程式为$2Na+2H_2O=2Na^++2OH^-+H_2\uparrow$,故C错误;Na与$O_2$完全反应,Na的化合价从0价变为+1价,1个Na失去的电子数为1个,故D错误。

9.200 ℃时,11.6 g CO_2和水蒸气的混合气体与足量的Na_2O_2充分反应后固体质量增加了3.6 g(如图所示),则原混合物中CO_2和H_2O的质量之比是 ( )



A.11∶18 B.22∶3

C.1∶9 D.21∶9

A **解析**:向足量的固体Na_2O_2中通入11.6 g CO_2和H_2O,固体只增加3.6 g,令混合物中CO_2和水蒸气的质量分别为$m(CO_2)$、$m(H_2O)$,则:

$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$ 固体增加的质量

88 56

$m(CO_2)$ $\frac{7}{11}m(CO_2)$

$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$ 固体增加的质量

36 4

$m(H_2O)$ $\frac{1}{9}m(H_2O)$

所以$m(CO_2)+m(H_2O)=11.6$ g,$\frac{7}{11}m(CO_2)+\frac{1}{9}m(H_2O)=3.6$ g,解得$m(CO_2)=4.4$ g,$m(H_2O)=7.2$ g,故原混合物中CO_2和H_2O的质量之比为4.4 g∶7.2 g=11∶18。

10.化合物CaO_2和NaH分别与水反应均产生气体,下列说法正确的是 ( )

A.CaO_2是碱性氧化物

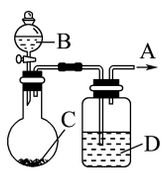
B.二者分别与水反应产生同一种气体

C.CaO_2在水产养殖中可用于水产品的运输,增加水体的溶氧量

D.CaO_2与水反应时,水作还原剂;NaH与水反应时,水作氧化剂

C　**解析**：CaO_2 属于过氧化物，不属于碱性氧化物，A 错误。CaO_2 属于过氧化物，和水反应生成氧气；NaH 和水反应生成的是氢气，B 错误。过氧化钙溶于水中能放出氧气，能增加水体中的溶氧量，可用于水产品的运输，C 正确。$2CaO_2+2H_2O=\!=\!=2Ca(OH)_2+O_2\uparrow$，$CaO_2$ 在反应中部分氧化合价降低、部分氧化合价升高，过氧化钙既是氧化剂又是还原剂，水既不是氧化剂也不是还原剂；$NaH+H_2O=\!=\!=NaOH+H_2\uparrow$，水中部分氢化合价降低，水作氧化剂，D 错误。

11. 为了制取纯净、干燥的气体 A，可用如图所示装置，生成 A 的速率可通过滴入液体 B 的速率控制，已知 A 是一种无色、无味、不能使酸碱指示剂变色、不会在空气中燃烧的气体，但能使带火星的木条复燃。



(1)A 是_____(填化学式)。

(2)若 C 是一种淡黄色固体，则烧瓶中发生反应的化学方程式是_____。

(3)若 C 是一种黑色粉末，则 B 物质是_____(填化学式)，C 物质的作用是_____。

解析：无色、无味且不燃烧的气体有 O_2、N_2、稀有气体等，而能使带火星的木条复燃的气体只能是氧气。可用淡黄色固体 Na_2O_2 与 H_2O 反应制得 O_2，也可由黑色固体 MnO_2 和 H_2O_2 反应制得 O_2。

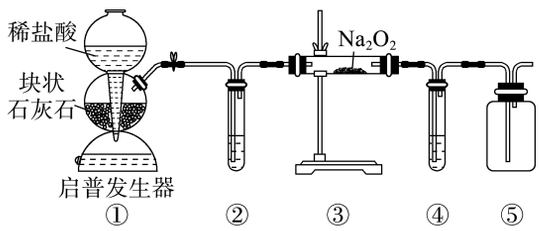
答案：(1)O_2

(2)$2Na_2O_2+2H_2O=\!=\!=4NaOH+O_2\uparrow$

(3)H_2O_2　作催化剂

创新应用

12. 某社团同学设计用 Na_2O_2 与 CO_2 反应制备少量较纯净的氧气，实验装置如下：



下列说法正确的是　(　　)

A.②与③之间须增加一个干燥装置

B.④中盛放浓烧碱溶液的目的是除去 CO_2

C.②中盛放饱和 Na_2CO_3 溶液的目的是除去 HCl

D.用 Na_2O_2 和水为原料，可选用装置①制取 O_2

B　**解析**：Na_2O_2 与 CO_2、与水反应均能产生氧气，不需要干燥，A 错误；制备的 O_2 中混有 CO_2，④中 NaOH 溶液可除去 CO_2，B 正确；CO_2、HCl 和 Na_2CO_3 均反应，②中应盛放饱和碳酸氢钠溶液，C 错误；Na_2O_2 是粉末状固体，不能选择启普发生器，D 错误。

第 3 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，了解碳酸钠、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. 物理性质

名称	碳酸钠	碳酸氢钠
化学式	Na_2CO_3	$NaHCO_3$
俗名	纯碱、苏打	小苏打
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 溶解度小

◇想一想

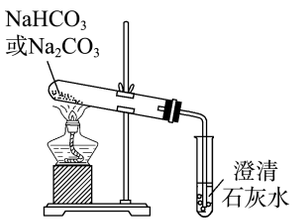
已知反应 $Na_2CO_3+CO_2+H_2O=\!=\!=2NaHCO_3$。向饱和 Na_2CO_3 溶液中通入过量 CO_2，会产生什么现象？说明你的依据。

提示：有晶体析出。CO_2 与饱和 Na_2CO_3 溶液反应生成 $NaHCO_3$，所得 $NaHCO_3$ 的质量比参加反应的 Na_2CO_3 的质量大，又由于常温下 $NaHCO_3$ 的溶解度小于 Na_2CO_3，且反应过程中消耗了水，所以会有 $NaHCO_3$ 晶体从溶液中析出。

2.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,受热不易分解;碳酸氢钠不稳定,受热容易分解,反应的化学方程式为 $2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$。

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:$Na_2CO_3+HCl=\!=\!=NaHCO_3+NaCl$;

过量盐酸:$Na_2CO_3+2HCl=\!=\!=2NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$。

②碳酸氢钠:$NaHCO_3+HCl=\!=\!=NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$。

3.用途

(1)Na_2CO_3 可用于纺织、制皂、造纸、制玻璃等。

(2)$NaHCO_3$ 可用于制药、焙制糕点等。

◇练一练

判断正误(正确的打"√",错误的打"×")。

(1)碳酸氢钠可用于治疗胃酸过多。 (√)

(2)HCO_3^- 在强酸性、强碱性溶液中均不能大量存在。 (√)

(3)Na_2CO_3、$NaHCO_3$ 都能与 NaOH 溶液反应。 (×)

(4)Na_2CO_3 俗称纯碱,所以 Na_2CO_3 属于碱。 (×)

(5)只用盐酸无法鉴别等浓度的 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 溶液。 (×)

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。根据火焰呈现的特征颜色,可以判断试样所含的金属元素,化学上把这样的定性分析操作称为焰色试验。

2.操作

洗——将铂丝(或光洁无锈的铁丝)用盐酸洗净

↓

烧——将洗净的铂丝放在酒精灯(最好用煤气灯)外焰上灼烧至与原火焰颜色相同

↓

蘸——蘸取试样

↓

烧——在外焰上灼烧,并观察火焰的颜色

↓

洗——再用盐酸洗净铂丝(或铁丝),并在外焰上灼烧至无色

3.一些金属元素的焰色

金属元素	焰色	金属元素	焰色
锂	紫红色	钙	砖红色
钠	黄色	锶	洋红色
钾	紫色(观察时要透过蓝色钴玻璃)	钡	黄绿色
铷	紫色	铜	绿色

○ 任务型课堂 ○

任务1 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 $Na_2CO_3+CaCl_2=\!=\!=CaCO_3\downarrow+2NaCl$,$NaHCO_3$ 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。

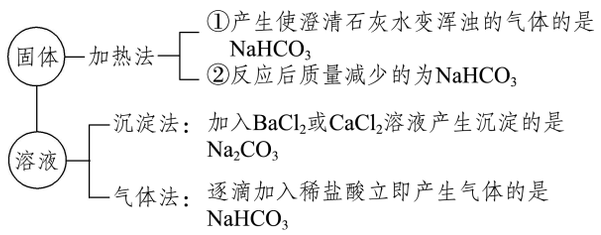
活动4 你知道"加入发酵粉的面团加热焙烤后体积

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 $2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3+H_2O+CO_2\uparrow$，产生大量气体，从而使面团体积增大。

【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 $Na_2CO_3+H_2SO_4=Na_2SO_4+H_2O+CO_2\uparrow$，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 $Na_2CO_3+BaCl_2=BaCO_3\downarrow+2NaCl$，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

评价活动

1.下列关于碳酸钠和碳酸氢钠的说法正确的是（　　）

A.相同条件下，在水中的溶解性：碳酸钠 ＜碳酸氢钠

B.相同条件下，热稳定性：碳酸钠 ＞碳酸氢钠

C.相同条件下，与酸反应产生二氧化碳气体的速率：碳酸钠 ＞碳酸氢钠

D.一定条件下，碳酸钠不能转化为碳酸氢钠，而碳酸氢钠可以转化为碳酸钠

B　**解析**：相同温度下，碳酸钠较碳酸氢钠易溶，A错误；碳酸氢钠加热发生分解反应：$2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$，而碳酸钠加热不分解，B正确；碳酸钠与酸反应先转化为碳酸氢钠，碳酸氢钠再与酸反应生成二氧化碳，故相同条件下，与酸反应的速率：碳酸钠＜碳酸氢钠，故C错误；碳酸钠与二氧化碳、水反应生成碳酸氢钠，碳酸氢钠在加热条件或与氢氧化钠反应可以转化为碳酸钠，D错误。

2.某兴趣小组欲鉴别 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$，下列操作或判断错误的是（　　）

A.将 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 固体分别充分加热至质量不再变化，产生使澄清石灰水变浑浊气体的是 $NaHCO_3$

B.向 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液中分别加入澄清石灰水，产生沉淀者为 Na_2CO_3 溶液

C.向等浓度的 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液中分别滴加4滴酚酞溶液，Na_2CO_3 溶液红色更深

D.向等浓度的 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液中逐滴加入等浓度的盐酸，立即产生气泡者为 $NaHCO_3$ 溶液

B　**解析**：$NaHCO_3$ 固体加热生成 Na_2CO_3、CO_2 和水，CO_2 使澄清石灰水变浑浊，Na_2CO_3 加热不分解，A正确；分别加澄清石灰水，Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液都产生沉淀，B错误；等浓度 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液，Na_2CO_3 溶液碱性更强，滴加几滴酚酞溶液，Na_2CO_3 溶液红色更深，C正确；逐滴加入等浓度盐酸，立即产生气泡者为 $NaHCO_3$ 溶液，Na_2CO_3 溶液中加入盐酸时先生成 $NaHCO_3$ 没有气体放出，D正确。

3.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

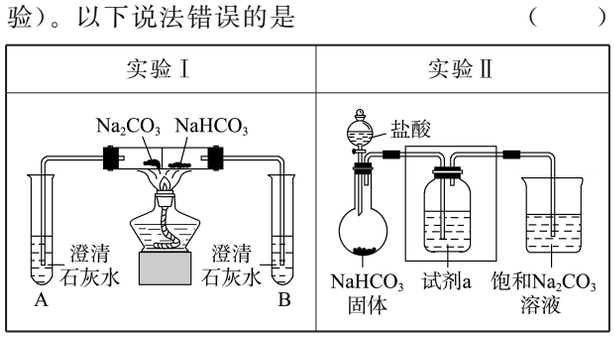
B.$NaHCO_3$ 溶液(Na_2CO_3)，应通入过量的 CO_2 气体

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 $Ba(OH)_2$ 溶液，过滤

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

4.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2 从本质上认识焰色试验

探究活动

2026 年 1 月 1 日，各地的跨年烟花秀传递着新年祝福，璀璨的烟花于夜空绽放。

活动 1　五彩缤纷的烟花产生的原因是什么？

提示：烟花燃放时发生化学反应放热，不同的金属元素在加热条件下，产生不同颜色的火焰。

活动 2　除金属的化合物外，相应的金属单质是否也有同样的焰色？

提示：是。因为焰色体现的是金属元素的性质，无论是化合物还是单质，只要含有某种金属元素，这种物质就有这种金属元素的焰色。

活动 3　是不是所有的金属都有焰色？

提示：不是。并非所有金属都有焰色（Pt、Fe、Al、Ni 等就没有）。

活动 4　焰色试验发生的是化学变化吗？为什么？

提示：不是。因为该过程没有新物质生成，所以该过程发生的是物理变化。

【任务总结】

1. 焰色试验中的注意事项

(1)不是所有的金属都可呈现焰色，金属单质与它的化合物的焰色相同。

(2)焰色试验是物理过程，体现的是元素的特性。

(3)观察钾的焰色时，要透过蓝色钴玻璃观察，这样可以滤去黄光，避免其中含钠杂质所产生的黄光的干扰。

(4)清洗铂丝时不能用稀硫酸代替盐酸，因为硫酸盐的熔、沸点较高，难挥发。

2. 焰色试验记忆口诀

钠黄(色)钙砖红(色)锂紫红(色)，钾紫色钡黄绿(色)，锶为洋红最美丽。

评价活动

1. 小明同学用洁净的铂丝蘸取某无色溶液在酒精灯外焰上灼烧，火焰呈黄色，通过实验现象，下列对该溶液中存在的金属离子判断正确的是　(　)

A.只有 Na^+

B.可能有 Na^+，也可能有 K^+

C.一定有 K^+

D.一定有 Na^+，可能有 K^+

D　**解析**：钠元素的焰色为黄色，钾元素的焰色为紫色，观察钾元素的焰色时必须透过蓝色钴玻璃。根据题中实验现象只能确定有 Na^+，而不能确定 K^+ 的存在。

2. 研究表明，焰火颜色的产生与烟花中含有钠、钾、钙、钡、铜、锶等金属元素有关。下列有关说法不正确的是　(　)

A.五彩缤纷的焰火的形成是因为上述金属元素产生了不同的焰色

B.每次做焰色试验前都要用盐酸洗净铂丝并在火焰上灼烧至与原来的火焰颜色相同

C.KCl 与 KNO_3 灼烧时火焰的颜色不相同

D.观察钾及其化合物的焰色需要透过蓝色钴玻璃

C　**解析**：五彩缤纷的焰火是某些金属元素灼烧时产生的焰色，A 项正确；做焰色试验前都要用盐酸洗净铂丝并在火焰上灼烧至与原来的火焰颜色相同，B 项正确；KCl 和 KNO_3 都含有钾元素，灼烧时透过蓝色钴玻璃都能观察到紫色火焰，C 项错误；钾元素的焰色需要透过蓝色钴玻璃观察，避免可能含有的微量钠元素的干扰，D 项正确。

3. 利用焰色试验既可以制作五彩缤纷的节日烟花，亦可以定性鉴别某些金属元素。灼烧立德粉（$ZnS \cdot BaSO_4$）样品时，钡的焰色为　(　)

A.黄色　　B.红色

C.紫色　　D.黄绿色

D　**解析**：钡的焰色为黄绿色。

4. 南朝陶弘景在《本草经集注》中记载有鉴别硝石（KNO_3）与朴硝（Na_2SO_4）之法："以火烧之，紫青烟起，云是真硝石也。"该鉴别方法利用的原理是　(　)

A.受热升华　　B.显色反应

C.焰色试验　　D.丁达尔效应

C　**解析**：含有钾元素的物质在火焰上灼烧，火焰呈紫色（透过蓝色钴玻璃观察），该原理为焰色试验，C 正确。

课后素养评价（十）　碳酸钠和碳酸氢钠　焰色试验

建议用时：30分钟

基础巩固

1.下列关于 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 的说法不正确的是（　　）

A.相同温度下，等浓度的 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液，前者的碱性更强

B.常温时溶解性：$Na_2CO_3>NaHCO_3$

C.在酒精灯加热的条件下，前者不分解，后者分解

D.将 $CaCl_2$ 溶液分别加入 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液中，二者都产生沉淀

D　**解析**：$CaCl_2$ 与 Na_2CO_3 反应生成 $CaCO_3$ 沉淀，而与 $NaHCO_3$ 在常温下不反应，D错误。

2.下列有关碳酸氢钠的说法正确的是（　　）

A.碳酸氢钠溶液能导电，故碳酸氢钠溶液属于电解质

B.碳酸氢钠溶于水的电离方程式为 $NaHCO_3=\!=\!=Na^++H^++CO_3^{2-}$

C.侯氏制碱法中生成碳酸氢钠的离子方程式为 $NH_3+CO_2+H_2O=\!=\!=HCO_3^-+NH_4^+$

D.在碳酸氢钠溶液中，K^+、SO_4^{2-}、Cl^-、OH^- 不能大量共存

D　**解析**：碳酸氢钠溶液是混合物，混合物不属于电解质，A错误；碳酸氢钠溶于水的电离方程式为 $NaHCO_3=\!=\!=Na^++HCO_3^-$，B错误；侯氏制碱法中生成的碳酸氢钠以晶体析出，故反应的离子方程式为 $NH_3+CO_2+H_2O+Na^+=\!=\!=NaHCO_3\downarrow+NH_4^+$，C错误；在碳酸氢钠溶液中，$HCO_3^-$ 与 OH^- 反应生成 CO_3^{2-} 和 H_2O，故不能大量共存，D正确。

3.为除去括号内的杂质，所选用的试剂或方法错误的是（　　）

A.CO_2 气体（HCl）：饱和 $NaHCO_3$ 溶液

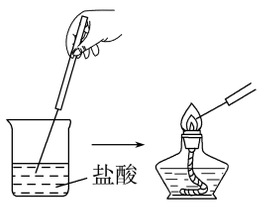
B.Na_2CO_3 固体（$NaHCO_3$）：加热至不再产生气体

C.$NaHCO_3$ 溶液（Na_2CO_3）：通入过量 CO_2

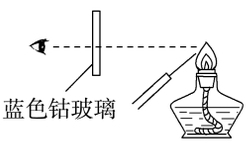
D.Na_2CO_3 溶液（Na_2SO_4）：加入适量 $Ba(OH)_2$ 溶液，过滤

D　**解析**：Na_2CO_3 和 Na_2SO_4 均能与 $Ba(OH)_2$ 溶液反应，D错误。

4.焰色试验过程中铂丝的清洗和灼烧与观察钾的焰色操作如图所示：



铂丝的清洗和灼烧



观察钾的焰色

下列叙述不正确的是（　　）

A.每次试验中都要先将铂丝灼烧至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；可用无锈铁丝进行焰色试验，故D正确。

5.下列各组物质，不能用离子反应鉴别，可以采用焰色试验鉴别的是（　　）

A.NaCl 和 $MgCl_2$

B.$NaNO_3$ 和 KCl

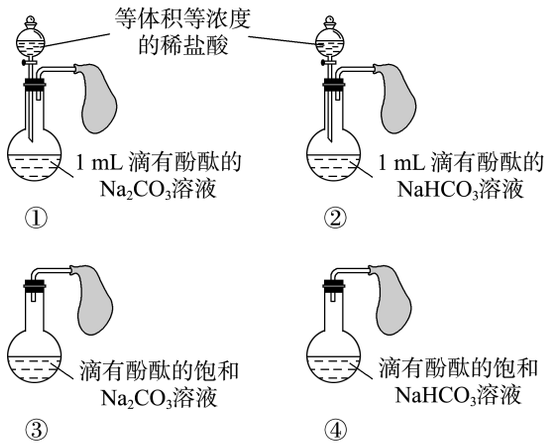
C.K_2SO_4 和 Na_2SO_4

D.Na_2CO_3 和 $KHCO_3$

C　**解析**：A项中物质可以通过加入氢氧化钠溶液来鉴别，镁离子和氢氧根离子反应生成氢氧化镁沉淀，故A不符合题意；B项中物质可以通过加入硝酸银溶液来鉴别，氯离子和银离子反应生成氯化银沉淀，故B不符合题意；C项中物质无法通过离子反应来鉴别，可以通过焰色试验鉴别，钠离子的焰色为黄色，钾离子的焰色通过蓝色钴玻璃观察是紫色，故C符合题意；D项中物质可以通过加入氯化钙溶液来鉴别，碳酸根离子和钙离子反应生成碳酸钙沉淀，故D不符合题意。

拓展提高

6.某化学探究小组为了解碳酸钠及碳酸氢钠的部分性质，设计了如图所示装置和实验，其中图①、图②装置的烧瓶中装有等浓度的溶液；图③、图④装置同时放入 90 ℃ 的水中，气球都膨胀，装有饱和碳酸氢钠溶液的烧瓶上的气球膨胀得更快。下列说法正确的是（　　）



A.加盐酸前，图①和图②装置中溶液都显红色，后者稍深

B.加盐酸过程中，图①气球开始有变化，图②气球开始无变化

C.在图③和图④装置中，加热过程中都产生二氧化碳气体

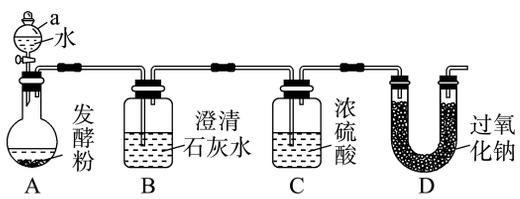
D.图③和图④装置中的现象说明碳酸钠比碳酸氢钠稳定

D　**解析**：碳酸钠及碳酸氢钠溶液都显碱性，其中碳酸钠溶液的碱性更强，酚酞在碱性溶液中显红色，则图①和图②装置中溶液都显红色，前者稍深，故 A 错误。碳酸钠和少量盐酸反应生成的是碳酸氢钠，没有气体生成，继续滴加盐酸，生成氯化钠、二氧化碳和水，有气泡产生；碳酸氢钠与盐酸反应直接产生二氧化碳气体，则加盐酸过程中，图①气球开始无变化，图②气球开始有变化，故 B 错误。碳酸钠加热不分解，加热过程中图③装置中不产生二氧化碳气体，故 C 错误。图③、图④装置同时放入 90 ℃的水中，气球都膨胀，装有饱和碳酸氢钠溶液的烧瓶上的气球膨胀得更快，说明碳酸氢钠不稳定，受热分解，则碳酸钠比碳酸氢钠稳定，故 D 正确。

7.生活中处处有化学，制作馒头、面包等所用的发酵粉，主要是由 Na_2CO_3、$NaHCO_3$ 和固体有机酸混合而成的，晓露同学猜想：发酵粉加热或加水时都能产生 CO_2，并进行如下实验：

(1)将 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 分别加热，能产生 CO_2 的物质是_____（填化学式），写出其中发生反应的化学方程式：_____。

(2)晓露同学用如图所示装置探究发酵粉加水能否产生 CO_2，并探究过氧化钠是否可作呼吸面具的供氧剂。



①A 装置中仪器 a 的名称是_____。

②观察到 B 装置中产生白色浑浊，写出反应的化学方程式：_____。

③实验证实发酵粉加水也能产生 CO_2，主要原因是_____。

④C 装置中浓硫酸的作用是_____。

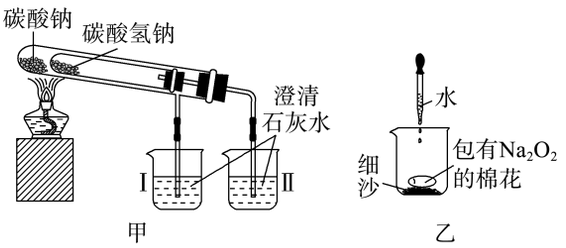
⑤写出 D 中过氧化钠产生氧气的化学方程式：_____，收集 D 装置产生的气体，要验证它是氧气，方法是_____。

解析：(1)碳酸氢钠受热分解生成碳酸钠、水和二氧化碳，化学方程式为 $2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$。(2)①仪器 a 是分液漏斗。②二氧化碳与 B 中澄清石灰水反应产生白色沉淀，反应的化学方程式为 $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$。③发酵粉的主要成分是 Na_2CO_3、$NaHCO_3$ 和固体有机酸，当加入水后，有机酸会电离出氢离子，氢离子与碳酸根离子、碳酸氢根离子反应产生二氧化碳。④浓硫酸的作用是除掉水，避免水蒸气与 D 中的过氧化钠反应产生氧气。⑤过氧化钠与二氧化碳反应生成碳酸钠和氧气，化学方程式为 $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2$，将带火星的木条伸入集气瓶中，若木条复燃，证明是氧气。

答案：(1) $NaHCO_3$　$2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$

(2)①分液漏斗　②$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$　③当加入水后，有机酸会电离出氢离子，氢离子与碳酸根离子、碳酸氢根离子反应产生二氧化碳　④吸收水蒸气　⑤$2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2$　将带火星的木条伸入集气瓶中，若木条复燃，证明是氧气

8.钠的化合物在生产、生活中应用广泛。下图所示为验证钠的化合物性质的两个实验装置(铁架台等辅助仪器已略去)。



回答下列问题：

(1)在加热过程中能观察到装置甲的_____(填“烧杯Ⅰ”或“烧杯Ⅱ”)中有白色沉淀生成，写出生成白色沉淀反应的离子方程式：_____。

(2)通过装置甲可知_____(填“Na_2CO_3”或“$NaHCO_3$”)的热稳定性较强，其中热稳定性较弱的物质受热分解的化学方程式为_____。

(3)装置乙用来验证Na_2O_2与H_2O的反应，观察到的实验现象为包有Na_2O_2的棉花燃烧。Na_2O_2与H_2O反应的化学方程式为_____，该反应过程中_____(填“放出”或“吸收”)热量。

(4)Na_2CO_3、$NaHCO_3$溶液的焰色为_____色。

解析：(1)套管中外管温度高，内管温度低，碳酸氢钠的稳定性弱于碳酸钠，碳酸氢钠分解为碳酸钠、二氧化碳、水，因此可观察到烧杯Ⅱ中有白色沉淀生成，其反应的离子方程式为$Ca^{2+}+2OH^-+CO_2=\!=\!=CaCO_3\downarrow+H_2O$。(2)外管温度高，内管温度低，可观察到烧杯Ⅱ中有白色沉淀生成，说明碳酸氢钠分解，碳酸钠没有分解，推出碳酸钠的稳定性强于碳酸氢钠，碳酸氢钠受热分解的化学方程式为$2NaHCO_3\xlongequal{\triangle}Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$。(3)过氧化钠与水反应，可观察到棉花燃烧，说明该反应过程中放出热量，过氧化钠与水反应的化学方程式为$2Na_2O_2+2H_2O=\!=\!=4NaOH+O_2\uparrow$。(4)$Na_2CO_3$、$NaHCO_3$溶液都含有钠元素，钠元素的焰色为黄色。

答案：(1)烧杯Ⅱ　$Ca^{2+}+2OH^-+CO_2=\!=\!=CaCO_3\downarrow+H_2O$

(2)Na_2CO_3　$2NaHCO_3\xlongequal{\triangle}Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$

(3)$2Na_2O_2+2H_2O=\!=\!=4NaOH+O_2\uparrow$　放出

(4)黄

9.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：

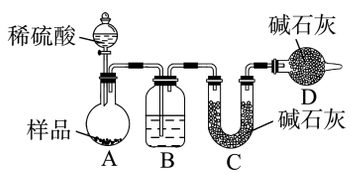
称量样品 → 加入适量盐酸 → 蒸发结晶 → 称量固体

(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：



称量样品 → 称量C装置 → 逐滴加入稀硫酸至过量 → 净化、吸收气体 → 再称量C装置 → 处理实验数据，得出结果

(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

创新应用

10.将 Na_2O_2 与 $NaHCO_3$ 按一定比例混合后置于密闭容器中加热充分反应,冷却到室温,得到 32 g O_2,经检验容器内无 H_2O、Na_2O_2 和 $NaHCO_3$ 存在。假设在 CO_2(g)与 H_2O(g)的混合体系中,Na_2O_2 与 CO_2 先反应。下列说法正确的是 (　　)

A.容器内还剩有 CO_2

B.原 Na_2O_2 与 $NaHCO_3$ 的质量比为13∶14

C.产物中 Na_2CO_3 的质量为 106 g

D.无法求出该容器中发生氧化还原反应的氧化剂和还原剂的质量比

B　**解析**:碳酸氢钠加热分解:$2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$,过氧化钠先和二氧化碳发生反应:$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$,再和水发生反应:$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$,经检验容器内无 H_2O、Na_2O_2 和 $NaHCO_3$ 存在,根据氢元素守恒,产物中一定含有 NaOH,所以容器内一定不含 CO_2,最终固体为 Na_2CO_3、NaOH,A 错误;总反应的化学方程式为 $2Na_2O_2+2NaHCO_3=2Na_2CO_3+2NaOH+O_2\uparrow$,则 Na_2O_2 与 $NaHCO_3$ 的质量比为(2×78)∶(2×84)=13∶14,B 正确;反应生成 32 g O_2,由总反应的化学方程式可知,生成碳酸钠的质量为 212 g,C 错误;反应中 Na_2O_2 既是氧化剂又是还原剂,且被氧化和被还原的个数之比为 1∶1,故该容器中发生氧化还原反应的氧化剂和还原剂的质量比为 1∶1,D 错误。

培优突破 3　Na_2CO_3 与 $NaHCO_3$ 的相关计算

1. Na_2CO_3、$NaHCO_3$ 与足量盐酸反应的定量关系

①生成 CO_2 的速率		$NaHCO_3$ 快
②耗酸量	等质量	Na_2CO_3 耗酸多
	相同数目	Na_2CO_3 耗酸多
③生成 CO_2 的体积	等质量	$NaHCO_3$ 生成 CO_2 的体积大
	相同数目	相等

2.质量差量法

在反应前后,物质的质量差和参加该反应的反应物或生成物的质量成正比。

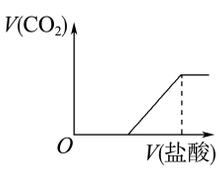
$2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$　Δm

168 g　　106 g　　62 g

$NaHCO_3$ 受热分解时,当 168 g $NaHCO_3$ 反应后,固体质量减少 62 g,实际参与反应的各物质的质量对应成比例。

3.图像分析法

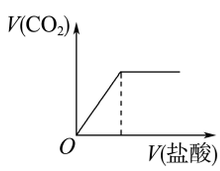
(1)向 Na_2CO_3 溶液中逐滴滴入盐酸



①$Na_2CO_3+HCl=NaCl+NaHCO_3$,

②$NaHCO_3+HCl=NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$。

(2)向 $NaHCO_3$ 溶液中逐滴滴入盐酸



$NaHCO_3+HCl=NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$。

【**典例 1**】下列实验方案中,不能测定出 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 的混合物中 Na_2CO_3 的质量分数的是 (　　)

A.取 a g 混合物与足量稀盐酸充分反应,加热,蒸干,灼烧,得到 b g 固体

B.取 a g 混合物充分加热,质量减少 b g

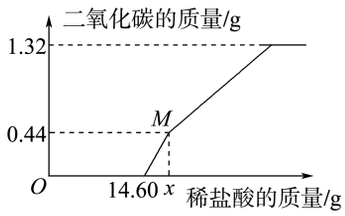
C.取 a g 混合物与足量稀硫酸充分反应,逸出气体经干燥后用碱石灰吸收,质量增加 b g

D.取 a g 混合物与足量 NaOH 溶液充分反应,得到 b g 溶液

D　**解析**:Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 均可与盐酸反应生成 H_2O、CO_2 和 NaCl,所以 b g 固体是 NaCl,利用守恒法可求出 Na_2CO_3 的质量分数,A 不符合题意;取 a g 混合物充分加热,固体质量减少 b g,也就是 $NaHCO_3$ 分解生成 CO_2 和 H_2O 的质量为 b g,由此可求出 $NaHCO_3$ 的质量,从而求出 Na_2CO_3 的质量分数,B 不符合题意;取 a g 混合物与足量稀硫酸充分反应,逸出气体经干燥后用碱石灰吸收,质量增加 b g,即两种盐与硫酸反应生成 CO_2 的质量为 b g,由此可求出两种盐的物质的量,列方程可求出 Na_2CO_3 的质量,从而求出 Na_2CO_3 的质量分数,C 不符合题

意;取 a g 混合物与足量 NaOH 溶液充分反应,得到的 b g 溶液包括原 Na_2CO_3 及 $NaHCO_3$ 与 NaOH 反应生成的 Na_2CO_3 的质量,以及过量 NaOH 和 H_2O 的质量,过量 NaOH 的质量无法确定,所以无法求出 Na_2CO_3 的质量分数,D 符合题意。

【典例 2】化学项目小组为探究久置的自制干燥剂的组成,取一定质量的样品,加入足量水,充分溶解,静置,再逐滴加入质量分数为 10%的稀盐酸,生成二氧化碳的质量与加入稀盐酸的质量关系如图所示(忽略二氧化碳的溶解)。已知:①向碳酸钠溶液中滴加稀盐酸依次发生反应:$Na_2CO_3+HCl=\!=\!=NaHCO_3+NaCl$,$NaHCO_3+HCl=\!=\!=NaCl+CO_2\uparrow+H_2O$;②碳酸氢钠能与氢氧化钠反应生成碳酸钠和水。



自制干燥剂
成分:CaO、NaOH
久置后可能含:CaO、$Ca(OH)_2$、$CaCO_3$、NaOH、Na_2CO_3

下列说法错误的是　　(　　)

A.该久置的自制干燥剂样品中一定含 NaOH

B.该久置的自制干燥剂样品中一定含 Na_2CO_3 和 $CaCO_3$

C.图中 $x=18.25$,且 M 点溶液中一定只含一种溶质

D.变质前自制干燥剂中 CaO 与 NaOH 的质量比为 14∶25

A　**解析**:分析图示,当滴加稀盐酸的质量为 0 g≤m(稀盐酸)<14.60 g 时,没有二氧化碳生成,说明此阶段的稀盐酸与某物质发生反应,且不产生二氧化碳,当滴加稀盐酸的质量为 14.60 g 时,开始产生二氧化碳,M 点后二氧化碳质量的增加幅度减小,说明在滴加稀盐酸的过程中,有两种不同的物质与稀盐酸反应产生二氧化碳,结合题目信息可知,这两种物质分别是碳酸氢钠和碳酸钙。由 $NaHCO_3+HCl=\!=\!=NaCl+CO_2\uparrow+H_2O$,$CaCO_3+2HCl=\!=\!=CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$ 可知,消耗等质量的稀盐酸时,碳酸氢钠反应产生二氧化碳的质量大于碳酸钙,所以 0.44 g 二氧化碳由稀盐酸与碳酸氢钠反应产生,1.32 g−0.44 g=0.88 g 二氧化碳由碳酸钙与稀盐酸反应产生。碳酸氢钠由稀盐酸与碳酸钠反应生成,说明该样品中一定含有碳酸钠(Na_2CO_3),由于碳酸钠能与氢氧化钙反应生成碳酸钙沉淀和氢氧化钠(即碳酸钠与氢氧化钙在同一溶液中不能共存),所以加入足量水充分溶解后的溶液中一定不含氢氧化钙。当滴加稀盐酸质量为 14.60 g～x g 时,稀盐酸与碳酸氢钠反应,产生二氧化碳的质量为 0.44 g。当滴加稀盐酸质量大于 x g 时,稀盐酸与碳酸钙反应,产生二氧化碳的质量为 0.88 g。设与碳酸氢钠反应产生 0.44 g 二氧化碳时,消耗稀盐酸的质量为 y。

HCl　～　CO_2

36.5　　44

$10\%y$　　0.44 g

$\frac{36.5}{44}=\frac{10\%y}{0.44\ g}$,$y=3.65$ g,故 $x=14.60+3.65=18.25$,与碳酸钠反应产生碳酸氢钠时,消耗稀盐酸的质量也为 3.65 g<14.60 g,稀盐酸与氢氧化钠、碳酸钠反应都没有二氧化碳生成,故当滴加稀盐酸的质量为 0 g≤m(稀盐酸)<14.60 g 时,稀盐酸依次与氢氧化钠、碳酸钠反应,则与氢氧化钠反应消耗稀盐酸的质量为 14.60 g−3.65 g=10.95 g。设10.95 g 稀盐酸消耗氢氧化钠的质量为 z。

HCl　　～　　$NaOH$

36.5　　40

10.95 g×10%　　z

$\frac{36.5}{40}=\frac{10.95\ g\times10\%}{z}$,$z=1.20$ g。

样品溶解过程中可能发生反应:$Ca(OH)_2+Na_2CO_3=\!=\!=2NaOH+CaCO_3\downarrow$。若 1.20 g 氢氧化钠全部由碳酸钠与氢氧化钙反应产生,设碳酸钠与氢氧化钙反应生成 1.20 g 氢氧化钠时,同时产生碳酸钙的质量为 n。

$CaCO_3$　～　$2NaOH$

100　　80

n　　1.20 g

$\frac{100}{80}=\frac{n}{1.20\ g}$,$n=1.5$ g。

1.5 g $CaCO_3$ 与足量稀盐酸反应时,产生二氧化碳的质量为 0.66 g<0.88 g,由此可知,干燥剂样品中一定含有 Na_2CO_3 和 $CaCO_3$。滴加 0～10.95 g 的稀盐酸与氢氧化钠反应,此阶段与稀盐酸反应的氢氧化钠肯定有来自碳酸钠与氢氧化钙反应生成的,根据现有条件无法确定是否还有来自干燥剂样品的氢氧化钠,A 项错误,B 项正确。根据上述分析可知 $x=18.25$,当滴加稀盐酸的质量为 18.25 g 时,溶液中氢氧化钠、碳酸钠、碳酸氢钠全部与稀盐酸反应生成氯化钠,且此时碳酸钙还未反应,所以 M 点溶液中含有的溶质只

有 NaCl 一种，C 项正确。碳酸钙与稀盐酸反应产生二氧化碳的质量为 0.88 g，设变质前，干燥剂中 CaO 的质量为 a。

$CaO\sim Ca(OH)_2\sim CaCO_3\sim CO_2$

56　　44

a　　0.88 g

$\frac{56}{44}=\frac{a}{0.88\ g}$，$a=1.12$ g。

设变质前，干燥剂中氢氧化钠的质量为 b。

$2NaOH\sim Na_2CO_3\sim 2NaHCO_3\sim 2HCl$

40×2　　36.5×2

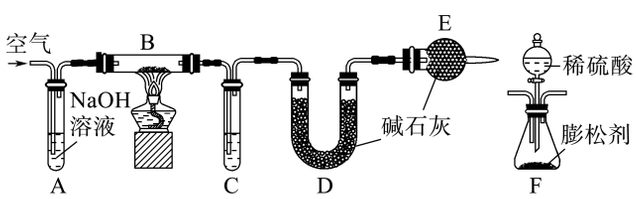
b　　18.25 g×10%

$\frac{40\times 2}{36.5\times 2}=\frac{b}{18.25\ g\times 10\%}$，$b=2$ g。

故变质前，自制干燥剂中 CaO 与 NaOH 的质量比为 1.12 g∶2 g=14∶25，D 项正确。

【对点演练】

1. 某食品膨松剂的主要成分为 $NaHCO_3$，某兴趣小组研究加热情况下该膨松剂放出气体的量，设计实验的装置图如下。



已知：碱石灰是固体氢氧化钠和氧化钙的混合物；$2NaHCO_3\xlongequal{\triangle}Na_2CO_3+H_2O+CO_2\uparrow$。

回答下列问题：

(1)A 装置中 NaOH 溶液的作用是除去空气中的____，C 装置内所盛试剂是_____，E 装置的作用是_____。若没有 E 装置，测定的结果_____（填“偏高”“偏低”或“无影响”，下同）；若没有 A 装置，B 装置左侧用橡皮塞封闭，实验结果将_____。

(2)充分加热后，测得 D 的质量增加 6.6 g，若将装置 B 换为装置 F 进行实验（膨松剂质量相同），不考虑导致误差因素，则测得 D 的质量增加_____ g。

(3)Na_2CO_3 是重要化工原料，分别取少量 Na_2CO_3 溶液，做如下实验。

①与碱反应：滴加澄清石灰水，现象为_____。

②与盐反应：滴加 X 溶液，产生白色沉淀，则 X 可能为_____（写其中一种的名称）。

③与酸反应：滴加盐酸，开始没有气泡，反应产生两种盐，推测两种盐的化学式：_____。

(4)现有 27.4 g Na_2CO_3 与 $NaHCO_3$ 混合物，充分加热至恒重，产生的气体先通入足量的浓硫酸中，再通过足量的 Na_2O_2，Na_2O_2 增重 2.8 g，混合物中 $NaHCO_3$ 的质量为_____。

解析：(1)由于空气中含有的 CO_2 会干扰实验，所以 A 装置中 NaOH 溶液的作用是除去空气中的 CO_2，C 装置吸收 H_2O，其内所盛试剂是浓硫酸，由于空气中含有的 CO_2 和水蒸气会干扰实验，所以 E 装置的作用是吸收空气中的 CO_2、H_2O，防止对实验结果造成干扰。若没有 E 装置，装置 D 会吸收空气中的气体使质量偏大，则测定的结果偏高；若没有 A 装置，B 装置左侧用橡皮塞封闭，部分 CO_2 不能完全被装置 D 吸收，则实验结果将偏低。(2)充分加热后，测得 D 的质量增加 6.6 g，即 CO_2 的质量是 6.6 g，因此根据化学方程式 $2NaHCO_3\xlongequal{\triangle}Na_2CO_3+H_2O+CO_2\uparrow$ 可知碳酸氢钠的质量是 25.2 g。若将装置 B 换为装置 F 进行实验（膨松剂质量相同），不考虑导致误差因素，根据碳元素守恒可知生成 CO_2 的质量是 13.2 g，则测得 D 的质量增加 13.2 g。(3)①与碱反应：向 Na_2CO_3 溶液中滴加澄清石灰水有 $CaCO_3$ 沉淀生成，现象为溶液变浑浊；②与盐反应：滴加 X 溶液，产生白色沉淀，则 X 可能为 $CaCl_2$ 或 $BaCl_2$ 等；③向 Na_2CO_3 溶液中滴加盐酸，开始没有气泡，反应产生两种盐，两种盐分别是碳酸氢钠和氯化钠，化学式分别为 $NaHCO_3$、NaCl。(4)设混合物中 $NaHCO_3$ 的质量为 x，则充分加热至恒重时发生反应 $2NaHCO_3\xlongequal{\triangle}Na_2CO_3+H_2O+CO_2\uparrow$，产生的气体先通过足量的浓硫酸，生成的 CO_2 质量为 $\frac{11}{42}x$。再通入足量的 Na_2O_2，发生反应：$2Na_2O_2+2CO_2=\!=\!=2Na_2CO_3+O_2$，$Na_2O_2$ 增加的质量为 $\frac{1}{6}x$，Na_2O_2 增重 2.8 g，即 $x=16.8$ g。

答案：(1)CO_2　浓硫酸　吸收空气中的 CO_2、H_2O，防止对实验结果造成干扰　偏高　偏低

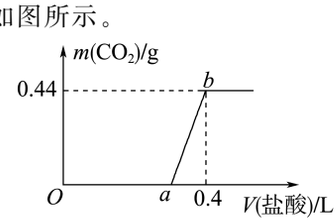
(2)13.2

(3)①溶液变浑浊　②氯化钙（或氯化钡）

③$NaHCO_3$、NaCl

(4)16.8 g

2. 向 NaOH 和 Na_2CO_3 的混合溶液中滴加 3.65 g·L^{-1} 稀盐酸，生成的 CO_2 的质量与加入盐酸的体积的关系如图所示。



(1)写出 ab 段发生反应的离子方程式：_____。

(2)a＝_____。

(3)原混合溶液中 NaOH 与 Na_2CO_3 的质量之比为_____。

解析：(1)Oa 段，先发生 H^+ 与 OH^- 的中和反应，再发生 CO_3^{2-} 与 H^+ 生成 HCO_3^- 的反应，a 点时的溶液为氯化钠和碳酸氢钠的混合溶液，ab 段发生反应的离子方程式为 $HCO_3^- + H^+ = H_2O + CO_2\uparrow$。(2)由 ab 段发生的反应 $NaHCO_3 + HCl = NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$ 可知，生成 0.44 g CO_2 消耗盐酸的体积为(0.4－a) L，则 3.65 g·L^{-1}×(0.4－a) L＝$\frac{36.5\times0.44\text{ g}}{44}$，解得 a＝0.3。(3)由计算可得 Na_2CO_3 的质量是 1.06 g，生成 HCO_3^- 消耗的稀盐酸的体积是 0.1 L，则中和 NaOH 消耗的稀盐酸的体积是 0.3 L－0.1 L＝0.2 L，所以 NaOH 的质量是 3.65 g·L^{-1}×0.2 L×$\frac{40}{36.5}$＝0.8 g，原混合溶液中 NaOH 与 Na_2CO_3 的质量之比为 0.8∶1.06＝40∶53。

答案：(1)$HCO_3^- + H^+ = H_2O + CO_2\uparrow$

(2)0.3　(3)40∶53

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。

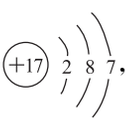
2.通过对氯水的成分的实验探究，建立观点、结论和证据之间的逻辑关系。

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、认识氯气

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：$MnO_2 + 4HCl(浓)\overset{\triangle}{=\!=}MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$。

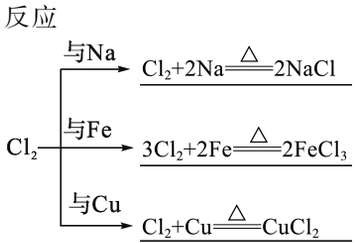
3.物理性质

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 $Cl_2 + H_2 \overset{点燃}{=\!=} 2HCl$，发出苍白色火焰。

(3)与水反应的化学方程式为 $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$。

(4)与碱的反应

①与 NaOH 反应——制漂白液

化学方程式：$Cl_2 + 2NaOH = NaCl + NaClO + H_2O$。

漂白液的有效成分为 NaClO。

②与 $Ca(OH)_2$ 反应——制漂白粉

化学方程式：$2Cl_2 + 2Ca(OH)_2 = CaCl_2 + Ca(ClO)_2 + 2H_2O$。

漂白粉的有效成分为 $Ca(ClO)_2$。

◇练一练

判断正误(正确的打“√”，错误的打“×”)。

(1)铁丝在少量的 Cl_2 中燃烧可生成 $FeCl_2$。

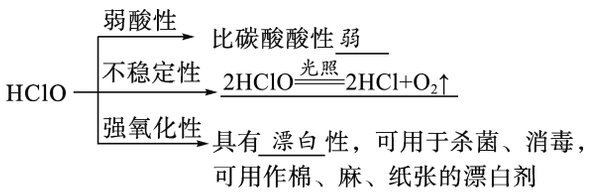
(　×　)

(2)H_2 与 Cl_2 混合气体点燃后会安静地燃烧，发出苍白色火焰。　(　×　)

(3)Cu 在 Cl_2 中燃烧产生棕黄色的烟，若反应后，向集气瓶中加少量水振荡，可得到棕黄色溶液。

(　×　)

2.次氯酸的化学性质



◇**想一想**

漂白粉和漂白液使用后均需避光密封保存，长期暴露在空气中会失效。请用化学方程式解释漂白粉露置空气中失效的原因。

提示：①$Ca(ClO)_2+CO_2+H_2O=\!=\!=CaCO_3\downarrow+2HClO$；

②$2HClO\xlongequal{光照}2HCl+O_2\uparrow$。

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1 认识氯气的性质

探究活动

某村附近发生一起氯气泄漏事故，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：$2Cl_2+2Ca(OH)_2=\!=\!=CaCl_2+Ca(ClO)_2+2H_2O$。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。

【任务总结】

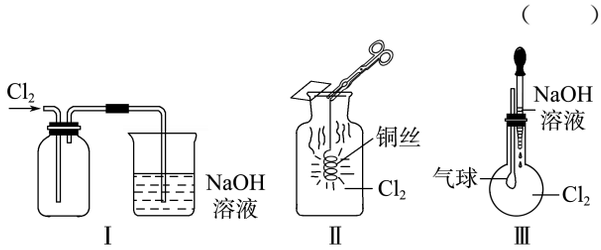
(1)氯气具有强氧化性，与变价金属反应时，无论氯气少量还是过量，均生成最高价氯化物。

(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。

评价活动

1.某同学探究Cl_2的性质。下列说法不正确的是（　　）



A.图Ⅰ装置可以用来收集Cl_2

B.图Ⅲ中若气球干瘪，证明Cl_2可与NaOH反应

C.图Ⅱ中生成棕黄色的烟，加少量水溶解得到蓝色溶液

D.图Ⅰ中发生反应的离子方程式为$Cl_2+2OH^-=\!=\!=Cl^-+ClO^-+H_2O$

B　**解析**：Cl_2的密度比空气大，可用向上排空气法收集，Cl_2有毒，要用NaOH溶液吸收尾气，A正确；图Ⅲ中，Cl_2与NaOH溶液反应，使烧瓶中压强减小，空气进入气球，气球鼓起，B错误；图Ⅱ中铜丝在Cl_2中燃烧生成$CuCl_2$，产生棕黄色的烟，加水溶解得到蓝色溶液，C正确；Cl_2与NaOH溶液反应，离子方程式为$Cl_2+2OH^-=\!=\!=Cl^-+ClO^-+H_2O$，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$Cl_2+2NaOH=\!=\!=NaClO+NaCl+H_2O$，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2 深度探究氯水的成分与性质

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。

生活奇趣二：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：$Cl_2+H_2O \rightleftharpoons HCl+HClO$，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？

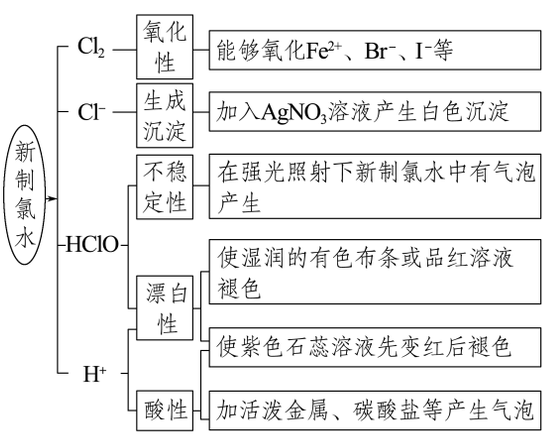
提示：$Cl_2+H_2O \rightleftharpoons HCl+HClO$，$2HClO \xlongequal{光照} 2HCl+O_2\uparrow$。氯水中的HClO见光或受热易分解，故新制氯水应密封保存于棕色试剂瓶中，并置于冷暗处。

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。

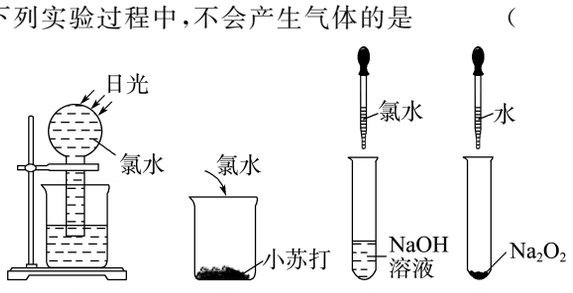
【任务总结】

氯水性质的多重性



评价活动

1.下列实验过程中，不会产生气体的是　　（　　）



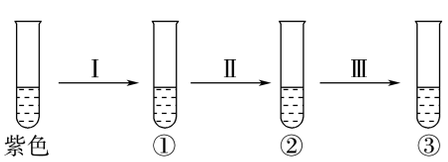
C　**解析**：A项，氯水中的HClO见光分解生成氧气；B项，氯水中的H^+与$NaHCO_3$反应生成CO_2；C项，氯水滴入NaOH溶液中反应生成NaClO、NaCl和H_2O，没有气体产生；D项，H_2O与Na_2O_2反应产生O_2。

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粒子。下列实验现象和结论一致的是　　（　　）

选项	现象	结论
A	新制氯水使紫色石蕊溶液先变红后褪色	说明有氯气分子和H^+存在
B	向新制氯水中加入饱和$NaHCO_3$溶液，有无色气体产生	说明有HClO存在
C	向新制氯水中加入饱和$NaHCO_3$溶液，有无色气体产生	说明氯气和水反应生成了HCl
D	久置氯水黄绿色消失，且产生气泡	说明氯气分子从溶液中逸出

C　**解析**：新制氯水使紫色石蕊溶液先变红是由于溶液中含有H^+显酸性，而后褪色是由于氯气与水反应生成的HClO具有漂白性，氯气本身并无漂白性，A不符合题意；由于HClO的酸性比H_2CO_3弱，故向新制氯水中加入饱和$NaHCO_3$溶液，有无色气体产生，不能说明有HClO存在，而说明溶液中存在H^+，B不符合题意；由于HClO的酸性比H_2CO_3弱，而HCl的酸性强于H_2CO_3，故向新制氯水中加入饱和$NaHCO_3$溶液，有无色气体产生，说明氯气和水反应生成了HCl，C符合题意；久置氯水黄绿色消失，且产生气泡，是由于发生反应：$Cl_2+H_2O \rightleftharpoons HCl+HClO$、$2HClO \xlongequal{光照} 2HCl+O_2\uparrow$，故该气体是$O_2$，而不能说明氯气分子从溶液中逸出，D不符合题意。

3.向盛有紫色石蕊溶液的试管中持续通入氯气至过量，溶液颜色可能出现无色、浅黄绿色、红色等变化。



下列叙述正确的是　　（　　）

A.过程Ⅰ溶液由紫色变成红色，起作用的粒子是H^+

B.过程Ⅱ溶液由红色变成无色，证明试管②中溶液不再呈酸性

C.过程Ⅲ溶液由无色变成浅黄绿色，证明溶液中有 HClO

D.若向紫色石蕊溶液中持续加入 Na_2O_2 粉末，也会出现相同的颜色变化

A　**解析**：过程Ⅰ溶液由紫色变成红色，起作用的粒子是 H^+，A 正确；过程Ⅱ溶液由红色变成无色，是因为 HClO 具有漂白性，溶液仍然呈酸性，B 错误；过程Ⅲ溶液由无色变成浅黄绿色，是因为溶液中溶有氯气，C 错误；若向紫色石蕊溶液中持续加入 Na_2O_2 粉末，则溶液先变蓝色，后褪色，D 错误。

课后素养评价（十一）　氯气的性质

建议用时：30分钟

基础巩固

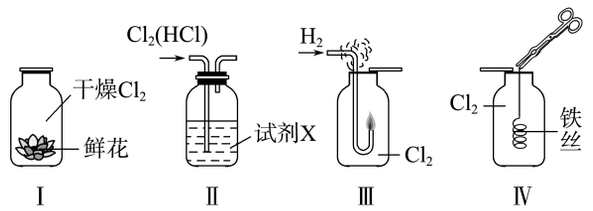
1.下列氯化物不能由金属和氯气直接化合制得的是（　　）

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.某同学用如图所示装置进行有关氯气的实验。下列说法正确的是（　　）



A.装置Ⅰ中：鲜花褪色证明氯气有漂白性

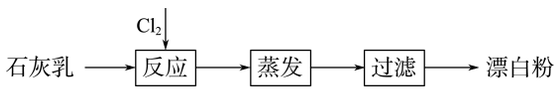
B.装置Ⅱ中：除去氯气中的少量 HCl，试剂 X 可选用饱和食盐水

C.装置Ⅲ中：氢气在氯气中剧烈燃烧，产生白烟

D.装置Ⅳ中：铁丝在氯气中燃烧生成氯化亚铁

B　**解析**：鲜花中含有水分，水与氯气反应生成次氯酸，HClO 具有强氧化性，装置Ⅰ中鲜花褪色证明次氯酸有漂白性，故 A 错误；氯气在饱和食盐水中的溶解度较小，氯化氢在饱和食盐水中的溶解度较大，装置Ⅱ中除去氯气中的少量 HCl，试剂 X 可选用饱和食盐水，故 B 正确；HCl 在空气中与水蒸气结合成盐酸的酸雾，装置Ⅲ中：氢气在氯气中剧烈燃烧，产生白雾，故 C 错误；装置Ⅳ中：铁丝在氯气中燃烧生成氯化铁，故 D 错误。

3.工业上将 Cl_2 通入石灰乳中制备漂白粉，制备流程如下所示。下列有关说法正确的是（　　）



A.漂白粉是混合物

B.“反应”中 Cl_2 是氧化剂，石灰乳是还原剂

C.漂白粉比 HClO 稳定，可露置在空气中长期保存

D.工业制备漂白粉的离子方程式为 $2OH^- + Cl_2 = Cl^- + ClO^- + H_2O$

A　**解析**：石灰乳中通 Cl_2，生成氯化钙和次氯酸钙，经过蒸发、过滤得到以次氯酸钙为有效成分的漂白粉。漂白粉中含有氯化钙和次氯酸钙等，为混合物，A 正确；石灰乳和 Cl_2 反应的化学方程式为 $2Cl_2 + 2Ca(OH)_2 = CaCl_2 + Ca(ClO)_2 + 2H_2O$，$Cl_2$ 既作氧化剂又作还原剂，B 错误；漂白粉露置在空气中，遇到二氧化碳和水，可生成次氯酸，次氯酸见光分解导致漂白粉变质，C 错误；工业制备漂白粉过程中加入的是石灰乳，在书写离子方程式时 $Ca(OH)_2$ 不拆写，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. 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　（　）

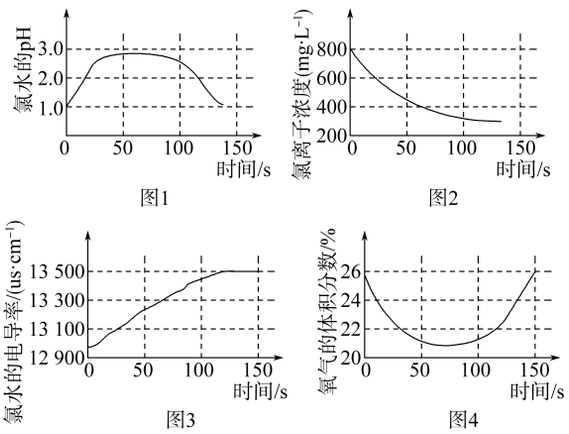


图1　图2　图3　图4

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

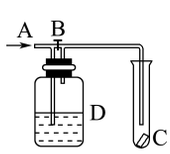
C.图 3 表示氯水的电导率随时间的变化

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：$Cl_2+H_2O \rightleftharpoons H^++Cl^-+HClO$，HClO 不稳定分解：$2HClO \xrightarrow{光照} 2HCl+O_2\uparrow$，随着 HClO 的分解，氯水最终会变为盐酸，氢离子浓度不断增大，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。

拓展提高

7. 如图所示，在 A 处通入未经干燥的氯气。当关闭 B 阀门时，C 处的干燥红布条无明显变化；当打开 B 阀门后，C 处的红布条逐渐褪色。D 瓶中盛放的溶液可能是　（　）



①NaOH 溶液　②饱和 NaCl 溶液

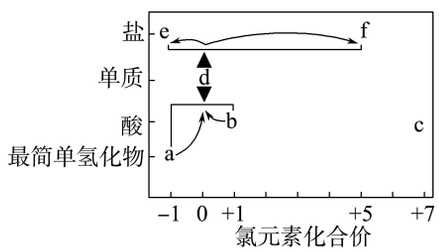
③浓硫酸　④H_2O

A.①②　　B.①③

C.②④　　D.③④

B　**解析**：当打开 B 阀门后，湿润的氯气使 C 处干燥的红布条逐渐褪色（$Cl_2+H_2O \rightleftharpoons HCl+HClO$）；干燥氯气没有漂白性，关闭 B 阀门时，C 处干燥的红布条无明显变化，说明 D 中盛放能消耗氯气的物质或干燥氯气的物质。NaOH 溶液与氯气反应，除去氯气，①符合题意；饱和 NaCl 溶液不与氯气反应，也不能将氯气干燥，②不符合题意；浓硫酸具有吸水性，可以干燥氯气，③符合题意；水不能完全吸收氯气，导致氯气中会混有水蒸气，④不符合题意。故选①③。

8. 在“价—类”二维图中融入“杠杆模型”，可直观辨析部分物质间的转化及其定量关系。下图中的字母分别代表常见含氯元素的物质，下列说法错误的是　（　）



A.氢气在 d 中燃烧可生成 a，产生苍白色火焰

B.c 是一种弱酸，只有氧化性

C.b 具有漂白性，能使湿润的有色布条褪色

D.若 d 在加热条件下与强碱溶液反应生成 e 和 f，则 e 和 f 的个数之比为 5∶1

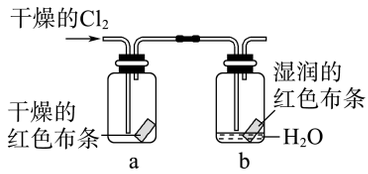
B　**解析**：a 是氯元素的最简单氢化物，a 是 HCl；b 是氯元素为+1 价的含氧酸，b 是 HClO；c 是氯元素为+7 价的含氧酸，c 是 $HClO_4$；d 是氯元素的单质，d 是 Cl_2；e 是氯化物，f 是氯酸盐。氢气在 Cl_2 中燃烧可生成 HCl，产生苍白色火焰，故 A 正确；c 是 $HClO_4$，$HClO_4$ 是强酸，故 B 错误；b 是 HClO，HClO 具有漂白性，能使湿润的有色布条褪色，故 C 正确；Cl_2 在加热条件下与强碱溶液反应，离子方程式为 $6OH^-+3Cl_2 \xrightarrow{\triangle} 5Cl^-+ClO_3^-+3H_2O$，e 和 f 的个数之比为 5∶1，故 D 正确。

9. 含氯消毒剂在生产、生活中应用广泛，如 ClO_2、HClO、NaClO、$Ca(ClO)_2$ 等。回答下列问题：

(1)ClO_2 中 Cl 的化合价为_____，将 Cl_2 通入水中，发生反应的离子方程式为

_____。

(2)为探究 Cl_2 是否有漂白性，设计如图所示装置。



a中干燥的红色布条无明显变化，b中湿润的红色布条褪色。

由上述现象可知：Cl_2_____（填“有”或“无”）漂白性，b中湿润的红色布条褪色是因为生成了_____（填化学式）。该装置缺少尾气处理装置，装置中所盛装的液体试剂为_____。

(3)“84”消毒液的有效成分为NaClO，若与洁厕灵（含有浓盐酸）混用，会产生黄绿色气体，该黄绿色气体是_____（填化学式）。

(4)$Ca(ClO)_2$为漂白粉的有效成分，工业上，由Cl_2通入_____（填“石灰乳”或“澄清石灰水”）中制取。

解析：(1)在ClO_2中，O的化合价为−2价，设Cl的化合价为x，根据化合物中正负化合价代数和为0可得$x+2\times(-2)=0$，解得$x=+4$。Cl_2通入水中发生可逆反应，生成HCl和HClO，离子方程式为$Cl_2+H_2O\rightleftharpoons H^++Cl^-+HClO$。(2)a中干燥的红色布条无变化，说明$Cl_2$本身无漂白性；b中湿润的红色布条褪色，是因为$Cl_2$与水反应生成了具有漂白性的HClO。$Cl_2$有毒，不能直接排放到空气中，需用NaOH溶液吸收尾气。(3)“84”消毒液（NaClO）与浓盐酸混合时，发生归中反应：$ClO^-+Cl^-+2H^+=\!=\!=Cl_2\uparrow+H_2O$，因此黄绿色气体是$Cl_2$。(4)工业上制取漂白粉，是将$Cl_2$通入石灰乳[$Ca(OH)_2$的悬浊液]中。

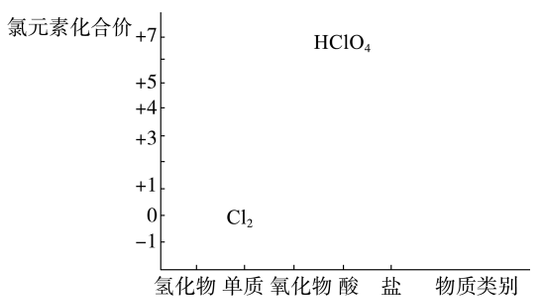
答案：(1)+4价　$Cl_2+H_2O\rightleftharpoons H^++Cl^-+HClO$

(2)无　HClO　NaOH溶液（合理即可）

(3)Cl_2

(4)石灰乳

10. 从元素化合价和物质类别两个角度学习、研究物质的性质，是一种行之有效的方法。以下是氯及其化合物的“价—类”二维图的部分信息。



(1)根据图中信息，写出任意两种氯的氧化物的化学式：_____。

(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）

(2)①$Zn+2H^+=\!=\!=Zn^{2+}+H_2\uparrow$、$Fe+2H^+=\!=\!=Fe^{2+}+H_2\uparrow$等（任写一个）　②$MnO_2+4HCl(浓)\xlongequal{\triangle}MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$

(3)Cl_2中氯元素的化合价为0价，氯元素还有−1价以及+1价等价态，因此Cl_2中氯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　$2Cl_2+2Na_2CO_3+H_2O=\!=\!=2NaHCO_3+2NaCl+Cl_2O$

创新应用

11. 实验室有一瓶密封不严的漂白粉样品，其中肯定含有$CaCl_2$，请设计实验探究该样品中可能存在的其他物质[已知$Ca(ClO)_2$可使品红溶液（红色）褪色]。

Ⅰ.提出合理假设。

假设①：该漂白粉未变质，含有$CaCl_2$、_____；

假设②：该漂白粉全部变质，含有$CaCl_2$、_____；

假设③：该漂白粉部分变质，含有$CaCl_2$、$Ca(ClO)_2$和$CaCO_3$。

Ⅱ.设计实验方案，进行实验。

实验步骤	预期现象和结论
实验①：取少量上述漂白粉样品于试管中，加入适量稀盐酸，观察是否有气泡产生	a.若无气泡产生，则假设_____成立 b.若有气泡产生，继续进行实验②

续表

实验步骤	预期现象和结论
实验②：向实验①反应后的试管中滴入1～2滴品红溶液，振荡	c.若品红溶液褪色，则假设_____成立 d.若品红溶液不褪色，则假设_____成立

解析：Ⅰ.漂白粉的主要成分为 $CaCl_2$、$Ca(ClO)_2$，次氯酸钙会与空气中的二氧化碳、水反应生成 $CaCO_3$ 和 HClO，HClO 易分解为 HCl、O_2。假设①：该漂白粉未变质，含 $CaCl_2$、$Ca(ClO)_2$；假设②：该漂白粉全部变质，含 $CaCl_2$、$CaCO_3$；假设③：该漂白粉部分变质，含 $CaCl_2$、$Ca(ClO)_2$ 和 $CaCO_3$。

Ⅱ.实验①：$CaCO_3$ 可与盐酸反应放出气体，故加入适量稀盐酸溶解后，若无气泡产生，则假设①成立；若有气泡产生，则假设②或假设③成立。实验②：$Ca(ClO)_2$ 具有漂白性，可使品红溶液褪色，向实验①反应后的试管中滴入1～2滴品红溶液，振荡，若品红溶液褪色，则假设③成立；若品红溶液不褪色，则假设②成立。

答案：Ⅰ.$Ca(ClO)_2$　$CaCO_3$

Ⅱ.①　③　②

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。

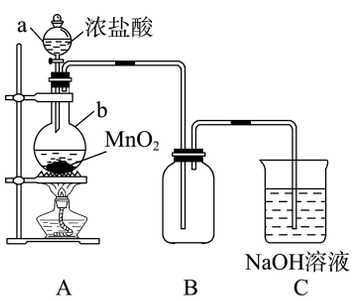
2.知道氯离子的检验步骤和方法。

○ 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 $MnO_2+4HCl(浓)\xlongequal{\triangle}MnCl_2+2H_2O+Cl_2\uparrow$。

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 $MnO_2+4H^++2Cl^-\xlongequal{\triangle}Mn^{2+}+Cl_2\uparrow+2H_2O$。

(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 $Cl_2+2NaOH=NaClO+NaCl+H_2O$。

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	$Ag^++Cl^-=AgCl\downarrow$
NaCl 溶液	产生白色沉淀	沉淀不溶解	$Ag^++Cl^-=AgCl\downarrow$
Na_2CO_3 溶液	产生白色沉淀	沉淀溶解	$2Ag^++CO_3^{2-}=Ag_2CO_3\downarrow$ $Ag_2CO_3+2H^+=2Ag^++CO_2\uparrow+H_2O$
自来水	产生白色沉淀	沉淀不溶解	$Ag^++Cl^-=AgCl\downarrow$
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 $AgNO_3$ 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——$Ag^++Cl^-=AgCl\downarrow$（用离子方程式表示）

◇练一练

判断正误（正确的打“√”，错误的打“×”）。

(1)某溶液中滴加 $AgNO_3$ 溶液后有白色沉淀生成，则该溶液中一定含有 Cl^-。　（　×　）

(2)检验 Cl_2 中是否混有 HCl，可将其通入 $AgNO_3$ 溶液中，若有白色沉淀产生，说明 Cl_2 中混有 HCl。（ × ）

(3)检验 Na_2CO_3 溶液中是否有 NaCl 杂质，可先加 $AgNO_3$ 溶液，再加过量的稀盐酸，若沉淀不溶解，则有 NaCl 杂质。（ × ）

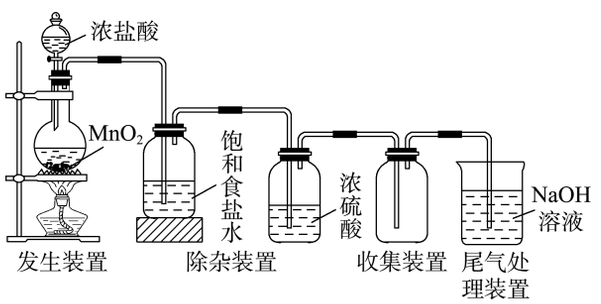
○ 任务型课堂 ○

任务1 学会氯气的实验室制备方法

探究活动

18 世纪 70 年代，化学家舍勒发现了 Cl_2，1810 年，化学家戴维确认这种气体是 Cl_2。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 Na_2CO_3 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，Na_2CO_3 溶液吸收 Cl_2 和 HCl，同时生成杂质气体 CO_2。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 Cl_2 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。

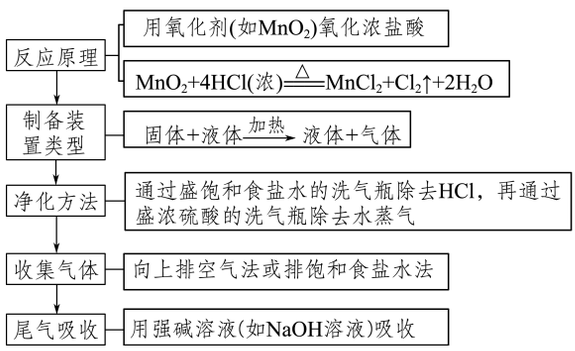
②把湿润的淀粉-KI 试纸靠近集气瓶口，试纸变蓝，则已收集满。

活动 4 用高锰酸钾固体和浓盐酸反应也可制备 Cl_2，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 MnO_2？

提示：$2KMnO_4+16HCl(浓)=2KCl+2MnCl_2+5Cl_2\uparrow+8H_2O$。还可以用 $KClO_3$、NaClO、$Ca(ClO)_2$、$K_2Cr_2O_7$ 等代替 MnO_2。

【任务总结】

1.氯气的实验室制法



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 Cl_2 的注意事项

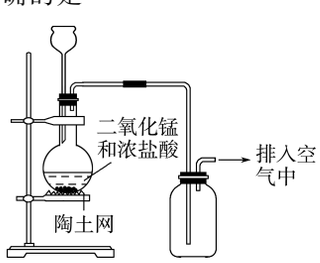
(1)必须用浓盐酸，MnO_2 与稀盐酸不反应。

(2)为了减少制得的 Cl_2 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 Cl_2，再拆卸装置，避免污染空气。

评价活动

1.某化学小组用如图所示装置在实验室中制取氯气，下列说法正确的是（ ）



A.该装置图中存在两处明显错误，其中一处是应该用分液漏斗

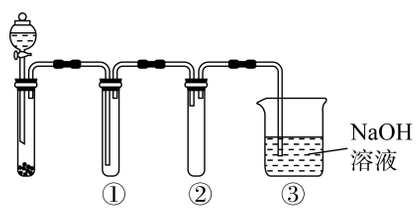
B.该实验中收集氯气的方法是向下排空气法

C.如果需要得到干燥纯净的氯气，只需在气体发生装置和收集装置之间连接一个装有浓硫酸的洗气瓶即可

D.浓盐酸与足量 MnO_2 混合，HCl 不能反应完全

D　**解析**：MnO_2 与浓盐酸在加热的条件下反应，图中缺少加热装置，氯气有毒，不能直接排放到空气中，应有尾气吸收装置，浓盐酸易挥发，需要用分液漏斗加入，共有三处明显错误，A 错误；氯气的密度比空气的大，可以用向上排空气法收集，图中为向上排空气法，B 错误；浓盐酸有挥发性，氯气里除混有水蒸气外还有挥发出来的 HCl，仅干燥不可以得到纯净的氯气，需要先用饱和食盐水除去 HCl 再干燥，C 错误；某浓盐酸与足量 MnO_2 混合，盐酸浓度变低后，反应不再进行，D 正确。

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

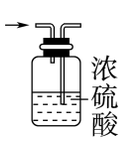
A　**解析**：根据导管的进出长短可知试管①用于收集 Cl_2，试管②用于防止 NaOH 溶液倒吸入试管①中，NaOH 溶液吸收多余的 Cl_2，防止污染环境，试管①中收集到的 Cl_2 不纯，混有 HCl 和水蒸气。

3. 瑞典化学家舍勒最先用软锰矿和浓盐酸制出了一种黄绿色气体，并探究了这种气体的某些性质，但他认为，该气体是一种化合物。直到 1810 年，英国化学家戴维才确认这种气体是一种单质——氯气。

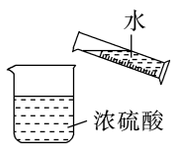
(1)下列实验操作正确的是_____（填字母序号，下同）。



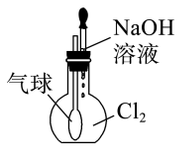
A.闻氯气气味



B.干燥氯气



C.稀释浓硫酸



D.证明 Cl_2 与 NaOH 反应

(2)下列氯化物中，既能由金属和氯气直接制取，又能由金属和盐酸直接制取的是_____。

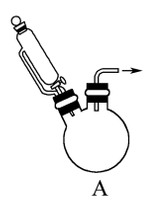
A.$FeCl_2$　　B.$MgCl_2$

C.$FeCl_3$　　D.$CuCl_2$

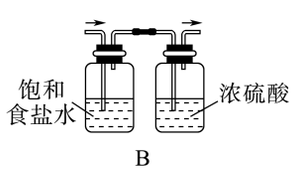
(3)实验室用二氧化锰与浓盐酸在加热条件下制取氯气，写出该反应的化学方程式：_____

_____。

(4)实验室按照制备、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）能达到实验目的的是_____（填字母序号，下同）。



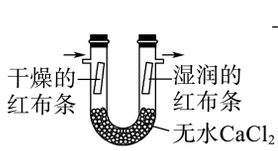
A



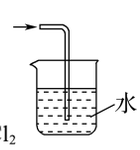
B



C

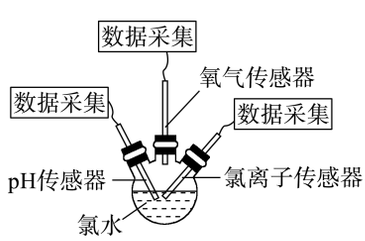


D

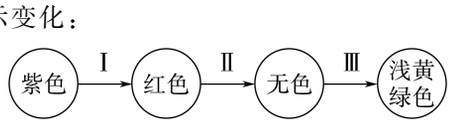


E

(5)为了验证氯水中 HClO 光照分解的产物，将新制的氯水加入三颈烧瓶内，再将 pH 传感器、氯离子传感器、氧气传感器分别插入三颈烧瓶中（如图），用强光照射氯水，进行实验并采集数据，获得相关变化曲线。（溶液中，H^+ 浓度越大，pH 越小，溶液酸性越强）



①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：



关于溶液中导致变色的粒子Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ的判断正确的是_____。

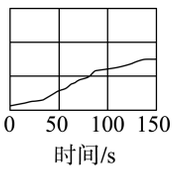
A.H^+、HClO、Cl_2

B.H^+、ClO^-、Cl^-

C.HCl、ClO^-、Cl−

D.HCl、HClO、Cl_2

②若能够证明氯水中 HClO 在光照下发生了分解反应，则下图中纵坐标不能表示的物理量是_____。



A.氧气的体积分数

B.氯离子的浓度

C.氯水的 pH

(6)某化工厂用氯气与石灰乳生产漂白粉，产品的使用说明书如下：

使用说明书
【主要成分】次氯酸钙、氯化钙
【用途用量】取漂白粉 2～3 g，水 1 000 g，配成溶液，将待消毒物品浸泡 5～10 分钟。
【注意事项】密封避光保存于阴凉处，随配随用，有腐蚀性，少用手接触。

①从物质类别看，漂白粉属于_____。

②制备漂白粉的化学方程式是_____

_____。

③漂白粉需“避光保存于阴凉处”是因为漂白粉的有效成分与空气中的 CO_2、H_2O 反应生成不稳定的次氯酸而易失效。生成次氯酸的化学方程式为

_____

_____。

解析：(1)闻氯气气味采用扇闻法，A 操作正确；干燥氯气应长管进，短管出，B 操作错误；稀释浓硫酸应将浓硫酸缓慢倒入水中，C 操作错误；Cl_2 与 NaOH 反应后，烧瓶内气压减小，气球膨胀，D 操作正确。(2)$FeCl_2$ 能由金属铁和盐酸直接制取，但不能由金属铁和氯气直接制取，A 不符合题意；$MgCl_2$ 能由金属镁和盐酸直接制取，也能由金属镁和氯气直接制取，B 符合题意；$FeCl_3$ 能由金属铁和氯气直接制取，不能由金属铁和盐酸直接制取，C 不符合题意；$CuCl_2$ 能由金属铜和氯气直接制取，不能由金属铜和盐酸直接制取，D 不符合题意。(3)实验室用二氧化锰与浓盐酸在加热条件下制取氯气，该反应的化学方程式为 $MnO_2+4HCl(浓)\xlongequal{\triangle}MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$。(4)浓盐酸与二氧化锰反应需要加热，图中缺少加热装置，A 错误；先除去氯气中的氯化氢后再干燥，B 正确；氯气密度大于空气，应长管进短管出，C 错误；左侧干燥的红色布条不褪色，能说明氯气没有漂白性，右侧湿润的红色布条褪色，能说明氯气和水的反应产物次氯酸具有漂白性，D 正确；应选用氢氧化钠溶液吸收氯气，E 错误。(5)①紫色石蕊溶液变红，说明溶液呈酸性，有氢离子生成；溶液由红色变无色，说明有具有漂白性物质生成，则生成了次氯酸；溶液变成浅黄绿色，说明溶解了氯气。②次氯酸是弱酸，若能够证明氯水中 HClO 在光照下发生了分解反应：$2HClO\xlongequal{光照}2HCl+O_2\uparrow$，则氧气的体积分数增大，氯离子的浓度增大，溶液酸性增强、pH 减小，故选 C。(6)①漂白粉含 $CaCl_2$、$Ca(ClO)_2$，从物质类别看，漂白粉属于混合物。②制备漂白粉的化学方程式是 $2Ca(OH)_2+2Cl_2=\!=\!=CaCl_2+Ca(ClO)_2+2H_2O$。③漂白粉的有效成分次氯酸钙与空气中的 CO_2、H_2O 反应生成碳酸钙和次氯酸，生成次氯酸的化学方程式为 $Ca(ClO)_2+H_2O+CO_2=\!=\!=CaCO_3+2HClO$。

答案：(1)AD　(2)B

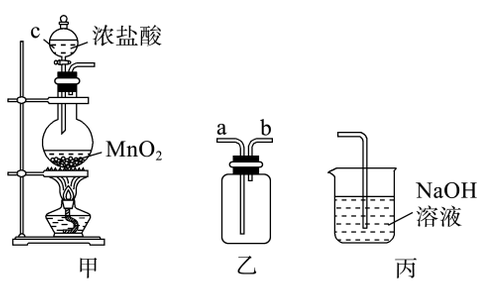
(3)$MnO_2+4HCl(浓)\xlongequal{\triangle}MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$

(4)BD

(5)①A　②C

(6)①混合物　②$2Ca(OH)_2+2Cl_2=\!=\!=CaCl_2+Ca(ClO)_2+2H_2O$　③$Ca(ClO)_2+H_2O+CO_2=\!=\!=CaCO_3+2HClO$

4. 氯气(Cl_2)是一种密度比空气大的有毒气体，也是一种重要的化工原料。实验室用 MnO_2 和浓盐酸混合加热制备氯气的有关实验装置如图所示：



回答下列有关问题：

(1)甲装置中仪器 c 的名称是_____，收集 Cl_2 时从乙装置中的_____(填“a”或“b”)口进。

(2)甲装置中发生反应的化学方程式为 $MnO_2+4HCl(浓)\xlongequal{\triangle}MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$，写出该反应的离子方程式：_____

_____。

(3)本实验涉及的物质有 Cl_2、MnO_2、浓盐酸、NaOH 溶液等,其中属于电解质的是_____,能导电的物质有_____。

(4)丙装置为 Cl_2 的尾气处理装置,该装置中发生反应的化学方程式为 $Cl_2+2NaOH=NaCl+NaClO+H_2O$,则该反应中每个 Cl_2 分子转移_____个电子。

解析:(1)仪器 c 的名称是分液漏斗,氯气的密度大于空气,用向上排空气法收集,导管长进短出(a 进 b 出)。(2)用浓盐酸和二氧化锰制取氯气的离子方程式是 $MnO_2+4H^++2Cl^-\overset{\triangle}{=\!=}Mn^{2+}+Cl_2\uparrow+2H_2O$。(3)电解质是在水溶液里或熔融状态下能够导电的化合物,故二氧化锰是电解质。电解质发生了电离可以导电,故符合要求的物质是浓盐酸和 NaOH 溶液。(4)氯气中氯元素化合价是 0 价,该反应中,一个氯原子的化合价由 0 价升高到+1 价,另一个氯原子的化合价由 0 价降低到−1 价,故转移电子数是 1。

答案:(1)分液漏斗　a

(2)$MnO_2+4H^++2Cl^-\overset{\triangle}{=\!=}Mn^{2+}+Cl_2\uparrow+2H_2O$

(3)MnO_2　浓盐酸和 NaOH 溶液

(4)1

任务2 探究氯离子的检验方法

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,所学的难溶于稀硝酸的白色沉淀有哪些?

提示:排除 CO_3^{2-} 等离子的干扰。难溶于稀硝酸的白色沉淀有 AgCl、$BaSO_4$。

【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 CO_3^{2-} 等离子的干扰,不能用稀硫酸,因为 Ag_2SO_4 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 SO_4^{2-},需先用 $Ba(NO_3)_2$ 溶液除去 SO_4^{2-},然后再加入稀硝酸酸化的 $AgNO_3$ 溶液,检验 Cl^- 的存在。

评价活动

1.在某未知溶液中加入 $AgNO_3$ 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^-、SO_4^{2-}　　B.Cl^-、NO_3^-

C.Cl^-、CO_3^{2-}　　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 CO_2,又因为加入稀硝酸后沉淀部分溶解,故原溶液中除含有 CO_3^{2-} 外,还有 Cl^-。

2.现有盐酸、NaCl 溶液、NaOH 溶液和新制氯水,可用来区别它们的一种试剂是　(　　)

A.$AgNO_3$ 溶液　　B.紫色石蕊溶液

C.酚酞溶液　　D.饱和食盐水

B　**解析**:盐酸、NaCl 溶液、氯水均与 $AgNO_3$ 反应生成白色沉淀,不能鉴别,A 不符合题意;盐酸、NaCl 溶液、NaOH 溶液和新制氯水分别与紫色石蕊溶液混合的现象:溶液为红色、溶液为紫色、溶液为蓝色、溶液先变红后褪色,四种现象各不相同,可以鉴别,B 符合题意;盐酸、NaCl 溶液、新制氯水遇酚酞均为无色,不能鉴别,C 不符合题意;四种溶液均不与饱和食盐水反应,现象都相同,不能鉴别,D 不符合题意。

3.有一包白色固体,它可能含有 KCl、K_2CO_3、KNO_3 中的一种或几种,现进行如下实验:

①将白色固体溶于水,得无色溶液;

②向溶液中滴加 $AgNO_3$ 溶液,生成白色沉淀;

③再滴加稀硝酸,沉淀减少但不完全消失,同时有气泡生成。

(1)白色固体一定含有的成分是_____,可能含有的成分是_____。

(2)写出上述实验中有关反应的离子方程式:_____

_____。

解析:由②产生白色沉淀知,可能含有 K_2CO_3 和 KCl 中的一种或两种。由③沉淀减少且有气泡生成知,一定含有 K_2CO_3;由沉淀不完全消失可知,一定含有 KCl。

答案:(1)KCl 和 K_2CO_3　KNO_3

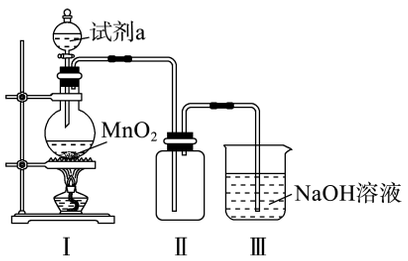
(2)$Ag^++Cl^-=AgCl\downarrow$,$2Ag^++CO_3^{2-}=Ag_2CO_3\downarrow$,$Ag_2CO_3+2H^+=2Ag^++H_2O+CO_2\uparrow$

课后素养评价（十二）　氯气的实验室制法　氯离子的检验

建议用时：30分钟

基础巩固

1.同学们设计了如图所示装置制备并收集 Cl_2。下列说法错误的是（　　）



A.试剂 a 为浓盐酸

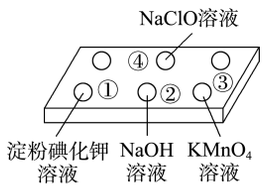
B.装置Ⅰ生成 Cl_2 的反应中，MnO_2 被还原

C.装置Ⅱ的设计依据是 Cl_2 的密度大于空气

D.装置Ⅲ中的 NaOH 溶液可换成饱和食盐水

D　**解析**：装置Ⅰ中 MnO_2 与浓盐酸共热制备 Cl_2，装置Ⅱ用向上排空气法收集 Cl_2，装置Ⅲ中用 NaOH 溶液吸收尾气，A、C 正确，D 错误；装置Ⅰ的反应中，MnO_2 中锰元素的化合价由＋4 价降低为＋2 价，MnO_2 被还原，B 正确。

2.把浓盐酸分别滴入点滴板上的各种溶液中，下列现象及分析均正确的是（　　）

实验	现象
	①中溶液变蓝且无其他明显现象
	②中无明显现象
	③中溶液褪色
	④中产生黄绿色气体

A.①中现象体现了浓盐酸的酸性和氧化性

B.②中现象说明未发生反应

C.③中溶液褪色体现了氯气的漂白性

D.④中产生黄绿色气体的反应是 $ClO^- + Cl^- + 2H^+ = Cl_2\uparrow + H_2O$

D　**解析**：①中浓盐酸滴入淀粉碘化钾溶液中不反应，无现象，A 错误；②中浓盐酸和氢氧化钠反应生成氯化钠和水，但无明显现象，B 错误；③中溶液褪色是因为浓盐酸与高锰酸钾发生氧化还原反应，高锰酸根离子被还原成无色的锰离子，与氯气的漂白性无关，C 错误；次氯酸钠与盐酸发生氧化还原反应，产生氯气，④中产生黄绿色气体的反应是 $ClO^- + Cl^- + 2H^+ = Cl_2\uparrow + H_2O$，D 正确。

3.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，再加盐酸，看白色沉淀是否消失

C　**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^-。

4.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，则后加入的是 $AgNO_3$ 溶液

B.若全部没有明显现象，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

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。

拓展提高

5.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

$4HCl(浓)+MnO_2\overset{\triangle}{=\!=\!=}MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$

146　　71

7.3 g　　x

$\frac{146}{7.3\ g}=\frac{71}{x}$，解得 $x=3.55$ g。

6. 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

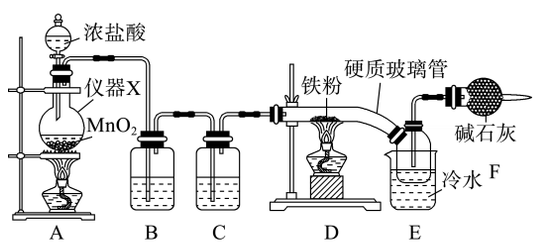
⑦与 NaOH 溶液混合加热

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 难溶于水，故可通过加水溶解、过滤的方法分离出 MnO_2，然后向滤液中加 $AgNO_3$ 溶液和稀硝酸进行验证。

7. 已知 $FeCl_3$ 的熔点为 305 ℃，沸点为 315 ℃，易吸收空气中的水分而潮解，实验室制备 $FeCl_3$ 的装置如图所示。



回答下列问题：

(1)写出 A 中发生反应的离子方程式：

_____。

(2)装置 B 中溶液为_____。C 中溶液为_____，作用是_____

_____。

(3)加热时，先点燃装置_____（填“A”或“D”）处的酒精灯。

(4)写出装置 D 制备 $FeCl_3$ 反应的化学方程式：____

_____。

(5)装置 F 中碱石灰的作用是_____

_____

_____。

(6)要使硬质玻璃管内沉积的 $FeCl_3$ 进入收集器，操作是_____

_____。

解析：(1)A 中二氧化锰和浓盐酸在加热条件下发生反应生成氯气、氯化锰、水，离子方程式为 $MnO_2+4H^++2Cl^-\overset{\triangle}{=\!=\!=}Mn^{2+}+2H_2O+Cl_2\uparrow$。(2)装置 B 中盛放饱和氯化钠溶液用于除去 HCl 气体，装置 C 中盛放浓硫酸用于干燥氯气。(3)为防止装置中的水蒸气、氧气和铁粉反应，应先点燃 A 处酒精灯，利用生成的氯气排尽装置中的空气，装置 E 开始出现黄绿色气体时说明装置 D 已充满氯气，再点燃 D 处酒精灯。(4)氯气和铁粉在加热条件下反应生成氯化铁，化学方程式为 $2Fe+3Cl_2\overset{\triangle}{=\!=\!=}2FeCl_3$。(5)碱石灰可以防止空气中的水蒸气接触氯化铁使其潮解。氯气有毒，可以被碱石灰吸收。(6)由题知，$FeCl_3$ 的沸点为 315 ℃，要使硬质玻璃管内沉积的 $FeCl_3$ 进入收集器，在沉积的氯化铁固体下方加热即可。

答案：(1)$MnO_2+4H^++2Cl^-\overset{\triangle}{=\!=\!=}Mn^{2+}+2H_2O+Cl_2\uparrow$

(2)饱和氯化钠溶液　浓硫酸　干燥氯气

(3)A

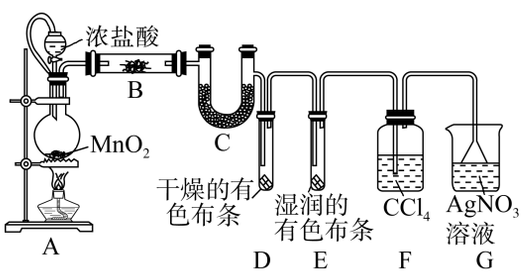
(4)$2Fe+3Cl_2\overset{\triangle}{=\!=\!=}2FeCl_3$

(5)防止空气中的水蒸气接触氯化铁使其潮解，同时吸收氯气防止污染环境

(6)在沉积的氯化铁固体下方加热

创新应用

8. 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 难溶于 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，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 $H_2O(g)$ 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 Cl_2 的干扰，在 F 吸收 Cl_2 之后，需要检验 Cl_2 是否完全除去，根据 Cl_2 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 Cl_2 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 $CaCl_2$ 或 P_2O_5

(2)=　有利于分液漏斗中的浓盐酸顺利流下

(3)Cl_2 与 H_2O 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　摩尔质量

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

概念——表示含有一定数目粒子的集合体的基本物理量

符号及单位——符号为 n，单位为摩尔

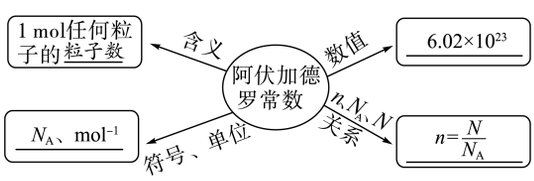
2.摩尔

定义——摩尔是物质的量的单位

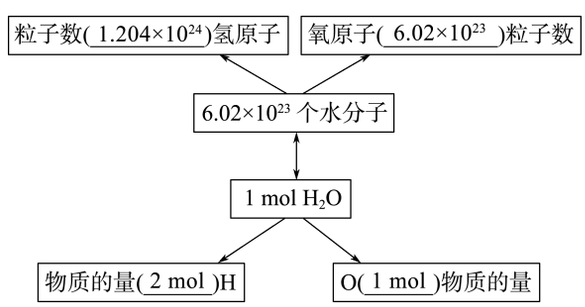
符号——mol

对象——微观粒子及其特定组合

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



◇练一练

指出下列表述有哪些错误。

(1)0.5 mol H_2O 中含有 1 mol H^+：_____。

(2)1 mol 氧：_____。

(3)0.5 mol 氢元素：_____。

提示：(1)0.5 mol H_2O 中含 1 mol 氢原子

(2)没有指明氧原子或氧分子，正确的表述应为 1 mol O 或 1 mol O_2

(3)元素不属于微粒，不能用“摩尔”表示

二、摩尔质量

1.探究过程

物质	H_2O		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	18	18	27	27

2.结论

概念 — 单位物质的量的物质所具有的质量

符号 — M

单位 — $g\cdot mol^{-1}$或g/mol

数值 — 1 mol任何粒子或物质的质量以克为单位时，其数值与该粒子的相对原子质量或相对分子质量相等

◇想一想

物质的量、质量、摩尔质量之间有什么样的关系？

提示：$n=\frac{m}{M}$

○ 任务型课堂 ○

任务1 能正确应用物质的量、阿伏加德罗常数、摩尔质量进行计算

探究活动

科学家屠呦呦因发现用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　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 $g\cdot mol^{-1}$，“1 mol $C_{15}H_{24}O_5$”的质量是284 g。

活动2　1 mol $C_{15}H_{24}O_5$中碳、氢原子的物质的量是多少？氧原子的个数约为多少？

提示：1 mol $C_{15}H_{24}O_5$含有15 mol C、24 mol H和5 mol O。氧原子的个数约为$5\ mol\times6.02\times10^{23}\ mol^{-1}=3.01\times10^{24}$。

【任务总结】

1.物质的量的单位——摩尔

- 标准：国际上规定，1摩尔粒子集合体所含的粒子数约为6.02×10^{23}，摩尔的符号为mol
- 计量对象：分子、原子、离子、电子、质子、中子等所有微观粒子及它们的特定组合(如原子团：OH^-、SO_4^{2-}、NH_4^+等)，但不能表示宏观物体，如1 mol大米的说法是不合适的
- 表示方法：表示物质时，必须指明粒子的具体名称、符号或化学式，而不能直接用元素名称表示，一般用“数值+单位+粒子”来表示具体粒子的物质的量，如2(数值)mol(单位)H_2(粒子)

2.阿伏加德罗常数

(1)1 mol任何粒子的粒子数叫做阿伏加德罗常数，符号为N_A，通常用$6.02\times10^{23}\ mol^{-1}$表示。

(2)物质的量、阿伏加德罗常数与粒子数(N)之间的关系为$n=\frac{N}{N_A}$。

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分子和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.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氨中含有的电子数为$10N_A$，D正确。

3.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$6.02\times10^{23}$ 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 $6.02\times10^{23}\ mol^{-1}$；④中，氢原子的摩尔质量为 1 g·$mol^{-1}$；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}。

4.(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 $Na_2SO_4\cdot10H_2O$ 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)$n=\dfrac{N}{N_A}=\dfrac{3.01\times10^{23}}{6.02\times10^{23}\ mol^{-1}}=0.5$ mol。氯原子的物质的量是 1 mol。(2)若 $n(CO_2)=n(O_2)$，则由 $n=\dfrac{N}{N_A}$ 可知，$N(CO_2)=N(O_2)$，原子数目之比为 3∶2，氧原子数目之比为 1∶1。(3)每个 $Na_2SO_4\cdot10H_2O$ 含有的 Na^+、SO_4^{2-}、H_2O 数目分别为 2、1、10，故1.5 mol $Na_2SO_4\cdot10H_2O$ 所含 Na^+、SO_4^{2-} 物质的量分别是 1.5 mol×2=3 mol、1.5 mol，含 H_2O 分子的数目是1.5 mol×10×$6.02\times10^{23}\ mol^{-1}=9.03\times10^{24}$。

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2 学会物质的量、质量、粒子数目之间的混合计算

探究活动

偏二甲肼($C_2H_8N_2$)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 g·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 g·mol^{-1}。

活动2　6.02×10^{23} 个偏二甲肼分子的质量约为多少？

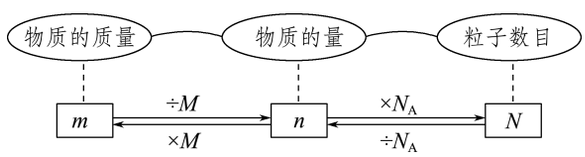
提示：6.02×10^{23} 个偏二甲肼分子约为 1 mol，其质量约为 60 g。

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 g÷60 g·mol^{-1}=0.1 mol，含有的分子数为 6.02×10^{22}。

【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. $n=\dfrac{N}{N_A}$

(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 $6.02\times10^{23}\ mol^{-1}$。

(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. $n=\dfrac{m}{M}$

(1)m、n、M 三个量中，已知任意两个量可求第三个量。

(2)对于同一物质(M 相同)，m 与 n 成正比。

评价活动

1.下列说法正确的是　　(　　)

A.14 g N_2 中含有 1 mol 氮

B.1 mol CO 中约含有 6.02×10^{23} 个原子

C.CaO 的摩尔质量为 56

D.1 mol H_2O 和 1 mol H_2O_2 所含氢元素质量相等

D　**解析**：14 g N_2 的物质的量为 $\dfrac{m}{M}=\dfrac{14\ g}{28\ g\cdot mol^{-1}}$=0.5 mol，而氮原子为 1 mol，该表述不清楚，A 项错误；1 个 CO 中含有 2 个原子，则 1 mol CO 中约含有 $2\times6.02\times10^{23}=1.204\times10^{24}$ 个原子，B 项错误；摩尔质量的单位为 g·mol^{-1}，C 项错误；1 mol H_2O 中 H 的质量为 2 mol×1 g·mol^{-1}=2 g，1 mol H_2O_2 中 H 的质量为 2 mol×1 g·mol^{-1}=2 g，D 项正确。

2.绿矾高温受热可完全分解得到红棕色固体和气体混合物，反应为 $2[FeSO_4 \cdot 7H_2O] \xlongequal{高温} Fe_2O_3 + SO_2\uparrow + SO_3\uparrow + 14H_2O$。下列说法错误的是（　　）

A.等物质的量的 SO_2 和 SO_3 中氧原子数目之比为 2∶3

B.等质量的 SO_2 和 SO_3 的分子数之比为4∶5

C.SO_3 和 H_2O 的摩尔质量之比为 40∶9

D.相同分子数的 SO_2 和 SO_3 的物质的量之比为 1∶1

B　**解析**：等物质的量的 SO_2 和 SO_3 中氧原子的物质的量之比为 2∶3，故氧原子数目之比也为 2∶3，A 正确；等质量的 SO_2 和 SO_3 的物质的量之比为 $\frac{1}{64}:\frac{1}{80}=5:4$，故分子数之比也为 5∶4，B 错误；$SO_3$ 的摩尔质量为80 g·mol^{-1}，H_2O 的摩尔质量为 18 g·mol^{-1}，故 SO_3 和 H_2O 的摩尔质量之比为 40∶9，C 正确；相同分子数的 SO_2 和 SO_3 的物质的量相同，D 正确。

3.科学家发现某种元素的一个原子，其质量是 a g，一个 ^{12}C 的质量是 b g，设 N_A 是阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是（　　）

A.该原子的摩尔质量是 aN_A g

B.W g 该原子的物质的量是 $\frac{W}{N_A}$ mol

C.W g 该原子含有 $\frac{WN_A}{a}$ 个该原子

D.由已知信息可得 $N_A=\frac{12}{b}$

D　**解析**：摩尔质量是单位物质的量的物质所具有的质量，单位是 g·mol^{-1}，1 个该原子的质量为 a g，则 1 mol 该原子的质量为 aN_A g，所以该原子的摩尔质量为 aN_A g·mol^{-1}，A 错误；W g 该原子的物质的量 $n=\frac{m}{M}=\frac{W\text{ g}}{aN_A\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=\frac{W}{aN_A}$ mol，B 错误；1 个该原子的质量为 a g，故 W g 该原子的个数为 $\frac{W}{a}$，C 错误；^{12}C 的摩尔质量为 12 g·mol^{-1}，1 个 ^{12}C 的质量为 b g，故 $b \cdot N_A=12$，所以 $N_A=\frac{12}{b}$，D 正确。

4.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 g H_3PO_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 $n=\frac{N}{N_A}=\frac{6.02\times10^{24}}{6.02\times10^{23}\text{ mol}^{-1}}=10$ mol，对应的质量为 $m=nM=10\text{ mol}\times23\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=230$ g。(2)4.5 mol CH_4 的分子数为 $N=nN_A=4.5\text{ mol}\times6.02\times10^{23}\text{ mol}^{-1}=2.709\times10^{24}$，其质量为 $m=nM=4.5\text{ mol}\times16\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=72$ g。(3)3.01×10^{23} 个 SO_4^{2-} 的物质的量为 $n=\frac{N}{N_A}=\frac{3.01\times10^{23}}{6.02\times10^{23}\text{ mol}^{-1}}=0.5$ mol，质量为 $m=nM=0.5\text{ mol}\times96\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=48$ g，49 g H_3PO_4 含有的分子的个数 $N=\frac{mN_A}{M}=3.01\times10^{23}$，含有的氢原子的个数为 $3\times3.01\times10^{23}=9.03\times10^{23}$，含有的磷原子的个数为 3.01×10^{23}，含有的氧原子的个数为 $4\times3.01\times10^{23}=1.204\times10^{24}$，含有的原子数为 $8\times3.01\times10^{23}=2.408\times10^{24}$。

答案：(1)10　230　(2)2.709×10^{24}　72　(3)0.5　48　9.03×10^{23}　3.01×10^{23}　1.204×10^{24}　2.408×10^{24}

课后素养评价（十三）　物质的量　摩尔质量

建议用时：30分钟

基础巩固

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.下列说法错误的是 （ ）

A.阿伏加德罗常数约为 $6.02\times10^{23}\ mol^{-1}$

B.1 mol ^{12}C 的质量是 12 g

C.含有阿伏加德罗常数个粒子的物质就是 1 mol

D.1 mol O_2 含有 6.02×10^{23} 个氧原子

D **解析**：阿伏加德罗常数约为 $6.02\times10^{23}\ mol^{-1}$，A 正确；1 mol ^{12}C 的质量为 12 g，B 正确；含有阿伏加德罗常数个粒子的物质就是 1 mol，C 正确；1 mol O_2 含有的氧原子数为 $2\ mol\times6.02\times10^{23}\ mol^{-1}=1.204\times10^{24}$，D 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.$\frac{a}{5}\ mol^{-1}$　　B.$4a\ mol^{-1}$

C.$a\ mol^{-1}$　　D.$\frac{4}{5}a\ mol^{-1}$

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 $\frac{4}{5}a\ mol^{-1}$。

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。

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 g·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 g·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 g·mol^{-1}，则一个该原子的真实质量是 （ ）

A.M g　　B.$\frac{1}{M}$ g

C.$\frac{M}{6.02\times10^{23}}$ g　　D.$\frac{6.02\times10^{23}}{M}$ g

C **解析**：1 mol 该原子的质量为 M g，而 1 mol 原子的数目为 6.02×10^{23} 个，故 1 个原子的质量为 $\frac{M}{6.02\times10^{23}}$ g。

7.在自然生态系统中，森林和湿地是产生负氧离子的重要场所。安徽天柱山风景区以其高负氧离子含量和美丽的自然景观著称，被誉为“天然氧吧”。O^-、O_2^-、O_3^- 都是负氧离子。下列说法正确的是 （ ）

A.1 mol O_2^- 与 1 mol O_3^- 中含有的电子数相同

B.1 mol O_2^- 中含有 1 mol O_2

C.O_2 和 O_2^- 的摩尔质量相同

D.O_2^- 与 O_2 是同一种物质

C **解析**：O_2^-、O_3^- 中电子数分别为 17、25，故 1 mol O_2^- 与 1 mol O_3^- 中电子总数不同，A 错误；O_2^- 为离子，其中不含氧分子，B 错误；O_2 和 O_2^- 的摩尔质量相同，均为 32 g·mol^{-1}，C 正确；O_2^- 与 O_2 分别为离子、分子，不是同一种物质，D 错误。

8.N_A 为阿伏加德罗常数，下列说法不正确的是 （ ）

A.H_2SO_4 的摩尔质量与 N_A 个 H_2SO_4 分子的质量在数值上相等

B.6.02×10^{23} 个氮分子和 6.02×10^{23} 个氢分子的质量比等于 14∶1

C.32 g 氧气所含的原子数目约为 $2\times6.02\times10^{23}$ 个

D.相同质量的 O_2 与 O_3，含有相同的分子数

D **解析**：$M(H_2SO_4)$ 数值等于 1 mol H_2SO_4 的质量的数值，N_A 个 H_2SO_4 分子为 1 mol，A 正确；6.02×10^{23} 个 N_2 和 6.02×10^{23} 个 H_2 均为 1 mol，质量比为 28∶2 = 14∶1，B 正确；32 g 氧气的物质的量为 1 mol，原子数为 $2\times6.02\times10^{23}$ 个，C 正确；$M(O_2)=32$ g·mol^{-1}，$M(O_3)=48$ g·mol^{-1}，相同质量时，O_2 与 O_3 物质的量不同，分子数不同，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 $n=\frac{6.02\times10^{22}}{6.02\times10^{23}\ mol^{-1}}=0.1\ mol$，又由 $n=\frac{m}{M}$ 得 $M=\frac{m}{n}=\frac{6.4\ g}{0.1\ mol}=64\ g\cdot mol^{-1}$。

拓展提高

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 $\frac{9.6\ g}{64\ g\cdot mol^{-1}}=0.15\ mol$，含氧原子 0.3 mol，故 NO_2 的物质的量为0.15 mol，其质量为 $0.15\ mol\times46\ g\cdot mol^{-1}=6.9\ g$。

11.某固体仅由一种元素组成，其密度为 $5\ g\cdot cm^{-3}$，用 X 射线研究该固体的结构表明，在棱长为 1×10^{-7} 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 $5\ g\cdot cm^{-3}\times(1\times10^{-7}\ cm)^3=5\times10^{-21}\ g$，则 1 个该原子的质量为 $\frac{5\times10^{-21}}{20}$ g，则 1 mol 该原子的质量约为 $\frac{5\times10^{-21}}{20}\ g\times6.02\times10^{23}\approx150\ g$，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 $\frac{29.4\ g}{98\ g\cdot mol^{-1}}=0.3\ mol$，0.3 mol H_3PO_4 含有 0.9 mol H，则氢原子个数最多的为 C。

13.以“物质的量”为中心的计算是化学计算的基础，下列与“物质的量”有关的计算不正确的是　　(　　)

A.若 NH_3 和 H_2O 所含氢原子数相同，则二者的质量之比为 27∶17

B.44 g CO_2 和 28 g CO 中含有的碳原子数一定相等

C.现有 CO_2、O_3 两种气体，它们分别都含有 1 mol 氧原子，则两种气体的物质的量之比为 3∶2

D.等质量的 O_2 和 O_3 所含原子数之比为 1∶1

A　**解析**：若 NH_3 和 H_2O 所含氢原子数相同，二者物质的量之比为 $\frac{1}{3}:\frac{1}{2}$，则二者的质量之比为 $\left(\frac{1}{3}\times17\right):\left(\frac{1}{2}\times18\right)=17:27$，A 错误；44 g CO_2 中碳原子的物质的量为 $\frac{44\ g}{44\ g\cdot mol^{-1}}\times1=1\ mol$，28 g CO 中碳原子的物质的量为 $\frac{28\ g}{28\ g\cdot mol^{-1}}\times1=1\ mol$，故含有的碳原子数一定相等，B 正确；含 1 mol 氧原子的 CO_2、O_3 的物质的量分别是 $\frac{1}{2}$ mol、$\frac{1}{3}$ mol，二者物质的量之比为 3∶2，C 正确；等质量的 O_2 和 O_3 所含原子数之比为 $\left(\frac{1\ g}{32\ g\cdot mol^{-1}}\times2\right):\left(\frac{1\ g}{48\ g\cdot mol^{-1}}\times3\right)=1:1$，D 正确。

14.已知铜的摩尔质量为 $M\ g\cdot mol^{-1}$，密度为 $d\ g\cdot cm^{-3}$，阿伏加德罗常数的值为 N_A，下列说法正确的是　　(　　)

A.1 kg 铜所含原子的数目为 dN_A

B.一个铜原子的体积为 $\frac{MN_A}{d}\ cm^3$

C.一个铜原子的质量为 M g

D.1 cm^3 铜所含有的原子数为 $\frac{dN_A}{M}$

D　**解析**：1 kg 铜的物质的量为 $\frac{1\ 000\ g}{M\ g\cdot mol^{-1}}=\frac{1\ 000}{M}\ mol$，所含铜原子数为 $\frac{1\ 000}{M}N_A$，故 A 错误；1 个铜原子的物质的量为 $\frac{1}{N_A}$ mol，则 1 个铜原子的质量为 $\frac{1}{N_A}\ mol\times M\ g\cdot mol^{-1}=\frac{M}{N_A}\ g$，所以一个铜原子的体积为 $\frac{\frac{M}{N_A}\ g}{d\ g\cdot cm^{-3}}=\frac{M}{dN_A}\ cm^3$，故 B、C 错误；1 cm^3 铜的物质的量为 $\frac{d}{M}$ mol，所含铜原子数为 $\frac{dN_A}{M}$，故 D 正确。

15.(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 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 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_____。

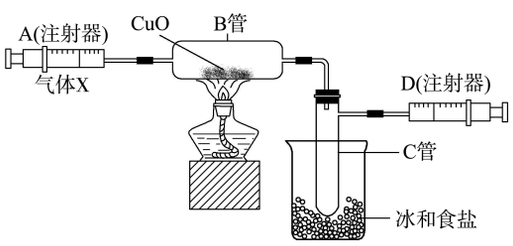
解析:依据摩尔质量的定义式:$M=\frac{m}{n}$,结合物质的量(n)与 N_A 的关系即可列出相关表达式,不要忘记单位。

答案:(1)17 g·mol^{-1} (2)$\frac{aN_A}{b}$ g·mol^{-1}

(3)bN_A g·mol^{-1} (4)64 g·mol^{-1}

创新应用

16. 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(O)=0.02 mol,$n(N_2)$=0.01 mol,因 240 mL X 气体的物质的量为 0.01 mol,故 n(X)∶n(N)∶n(H)=0.01 mol∶(0.01 mol×2)∶(0.02 mol×2)=1∶2∶4,所以 X 的分子式为 N_2H_4,摩尔质量为 32 g·mol^{-1}。

答案:(1)氮 氢 (2)32 (3)N_2H_4 (4)$N_2H_4+2CuO\xlongequal{\triangle}N_2+2H_2O+2Cu$

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_2O	18.0 cm^3
		H_2SO_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相等

续表

物质	固体、液体	气体
粒子大小	不相等	不相等
等物质的量的物质的体积的决定因素	粒子大小	粒子之间的距离

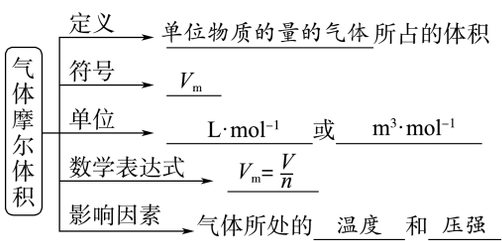
二、气体摩尔体积

1.气体体积规律(阿伏加德罗定律)

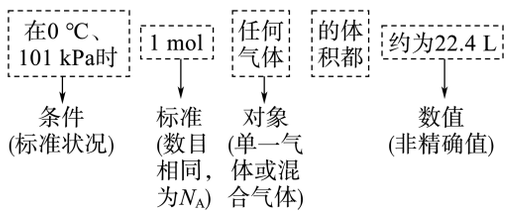
在相同的温度和压强下,相同体积的任何气体都含有相同数目的粒子。

2.气体摩尔体积

(1)气体摩尔体积



(2)标准状况下的气体摩尔体积



◇练一练

判断正误(正确的打"√",错误的打"×")。

(1)在常温常压下,11.2 L Cl_2 含有的分子数为 $0.5N_A$。　　(　×　)

(2)标准状况下的 $V_m=22.4\ L\cdot mol^{-1}$,那么 $V_m=22.4\ L\cdot mol^{-1}$ 时也一定是标准状况。　　(　×　)

○ 任务型课堂 ○

任务1　能正确理解气体摩尔体积并进行相关计算

探究活动

汽车尾气中含有 CO、NO、NO_2 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 NO_2 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 NO_2 中氧原子的物质的量为 $\frac{4.6\ g}{46\ g\cdot mol^{-1}}\times2=0.2$ mol,因此 CO 的物质的量为 0.2 mol,在标准状况下的体积为 $0.2\ mol\times22.4\ L\cdot mol^{-1}=4.48$ L。

【任务总结】

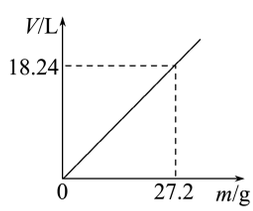
使用"22.4 L·mol⁻¹"的两个易错点

(1)忽视使用条件必须为标准状况,即 0 ℃,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 H_2O、SO_3、苯、CCl_4 在标准状况下均为非气态物质。

评价活动

1.如图表示某条件下 H_2S 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 H_2S 的物质的量 $n=\frac{27.2\ g}{34\ g\cdot mol^{-1}}=0.8$ mol,则 $V_m=\frac{18.24\ L}{0.8\ mol}=22.8\ L\cdot mol^{-1}$。

2.设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值,下列叙述正确的是　　(　　)

A.常温常压下,11.2 L 氧气所含的原子数为 N_A

B.标准状况下,22.4 L NH_3 所含的电子数为 $10N_A$

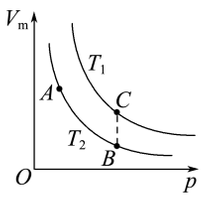
C.常温常压下,22.4 L O_3 含有的氧原子数为 $3N_A$

D.标准状况下,11.2 L H_2O 所含的分子数为 $0.5N_A$

B　**解析:**常温常压下,11.2 L O_2 的物质的量不是 0.5 mol,所含的原子数不为 N_A,A 错误;标准状况

下，22.4 L NH_3 的物质的量为 1 mol，含 10 mol 电子，含电子数为 $10N_A$，B 正确；常温常压下，22.4 L O_3 的物质的量不是1 mol，氧原子数不为 $3N_A$，C 错误；标准状况下水不是气体，D 错误。

3. 如图所示为一定量理想气体气体摩尔体积与压强的关系，下列关于图像的分析错误的是　（　）



A. 粒子间距：$B<A$

B. 实现 $A\rightarrow B$：恒温加压

C. 实现 $B\rightarrow C$：恒压降温

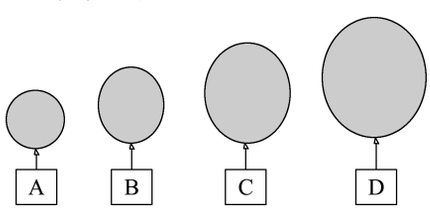
D. 一定量的理想气体，决定气体摩尔体积的主要因素是粒子间距

C　**解析**：恒温条件下，随压强增大，气体摩尔体积减小，粒子间距离减小，粒子间距：$B<A$，故 A 正确；A、B 两点的温度相同，压强：$B>A$，所以恒温加压可实现 $A\rightarrow B$，故 B 正确；B、C 两点压强相同，气体摩尔体积与温度成正比，所以 $T_1>T_2$，温度：$C>B$，恒压升温可实现 $B\rightarrow C$，故 C 错误；一定量的理想气体，分子数一定，决定气体摩尔体积的主要因素是粒子间距，故 D 正确。

任务2 深入探究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 CH_4、CO_2、O_2、SO_2 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：$CH_4>O_2>CO_2>SO_2$；$CH_4>O_2>CO_2>SO_2$；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：$SO_2<CO_2<O_2<CH_4$，故体积：$SO_2<CO_2<O_2<CH_4$。

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　若上述气球中充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。

【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

评价活动

1. 一定条件下，硝酸铜发生分解反应：$2Cu(NO_3)_2\xlongequal{\triangle}2CuO+4NO_2\uparrow+O_2\uparrow$，收集产生的所有气体（$NO_2$、$O_2$）共 11.2 L（已折算成标准状况下）。关于这 11.2 L 气体，下列叙述错误的是　（　）

A. $m(NO_2):m(O_2)=23:4$

B. $V(NO_2):V(O_2)=4:1$

C. 平均相对分子质量为 44

D. $N(N):N(O)=2:5$

C　**解析**：生成的 NO_2 和 O_2 的质量比为 $(0.4\times46):(0.1\times32)=18.4:3.2=23:4$，A 正确；标准状况下 NO_2 和 O_2 的体积之比等于物质的量之比，为 4∶1，B 正确；混合气体的平均相对分子质量 $=\frac{0.4\times46+0.1\times32}{0.5}=43.2$，C 错误；原子数目之比等于原子的物质的量之比，故 $N(N):N(O)=0.4:(0.4\times2+0.1\times2)=2:5$，D 正确。

2. 同温同压下，向质量忽略不计的两气球A和B中，分别充入X气体和Y气体，且充气后两气球的体积相同。若相同条件下，A气球放在CO中静止不动，B气球放在O_2中上浮。下列说法正确的是　（　　）

A.X气体的相对分子质量比Y气体的相对分子质量大

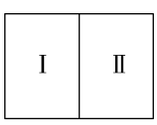
B.X可能是N_2，Y可能是CH_4

C.X气体的密度小于Y气体的密度

D.充气后A气球质量比B气球质量大

B　**解析**：A气球放在CO中静止不动，B气球放在O_2中上浮，说明X气体的密度和CO的密度接近，Y气体的密度小于O_2，根据$\rho=\frac{M}{V_m}$知，同温同压下，气体的密度与其摩尔质量成正比，所以X气体的相对分子质量与CO的相近，接近28，Y气体的相对分子质量小于氧气，即小于32。通过以上分析可知，X气体的相对分子质量不一定比Y气体的大，故A错误；N_2的相对分子质量为28，CH_4的相对分子质量为16，所以X可能是N_2，Y可能是CH_4，故B正确；X气体的密度接近CO，但不一定小于Y气体的密度，故C错误；相同条件下，等体积的两种气体的物质的量相等，因为它们的摩尔质量相对大小未知，所以无法确定它们质量的相对大小，故D错误。

3. 如图所示，气缸的总容积一定，内部被活塞隔成Ⅰ、Ⅱ两部分，活塞可以自由移动，也可以固定。25 ℃时向Ⅰ中充入8 g SO_2，Ⅱ中充入22 g CO_2，则下列说法正确的是　（　　）



A.当活塞不再移动时，Ⅰ、Ⅱ中气体的体积之比为1∶2

B.当活塞不再移动时，Ⅰ、Ⅱ中气体的密度之比为11∶16

C.当活塞固定在气缸正中间时，Ⅰ、Ⅱ中气体的压强之比为4∶1

D.若活塞移动到气缸正中间，则Ⅰ中需再充入24 g SO_2

D　**解析**：8 g二氧化硫的物质的量为$\frac{8\ \text{g}}{64\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}=\frac{1}{8}\ \text{mol}$，22 g二氧化碳的物质的量为$\frac{22\ \text{g}}{44\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}=\frac{1}{2}\ \text{mol}$。由阿伏加德罗定律可知，当活塞不再移动时，Ⅰ、Ⅱ中气体的体积之比为$\frac{1}{8}\ \text{mol}:\frac{1}{2}\ \text{mol}=1:4$，故A错误；由理想气体状态方程可知，当活塞不再移动时，Ⅰ、Ⅱ中气体的密度之比等于二氧化硫和二氧化碳的摩尔质量之比，则密度之比为64∶44＝16∶11，故B错误；由气体的压强之比等于气体的物质的量之比可知，当活塞固定在气缸正中间时，Ⅰ、Ⅱ中气体的压强之比为$\frac{1}{8}\ \text{mol}:\frac{1}{2}\ \text{mol}=1:4$，故C错误；由阿伏加德罗定律可知，活塞移动到气缸正中间说明二氧化硫和二氧化碳的物质的量相等，则Ⅰ中需再通入二氧化硫的质量为$\frac{1}{2}\ \text{mol}\times64\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}-8\ \text{g}=24\ \text{g}$，故D正确。

课后素养评价（十四）　气体摩尔体积

建议用时：30分钟

基础巩固

1. 标准状况下，5.6 L O_2中含有N个氧原子，则阿伏加德罗常数的值为　（　　）

A.$4N$　　B.$\frac{N}{4}$　　C.$2N$　　D.$\frac{N}{2}$

C　**解析**：标准状况下，5.6 L O_2的物质的量为$\frac{5.6\ \text{L}}{22.4\ \text{L}\cdot\text{mol}^{-1}}=\frac{1}{4}\ \text{mol}$，氧原子的物质的量为$\frac{1}{2}\ \text{mol}$，阿伏加德罗常数$=\frac{N}{\frac{1}{2}\ \text{mol}}=2N\ \text{mol}^{-1}$，故C正确。

2. 标准状况下，总物质的量为1 mol的N_2和O_2混合气体的体积约是　（　　）

A.11.2 L　　B.22.4 L

C.44.8 L　　D.无法计算

B　**解析**：标准状况下，1 mol任何气体的体积约是22.4 L，则标准状况下，总物质的量为1 mol的N_2和O_2混合气体的体积约是22.4 L，故B正确。

3. 二氯二乙硫醚俗称芥子气，化学式为$C_4H_8Cl_2S$，熔点为14.4 ℃，沸点为216 ℃，具有挥发性，主要用于有机合成等。下列关于芥子气的叙述正确的是　（　　）

A.芥子气的摩尔质量为 159 g

B.标准状况下,1 mol 芥子气的体积为 22.4 L

C.1 mol 芥子气中含有 $2N_A$ 个氯原子(N_A 表示阿伏加德罗常数的值)

D.芥子气属于氢化物

C　**解析**:摩尔质量的单位为 g·mol^{-1},A 错误;$C_4H_8Cl_2S$ 标准状况下不是气体,B 错误;1 个 $C_4H_8Cl_2S$ 分子中有 2 个氯原子,1 mol 芥子气中含有 $2N_A$ 个氯原子,C 正确;芥子气有 H、C、Cl、S 等元素,不属于氢化物,D 错误。

4.在体积不同的两个恒容密闭容器中分别充满 Cl_2O、ClO_2 两种气体,当这两个容器内温度和压强相等时,下列说法正确的是　(　　)

A.容器内两气体分子数相等

B.容器内两气体所含的原子数目相等

C.容器内两气体密度:$Cl_2O>ClO_2$

D.容器内两气体的质量不可能相等

C　**解析**:温度和压强相等,n(气体)与体积成正比,体积不同分子数不等,Cl_2O 和 ClO_2 每个分子均含 3 个原子,分子数不等,原子数不等,A、B 错误;温度和压强相等,ρ 与 M 成正比,$M(Cl_2O)=87$ g·mol^{-1},$M(ClO_2)=67.5$ g·mol^{-1},Cl_2O 的密度大于 ClO_2,C 正确;n 与 V 成正比,即 $\frac{m_1}{m_2}=\frac{N_1M_1}{N_2M_2}=\frac{V_1}{V_2}\times\frac{M_1}{M_2}$,若体积比满足 $\frac{V_1}{V_2}=\frac{M_2}{M_1}$,质量可能相等,D 错误。

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(甲)∶28 g·mol^{-1}=17∶14,故 M(甲)=34 g·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,下列比值一定为 $\frac{2}{3}$ 的是　(　　)

A.若两种气体所占体积相同,两种气体的质量之比

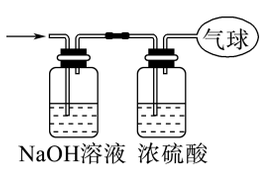
B.若温度和压强相同,两种气体的密度之比

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.现有 14.4 g 由 CO 与 CO_2 组成的混合气体,在标准状况下其体积为 8.96 L。将混合气体依次通过如图所示装置,最后收集在气球中(实验在标准状况下进行,N_A 表示阿伏加德罗常数的值)。气球中气体的分子数为　(　　)



A.$0.1N_A$　　B.$0.2N_A$

C.$0.3N_A$　　D.$0.4N_A$

B　**解析**:设 CO 的物质的量为 x,CO_2 的物质的量为 y,根据题中所给质量列出方程式 28 g·mol^{-1}·x+44 g·mol^{-1}·y=14.4 g,标准状况下混合气体的体积为 8.96 L,则混合气体的物质的量为 $\frac{8.96\text{ L}}{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.4$ mol,列出方程式 $x+y=0.4$ mol,联立两个方程式解得:$x=0.2$ mol,$y=0.2$ mol。根据分析可知经过装置后 CO_2 被吸收,只剩下 CO,即剩下0.2 mol CO,故气球中气体的分子数为$0.2N_A$,B 项正确。

拓展提高

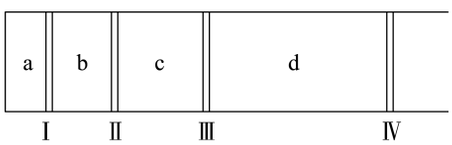
8.“人造空气”(氧气与氦气的混合气)可用于减轻某些病痛或供潜水员潜水时使用。标准状况下,11.2 L“人造空气”的质量是 4.8 g,其中氧气与氦气的质量比是　(　　)

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 L÷22.4 L·mol^{-1}=0.5 mol，设氧气与氦气的物质的量分别是 x、y，则 $x+y=0.5$ mol、32 g·mol$^{-1}\times x+4$ g·mol$^{-1}\times y=4.8$ g，解得 $x=0.1$ mol、$y=0.4$ mol，则二者的质量之比是 3.2 g∶1.6 g=2∶1，B 项正确。

9. 某温度下，向 a、b、c、d 中分别充入等质量的 CH_4、CO_2、O_2、SO_2 四种气体中的一种（已知：密封隔板Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ可自由滑动，且与容器内壁无摩擦），如图所示。下列说法错误的是　（　　）



A.c 中充入的是 O_2

B.a 和 c 中气体的物质的量之比为 1∶2

C.a 和 d 中气体的体积之比为 1∶5

D.c 和 d 中气体的密度之比为 2∶1

C　**解析**：设 CH_4、CO_2、O_2、SO_2 四种气体的质量均为1 g，则它们的物质的量分别为 $\frac{1}{16}$ mol、$\frac{1}{44}$ mol、$\frac{1}{32}$ mol、$\frac{1}{64}$ mol。同温同压下，气体的物质的量之比等于气体的体积之比，由图可知，体积：d>c>b>a，则 a、b、c、d 分别为 SO_2、CO_2、O_2、CH_4，A 正确；a、c 中气体分别为 SO_2 和 O_2，物质的量之比为 $\frac{1}{64}$ mol∶$\frac{1}{32}$ mol=1∶2，B 正确；a 和 d 中气体分别为 SO_2 和 CH_4，物质的量之比等于气体的体积之比，气体的体积之比为 $\frac{1}{64}$ mol∶$\frac{1}{16}$ mol=1∶4，C 错误；c 和 d 中气体分别是 O_2 和 CH_4，同温同压下气体的密度之比等于摩尔质量之比，为 32 g·mol^{-1}∶16 g·mol^{-1}=2∶1，D 正确。

10. “物质的量”是联系宏观物质与微观粒子的“桥梁”。请回答下列问题：

(1)在一定温度和压强下，0.4 mol 某气体的体积为 9.8 L，则该条件下的气体摩尔体积为_____。

(2)0.1 mol NH_3 中所含质子数与_____个 H_2O 分子中所含电子数相等。

(3)标准状况下 6.72 L CO 与一定量的 Fe_2O_3 恰好完全反应，生成 Fe 的质量为_____ g。

(4)某气体氧化物的化学式为 RO_2，标准状况下，1.28 g 该氧化物的体积为 448 mL，则 R 的相对原子质量为_____。

(5)标准状况下，1.7 g NH_3 与_____ L H_2S 气体含有的氢原子数相同。

(6)等物质的量的 SO_2 和 SO_3 的质量之比为_____，所含氧原子个数之比为_____。

解析：(1)气体摩尔体积指一定温度和压强下 1 mol 气体的体积，故该条件下，气体摩尔体积为 $\frac{9.8\text{ L}}{0.4\text{ mol}}=24.5$ L·mol^{-1}。(2)1 个 NH_3 分子中有10 个质子，0.1 mol NH_3 中所含质子数为 N_A，1 个 H_2O 分子中有 10 个电子，则 $0.1N_A$ 个 H_2O 分子中含电子数也是 N_A。(3)标准状况下 6.72 L CO 物质的量为 0.3 mol，CO 与 Fe_2O_3 发生反应：$3CO+Fe_2O_3\xlongequal{}2Fe+3CO_2$，根据化学方程式可知，CO 完全反应生成 0.2 mol Fe，质量为 0.2 mol×56 g·mol^{-1}=11.2 g。(4)标准状况下，448 mL RO_2 的物质的量为 0.02 mol，则该氧化物的摩尔质量为 $\frac{1.28\text{ g}}{0.02\text{ mol}}=64$ g·mol^{-1}。RO_2 的摩尔质量在数值上与相对分子质量相等，则 R 的相对原子质量为(64−32)=32。(5)1 个氨分子含有 3 个氢原子，1 个硫化氢分子含有 2 个氢原子，1.7 g NH_3 的物质的量为 0.1 mol，含 0.3 mol 氢原子，若含相同氢原子数，则 H_2S 的物质的量为 0.15 mol，在标准状况下的体积为 3.36 L。(6)SO_2 和 SO_3 的摩尔质量分别为 64 g·mol^{-1}和 80 g·mol^{-1}，故等物质的量的 SO_2 和 SO_3 的质量之比为 64∶80=4∶5，含有的氧原子的物质的量之比为 2∶3，即所含氧原子的个数比为2∶3。

答案：(1)24.5 L·mol^{-1}　(2)$0.1N_A$（或 6.02×10^{22}）　(3)11.2　(4)32　(5)3.36　(6)4∶5　2∶3

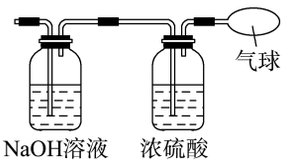
创新应用

11. 我国力争在 2030 年前实现“碳达峰”，2060 年前实现“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:$28\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}\times x+44\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}\times y=14.4\ \text{g}$,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$2.8N_A$ ③4.48

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加深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、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:$w(\text{溶质})=\frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶液})}\times 100\%$。

二、溶质的物质的量浓度

含义—单位体积的溶液里所含溶质B的物质的量

↓

符号—符号为 c_B

↓

单位—常用单位为 mol/L(或mol·L^{-1})

↓

表达式—$c_B=\frac{n_B}{V}$,如1 L溶液中含有1 mol溶质,则该溶质的物质的量浓度就是1 mol·L^{-1}

特别提醒　①$c=\frac{n}{V}$ 的体积(V)是指溶液的体积,不是溶剂的体积。

②确定溶液中溶质的几种特殊情况:

带有结晶水的物质(如 $CuSO_4\cdot 5H_2O$)溶于水形成溶液时,其溶质是 $CuSO_4$,NH_3 溶于水形成溶液后溶质为 $NH_3\cdot H_2O$,但计算浓度时是以 NH_3 分子作为溶质。

三、溶液中溶质的质量分数与溶质的物质的量浓度的换算

(1)计算公式:$c=\frac{1\ 000\rho w}{M}$(c 为溶质的物质的量浓度,单位为 mol·L^{-1};ρ 为溶液的密度,单位为 g·cm^{-3};w 为溶质的质量分数;M 为溶质的摩尔质量,单位为 g·mol^{-1})。

当溶液为饱和溶液时,因为 $w=\frac{S}{S+100}$,可得 $c=\frac{1\ 000\rho S}{M(100+S)}$。

(2)公式的推导(按溶液体积为 V L 推导):

$c=\frac{n}{V}=\frac{1\ 000\rho\times V\times w}{M\times V}=\frac{1\ 000\rho w}{M}$。

四、物质的量浓度的相关计算

1. 与定义式有关的计算

根据 $c_B=\frac{n_B}{V}$,欲求 c_B,先求 n_B 和 V。计算溶质的物质的量浓度的关键是从已知条件中找出溶质的物质的量(n)和溶液的体积(V),据此求出溶质的物质的量浓度 c_B。

2.与溶液稀释(或浓缩)有关的计算

溶质的物质的量不变：c(浓)·V(浓)=c(稀)·V(稀)；

溶液的质量守恒：m(稀)=m(浓)+m(水)。

3.溶质相同的两溶液混合

溶质的物质的量不变：$c_1V_1+c_2V_2=c$(混)·V(混)；

溶质的质量不变：$m_1w_1+m_2w_2=m$(混)·w(混)。

4.电荷守恒关系

在溶液中阳离子所带的正电荷总数=阴离子所带的负电荷总数。如 Na_2SO_4 和 NaCl 的混合溶液中，$c(Na^+)=2c(SO_4^{2-})+c(Cl^-)$。

○ 任务型课堂 ○

任务 探究与物质的量浓度有关的计算

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。



浓硫酸　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 g·mL^{-1}
质量分数：98%

活动 1　该浓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 $c=\frac{1\,000\times1.84\times98\%}{98}$ mol·L^{-1}=18.4 mol·L^{-1}。

活动 2　100 mL 该硫酸的质量是多少？

提示：该浓硫酸的密度为 1.84 g·mL^{-1}，所以100 mL该浓硫酸的质量为 184 g。

活动 3　取该浓硫酸 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 L×c=0.062 5 L×18.4 mol·L^{-1}，c=4.6 mol·L^{-1}。

【任务总结】

(1)同一溶质、不同浓度的溶液混合，在混合前后溶质的质量、物质的量保持守恒，溶液的质量保持守恒，但溶液的体积一般不守恒。

(2)混合后溶液的体积：

①若指出不考虑溶液体积改变，可认为是溶液的体积之和；

②若给出混合后溶液的密度，应根据 V(混)=$\frac{m(混)}{\rho(混)}$=$\frac{\rho_1V_1+\rho_2V_2}{\rho(混)}$来计算。

评价活动

1.下列关于 0.1 mol·L^{-1} Na_2CO_3 溶液的说法正确的是　(　　)

A.0.5 L 该溶液中 Na^+ 的物质的量浓度为 0.05 mol·L^{-1}

B.0.1 mol·L^{-1} Na_2CO_3 溶液中所含 Na_2CO_3 的质量为 10.6 g

C.从 1 L 该溶液中取出 100 mL，则取出溶液中 Na_2CO_3 的物质的量浓度为0.01 mol·L^{-1}

D.取该溶液 10 mL，加水稀释至 100 mL 后，Na_2CO_3 的物质的量浓度为0.01 mol·L^{-1}

D　**解析**：溶液的物质的量浓度与所取溶液的体积无关，该溶液中 Na^+ 的物质的量浓度为 0.2 mol·L^{-1}，A、C 错误；0.1 mol·L^{-1} Na_2CO_3 溶液的体积未知，Na_2CO_3 的物质的量无法求出，则质量无法计算，B 错误。

2.某氯化镁溶液的密度为 1.18 g·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，$c(MgCl_2)=c(Mg^{2+})=\frac{1\,000\rho w}{M}=\frac{1\,000\times1.18\times5.1\%}{24}$ mol·L^{-1}≈2.51 mol·L^{-1}，所以 $n(MgCl_2)$=2.51 mol·L^{-1}×0.3 L=0.753 mol，$n(Cl^-)$=0.753 mol×2≈1.5 mol。

3.下列说法正确的是　(　　)

A.把 100 mL 3 mol·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 mol·L^{-1}

B.把 200 mL 3 mol·L^{-1}的 $BaCl_2$ 溶液与 100 mL 3 mol·L^{-1} 的 KCl 溶液混合后，溶液中的 $c(Cl^-)$仍然是 3 mol·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 mol·L^{-1}，故 A 错误；3 mol·L^{-1}的 $BaCl_2$ 溶液中氯离子浓度为 6 mol·L^{-1}，3 mol·L^{-1}的 KCl 溶液中氯离子浓度为 3 mol·

L^{-1}，若忽略体积变化，混合后 $c(Cl^-)$ 约为 $\frac{0.2\ L\times6\ mol\cdot L^{-1}+0.1\ L\times3\ mol\cdot L^{-1}}{0.3\ L}=5\ mol\cdot L^{-1}$，故 B 错误；混合后溶液质量为 200 g，溶质 NaCl 的质量不变，为 100 g×20%=20 g，所以混合后 NaCl 溶液的溶质质量分数为 $\frac{20\ g}{200\ g}\times100\%=10\%$，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。

课后素养评价（十五）　物质的量浓度

建议用时：30分钟

基础巩固

1. 10 mL 1 mol·L^{-1} $KAl(SO_4)_2$ 溶液中，各离子浓度正确的是（　　）

A. $c(K^+)$ 为 0.2 mol·L^{-1}

B. $c(SO_4^{2-})$ 为 2 mol·L^{-1}

C. $c(Al^{3+})$ 为 0.02 mol·L^{-1}

D. $c(SO_4^{2-})$ 为 1 mol·L^{-1}

B　**解析**：溶液中离子的浓度等于化合物的浓度乘以化学式中离子的个数。该溶液中 SO_4^{2-} 的浓度为 1 mol·$L^{-1}\times2=2$ mol·L^{-1}，K^+ 与 Al^{3+} 的浓度均为 1 mol·L^{-1}，A、C、D 错误，B 正确。

2. 今有相同体积的两份植物营养液，其配方如下：

物质	KCl	K_2SO_4	$ZnSO_4$	$ZnCl_2$
1	0.3 mol	0.2 mol	0.1 mol	—
2	0.1 mol	0.3 mol	—	0.1 mol

两份营养液中各离子浓度（　　）

A. 完全不同　　B. 仅 $c(K^+)$ 相同

C. 仅 $c(Cl^-)$ 相同　　D. 完全相同

D　**解析**：设两份营养液体积均为 1 L。第 1 份溶液中，$c(K^+)=0.3$ mol·$L^{-1}+0.4$ mol·$L^{-1}=0.7$ mol·L^{-1}，$c(Zn^{2+})=0.1$ mol·L^{-1}，$c(SO_4^{2-})=0.2$ mol·$L^{-1}+0.1$ mol·$L^{-1}=0.3$ mol·L^{-1}，$c(Cl^-)=0.3$ mol·L^{-1}；第 2 份溶液中，$c(K^+)=0.1$ mol·$L^{-1}+0.6$ mol·$L^{-1}=0.7$ mol·L^{-1}，$c(Zn^{2+})=0.1$ mol·L^{-1}，$c(SO_4^{2-})=0.3$ mol·L^{-1}，$c(Cl^-)=0.2$ mol·$L^{-1}+0.1$ mol·$L^{-1}=0.3$ mol·L^{-1}，两份营养液中各离子浓度完全相同。

3. 下列说法正确的是（　　）

A. 25 ℃，0.1 mol·L^{-1} 的 NaOH 溶液中含有 OH^- 的数目为 $0.1N_A$

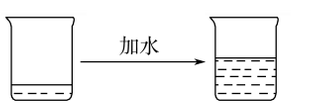
B. 1 mol NaCl 固体中含有 6.02×10^{23} 个 NaCl 分子

C. 62 g Na_2O 溶于水中，配成 1 L 溶液，所得溶液的物质的量浓度为 2 mol·L^{-1}

D. 10 L 0.1 mol·L^{-1} 的 $Ba(OH)_2$ 溶液中含有 OH^- 的数目 N_A

C　**解析**：溶液体积未知，无法计算 OH^- 的数目，A 错误；NaCl 固体中不存在 NaCl 分子，B 错误；62 g Na_2O 的物质的量是 1 mol，溶于水中，与水反应生成 2 mol NaOH，所得溶液物质的量浓度为 2 mol·L^{-1}，C 正确；10 L 0.1 mol·L^{-1} 的 $Ba(OH)_2$ 溶液中，$Ba(OH)_2$ 的物质的量是 1 mol，含 OH^- 的数目为 $2N_A$，水中也含有 OH^-，D 错误。

4. 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 $n(K^+)=0.001$ mol

C. 乙中 KCl 的溶解度比甲大

D. 乙中 $c(Cl^-)=0.1$ mol·L^{-1}

B　**解析**：甲加水稀释得到乙，乙比甲中溶质的质量分数小，故 A 错误；稀释前后溶质的物质的量相等，乙中 $n(K^+)=0.1$ mol·$L^{-1}\times0.01$ L=0.001 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 $c(Cl^-)=\frac{0.1\ mol\cdot L^{-1}\times10\ mL}{100\ mL}=0.01$ mol·L^{-1}，故 D 错误。

5. 病人输液用的葡萄糖注射液是葡萄糖（$C_6H_{12}O_6$）的水溶液，其标签上的部分内容如图所示，N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列有关说法正确的是（　　）

5%葡萄糖注射液
500 mL
【性状】本品为无色或几乎无色的透明液体，味甜。
【规格】500 mL，内含 25 g 溶质。
【贮藏】密闭保存。

A. 葡萄糖属于氧化物

B.葡萄糖属于电解质

C.500 mL 该注射液中含有氧原子总数约为 $0.84N_A$

D.该注射液中葡萄糖的物质的量浓度约为 0.28 mol·L^{-1}

D　**解析**：氧化物是由两种元素组成的，其中一种为氧元素，葡萄糖不属于氧化物，A 错误；在水溶液里或熔融状态下能够导电的化合物叫做电解质，葡萄糖不属于电解质，B 错误；500 mL 该注射液中含有 25 g 葡萄糖，25 g 葡萄糖的物质的量为 $\frac{25\ g}{180\ g\cdot mol^{-1}}\approx0.14\ mol$，其中氧原子总数约为 $0.84N_A$，500 mL 溶液中有水，水中也有氧原子，氧原子总数远大于 $0.84N_A$，C 错误；$c=\frac{n}{V}=\frac{0.14\ mol}{500\times10^{-3}\ L}=0.28\ mol\cdot L^{-1}$，D 正确。

6. 36.5 g HCl 溶解在 1 L 水中（水的密度近似为 1 g·cm^{-3}）所得溶液的密度为 ρ g·cm^{-3}，质量分数为 w，物质的量浓度为 c mol·L^{-1}，N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是　（　）

A.所得溶液的物质的量浓度为 1 mol·L^{-1}

B.36.5 g HCl 气体占有的体积为 22.4 L

C.$c=\frac{\rho}{36.5+1\ 000}$ mol·L^{-1}

D.$w=\frac{36.5c}{1\ 000\rho}$

D　**解析**：36.5 g HCl 的物质的量为 1 mol，水的体积为1 L，但溶液的体积不是 1 L，故其物质的量浓度不是1 mol·L^{-1}，A 项错误；未指明气体所处的状况，无法计算气体的体积，B 项错误；$c=\frac{1}{\frac{36.5+1\ 000}{\rho}\times10^{-3}}\ mol\cdot L^{-1}=\frac{1\ 000\rho}{36.5+1\ 000}\ mol\cdot L^{-1}$，C 项错误；根据 $c=\frac{1\ 000\rho w}{M}$ 可知，$w=\frac{cM}{1\ 000\rho}=\frac{36.5c}{1\ 000\rho}$，D 项正确。

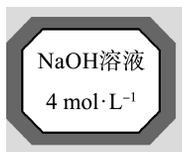
7. 由硫酸钾、硫酸铝和硫酸组成的混合溶液中，$c(H^+)=0.1$ mol·L^{-1}，$c(Al^{3+})=0.4$ mol·L^{-1}，$c(SO_4^{2-})=0.8$ mol·L^{-1}，则 $c(K^+)$ 为　（　）

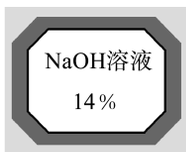
A.0.15 mol·L^{-1}　　B.0.2 mol·L^{-1}

C.0.3 mol·L^{-1}　　D.0.4 mol·L^{-1}

C　**解析**：由电荷守恒得 $c(K^+)+3c(Al^{3+})+c(H^+)=2c(SO_4^{2-})$，$c(K^+)+3\times0.4\ mol\cdot L^{-1}+0.1\ mol\cdot L^{-1}=2\times0.8\ mol\cdot L^{-1}$，$c(K^+)=0.3\ mol\cdot L^{-1}$。

8. 下图是实验室配制好的两瓶 NaOH 溶液的标签（14% 的 NaOH 溶液的密度为 1.14 g·cm^{-3}）。14%的 NaOH 溶液的物质的量浓度及从瓶中取出 20 mL 该溶液中含有溶质的质量分别是　（　）





A.4.0 mol·L^{-1}　3.2 g

B.2.0 mol·L^{-1}　3.2 g

C.4.0 mol·L^{-1}　6.4 g

D.2.0 mol·L^{-1}　6.4 g

A　**解析**：$c=\frac{1\ 000\rho w}{M}=\frac{1\ 000\times1.14\times14\%}{40}\ mol\cdot L^{-1}\approx4.0\ mol\cdot L^{-1}$，20 mL 该溶液含有溶质的质量是 0.02 L×4.0 mol·L^{-1}×40 g·mol^{-1}=3.2 g。

拓展提高

9. 80 g 密度为 d g·cm^{-3} 的硫酸铁溶液中，含有 2.8 g Fe^{3+}，则此溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度数值为　（　）

A.$\frac{15d}{16}$　　B.$\frac{5d}{4}$　　C.$\frac{3d}{8}$　　D.$\frac{5d}{9}$

A　**解析**：$n(Fe^{3+})=\frac{2.8\ g}{56\ g\cdot mol^{-1}}=0.05\ mol$，溶液中 $n(SO_4^{2-})=\frac{3}{2}n(Fe^{3+})=\frac{3}{2}\times0.05\ mol=0.075\ mol$，溶液体积 $=\frac{80\ g}{1\ 000d\ g\cdot L^{-1}}=\frac{0.08}{d}\ L$，则 SO_4^{2-} 的物质的量浓度为 $\frac{0.075\ mol}{\frac{0.08}{d}\ L}=\frac{15d}{16}\ mol\cdot L^{-1}$。

10. 下列关于物质的量浓度的说法正确的是　（　）

A.稀释浓硫酸时应将水倒入浓硫酸中，并用玻璃棒不断搅拌

B.标准状况下，V L 氨气溶于 1 L 水形成氨水，该氨水的物质的量浓度为 $\frac{V}{22.4(V+1)}$ mol·L^{-1}

C.将 40 g 氢氧化钠固体溶于 1 L 水中，所得溶液的物质的量浓度为 1 mol·L^{-1}

D.98%的浓硫酸与水等质量混合，所得硫酸的物质的量浓度小于原浓硫酸浓度的一半

D　**解析**：浓硫酸溶于水放出大量的热，稀释浓硫酸时应将浓硫酸倒入水中，并用玻璃棒不断搅拌，A 错误；V L氨气与 1 L 水的体积不能相加，溶液的体积不是(V+1) L，B 错误；40 g 氢氧化钠固体溶于 1 L 水中，得到氢氧化钠溶液的体积不是1 L，

故所得溶液的物质的量浓度不是1 mol·L^{-1}，C错误；硫酸的密度大于水，98%的浓硫酸与水等质量混合，98%的浓硫酸体积小于等质量水的体积，混合后所得硫酸的物质的量浓度小于原浓硫酸浓度的一半，D正确。

11. 标准状况下11.2 L HCl气体溶于水形成500 mL溶液。

(1)所得盐酸的物质的量浓度为_____。

(2)向其中加入_____ g NaOH才能将HCl完全中和。

(3)若不考虑加入NaOH对溶液体积造成的影响，则所得NaCl溶液的物质的量浓度为_____。

(4)再向其中加入_____ mL密度为1.7 g·cm^{-3}、质量分数为25%的$AgNO_3$溶液可使Cl^-完全沉淀。

解析：(1)$n(HCl)=\frac{11.2\ L}{22.4\ L\cdot mol^{-1}}=0.5\ mol$，$c(HCl)=\frac{0.5\ mol}{0.5\ L}=1\ mol\cdot L^{-1}$。(2)$HCl+NaOH=\!=\!=NaCl+H_2O$，所需NaOH的质量为0.5 mol×40 g·mol^{-1}=20 g。(3)$c(NaCl)=\frac{0.5\ mol}{0.5\ L}=1\ mol\cdot L^{-1}$。(4)由$\frac{V\times1.7\ g\cdot mL^{-1}\times25\%}{170\ g\cdot mol^{-1}}=0.5\ mol$，可知$V$=200 mL。

答案：(1)1 mol·L^{-1}　(2)20　(3)1 mol·L^{-1}　(4)200

创新应用

12. 按要求计算并填空。

(1)200 mL某硫酸盐溶液中含SO_4^{2-} 1.5N_A个，含金属离子N_A个，则该硫酸盐溶液的物质的量浓度为_____ mol·L^{-1}。

(2)把V mL含有$Al_2(SO_4)_3$和$(NH_4)_2SO_4$的混合溶液分成两等份，一份加入含足量NaOH的溶液并加热，铵根离子完全反应生成a mol NH_3(已知$NH_4^++OH^-\xlongequal{\triangle}NH_3\uparrow+H_2O$)；另一份加入含$b$ mol $BaCl_2$的溶液，恰好使硫酸根离子完全沉淀为硫酸钡。原混合溶液中Al^{3+}的浓度为_____ mol·L^{-1}。

(3)A、B、C三种一元碱，它们的摩尔质量之比是3∶5∶7，如果把7 mol A、5 mol B和3 mol C混合均匀，5.36 g混合碱恰好能中和0.15 mol HCl。A的摩尔质量为_____ g·mol^{-1}。

解析：(3)由酸碱中和反应的实质可知$n(H^+)=n(OH^-)$，5.36 g混合碱恰好能中和0.15 mol HCl，所以$n(OH^-)=0.15\ mol$，所以一元碱的总物质的量也为0.15 mol。设A、B、C三种碱的摩尔质量分别为$3x$、$5x$、$7x$，故一元碱的平均摩尔质量$M=\frac{3x\times7\ mol+5x\times5\ mol+7x\times3\ mol}{7\ mol+5\ mol+3\ mol}=\frac{5.36\ g}{0.15\ mol}$，解得$x$=8 g·mol^{-1}，故A的摩尔质量为24 g·mol^{-1}。

答案：(1)2.5　(2)$\frac{2\ 000(2b-a)}{3V}$　(3)24

第4课时　配制一定物质的量浓度的溶液

学习任务目标

1. 了解容量瓶的特点、用途及使用注意事项。

2. 掌握配制一定物质的量浓度的溶液的方法及操作，形成分析实验误差的思维模型。

问题式预习

一、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



①结构：细颈、梨形、平底玻璃容器，带磨口玻璃塞

②标志：容积、温度和刻度线

③规格：50 mL、100 mL、250 mL、500 mL、1 000 mL等

④用途：配制一定物质的量浓度的溶液

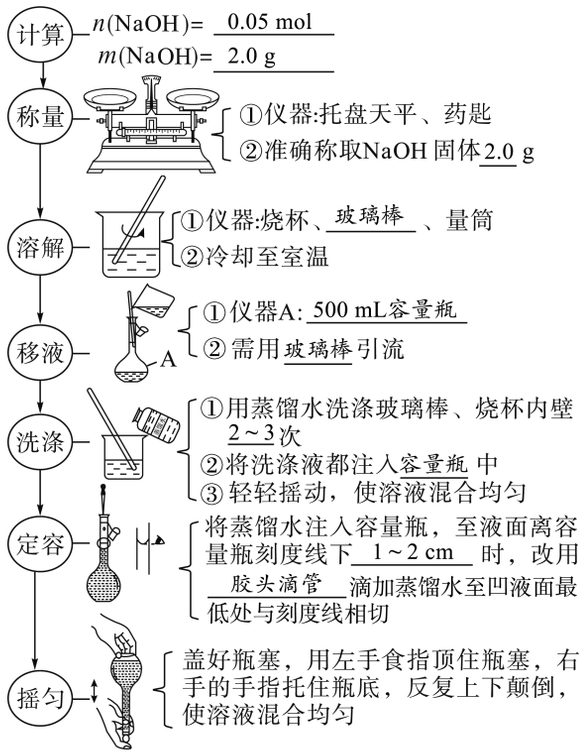
(3)其他仪器：量筒、烧杯、玻璃棒、胶头滴管等。

(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. 配制过程(以配制500 mL 0.1 mol·L^{-1} NaOH溶

液为例）



◇想一想

如何用浓溶液配制稀溶液？

提示：先通过 c（浓溶液）·V（浓溶液）=c（稀溶液）·V（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。

二、配制一定物质的量浓度的溶液的误差分析

1. 误差分析的原理依据

根据 $c_B=\frac{n_B}{V}=\frac{m_B}{M\cdot V}$ 判断。其他条件不变时：

（1）使 n_B、m_B 增大（或减小）的因素，导致 c_B 偏大（或偏小）。

（2）使 V 增大（或减小）的因素，导致 c_B 偏小（或偏大）。

2. 配制 100 mL 1.00 mol·L^{-1} 的氯化钠溶液常出现的误差

能引起误差的操作		因变量		c
		n	V	c
称量	①少量氯化钠粘在称量纸上	偏小	不变	偏小
	②使用游码，且药品与砝码的位置颠倒	偏小	不变	偏小
移液	③有少量液体溅出	偏小	不变	偏小
	④容量瓶内有少量水	不变	不变	不变
	⑤未洗涤玻璃棒、烧杯内壁或洗涤液未注入容量瓶	偏小	不变	偏小
定容	⑥超过刻度线，吸出一部分水	偏小	不变	偏小
	⑦摇匀后液面下降，补充水	不变	偏大	偏小

○ 任务型课堂 ○

任务 学会一定物质的量浓度溶液的配制方法并正确分析误差

探究活动

活动 1　要配制 1 L 0.1 mol·L^{-1} $CuSO_4$ 溶液，需要 $CuSO_4$ 粉末或 $CuSO_4\cdot5H_2O$ 的质量一样吗？

提示：不一样。1 L 0.1 mol·L^{-1} $CuSO_4$ 溶液，溶质 $CuSO_4$ 的物质的量为 1 L×0.1 mol·L^{-1}=0.1 mol，则需要 $CuSO_4$ 粉末的质量为 0.1 mol×160 g·mol^{-1}=16.0 g，需要 $CuSO_4\cdot5H_2O$ 的质量为 0.1 mol×250 g·mol^{-1}=25.0 g。

活动 2　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？

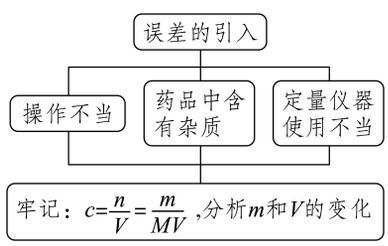
提示：配制一定物质的量浓度的溶液，如果将烧杯中的溶液转移到容量瓶时不慎洒到容量瓶外，则进入容量瓶的溶质质量会减小，最后配成的溶液中溶质的实际浓度会偏小。

活动 3　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。

【任务总结】

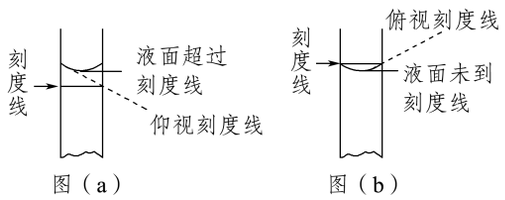
（1）误差分析的思维流程



（2）视线引起误差的分析方法

①仰视容量瓶刻度线[图(a)],导致溶液体积偏大,结果偏低。

②俯视容量瓶刻度线[图(b)],导致溶液体积偏小,结果偏高。



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

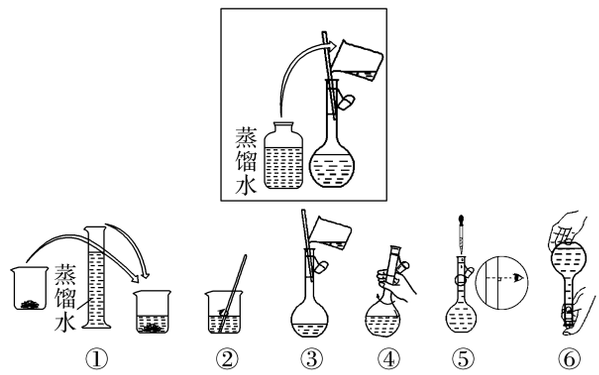
D.①导致浓度偏大,②导致浓度偏小

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.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。

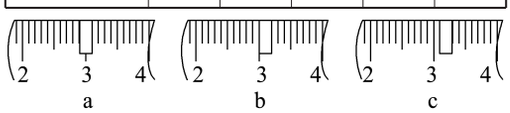


A.②与③　　B.①与②　　C.④与⑤

(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,请在附表中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,所以应该选择c。(4)容量瓶中原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

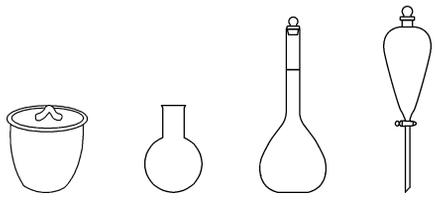
(4)无影响

课后素养评价(十六)　配制一定物质的量浓度的溶液

建议用时:30分钟

基础巩固

1.配制100 mL 0.100 mol·L^{-1} Na_2CO_3溶液必须用到的仪器是 (　　)



C　**解析**:配制100 mL 0.100 mol·L^{-1} Na_2CO_3溶液使用的仪器有天平、药匙、烧杯、玻璃棒、100 mL容量瓶、胶头滴管,所以必须使用的仪器为100 mL容量瓶,不会使用到坩埚、圆底烧瓶、分液漏斗,C符合题意。

2.下列关于容量瓶的说法正确的是 (　　)

A.用容量瓶配制溶液前应将其烘干

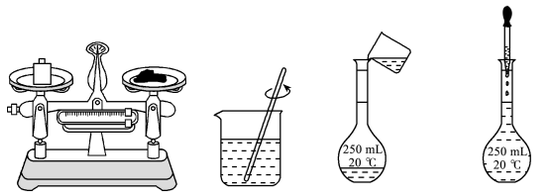
B.用容量瓶配制溶液前应用待配制的溶液润洗

C.容量瓶可用来长期贮存溶液

D.容量瓶不能用作溶解固体、稀释浓溶液的容器

D　**解析**：容量瓶是配制一定物质的量浓度溶液的专用仪器，不能用来加热，不能用作反应器，不能用作溶解固体、稀释浓溶液的容器，不宜长期贮存溶液。容量瓶用蒸馏水洗净后，不需要烘干，不能用待配制的溶液润洗。

3.用固体样品配制一定物质的量浓度的溶液，需经过称量、溶解、转移、定容等操作。下列图示对应的操作规范的是　（　　）



A.称量　　B.溶解　　C.转移　　D.定容

B　**解析**：称量固体样品时，应将固体样品放入托盘天平的左盘，砝码放入右盘，A 错误；转移溶液时，为防止液体洒落，应用玻璃棒引流，C 错误；定容时，胶头滴管不能伸入容量瓶中，D 错误。

4.用 98%的浓硫酸(密度为 1.84 g·cm^{-3})配制 100 mL 1 mol·L^{-1}的稀硫酸，现给出下列仪器(配制过程中可能用到，可重复使用)：①100 mL 量筒、②10 mL 量筒、③50 mL烧杯、④托盘天平、⑤100 mL 容量瓶、⑥胶头滴管、⑦玻璃棒。下列按仪器使用的先后顺序排列正确的是　（　　）

A.④③⑦⑤⑥　　B.②⑤⑦⑥

C.①③⑤⑥⑦　　D.②⑥③⑦⑤⑥

D　**解析**：98%的浓硫酸的物质的量浓度 $c=\frac{1\,000\rho w}{M}=\frac{1\,000\times1.84\times98\%}{98}$ mol·L^{-1}=18.4 mol·L^{-1}，配制1 mol·L^{-1}的稀硫酸 100 mL，需要浓硫酸的体积 $V=\frac{0.1\text{ L}\times1\text{ mol·L}^{-1}}{18.4\text{ mol·L}^{-1}}\approx0.005\,4$ L，即 5.4 mL，应选择10 mL量筒和胶头滴管，实验时用 10 mL 量筒量取5.4 mL 浓硫酸，因配制一定物质的量浓度的溶液需要量取、稀释、冷却、转移、洗涤、定容、摇匀等操作，所以正确顺序为②⑥③⑦⑤⑥。

5.下列操作使配制的溶液浓度偏高的是　（　　）

A.容量瓶中有少量水

B.配制盐酸，定容时仰视容量瓶刻度线

C.称 25.0 g 胆矾($CuSO_4\cdot5H_2O$)配制1 000 mL 0.1 mol·L^{-1} $CuSO_4$ 溶液时，砝码错放在左盘

D.NaOH 溶解后未经冷却即注入容量瓶定容至刻度线

D　**解析**：容量瓶中有少量水不影响结果，A 错误；配制盐酸，定容时仰视容量瓶刻度线，则实际加水的量过多，会造成浓度偏小，B 错误；需要称量 25.0 g $CuSO_4\cdot5H_2O$，砝码错放在左盘，不影响结果，C 错误；未冷却溶液，温度偏高，体积偏大，此时定容到刻度线，冷却后体积缩小，导致所配溶液的物质的量浓度偏大，D 正确。

6.实验室配制 200 mL 0.2 mol·L^{-1}的 Na_2CO_3 溶液，下列说法正确的是　（　　）

A.用托盘天平称量 4.2 g Na_2CO_3 固体

B.配制溶液时玻璃棒的作用仅为引流

C.称量时“右物左码”操作，所得溶液浓度偏小

D.定容时，加水超过刻度线，又将多余水吸出，所得溶液浓度偏大

C　**解析**：配制 200 mL 0.2 mol·L^{-1}的 Na_2CO_3 溶液，实际配制 250 mL，需要 Na_2CO_3 固体的质量为 0.25 L×0.2 mol·L^{-1}×106 g·mol^{-1}=5.3 g，托盘天平精度为0.1 g，则需要 5.3 g 碳酸钠固体，故 A 错误；玻璃棒的作用除了引流，还可以在溶解步骤中进行搅拌，加速固体溶解，故 B 错误；称量固体溶质过程使用了游码，“右物左码”操作，使 Na_2CO_3 的质量偏小，所配溶液浓度偏小，故 C 正确；定容时加水超过刻度线，所得溶液浓度偏小，故 D 错误。

拓展提高

7.$CaCl_2$ 溶液常用于治疗急性血钙过低症，已知质量分数为 20%的 $CaCl_2$ 溶液密度为 1.11 g·mL^{-1}，取此溶液 10 mL，加水稀释至 2 L，下列说法中不正确的是(已知：质量浓度=$\frac{\text{某组分的质量}}{\text{溶液的体积}}$)　（　　）

A.稀释前 $CaCl_2$ 溶液的物质的量浓度为 2 mol·L^{-1}

B.稀释前 10 mL $CaCl_2$ 溶液中 Cl^- 的物质的量为 0.04 mol

C.稀释后 Ca^{2+} 的质量浓度为 40 mg·L^{-1}

D.1 L 稀释后的溶液中 $CaCl_2$ 的质量为1.11 g

C　**解析**：质量分数为 20%的 $CaCl_2$ 溶液密度为 1.11 g·mL^{-1}，$c=\frac{1\,000\rho\omega}{M}=\frac{1\,000\times1.11\times20\%}{111}$ mol·L^{-1}=2 mol·L^{-1}，A 正确；稀释前 10 mL $CaCl_2$ 溶液中 $n(Cl^-)=cV$=2 mol·L^{-1}×0.01 L×2=0.04 mol，$n(Ca^{2+})$=0.02 mol，$m(Ca^{2+})$=0.02 mol×40 g·mol^{-1}=0.8 g，稀释后 Ca^{2+} 的质量浓度为 $\frac{0.8\times10^3\text{ mg}}{2\text{ L}}$=400 mg·L^{-1}，B 正确，C 错误；稀释前 10 mL $CaCl_2$ 溶液中 $n(CaCl_2)$=0.02 mol，加水稀释至 2 L，1 L 稀释后的溶液中

$n(CaCl_2)=0.01\ mol$，$m(CaCl_2)=0.01\ mol\times111\ g\cdot mol^{-1}=1.11\ g$，D 正确。

8. 某“84”消毒液部分标签如下图所示，回答下列问题：

净含量：500 mL　密度：1.49 g·cm^{-3}
主要成分：25% NaClO（NaClO 的摩尔质量为 74.5 g·mol^{-1}）
注意事项：密封保存

(1)该瓶“84”消毒液的质量为_____ g。

(2)某实验需用 500 mL 2.0 mol·L^{-1} NaClO 消毒液，现用 NaClO 固体配制，需要用托盘天平称量 NaClO 固体的质量为_____ g。

(3)写出用 Cl_2 制备 NaClO 消毒液的离子方程式：_____。

(4)在配制过程中，除需要烧杯、托盘天平、玻璃棒、胶头滴管外还必需的一种玻璃仪器为_____。

(5)下列操作可能使配制的溶液浓度偏低的是_____（填字母序号）。

A.移液时，未洗涤烧杯内壁和玻璃棒

B.溶解后未经冷却就移液

C.容量瓶用蒸馏水洗净后，没烘干就直接使用

(6)取 100 mL 2.0 mol·L^{-1} NaClO 溶液，再加入 0.2 mol Na_2SO_4 固体，并配成500 mL 溶液，此时溶液中 Na^+ 的物质的量浓度为_____ mol·L^{-1}。

解析：(1)该瓶“84”消毒液的质量 $m=500\ mL\times1.49\ g\cdot mL^{-1}=745\ g$。(2)配制 500 mL 2.0 mol·L^{-1} NaClO 消毒液，需要用托盘天平称量 NaClO 的固体质量 $m=cVM=2\ mol\cdot L^{-1}\times0.5\ L\times74.5\ g\cdot mol^{-1}=74.5\ g$。(3)$Cl_2$ 和氢氧化钠反应生成 NaClO、NaCl、H_2O 反应的离子方程式为 $Cl_2+2OH^-=\!=\!=Cl^-+ClO^-+H_2O$。(4)配制 500 mL 2.0 mol·L^{-1} NaClO 消毒液，操作步骤为计算、称量、溶解并冷却、移液、洗涤、定容、摇匀，除需要烧杯、托盘天平、玻璃棒、胶头滴管外还必需的一种玻璃仪器为 500 mL 容量瓶。(5)移液时，未洗涤烧杯内壁和玻璃棒，溶质偏少，使配制的溶液浓度偏低，A 符合题意；溶解后未经冷却就移液，溶液体积偏小，使配制的溶液浓度偏高，B 不符合题意；容量瓶用蒸馏水洗净后，没烘干就直接使用，不影响溶液体积和溶质的物质的量，对配制的溶液浓度无影响，C 不符合题意。(6)取 100 mL 2.0 mol·L^{-1} NaClO 溶液，再加入 0.2 mol Na_2SO_4 固体，并配成 500 mL溶液，此时溶液中 Na^+ 的物质的量浓度为 $\frac{0.1\ L\times2\ mol\cdot L^{-1}+0.2\ mol\times2}{0.5\ L}=1.2\ mol\cdot L^{-1}$。

答案：(1)745

(2)74.5

(3)$Cl_2+2OH^-=\!=\!=Cl^-+ClO^-+H_2O$

(4)500 mL 容量瓶

(5)A

(6)1.2

创新应用

9. Ⅰ.甲同学用如图所示浓硫酸配制 250 mL 1.84 mol·L^{-1}的稀硫酸。

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 g·cm^{-3}
质量分数：98%

(1)用量筒量取_____ mL 浓硫酸，在配制溶液过程中用到的玻璃仪器除量筒、烧杯、胶体滴管外，还需要使用的带刻度的玻璃仪器有_____（填仪器名称）。

(2)对所配制的稀硫酸进行测定，发现浓度大于 1.84 mol·L^{-1}，配制过程中下列操作能引起该误差的有_____（填字母序号）。

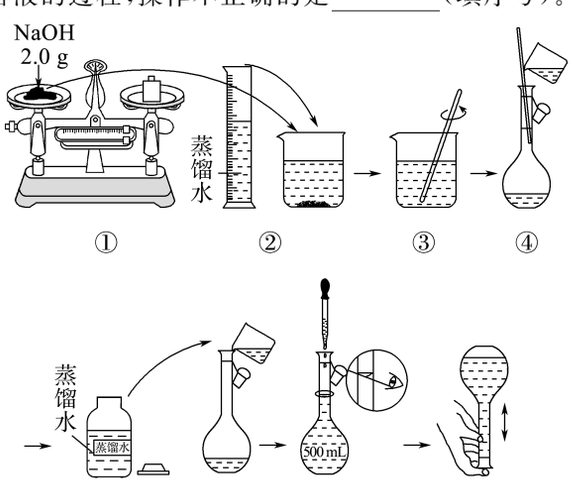
A.用量筒量取浓硫酸时，仰视量筒刻度线

B.容量瓶用蒸馏水洗涤后未干燥，含有少量蒸馏水

C.定容时，仰视容量瓶刻度线

D.用量筒量取浓硫酸时，量筒内壁有残留，用蒸馏水洗涤，将洗涤液并入烧杯中

Ⅱ.(3)乙同学配制 500 mL 0.10 mol·L^{-1} NaOH 溶液的过程，操作不正确的是_____（填序号）。



(4)若从(3)所配溶液中取出 100 mL 溶液，其物质的量

浓度为_____ mol·L^{-1}。

解析：(1)该浓硫酸的浓度 $c=\frac{1\,000\rho w}{M}=18.4$ mol·L^{-1}，要配制 250 mL 1.84 mol·L^{-1}稀硫酸，需要浓硫酸的体积为 0.25 L×1.84 mol·L^{-1}÷18.4 mol·L^{-1}=0.025 L，因此需用量筒量取 25.0 mL 浓硫酸。在溶液配制过程中用到的玻璃仪器除量筒、烧杯、胶体滴管外，还需要使用的带刻度的玻璃仪器有 250 mL 容量瓶。(2)用量筒量取浓硫酸时，仰视量筒刻度线，导致量取的浓硫酸的体积偏大，使配制的稀硫酸浓度大于 1.84 mol·L^{-1}，A 正确；容量瓶用蒸馏水洗涤后未干燥，含有少量蒸馏水，对配制溶液没有影响，B 错误；定容时，仰视容量瓶刻度线，导致配制溶液的体积偏大，稀硫酸浓度应低于 1.84 mol·L^{-1}，C 错误；用量筒量取浓硫酸时，量筒内壁有残留，这是正常现象，不能用蒸馏水洗涤，否则会导致浓硫酸的量偏多，配制的稀硫酸浓度大于 1.84 mol·L^{-1}，D 正确。(3)①称量时氢氧化钠易潮解，且有腐蚀性，故应在烧杯中称取氢氧化钠，而不能直接用托盘称量，操作错误；②溶解时在烧杯中溶解，操作正确；③用玻璃棒搅拌，加速溶解，操作正确；④移液时用玻璃棒将溶液引流到容量瓶中，操作正确；⑤洗涤烧杯，将洗涤液引流到容量瓶中，缺少玻璃棒引流，操作错误；⑥定容时，视线应与凹液面最低处保持水平，操作错误；⑦摇匀时，双手握住容量瓶，上下颠倒摇匀，操作错误。故操作错误的是①⑤⑥⑦。(4)溶液具有均一性，取出 100 mL 溶液，其浓度仍为 0.10 mol·L^{-1}。

答案：(1)25.0　250 mL 容量瓶　(2)AD　(3)①⑤⑥⑦　(4)0.10

培优突破 4　阿伏加德罗常数的应用

培优点 1　突破阿伏加德罗常数正误判断题的七个角度

1.状况条件：22.4 L·mol^{-1} 是指标准状况(0 ℃，101 kPa)下的气体摩尔体积。若给出在非标准状况下，如已知常温常压下气体的体积，不能用 22.4 L·mol^{-1}进行计算，而 $n=\frac{m}{M}$ 的使用不受状况条件限制。

2.物质状态：22.4 L·mol^{-1} 适用的对象是标准状况下的气体(包括单一气体和混合气体)。在标准状况下非气态的物质(如水、酒精、三氧化硫等)不能用 22.4 L·mol^{-1} 进行计算。

3.粒子种类

粒子一般有分子、原子、离子、质子、中子、电子等。解答时要看准题目要求，防止误入陷阱。

4.物质的组成

(1)气体单质的组成除常见的双原子分子外，还有单原子分子(如 He、Ne 等)、多原子分子(如 O_3 等)。

(2)一些物质中的离子数目。如 Na_2O_2 由 Na^+ 和 O_2^{2-} 构成；熔融状态下 $NaHSO_4$ 由 Na^+ 和 HSO_4^- 构成等。

(3)$Fe(OH)_3$ 胶体中，因为胶体粒子是集合体，所以胶粒的数目小于原溶液中 Fe^{3+} 的数目。

5.氧化还原反应中电子转移的数目

如 Na_2O_2 与 H_2O、Cl_2 与 NaOH、Fe 与稀盐酸等反应。要注意反应物的量及化合价的变化。

6.缺少溶液体积

由物质的量浓度求算溶液中所含粒子数时，未给出溶液体积，无法求算物质的量。

7.忽略溶剂的组成

求溶液中的氧原子、氢原子数目时不要忽略溶剂(如水)中的氧原子或氢原子。

【典例 1】利用 NH_3 可以检验氯气管道是否泄漏，若泄漏现象是产生大量的白烟：$8NH_3$(气)+$3Cl_2$(气)═══$6NH_4Cl$(白烟)+N_2(气)。用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是　(　　)

A.22.4 L 氨气含有的 NH_3 的分子数为 N_A

B.1.42 g Cl_2 含有的原子数为 $0.04N_A$

C.0.1 mol·L^{-1} NH_4Cl 溶液中含有 Cl^- 为 $0.1N_A$

D.2.8 g N_2 含有的质子数为 $0.7N_A$

B　**解析**：没有说明在标准状况下，无法计算 22.4 L 氨气中含有的 NH_3 分子数，A 错误；1.42 g Cl_2 的物质的量为 $\frac{1.42\text{ g}}{71\text{ g·mol}^{-1}}=0.02$ mol，故含有的原子数为 $0.04N_A$，B 正确；溶液的体积未知，无法计算氯离子的数目，C 错误；2.8 g N_2 的物质的量为 $\frac{2.8\text{ g}}{28\text{ g·mol}^{-1}}=0.1$ mol，故含有的质子数为 0.1 mol×2×7N_A mol^{-1}=1.4N_A，D 错误。

【对点演练】

1.N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是（　　）

A.常温常压下，28 g CO 和 N_2 的混合物中所含有的原子数目为 $2N_A$

B.常温常压下，2.24 L Cl_2 中含有的原子数为 $0.2N_A$

C.过氧化钠与水反应时，每生成 1 mol 氧气转移电子数为 N_A

D.0.15 mol·L^{-1} K_2CO_3 溶液中含有的钾离子数为 $0.3N_A$

A　**解析**：CO 和 N_2 的摩尔质量均为 28 g·mol^{-1}，28 g 混合物的物质的量为 1 mol，每个分子含 2 个原子，总原子数为 $2N_A$，A 正确；常温常压下，2.24 L Cl_2 的物质的量不是 0.1 mol，B 错误；过氧化钠中 O 的化合价为−1 价，生成 1 mol O_2，每个 O 失去 $1e^-$，转移电子数为 $2N_A$，C 错误；溶液体积未知，无法计算，D 错误。

2.已知氯酸钠与浓盐酸反应生成氯气：$NaClO_3+6HCl(浓)=\!=\!=NaCl+3Cl_2\uparrow+3H_2O$，用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值，下列关于该反应的说法正确的是（　　）

A.1 mol $NaClO_3$ 中含有 Cl^- 数目为 N_A

B.58.5 g NaCl 中含有离子数目为 N_A

C.标准状况下，22.4 L Cl_2 含有的分子数目约为 N_A

D.常温常压下，18 g H_2O 含有的氢原子数目为 N_A

C　**解析**：$NaClO_3$ 由 Na^+ 和 ClO_3^- 构成，不含 Cl^-，A 错误；58.5 g NaCl 物质的量为 1 mol，1 mol NaCl 中含 1 mol Na^+ 和 1 mol Cl^-，总离子数为 $2N_A$，B 错误；标准状况下，22.4 L Cl_2 的物质的量为 1 mol，对应分子数为 N_A，C 正确；18 g H_2O 为 1 mol，每个 H_2O 分子含 2 个氢原子，氢原子数为 $2N_A$，D 错误。

3.设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列关于反应 $Bi+4HNO_3(稀)=\!=\!=Bi(NO_3)_3+NO\uparrow+2H_2O$ 的说法正确的是（　　）

A.1 mol $Bi(NO_3)_3$ 含有的离子数为 $2N_A$

B.消耗 2 mol Bi 时，转移电子数为 $6N_A$

C.生成 1 mol NO 时，有 $4N_A$ 个 HNO_3 分子被还原

D.36 g H_2O 中，含有的氢原子数为 $8N_A$

B　**解析**：$Bi(NO_3)_3$ 由 1 个 Bi^{3+} 和 3 个 NO_3^- 构成，则 1 mol $Bi(NO_3)_3$ 含有的离子数为 $4N_A$，A 错误；反应中 Bi 的化合价由 0 价升高到+3 价，1 个 Bi 失去 3 个电子，故消耗 2 mol Bi 时，转移电子数为 $6N_A$，B 正确；结合反应可知，生成 1 mol NO 时，消耗 4 mol HNO_3，其中被还原的 HNO_3 分子为 N_A 个，C 错误；1 个 H_2O 分子含有 2 个氢原子，36 g H_2O 的物质的量为 2 mol，则含有 4 mol 氢原子，故含有的氢原子数为 $4N_A$，D 错误。

培优点 2　以物质的量为中心的计算

1.反应中各物质的物理量之间的比例关系（g 表示气体）

$$aA(g)+bB(g)=\!=\!=cC(g)+dD(g)$$

化学计量数之比	a	∶ b	∶	c	∶ d
质量之比	aM_A	∶ bM_B	∶	cM_C	∶ dM_D
气体体积之比	a	∶ b	∶	c	∶ d

不同物质的相同物理量之间的换算可以按上述比例进行。如果题目所给的两个物理量单位不一致，只要做到两个物理量的单位“上下一致，左右相当”即可，例如：

$$MnO_2+4HCl(浓)\xlongequal{\triangle}MnCl_2+2H_2O+Cl_2\uparrow$$

87 g	4 mol		22.4 L
x g	y mol		z L

比例关系：$\frac{87\text{ g}}{x\text{ g}}=\frac{4\text{ mol}}{y\text{ mol}}=\frac{22.4\text{ L}}{z\text{ L}}$。

2.化学计算的常用方法

(1)关系式法

当已知量和未知量之间用多个反应来联系时，只需直接确定已知量和未知量之间的比例关系，即“关系式”。

①根据化学方程式确定关系式：写出发生反应的化学方程式，根据量的关系写出关系式。

②根据原子守恒确定关系式

(2)守恒法：反应前后元素种类、元素质量、原子个数不变。

(3)差量法

根据化学反应前后物质的有关物理量发生的变化，找出所谓的“理论差量”，如反应前后的质量差、物质的量差、气体体积差等，该差量与反应物的有关量成正比。差量法就是借助这种比例关系求解的方法。

3.物质的量在化学方程式计算中应用的注意事项

(1)化学方程式中各物质的化学计量数之比等于各物质的物质的量之比,而非质量之比。

(2)单位的运用

①计算时,可将题目所给的不同物理量,换算成同一个物理量;

②若不进行换算则不同物理量的单位要求“上下一致,左右相当”。

【典例 2】某同学设计实验确定 $Al(NO_3)_3 \cdot xH_2O$ 的结晶水数目。称取样品 7.50 g,经热分解测得气体产物中有 NO_2、O_2、HNO_3、H_2O,其中 H_2O 的质量为 3.06 g;残留的固体产物是 Al_2O_3,质量为 1.02 g。

(1)求 x 的值(写出计算过程)。

(2)气体产物中 $n(O_2)=$_____ mol。

答案:(1)计算过程:

$2[Al(NO_3)_3 \cdot xH_2O] \sim Al_2O_3$

$2(213+18x)$　　102

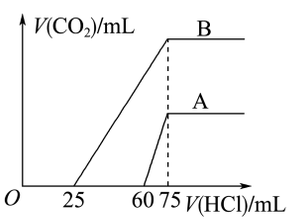
7.50 g　　1.02 g

$\frac{2(213+18x)}{7.50}=\frac{102}{1.02}$,$x=9$

(2)0.01

【对点演练】

4.取等物质的量浓度的 NaOH 溶液两份 A 和 B,每份 10 mL,分别向 A、B 中通入不等量的 CO_2,再继续向两溶液中逐滴加入浓度为 0.2 mol·L^{-1} 的盐酸,标准状况下产生的 CO_2 气体体积与所加的盐酸溶液体积之间的关系如图所示。下列说法正确的是(　　)



A.A 线所示溶液消耗盐酸的体积为 $0<V(HCl)<60$ mL 时发生的离子反应为 $H^+ + CO_3^{2-} \xlongequal{} HCO_3^-$

B.原 NaOH 溶液的物质的量浓度为 1.5 mol·L^{-1}

C.B 线表明原 NaOH 溶液中通入 CO_2 后,所得溶液中的溶质成分是 Na_2CO_3

D.B 线表明原 NaOH 溶液中通入 CO_2 后,所得溶液中加盐酸后产生 CO_2 气体体积(标准状况)的最大值为 336 mL

B　**解析:**A、B 中通入不等量的 CO_2,再继续向两溶液中逐滴加入浓度为 0.2 mol·L^{-1} 的盐酸,盐酸首先和氢氧根离子反应生成水,再和碳酸根离子反应生成碳酸氢根离子,最后和碳酸氢根离子反应生成二氧化碳气体,根据碳元素守恒结合图像可知,B 中通入二氧化碳较多,加入盐酸前溶质为碳酸钠、碳酸氢钠,A 中通入二氧化碳较少,加入盐酸前溶质为碳酸钠、氢氧化钠。根据 $Na_2CO_3+HCl \xlongequal{} NaCl+NaHCO_3$ 及 $NaHCO_3+HCl \xlongequal{} NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$ 可知:Na_2CO_3 发生的两步反应消耗盐酸的体积相同,而 A 线所示溶液中加入盐酸时,未产生气体消耗盐酸的体积与产生 CO_2 气体消耗的盐酸的体积比是60 mL∶(75−60) mL=4∶1>1∶1,说明 A 曲线表明原 NaOH 溶液中通入 CO_2 后,所得溶液中的溶质成分是 Na_2CO_3 和 NaOH,消耗盐酸的体积为 $0<V(HCl)<60$ mL 时发生的离子反应为 $H^+ + OH^- \xlongequal{} H_2O$、$H^+ + CO_3^{2-} \xlongequal{} HCO_3^-$,A 错误;由于碳酸钠和盐酸反应是分步进行的,即 $Na_2CO_3+HCl \xlongequal{} NaCl+NaHCO_3$、$NaHCO_3+HCl \xlongequal{} NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$,所以根据图像可知,A 线所示溶液中是氢氧化钠和碳酸钠的混合物,B 线所示溶液中是碳酸钠和碳酸氢钠的混合物,最终生成氯化钠,所以根据原子守恒可知氢氧化钠的浓度,$n(NaOH)=n_{总}(HCl)=0.2\ mol \cdot L^{-1} \times 0.075\ L=0.015\ mol$,原 NaOH 溶液浓度 $c=\frac{0.015\ mol}{0.01\ L}=1.5\ mol \cdot L^{-1}$,B 正确;在 B 线所示溶液未产生气体消耗盐酸的体积是 25 mL,反应放出气体消耗盐酸的体积是(75−25) mL=50 mL,$V_1 : V_2 = 1 : 2$,则说明 A 曲线表明原 NaOH 溶液中通入 CO_2 后,所得溶液中的溶质成分是 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$,二者的物质的量之比是 1∶1,C 错误;对于 B 曲线,反应产生 CO_2 的化学方程式为 $NaHCO_3+HCl \xlongequal{} NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$,根据化学方程式可知:$0.05\ L \times 0.2\ mol \cdot L^{-1} = 0.01$ mol HCl 完全反应产生0.01 mol CO_2,CO_2 的体积为 0.224 L=224 mL,D 错误。

★★★

迁·移·应·用

考点1 钠、氯及其化合物的性质及应用

【教考衔接】

教材第二章第一节和第二节详细介绍了钠、氯及其化合物的结构、性质及应用。高考中高频考点主要集中在:(1)钠、氯及其化合物的性质与用途的关系。(2)运用化学原理解释、分析和解决生活实际问题。

【典例示范】

【例1】判断下列说法的正误。

(1)(2024·安徽卷)制作面点时加入食用纯碱,是利用 $NaHCO_3$ 中和发酵过程产生的酸。 (　　)

(2)(2023·浙江6月卷)过氧化钠能与二氧化碳反应生成氧气,可作潜水艇中的供氧剂。 (　　)

(3)(2023·重庆卷)Na_2O_2 分别与 H_2O 和 CO_2 反应,生成的气体相同。 (　　)

(4)小苏打的主要成分是 Na_2CO_3。 (　　)

解析:(1)食用纯碱的主要成分是 Na_2CO_3。(2)过氧化钠能与二氧化碳反应生成氧气,因此可作潜水艇中的供氧剂。(3)Na_2O_2 分别与 H_2O 和 CO_2 反应,均生成氧气。(4)小苏打的主要成分是 $NaHCO_3$。

答案:(1)×　(2)√　(3)√　(4)×

【例2】下列说法错误的是 (　　)

A.(2024·甘肃卷)次氯酸钠能用于衣物漂白,利用的是次氯酸钠的氧化性

B.(2023·广东卷)漂白粉的有效成分是 $CaCO_3$,所以久置空气中的漂白粉遇盐酸产生 CO_2

C.“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

D.NaClO 通过氧化灭活病毒

B　**解析**:漂白粉的有效成分是次氯酸钙,久置空气中会吸收空气中的 CO_2 生成 $CaCO_3$ 而变质。

【归纳总结】

绘制钠、氯元素的“价—类”二维图,是攻克本专题的武器,绘制其价—类二维图,可清晰呈现氧化还原和非氧化还原两种转化路径。

【针对训练】

1.关于氯气与钠在工业中的应用,下列叙述错误的是 (　　)

A.氯气在工业上大量用于制造盐酸

B.氯气可用于自来水的杀菌、消毒

C.金属钠用于钛、锆等金属的冶炼

D.将金属钠长期直接露置于空气中最终得到氧化钠

D　**解析**:Cl_2 与 H_2 反应生成 HCl,在工业上大量用于制造盐酸,A正确;氯气可用于自来水的杀菌、消毒,是由于氯气与水反应生成的次氯酸具有杀菌作用,B正确;钠的还原性很强,可作为还原剂用于冶炼钛、锆等金属,C正确;钠在空气中最终生成 Na_2CO_3($Na\rightarrow Na_2O\rightarrow NaOH\rightarrow Na_2CO_3\cdot 10H_2O\rightarrow Na_2CO_3$),D错误。

2.化学与生产、生活密切相关。下列说法错误的是 (　　)

A.金属钠导热性好,可用作传热介质

B.氢氧化钠常用于治疗胃酸过多

C.硫酸钙可用于由豆浆制豆腐

D.二氧化氯可用于自来水消毒

B　**解析**:金属钠具有良好的导热性,可用作传热介质,故A正确;氢氧化钠碱性强,具有腐蚀性,不能用于治疗胃酸过多,治疗胃酸过多的药品为碳酸氢钠等,故B错误;硫酸钙是电解质,能使胶体聚沉,可用于由豆浆制豆腐,故C正确;二氧化氯具有强氧化性,可作消毒剂,用于自来水消毒,故D正确。

考点2 阿伏加德罗常数的正误判断

【教考衔接】

教材第二章第三节详细介绍了物质的量(n)、摩尔质量(M)、气体摩尔体积(V_m)、阿伏加德罗常数(N_A)及物质的量浓度(c)的计算。高考中高频考点主要集中在:(1)微粒中所含分子数、原子数、离子数的计算。(2)反应中转移电子数的计算。

【典例示范】

【例3】N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是_____。

(1)(2025·云南卷)22.4 L CH_4 中原子的数目为 $5N_A$。

(2)(2025·云南卷)0.1 L 12 mol·L^{-1} 盐酸与足量 MnO_2 反应,生成 Cl_2 的数目为 $0.3N_A$。

(3)(2025·黑吉辽蒙卷)钠及其化合物的部分转化关系如图所示。反应③中 1 mol Na_2O_2 与足量 H_2O 反应转移电子的数目为 $2N_A$。

$$NaCl \xrightarrow[\text{电解}]{①} Na \xrightarrow[O_2]{②} Na_2O_2 \xrightarrow[H_2O]{③} NaOH \xrightarrow[Cl_2]{④} NaClO$$

(4)(2024·贵州卷)实验室用草酸($H_2C_2O_4$)和 $KClO_3$ 制取 ClO_2,0.1 mol·L^{-1} $H_2C_2O_4$ 溶液中含有的 H^+ 数目为 $0.2N_A$。

(5)(2023·广东卷)1 mol $NaHCO_3$ 完全分解,得到的 CO_2 分子数目为 $2N_A$。

(6)(2023·广东卷)NaCl 和 NH_4Cl 的混合物中含 1 mol Cl^-,则混合物中质子数为 $28N_A$。

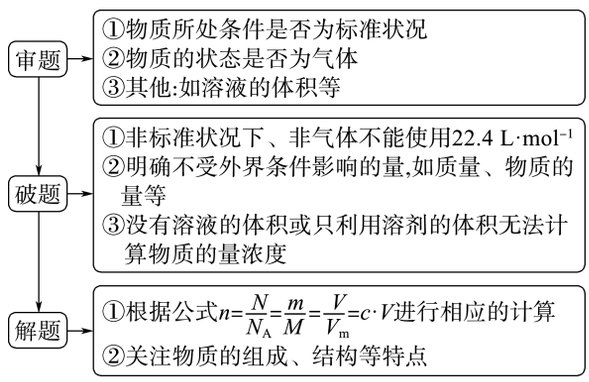
(7)(2023·浙江6月卷)1.7 g H_2O_2 中含有氧原子数为 $0.2N_A$。

解析:(1)未指明气体是否处于标准状况下,22.4 L CH_4 的物质的量无法确定为 1 mol,因此原子数目无法确定为 $5N_A$,错误。(2)盐酸与 MnO_2 反应时,随着反应的进行,盐酸浓度降低,反应停止,实际生成 Cl_2 的物质的量小于理论值 0.3 mol,错误。(3)Na_2O_2 与水反应生成氢氧化钠和氧气,化学方程式为 $2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$,1 mol Na_2O_2 与水反应转移 1 mol 电子,数目为 N_A,错误。(4)未给出草酸溶液的体积,无法计算氢离子的物质的量,错误。(5)1 mol $NaHCO_3$ 完全分解,得到的 CO_2 分子数目为 $0.5N_A$,错误。(6) Na^+ 和 NH_4^+ 的质子数都为 11,NaCl 和 NH_4Cl 的混合物中含 1 mol Cl^-,则 Na^+ 和 NH_4^+ 共 1 mol,混合物中质子数为(11+17)N_A=$28N_A$,正确。(7)1.7 g H_2O_2 的物质的量为 $\frac{1.7\text{ g}}{34\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.05$ mol,则含有氧原子数为 $0.1N_A$,错误。

答案:(6)

【思维建模】

解答有关阿伏加德罗常数问题的思维流程



【针对训练】

3. 单质硫是一种淡黄色固体,它有多种同素异形体,如 S_6、S_8 等。N_A 表示阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是 (　　)

A.1 个 S_8 分子的质量为 256 g,是硫原子质量的 8 倍

B.在标准状况下,1 mol S_8 的体积约为22.4 L

C.1 mol S_8 和 32 g S_6 所含分子数为 N_A

D.等质量的 S_8 和 S_6 含有相同原子数

D　**解析**:S_8 的摩尔质量为 256 g·mol^{-1},1 个 S_8 分子的质量为 $\frac{256\text{ g}}{N_A}$,故 A 错误;S_8 是固体,不能用气体摩尔体积计算,故 B 错误;1 mol S_8 含分子数为 N_A,32 g S_6 含分子数为 $\frac{N_A}{6}$,故 C 错误;S_8 和 S_6 都是由 S 原子构成的,等质量的 S_8 和 S_6 含有相同原子数,故 D 正确。

4. N_A 表示阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是 (　　)

A.7.1 g Cl_2 与足量铁在加热条件下完全反应时转移的电子数为 $0.3N_A$

B.100 mL 1.0 mol·L^{-1} $KClO_3$ 溶液中含有的 Cl^- 数目为 $0.1N_A$

C.常温常压下,46 g NO_2 和 N_2O_4 的混合气体中氧原子总数为 $2N_A$

D.标准状况下,5.6 L CO 和 N_2 的混合气体中含有的原子总数为 N_A

C　**解析**:7.1 g Cl_2(0.1 mol)与足量铁完全反应生成氯化铁,转移的电子数为 $0.2N_A$,A 错误;$KClO_3$ 溶液中含 ClO_3^-,无 Cl^-,B 错误;46 g NO_2 和 N_2O_4 的混合气体(可视为 1 mol NO_2)中氧原子总数为 $2N_A$,故 C 正确;标准状况下,5.6 L CO 与 N_2 的混合气体(0.25 mol)所含的原子(均为双原子分子)总数为 $0.5N_A$,D 错误。

考点3 配制一定物质的量浓度的溶液

【教考衔接】

教材第二章第三节详细介绍了配制一定物质的量浓度溶液的步骤。高考中高频考点主要集中在：(1)基本原理与计算时有效数字和仪器精度匹配。(2)仪器使用与辨认。(3)真实、陌生实验情境中的规范操作及误差分析。解答时主要抓住“原理计算—仪器选择—规范操作—误差分析”四条主线。

【典例示范】

【例4】关于配制溶液，下列说法正确的是 （ ）



图1



图2



图3

A.图1操作中俯视刻度线定容会导致所配溶液浓度偏小

B.配制100 mL一定物质的量浓度的NaCl溶液，需要用到的玻璃仪器为100 mL容量瓶、胶头滴管、烧杯、量筒、玻璃棒，需要的试剂为蒸馏水、NaCl固体

C.图2操作为稀释浓硫酸

D.图3操作为溶液的转移

B **解析**：配制一定物质的量浓度的溶液时，俯视刻度线定容会使溶液的体积偏小，导致所配溶液浓度偏大，故A错误；配制100 mL一定物质的量浓度的NaCl溶液的步骤为计算、称量、溶解、转移、洗涤、定容、摇匀等，需要的仪器为托盘天平、药匙、烧杯、量筒、玻璃棒、100 mL容量瓶、胶头滴管等，选项中所选玻璃仪器和试剂均准确，B正确；容量瓶为定容仪器，不能用于稀释操作，C错误；溶液转移时，为防止液体洒出容量瓶应用玻璃棒引流，故D错误。

【例5】(2025·山东卷)称取1.6 g固体NaOH配制400 mL浓度约为0.1 mol·L^{-1}的NaOH溶液，下列仪器中不需要使用的是 （ ）

A.100 mL烧杯

B.500 mL容量瓶

C.500 mL量筒

D.500 mL细口试剂瓶(具橡胶塞)

B **解析**：溶解1.6 g NaOH需要在烧杯中进行，故A需要；1.6 gNaOH的物质的量为$\frac{1.6\ \text{g}}{40\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.04\ \text{mol}$，$\frac{0.04\ \text{mol}}{0.1\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}=0.4\ \text{L}$，本实验要求精度不高，1.6 g氢氧化钠溶解在400 mL蒸馏水中即可配制400 mL浓度约为0.1 mol·L^{-1}的NaOH溶液，不需要500 mL容量瓶，故B不需要；据B项分析可知，配制时需500 mL量筒量取400 mL蒸馏水，故C需要；NaOH溶液配制好后需要转移到试剂瓶中储存，氢氧化钠溶液呈碱性，能与玻璃中的二氧化硅反应，不能选择玻璃塞，所以需要500 mL细口试剂瓶(具橡胶塞)，故D需要。

【易错提醒】

容量瓶使用再提醒

(1)容量瓶使用过程中，不能用手等部位触碰瓶口，以免污染试剂。

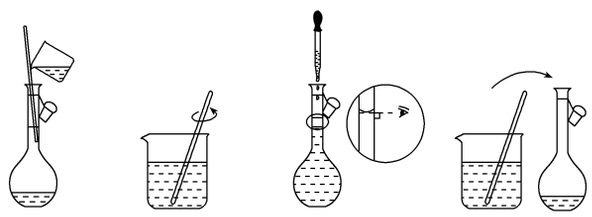
(2)定容时，应平视刻度线，不能仰视或俯视。

(3)向容量瓶中转移液体，需用玻璃棒引流，玻璃棒下端位于刻度线以下，同时玻璃棒不能接触容量瓶瓶口。

(4)定容完成后，盖上瓶塞，左手食指抵住瓶塞，防止瓶塞脱落，右手扶住容量瓶底部，防止容量瓶从左手掉落，将容量瓶来回颠倒，将溶液摇匀。

【针对训练】

5.配制480 mL 1.0 mol·L^{-1} NaCl溶液，部分实验操作如图所示：



下列说法不正确的是 （ ）

A.上述操作步骤的正确顺序为②①④③

B.实验中需要的仪器有托盘天平、500 mL容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管等

C.用托盘天平称量NaCl固体的质量为29.3 g

D.定容时，仰视容量瓶的刻度线，使配制的NaCl溶液浓度偏高

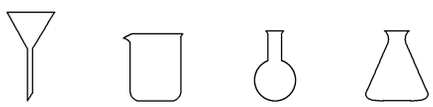
D **解析**：配制480 mL 1.0 mol·L^{-1}NaCl溶液，操作顺序为溶解、移液、洗涤、定容，实验操作步骤的正确顺序为②①④③，故A正确；实验中用托盘天平称取氯化钠固体、用500 mL容量瓶定容、用烧杯溶解氯化钠、用玻璃棒搅拌和引流、定容时用胶头滴管，故B正确；用托盘天平称量NaCl固体的质量$m=cVM=1\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\times0.5\ \text{L}\times58.5\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}\approx$

29.3 g，故 C 正确；定容时，仰视容量瓶的刻度线，溶液体积偏大，使配得的 NaCl 溶液浓度偏低，故 D 错误。

6. 作物要丰产，选种是关键。农作物选种时需要一定浓度的盐水。现拟在实验室配制1 000 mL 0.2 mol·L^{-1}的 NaCl 溶液。请回答下列问题：

(1)需要 NaCl 固体的质量为_____。

(2)实验所需的玻璃仪器除量筒、玻璃棒、容量瓶(1 000 mL)和胶头滴管外，还需_____(填字母序号)。



(3)溶解后的溶质需全部转移到容量瓶中，转移时玻璃棒的作用是_____。若转移时不慎将少量溶液洒到容量瓶外，所配溶液的浓度将_____(选填“偏高”“偏低”或“无影响”)。

(4)将蒸馏水注入容量瓶“定容”时，当液面接近瓶颈上的刻度线，改用胶头滴管滴加蒸馏水至溶液的凹液面恰好与刻度线_____。若液面超过刻度线，正确的处理方法是_____

_____

_____。

解析：(1)需要 NaCl 固体的质量为 $m=cVM=0.2\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\times1\ \text{L}\times58.5\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}=11.7\ \text{g}$。

(2)实验所需的玻璃仪器除量筒、玻璃棒、容量瓶(1 000 mL)和胶头滴管外，还需烧杯(b)，不需要漏斗(a)、圆底烧瓶(c)、锥形瓶(d)。

(3)溶解后的溶质需全部转移到容量瓶中，转移时玻璃棒的作用是引流。若转移时不慎将少量溶液洒到容量瓶外，将会造成溶质损失，即溶质物质的量偏小，所配溶液的浓度将偏低。

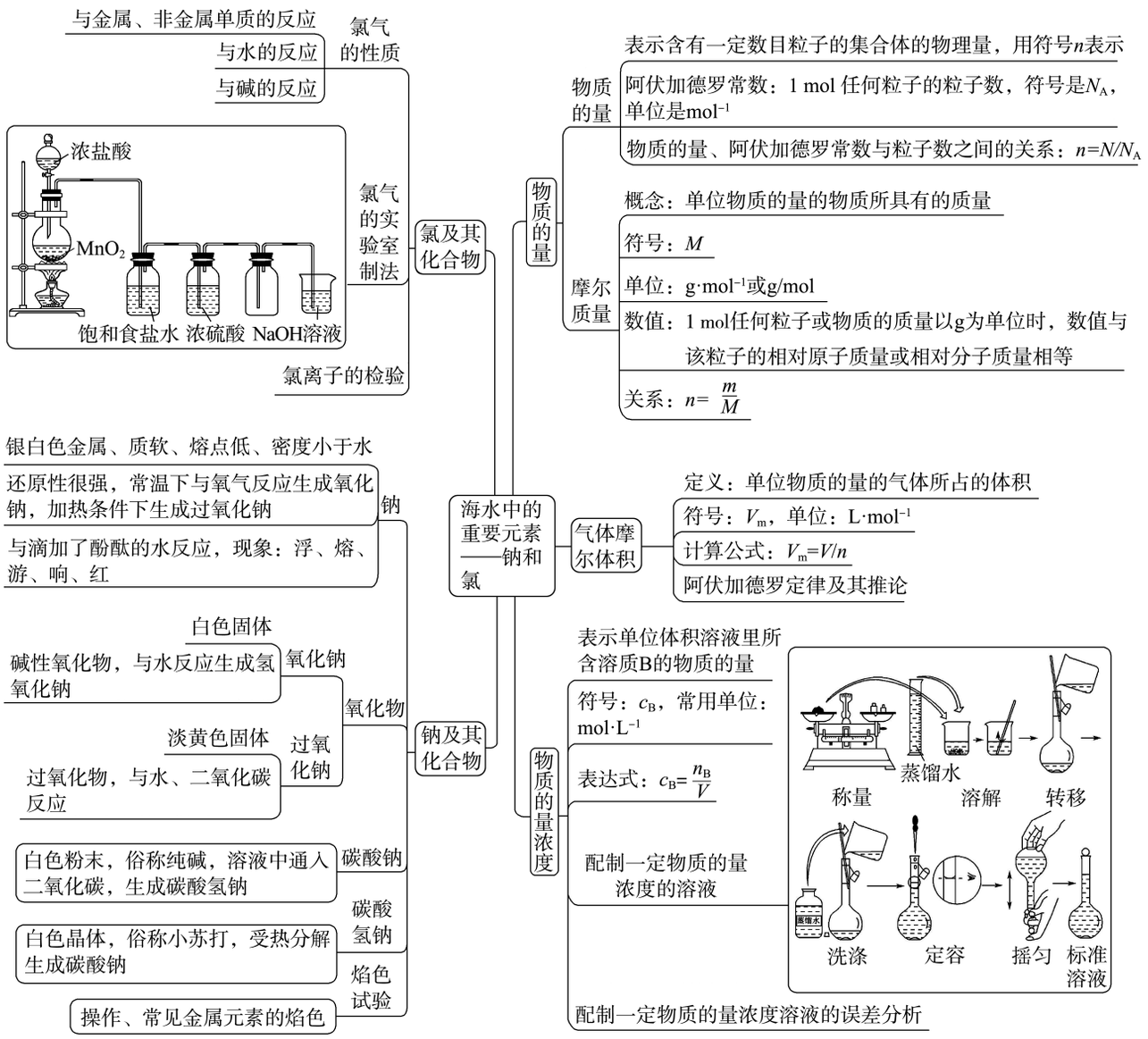
(4)将蒸馏水注入容量瓶“定容”时，当液面接近瓶颈上的刻度线，改用胶头滴管滴加蒸馏水至溶液的凹液面恰好与刻度线相切。若液面超过刻度线，正确的处理方法是重新配制。

答案：(1)11.7 g　(2)b　(3)引流　偏低　(4)相切　重新配制

★ ★ ★

重 · 构 · 拓 · 展

多维体系构建


海水中的重要元素——钠和氯
氯及其化合物
氯气的性质
与金属、非金属单质的反应
与水的反应
与碱的反应
氯气的实验室制法
浓盐酸
MnO_2
饱和食盐水
浓硫酸
NaOH溶液
氯离子的检验
钠及其化合物
钠
银白色金属、质软、熔点低、密度小于水
还原性很强，常温下与氧气反应生成氧化钠，加热条件下生成过氧化钠
与滴加了酚酞的水反应，现象：浮、熔、游、响、红
氧化物
氧化钠
白色固体
碱性氧化物，与水反应生成氢氧化钠
过氧化钠
淡黄色固体
过氧化物，与水、二氧化碳反应
碳酸钠
白色粉末，俗称纯碱，溶液中通入二氧化碳，生成碳酸氢钠
碳酸氢钠
白色晶体，俗称小苏打，受热分解生成碳酸钠
焰色试验
操作、常见金属元素的焰色
物质的量
物质的量
表示含有一定数目粒子的集合体的物理量，用符号n表示
阿伏加德罗常数：1 mol 任何粒子的粒子数，符号是N_A，单位是mol^{-1}
物质的量、阿伏加德罗常数与粒子数之间的关系：$n=N/N_A$
摩尔质量
概念：单位物质的量的物质所具有的质量
符号：M
单位：$g\cdot mol^{-1}$或g/mol
数值：1 mol任何粒子或物质的质量以g为单位时，数值与该粒子的相对原子质量或相对分子质量相等
关系：$n=\frac{m}{M}$
气体摩尔体积
定义：单位物质的量的气体所占的体积
符号：V_m，单位：$L\cdot mol^{-1}$
计算公式：$V_m=V/n$
阿伏加德罗定律及其推论
物质的量浓度
表示单位体积溶液里所含溶质B的物质的量
符号：c_B，常用单位：$mol\cdot L^{-1}$
表达式：$c_B=\frac{n_B}{V}$
配制一定物质的量浓度的溶液
称量
蒸馏水
溶解
转移
洗涤
定容
摇匀
标准溶液
配制一定物质的量浓度溶液的误差分析

单元测试卷(二)

(考查范围:第二章　时间:75 分钟　分值:100 分)

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

1.物质的性质决定用途,下列两者对应关系正确的是(　　)

A.Na、K 具有强还原性,Na-K 合金可作原子反应堆的导热剂

B.过氧化钠能与二氧化碳反应生成氧气,可作潜水艇中的供氧剂

C.$NaHCO_3$ 易分解,用于治疗胃酸过多

D.ClO_2 具有还原性,可用于自来水的杀菌消毒

B　**解析**:Na-K 合金可作原子反应堆的导热剂,利用了 Na、K 的导热性,不是还原性,A 错误;过氧化钠能与二氧化碳反应生成可以供人呼吸的氧气,可作潜水艇中的供氧剂,B 正确;$NaHCO_3$ 能与酸反应,可用于治疗胃酸过多,与碳酸氢钠易分解无关,C 错误;ClO_2 具有强氧化性,还原产物是氯离子,是一种绿色消毒剂,可用于自来水杀菌消毒,D 错误。

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

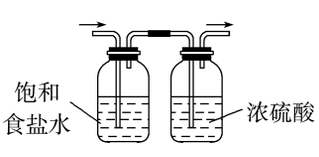
⑥定容摇匀后,若液面低于刻度线,可再次加水补齐

A.①②⑤　　B.①③④

C.②④⑥　　D.④⑤⑥

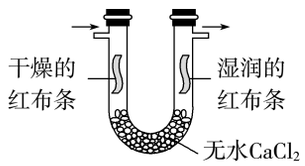
A　**解析**:量筒内的残液倒入容量瓶中,会导致溶质质量偏多,则所配溶液浓度偏高,③错误;容量瓶不能用于溶解固体或稀释溶液,④错误;定容摇匀后,液面低于刻度线是正常的,若再加水,则溶液的浓度偏低,⑥错误。

3.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(　　)

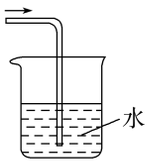


A


B



C



D

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。

4.甲醛(HCHO)是室内污染物之一,可利用光催化剂将 HCHO 氧化为 CO_2 和 H_2O。下列说法正确的是(　　)

A.1 mol O_2 含有 12 mol 电子

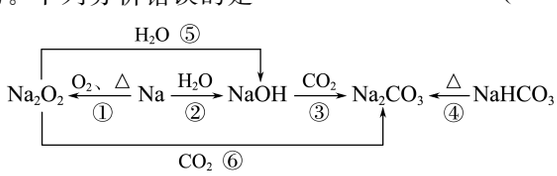
B.1 mol HCHO 的质量为 30 g

C.22 g CO_2 分子含有 $0.5N_A$(用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值)个氧原子

D.标准状况下,1 mol 乙醇的体积为 22.4 L

B　**解析**:一个 O_2 分子中含有 16 个电子,则 1 mol O_2 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 CO_2(物质的量为 $\frac{22\ g}{44\ g\cdot mol^{-1}}=0.5$ mol)分子含有 $0.5\times2N_A=N_A$ 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。

5.以不同类别物质间的转化为线索,认识钠及其化合物。下列分析错误的是(　　)



A.反应③说明 CO_2 具有酸性氧化物的性质

B.反应④说明 $NaHCO_3$ 的热稳定性强于 Na_2CO_3

C.反应⑤⑥可用于潜艇中 O_2 的供给

D.常温下,Na 和 H_2O 反应生成 NaOH 和 H_2,说明 Na 是活泼金属

B　**解析**：反应③为 $2NaOH+CO_2 \xlongequal{} Na_2CO_3+H_2O$，$CO_2$ 与碱反应生成盐和水，说明 CO_2 具有酸性氧化物的性质，A 项正确；$NaHCO_3$ 受热分解为 Na_2CO_3，表明 $NaHCO_3$ 的稳定性弱于 Na_2CO_3，B 项错误；Na_2O_2 分别与 CO_2、H_2O 反应都能生成 O_2，因此反应⑤⑥可用于潜艇中 O_2 的供给，C 项正确；常温时，Na 和 H_2O 反应生成 NaOH 和 H_2，说明 Na 是活泼金属，D 项正确。

6. 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（CO_2）为原料人工合成淀粉[$(C_6H_{10}O_5)_n$]。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 CO_2 的体积约为 22.4 L

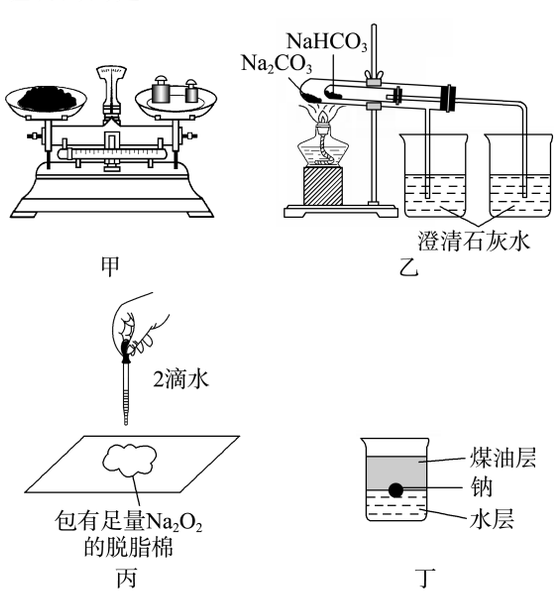
B. 等温等压下，同体积的 CO 和 CO_2 的原子数之比为 3∶2

C. 淀粉中 C、H、O 的质量之比为 6∶10∶5

D. 22 g CO_2 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 CO_2 的体积不是 22.4 L，A 错误；等温等压下，等体积的 CO 和 CO_2 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 $(C_6H_{10}O_5)_n$，淀粉中 C、H、O 的质量之比为 72∶10∶80=36∶5∶40，C 错误；22 g CO_2 的物质的量为 22 g÷44 g·mol^{-1}=0.5 mol，D 正确。

7. 用如图所示实验装置进行相关实验探究，不能达到实验目的的是（　　）



A. 装置甲：称取一定质量的 NaOH 固体

B. 装置乙：验证 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 的热稳定性

C. 装置丙：验证 Na_2O_2 与水反应放热

D. 装置丁：证明 Na 能与水反应，且 Na 的密度比煤油的大

A　**解析**：NaOH 固体易吸收空气中的二氧化碳和水，为防止 NaOH 变质，用托盘天平称量 NaOH 固体时，应放在玻璃器皿中称量，不能直接放在托盘上称量，A 不能达到实验目的；外管温度较高，内管温度低，将 $NaHCO_3$ 置于内管，将稳定性较强的 Na_2CO_3 置于外管，通过右侧澄清石灰水变浑浊、左侧澄清石灰水不变浑浊，验证 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 的热稳定性：$Na_2CO_3>NaHCO_3$，B 能达到实验目的；脱脂棉燃烧可证明 Na_2O_2 与水反应生成氧气，且放热，C 能达到实验目的；烧杯中上层为煤油、下层为水，实验中有气泡产生，且钠粒在两层液体的界面处上下跳动，则证明 Na 能与水反应，且 Na 的密度比煤油的大，D 能达到实验目的。

8. 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

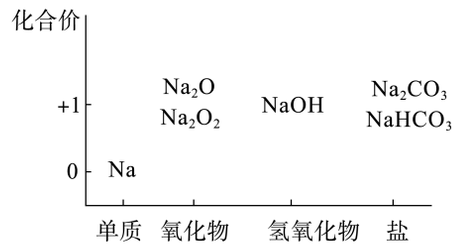
B. 200 mL 1 mol·L^{-1} 氯化钙溶液中 $c(Cl^-)$ 和 100 mL 2 mol·L^{-1} 氯化钾溶液中 $c(Cl^-)$

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·L^{-1} 氯化钙溶液中 $c(Cl^-)$=2 mol·L^{-1}，与 2 mol·L^{-1} 氯化钾溶液中 $c(Cl^-)$ 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 $\frac{c_1}{c_2}=\frac{20\%\times 1\,000\rho_1}{40}:\frac{10\%\times 1\,000\rho_2}{40}=\frac{2\rho_1}{\rho_2}>2:1$，D 项错误。

9. 钠及其化合物在工业生产中有重要作用，如图是钠及其化合物的“价—类”二维图，下列说法正确的是（　　）



A.Na 在空气中燃烧生成 Na_2O

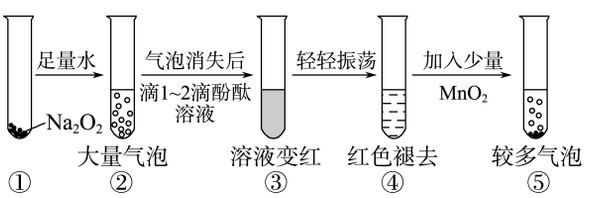
B.Na_2O 和 Na_2O_2 分别与 H_2O 反应的生成物完全相同

C.NaOH 固体在空气中易变质，需密封保存

D.相同条件下，等物质的量的 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 分别与足量盐酸反应，生成气体的体积不同

C　**解析**：Na 在空气中燃烧生成 Na_2O_2，故 A 项错误；Na_2O 与 H_2O 反应生成 NaOH，Na_2O_2 与 H_2O 反应生成 NaOH 和 O_2，故 B 项错误；NaOH 易潮解并与空气中的 CO_2 反应，需要密封保存，故 C 项正确；相同条件下，等物质的量的 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 分别与足量盐酸反应，生成 CO_2 的体积相同，故 D 项错误。

10.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。

11.物质的量是联系微观粒子与宏观物质的桥梁，设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是　（　　）

A.78 g Na_2O_2 与足量水反应，转移的电子数为 $2N_A$

B.常温常压下，1 mol HCl 气体的质量为 36.5 g

C.N_A 个 $Fe(OH)_3$ 胶粒的质量为 107 g

D.若 O_2 的密度为 ρ g·L^{-1}，则 SO_2 的密度为 2ρ g·L^{-1}

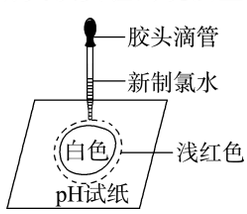
B　**解析**：78 g Na_2O_2 的物质的量为 $\frac{78\text{ g}}{78\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=1$ mol，与水反应的化学方程式为 $2Na_2O_2+2H_2O=\!=\!=4NaOH+O_2\uparrow$，1 mol Na_2O_2 反应生成 0.5 mol O_2，氧元素的化合价由−1 价升高为 0 价，转移电子数为 N_A，A 错误；HCl 的摩尔质量为 36.5 g·mol^{-1}，1 mol HCl 的质量为 36.5 g，B 正确；$Fe(OH)_3$ 胶粒由多个 $Fe(OH)_3$ 粒子聚集而成，N_A 个胶粒中 $Fe(OH)_3$ 的物质的量远大于 1 mol，其质量应远大于 107 g，C 错误；密度与摩尔质量成正比需在同温同压条件下，题目未明确此条件，无法直接推断 SO_2 的密度为 2ρ g·L^{-1}，D 错误。

12.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。

13.某同学在一 pH 试纸上滴几滴新制的氯水，现象如图所示。下列有关该实验的说法正确的是（　　）



A.该实验说明 Cl_2 分子具有漂白性

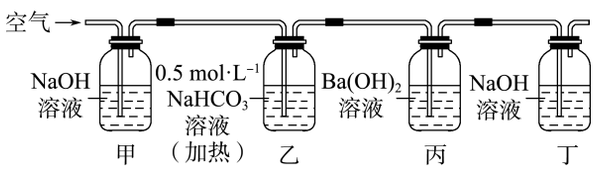
B.该实验说明 H^+ 扩散速率比 HClO 分子快

C.将实验后的 pH 试纸在酒精灯上微热，试纸又恢复原来的颜色

D.若用久置的氯水进行实验，现象相同

B　**解析**：HClO 具有漂白性，Cl_2 无漂白性，A 项错误；HClO 的漂白作用持久、稳定，实验后的 pH 试纸加热不会恢复原来的颜色，C 项错误；久置氯水的主要成分为稀盐酸，无漂白性，D 项错误。

14. 某兴趣小组同学为验证碳酸氢钠溶液可作为植物光合作用的碳源，并测定碳酸氢钠的分解率，在乙瓶中装入 100 mL 0.5 mol·L^{-1} 的碳酸氢钠溶液，利用下图所示装置进行实验。下列说法正确的是（　　）



A.甲、丁瓶中氢氧化钠溶液的作用完全相同

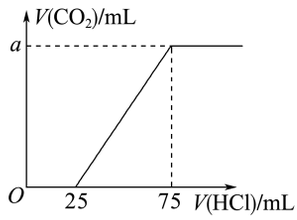
B.反应结束后，乙瓶溶液的 pH 减小

C.丙中发生反应的离子方程式为 $CO_2+2OH^-=\!=\!=CO_3^{2-}+H_2O$

D.若反应结束后丙瓶产生 0.197 g 沉淀，则碳酸氢钠的分解率为 4%

D　**解析**：实验要验证碳酸氢钠溶液可作为植物光合作用的碳源，要排除空气中二氧化碳的干扰，所以实验前要除去空气中的二氧化碳，还要防止空气中的二氧化碳由丁进入丙。甲瓶中氢氧化钠溶液的作用是除去空气中的二氧化碳，防止空气中的二氧化碳进入乙瓶，丁瓶中氢氧化钠溶液的作用是吸收空气中的二氧化碳，防止空气中的二氧化碳进入丙瓶，A 错误；碳酸氢钠分解生成碳酸钠，碳酸钠的碱性强于碳酸氢钠，所以乙瓶溶液 pH 增大，B 错误；碳酸氢钠分解生成的二氧化碳与丙中的氢氧化钡反应，生成碳酸钡沉淀，反应的离子方程式为 $CO_2+2OH^-+Ba^{2+}=\!=\!=BaCO_3\downarrow+H_2O$，C 错误；$2NaHCO_3 \sim CO_2 \sim BaCO_3$，$n(BaCO_3)=\dfrac{m}{M}=\dfrac{0.197\ g}{197\ g\cdot mol^{-1}}=0.001\ mol$，则 $n(NaHCO_3)=2n(BaCO_3)=2\times0.001\ mol=0.002\ mol$，则碳酸氢钠的分解率为 $\dfrac{0.002\ mol}{0.5\ mol\cdot L^{-1}\times0.1\ L}\times100\%=4\%$，D 正确。

15. 取一定量的 NaOH 溶液通入 CO_2 后，再继续向该溶液中逐滴加入 0.1 mol·L^{-1} 的盐酸，产生 CO_2 的体积与所加盐酸体积之间的关系如图所示。下列说法不正确的是（　　）



A.原溶液中 NaOH 的物质的量为 0.75 mol

B.通入 CO_2 后所得的溶液溶质成分为 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3

C.通入 CO_2 后所得的溶液中含有 2.5×10^{-3} mol $NaHCO_3$

D.原溶液中通入的 CO_2 的体积在标准状况下为 112 mL

A　**解析**：从图中可以看出，当加入盐酸的体积为 25 mL 时开始生成气体，则此时发生反应 $NaHCO_3+HCl=\!=\!=NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$，$n(NaHCO_3)=n(HCl)=0.1\ mol\cdot L^{-1}\times0.05\ L=0.005\ mol$，则加入的 25 mL 盐酸发生的反应为 $Na_2CO_3+HCl=\!=\!=NaHCO_3+NaCl$，由此可求出通入 CO_2 后的溶液中，$n(Na_2CO_3)=0.002\ 5\ mol$，$n(NaHCO_3)=0.002\ 5\ mol$，依据钠元素守恒，原溶液中 NaOH 的物质的量等于加入 75 mL 盐酸后溶液中生成 NaCl 的物质的量，即为 0.007 5 mol。根据分析，原溶液中 NaOH 的物质的量为 0.007 5 mol，A 错误；由分析可知，通入 CO_2 后所得的溶液中，溶质成分为 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3，B 正确；通入 CO_2 后所得溶液中，$n(Na_2CO_3)=0.002\ 5\ mol$，$n(NaHCO_3)=0.002\ 5\ mol$，则含有 2.5×10^{-3} mol $NaHCO_3$，C 正确；通入 CO_2 后所得的溶液中，$n(Na_2CO_3)=0.002\ 5\ mol$，$n(NaHCO_3)=0.002\ 5\ mol$，依据碳原子守恒，可求出通入 CO_2 的物质的量为 0.005 mol，标准状况下的体积为 112 mL，D 正确。

二、非选择题：本题共 4 小题，共 55 分。

16. (12 分)物质的量在化学计算中占据着重要地位。回答下列问题：

Ⅰ.填空。

(1)16 g SO_2 在标准状况下的体积为_____ L。

(2)$(NH_4)_2SO_4$ 中含 0.6 mol NH_4^+，则含 SO_4^{2-} 的质量为_____ g。

(3)已知 16 g A 和 20 g B 恰好完全反应生成 0.04 mol C 和 31.76 g D，则 C 的摩尔质量为_____。

Ⅱ.实验室需要 450 mL 0.1 mol·L^{-1} NaOH 溶液，配制 0.1 mol·L^{-1} NaOH 溶液的操作步骤如下：

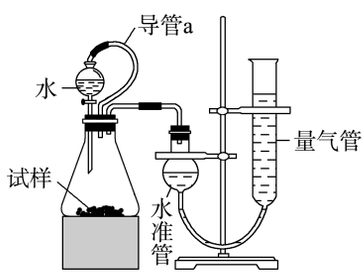
①把称量好的 NaOH 固体放入小烧杯中，加适量蒸馏水溶解；

②待溶液冷却至室温，再小心转入_____中；
③继续向容量瓶中加蒸馏水至液面距刻度线下方_____处，改用胶头滴管小心滴加蒸馏水至溶液凹液面与刻度线相切；
④用少量蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒2～3次，将每次洗涤的液体都小心转入容量瓶中，并轻轻摇匀；
⑤将容量瓶瓶塞塞紧，充分摇匀。
(4)将横线处实验步骤补充完整：②_____，③_____；操作步骤的正确顺序为_____(填序号)。
(5)应用托盘天平称取NaOH的质量为_____ g。
(6)在其他操作均正确的情况下，判断下列操作对所配制溶液浓度的影响(填“偏大”“偏小”或“无影响”)。
①未等溶液冷却就定容_____。
②转移过程中有液滴溅出_____。
(7)若实验室采用1 mol·L^{-1}的NaOH溶液配制所需溶液，则应用量筒量取的溶液体积为_____mL。

解析：(1)16 g SO_2的物质的量$n=\frac{m}{M}=\frac{16\ g}{64\ g\cdot mol^{-1}}=0.25\ mol$，在标准状况下的体积$V=n\times V_m=0.25\ mol\times22.4\ L\cdot mol^{-1}=5.6\ L$。(2)$(NH_4)_2SO_4$中含有0.6 mol NH_4^+，即可知$(NH_4)_2SO_4$中含有0.3 mol SO_4^{2-}，因此含SO_4^{2-}的质量$m=nM=0.3\ mol\times96\ g\cdot mol^{-1}=28.8\ g$。(3)16 g A和20 g B恰好完全反应生成0.04 mol C和31.76 g D，根据质量守恒定律可知，生成C的质量$m(C)=16\ g+20\ g-31.76\ g=4.24\ g$，$M(C)=\frac{m}{n}=\frac{4.24\ g}{0.04\ mol}=106\ g\cdot mol^{-1}$。(4)配制一定物质的量浓度溶液的一般步骤为计算、称量、溶解、冷却、移液、洗涤、定容、摇匀、装瓶等，根据大而近的原则，实验室需要500 mL容量瓶，因此操作步骤顺序为①②④③⑤。(5)配制450 mL 0.1 mol·L^{-1}NaOH溶液，根据容量瓶的规格可知，所使用的容量瓶规格为500 mL，因此需要氢氧化钠质量为$500\times10^{-3}\ L\times0.1\ mol\cdot L^{-1}\times40\ g\cdot mol^{-1}=2.0\ g$，托盘天平的精度为0.1 g，因此应用托盘天平称取NaOH的质量为2.0 g。(6)①未等溶液冷却就定容，待冷却后溶液的体积会变小，故溶液的浓度会偏大。②转移溶液时不慎有少量液滴溅出，导致溶质的物质的量偏小，溶液浓度偏小。(7)采用1 mol·L^{-1}的NaOH溶液配制实验室需要的450 mL 0.1 mol·L^{-1}NaOH溶液，根据容量瓶的规格可知，所使用的容量瓶规格为500 mL，由$c_1V_1=c_2V_2$可得，1 mol·$L^{-1}\times V_1=0.1\ mol\cdot L^{-1}\times500\times10^{-3}\ L$，$V_1=0.05\ L=50\ mL$，量筒的精度一般为0.1 mL，则应用量筒量取的溶液体积为50.0 mL。

答案：(1)5.6　(2)28.8　(3)106 g·mol^{-1}
(4)500 mL容量瓶　1～2 cm　①②④③⑤
(5)2.0　(6)①偏大　②偏小　(7)50.0

17.(16分)钠元素在自然界中都以化合物的形式存在，钠的单质和化合物用途广泛，回答下列问题：
Ⅰ.(1)采用空气和Na为原料可制备Na_2O_2。空气与熔融的金属Na反应前需依次通过的试剂为_____、_____(填字母序号)。
a.浓硫酸
b.饱和食盐水
c.NaOH溶液
d.$KMnO_4$溶液
(2)向酸性$KMnO_4$溶液中加入Na_2O_2粉末，观察到溶液褪色，发生的反应是：$MnO_4^-+Na_2O_2+$_____$\longrightarrow Mn^{2+}+Na^++O_2\uparrow+$_____。配平上述离子方程式，并用单线桥法表示电子转移的方向和数目：_____。
该反应说明Na_2O_2具有_____(填“氧化性”“还原性”或“漂白性”)。
Ⅱ.某研究性学习小组的同学为测定某种含有少量Na_2O的Na_2O_2试样中Na_2O_2的含量，设计了如图所示的实验装置进行探究，称取w g试样与足量的水反应，测定生成气体在通常状况(约20 ℃，1.01×10^5 Pa)下的体积。



(3)装置中导管a的作用是_____。
(4)反应前后量气管中液面读数分别为V_1 mL、V_2 mL(实验条件下的气体摩尔体积为V_m L·mol^{-1})，则试样中Na_2O_2的质量分数为_____。
(5)实验测得该试样中Na_2O_2的质量分数偏高，产生这种现象的原因可能是_____(填字母序号)。
a.反应后测定气体体积时水准管的水面低于量气管的水面
b.锥形瓶中留有反应生成的气体
c.测定气体体积时未冷却至室温

解析：(1)采用空气和 Na 为原料直接制备 Na_2O_2，空气中的水蒸气、CO_2 均能与熔融的金属 Na 反应，所以在反应前需要将空气中的 CO_2、水蒸气除去，CO_2 属于酸性氧化物，能与碱反应，浓硫酸具有吸水性，所以空气与熔融的金属 Na 反应前需依次通过 NaOH 溶液、浓硫酸。(2)$KMnO_4$ 与 Na_2O_2 反应生成 Mn^{2+}、O_2，酸性溶液中有 H^+，故反应物有 H^+，则产物中还有 H_2O，MnO_4^- 转化为 Mn^{2+} 得到 5 个电子，Na_2O_2 转化为 O_2 失去 2 个电子，则 MnO_4^- 和 Na_2O_2 的化学计量数之比为 2∶5，再根据原子守恒和电荷守恒，可得该离子方程式为 $2MnO_4^- + 5Na_2O_2 + 16H^+ \xlongequal{} 2Mn^{2+} + 10Na^+ + 5O_2\uparrow + 8H_2O$，用单线桥法表示电子转移的方向和数目为 $2MnO_4^- + 5Na_2O_2 + 16H^+ \xlongequal{} 2Mn^{2+} + 10Na^+ + 5O_2\uparrow + 8H_2O$（单线桥：$Na_2O_2$ → MnO_4^-，$10e^-$），该反应中 Na_2O_2 失电子，表现还原性。(3)从图中装置可知，导管 a 的作用为连接分液漏斗和锥形瓶，保持气压平衡，使分液漏斗中的液体顺利滴下。(4)反应前后量气管中液面读数分别为 V_1 mL 和 V_2 mL，则生成 O_2 的体积为(V_1-V_2)mL，物质的量为$\frac{(V_1-V_2)\times10^{-3}}{V_m}$ mol，则试样中 $n(Na_2O_2)=\frac{2(V_1-V_2)\times10^{-3}}{V_m}$ mol，试样中 Na_2O_2 的质量分数为 $\frac{2(V_1-V_2)\times10^{-3}\times78}{wV_m}\times100\%=\frac{15.6(V_1-V_2)}{wV_m}\%$。(5)反应后测定气体体积时水准管的水面低于量气管的水面，水准管内气体压强大于大气压，读取的 O_2 体积偏小，导致测得的试样中 Na_2O_2 的质量分数偏低，a 错误；锥形瓶中留有反应生成的气体，不影响实验结果，b 错误；测定气体体积时未冷却至室温，气体体积偏大，导致测得的试样中 Na_2O_2 的质量分数偏高，c 正确。

答案：(1)c　a

(2)$2MnO_4^- + 5Na_2O_2 + 16H^+ \xlongequal{} 2Mn^{2+} + 10Na^+ + 5O_2\uparrow + 8H_2O$（单线桥：$Na_2O_2$ → MnO_4^-，$10e^-$）　还原性

(3)连接分液漏斗和锥形瓶，保持气压平衡，使分液漏斗中的液体顺利滴下

(4)$\frac{15.6(V_1-V_2)}{wV_m}\%$　(5)c

18.(14 分)钠是一种非常活泼的金属，易与氧气、水等反应，在自然界中广泛存在，有重要用途。

(1)钠可用石蜡封存，实验室少量钠保存于______中；氢化钠(NaH)可在野外用作生氢剂，其中 H 的化合价为______；写出钠→过氧化钠的化学方程式：____________。

(2)把过氧化钠和碳酸氢钠混合物放置在密闭体系中，充分加热后，排出气体，固体残留物中一定含有的物质是______(填化学式)。

(3)Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 是厨房中常见的两种盐。实验室里 $NaHCO_3$ 溶液中若混有少量 Na_2CO_3 杂质，最佳的除杂方法是____(用离子方程式表示)。

(4)将燃烧的钠迅速放入盛满 CO_2 的集气瓶中，钠继续燃烧并冒白烟，反应后冷却，瓶底出现黑色颗粒，瓶壁上覆盖一层白色粉末。实验小组对该白色粉末进行如下探究：

【提出假设】

假设 1：白色物质是 Na_2O；

假设 2：白色物质是 Na_2CO_3；

假设 3：白色物质是 Na_2O 和 Na_2CO_3 的混合物。

【设计实验方案】

实验编号	实验操作	实验现象
方案一	取少量白色物质于试管中，加入适量水，振荡，样品全部溶于水，加入无色酚酞溶液	溶液变成红色
方案二	①取少量白色物质于试管中，加入适量水，振荡，样品全部溶于水，加入过量 $CaCl_2$ 溶液	出现白色沉淀
	②静置，取上层清液于试管中，滴加无色酚酞溶液	无明显现象

【思考与交流】

①三个假设中______成立。钠在 CO_2 中燃烧的化学方程式为____________。

②有同学认为白色粉末是 NaOH，你认为是否存在这种可能？判断的理由是____________。

解析：(1)钠可用石蜡封存，实验室少量钠保存于煤油或石蜡油中；氢化钠(NaH)可在野外用作生氢剂，其中 Na 的化合价为+1 价，H 的化合价为−1 价；钠与氧气在加热条件下反应得到过氧化钠，化学方程式为 $2Na+O_2 \xlongequal{\triangle} Na_2O_2$。(2)碳酸氢钠受热分解：$2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$，生成的二氧化碳和水能与过氧化钠反应：$2Na_2O_2+2H_2O \xlongequal{} 4NaOH+O_2\uparrow$、$2Na_2O_2+2CO_2 \xlongequal{} 2Na_2CO_3+O_2$，NaOH 也能与 CO_2 反应得到碳酸钠，故充分加热后，排出气体，固体残

留物中一定含有的物质是 Na_2CO_3。(3)Na_2CO_3 与二氧化碳和水反应能生成 $NaHCO_3$，故实验室里 $NaHCO_3$ 溶液中若混有少量 Na_2CO_3 杂质，最佳的除杂方法是通入足量 CO_2，发生反应的离子方程式为 $CO_3^{2-}+CO_2+H_2O=\!=\!=2HCO_3^-$。(4)①根据实验现象分析，假设 2 成立，钠在 CO_2 中燃烧的化学方程式为 $4Na+3CO_2 \overset{点燃}{=\!=\!=} 2Na_2CO_3+C$。②该反应中无氢元素，所以白色粉末不可能是 NaOH。

答案：(1)煤油(或石蜡油)　−1 价

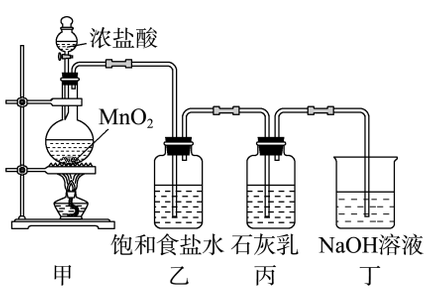
$2Na+O_2 \overset{\triangle}{=\!=\!=} Na_2O_2$

(2)Na_2CO_3

(3)$CO_3^{2-}+CO_2+H_2O=\!=\!=2HCO_3^-$

(4)假设 2　$4Na+3CO_2 \overset{点燃}{=\!=\!=} 2Na_2CO_3+C$　不可能，反应中无氢元素，所以白色粉末不是 NaOH

19.(14 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：$3Cl_2+6OH^- \overset{\triangle}{=\!=\!=} 5Cl^-+ClO_3^-+3H_2O$。该兴趣小组设计了下列实验装置进行实验。

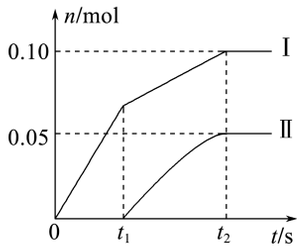


请回答下列问题：

(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 mL 12 mol·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_____g $Ca(ClO)_2$。

(2)该小组成员发现，产物中 $Ca(ClO)_2$ 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 $Ca(OH)_2$ 的物质的量为_____mol。

(3)为了提高 $Ca(ClO)_2$ 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 $4HCl(浓)+MnO_2 \overset{\triangle}{=\!=\!=} MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$；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 $4HCl(浓)+MnO_2 \overset{\triangle}{=\!=\!=} MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$ 可知，100 mL 12 mol·L^{-1} 的盐酸与 8.7 g(0.1 mol) MnO_2 反应，盐酸过量，根据 MnO_2 的物质的量计算可得 $n(Cl_2)=0.1$ mol；再根据反应 $2Cl_2+2Ca(OH)_2=\!=\!=CaCl_2+Ca(ClO)_2+2H_2O$ 可得，理论上可制得 $m[Ca(ClO)_2]=7.15$ g。(2)①氯气和 $Ca(OH)_2$ 开始反应时温度较低，没有 $Ca(ClO_3)_2$ 生成，反应过程中放出热量，温度升高，生成了 $Ca(ClO_3)_2$。②由图可知，当 $Ca(OH)_2$ 完全反应后，生成 0.05 mol ClO_3^- 和 0.10 mol ClO^-，根据关系式：$3Ca(OH)_2 \sim ClO_3^-$ 和 $Ca(OH)_2 \sim ClO^-$ 可得消耗 0.25 mol $Ca(OH)_2$。(3)根据题意可知，温度升高，反应会生成 ClO_3^-，为了提高 $Ca(ClO)_2$ 的产率，可将丙装置浸在盛有冷水的水槽中。

答案：(1)①$4HCl(浓)+MnO_2 \overset{\triangle}{=\!=\!=} MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$　除去氯气中混有的氯化氢　②7.15

(2)①ClO_3^-　②0.25　(3)将丙装置浸在盛有冷水的水槽中

第三章 铁　金属材料

单元概览

学习导航

人类在四千五百多年前就开始使用铁器。铁是目前产量最大、使用最广泛的金属。铁及其化合物的性质决定了其广泛的用途，通过探究铁及其化合物的性质，可以使我们从物质类别和元素价态的角度认识物质间的转化关系，深化对物质及其变化多样性的认识。

金属材料对促进生产发展、改善人类生活有巨大作用。铝、铁、铜、锌等金属及其化合物在生产和生活中都有重要应用，而这些应用是与金属及其化合物的性质相关的。对不同类型合金的性质和用途的认识，可以进一步强化“性质决定用途”的观念。

在本章的学习中，我们将会获得以下知识及能力：

1.通过铁的冶炼，学习冶炼金属的常用方法，认识金属性质与其应用的关系。

2.通过实验探究，从氧化还原反应的角度分析铁的单质、铁的氧化物、铁的氢氧化物、亚铁盐及铁盐的性质与应用。

3.通过查阅资料和交流讨论，认识金属及其合金的应用和发展，形成“金属是重要资源”的观念。

本章我们将从“宏观与微观相结合”“结构与性质相联系”等角度，探究不同价态含铁物质的转化，形成“物质在一定的条件下能相互转化”的化学观念，通过金属材料的发展及其应用的学习，了解化学对人类社会发展所做的贡献。

学习目标

1.能列举、描述、辨识铁及其化合物的重要的物理性质和化学性质。能用化学方程式、离子方程式正确表示典型物质的主要化学性质。

2.能从物质类别、元素价态的角度，依据复分解反应和氧化还原反应原理，预测铁及其化合物的化学性质，设计实验进行初步验证，并能分析、解释有关实验现象。

3.能利用铁及其化合物的性质和反应，设计常见物质制备、分离、提纯、检验等简单任务的方案。能从物质类别和元素价态变化的角度说明物质的转化路径。

核心概念

铁是一种常见的变价金属，运用实验方法，从物质类别、通性、价态变化角度认识铁及其化合物的性质和相互转化。

学法指导

1.学会整理归纳。学习中要尽可能回忆已掌握的有关金属及其化合物的知识，并将新学习的金属及其化合物的知识纳入知识系统，通过构建不同价态金属元素的相互转化的“价—类”二维图形成新的知识体系。

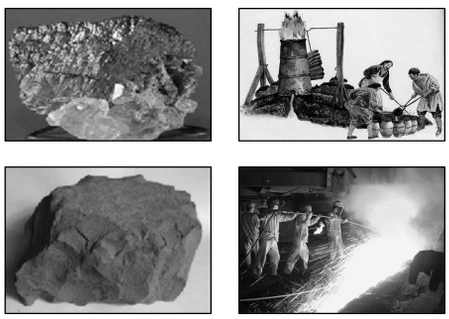
2.在实验探究中学习。Fe、Fe^{2+}、Fe^{3+}的转化都能够通过实验实现，通过实验学习相关内容：检验Fe^{2+}、Fe^{3+}，探究Fe^{2+}、Fe^{3+}的相互转化等。

3.联系生活、生产实际。金属材料和金属化合物应用广泛，我们在生活中会经常接触到金属材料和金属化合物的应用实例，将所学内容与实际相结合，运用所学化学知识解决生产和生活中的相关实际问题。

单元任务

铁元素在地壳中的含量仅次于氧、硅、铝，位居第四。与多数金属一样，铁主要以化合态存在于自然界中，地壳中的铁矿石主要有赤铁矿（主要成分为Fe_2O_3）和硫铁矿（主要成分为FeS_2）等。

金属冶炼是把金属元素从化合态变为游离态的过程。我国古代劳动人民早就掌握了炼铁的基本工艺。



请思考以下问题并与同学们交流讨论。

1.有关铁等金属的冶炼和应用，你知道哪些？

2.有关钢铁等金属材料的性能和应用，你知道哪些？

3.金属化合物是一类重要的物质，具有广泛的应用，你知道哪些金属化合物的应用？它们是如何制备的？

★★★

探·究·构·建

第一节　铁及其化合物

第1课时　铁的单质、氧化物和氢氧化物

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.铁的存在与冶炼

(1)铁元素的存在

存在形式：游离态：如陨铁；化合态：主要以+2价和+3价化合物的形态存在于矿石中

地壳中含量：居第四位，仅次于氧、硅、铝

(2)铁的冶炼

①我国在西周晚期就掌握了冶铁的技术。战国中期以后，铁制工具在社会生产中发挥了巨大的作用。

②工业炼铁的原理是用还原的方法把铁从铁矿石中提炼出来。

2.铁的物理性质

纯净的铁是光亮的银白色金属，密度较大，熔点较高，具有导热性、导电性、延展性，能被磁体吸引。

◇想一想

为什么铁片是银白色，而铁粉却是黑色？

提示：金属小颗粒能反射光线。小颗粒的分布是非常混乱的，所以不能像镜面一样把入射光线定向地反射回去。入射光线进到金属小颗粒中，就像进了“迷魂阵”，从一个小颗粒反射到另一个颗粒，这样反射过来又反射回去，光线越来越弱，很少按入射方向返回去，因此铁粉看上去是黑色的。

3.铁的化学性质

(1)与某些非金属单质、非氧化性酸和盐溶液反应。写出下列有关反应的化学方程式，是离子反应的写出离子方程式。

①Fe与非金属单质反应

Fe + Cl_2：$2Fe+3Cl_2 \xlongequal{\triangle} 2FeCl_3$

Fe + O_2：$3Fe+2O_2 \xlongequal{点燃} Fe_3O_4$

Fe + S：$Fe+S \xlongequal{\triangle} FeS$

②Fe与非氧化性酸反应(如盐酸)：$Fe+2H^+ = Fe^{2+}+H_2\uparrow$。

③Fe与盐溶液反应(如$CuSO_4$溶液)：$Fe+Cu^{2+} = Cu+Fe^{2+}$。

◇想一想

上述反应中，铁元素的化合价的变化有何异同？为什么会有这样的异同？

提示：在一定条件下，铁作为还原剂能与某些金属单质、酸和盐溶液反应。铁与弱氧化剂(如盐酸、$CuSO_4$等)反应，生成+2价铁的化合物，而与较强的氧化剂(如Cl_2等)反应，生成+3价铁的化合物。

(2)铁粉与水蒸气的反应：$3Fe+4H_2O(g) \xlongequal{高温} Fe_3O_4+4H_2$(写出化学方程式)。

◇想一想

在钢铁厂的生产中，炽热的铁水注入模具之前，模具为什么必须进行充分的干燥处理？

提示：在高温下，铁能与水蒸气发生反应。

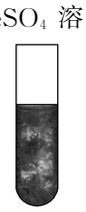
二、铁的重要化合物

1.铁的氧化物

物质	氧化亚铁(FeO)	氧化铁(Fe_2O_3)	四氧化三铁(Fe_3O_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(有磁性)
溶解性	难溶于水		
类别	碱性氧化物	碱性氧化物	—
铁元素的价态	+2价	+3价	+2价、+3价
与H^+反应的离子方程式	$FeO+2H^+=Fe^{2+}+H_2O$	$6H^++Fe_2O_3=2Fe^{3+}+3H_2O$	$Fe_3O_4+8H^+=2Fe^{3+}+Fe^{2+}+4H_2O$
稳定性	$6FeO+O_2\xlongequal{\triangle}2Fe_3O_4$	稳定	稳定
与CO、C、H_2反应	生成单质铁及CO_2或H_2O		

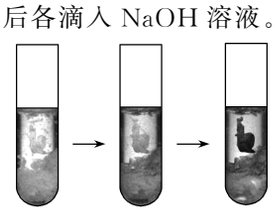
2.铁的氢氧化物(实验探究铁的氢氧化物的生成与转化)

(1)制备:在两支试管中分别加入少量的$FeCl_3$溶液和$FeSO_4$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$FeCl_3$溶液中滴入NaOH溶液,生成红褐色沉淀,原因是$Fe^{3+}+3OH^-=Fe(OH)_3\downarrow$(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$Fe^{2+}+2OH^-=Fe(OH)_2\downarrow$(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$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=4Fe(OH)_3$(填反应的化学方程式)。

(2)与酸反应

①$Fe(OH)_2$与盐酸反应的离子方程式:$Fe(OH)_2+2H^+=Fe^{2+}+2H_2O$。

②$Fe(OH)_3$与盐酸反应的离子方程式:$Fe(OH)_3+3H^+=Fe^{3+}+3H_2O$。

(3)稳定性

①$Fe(OH)_2$在空气中加热时被氧气氧化为$Fe(OH)_3$。

②氢氧化铁受热分解的化学方程式:$2Fe(OH)_3\xlongequal{\triangle}Fe_2O_3+3H_2O$。

◇练一练

判断正误(正确的打"√",错误的打"×")。

(1)磁铁矿的主要成分是Fe_3O_4。　(√)

(2)FeO在空气中加热生成Fe_2O_3。　(×)

(3)Fe_3O_4中铁元素的化合价有+2价和+3价,是一种混合物。　(×)

(4)$Fe(OH)_3$不能利用化合反应生成。　(×)

(5)因为$Fe(OH)_2$易被氧化,所以在制备时要隔绝空气。　(√)

○ 任务型课堂 ○

任务1 掌握铁及其氧化物的性质

评价活动

1.在给定条件下,下列选项所示的物质间转化均能实现的是(　　)

A.$Fe\xrightarrow[\text{点燃}]{Cl_2}FeCl_3\xrightarrow{NaOH(aq)}Fe(OH)_3$

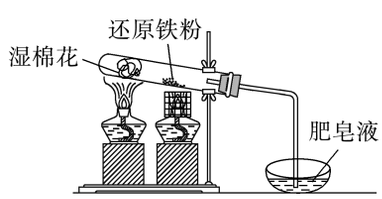
B.$Fe_2O_3\xrightarrow{HCl(aq)}FeCl_3(aq)\xrightarrow{NaOH(aq)}Fe(OH)_2$

C.$Fe\xrightarrow{HCl}FeCl_2\xrightarrow[Fe]{HCl}FeCl_3$

D.$Fe\xrightarrow[\text{点燃}]{O_2}Fe_2O_3\xrightarrow{H_2SO_4}Fe_2(SO_4)_3$

A　**解析**:Cl_2有强氧化性,点燃条件下将Fe氧化生成$FeCl_3$,$FeCl_3$与NaOH溶液发生复分解反应生成氢氧化铁沉淀和氯化钠,A符合题意;Fe_2O_3与HCl反应生成氯化铁和水,$FeCl_3$与NaOH溶液发生复分解反应生成氢氧化铁沉淀和氯化钠,B不符合题意;Fe与HCl反应生成氯化亚铁和氢气,氯化亚铁与铁单质不反应,C不符合题意;铁在氧气中燃烧生成的是四氧化三铁而不是三氧化二铁,该物质之间的转化不能实现,D不符合题意。

2.实验室利用如图装置验证铁与水蒸气的反应。红热的铁与水蒸气反应有Fe_3O_4生成。下列说法正确的是(　　)



A.每消耗 1 mol Fe,转移 3 mol 电子

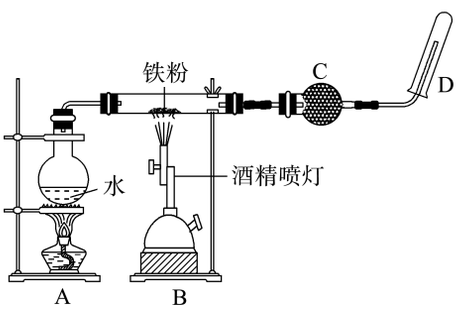
B.实验结束时固体变为红棕色

C.图中盛装肥皂液的仪器是坩埚

D.点燃肥皂泡可检验生成的氢气

D　**解析**:$3Fe+4H_2O(g)\xlongequal{高温}Fe_3O_4+4H_2$,消耗 3 mol Fe 转移 8 mol 电子,则消耗 1 mol Fe 时,转移$\frac{8}{3}$ mol 电子,Fe_3O_4 是黑色固体,A、B 错误;盛装肥皂液的仪器是蒸发皿,C 错误;点燃肥皂泡发出爆鸣声说明生成具有可燃性的 H_2,D 正确。

3.用如图所示装置进行 Fe 与水蒸气反应的实验(部分夹持装置已略去)。下列有关说法不正确的是(　　)



A.装置 A 的作用是为实验提供持续不断的水蒸气

B.装置 C 中加入的固体干燥剂可能是碱石灰

C.若去掉上述装置中的 C 和 D 部分,可将气体导入肥皂液中并点燃

D.在此反应中铁单质全部被氧化成+3 价的物质

D　**解析**:装置 A 的作用是将液态 H_2O 加热转化为气态,为实验提供持续不断的水蒸气,A 正确;装置 C 中加入的固体干燥剂可能是碱石灰,因生成的 H_2 中含有较多的水蒸气,碱石灰不与 H_2 反应,可以干燥 H_2,B 正确;氢气具有可燃性,去掉题述装置中的 C 和 D 部分,可将气体导入肥皂液中并点燃,不纯的 H_2 导入肥皂液后在空气中点燃会出现爆鸣现象,C 正确;铁与 $H_2O(g)$ 在高温下发生反应生成 Fe_3O_4 和 H_2,此反应中铁单质部分被氧化成+3 价的物质,部分被氧化为+2 价的物质,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,易被腐蚀。

(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 $Fe(FeO_2)_2$。

任务2 实验室制备 $Fe(OH)_2$ 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 $Fe(OH)_2$ 白色沉淀的装置如图所示。



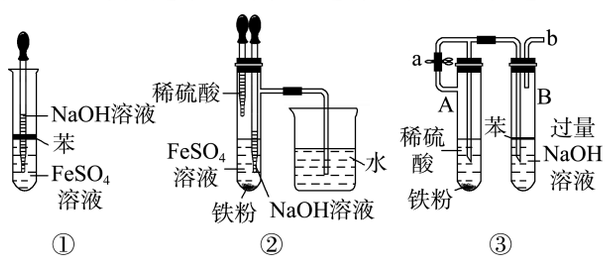
活动 1　将胶头滴管伸入液面以下,再滴加 NaOH 溶液的目的是什么?

提示:防止生成的 $Fe(OH)_2$ 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 $Fe(OH)_2$ 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 $Fe(OH)_2$ 与 O_2 接触而被氧化,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 $Fe(OH)_2$ 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 $Fe(OH)_2$ 沉淀。

【任务总结】

防止 $Fe(OH)_2$ 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。

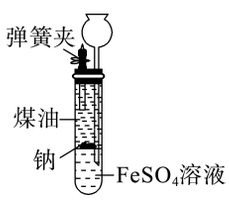
(2)将盛有 NaOH 溶液的胶头滴管尖端插入试管内的亚铁盐溶液底部,并慢慢滴加 NaOH 溶液。

(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。

评价活动

1.有人设计出一种在隔绝空气条件下让钠与 $FeSO_4$ 溶液反应,观察 $Fe(OH)_2$ 颜色的实验。实验时,往 100 mL 的大试管中先加40 mL 煤油,取 3 粒米粒大小的金属钠放入大试管后塞上橡胶塞,通过长颈漏斗加入 $FeSO_4$ 溶液(不含 Fe^{3+})使煤油的液面至橡胶塞,并夹紧弹簧夹(如图所示)。下列说法错误的是　(　　)



A.长颈漏斗中的液面上升

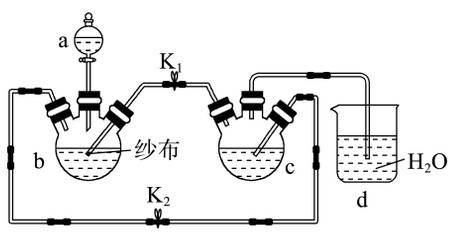
B.大试管下层溶液出现白色沉淀,并可持续较长时间

C.用过氧化钠代替钠也可以观察到此现象

D.该反应同时也能说明钠不能与硫酸亚铁溶液发生置换反应

C　**解析**:钠与溶液中的水反应生成氢气,将试管中的液体压入长颈漏斗,因此长颈漏斗中的液面上升,A 正确;钠与水反应生成氢氧化钠,氢氧化钠与硫酸亚铁反应生成氢氧化亚铁白色沉淀,由于没有氧气的存在,所以可以长时间观察到白色沉淀,B 正确;过氧化钠与水反应可以生成氧气,氧气能将氢氧化亚铁氧化生成氢氧化铁而不能长时间观察到白色沉淀,C 错误;该反应中无铁单质生成,即不能发生置换反应,D 正确。

2.如图是某实验小组设计的制备 $Fe(OH)_2$ 的一种装置,使用的试剂有 Fe、稀硫酸、NaOH 溶液。下列说法正确的是　(　　)



A.实验前装置 a 中装有氢氧化钠溶液,装置 c 中装有稀硫酸

B.实验时先关闭 K_2 打开 K_1,一段时间后再关闭 K_1 打开 K_2

C.装置 d 的作用是液封,防止外界空气进入装置 c 中

D.反应一段时间后,可在装置 b 中观察到白色沉淀

C　**解析**:装置 a 中盛装稀硫酸,装置 c 中盛装氢氧化钠溶液,故 A 错误;制备 $Fe(OH)_2$ 时应该先排出装置中的空气,则实验时先关闭 K_1 打开 K_2,一段时间后再关闭 K_2 打开 K_1,使生成的硫酸亚铁压入装置 c 中,故 B 错误;氢氧化亚铁易被氧气氧化,所以装置 d 的作用是液封,防止外界空气进入装置 c 中,故 C 正确;硫酸亚铁和氢氧化钠溶液在装置 c 中反应生成氢氧化亚铁白色沉淀,所以应该在装置 c 中观察到白色沉淀,故 D 错误。

课后素养评价(十七)　铁的单质、氧化物和氢氧化物

建议用时:30分钟

基础巩固

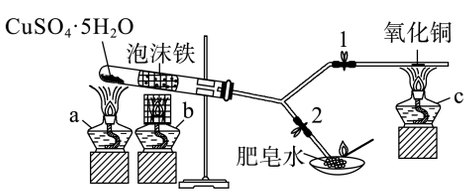
1.下列物质中,不能与铁发生化学反应的是　(　　)

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.铁与水蒸气反应的改进型实验装置如图所示,下列说法错误的是　(　　)



A.用胆矾代替湿棉花可防止试管炸裂

B.使用泡沫铁能缩短实验完成时间

C.实验时先打开 2 处止水夹,点燃 a、b 酒精灯,反应一段时间后,多次点燃肥皂泡检验氢气的纯度,然后点燃 c 酒精灯,最后打开 1 处止水夹

D.该实验可得出还原性:$Fe>H_2>Cu$

C　**解析**:胆矾($CuSO_4\cdot5H_2O$)加热分解产生水蒸气,不会像湿棉花那样因局部冷热不均导致试管炸裂,A 正确;泡沫铁与水蒸气接触面积大,反应速率快,能缩短实验完成时间,B 正确;H_2 还原 CuO 先通 H_2 排尽装置中的空气,以防爆炸,最后打开 1 处止水夹的操作会导致空气进入装置,引发危险,C

错误；Fe 能还原水蒸气生成 H_2，还原性：Fe＞H_2，H_2 还原 CuO 生成 Cu，还原性：H_2＞Cu，D 正确。

3. 下列关于 FeO、Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 的说法正确的是（　　）

A. FeO 和 Fe_2O_3 都是黑色固体

B. Fe_3O_4 中＋2 价和＋3 价铁的比例为 2∶1

C. 铁与水蒸气反应生成 Fe_2O_3

D. Fe_3O_4 又称为磁性氧化铁

D　**解析**：Fe_2O_3 是红棕色固体，故 A 错误；Fe_3O_4 中＋2 价和＋3 价铁的比例为 1∶2，故 B 错误；铁与水蒸气反应生成 Fe_3O_4，故 C 错误；Fe_3O_4 具有磁性，俗称磁性氧化铁，故 D 正确。

4. 铁的氧化物有很多，比如在中学化学中经常提到的 FeO、Fe_2O_3 和 Fe_3O_4，而且在一定条件下它们之间是可以相互转化的。例如：在 1 400 ℃以上的温度下加热 Fe_2O_3 时，Fe_2O_3 会部分失去氧，生成 Fe_3O_4。下列有关说法不正确的是（　　）

A. FeO、Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 均为黑色固体

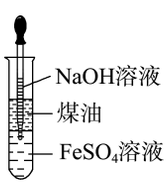
B. 热稳定性：Fe_2O_3＜Fe_3O_4

C. Fe_3O_4 中既有＋2 价的 Fe，又有＋3 价的 Fe

D. FeO、Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 均可与盐酸反应，且反应类型均为复分解反应

A　**解析**：FeO 是黑色粉末，Fe_2O_3 是红棕色粉末，Fe_3O_4 是黑色晶体，A 项错误；由题给信息可知，热稳定性：Fe_2O_3＜Fe_3O_4，B 项正确；在 Fe_3O_4 中，Fe 显＋2 价和 ＋3 价两种价态，C 项正确；FeO、Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 均可与盐酸反应，反应过程中没有元素化合价的升降，产物都是盐和水，属于复分解反应，D 项正确。

5. 下列有关铁及其化合物的说法中，错误的是（　　）



A. 铁的化学性质比较活泼，所以铁在自然界中全部以化合态存在

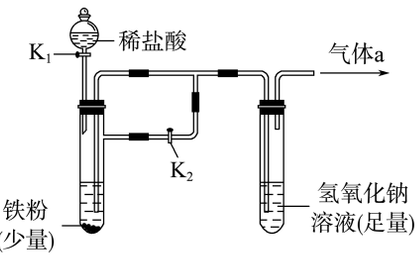
B. 由图示操作可制取 $Fe(OH)_2$

C. Fe_3O_4、$Fe(OH)_3$ 都可以由化合反应制得

D. $Fe(OH)_3$ 胶体呈红褐色、透明，能产生丁达尔效应

A　**解析**：陨铁中的铁为单质铁，是游离态，故 A 错误；$Fe(OH)_2$ 易被氧化，煤油可以隔绝空气，故 B 正确；Fe 和 O_2 化合生成 Fe_3O_4，$Fe(OH)_2$、O_2 和 H_2O 化合生成 $Fe(OH)_3$，故 C 正确；$Fe(OH)_3$ 胶体呈红褐色、透明，胶体能产生丁达尔效应，故 D 正确。

6. 某实验兴趣小组同学采用如图所示装置制备 $Fe(OH)_2$。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 $Fe(OH)_2$，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 $Fe(OH)_2$ 沉淀。由于 $Fe(OH)_2$ 易被氧化，该实验关键是隔绝氧气，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。

拓展提高

7. 下列关于铁及其化合物的说法正确的是（　　）

A. 过量的铁丝在 Cl_2 中燃烧生成 $FeCl_2$

B. FeO 不稳定，在空气里能被氧化成 Fe_2O_3

C. 铁的化学性质活泼，铁元素在自然界中都以化合态的形式存在

D. 向饱和 $FeCl_3$ 溶液中滴加适量 NaOH 溶液即可得到氢氧化铁胶体

B　**解析**：Cl_2 是强氧化剂，能将变价金属氧化为高价态，故过量的 Fe 与 Cl_2 反应生成 $FeCl_3$，A 错误；FeO 不稳定，在空气里能被氧气氧化为 Fe_2O_3，B 正确；在自然界中，陨铁中有游离态的铁存在，C 错误；$FeCl_3$ 溶液和 NaOH 溶液反应生成氢氧化铁沉淀，得不到氢氧化铁胶体，制取 $Fe(OH)_3$ 胶体应该向煮沸的蒸馏水中滴加饱和氯化铁溶液至液体变为红褐色，D 错误。

8. 下列离子方程式正确的是（　　）

A. Fe 与 $CuSO_4$ 溶液反应：$Fe+Cu^{2+}=\!=\!=Fe^{3+}+Cu$

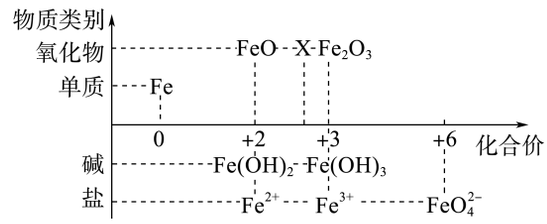
B. Fe 与稀盐酸反应：$2Fe+6H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+3H_2\uparrow$

C. FeO 与稀硫酸反应：$O^{2-}+2H^+=\!=\!=H_2O$

D.$Fe(OH)_3$ 与盐酸反应：$Fe(OH)_3+3H^+=\!=\!=Fe^{3+}+3H_2O$

D　**解析**：A 项违背反应事实且电荷不守恒，应为 $Fe+Cu^{2+}=\!=\!=Fe^{2+}+Cu$；B 项违背反应事实，应为 $Fe+2H^+=\!=\!=Fe^{2+}+H_2\uparrow$；C 项，FeO 不能拆，应为 $FeO+2H^+=\!=\!=Fe^{2+}+H_2O$。

9. 如图是铁及其化合物的“价—类”二维图，下列有关说法正确的是　（　　）



A.物质 X 可能是 Fe_3O_4，其为红棕色粉末，碱性氧化物

B.$Fe(OH)_2$ 极易被氧化，在制备时要注意隔绝空气

C.实验室制取 $Fe(OH)_3$ 胶体是将 $FeCl_3$ 溶液滴入沸水中持续加热并搅拌

D.K_2FeO_4 可用作水的消毒剂，其制备原理是 $2Fe(OH)_3+3ClO^-+4OH^-=\!=\!=2FeO_4^{2-}+3Cl^-+4H_2O$

B　**解析**：Fe_3O_4 不是红棕色粉末，是黑色晶体，故 A 错误；$Fe(OH)_2$ 极易被氧化为氢氧化铁，在制备时要注意隔绝空气，故 B 正确；制备胶体时不能搅拌，否则会产生沉淀，故 C 错误；K_2FeO_4 由次氯酸根离子氧化氢氧化铁制得，其制备原理是 $2Fe(OH)_3+3ClO^-+4OH^-=\!=\!=2FeO_4^{2-}+3Cl^-+5H_2O$，故 D 错误。

10. 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 $2Fe+O_2+2H_2O=\!=\!=2Fe(OH)_2$

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 $4Fe+3O_2+6H_2O=\!=\!=4Fe(OH)_3$，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。

11. 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.$Fe+2H_2O\xlongequal{高温}Fe(OH)_2+H_2$

B.$2Fe+6H_2O\xlongequal{高温}2Fe(OH)_3+3H_2$

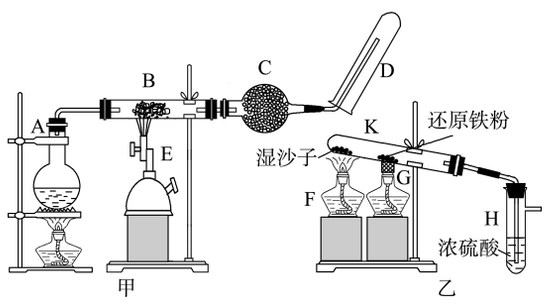
C.$3Fe+4H_2O\xlongequal{高温}Fe_3O_4+4H_2$

D.$2Fe+3H_2O\xlongequal{高温}Fe_2O_3+3H_2$

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。

创新应用

12. 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、Fe^{3+}与Fe^{2+}的检验

1.观察法：浅绿色溶液中含有Fe^{2+}；棕黄色溶液中含有Fe^{3+}。

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Fe^{2+}。

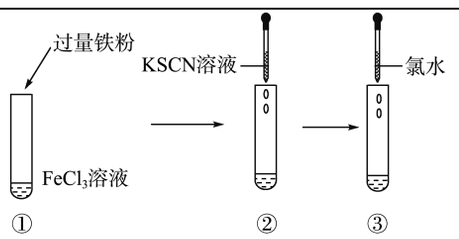
(2)直接产生红褐色沉淀的为Fe^{3+}。

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Fe^{2+}。

(2)向溶液中加入KSCN溶液，溶液直接变为红色的为Fe^{3+}，反应的离子方程式为$Fe^{3+}+3SCN^-=\!=\!=Fe(SCN)_3$。

二、Fe^{2+}与Fe^{3+}的转化

实验步骤	
现象	①溶液由棕黄色变为浅绿色 ②无明显现象 ③溶液变为红色
反应(离子方程式)	①$2Fe^{3+}+Fe=\!=\!=3Fe^{2+}$ ③$2Fe^{2+}+Cl_2=\!=\!=2Fe^{3+}+2Cl^-$、 $Fe^{3+}+3SCN^-=\!=\!=Fe(SCN)_3$
结论	$Fe^{3+}\underset{\text{氯气等强氧化剂}}{\overset{\text{铁等还原剂}}{\rightleftharpoons}}Fe^{2+}$

◇想一想

实验室中应该怎样保存亚铁盐溶液？

实验室保存亚铁盐溶液时可向亚铁盐溶液中加入少量铁屑。

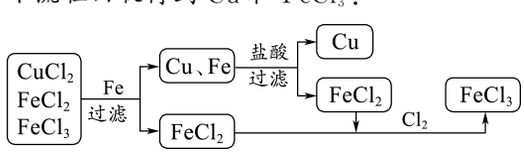
三、利用覆铜板制作图案

实验原理	利用$FeCl_3$溶液作为“腐蚀液”，将覆铜板上不需要的铜腐蚀
实验操作	取一小块覆铜板，用油性笔在覆铜板上画上设计好的图案，然后浸入盛有$FeCl_3$溶液的小烧杯中。过一段时间后，取出覆铜板并用水清洗干净。观察实验现象，并展示制作的图案
实验现象	用油性笔画出的图案处不被腐蚀，洗净后板上留下设计的图案
发生的反应	化学方程式：$2FeCl_3+Cu=\!=\!=2FeCl_2+CuCl_2$ 离子方程式：$2Fe^{3+}+Cu=\!=\!=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$
实验结论	铜可被$FeCl_3$溶液腐蚀，利用了$FeCl_3$的氧化性

◇想一想

利用$FeCl_3$溶液作为“腐蚀液”，将覆铜板上不需要的铜腐蚀，使用后的腐蚀液中含有哪些物质？如何处理腐蚀液回收得到Cu和$FeCl_3$？

提示：使用后的腐蚀液中含有$CuCl_2$、$FeCl_2$、$FeCl_3$，可经如下流程回收得到Cu和$FeCl_3$：



○ 任务型课堂 ○

任务1 会分析铁三角转化关系

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。脱氧剂不但用于保持食品品质，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Fe_2O_3。将一包使用过一段时间后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：$Fe+2H^+=\!=\!=Fe^{2+}+H_2\uparrow$、$Fe_2O_3+6H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+3H_2O$、$2Fe^{3+}+Fe=\!=\!=3Fe^{2+}$。

活动 2　甲同学用如下方法验证了溶液中 Fe^{2+} 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）；$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=\!=\!=4Fe(OH)_3$。

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。

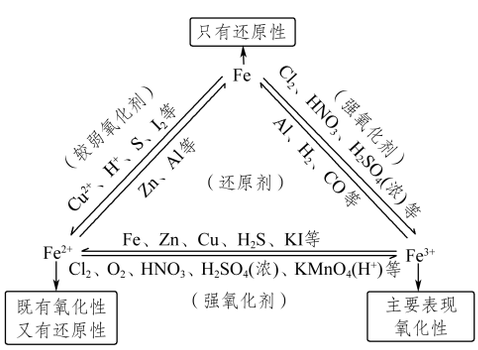
提示：$2Fe^{2+}+Cl_2=\!=\!=2Fe^{3+}+2Cl^-$。

活动 4　人体内的血红蛋白是含铁元素的化合物，铁元素化合价的变化使血红蛋白具有结合氧和输送氧的功能。血红蛋白中铁元素的化合价主要为＋2 价。血红蛋白中铁若被亚硝酸盐氧化而使人中毒，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，不能结合氧而使人中毒，维生素 C 具有还原性，可以将＋3 价铁再还原为＋2 价铁。

【任务总结】

“铁三角”转化关系



评价活动

1. 要除去 $FeCl_2$ 溶液中少量的 $FeCl_3$，可行的方法是（　　）

A. 滴入 KSCN 溶液

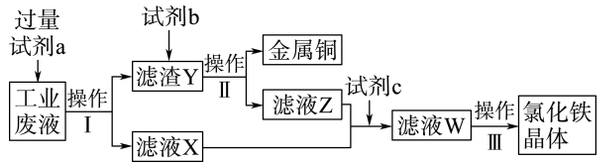
B. 通入氯气

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 Fe^{3+} 的存在，A 错误；通入氯气能将 $FeCl_2$ 氧化为 $FeCl_3$，B 错误；加入铜粉发生反应：$Cu+2Fe^{3+}=\!=\!=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$，引入新杂质 Cu^{2+}，C 错误；加入铁粉发生反应：$Fe+2Fe^{3+}=\!=\!=3Fe^{2+}$，过滤除去剩余铁粉，得到纯净的 $FeCl_2$ 溶液，D 正确。

2. 从含有 $FeCl_2$、$FeCl_3$、$CuCl_2$ 的工业废液中回收铜并制备氯化铁晶体的流程如下。下列说法不正确的是（　　）



A. 试剂 a 为铁，试剂 b 为稀硫酸

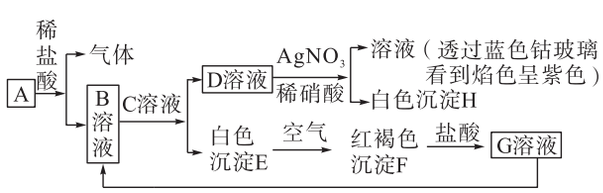
B. 加入试剂 a 过程中，有红色固体析出，说明溶液中 Fe^{3+} 已经反应完全

C. 试剂 c 可为 H_2O_2 溶液，相应的反应为 $2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+2H_2O$

D. 溶液 W 可作为“腐蚀液”腐蚀覆铜板

A　**解析**：向含 $FeCl_2$、$FeCl_3$、$CuCl_2$ 的废液中加过量的铁单质，铁和氯化铁反应生成氯化亚铁，铁和氯化铜反应置换出铜，过滤，滤渣 Y 含铜和铁，滤液 X 为氯化亚铁，向滤渣 Y 中加稀盐酸溶解铁，过滤得金属铜，向氯化亚铁溶液通氯气，得氯化铁溶液，经操作Ⅲ得氯化铁晶体。试剂 a 为铁，试剂 b 为稀盐酸，不能用稀硫酸，否则会引入杂质，A 错误；加入铁，因为 $FeCl_3$ 的氧化性大于 $CuCl_2$，铁先与 $FeCl_3$ 反应，然后再与氯化铜反应，所以有红色固体析出后，说明溶液中 Fe^{3+} 已经反应完全，B 正确；若试剂 c 为 H_2O_2 溶液，H_2O_2 与 Fe^{2+} 反应，根据得失电子守恒可知 H_2O_2 与 Fe^{2+} 的化学计量数之比为 1∶2，再结合原子守恒可得离子方程式为 $2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+2H_2O$，C 正确；溶液 W 为氯化铁溶液，因为 $FeCl_3$ 的氧化性大于 $CuCl_2$，所以 $FeCl_3$ 溶液可作为“腐蚀液”腐蚀覆铜板，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$FeCl_3$,然后根据图中物质间的转化关系,推知A为Fe,B为$FeCl_2$,C为KOH。

答案:(1)$FeCl_2$　KCl

(2)$4Fe(OH)_2+2H_2O+O_2=\!=\!=4Fe(OH)_3$

(3)KSCN溶液　棕黄色溶液变为红色溶液

(4)$2Fe^{3+}+Fe=\!=\!=3Fe^{2+}$

任务2 掌握Fe^{3+}和Fe^{2+}的检验的方法

探究活动

某同学为了检验家中的一瓶补铁药(主要成分为$FeSO_4$)是否变质,查阅了有关资料,得知Fe^{2+}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　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?

提示:Fe^{2+}没有被氧化,补铁药没有变质。

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　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?

提示:Fe^{2+}部分被氧化,补铁药部分变质。

【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 $\xrightarrow[KMnO_4\text{溶液}]{\text{滴加酸性}}$ $KMnO_4$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+}。

评价活动

1.证明某溶液只含有Fe^{2+}而不含有Fe^{3+}的实验方法最好是　(　　)

A.先滴加氯水,再滴加KSCN溶液后显红色

B.先滴加KSCN溶液,不显红色,再滴加氯水后显红色

C.滴加NaOH溶液,立即产生红褐色沉淀

D.只需滴加KSCN溶液

B　**解析**:先加氯水,若有Fe^{2+}会被氧化为Fe^{3+},滴加KSCN溶液变红,若无Fe^{2+}有Fe^{3+}也会看到相同的现象,故不能证明只含有Fe^{2+}而不含有Fe^{3+},A错误;先滴加KSCN溶液,不显红色,说明没有Fe^{3+},再滴加氯水后显红色说明有Fe^{2+},B正确;滴加NaOH溶液,立即产生红褐色沉淀,说明有Fe^{3+},C错误;滴加KSCN溶液不变红,说明不含Fe^{3+},不能说明是否含有Fe^{2+},D错误。

2.实验室有一瓶购置时间较长的绿矾($FeSO_4\cdot 7H_2O$),化学研究小组欲检验该药品是否变质。该小组取绿矾做了简单的检验,得出的结论是已经开始变质。该小组所用的试剂和判断依据是　(　　)

选项	A	B	C	D
试剂	氯水	氢氧化钠溶液	高锰酸钾溶液	KSCN溶液
现象	出现黄褐色	先生成白色沉淀,最后转化成红褐色沉淀	紫红色褪去	有较浅的红色

D　**解析**:氯水中的氯气能将亚铁离子氧化成铁离子,即使硫酸亚铁未变质,加入氯水后也会出现黄褐色,A错误;亚铁离子能与氢氧根离子反应,先生成氢氧化亚铁白色沉淀,随后氢氧化亚铁被氧化成氢氧化铁,沉淀变为红褐色,即使硫酸亚铁没有变质,也是这个实验现象,B错误;高锰酸钾溶液可氧化亚铁离子使自身紫红色褪去,即使硫酸亚铁没有变质,也是这个实验现象,C错误;只含亚铁离子的溶液中加入KSCN溶液,无明显变化,含有铁离子的溶液中加入KSCN溶液会出现红色,现有较浅的红色,说明部分亚铁离子变质生成铁离子,D正确。

课后素养评价（十八）　铁盐和亚铁盐

建议用时：30分钟

基础巩固

1.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。

2.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。

3.《新修本草》中描述“青矾”为“本来绿色，新出窟未见风者，正如琉璃……烧之赤色……”。青矾加热时发生的反应为 $2(FeSO_4\cdot 7H_2O)\xlongequal{\triangle}Fe_2O_3+SO_2\uparrow+H_2SO_4+13H_2O$。下列说法正确的是　　（　　）

A.产物中含有 2 种酸性氧化物

B.所得赤色物质为 $FeSO_4$

C.反应为分解反应

D.铁元素被还原

C　**解析**：产物中只有 SO_2 是酸性氧化物，所得赤色物质为 Fe_2O_3，A、B 错误；该反应由一种物质生成多种物质，为分解反应，C 正确；铁元素的化合价由 +2 价升至 +3 价，被氧化，D 错误。

4.下列有关 Fe^{3+}、Fe^{2+} 的性质及应用的说法错误的是　　（　　）

A.向盛有 $FeCl_3$ 溶液的试管中加过量铁粉，充分振荡后滴加 KSCN 溶液，溶液由黄色变为浅绿色

B.将废铁屑加入 $FeCl_2$ 溶液中，可用于除去工业废气中的 Cl_2

C.将 NaOH 浓溶液滴加到饱和 $FeCl_3$ 溶液中制备 $Fe(OH)_3$ 胶体

D.Fe^{2+} 与 H_2O_2 在酸性溶液中的反应：$2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+2H_2O$

C　**解析**：向盛有 $FeCl_3$ 溶液的试管中加过量铁粉，发生反应：$2Fe^{3+}+Fe=\!=\!=3Fe^{2+}$，溶液中无 Fe^{3+}，溶液由黄色变为浅绿色，加 KSCN 后溶液颜色不变，A 正确；Cl_2 具有强氧化性，能氧化 Fe^{2+} 生成 Fe^{3+}，Fe^{3+} 能氧化 Fe 生成亚铁离子，涉及的反应为 $2Fe^{2+}+Cl_2=\!=\!=2Fe^{3+}+2Cl^-$、$2Fe^{3+}+Fe=\!=\!=3Fe^{2+}$，从而除去 Cl_2，B 正确；将 NaOH 浓溶液滴加到饱和 $FeCl_3$ 溶液中会得到 $Fe(OH)_3$ 沉淀，无法得到胶体，C 错误；酸性环境中 H_2O_2 可以将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}，根据电子守恒、元素守恒可得离子方程式为 $2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+2H_2O$，D 正确。

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 $Fe_2(SO_4)_3$ 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 $Fe_2(SO_4)_3$ 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 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液中发生反应：$Fe+2Fe^{3+}=\!=\!=3Fe^{2+}$，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+}。

拓展提高

9. 下列关于铁及其化合物的说法正确的是　（　）

A.高温下，红热的铁与水蒸气反应，可得到氧化铁

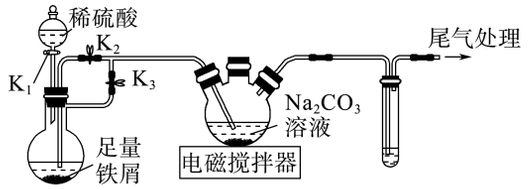
B.为了治疗缺铁性贫血，可在麦片中适量添加硫酸铁

C.可利用 KSCN 溶液与稀硝酸验证菠菜中含 Fe^{2+}

D.铁在食品袋中用作脱氧剂，利用的是铁的氧化性

C　**解析**：高温下，红热的铁与水蒸气反应，可得到黑色的四氧化三铁，A 错误；二价铁容易被人体吸收，治疗缺铁性贫血，应添加硫酸亚铁，B 错误；将新鲜菠菜研碎，加适量水过滤，向滤液中先滴加 KSCN 溶液无明显现象，再加入少量稀硝酸，溶液变红，则菠菜中含 Fe^{2+}，C 正确；铁在食品袋中用作脱氧剂，利用的是铁的还原性，可以消耗氧气，D 错误。

10. 碳酸亚铁（$FeCO_3$）在药物合成中主要作为补血剂的原料，在工业废水处理、造纸工业以及环保领域中也有潜在的应用价值。一种制备 $FeCO_3$ 的实验装置如图所示。



下列有关说法错误的是　（　）

A.$FeCO_3$ 在坩埚中加热可得到 FeO

B.装置中 $FeSO_4$ 现用现制，可防止 Fe^{2+} 被氧化

C.配制溶液所用的蒸馏水需要加热煮沸后迅速冷却

D.实验开始时，先打开 K_1 和 K_3，关闭 K_2

A　**解析**：在坩埚中加热 $FeCO_3$，Fe^{2+} 易被空气氧化为 Fe^{3+}，无法得到 FeO，A 选项错误；$FeSO_4$ 中的 Fe^{2+} 易被空气氧化为 Fe^{3+}，因此需要现用现制，B 选项正确；为了除去溶液中溶解的氧气，配制溶液所用的蒸馏水需要先加热煮沸后迅速冷却，C 选项正确；实验开始时，先打开 K_1 和 K_3，关闭 K_2，其目的是将稀硫酸滴入烧瓶与铁屑反应，利用生成的氢气排出装置内原有的空气，防止 Fe^{2+} 被氧化，一段时间后关闭 K_1 和 K_3，打开 K_2，利用产生的氢气把 $FeSO_4$ 溶液压入三颈烧瓶中，使得 $FeSO_4$ 与碳酸钠溶液反应，D 选项正确。

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 $Fe+2Fe^{3+}=\!=\!=3Fe^{2+}$、$Fe+Cu^{2+}=\!=\!=Fe^{2+}+Cu$。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。

创新应用

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。

部分变质的 $FeSO_4$ 溶液 $\xrightarrow{a}$ d $\xrightarrow{b}$ e $\xrightarrow{\triangle}$ 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 $Fe_2(SO_4)_3$ 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 $2Fe^{3+}+Fe=3Fe^{2+}$。(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 $\xrightarrow{H_2O_2}$ $Fe_2(SO_4)_3$ $\xrightarrow{NaOH}$ $Fe(OH)_3$ $\xrightarrow{\triangle}$ Fe_2O_3，故 a 为 H_2O_2，d 为 $Fe_2(SO_4)_3$，b 为 NaOH，e 为 $Fe(OH)_3$。②$n(Fe_2O_3)=\frac{1.6\ g}{160\ g\cdot mol^{-1}}=0.01\ mol$，则变质前，100 mL $FeSO_4$ 溶液中，$n(FeSO_4)=0.02\ mol$，故 $c(FeSO_4)=\frac{0.02\ mol}{0.1\ L}=0.2\ mol\cdot L^{-1}$。(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$2Fe^{3+}+Fe=3Fe^{2+}$

(2)①H_2O_2　NaOH　$Fe_2(SO_4)_3$　$Fe(OH)_3$

②0.2 $mol\cdot L^{-1}$

(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。

◇想一想

已知铜的熔点为1 083 ℃，钠的沸点为882.9 ℃，铜与钠能否形成合金？

提示：不能。当铜开始熔化时，钠已经汽化，所以二者不能形成合金。

二、常见的合金

1.铁合金

(1)常见的铁合金：生铁和钢是含碳量不同的两种铁碳合金。

(2)生铁的特点：含碳量为2%～4.3%，生铁硬度大、抗压、性脆，可以铸造成型。

(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0.25%；中碳钢：含碳量为0.25%～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

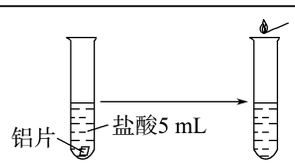
a.铝与氧气：常温下铝与空气中的氧气反应，表面生成一层致密的氧化铝薄膜，对内部金属起着保护作用。

◇想一想

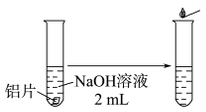
常温下，铁和铝都能与氧气反应，为什么铁会因生锈而报废，而铝制品却能稳定存在？

提示：铁与氧气反应生成的铁锈比较疏松，不能阻止内部的铁与氧气的进一步反应，所以铁会因生锈而报废；铝和氧气反应表面生成一层致密的氧化铝薄膜，这层膜能防止内部金属进一步被氧化，故铝制品在空气中能稳定存在。

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	$Al_2O_3+6HCl=2AlCl_3+3H_2O$、$2Al+6HCl=2AlCl_3+3H_2\uparrow$

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	氧化铝、铝均能与NaOH溶液反应	
化学方程式	$Al_2O_3+2NaOH+3H_2O=2Na[Al(OH)_4]$、$2Al+2NaOH+6H_2O=2Na[Al(OH)_4]+3H_2\uparrow$	

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。

◇想一想

向集满CO_2的铝制易拉罐中加入过量NaOH浓溶液，立即封闭罐口，易拉罐渐渐凹瘪；再过一段时间，罐壁又重新凸起。该过程发生什么反应？

提示：$CO_2+2OH^-=CO_3^{2-}+H_2O$、$Al_2O_3+2OH^-+3H_2O=2[Al(OH)_4]^-$、$2Al+2OH^-+6H_2O=2[Al(OH)_4]^-+3H_2\uparrow$

3.新型合金

新型合金 {储氢合金：作用：能够大量吸收H_2，并与H_2结合成金属氢化物的材料；要求：储氢量大，金属氢化物既容易形成，稍微加热又容易分解，室温下吸氢、放氢的速率快；钛合金；耐热合金；形状记忆合金} → 航空航天、生物工程、电子工业

○ 任务型课堂 ○

任务1 掌握合金的组成、性质及形成条件

评价活动

1.“奋斗者”号载人潜水器使用了钛合金。下列有关合金的说法错误的是（　　）

A.钛合金是一种新型金属单质

B.在合金中加入稀土元素，能大大改善合金的性能，使合金具有更优良的性能

C.钛合金熔点比其成分金属低，但硬度大

D.钛合金具有其各成分金属的化学性质

A　**解析**：合金是指在一种金属中加热熔合其他金属或非金属而形成的具有金属特征的物质，钛合金含有多种物质，属于混合物，不是新型金属单质，A错误；在合金中加入稀土元素，能改善合金的多种性能，使合金具有更优良的性能，B正确；由于合金中组成元素之间相互作用的情况不同，形成合金后熔点比其成分金属低，但硬度大，C正确；合金的化学性质与其成分金属的化学性质是相同的，钛合金除具备钛单质的化学性质外，还具备其成分金属的化学性质，D正确。

2.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$2Al+3H_2O\xlongequal{}Al_2O_3+3H_2\uparrow$

D.合金中的镓、铟及锡对铝与水的反应可能起催化作用

A　**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$2Al+3H_2O\xlongequal{}Al_2O_3+3H_2\uparrow$，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。

3.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/($g\cdot cm^{-3}$)	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	1 538	7.87	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，故不适合作导线。

【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2 掌握铝与盐酸、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？

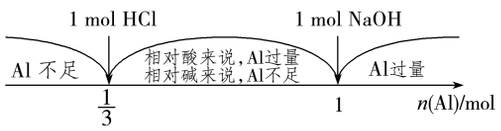
提示：产生氢气的量相等。

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。

【任务总结】

灵活利用数轴分析铝与酸、碱反应时量的关系



评价活动

1.将 23 g 钠和 54 g 铝组成的混合物投入足量水(质量为 100 g)中充分反应，下列说法正确的是(　　)

A.产生 H_2 的物质的量为 3.5 mol

B.溶液中的溶质有 NaOH、$Na[Al(OH)_4]$

C.反应中水为氧化剂

D.无法计算 $Na[Al(OH)_4]$ 的质量分数

C　**解析**：1 mol Na 与水反应产生 0.5 mol H_2，生成的 1 mol NaOH 与 1 mol Al 发生反应：$2Al+2NaOH+6H_2O=2Na[Al(OH)_4]+3H_2\uparrow$，生成 1.5 mol H_2，则共产生 H_2 的物质的量为 2 mol，A 错误；由于 Al 过量，所以 NaOH 全部与 Al 反应，溶液中的溶质没有 NaOH，只有 $Na[Al(OH)_4]$，B 错误；该反应中，水中的氢元素化合价由+1 价降低到 0 价，则水为氧化剂，C 正确；Al 只溶解 1 mol，质量为 27 g，生成 H_2 的物质的量为 2 mol，生成 $Na[Al(OH)_4]$ 的物质的量为 1 mol，则 $Na[Al(OH)_4]$ 的质量分数为 $\frac{118\ g}{100\ g+23\ g+27\ g-4\ g}\times100\%\approx80.8\%$，D 错误。

2.除去镁铝合金中的铝，可选用(　　)

A.硫酸　　B.水

C.盐酸　　D.氢氧化钠溶液

D　**解析**：铝与 NaOH 溶液反应，而镁不反应。

3.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

B　**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，故合金与稀硫酸反应生成氢气最多；C、D 项中物质均不与镁和铝反应，无氢气放出。

课后素养评价(十九)　合金

建议用时：30分钟

基础巩固

1.合金与纯铜相比较，下列有关说法不正确的是(　　)

A.合金的硬度更大

B.合金的耐腐蚀性能更好

C.合金不能导电

D.合金的熔点更低

C　**解析**：合金的硬度比纯金属的更大，A 项正确；合金的耐腐蚀性能优于纯铜，B 项正确；合金能导电，C 项错误；合金的熔点低于任意一种成分金属，D 项正确。

2.金属材料包括纯金属和它们的合金，合金在日常生活中有着广泛的应用。下列说法不正确的是(　　)

A.我国使用最早的合金是钢

B.稀土金属可以用于生产合金

C.常见的一些合金的硬度比其成分金属的大

D.铝制餐具不宜用来蒸煮或长期存放酸性或碱性食物

A　**解析**：铁的金属活动性较强，而铜的金属活动性较弱，我国使用最早的合金是青铜，A 错误；稀土金属能够改善合金的性能，可以用于生产合金，B 正确；常见的一些合金的硬度比其成分金属的大，熔点比其成分金属的低，C 正确；铝既能与酸反应又能与碱反应，铝制餐具不宜用来蒸煮或长期存放酸性或碱性食物，D 正确。

3.下列关于合金材料的说法不正确的是(　　)

A.青铜属于合金

B.合金的熔点比其成分金属的高

C.生铁和钢是含碳量不同的铁碳合金，故合金均为混合物

D.钛合金生物相容性好，强度大，可用作人造骨骼

B　**解析**：青铜是铜锡合金，A 正确；一般来说，合金的熔点比其成分金属的低，B 错误；生铁的含碳量为 2%～4.3%，钢的含碳量为 0.03%～2%，生铁和钢是含碳量不同的铁碳合金，故合金均为混合物，C 正确；钛合金生物相容性好，强度大，可用作人造骨骼，D 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。

6.金属铝应用广泛。下列有关说法正确的是　　(　　)

A.它置于空气中不会发生变化,常温下不与氧气反应

B.它是一种活泼的金属,能与盐酸反应产生H_2

C.它有致密的氧化物保护膜,能耐酸碱腐蚀

D.它易与镁形成合金,该合金是人类最早使用的合金

B　**解析**:铝易和空气中的氧气反应生成一层致密的氧化膜,A错误;铝能与盐酸反应生成氯化铝和氢气,B正确;铝表面有致密的氧化物保护膜,但是该氧化膜为氧化铝,能和酸、碱反应,C错误;铜合金是人类最早使用的合金,D错误。

7.某溶液中加入铝粉,有H_2放出,在该溶液中一定能大量共存的离子组是　　(　　)

A.K^+、Mg^{2+}、Cl^-、SO_4^{2-}

B.Na^+、NH_4^+、SO_4^{2-}、HCO_3^-

C.Na^+、K^+、SO_4^{2-}、Cl^-

D.K^+、Na^+、NO_3^-、CO_3^{2-}

C　**解析**:加入铝粉有H_2放出,溶液中可能有H^+或OH^-。A项,Mg^{2+}与OH^-不共存;B项,NH_4^+与OH^-不能共存,HCO_3^-与H^+、OH^-不能共存;D项,H^+与CO_3^{2-}不共存。

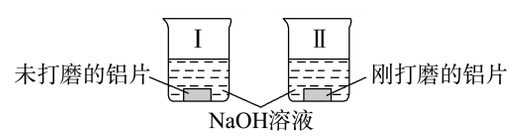
8.易拉罐的主要成分为铝合金,其中以铝铁合金和铝镁合金最为常见。为确定铝合金中金属的成分,现取几小块易拉罐碎片进行下列实验,其中实验方案、现象与结论均正确的是　　(　　)

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。

拓展提高

9.取两块大小一样的铝片,进行如图所示的实验。根据该实验,下列说法不正确的是　　(　　)



A.氧化铝有保护作用,因此烧杯Ⅰ中没有反应发生

B.烧杯Ⅰ中开始没有气泡,一段时间后才产生气泡;烧杯Ⅱ中立即产生气泡

C.两个烧杯中均发生反应:$2Al+2NaOH+6H_2O=\!=\!=2Na[Al(OH)_4]+3H_2\uparrow$

D.铝制餐具不宜长时间存放碱性食物

A　**解析**:烧杯Ⅰ中铝的表面有氧化铝,氧化铝和氢氧化钠反应生成四羟基合铝酸钠,故A错误。烧杯Ⅰ中开始时,氧化铝和氢氧化钠反应生成四羟基合铝酸钠和水,一段时间后,铝和氢氧化钠反应生成四羟基合铝酸钠和氢气;烧杯Ⅱ中只有铝和氢氧化钠反应生成四羟基合铝酸钠和氢气,两个烧杯中均

发生反应：$2Al+2NaOH+6H_2O=2Na[Al(OH)_4]+3H_2\uparrow$，故B、C正确。铝、氧化铝都能与碱反应，所以铝制餐具不宜长时间存放碱性食物，故D正确。

10. 将10 g铁碳合金放入O_2中高温灼烧，反应后的气体通入过量石灰水中得沉淀1.4 g。则此铁碳合金是（　　）

A.生铁　　B.高碳钢

C.中碳钢　　D.低碳钢

B　**解析**：根据碳原子守恒分析：$C\sim CO_2\sim CaCO_3$，1.4 g $CaCO_3$的物质的量$n(CaCO_3)=\frac{1.4\ g}{100\ g\cdot mol^{-1}}=0.014\ mol$，$m(C)=0.014\ mol\times12\ g\cdot mol^{-1}=0.168\ g$，碳元素的含量为$\frac{0.168\ g}{10\ g}\times100\%=1.68\%$，根据钢的含碳量可知，此铁碳合金属于高碳钢。

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

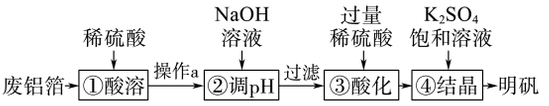
B.钠、铝在常温下都可以与空气中的氧气反应

C.将m 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：$2Al\sim3H_2\uparrow$，$2Na\sim H_2\uparrow$，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$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2\uparrow$，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$2Al+2NaOH+6H_2O=2Na[Al(OH)_4]+3H_2\uparrow$，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 mol+0.15 mol=0.2 mol，根据$V=nV_m$可得，$V=0.2\ mol\times22.4\ L\cdot mol^{-1}=4.48\ L$，故D不符合题意。

12. 利用废铝箔（主要成分为Al，含少量Mg、Fe等）制明矾[$KAl(SO_4)_2\cdot12H_2O$]的一种工艺流程如图所示：



下列说法错误的是（　　）

A.步骤①与步骤②顺序互换会更节约生产成本

B.步骤②中发生的反应有$Al(OH)_3+NaOH=Na[Al(OH)_4]$

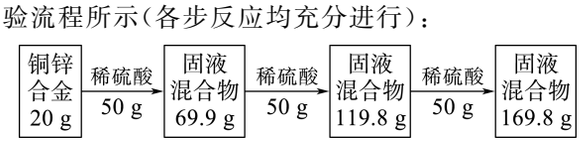
C.步骤③中用稀硫酸酸化的目的是将$Al(OH)_3$转化成Al^{3+}

D.由步骤④可知，室温下明矾的溶解度小于$Al_2(SO_4)_3$和K_2SO_4的溶解度

C　**解析**：由于Mg、Fe不与氢氧化钠溶液反应，步骤①与步骤②顺序互换后，通过操作a（过滤）即可得到$Na[Al(OH)_4]$溶液，再加稀硫酸可得到硫酸铝溶液，调换顺序后，所需要的酸、碱更少，更节约生产成本，故A正确；步骤②中Al^{3+}转化为$[Al(OH)_4]^-$，发生反应的化学方程式为$Al_2(SO_4)_3+6NaOH=2Al(OH)_3\downarrow+3Na_2SO_4$、$Al(OH)_3+NaOH=Na[Al(OH)_4]$，故B正确；步骤③中用稀硫酸酸化的目的是将$[Al(OH)_4]^-$转化为$Al^{3+}$，故C错误；步骤④是根据溶解度差异来制取明矾，因为室温下明矾的溶解度小于$Al_2(SO_4)_3$和K_2SO_4的溶解度，故D正确。

创新应用

13. 已知：铜放置在空气中一段时间后会发生化合反应表面产生铜绿，其主要成分是$Cu_2(OH)_2CO_3$；铜锌合金外观似金子，又称假黄金。某化学小组为检测某铜锌合金中铜的质量分数，设计如图实验流程所示（各步反应均充分进行）：



下列说法正确的是（　　）

A.合金中的铜在实验中发生反应：$Cu+2H^+=Cu^{2+}+H_2\uparrow$

B.20 g合金与足量稀硫酸反应产生气体的总质量为0.1 g

C.该合金样品中铜的质量分数为67.5%

D.铜转化为铜绿[$Cu_2(OH)_2CO_3$]的过程中，空气中参与反应的物质有2种

C　**解析**：不与稀硫酸反应，该离子方程式错误，A错误。第一次加50 g稀硫酸，质量减少20 g+50 g−69.9 g=0.1 g（氢气）；第二次加50 g稀硫酸，质量减少69.9 g+50 g−119.8 g=0.1 g（氢

气);第三次加50 g稀硫酸,质量不减少,说明锌已反应完。总氢气质量为0.1 g+0.1 g=0.2 g,B错误。$Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2\uparrow$,氢气总质量为0.2 g,$n(H_2)=\frac{0.2\ g}{2\ g\cdot mol^{-1}}=0.1\ mol$,则$n(Zn)=0.1\ mol$,$m(Zn)=0.1\ mol\times65\ g\cdot mol^{-1}=6.5\ g$。铜的质量为20 g−6.5 g=13.5 g,故该合金样品中铜的质量分数为$\frac{13.5\ g}{20\ g}\times100\%=67.5\%$,C正确。铜绿$[Cu_2(OH)_2CO_3]$含Cu、O、H、C元素,生成反应为$2Cu+O_2+CO_2+H_2O=Cu_2(OH)_2CO_3$,空气中参与反应的物质有$O_2$、$CO_2$、$H_2O$(水蒸气),共3种,D错误。

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

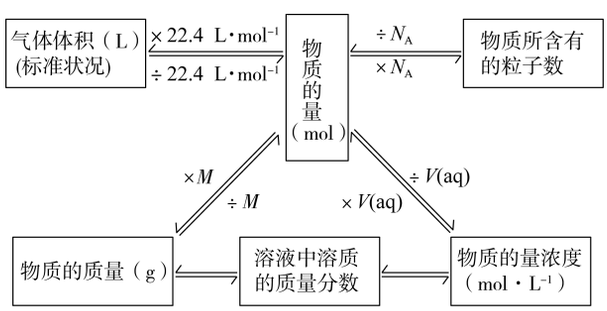
1.掌握物质的量与其他物理量的换算关系。从宏观和微观的角度认识物质的量在化学反应中的应用。

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$m(B)$,$n(B)=\underline{\frac{m(B)}{M}}$。

(2)已知标准状况时的气体体积$V[B(g)]$,$n(B)=\underline{\frac{V[B(g)]}{V_m}}$。

(3)已知物质的粒子数$N(B)$,$n(B)=\underline{\frac{N(B)}{N_A}}$。

(4)已知溶液中溶质B的物质的量浓度$c(B)$和溶液体积V,$n(B)=\underline{c(B)\cdot V}$。

二、物质的量在化学方程式中的应用

化学方程式	$2CO+O_2\overset{点燃}{=\!=\!=}2CO_2$
化学计量数之比	2∶1∶2
物质粒子数之比	2∶1∶2
扩大N_A倍之后	$2N_A:N_A:2N_A$
物质的量之比	2∶1∶2
标准状况下体积之比	2∶1∶2
相同状况下体积之比	2∶1∶2

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。

◇想一想

对于有气体参加的反应,各物质的化学计量数与同温同压下气体的体积之间有怎样的关系?

提示:对于有气体参加的反应,在同温同压下各气体的化学计量数之比等于其体积之比。

○ 任务型课堂 ○

任务1　掌握物质的量应用于化学方程式的计算

探究活动

硫酸亚铁片是治疗贫血的药物之一,可用于治疗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$n=\frac{m}{M}=(10\ 000\ g\times56\%)\div56\ g\cdot mol^{-1}=100\ mol$。

活动2　观察下列化学方程式及各物质对应的物理量。

$$\begin{array}{lccccc} Fe & + & H_2SO_4 & = & FeSO_4 & + H_2\uparrow \\ 56\ g & & 1\ mol & & 1\ mol & 22.4\ L \\ m(Fe) & & n(H_2SO_4) & & n(FeSO_4) & V(H_2) \end{array}$$

(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 mol·L^{-1}硫酸多少升？

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 mol Fe和56 g Fe完全相同。

(2) $\begin{array}{lccccc} Fe & + & H_2SO_4 & = & FeSO_4 & + H_2\uparrow \\ 56\ g & & 1\ mol & & & 22.4\ L \\ 112\ g & & V(H_2SO_4)\times 2\ mol\cdot L^{-1} & & & V(H_2) \end{array}$

$$\frac{56\ g}{112\ g}=\frac{1\ mol}{V(H_2SO_4)\times 2\ mol\cdot L^{-1}}=\frac{22.4\ L}{V(H_2)}$$

解得：$V(H_2SO_4)=1\ L$，$V(H_2)=44.8\ L$。

【任务总结】

1.物质的量应用于化学方程式计算的步骤

转 — 将已知物理量转化为物质的量

写 — 写出相关的化学方程式

标 — 在有关物质的化学式下面标出已知量和未知量；未知量可用相应物理量符号表示，如气体体积V(X)

列 — 列出比例式

解 — 根据比例式求解

答 — 简明地写出答案

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。

评价活动

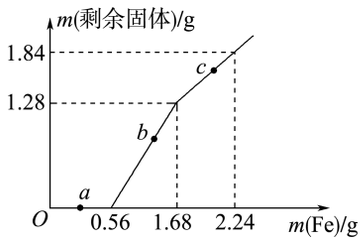
1.现有Al、CuO、Fe_2O_3组成的混合物共10.0 g，将其放入500 mL某浓度的盐酸中，混合物完全溶解，当再加入250 mL 2.0 mol·L^{-1}的NaOH溶液时，金属离子正好全部转化为沉淀。上述盐酸的浓度为 (　　)

A.0.5 mol·L^{-1}　　B.1.0 mol·L^{-1}

C.2.0 mol·L^{-1}　　D.3.0 mol·L^{-1}

B　**解析**：将Al、CuO、Fe_2O_3放入500 mL某浓度的盐酸中，生成$AlCl_3$、$CuCl_2$、$FeCl_3$，HCl可能有剩余，加入NaOH溶液，金属离子全部转化为沉淀时，应生成$Al(OH)_3$、$Cu(OH)_2$、$Fe(OH)_3$，此时溶液中溶质为NaCl，根据钠原子、氯原子守恒，$n(NaCl)=n(NaOH)=0.25\ L\times 2.0\ mol\cdot L^{-1}=0.5\ mol$，$n(HCl)=n(NaCl)=0.5\ mol$，$c(HCl)=0.5\ mol\div 0.5\ L=1.0\ mol\cdot L^{-1}$。

2.向100 mL $Fe_2(SO_4)_3$和$CuSO_4$的混合溶液中逐渐加入铁粉，充分反应后溶液中剩余固体的质量与加入铁粉的质量的关系如图所示，忽略溶液体积的变化。下列有关说法错误的是 (　　)



A.加入0.42 g Fe时，溶液中的阳离子为Cu^{2+}、Fe^{3+}和Fe^{2+}

B.加入0.56～1.68 g Fe时，发生反应：$Fe+Cu^{2+}=\!=\!=Cu+Fe^{2+}$

C.已知a点的横坐标是0.28，则反应后的溶液中$c(FeSO_4)=0.15\ mol\cdot\ L^{-1}$

D.原溶液中$Fe_2(SO_4)_3$和$CuSO_4$的物质的量浓度之比为1∶1

D　**解析**：加入铁粉的质量为0～0.56 g时，Fe发生反应：$Fe+2Fe^{3+}=\!=\!=3Fe^{2+}$，$a$点时溶液中阳离子为$Cu^{2+}$、$Fe^{2+}$和$Fe^{3+}$，选项A正确；由图可知加入铁粉的质量为0.56～1.68 g时，$n(Fe)=\frac{1.12\ g}{56\ g\cdot mol^{-1}}=0.02\ mol$，剩余物为1.28 g，即1.28 g Cu的物质的量为$\frac{1.28\ g}{64\ g\cdot mol^{-1}}=0.02\ mol$，此时发生反应：$Fe+Cu^{2+}=\!=\!=Cu+Fe^{2+}$，选项B正确；由图像可知原溶液中$Fe^{3+}$的物质的量为0.02 mol，即$Fe_2(SO_4)_3$的物质的量为0.01 mol，$a$点加入铁粉0.28 g，物质的量为$\frac{0.28\ g}{56\ g\cdot mol^{-1}}=0.005\ mol$，生成$n(FeSO_4)=0.005\ mol\times 3=0.015\ mol$，$c(FeSO_4)=\frac{0.015\ mol}{0.1\ L}=0.15\ mol\cdot\ L^{-1}$，选项C正确；原溶液中$Fe^{3+}$的物质的量为0.02 mol，即$Fe_2(SO_4)_3$的物质的量为0.01 mol，$Cu^{2+}$的物质的量为0.02 mol，即$CuSO_4$的物质的量为0.02 mol，所以原溶液中$Fe_2(SO_4)_3$

与 $CuSO_4$ 的物质的量浓度之比＝物质的量之比＝1∶2，选项 D 错误。

3. 将 5.1 g 镁铝合金的粉末放入过量的盐酸中，得到 5.6 L H_2（标准状况）。下列说法正确的是（　　）

A. 该合金中铝的质量分数约为 52.9%

B. 该合金中铝与镁的物质的量之比为 1∶2

C. 参与反应的 HCl 的物质的量为 5 mol

D. 反应过程中转移的电子总数为 $0.75N_A$（N_A 表示阿伏加德罗常数的值）

A　**解析**：设镁、铝的物质的量分别为 x 和 y，根据题意可知标准状况下 H_2 的物质的量为 $\frac{5.6\ L}{22.4\ L\cdot mol^{-1}}=0.25\ mol$，因盐酸足量，金属完全反应，根据化学方程式 $Mg+2HCl=\!=\!=MgCl_2+H_2\uparrow$、$2Al+6HCl=\!=\!=2AlCl_3+3H_2\uparrow$ 可知，有如下关系：

$$\begin{cases}24\ g\cdot mol^{-1}\times x+27\ g\cdot mol^{-1}\times y=5.1\ g\\ x+\frac{3}{2}y=0.25\ mol\end{cases},$$

解得：$x=0.1\ mol$，$y=0.1\ mol$。该合金中含有 0.1 mol 镁和 0.1 mol 铝，铝的质量分数约为 $\frac{0.1\ mol\times27\ g\cdot mol^{-1}}{5.1\ g}\times100\%\approx52.9\%$，选项 A 正确；该合金中含有 0.1 mol 镁和 0.1 mol 铝，铝与镁的物质的量之比为 1∶1，选项 B 错误；该合金中含有 0.1 mol 镁和 0.1 mol 铝，参与反应的 HCl 的物质的量为 0.1 mol×2＋0.1 mol×3＝0.5 mol，选项 C 错误；该合金中含有 0.1 mol 镁和 0.1 mol 铝，反应过程中转移的电子总数为 $0.5N_A$，选项 D 错误。

课后素养评价（二十）　物质的量在化学方程式计算中的应用

建议用时：30分钟

基础巩固

1. 对于反应 $aA+bB=\!=\!=cC+dD$（A、B、C、D 表示物质的化学式，a、b、c、d 表示各物质的化学计量数），下列说法不正确的是（　　）

A. 如果质量为 m_1 的 A 与质量为 m_2 的 B 恰好完全反应，则生成的 C、D 的质量之和一定等于（m_1+m_2）

B. 参加反应的 A 和 B 中的原子总数一定等于生成的 C 和 D 中的原子总数

C.（$a+b$）不一定等于（$c+d$）

D. A 和 B 中的元素种类数不一定等于 C 和 D 中的元素种类数

D　**解析**：化学反应中元素种类守恒，故 D 错误。

2. 足量的铝分别与等物质的量浓度的盐酸和氢氧化钠溶液反应，放出的氢气在同温同压下体积之比为 1∶2，则消耗盐酸与氢氧化钠溶液的体积比为（　　）

A. 1∶3　　B. 1∶1

C. 2∶3　　D. 3∶2

D　**解析**：由化学方程式 $2Al+6HCl=\!=\!=2AlCl_3+3H_2\uparrow$、$2Al+2NaOH+6H_2O=\!=\!=2Na[Al(OH)_4]+3H_2\uparrow$ 可知，足量的铝分别与等物质的量浓度的盐酸和氢氧化钠溶液反应，放出的氢气在同温同压下体积之比为 1∶2，则消耗盐酸和氢氧化钠的物质的量之比为 3∶2，由于二者浓度相等，所以消耗等物质的量浓度的盐酸和氢氧化钠溶液的体积比为 3∶2，故选 D。

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 $2H_2O\xlongequal{光}2H_2\uparrow+O_2\uparrow$ 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 $0.02\ mol\times2\ g\cdot mol^{-1}=0.04\ g$，A 错误；生成 H 原子数为 $0.02\ mol\times2\times6.02\times10^{23}\ mol^{-1}=2.408\times10^{22}$，B 错误；标准状况下，生成 H_2 的体积为 $0.02\ mol\times22.4\ L\cdot mol^{-1}=0.448\ L$，C 错误；生成的 H_2 中含有的质子数为 $0.02\ mol\times2\times6.02\times10^{23}\ mol^{-1}=2.408\times10^{22}$，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 $R+H_2SO_4=\!=\!=RSO_4+H_2\uparrow$，故这三种金属的物质的量之和等于氢气的物质的量，为$\frac{2.8\ L}{22.4\ L\cdot mol^{-1}}=0.125\ mol$。

5.将 4.6 g 金属钠投入足量水中，充分反应后得 a g 溶液；将 4.8 g 金属镁投入足量盐酸中，充分反应后得 b g 溶液，假设水的质量与盐酸的质量相等，则反应后两溶液的质量关系式为 （　　）

A.$a=b$　　B.$a>b$

C.$a<b$　　D.无法判断

A　**解析**：根据反应后溶液增加的质量等于金属的质量减去放出 H_2 的质量计算。

$2Na+2H_2O=\!=\!=2NaOH+H_2\uparrow$　Δm

46　　2　　44

4.6 g　　4.4 g

$Mg+2HCl=\!=\!=MgCl_2+H_2\uparrow$　Δm

24　　2　　22

4.8 g　　4.4 g

因为 $m(H_2O)=m$（盐酸），所以 $a=b$。

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 mol·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，$n(Na^+)=n(Cl^-)=n(HCl)=0.50\ mol\cdot L^{-1}\times0.08\ L=0.04\ mol$。若固体为 Na_2O，则其质量应为 $0.02\ mol\times62\ g\cdot mol^{-1}=1.24\ g$；若固体为 Na_2O_2，则其质量应为 $0.02\ mol\times78\ g\cdot mol^{-1}=1.56\ g$；若固体为 NaO_2，则其质量应为 $0.04\ mol\times55\ g\cdot mol^{-1}=2.2\ g$。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 mol·L^{-1}的盐酸中，反应后盐酸的浓度变为4.6 mol·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

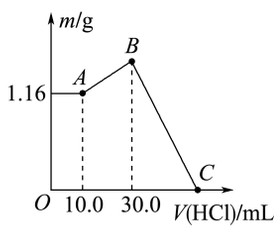
C.混合物中含有 0.01 mol Fe

D.混合物中 Al 与 Fe 的物质的量之比为 1∶1

D　**解析**：n（消耗 HCl）$=0.2\ L\times5\ mol\cdot L^{-1}-0.2\ L\times4.6\ mol\cdot L^{-1}=0.08\ mol$，A 正确；可设混合物中 Al、Fe 的物质的量分别为 x、y，则根据Al～3HCl、Fe～2HCl，可得 $3x+2y=0.08\ mol$　①，$27\ g\cdot mol^{-1}\times x+56\ g\cdot mol^{-1}\times y=1.1\ g$　②，①②联立可得 $x=0.02\ mol$、$y=0.01\ mol$，可知 B、C 正确，D 错误。

拓展提高

8.把 NaOH、$MgCl_2$、$AlCl_3$ 三种固体组成的混合物溶于足量水后，产生 1.16 g 白色沉淀，再向所得悬浊液中逐滴加入 1.00 mol·L^{-1} HCl 溶液，加入 HCl 溶液的体积与生成沉淀的质量的关系如图所示。下列说法错误的是 （　　）



A.A 点的沉淀物的化学式为 $Mg(OH)_2$

B.原固体混合物中 NaOH 的质量为 5.2 g

C.C 点加入的 HCl 溶液的体积为100.0 mL

D.AB 段反应的离子方程式是$[Al(OH)_4]^-+H^+=\!=\!=Al(OH)_3\downarrow+H_2O$

C　**解析**：向混合物溶液中加入盐酸时，开始阶段沉淀的质量不变，说明溶液中 NaOH 过量，则铝离子完全转化为四羟基合铝酸根离子，溶液中存在的 1.16 g 白色沉淀为 $Mg(OH)_2$；AB 段，盐酸和四羟基合铝酸钠反应生成氢氧化铝沉淀，离子方程式为$[Al(OH)_4]^-+H^+=\!=\!=Al(OH)_3\downarrow+H_2O$，$B$ 点溶液中存在的溶质是氯化钠，沉淀为 $Mg(OH)_2$、$Al(OH)_3$；BC 段，氢氧化镁和氢氧化铝与盐酸反应生成氯化镁和氯化铝，所以 C 点溶液中的溶质是氯化铝、氯化镁和氯化钠。A 点的沉淀物的化学式为 $Mg(OH)_2$，A 正确；由 V（HCl）$=30$ mL 处的数据计算 NaOH 的质量，此时为 NaCl 溶液，溶液中的 Cl^- 来源于混合物中的 $AlCl_3$、$MgCl_2$ 和加入的 30 mL盐酸，溶液中的 Na^+ 来源于混合物中的 NaOH，AB 段发生反应：$Na[Al(OH)_4]+HCl=\!=\!=Al(OH)_3\downarrow+NaCl+H_2O$，$n\{Na[Al(OH)_4]\}=n(HCl)_{A\sim B}=0.02\ L\times1\ mol\cdot L^{-1}=0.02\ mol$，由

铝原子守恒得原混合物中 $n(AlCl_3)=n\{Na[Al(OH)_4]\}=0.02\ mol$，由镁原子守恒得混合物中 $n(MgCl_2)=n[Mg(OH)_2]=\frac{1.16\ g}{58\ g\cdot mol^{-1}}=0.02\ mol$，由 Na 原子和 Cl 原子守恒得，原混合物中 $n(NaOH)=n(NaCl)=n(Cl^-)=2n(MgCl_2)+3n(AlCl_3)+n(HCl)=0.13\ mol$，则 $m(NaOH)=0.13\ mol\times40\ g\cdot mol^{-1}=5.2\ g$，B 正确；$C$ 点溶液中的溶质是氯化铝、氯化镁和氯化钠，此时所加入盐酸的物质的量为 $n(HCl)=n(NaOH)=0.13\ mol$，C 点表示加入盐酸的体积为 $V=\frac{0.13\ mol}{1\ mol\cdot L^{-1}}=0.13\ L=130.0\ mL$，C 错误；$AB$ 段，盐酸和四羟基合铝酸根离子反应生成氢氧化铝沉淀，离子方程式为 $[Al(OH)_4]^-+H^+=\!=\!=Al(OH)_3\downarrow+H_2O$，D 正确。

9. 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. $0.5\ mol\cdot L^{-1}$　　B. $1\ mol\cdot L^{-1}$

C. $1.5\ mol\cdot L^{-1}$　　D. $2\ mol\cdot L^{-1}$

B　**解析**：锌与 $CuSO_4$ 溶液反应时，置换出来的铜附着在锌片上。

$Zn+Cu^{2+}=\!=\!=Zn^{2+}+Cu$　Δm（固体质量减少量）

1 mol　　1 g

$n(Cu^{2+})$　　0.5 g

$\frac{1\ mol}{n(Cu^{2+})}=\frac{1\ g}{0.5\ g}$，

解得 $n(Cu^{2+})=0.5\ mol$，

所以 $c(CuSO_4)=\frac{0.5\ mol}{0.5\ L}=1\ mol\cdot L^{-1}$。

10. 混合物 X 由 Al_2O_3、Fe_2O_3、Cu、SiO_2（酸性氧化物，能与 NaOH 溶液反应）中的某几种物质组成，进行下列实验操作时，下列有关说法正确的是　　(　　)

$$10.0\ g\ X\xrightarrow[\text{步骤Ⅰ}]{\text{过量NaOH溶液}}6.4\ g\text{固体}\xrightarrow[\text{步骤Ⅱ}]{\text{过量盐酸}}\begin{cases}\text{溶液}\\1.92\ g\text{固体}\end{cases}$$

A. 步骤Ⅰ中减少的 3.6 g 固体一定是混合物

B. 步骤Ⅱ中质量减少的物质一定是 Fe_2O_3

C. 根据步骤Ⅰ、Ⅱ可以判断混合物 X 的成分为 Al_2O_3、Fe_2O_3、Cu

D. 根据上述步骤Ⅱ可以得出 Fe_2O_3 和 Cu 的质量比为 1∶1

D　**解析**：Al_2O_3、SiO_2 都能与 NaOH 溶液反应，10 g X 加入过量 NaOH 溶液中剩余 6.4 g 固体，说明混合物 X 至少含 Al_2O_3、SiO_2 中的 1 种；剩余固体中加过量盐酸溶解，Fe_2O_3 和盐酸反应生成氯化铁和水，Cu 和盐酸不反应，Cu 和氯化铁反应生成氯化亚铁和氯化铜，最后剩余 1.92 g 固体，剩余固体一定是 Cu，说明氯化铁完全参加反应（$2Fe^{3+}+Cu=\!=\!=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$）。根据以上分析，步骤Ⅰ中减少的 3.6 g 固体中至少有 Al_2O_3、SiO_2 中的一种，不一定是混合物，故 A 错误；步骤Ⅰ剩余固体中一定不含 Al_2O_3、SiO_2，Fe_2O_3 和盐酸反应生成氯化铁和水，Cu 和氯化铁反应生成氯化亚铁和氯化铜，所以步骤Ⅱ中质量减少的物质是 Fe_2O_3 和部分 Cu，故 B 错误；根据步骤Ⅰ、Ⅱ可以判断混合物 X 中一定有 Fe_2O_3、Cu，Al_2O_3、SiO_2 中至少有 1 种，故 C 错误；参加反应的 Fe_2O_3 和 Cu 的质量和为 4.48 g，根据反应关系式 $Fe_2O_3\sim2Fe^{3+}\sim Cu$，设参加反应的 Cu 的物质的量为 x，则 $160\ g\cdot mol^{-1}\times x+64\ g\cdot mol^{-1}\times x=4.48\ g$，$x=0.02\ mol$，原固体 X 中含有 Cu 的质量为 $0.02\ mol\times64\ g\cdot mol^{-1}+1.92\ g=3.2\ g$，$Fe_2O_3$ 的质量为 $0.02\ mol\times160\ g\cdot mol^{-1}=3.2\ g$，二者质量比为 1∶1，故 D 正确。

11. 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 $\frac{5.3\ g}{106\ g\cdot mol^{-1}}=0.05\ mol$，则：

$Na_2CO_3+2HCl=\!=\!=2NaCl+CO_2\uparrow+H_2O$

1 mol　　2 mol　　1 mol

0.05 mol　　$n(HCl)$　　$n(CO_2)$

所以 $n(HCl)=0.05\ mol\times2=0.1\ mol$，

$n(CO_2)=0.05\ mol$，

故盐酸的物质的量浓度为 $\frac{0.1\ mol}{0.02\ L}=5\ mol\cdot L^{-1}$，生成 CO_2 的体积为 $0.05\ mol\times22.4\ L\cdot mol^{-1}=1.12\ L$。

答案：(1) $5\ mol\cdot L^{-1}$　(2) 1.12

12. 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。

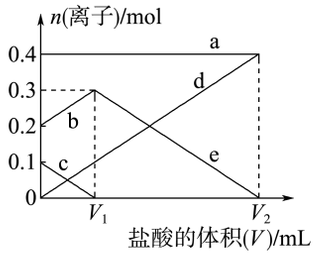
(3)稀硫酸的物质的量浓度为_____$mol\cdot L^{-1}$。

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：$Fe+H_2SO_4=\!=\!=FeSO_4+H_2\uparrow$、$Fe_2O_3+3H_2SO_4=\!=\!=Fe_2(SO_4)_3+3H_2O$、$Fe+Fe_2(SO_4)_3=\!=\!=3FeSO_4$。(1)3个反应中$Fe+Fe_2(SO_4)_3=\!=\!=3FeSO_4$属于化合反应，反应的离子方程式为$Fe+2Fe^{3+}=\!=\!=3Fe^{2+}$。(2)设混合物中铁的物质的量为$x$ mol，氧化铁的物质的量为y mol，则①$56x+160y=50$，放出标准状况下氢气4.48 L(0.2 mol)，则反应$Fe+H_2SO_4=\!=\!=FeSO_4+H_2\uparrow$消耗的铁为0.2 mol，反应$Fe+Fe_2(SO_4)_3=\!=\!=3FeSO_4$消耗铁的物质的量为$y$ mol，则②$0.2+y=x$，联立二式解得：$x\approx0.379\ 6$，$y\approx0.179\ 6$，则混合物中氧化铁的质量为$0.179\ 6\ mol\times160\ g\cdot mol^{-1}=28.736\ g$。(3)结合(2)可知$n(H_2SO_4)=n(FeSO_4)=n(Fe)=0.379\ 6\ mol+0.179\ 6\ mol\times2=0.738\ 8\ mol$，$c(H_2SO_4)=\dfrac{0.738\ 8\ mol}{0.2\ L}=3.694\ mol\cdot L^{-1}$。

答案：(1)$Fe+2Fe^{3+}=\!=\!=3Fe^{2+}$　(2)28.736　(3)3.694

创新应用

13.某小组对加热了的$NaHCO_3$固体进行探究，取该样品溶于水制成溶液，向此溶液中缓慢滴加一定浓度的盐酸，并不断搅拌。随着盐酸的加入，溶液中有关离子的物质的量的变化如图所示。下列有关说法正确的是　(　　)



A.a、d、e曲线对应的离子分别是Na^+、Cl^-、CO_3^{2-}

B.样品溶液中$n(CO_3^{2-}):n(HCO_3^-)=1:1$

C.加热前的$NaHCO_3$总质量为33.6 g

D.消耗盐酸的体积$V_1:V_2=1:3$

C　**解析**：b、e曲线表示的是碳酸氢根离子浓度变化，c曲线表示碳酸根离子浓度变化，a曲线表示钠离子浓度变化，d曲线表示氯离子浓度变化，A错误；结合图可知，加热了的$NaHCO_3$样品中含碳酸氢钠0.2 mol，碳酸钠0.1 mol，则样品溶液中$n(CO_3^{2-}):n(HCO_3^-)=1:2$，B错误；根据钠元素守恒可知，$n(NaHCO_3)=n(Na^+)=0.4$ mol，故加热前的$NaHCO_3$总质量为$m(NaHCO_3)=0.4\ mol\times84\ g\cdot mol^{-1}=33.6\ g$，C正确；根据反应$CO_3^{2-}+H^+=\!=\!=HCO_3^-$、$HCO_3^-+H^+=\!=\!=CO_2\uparrow+H_2O$可知，0.1 mol CO_3^{2-}消耗0.1 mol H^+，0.3 mol HCO_3^-消耗0.3 mol H^+，则加入盐酸的体积为V_2时共消耗HCl 0.4 mol，故消耗盐酸的体积$V_1:V_2=1:4$，D错误。

★★★

迁·移·应·用

考点1　合金的组成、性质及应用

【教考衔接】

教材第三章第二节详细介绍了合金的概念、特性、结构对性能的影响及新型合金；铁合金、铝合金的组成及性质。高考中高频考点主要集中在：(1)合金材料的判断。(2)合金材料的性质。(3)合金材料的用途。

【典例示范】

【例1】下列与合金有关的说法正确的是 ABCDEF(填字母序号)。

A.(2025·陕晋青宁卷改编)“梦想”号钻探船钻头用的合金属于金属材料

B.(2024·天津卷)太保鼎(西周)的材质是青铜，青铜属于合金

C.(2023·湖南卷)青铜器“四羊方尊”的主要材质为合金

D.冬奥会“同心”金属奖牌属于合金材料

E.“天宫二号”航天器使用的质量轻强度高的钛合金属于金属材料

F.镁合金密度较小、强度较大，可用于制造飞机部件

【例2】(2025·广东卷)中华传统技艺，凸显人民智慧。下列选项所涉及材料的主要成分属于合金的是　　(　　)

剪纸	篆刻	活字印刷术	中医针灸
			
A.纸哪吒	B.石印章	C.木活字	D.不锈钢针

D　**解析**：纸的主要成分是有机化合物，不属于合金，A不符合题意；石印章的材料通常是天然矿物，主要成分为硅酸盐或碳酸盐，不属于合金，B不符合题意；木活字的材料是木材，主要成分为有机化合物，不属于合金，C不符合题意；不锈钢是铁(Fe)与铬(Cr)、镍(Ni)等金属形成的合金，D符合题意。

【归纳总结】

对合金的错误认识

①认为合金是纯净物或金属化合物。合金是两种或两种以上的金属(或金属与非金属)熔合而成的、具有金属特征的混合物。

②合金的密度一般介于各组分之间，可近似按比例估算，但不是严格的加权平均。

③认为合金的成分金属活泼，合金的化学性质就一定更活泼。合金的化学性质并非各组分性质的简单加和，多数合金耐腐蚀性较强。

【针对训练】

1.人类的生产、生活离不开合金，合金的使用推动着人类文明的进步。下列物品不是由合金制成的是　　(　　)



A.“蛟龙”号潜水器耐压球壳



B.手机显示屏



C.国产大飞机C919的飞机外壳



D.发动机的火花塞

B　**解析**：“蛟龙”号潜水器的耐压球壳是钛铝合金，属于合金，A不符合题意；手机显示屏不属于金属材质，不是由合金制成的，B符合题意；国产大飞机C919的飞机外壳是用硬铝材料制成的，属于合金，C不符合题意；发动机的火花塞主要是镍合金，属于合金，D不符合题意。

2.下列说法正确的是　　(　　)

A.用来制造储存氢气所用钢瓶的合金是储氢合金

B.不锈钢是常见的新型合金

C.新型合金主要应用于航空航天、生物工程等领域

D.碳纤维复合材料属于新型合金材料

C　**解析**：储氢合金是指一类能够大量吸收H_2，并与H_2结合成金属氢化物的材料，A项错误；不锈钢属于铁合金，不是新型合金，B项错误；碳是非金属元素，碳纤维主要由碳元素组成，不属于合金，D项错误。

考点2 铁及其化合物的性质及应用

【教考衔接】

教材第三章第一节详细介绍了铁及其化合物的结构、性质及应用。高考中高频考点主要集中在：(1)铁三角。(2)Fe^{2+}和Fe^{3+}的检验。(3)铁与酸、水的反应。(4)$Fe(OH)_2$和$Fe(OH)_3$的性质。

【典例示范】

【例3】下列有关铁及其化合物的叙述正确的是CD(填字母序号)。

A.(2025·浙江6月卷)用红热的铁粉与水蒸气反应制备Fe_2O_3

B.(2025·浙江6月卷)向$FeCl_2$溶液中滴加煮沸过的NaOH溶液，在空气中过滤，制备$Fe(OH)_2$

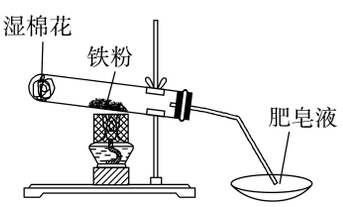
C.(2025·重庆卷改编)氯化铁溶液可在常温下刻蚀铜板

D.(2025·广东卷)磁带可由四氧化三铁涂覆在胶带上制成，Fe_3O_4具有磁性

E.(2025·云南卷)用覆铜板制作印刷电路板的反应为$2FeCl_3+3Cu=3CuCl_2+2Fe$

F.(2025·云南卷)28 g Fe粉和足量S完全反应，转移电子的数目为$1.5N_A$(N_A表示阿伏加德罗常数的值)

【例4】(2024·新课标卷)实验室中利用如图所示装置验证铁与水蒸气反应。下列说法错误的是(　　)



A.反应为$3Fe+4H_2O(g)\xlongequal{高温}Fe_3O_4+4H_2$

B.将酒精灯移至湿棉花下方实验效果更好

C.用木柴点燃肥皂泡检验生成的氢气

D.使用硬质玻璃试管盛装还原铁粉

B　**解析**：铁和水蒸气在高温下发生反应生成Fe_3O_4和H_2，A正确；酒精灯在铁粉下方加热可以产生高温，且不影响水蒸气的形成，若移至湿棉花下方则难以产生高温，且会导致水蒸气形成速率过快，未反应就逸出，利用率降低，实验效果不好，B错误；由于该实验中的反应需要在高温下发生，因此要使用硬质玻璃试管盛装还原铁粉，D正确。

【例5】(2023·江苏卷改编)室温下，探究0.1 mol·L^{-1} $FeSO_4$溶液的性质，下列实验方案不能达到探究目的的是(　　)

选项	探究目的	实验方案
A	溶液中是否含有Fe^{3+}	向2 mL $FeSO_4$溶液中滴加KSCN溶液，观察溶液颜色变化
B	Fe^{2+}是否有还原性	向2 mL $FeSO_4$溶液中滴加几滴酸性$KMnO_4$溶液，观察溶液颜色变化
C	比较Fe^{2+}和Zn^{2+}氧化能力的强弱	向$FeCl_2$溶液中加入Zn片，观察溶液颜色变化
D	Fe^{2+}能否催化H_2O_2分解	向2 mL 5% H_2O_2溶液中滴加几滴$FeSO_4$溶液，观察气泡产生情况

D　**解析**：检验溶液中是否含有Fe^{3+}，直接向待测液中滴加KSCN溶液，若待测液变为红色，则说明溶液中含有Fe^{3+}，A能达到探究目的；向2 mL $FeSO_4$溶液中滴加几滴酸性$KMnO_4$溶液，若观察到溶液紫红色褪去，说明Fe^{2+}有还原性，B能达到探究目的；向$FeCl_2$溶液中加入Zn片，发生反应$Fe^{2+}+Zn=Fe+Zn^{2+}$，溶液由浅绿色变为无色，说明Fe^{2+}的氧化能力比Zn^{2+}强，C能达到探究目的；H_2O_2可氧化Fe^{2+}为Fe^{3+}，Fe^{3+}可催化H_2O_2分解，有气泡产生，不能证明Fe^{2+}可以催化H_2O_2分解，D不能达到探究目的。

【归纳总结】

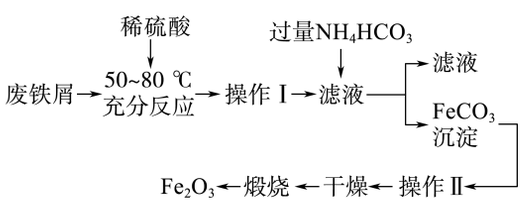
铁及其化合物的性质、应用是高中化学的核心，也是高考的必考点。其知识体系复杂，涉及众多氧化还原反应。绘制铁及其化合物的“价—类”二维图，熟记铁及其化合物的性质是解决问题的关键。

【针对训练】

3.铁锈的主要成分是Fe_2O_3。Fe_2O_3俗称铁红，是具有工业应用价值的铁的氧化物。

Ⅰ.制备Fe_2O_3

用废铁屑(含少量FeO、Fe_2O_3杂质)制备Fe_2O_3的流程如图所示：



(1)控制溶液反应温度为50～80 ℃的方法为_____。

(2)操作Ⅱ的名称为_____。

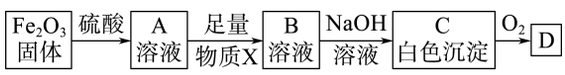
(3)写出“煅烧”过程发生的主要反应的化学方程式：

_____。

(4)以上流程中，氧化还原反应共有_____个。

Ⅱ.探究 Fe_2O_3 的性质

A、B、C、D 均是含铁元素的物质，其中 B 溶液呈浅绿色。Fe_2O_3 发生的反应及含铁物质转化关系如图所示：



(5)检验 A 溶液中阳离子的方法是_____

_____。

(6)物质 X 可以是_____(填字母序号)。

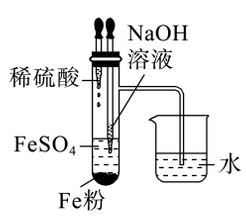
A.Fe　　B.H_2O_2

C.$KMnO_4$　　D.NH_4Cl

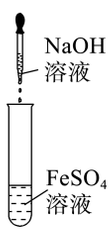
(7)白色沉淀 C→D 的化学方程式为_____

_____。

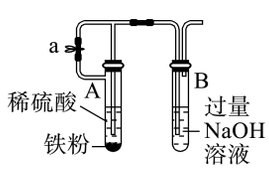
(8)下列装置中，无法制备较长时间存在的白色沉淀的是_____(填字母序号)。



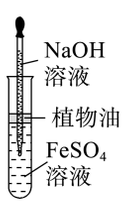
A



B



C



D

解析：(1)控制溶液反应温度为 50～80 ℃，温度低于水的沸点，方法为水浴加热。(2)操作Ⅱ为洗涤沉淀的操作，名称为洗涤。(3)“煅烧”过程中碳酸亚铁被空气中氧气氧化为氧化铁，同时生成二氧化碳，化学方程式为 $4FeCO_3+O_2\xlongequal{煅烧}2Fe_2O_3+4CO_2$。(4)以上流程中，铁和稀硫酸反应生成硫酸亚铁和氢气，氧化铁生成的铁离子被单质铁还原为亚铁离子，碳酸亚铁被空气中氧气氧化为氧化铁，三者均存在元素化合价改变，则氧化还原反应共有 3 个。(5)铁离子和 KSCN 反应使溶液变为红色，故检验 A 溶液中阳离子的方法是用试管取少量 A 溶液，滴加 KSCN 溶液，若溶液变红色，说明溶液中存在 Fe^{3+}(或其他合理答案)。(6)物质 X 将铁离子还原为亚铁离子，且不引入新杂质，则物质 X 可以是还原剂铁，故选 A。(7)$Fe(OH)_2$ 在空气中被氧化为 $Fe(OH)_3$，反应的化学方程式为 $4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=\!=\!=4Fe(OH)_3$。(8)铁和稀硫酸反应生成氢气和硫酸亚铁，排尽装置中空气，然后滴加氢氧化钠生成氢氧化亚铁白色沉淀，能制备较长时间存在的白色沉淀，故 A 不符合题意；氢氧化钠和硫酸亚铁反应生成氢氧化亚铁白色沉淀，$Fe(OH)_2$ 在空气中被氧化为 $Fe(OH)_3$ 沉淀，不能制备较长时间存在的白色沉淀，故 B 符合题意；铁和稀硫酸反应生成氢气和硫酸亚铁，排尽装置中空气，然后关闭 a，硫酸亚铁溶液被压入 B 装置，和氢氧化钠反应生成氢氧化亚铁白色沉淀，能制备较长时间存在的白色沉淀，故 C 不符合题意；植物油能隔绝氧气，能制备较长时间存在的白色沉淀，故 D 不符合题意。

答案：(1)水浴加热

(2)洗涤

(3)$4FeCO_3+O_2\xlongequal{煅烧}2Fe_2O_3+4CO_2$

(4)3

(5)用试管取少量 A 溶液，滴加 KSCN 溶液，若溶液变红色，说明溶液中存在 Fe^{3+}(或其他合理答案)

(6)A　(7)$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=\!=\!=4Fe(OH)_3$

(8)B

考点3　铝及其化合物的性质及应用

【教考衔接】

教材第三章第二节详细介绍了铝和铝合金的结构、性质及应用。高考中高频考点主要集中在铝和氧化铝的性质。

【典例示范】

【例 6】下列说法错误的是_____(填字母序号)。

A.铝溶于 NaOH 溶液，有无色气体产生：$2Al+2OH^-+6H_2O=\!=\!=2[Al(OH)_4]^-+3H_2\uparrow$

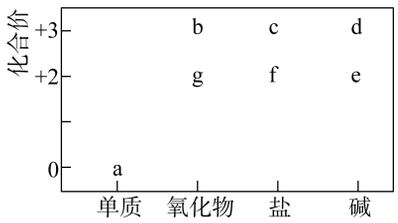
B.Al_2O_3 是两性氧化物，因此可用作耐高温材料

C.铝能形成致密氧化膜，故技术人员开发高端耐腐蚀镀铝钢板

D.(2025·陕晋青宁卷)金属铝具有还原性，可用于冶炼金属

B　**解析**：Al_2O_3 可用作耐高温材料是利用了其熔点高的性质，与 Al_2O_3 是两性氧化物无关。

【例 7】(2024·广东卷改编)部分含 Al 或 Fe 元素的物质的分类与相应化合价关系如图所示。下列推断合理的是　(　　)



A.a 在水蒸气中一定生成 d

B.在 g→f→e→d 转化过程中，一定存在物质颜色的变化

C.加热 c 的饱和溶液，一定会形成能产生丁达尔效应的红棕色分散系

D.若 b 和 d 均能与同一物质反应生成 c，则组成 a 的元素一定是 Fe

B　**解析**：Fe 与水蒸气反应生成 Fe_3O_4，故 A 错误；e 能转化为 d，此时 e 为白色沉淀 $Fe(OH)_2$，d 为红褐色沉淀 $Fe(OH)_3$，说明在 g→f→e→d 转化过程中，一定存在物质颜色的变化，故 B 正确；由题意可知，此时能产生丁达尔效应的红棕色分散系为 $Fe(OH)_3$ 胶体，c 应为铁盐，加热铁盐的饱和溶液，也有可能直接得到 $Fe(OH)_3$ 沉淀，故 C 错误；假设 b 为 Al_2O_3，即 d 为 $Al(OH)_3$，c 为铝盐，Al_2O_3、$Al(OH)_3$ 与稀盐酸反应均生成铝盐，此时组成 a 的元素为 Al，故 D 错误。

【归纳总结】

铝及其化合物的性质、应用是高中化学的重点知识，也是高考的必考点。抓住“铝三角”：Al^{3+}、$Al(OH)_3$、$[Al(OH)_4]^-$ 相互转化关系，记住定量关系（沉淀生成与溶解消耗 OH^- 的物质的量之比为 3∶1），理解 Al_2O_3 的两性本质（只与强酸、强碱反应）是解决问题的关键。

【针对训练】

4.下列有关铝及其化合物的性质说法正确的是（　　）

A.Al_2O_3 的熔点高，可用作耐高温材料

B.氧化铝不能与 NaOH 溶液反应

C.铝在空气中不易被氧化，是因为其化学性质不活泼

D.氧化铝是碱性氧化物

A　**解析**：Al_2O_3 的熔点高，可用作耐高温材料，A 正确；氧化铝为两性氧化物，能与氢氧化钠溶液反应，B 错误；铝在空气中不易被氧化，是因为铝与空气中的氧气反应表面生成一层致密的氧化铝薄膜，阻止铝的进一步氧化，C 错误；氧化铝为两性氧化物，D 错误。

考点4　物质的量应用于化学方程式的计算

【教考衔接】

教材第三章第二节详细介绍了物质的量在化学方程式计算中的应用。高考中高频考点主要集中在利用物质的量为桥梁，进行化学反应的定量计算。

【典例示范】

【例 8】X、Y 均为核电荷数小于 18 的金属元素。同温同压下，0.1 mol X 的单质与足量稀盐酸反应，生成 H_2 的体积为 V_1 L；0.1 mol Y 的单质与足量稀硫酸反应，生成 H_2 的体积为 V_2 L。下列说法错误的是（　　）

A.X、Y 生成 H_2 的物质的量之比一定为 $\frac{V_1}{V_2}$

B. X、Y 消耗酸的物质的量之比一定为 $\frac{2V_1}{V_2}$

C.产物中 X、Y 的化合价之比一定为 $\frac{V_1}{V_2}$

D.由 $\frac{V_1}{V_2}$ 一定能确定产物中 X、Y 的化合价

D　**解析**：设与酸反应的生成物中 X、Y 两种金属元素的化合价分别为 $+a$、$+b$，题给条件下的气体摩尔体积为 V_m L·mol^{-1}，则：

$$2X + 2aHCl = 2XCl_a + aH_2\uparrow$$
$$2\ mol \quad 2a\ mol \quad 2\ mol \quad aV_m\ L$$
$$0.1\ mol \quad n(HCl) \quad V_1\ L$$
$$2Y + bH_2SO_4 = Y_2(SO_4)_b + bH_2\uparrow$$
$$2\ mol \quad b\ mol \quad 1\ mol \quad bV_m\ L$$
$$0.1\ mol \quad n(H_2SO_4) \quad V_2\ L$$

可得 $n(HCl)=\frac{2a\ mol\times V_1\ L}{aV_m\ L}=\frac{2V_1}{V_m}$ mol，$n(H_2SO_4)=\frac{b\ mol\times V_2\ L}{bV_m\ L}=\frac{V_2}{V_m}$ mol，$a=\frac{2V_1}{0.1V_m}$，$b=\frac{2V_2}{0.1V_m}$。同温同压下，气体的物质的量之比等于气体的体积之比，则 X、Y 生成 H_2 的物质的量之比为 $\frac{V_1}{V_2}$，A 项正确；由上述分析可知，X、Y 消耗酸的物质的量之比为 $\frac{n(HCl)}{n(H_2SO_4)}=\frac{2V_1}{V_2}$，B 项正确；产物中 X、Y 的化合价之比为 $\frac{a}{b}=\frac{\frac{2V_1}{0.1V_m}}{\frac{2V_2}{0.1V_m}}$，C 项正确；核电荷数小于

18的金属元素X、Y，化合价有+1价、+2价、+3价，若$\frac{V_1}{V_2}=1$，则$\frac{a}{b}=1$，说明X、Y的化合价相等，但不能确定化合价的具体数值，D项错误。

【归纳总结】

物质的量在化学方程式计算中应用的方法

(1)根据化学方程式进行计算时，已知物质的其他物理量可先换算成物质的量，再根据化学方程式中化学计量数之比等于其物质的量之比列比例式。

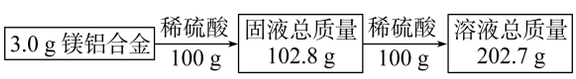
(2)各物理量及单位、公式等尽量用符号表示。各物理量要注明所表示的物质(或粒子)的符号，如参加反应的NaOH的物质的量表示为$n(NaOH)$。

(3)设未知量可直接用各物理量符号表示，如设参加反应的HCl的物质的量为$n(HCl)$，不带单位。

(4)把已知量代入比例式计算时，都要代入单位。

【针对训练】

5.镁铝合金是现代工业中“轻量化”材料的代表，广泛应用于航空航天、汽车、电子等领域。某化学小组按下列流程测定镁铝合金样品中铝的质量分数(各反应充分进行)：



下列叙述错误的是　　(　　)

A.镁、铝均能和稀硫酸发生置换反应

B.消耗的H^+与生成H_2的个数比为2∶1

C.稀硫酸中H_2SO_4的质量分数为9.8%

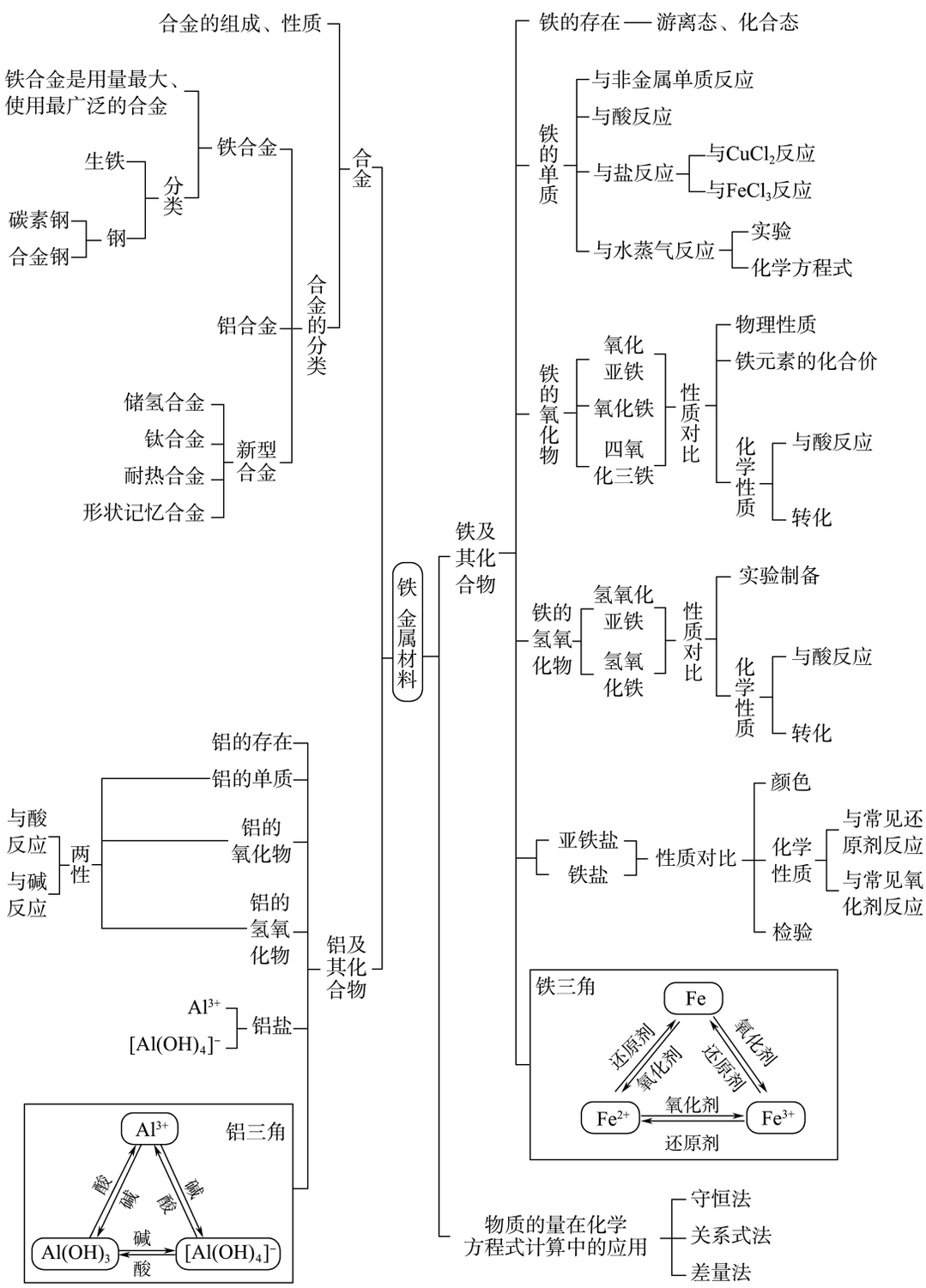
D.镁铝合金样品中铝的质量分数为40%

D　**解析**：镁和铝均为活泼金属，均能与稀硫酸发生置换反应生成氢气和硫酸盐，A正确。每生成1分子H_2需要2个H^+，所以消耗的H^+与生成H_2的个数比为2∶1，B正确。根据质量守恒，第一次反应生成H_2的质量为3.0 g+100 g−102.8 g=0.2 g。由于第二次加入酸液后仍有气体生成，说明第一次加入的100 g稀硫酸已完全反应。根据反应中$H_2SO_4\sim H_2$的化学计量关系，可知100 g稀硫酸中含H_2SO_4的物质的量等于生成H_2的物质的量，即0.2 g÷2 g·mol^{-1}=0.1 mol。H_2SO_4的质量为0.1 mol×98 g·mol^{-1}=9.8 g，故稀硫酸的质量分数为$\frac{9.8\ g}{100\ g}\times100\%=9.8\%$，C正确。设Mg的物质的量为$x$、Al的物质的量为$y$，则$x+1.5y=\frac{(3+100+100-202.7)\ g}{2\ g\cdot mol^{-1}}$，24 g·mol$^{-1}\times x+27$ g·mol$^{-1}\times y=3.0$ g，解得$y=\frac{1}{15}$ mol，Al的质量=27 g·mol$^{-1}\times\frac{1}{15}$ mol=1.8 g，质量分数=$\frac{1.8\ g}{3.0\ g}\times100\%=60\%$，D错误。

★★★

重 · 构 · 拓 · 展

多维体系构建


铁金属材料
铁及其化合物
铁的存在——游离态、化合态
铁的单质
与非金属单质反应
与酸反应
与盐反应
与$CuCl_2$反应
与$FeCl_3$反应
与水蒸气反应
实验
化学方程式
铁的氧化物
氧化亚铁
氧化铁
四氧化三铁
性质对比
物理性质
铁元素的化合价
化学性质
与酸反应
转化
铁的氢氧化物
氢氧化亚铁
氢氧化铁
性质对比
实验制备
化学性质
与酸反应
转化
亚铁盐
铁盐
性质对比
颜色
化学性质
与常见还原剂反应
与常见氧化剂反应
检验
铁三角
Fe
还原剂
氧化剂
还原剂
氧化剂
Fe^{2+}
氧化剂
Fe^{3+}
还原剂
物质的量在化学方程式计算中的应用
守恒法
关系式法
差量法
合金
合金的组成、性质
铁合金是用量最大、使用最广泛的合金
分类
生铁
钢
碳素钢
合金钢
合金的分类
铁合金
铝合金
新型合金
储氢合金
钛合金
耐热合金
形状记忆合金
铝及其化合物
铝的存在
铝的单质
铝的氧化物
铝的氢氧化物
两性
与酸反应
与碱反应
铝盐
Al^{3+}
$[Al(OH)_4]^-$
铝三角
Al^{3+}
酸
碱
碱
酸
$Al(OH)_3$
碱
酸
$[Al(OH)_4]^-$

单元测试卷(三)

(考查范围:第三章　时间:75 分钟　分值:100 分)

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

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 以增强亚铁补铁剂的吸收效果

C.氯化铁溶液可用作覆铜板蚀刻的腐蚀液

D.储氢合金与 H_2 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 $2NaOH+Al_2O_3+3H_2O=2Na[Al(OH)_4]$,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 $2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$,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 H_2 结合形成金属氢化物,可表示为 $2M+H_2=2MH$(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小。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 $FeCl_2$ 溶液中通入 Cl_2:$Fe^{2+}+Cl_2=Fe^{3+}+2Cl^-$

B.将 Al_2O_3 加入稀盐酸中:$Al_2O_3+6H^+=2Al^{3+}+3H_2O$

C.$Fe(OH)_3$ 与稀硫酸反应:$OH^-+H^+=H_2O$

D.将 Al_2O_3 加入 NaOH 溶液中:$Al^{3+}+OH^-+H_2O=[Al(OH)_4]^-$

B　**解析**:A 项中反应不满足电荷守恒,正确的离子方程式为 $2Fe^{2+}+Cl_2=2Fe^{3+}+2Cl^-$;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 $Al_2O_3+2OH^-+3H_2O=2[Al(OH)_4]^-$。

4.实验室用 $FeCl_2$ 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 $FeCl_2$ 和烧碱溶液所用的蒸馏水通常要煮沸

B.可在 $FeCl_2$ 溶液的上面加一层植物油,以隔绝空气

C.向 $FeCl_2$ 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**:$FeCl_2$ 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 $FeCl_2$ 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 $FeCl_2$ 溶液中滴加烧碱溶液时,要将胶头滴管的尖嘴伸入 $FeCl_2$ 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。

5.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 $2Al+6H^+=2Al^{3+}+3H_2\uparrow$、$2Al+2OH^-+6H_2O=2[Al(OH)_4]^-+3H_2\uparrow$,即 $Al\sim3H^+$,$Al\sim OH^-$,可知 1 mol Al 需 NaOH:1 mol,H_2SO_4:$\frac{3}{2}$ mol,HCl:3 mol,$Ba(OH)_2$:0.5 mol。

6.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 $FeCl_3$

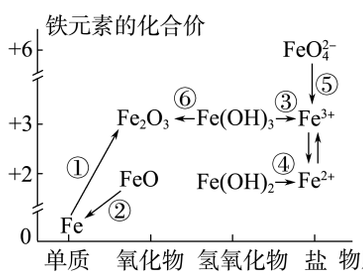
B.滤渣只含 Cu，可能有 Zn

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。

7. 元素的“价—类”二维图是我们学习元素及其化合物相关知识的重要模型和工具，它是以元素的化合价为纵坐标，以物质的类别为横坐标所绘制的二维平面图像。铁元素的“价—类”二维图如图所示，其中箭头表示部分物质间的转化关系，下列说法正确的是 （ ）



A.FeO 是一种黑色的氧化物，可由 Fe 和水蒸气在高温条件下反应制得

B.为实现 Fe^{2+} 向 Fe^{3+} 的转化，可向含 Fe^{2+} 的溶液中加入新制氯水

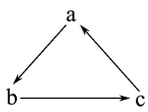
C.工业上用 CO 还原 Fe_2O_3 炼铁，该反应属于置换反应

D.维生素 C 能将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+}，该过程体现了维生素 C 的氧化性

B **解析**：Fe 和水蒸气在高温条件下反应可制得 Fe_3O_4，A 错误；Fe^{2+} 转化成 Fe^{3+}，铁元素的化合价升高，需要加入新制氯水等氧化剂才能实现转化，B 正确；置换反应是一种单质和一种化合物反应生成新的单质和化合物的反应，工业上用 CO 还原 Fe_2O_3 炼铁不属于置换反应，C 错误；维生素 C 能将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+}，该过程中维生素 C 表现还原性，D 错误。

8. Na、Al、Fe、Cu 是中学化学中重要的金属元素，它们的单质及其化合物之间有很多转化关系。下表所列物质不能按如图所示（“→”表示一步完成）关系相互转化的是 （ ）

选项	A	B	C	D
a	Na	Al	Fe	Cu
b	NaOH	Al_2O_3	$FeCl_3$	CuO
c	NaCl	$Al(OH)_3$	$FeCl_2$	$CuCl_2$



B **解析**：Na 与水反应生成 NaOH，NaOH 与盐酸反应生成 NaCl，电解熔融的 NaCl 可得 Na，A 正确；Al 与氧气反应生成 Al_2O_3，而 Al_2O_3 不能一步转化为 $Al(OH)_3$，B 错误；Fe 在 Cl_2 中燃烧生成 $FeCl_3$，$FeCl_3$ 溶液与 Fe 反应生成 $FeCl_2$，$FeCl_2$ 溶液与 Zn 反应可得 Fe，C 正确；Cu 与 O_2 反应生成 CuO，CuO 与盐酸反应生成 $CuCl_2$，$CuCl_2$ 溶液与 Zn 反应可得 Cu，D 正确。

9. 在给定条件下，下列物质间的转化可以一步实现的是 （ ）

A. $Fe \xrightarrow[H_2O]{\text{高温}} Fe_2O_3 \xrightarrow[Al]{\text{高温}} Fe$

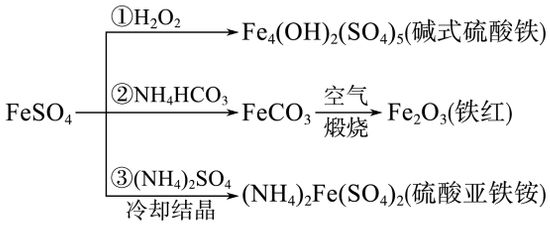
B. $Cu_2S \xrightarrow[O_2]{\text{高温}} Cu \xrightarrow{FeCl_3(aq)} CuCl_2(aq)$

C. 铝土矿 $\xrightarrow{NaOH} Na[Al(OH)_4]$ 溶液 $\xrightarrow{CO_2} Al(OH)_3 \xrightarrow{\triangle} Al_2O_3$

D. $NaCl(aq) \xrightarrow{CO_2} NaHCO_3(s) \xrightarrow{\triangle} Na_2CO_3(s)$

C **解析**：Fe 在高温下与水蒸气反应通常生成四氧化三铁，因此第一步转化无法一步实现，A 错误；Cu_2S 在高温下与 O_2 反应生成 Cu_2O 和 SO_2，$2Cu_2S+3O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2Cu_2O+2SO_2$，因此第一步转化无法一步实现，B 错误；铝土矿（主要含 Al_2O_3）与 NaOH 溶液反应生成 $Na[Al(OH)_4]$，通入 CO_2 生成 $Al(OH)_3$ 沉淀，$Al(OH)_3$ 加热分解为 Al_2O_3，每一步转化均可一步完成，C 正确；氯化钠和二氧化碳不反应，不能生成碳酸氢钠，因此第一步转化无法一步实现，D 错误。

10. $FeSO_4$ 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 $Fe_4(OH)_2(SO_4)_5$ 时温度不宜过高

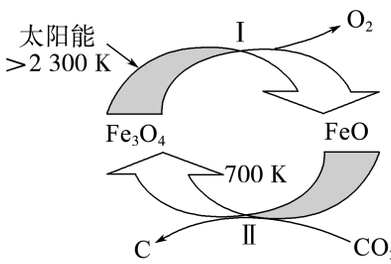
B.该温度下，$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 在水中的溶解度比 $FeSO_4$ 的大

C.可用 KSCN 溶液检验 $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 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；$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 在水中的溶解度比 $FeSO_4$ 的小，所以 $FeSO_4$ 才能与 $(NH_4)_2SO_4$ 反应生成 $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$，B 错误；KSCN 溶液遇 Fe^{2+} 溶液无现象，$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 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。

11. 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 $2Fe_3O_4 \xrightarrow[>2\ 300\ K]{\text{太阳能}} 6FeO+O_2\uparrow$

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 $CO_2 \xrightarrow{\text{太阳能}} C+O_2$

B　**解析**：由题图可知，过程Ⅰ的化学方程式为 $2Fe_3O_4 \xrightarrow[>2\ 300\ K]{\text{太阳能}} 6FeO+O_2\uparrow$，A 项正确；过程Ⅱ的化学方程式为 $6FeO+CO_2 \xrightarrow{700\ K} 2Fe_3O_4+C$，每生成 23.2 g(0.1 mol)$Fe_3O_4$，转移电子的物质的量为 $0.1\ mol\times3\times\left(\frac{8}{3}-2\right)=0.2\ mol$，B 项错误；由图知，该过程的总反应为 $CO_2 \xrightarrow{\text{太阳能}} C+O_2$，故利用该过程可以降低环境中 CO_2 的含量，C、D 项正确。

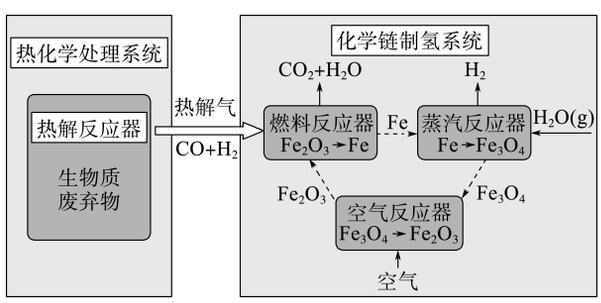
12. 取某食品包装袋内的脱氧剂铁粉（部分变质）于试管中，向其中滴加 0.1 mol·L^{-1} 的稀盐酸，当滴加的稀盐酸为 200 mL 时，固体中含铁元素的物质恰好完全反应，生成 112 mL（标准状况）气体；向反应后的溶液中滴加 KSCN 溶液，无明显变化；又向试管中加入适量的 NaOH 溶液，使 Fe^{2+} 恰好完全沉淀，过滤，小心加热沉淀，直到水分蒸干，再灼烧至质量不再变化（剩余固体为 Fe_2O_3），此时 Fe_2O_3 的质量为　（　　）

A.0.72 g　　B.0.8 g

C.1.07 g　　D.1.6 g

B　**解析**：脱氧剂铁粉（部分变质）与 200 mL 0.1 mol·L^{-1} 的稀盐酸恰好完全反应之后，滴加 KSCN 溶液，无明显变化，说明此时溶质恰好为 $FeCl_2$，$n(HCl)=n(Cl^-)=0.2\ L\times0.1\ mol\cdot L^{-1}=0.02\ mol$，所以 $n(Fe^{2+})=\frac{1}{2}n(Cl^-)=0.01\ mol$，由铁元素守恒可得：$n(Fe_2O_3)=\frac{1}{2}n(Fe^{2+})=0.005\ mol$，所以 $m(Fe_2O_3)=0.005\ mol\times160\ g\cdot mol^{-1}=0.8\ g$，综上所述，B 正确。

13. 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 $3Fe+4H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} Fe_3O_4+4H_2$

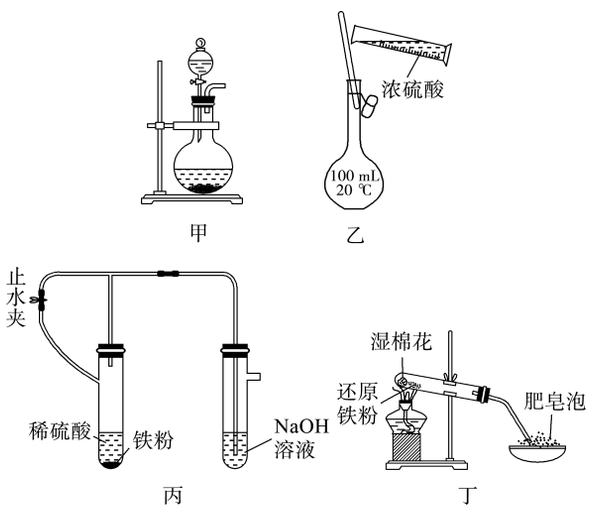
C.从蒸汽反应器所得 H_2 和 H_2O 的混合物中液化分离 H_2O，可获得高纯 H_2

D.当 $n(CO):n(H_2)>1:1$ 时，为使 Fe_2O_3 循环使用，理论上需要满足 $n(CO):n(O_2)=1:1$

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 $3Fe+4H_2O(g)\overset{高温}{=\!=\!=}Fe_3O_4+4H_2$，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 $n(CO)+n(H_2)=n(H_2O)+2n(O_2)$，当 $n(CO):n(H_2)=1:1$ 时，理论上 $n(CO):n(O_2)>1:1$，故 D 正确。

14. 下列实验操作能达到实验目的的是 （　　）



A. 装置甲：浓盐酸与二氧化锰制氯气

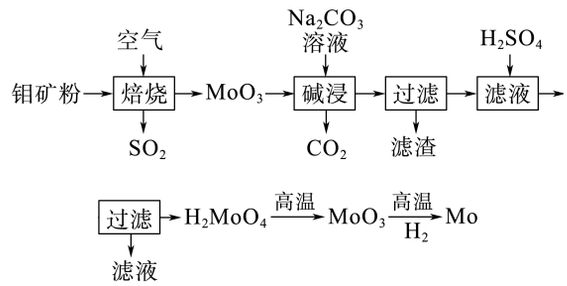
B. 装置乙：用浓硫酸配制一定物质的量浓度的稀硫酸

C. 装置丙：制备氢氧化亚铁

D. 装置丁：收集铁与水蒸气反应产生的少量气体产物以便检验

D　**解析**：浓盐酸与二氧化锰反应需要加热，图中缺少酒精灯加热，故 A 错误；不能在容量瓶中稀释浓硫酸，应在烧杯中稀释、冷却后，转移到容量瓶中定容，故 B 错误；铁与稀硫酸反应生成氢气可排出装置内空气，但不能使硫酸亚铁溶液与氢氧化钠溶液接触，故 C 错误；高温下 Fe 与水蒸气反应生成四氧化三铁和氢气，氢气具有可燃性，收集后点燃肥皂泡可检验，故 D 正确。

15. 钼（Mo）是一种重要的过渡元素，广泛应用于钢铁、电子技术、医药等领域。利用钼矿粉（主要成分为 MoS_2）冶炼金属钼的主要流程如图所示：



已知：$MoO_3+2NaOH=\!=\!=Na_2MoO_4+H_2O$。下列说法错误的是 （　　）

A. MoO_3 属于酸性氧化物

B. Mo 的金属活动性强于 Al

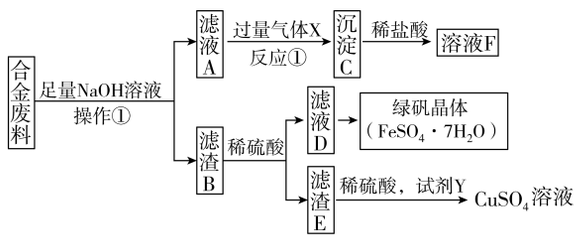
C. “焙烧”过程中每生成 1 mol MoO_3，转移 14 mol 电子

D. “碱浸”时，含钼化合物发生反应：$MoO_3+Na_2CO_3=\!=\!=Na_2MoO_4+CO_2\uparrow$

B　**解析**：已知 $MoO_3+2NaOH=\!=\!=Na_2MoO_4+H_2O$，$MoO_3$ 能与碱反应生成盐和水，所以 MoO_3 属于酸性氧化物，A 选项正确；铝（Al）在金属活动性顺序中处于比较靠前的位置，是一种比较活泼的金属，冶炼金属铝采用电解法，而制备钼（Mo）采用还原法，可见钼的金属活动性弱于铝，B 选项错误；钼矿粉主要成分为 MoS_2，焙烧时 Mo 的化合价从 +4 价升高到 +6 价，S 的化合价从 −2 价升高到 +4 价，每生成 1 mol MoO_3，Mo 失电子 2 mol，S 失电子 $2\times6=12$ mol，总共转移 2 mol+12 mol=14 mol 电子，C 选项正确；“碱浸”时，因为 MoO_3 是酸性氧化物，与 Na_2CO_3 反应生成 Na_2MoO_4 和 CO_2，反应的化学方程式为 $MoO_3+Na_2CO_3=\!=\!=Na_2MoO_4+CO_2\uparrow$，D 选项正确。

二、非选择题：本题共 4 小题，共 55 分。

16.（12 分）为含有 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：$CO_2+[Al(OH)_4]^-=\!=\!=HCO_3^-+Al(OH)_3\downarrow$］：



（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

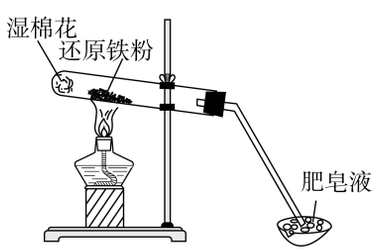
C.O_2　　D.Fe

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

17.（13 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 $Fe(OH)_3$

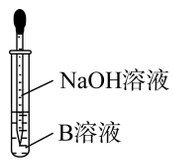
C.一定有 Fe_3O_4 和 Fe

D.一定有 $Fe(OH)_3$，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 $FeCl_2$ 溶液需现用现配制的原因是_____，并且配制时应加入少量_____。

解析：（1）Fe 在高温条件下可与 $H_2O(g)$ 反应生成 Fe_3O_4 和 H_2。（2）（3）根据 Fe 与 $H_2O(g)$ 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：$Fe_3O_4+8HCl=\!=\!=FeCl_2+2FeCl_3+4H_2O$，可能发生反应：$2FeCl_3+Fe=\!=\!=3FeCl_2$、$Fe+2HCl=\!=\!=FeCl_2+H_2\uparrow$；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 $Fe(OH)_2$ 白色沉淀，$Fe(OH)_2$ 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）$3Fe+4H_2O(g)\overset{高温}{=\!=\!=}Fe_3O_4+4H_2$

（2）A　C

（3）$2FeCl_3+Fe=\!=\!=3FeCl_2$

（4）$FeCl_2+2NaOH=\!=\!=Fe(OH)_2\downarrow+2NaCl$、$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=\!=\!=4Fe(OH)_3$

（5）$FeCl_2$ 易被空气氧化为 $FeCl_3$　铁粉

18.（14 分）某学习小组为认识铁及其化合物的性质和分散系的性质做了如下一系列综合实验。运用所学知识，回答下列问题：

（1）可利用_____来区分 $Fe(OH)_3$ 胶体和 $FeCl_3$ 溶液。

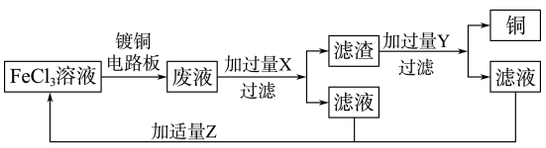
（2）电子工业中，人们常用 $FeCl_3$ 溶液腐蚀覆铜板来制作印刷电路板。现欲配制 80 mL 0.2 mol·L^{-1} $FeCl_3$ 溶液，回答下列问题：

①配制该溶液时所需玻璃仪器除烧杯、玻璃棒、胶头滴管、量筒外，还需_____。

②使用托盘天平称量 $FeCl_3$ 的质量为_____g。

③定容时，若仰视容量瓶刻度线会使配制的 $FeCl_3$ 溶液浓度_____（填“偏大”“偏小”或“不变”）。

(3)实验室用 $FeCl_3$ 溶液腐蚀镀铜电路板并从废液中回收 Cu 和 $FeCl_3$ 溶液的流程如图所示：



①请写出 $FeCl_3$ 溶液与 Cu 反应的离子方程式：_____。

②试剂 X 在反应中体现_____（填“氧化性”或“还原性”）。

③Z 可选用的试剂有_____（填字母序号）。

A.硝酸

B.酸性高锰酸钾溶液

C.过氧化氢

D.氯气

解析：(1)$Fe(OH)_3$ 胶体具有丁达尔效应，而 $FeCl_3$ 溶液没有，可利用丁达尔效应区分 $Fe(OH)_3$ 胶体和 $FeCl_3$ 溶液。(2)①配制 80 mL 0.2 mol·L^{-1} 的 $FeCl_3$ 溶液，需要使用 100 mL 的容量瓶，故还需要的玻璃仪器为 100 mL 容量瓶。②100 mL 0.2 mol·L^{-1} 的 $FeCl_3$ 溶液中 $FeCl_3$ 的物质的量为 0.02 mol，$FeCl_3$ 的质量为 0.02 mol×162.5 g·mol^{-1}=3.25 g≈3.3 g。③定容时仰视容量瓶刻度线，导致溶液的体积偏大，使所配制的 $FeCl_3$ 溶液的浓度偏小。(3)$FeCl_3$ 与 Cu 反应生成含有 Fe^{2+} 和 Cu^{2+} 的废液，废液中加入过量的 Fe，Fe 和 Cu^{2+} 反应生成 Fe^{2+} 和 Cu，滤渣中含有 Cu 和过量的 Fe，再加入过量盐酸，Fe 与盐酸反应生成 $FeCl_2$，过滤得到 Cu，$FeCl_2$ 溶液与之前的滤液合并加入适量 Z 重新生成 $FeCl_3$。①$FeCl_3$ 溶液与 Cu 反应的离子方程式为 $2Fe^{3+}+Cu=\!=\!=Cu^{2+}+2Fe^{2+}$。②根据分析可知，试剂 X 为 Fe，Fe 与 Cu^{2+} 反应生成 Fe^{2+} 和 Cu，Fe 在反应中失电子体现还原性。③Z 的主要作用为将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+}，同时不能引入新的杂质。硝酸可将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+}，但是引入了新的杂质，A 错误；酸性高锰酸钾可将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+}，但是引入了新的杂质，B 错误；过氧化氢可将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+}，没有引入新的杂质，C 正确；氯气可将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+}，没有引入新的杂质，D 正确。

答案：(1)丁达尔效应　(2)①100 mL 容量瓶　②3.3　③偏小　(3)①$2Fe^{3+}+Cu=\!=\!=Cu^{2+}+2Fe^{2+}$　②还原性　③CD

19.(16 分)某小组同学用 $FeSO_4\cdot 7H_2O$ 晶体和蒸馏水配制 0.5 mol·L^{-1} $FeSO_4$ 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)探究影响溶液变黄快慢的因素。

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 $FeSO_4\cdot 7H_2O$、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：

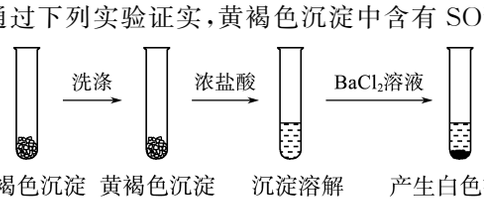
实验编号	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
$c(FeSO_4)$/(mol·L^{-1})	0.5	0.25	0.5	0.25
溶液 pH	3.3	3.5	2.9	2.9
初始颜色	浅绿色	浅绿色，比Ⅰ浅	浅绿色，同Ⅰ	浅绿色，同Ⅱ
0.5 h 后颜色	浅绿色	黄绿色	浅绿色	浅绿色
5 h 后颜色	黄色	黄色	浅黄色	浅黄色，比Ⅲ浅

a.实验Ⅲ和Ⅳ说明_____对溶液变黄快慢有影响。

b.实验Ⅱ中溶液比Ⅰ中溶液更快变黄的原因是_____。

(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-}。



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 $Fe(OH)SO_4$，将反应的离子方程式配平并补充完整：Fe^{3+} + _____ + _____ ═══ $Fe(OH)SO_4\downarrow$ + _____。

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 $2Fe^{3+}+2I^-\!\!=\!\!=\!\!=2Fe^{2+}+I_2$。(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，$c(FeSO_4)$ 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。$c(FeSO_4)$：实验Ⅰ＞实验Ⅱ，溶液 pH：实验Ⅱ＞实验Ⅰ，故实验Ⅱ中溶液比Ⅰ中溶液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 $Fe^{3+}+H_2O+SO_4^{2-}\!\!=\!\!=\!\!=Fe(OH)SO_4\downarrow+H^+$。

答案：(1)向溶液中加入 KSCN 溶液，溶液变红

(2)$2Fe^{3+}+2I^-\!\!=\!\!=\!\!=2Fe^{2+}+I_2$　(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　②H_2O　SO_4^{2-}　H^+

第四章 物质结构　元素周期律

单元概览

学习导航

人类生活的物质世界是由一百多种元素组成的，这一百多种元素以不同的组合、排列方式形成了数以千万计的物质，组成、结构不同的物质具有不同的性质和用途。那么，构成物质的元素的原子具有什么样的结构？原子核外电子具有怎样的排布规律？原子结构是如何影响元素性质的？原子是通过什么作用力和什么样的方式结合成分子和化合物的？

在本章的学习中，我们将会获得以下知识及能力：

1.了解元素原子的构成和核外电子排布，知道元素、核素、同位素的含义，加深对元素的理解，认识原子结构与元素性质的关系。

2.认识元素周期表和元素周期律，形成从“位置”“结构”“性质”等角度认识原子结构与元素性质关系的思维方式；能应用元素周期律预测元素的性质。

3.知道化学键的含义，知道离子键、共价键的区别和联系，能用电子式表示离子化合物和共价化合物，知道化学键对物质性质的影响；能从物质的构成粒子和粒子间作用力的角度分析化学变化的本质。

学习目标

1.根据物质的组成、构成和性质对常见物质进行分类，依据原子核外电子排布的一般规律，画出 1～20 号元素的原子结构示意图，并举例说明元素、核素、同位素的联系和区别。

2.通过实验探究认识元素周期律，从原子结构角度说明元素周期律的本质；利用元素周期律和元素周期表，分析和预测元素及其化合物的性质，结合实例说明元素周期律和周期表在发现新元素、研发新材料等方面的作用。

3.举例说明离子键和共价键的区别，从化学键的角度说明化学反应的本质和反应中的能量变化，用电子式等符号表示简单离子化合物和共价分子及其形成过程，能用模型表示简单共价分子的结构。

核心概念

物质宏观上是由元素组成的，微观上是由微观粒子构成的，构成物质的微观粒子之间存在相互作用；物质的结构与物质的性质之间存在必然的联系，物质的结构决定物质的性质；实验和建模是研究物质的常用方法；对物质结构与性质的关系的认识，能够帮助人们更好地创造和应用物质。

学法指导

1.充分结合已有知识和经验。在初中知识和经验的基础上，深入认识原子的结构，并利用原子结构知识预测、解释某些元素的性质，建立原子结构与原子得失电子能力之间的关系，通过对原子结构与原子得失电子能力的讨论，初步建立“原子结构－元素性质”认知模型，体会元素性质与物质性质的关联。

2.充分运用模型。“位置－结构－性质”的认知模型，是学习原子结构、元素周期表的最好方法，也是应用元素周期律研究并预测元素及其化合物的性质的最好方法。要学会从原子结构的角度分析、解释实验探究结果与数据，从宏观与微观相结合的角度认识原子结构与元素性质的关系。

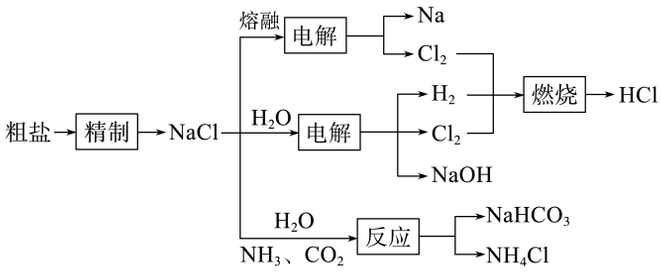
3.充分发挥想象力。原子结构、化学键等属于微观世界的内容，看不到、摸不着，需要充分发挥想象力加以理解，学习中应充分利用实验、实验研究测得的数据等，去理解或推测物质的结构，培养通过证据分析形成结论的思维方式。

4.基于“物质结构决定物质性质”的观念解决问题。物质的结构决定物质的性质，物质的性质反映物质的结构，物质的结构与性质之间存在着必然的联系。从原子结构认识原子在化学变化中得失电子的情况、从原子结构的递变规律认识元素周期律、借助元素周期律预测某些元素的性质，都能帮助建构“物质结构决定物质性质”的思维模型。

单元任务

从物质结构角度认识氯化钠

海水是宝贵的资源，海水晒盐得到的粗盐经精制可得到 NaCl。NaCl 是氯碱工业、联合制碱工业和电解制钠工业等的重要原料，以 NaCl 为原料可制得许多重要的化工原料和产品。



请思考以下问题并与同学们交流讨论。

1.上述以 NaCl 为原料的氯碱工业、联合制碱工业中所涉及的物质是由哪些微观粒子构成的？微观粒子是如何通过对应的原子结合成物质的？

2.Na、N、H 的单质都具有哪些性质？这些性质与其原子核外电子有什么关系？

3.如何理解“物质的结构决定性质”？

★★★

探·究·构·建

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

原子 { 原子核 { 质子：相对质量近似为1，带正电；中子：相对质量近似为1，不带电 }；核外电子：带负电 }

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)数量关系：质量数(A)＝质子数(Z)＋中子数(N)。

◇想一想

原子的质量数是否就是原子的相对原子质量？请举例说明。

提示：不一定。如$^{32}_{16}S$的质量数为32，而硫原子的相对原子质量为32.06，两者在数值上相近但不相等。

3.原子的表示符号

$^{A}_{Z}X$：A 表示质量数，Z 表示质子数，X为元素符号。例如：$^{18}_{8}O$表示质量数为18、质子数为8的氧原子，核外电子数为8，中子数为10。

◇练一练

填写下列表格并思考离子的核外电子数、质子数、电荷数之间的关系。

粒子符号	质子数(Z)	质量数(A)	中子数(N)	电荷数	核外电子数
$^{23}_{11}Na^{+}$	11	23			

续表

粒子符号	质子数(Z)	质量数(A)	中子数(N)	电荷数	核外电子数
$^{37}_{17}Cl^{-}$	17	37			

结论：阳离子中核外电子数＝_____－_____；

阴离子中核外电子数＝_____＋_____。

提示：12　1　10　20　1　18

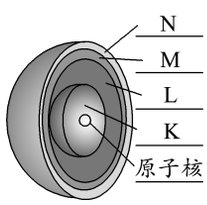
质子数　电荷数　质子数　电荷数

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→L→M→N……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)。

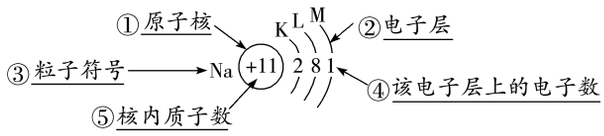
③次外层最多能容纳的电子数不超过 18 个。

(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

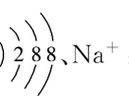
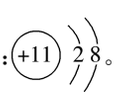
(1)原子结构示意图

钠原子的结构示意图如下，请注明其意义：

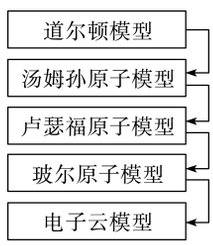


(2)离子结构示意图

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。

如 Cl^-：  、Na^+：  。

三、原子结构模型的演变过程



○ 任务型课堂 ○

任务1 掌握原子构成及粒子之间的定量关系

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.下列各原子构成的单质中，肯定能与稀硫酸反应产生 H_2 的是(　　)

A.原子核内没有中子

B.M 层有 5 个电子

C.原子核外最外层电子数＝电子层数

D.N 层上电子数与 K 层电子数相等，次外层有 8 个电子

D　**解析**：A 项中的原子为 H，H_2 不符合题意；B 项中的原子为 P，非金属单质不能与稀硫酸反应生成 H_2；符合 C 项的原子有 H、Be、Al 等，其中 H_2 不能与稀硫酸反应；D 项的原子为 Ca，钙单质能与稀硫酸反应生成 H_2。

3.用 α 粒子轰击铝核放出中子，其核反应为 $^{A}_{13}Al+^{4}_{2}He\longrightarrow^{30}_{Z}X+^{1}_{0}n$。下列说法不正确的是(　　)

A.$^{A}_{13}Al$ 的质量数为 27

B.核反应中 X 元素的原子为 $^{30}_{15}P$

C.该核反应属于化学变化

D.$^{3}_{2}He$ 与 $^{4}_{2}He$ 为同一元素

C　**解析**：根据质量数守恒，$A=30+1-4=27$，故 A 正确；根据 $Z=13+2-0=15$，得核反应中 X 元素的原子为 $^{30}_{15}P$，故 B 正确；上述反应是核反应，核反应不属于化学变化，故 C 错误；两者质子数相同，为同一元素，故 D 正确。

4.下列关于 ^{26}Al 和 ^{10}Be 的说法不正确的是(　　)

A.^{10}Be 和 ^{9}Be 是中子数不同、质子数相同的不同原子

B.^{10}Be 原子核内的中子数比质子数多

C.5.2 g $^{26}Al^{3+}$ 中所含的电子数约为 1.204×10^{23}

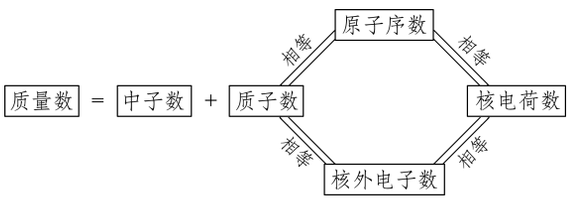
D.^{26}Al 和 ^{26}Mg 的质子数、中子数和核外电子数都不相同

C　**解析**：^{10}Be 和 ^{9}Be 互为同位素，中子数不同，质子数相同，故 A 正确；^{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 B 正确；5.2 g $^{26}Al^{3+}$ 中所含的电子数约为 $\frac{5.2\ g}{26\ g\cdot mol^{-1}}\times(13-3)\times6.02\times10^{23}\ mol^{-1}=1.204\times10^{24}$，故 C 错误；$^{26}Al$ 和 ^{26}Mg 的质子数分别为 13、12，中子数分别为 13、14，质子数等于核外电子数，故 D 正确。

【任务总结】

原子的构成粒子间的数目关系

(1)电中性原子



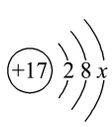
(2)带电离子的电子数目计算

核外电子数计算
- 阳离子电子数=质子数-所带电荷数
- 阴离子电子数=质子数+所带电荷数

任务2 掌握核外电子排布及其表示

评价活动

1.某粒子M的结构示意图如图所示,关于该粒子的说法不正确的是 (　　)



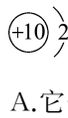
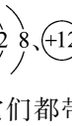
A.M一定不属于稀有气体元素

B.M一定不可能带正电

C.x一定不大于8

D.物质A在水溶液中可电离出M,则A一定属于盐类

D　**解析**:质子数是17,一定是氯元素,M一定不属于稀有气体元素,A正确;质子数是17,一定是氯元素,M一定不可能带正电,B正确;质子数是17,一定是氯元素,氯元素的最低价是-1价,所以x等于7或8,即x一定不大于8,C正确;物质A在水溶液中可电离出M,则A不一定属于盐类,如氯化氢溶于水也电离出氯离子,D错误。

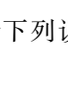
2.粒子结构示意图是表示粒子核电荷数和核外电子排布的图示形式。根据粒子结构示意图:  、  、  ,判断下列说法正确的是 (　　)

A.它们都带有电荷

B.它们的原子核外电子数相同

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,  所示粒子的核内质子数等于核外电子数,表示氖原子,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,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:

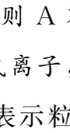
(1)元素的名称:C _____,D _____。

(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。

答案:(1)氯　钙　(2)C  　Si

(3)锂

【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。

课后素养评价（二十一）　原子结构

建议用时：30分钟

基础巩固

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

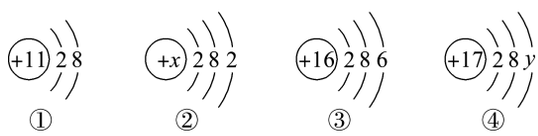
B.钠原子和钠离子质量相差很大

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$^{23}_{11}Na$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$^{1}_{1}H$中不含有中子，故D错误。

2.如图是某些元素的粒子结构示意图，依照此示意图，下列描述正确的是　　（　　）



A.①、②、③、④表示的全部是原子结构

B.①的最外层电子数为8，所以它是稀有气体元素

C.②的核电荷数$x=12$

D.④若表示的是离子结构，则它的最外层电子数$y=7$

C　**解析**：A.原子中质子数＝核外电子数，质子数≠核外电子数的是离子，示意图①是离子；②的最外层有2个电子，是原子；③是原子；当$y=7$时，④表示的是原子，当$y=8$时，④表示的是离子，此选项错误。B.最外层电子数是8的原子属于稀有气体元素，示意图①是Na^+的结构示意图，此选项错误。C.示意图②的核电荷数$x=2+8+2=12$，此选项正确。D.示意图④若表示的是离子结构，则它的最外层电子数$y=8$，此选项错误。

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。

4.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$\frac{1}{2}$，则该元素是　　（　　）

A.Li　　B.Al　　C.Si　　D.K

C　**解析**：三个电子层即K、L、M层，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，是硅元素。

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。

6.高铁列车上的烟雾传感器，其主体是有镅($^{241}_{95}Am$)放射源的电离室。下列关于$^{241}_{95}Am$的说法正确的是　　（　　）

A.电子数为146

B.质量数为336

C.中子数为241

D.质子数为95

D　**解析**：Am是95号元素，则原子核内质子数为95，由于原子核外电子数等于原子核内质子数，所以其核外电子数为95，A错误，D正确；原子符号左上角为质量数，则$^{241}_{95}Am$的质量数为241，B错误；原子符号左下角为质子数，左上角为质量数，质量数等于质子数与中子数的和，则$^{241}_{95}Am$的中子数为241－95＝146，C错误。

7. 下列关于原子结构及粒子间的数量关系的说法正确的是 （　　）

A. 同种元素的原子均有相同的质子数和中子数

B. Na^+、Mg^{2+}、O^{2-}具有相同的电子层结构

C. 某粒子的最外层只有 8 个电子，则该粒子一定是稀有气体原子

D. Ca^{2+}的质子数比核外电子数少 2

B　**解析**：同种元素的原子均有相同的质子数，但中子数不一定相同，A 错误；粒子 Na^+、Mg^{2+}、O^{2-}核外电子排布是 2、8，三种粒子具有相同的电子层结构，B 正确；某粒子的最外层只有 8 个电子，该粒子可能是阴离子、阳离子，还可以是稀有气体原子，C 错误；Ca 是 20 号元素，Ca^{2+}的质子数是 20，核外电子数是 18，故质子数比核外电子数多 2 个，D 错误。

拓展提高

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  ，元素 Y 的原子结构示意图为  ，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  ，即 Na^+，元素 Y 的原子结构示意图为  ，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. 下列关于$^{223}_{88}Ra$的说法不正确的是 （　　）

A. 核电荷数为 88

B. Ra 元素的相对原子质量为 223

C. 中子数为 135

D. 核外电子数为 88

B　**解析**：$^{223}_{88}Ra$的核电荷数等于质子数等于核外电子数，为 88，A、D 正确；223 是 Ra 的质量数，质量数在数值上与相对原子质量相近，B 错误；中子数＝质量数－质子数＝223－88＝135，C 正确。

11. 下列关于 ^{26}Al 和 ^{10}Be 的说法不正确的是 （　　）

A. 5.2 g $^{26}Al^{3+}$中所含的电子数约为1.204×10^{24}

B. ^{10}Be 和 ^{9}Be 是中子数不同、质子数相同的不同原子

C. $^{26}Al^{3+}$和$^{26}Mg^{2+}$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 g $^{26}Al^{3+}$ 中所含的电子数约为 $\frac{5.2\ g}{26\ g\cdot mol^{-1}}\times(13-3)\times6.02\times10^{23}\ mol^{-1}=1.204\times10^{24}$，故 A 正确；$^{10}Be$ 和 ^{9}Be 的质子数均为 4，中子数分别为 6、5，是中子数不同、质子数相同的不同原子，故 B 正确；$^{26}Al^{3+}$和$^{26}Mg^{2+}$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。

创新应用

12. 以下是四种粒子的结构示意图：



A　　B　　C　　D

(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　$2Al + 2OH^- + 6H_2O = 2[Al(OH)_4]^- + 3H_2\uparrow$

(2) $2Na + 2H_2O = 2Na^+ + 2OH^- + H_2\uparrow$

(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

元素周期表
- 诞生 → 1869年，俄国化学家门捷列夫首制
- 编制 → 将元素按照相对原子质量由小到大依次排列，并将化学性质相似的元素放在一起
- 意义 → 揭示了化学元素间的内在联系
- 演变 → 为未知元素留下的空位先后被填满
- 现行 → 排序依据由相对原子质量改为原子的核电荷数

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

- 7个横行 —形成→ 7个周期
  - 短周期 → 第_____周期
  - 长周期 → 第_____周期
- 18个纵列 —形成→ 16个族
  - 7个主族 —表示→ ⅠA，ⅡA，ⅢA，ⅣA，ⅤA，ⅥA，ⅦA
  - 8个副族 —表示→ ⅠB，ⅡB，ⅢB，ⅣB，ⅤB，ⅥB，ⅦB，Ⅷ（第8、9、10纵列）
  - 1个0族 —位置→ 第18纵列，最外层电子数是8（He是2）

◇**想一想**

(1) 在现行元素周期表中第四、五、六、七周期均有 18 列，为什么第四、五周期各有 18 种元素，而第六、七周期各有 32 种元素？

提示：第六周期中有镧系元素，共有 15 种元素；第七周期第ⅢB族为锕系元素，共有 15 种元素，比第四、五周期多出 14 种元素。

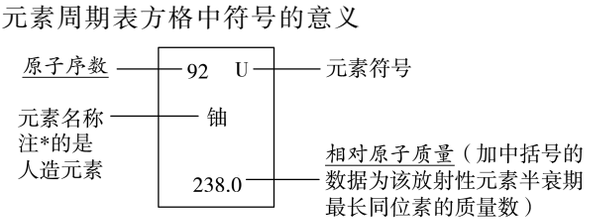
(2) 在元素周期表中第Ⅷ族包含 8、9、10 三个纵列，而其他族只有一个纵列，故第Ⅷ族元素种类最多，这种判断对吗？

提示：这种判断是错误的，元素种类最多的族为第ⅢB族，共有 32 种元素（包括镧系元素和锕系元素）。

5. 常见族的别称

族	别名
第ⅠA族（除氢外）	碱金属元素
第ⅦA族	卤族元素
0族	稀有气体元素

6. 元素周期表方格中符号的意义



◇**想一想**

同周期的第ⅡA、ⅢA族元素的原子序数差一定为 1 吗？

提示：不一定。第二、三周期差1，第四、五周期差11，原因是中间隔10格副族元素，第六、七周期差25，原因是中间隔10格副族元素，且第ⅢB族一格有15种元素。

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^{12}C、^{13}C、^{14}C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：^{1}H、^{2}H、^{3}H

原子名称	氕	氘(重氢)	氚(超重氢)
原子符号	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$或D	$^{3}_{1}H$或T
质子数	1	1	1
中子数	0	1	2

◇**想一想**

氕、氘、氚的原子结构有何异同？它们是同一种元素吗？

提示：质子数相同而中子数不同，是同一种元素。

(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天然存在的同位素，相互间保持一定的比率。元素的相对原子质量，就是按照该元素各种核素所占的一定百分比计算出来的平均值。

(4)用途

①考古时利用$^{14}_{6}C$测定一些文物的年代；

②$^{2}_{1}H$和$^{3}_{1}H$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。

◇**想一想**

O_2和O_3互为同位素吗？H_2O和D_2O互为同位素吗？

提示：不互为同位素，因为O_2和O_3互为同素异形体，两者皆不是原子；不互为同位素，因为H_2O和D_2O是同种物质。

○ 任务型课堂 ○

任务1 掌握原子结构与元素周期表的结构

评价活动

1. 关于元素周期表的说法不正确的是 (　　)

A.元素周期表有7个周期、18个纵列

B.原子最外层电子只有2个的元素可能是金属元素，也可能是非金属元素

C.位于元素周期表中第ⅠA族的元素就是碱金属元素

D.元素周期表中从第ⅢB族到第ⅡB族10个纵列的元素都是金属元素

C　**解析**：元素周期表有18个纵列，包括7个主族、8个副族和1个0族，周期表中有7个横行，分为7个周期，故A正确；元素周期表中，原子最外电子层只有2个电子的元素为He、碱土金属元素(第ⅡA族元素)或某些过渡金属元素，可能为金属元素，也可能为非金属元素，故B正确；第ⅠA族元素中除H外，剩余的是碱金属元素，故C错误；从第ⅢB族到第ⅡB族10个纵列均为过渡元素，过渡元素全部为金属元素，故D正确。

2. 已知X、Y、Z三种主族元素在元素周期表中的相对位置如图所示。设X的原子序数为a，则下列说法不正确的是 (　　)

		Y
	X	
Z		

A.Y的原子序数可能为$a-17$

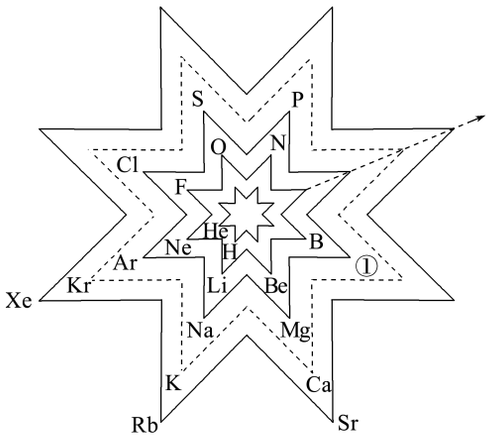
B.Y与Z的原子序数之和可能为$2a$

C.Z的原子序数可能为$a+31$

D.X、Y、Z可能均为短周期元素

D　**解析**：若Y为第三周期元素，则X、Z分别为第四、五周期元素，X的原子序数为a，则Y的原子序数为$a-17$，Z的原子序数为$a+17$，Y与Z的原子序数之和为$2a$，A、B正确；若Y为第四周期元素，则X、Z分别为第五、六周期元素，X的原子序数为a，则Y的原子序数为$a-17$，Z的原子序数为$a+31$，C正确；由图中X、Y、Z三种主族元素在元素周期表中的相对位置可知，X、Y、Z三种主族元素处于过渡元素右侧，Y不可能是第一周期元素，则Z一定处于长周期，D错误。

3.如图为八角形元素周期表，八角形的每个顶点对应一种元素，下列说法错误的是　　（　　）



A.图中虚线八角形所标元素位于现行元素周期表的第四周期

B.图中虚线箭头所经过的元素，按箭头方向原子的电子层数增多

C.图中①代表的元素单质在常温下能稳定存在，不发生化学反应

D.此八角形元素周期表中所表示的所有元素中没有副族元素

C　**解析**：由图可知，虚线八角形所标元素由K到Kr，位于现行元素周期表的第四周期，A正确；虚线箭头所经过的元素是同主族元素，由C到Sn，原子的电子层数增多，B正确；图中①代表的元素是Al，Al和氧气在常温下反应生成致密的氧化铝薄膜，发生了化学反应，C错误；八角形元素周期表中只有主族和0族元素，没有副族元素，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2　确定主族元素在元素周期表中的位置

评价活动

1.下图分别为元素周期表的一部分(数为原子序数)，其中X的原子序数为35的是　　（　　）

14		
	X	
50		

A

26		28
	X	

B

	X	
74		76

C

		18
	X	
		54

D

D　**解析**：X的原子序数为35，位于周期表中第四周期第ⅦA族。14号、50号元素处于第ⅣA族，则图中X为第ⅤA族元素，与题意不符，故A错误；26号、28号元素分别为Fe、Ni，是第Ⅷ族元素，图中X处于第五周期第Ⅷ族，与题意不符，故B错误；74号元素处于第六周期第ⅥB族，76号元素处于第六周期第Ⅷ族，图中X的原子序数为43，处于第五周期第ⅦB族，故C错误；18号、54号元素分别为Ar、Xe，则X位于周期表中第四周期第ⅦA族，符合题意，故D正确。

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。

4.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

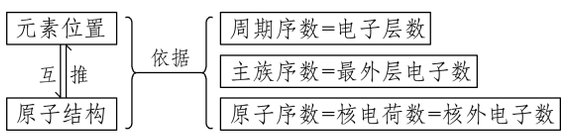
C.两元素指的是碳元素和铝元素

D.甲与乙的原子序数之和是偶数

D　**解析**:当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镁元素,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,是碳元素,A、B、C错误;镁元素与碳元素的原子序数之和是偶数,D正确。

【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ⅠA族或第ⅡA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ⅢA~第ⅦA族。

任务3 会辨别元素、核素、同位素及同素异形体

评价活动

1.下列关于铅元素的说法不正确的是　(　　)

A.$^{207}_{82}Pb$的中子数为125

B.$^{204}_{82}Pb$的原子序数是82

C.$^{204}_{82}Pb$和$^{208}_{82}Pb$互为同位素

D.$^{206}_{82}Pb$和$^{208}_{82}Pb$属于同种核素

D　**解析**:元素符号左上角为质量数,质量数等于质子数与中子数的和,$^{207}_{82}Pb$的中子数为207−82=125,A正确;元素符号左下角为质子数,$^{204}_{82}Pb$的质子数为82,由于质子数=原子序数,故$^{204}_{82}Pb$的原子序数同样为82,B正确;$^{204}_{82}Pb$和$^{208}_{82}Pb$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,$^{206}_{82}Pb$和$^{208}_{82}Pb$属于同种元素的不同核素,D错误。

2.下列关于镤-210($^{210}_{91}Pa$)的说法不正确的是　(　　)

A.$^{210}_{91}Pa$原子核内质子数为91

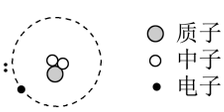
B.$^{210}_{91}Pa$原子核内中子数为210

C.$^{210}_{91}Pa$、$^{231}_{91}Pa$属于同种元素

D.$^{210}_{91}Pa$、$^{231}_{91}Pa$互为同位素

B　**解析**:则$^{210}_{91}Pa$原子核内质子数为91,A正确;中子数=质量数−质子数=210−91=119,则$^{210}_{91}Pa$原子核内中子数为119,B错误;同种元素的质子数相同,$^{210}_{91}Pa$、$^{231}_{91}Pa$质子数均为91,属于同种元素,C正确;$^{210}_{91}Pa$、$^{231}_{91}Pa$是质子数相同、中子数不同的核素,因此互为同位素,D正确。

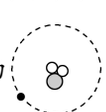
3.下列化学用语正确的是　(　　)

A.氚的原子结构模型: 

B.可用于考古断代的一种核素的符号:$^{13}_{6}C$

C.^{16}O、^{1}H、^{2}H、^{3}H 4种核素可构成4种水分子

D.^{23}Na、^{24}Mg两种核素的中子数相等,因此二者互为同位素

A　**解析**:氚的符号为$^{3}_{1}H$,原子核内含有1个质子、2个中子,原子核外含有1个电子,则氚原子的结构模型为 

古断代,是碳元素的一种核素,其符号为$^{14}_{6}C$,B不正确;^{16}O、^{1}H、^{2}H、^{3}H 4种核素可构成$^{1}H_2{}^{16}O$、$^{2}H_2{}^{16}O$、$^{3}H_2{}^{16}O$、$^{1}H^{2}H^{16}O$、$^{2}H^{3}H^{16}O$、$^{1}H^{3}H^{16}O$共6种水分子,C不正确;^{23}Na、^{24}Mg两种核素的中子数都为12,但二者的质子数不同,因此不互为同位素,D不正确。

【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	$^{1}_{1}H$、$^{2}_{1}H$、$^{3}_{1}H$三种核素	$^{234}_{92}U$、$^{235}_{92}U$、$^{238}_{92}U$互为同位素	石墨与金刚石互为同素异形体

续表

课后素养评价（二十二）　元素周期表　核素

建议用时：30分钟

基础巩固

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ⅠA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ⅠA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.下列有关说法错误的是　（　）

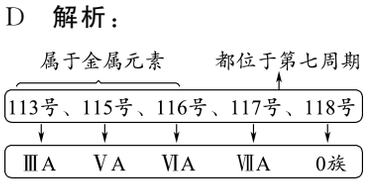
A.第113号元素的一种原子与铝元素具有相同的最外层电子数

B.117号元素原子核外电子层有7层

C.115号和113号元素都是金属元素

D.第116号元素位于第七周期第ⅣA族

D　**解析**：



113号元素与铝元素处于同主族，最外层电子数都是3，A正确；由分析知B、C正确；D错误。

3.下列关于元素周期表的说法正确的是　（　）

A.过渡元素全部都是金属元素

B.共有18个族，第ⅢB族含元素种类最多

C.在金属元素与非金属元素的分界处可寻找作催化剂的合金材料

D.某元素原子最外电子层上只有两个电子，该元素一定是第ⅡA族元素

A　**解析**：过渡元素全部是金属元素，它们位于周期表第3纵列至第12纵列，故A正确；元素周期表共有18列，其中第8、9、10三列合称第Ⅷ族，共有16个族，另外第ⅢB族含锕系和镧系，元素种类最多，故B错误；在金属元素与非金属元素的分界处可寻找半导体材料，故C错误；某元素原子最外电子层上只有两个电子，该元素可能是第ⅡA族元素，也可能是0族元素（氦）等，故D错误。

4.科学家以钙离子撞击锎（Cf）靶，产生了一种超重元素——氮（Og），其反应可表示为 $^{249}_{98}Cf+^{48}_{20}Ca\longrightarrow{}^{294}_{118}Og+3^{1}_{0}n$。下列说法正确的是　（　）

A.$^{48}_{20}Ca$与$^{40}_{20}Ca$互为同素异形体

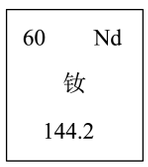
B.$^{1}_{0}n$与^{1}H互为同位素

C.Og与0族元素化学性质相似

D.$^{249}_{98}Cf$原子核内有249个中子

C　**解析**：$^{48}_{20}Ca$与$^{40}_{20}Ca$质子数相同，中子数不同，两者互为同位素，故A错误；$^{1}_{0}n$与^{1}H质子数不相同，因此二者不互为同位素，故B错误；Og是第七周期0族元素，因此与0族元素化学性质相似，故C正确；$^{249}_{98}Cf$原子核内有249－98＝151个中子，故D错误。

5.在医疗上，掺钕钇铝石榴石激光器代替手术刀用于摘除手术或消毒创口。钕元素的相关信息如图所示，下列说法错误的是　（　）



A.^{144}Nd 原子核内有 84 个中子

B.^{144}Nd、^{146}Nd 互为同位素

C.^{144}Nd、^{146}Nd 的化学性质有很大不同

D.图中“144.2”表示钕元素的相对原子质量

C　**解析**：^{144}Nd 原子核内含有的中子数为 144－60＝84 个，A 正确；^{144}Nd、^{146}Nd 的质子数相同，中子数不同，二者互为同位素，B 正确；^{144}Nd、^{146}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”表示钕元素的相对原子质量，D 正确。

6.下列有关说法中，正确的是　（　　）

A.^{14}C 与^{12}C 的性质完全不同

B.$^{14}CH_4$ 与$^{14}NH_3$ 含有的电子数和中子数都相同

C.$^{14}C_{60}$与$^{12}C_{60}$互为同素异形体

D.^{14}C 与^{12}C、^{13}C 互为同位素

D　**解析**：^{14}C 与^{12}C 互为同位素，^{14}C 具有放射性，^{12}C 不具有放射性，但二者的核外电子排布相同，最外层电子数相同，即化学性质相同，故 A 错误；$^{14}CH_4$ 含有的中子数为 8＋0＝8，$^{14}NH_3$ 含有的中子数为 7＋0＝7，二者含有的中子数不同，故 B 错误；$^{14}C_{60}$与$^{12}C_{60}$都是由碳元素组成的单质，它们的结构相同，因此它们属于同种物质，故 C 错误；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，^{14}C 与^{12}C、^{13}C 符合同位素的定义，它们互为同位素，故 D 正确。

拓展提高

7.研究表明，核废水中含有$^{134}_{55}$Cs、$^{137}_{55}$Cs。下列有关说法错误的是　（　　）

A.$^{134}_{55}$Cs 和$^{137}_{55}$Cs 互为同位素

B.$^{137}_{55}$Cs 中含有的中子数为 82

C.$^{134}_{55}$Cs 和 $^{137}_{55}$Cs 均位于元素周期表的第ⅠA 族

D.$^{134}_{55}$Cs 中含有的中子数与质子数之差为 79

D　**解析**：质子数相同、中子数不同的核素互为同位素，则$^{134}_{55}$Cs 和$^{137}_{55}$Cs 互为同位素，A 正确；在表示原子组成时元素符号的左下角表示质子数，左上角表示质量数，则 $^{137}_{55}$Cs 中含有的中子数为 137－55＝82，B 正确；第五周期 0 族元素的原子序数为 54，$^{134}_{55}$Cs和$^{137}_{55}$Cs 的质子数、原子序数均为 55，均位于元素周期表的第ⅠA 族，C 正确；$^{134}_{55}$Cs 中含有的中子数与质子数之差为(134－55)－55＝24，D 错误。

8.在元素周期表中，对于同一主族相邻周期的两种元素原子序数之差的叙述正确的是　（　　）

A.第二、三周期两元素相差均为 8

B.第三、四周期两元素相差均为 18

C.第五、六周期两元素相差均为 32

D.以上叙述均正确

A　**解析**：第三、四周期的同主族元素，若为第ⅠA、ⅡA 族元素，则原子序数相差 8，若为第ⅡA 族以后的主族元素，则原子序数相差 18，B 项错误；第五、六周期的主族元素，若为第ⅠA、ⅡA 族元素，则原子序数相差 18，若为第ⅡA 族以后的主族元素，则原子序数相差 32，C、D 项错误。

9.116 号元素应位于周期表的　（　　）

A.第六周期第ⅣA 族

B.第七周期第ⅥA 族

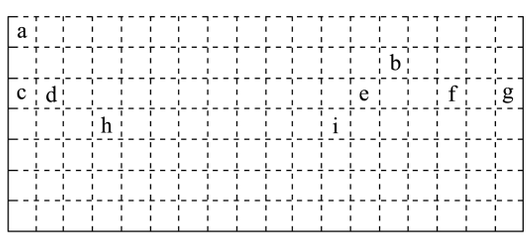
C.第七周期第ⅠA 族

D.第八周期第ⅥA 族

B　**解析**：118 号元素为第七周期 0 族元素，而 116 号元素在 0 族向左第 2 列，故应为第七周期第ⅥA 族元素。

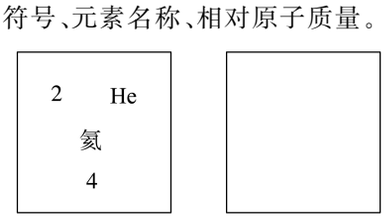
10.结合元素周期表回答下列问题：

(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。



(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。

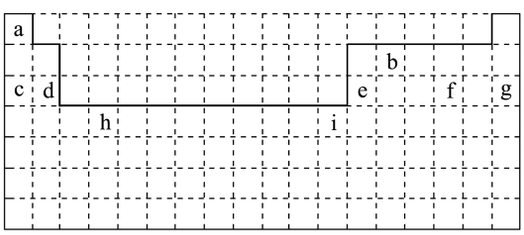
(3)元素 f 是第_____周期_____族元素，请在下边方框中按氦元素的式样写出该元素的原子序数、元素符号、元素名称、相对原子质量。



(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ⅥA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)



(2)a、b、c、d、e、f、g　a、b、c、d、e、f　三　0　四　第ⅡB

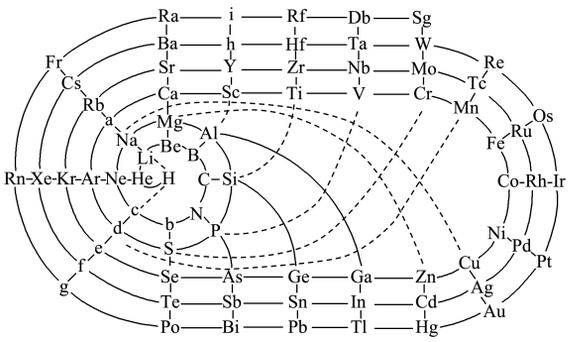
(3)三　第ⅥA

16	S
硫	
32	

(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

创新应用

11.“跑道式”元素周期表结构如图所示。下列有关说法错误的是（　　）



A.元素a能与水置换出H_2，且反应比Na与水反应更剧烈

B.元素b形成的两种单质分子的化学性质完全不同

C.元素c、d、e、f、g的最外层电子数相同，且对应的单质都有比较强的氧化性

D.h和i处均含有15种元素

B　**解析**：根据元素周期表的结构可知，a为K，b为O，c为F，d为Cl，e为Br，f为I，g为At。K比Na的金属性强，能与水反应置换出氢气且反应比Na与水反应更剧烈，故A正确；O形成的两种单质分子O_2与O_3都具有氧化性，故B错误；元素c、d、e、f、g的最外层电子数都为7，易得电子，对应的单质都具有比较强的氧化性，故C正确；h为镧系，i为锕系，均含有15种元素，故D正确。

第3课时　原子结构与元素的性质

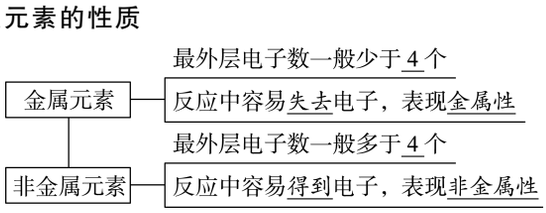
学习任务目标

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。

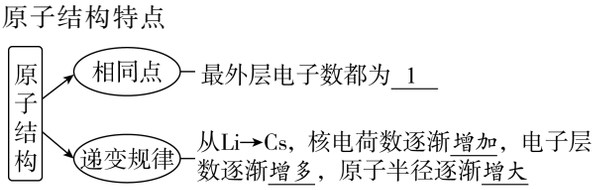
问题式预习

一、元素的性质



二、碱金属元素

1.原子结构特点



◇想一想

在元素周期表中从上往下碱金属元素原子的核电荷数、原子半径如何变化？

提示：核电荷数逐渐增大，原子半径逐渐增大。

2.单质的物理性质(从锂→铯)

- 相同点：除铯外，都是银白色固体，密度较小，硬度小，熔点较低
- 递变性：密度有增大的趋势，熔、沸点逐渐降低
- 特性：密度：K＜Na，铯略带金色光泽

3.单质的化学性质

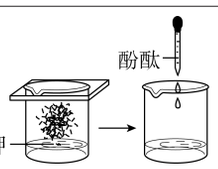
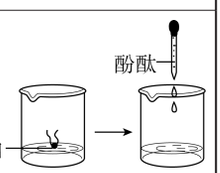
(1)锂、钠、钾与氧气的反应

①加热条件下，锂与氧气反应的化学方程式为 $4Li+O_2\xrightarrow{\triangle}2Li_2O$。

②加热条件下，钠与氧气反应的化学方程式为 $2Na+O_2\xrightarrow{\triangle}Na_2O_2$。

③钾与氧气的反应比钠更剧烈，生成多种氧化物。

(2)钾、钠与水的反应

碱金属	钾	钠
实验操作		
实验现象 共同点	a：金属浮在水面上；b：金属熔化成闪亮的小球；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红色	
实验现象 不同点	钾与水反应更剧烈	
化学方程式	$2K+2H_2O=2KOH+H_2\uparrow$	$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2\uparrow$
实验结论	与水反应的剧烈程度：K＞Na 金属活动性：K＞Na	

◇练一练

判断正误(正确的打“√”，错误的打“×”)。

(1)从锂到铯，碱金属的密度依次增大。 (×)

(2)由于 Li、Na、K 都能和 O_2、H_2O 反应，故实验室中三者都应保存在煤油中。 (×)

(3)Li、Na、K 在空气中燃烧均生成过氧化物。 (×)

三、卤族元素

1.原子结构特点

- 原子结构
  - 相同点：最外层电子数都为7
  - 递变规律：从F→I，核电荷数逐渐增加，电子层数逐渐增多，原子半径逐渐增大

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	淡黄绿色气体	黄绿色气体	深红棕色液体	紫黑色固体
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 H_2 的反应

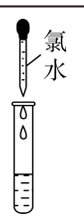
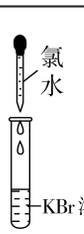
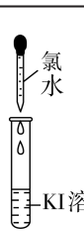
①卤素单质与 H_2 反应的比较

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	$H_2+F_2=2HF$
Cl_2	光照或点燃	较稳定	$H_2+Cl_2\xrightarrow{光照或点燃}2HCl$
Br_2	加热	稳定性差	$H_2+Br_2\xrightarrow{\triangle}2HBr$
I_2	不断加热	不稳定	$H_2+I_2\rightleftharpoons 2HI$

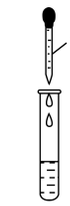
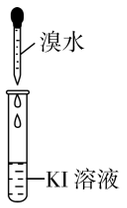
②卤素单质与氢气反应的规律性变化

从 F_2 到 I_2，与 H_2 反应的难易程度：由易到难，生成的氢化物的稳定性：逐渐减弱；卤素的非金属性强弱：F＞Cl＞Br＞I。

(2)单质间的置换反应

实验操作	 对照装置		
实验现象	—	颜色加深	颜色加深
离子方程式	—	$Cl_2+2Br^-=Br_2+2Cl^-$	$Cl_2+2I^-=I_2+2Cl^-$

续表

结论	氧化性：$Cl_2 \geq Br_2$；$Cl_2 \geq I_2$	
实验操作	 对照装置	
实验现象	—	颜色加深
离子方程式	—	$Br_2+2I^- \xlongequal{} I_2+2Br^-$
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）

电子层数逐渐增多 → 原子半径逐渐增大
- → 失电子能力逐渐增强 → 金属性逐渐增强
- → 得电子能力逐渐减弱 → 非金属性逐渐减弱

◇练一练

判断正误（正确的打“√”，错误的打“×”）。

(1)卤素单质越活泼，其熔、沸点越高。（ × ）

(2)从 F 到 I，卤族元素气态氢化物稳定性逐渐增强。（ × ）

(3)卤素单质随原子序数的递增，熔沸点逐渐升高。（ √ ）

(4)从 F→I，其单质与 H_2 化合的难易程度是由难到易。（ × ）

(5)F_2、Cl_2、Br_2 与 H_2O 反应的原理相同。（ × ）

(6)F^-、Cl^-、Br^- 的还原性依次增强。（ √ ）

○ 任务型课堂 ○

任务1 掌握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、锶、钡等金属元素的焰色。

活动 1　铯与 H_2O 反应吗？若反应写出离子方程式。

提示：反应；离子方程式：$2Cs+2H_2O \xlongequal{} 2Cs^++2OH^-+H_2\uparrow$。

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 Cs_2CO_3 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)、Na_2CO_3(K_2CO_3)易溶于水推测 CsCl、Cs_2CO_3 也是易溶于水的。

活动 3　铯与 O_2 反应的产物是 Cs_2O 吗？反应剧烈程度比钠、钾与 O_2 反应剧烈程度大吗？铯与 H_2O 反应的现象和钠、钾与 H_2O 反应的现象的主要区别可能是什么？

提示：产物不是 Cs_2O。反应剧烈程度比钠、钾与 O_2 反应的剧烈程度大。与 H_2O 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。

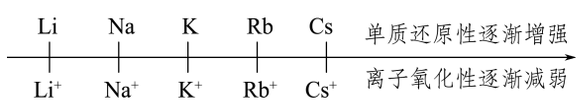
【任务总结】

1.碱金属元素性质的相似性（用 R 表示碱金属元素）

单质 R
- 与非金属单质反应：如 $Cl_2+2R \xlongequal{\text{一定条件}} 2RCl$
- 与水反应：如 $2R+2H_2O \xlongequal{} 2ROH+H_2\uparrow$
- 与酸溶液反应：如 $2R+2H^+ \xlongequal{} 2R^++H_2\uparrow$

化合物 → 最高价氧化物对应的水化物的化学式为 ROH，且均呈碱性

2.碱金属元素性质的递变性



具体表现为

元素	Li	Na	K	Rb	Cs
单质与 O_2 反应的产物	Li_2O	Na_2O、Na_2O_2	K_2O、K_2O_2、KO_2	更复杂的氧化物	
单质与水反应的剧烈程度	反应缓慢	剧烈反应	轻微爆炸	剧烈爆炸	
最高价氧化物对应的水化物	碱性强弱：LiOH＜NaOH＜KOH＜RbOH＜CsOH				

评价活动

1.下列关于碱金属元素的说法，正确的是　　(　　)

A.原子半径：Li＜Na＜K＜Rb＜Cs＜Fr

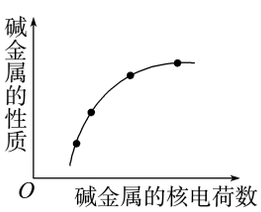
B.单质与水反应的剧烈程度：K＜Na

C.最高价氧化物对应水化物的碱性：LiOH＞KOH

D.碱金属元素的单质在氧气中燃烧均生成过氧化物

A　**解析**：同主族元素从上往下原子半径逐渐增大，所以原子半径：Li＜Na＜K＜Rb＜Cs＜Fr，A正确；元素的金属性越强，其单质与水反应越剧烈，所以与水反应的剧烈程度：K＞Na，B错误；元素的金属性越强，其最高价氧化物对应水化物的碱性越强，所以碱性：LiOH＜KOH，C错误；Li在氧气中燃烧生成Li_2O，D错误。

2.碱金属的某些性质与核电荷数的关系如图所示，则下列各性质不符合图示关系的是　　(　　)



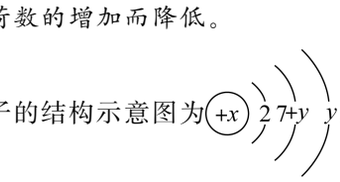
A.还原性

B.与水反应的剧烈程度

C.熔点

D.原子半径

C　**解析**：由题图可知，随着核电荷数的增加，碱金属的某种性质呈增大趋势，而碱金属单质的熔、沸点随核电荷数的增加而降低。

3.某元素原子的结构示意图为  。回答下列问题：

(1)该元素的元素符号为_____，属于_____(填“金属”或“非金属”)元素。

(2)该元素在周期表中的位置是_____(填字母序号)。

A.第三周期第ⅠA族

B.第三周期第ⅡA族

C.第三周期第ⅢA族

D.无法确定

(3)写出该元素的单质与水反应的离子方程式：_____，1 g该元素的单质和1 g K分别与水发生反应，生成H_2的体积(相同条件下)较大的是_____(填化学式，下同)，生成物中碱性较强的是_____。

解析：根据原子结构示意图：$7+y=8$，$y=1$，故$x=11$，为钠元素，位于第三周期第ⅠA族，1 g Na的物质的量比1 g K的物质的量大，故生成H_2较多。K的金属性比Na强，故KOH的碱性较强。

答案：(1)Na　金属　(2)A　(3)$2Na+2H_2O=2OH^-+H_2\uparrow+2Na^+$　Na　KOH

任务2 掌握卤族元素性质的相似性和递变性

评价活动

1.氟、氯、溴、碘属于卤族元素。下列有关说法正确的是　　(　　)

A.常温下，F_2、Cl_2、Br_2均为气态

B.$HBrO_4$的酸性比$HClO_4$的强

C.F_2比Cl_2更容易与H_2发生反应

D.工业上用澄清石灰水与氯气反应制备漂白粉

C　**解析**：常温下，Br_2为液体，故A错误；元素非金属性越强，其最高价含氧酸的酸性越强，非金属性：Cl＞Br，则$HBrO_4$的酸性比$HClO_4$的弱，故B错误；非金属性：F＞Cl，一般元素的非金属性越强，其单质的氧化性越强，其单质与氢气化合越容易，则F_2比Cl_2更容易与H_2发生反应，故C正确；工业上用石灰乳与氯气反应制备漂白粉，故D错误。

2.借助碱金属和卤族元素性质的递变性分析下面的推断，其中正确的是　　(　　)

A.Ca是第四周期第ⅡA族的元素，故$Ca(OH)_2$的碱性比$Mg(OH)_2$的碱性弱

B.As是第四周期第ⅤA族的元素，故AsH_3的稳定性比NH_3的稳定性强

C.S的原子半径比O的原子半径大，O_2与H_2反应不如S与H_2反应剧烈

D.Mg、Ca、Sr都是第ⅡA族元素，由$MgCO_3$、$CaCO_3$难溶于水，可推断$SrCO_3$也难溶于水

D　**解析**：$Ca(OH)_2$的碱性比$Mg(OH)_2$的碱性强，A错误；同主族元素从上到下，非金属性逐渐减弱，其简单氢化物稳定性逐渐减弱，B错误；S、O都是第ⅥA族的元素，同主族元素从上到下，非金属性逐渐减弱，O_2与H_2反应比S与H_2反应剧烈，C错误；由$MgCO_3$、$CaCO_3$难溶于水，可推断$SrCO_3$也难溶于水，D正确。

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:$At_2 > I_2$

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。

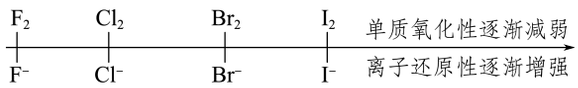
【任务总结】

1.卤素单质性质的相似性(用 X 表示卤族元素)

单质 X_2
- 与氢气反应:$X_2 + H_2 \xlongequal{\text{一定条件}} 2HX$
- 与水反应
  - 如 $X_2 + H_2O \rightleftharpoons HX + HXO$
  - (X 为 Cl、Br、I)
  - 例外:$2F_2 + 2H_2O = 4HF + O_2$

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



(2)具体表现

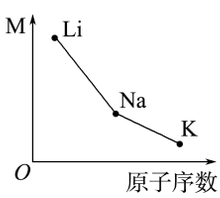
物质	性质
单质	按 F_2、Cl_2、Br_2、I_2 的顺序,卤素单质与 H_2 反应越来越难
	与变价金属反应:F_2、Cl_2、Br_2 生成高价金属卤化物,I_2 生成低价金属碘化物
氢化物	稳定性:HF > HCl > HBr > HI
	还原性:HF < HCl < HBr < HI

课后素养评价(二十三)　原子结构与元素的性质

建议用时:30分钟

基础巩固

1.碱金属元素 Li、Na、K 的某种性质或原子结构(M)随原子序数递增呈现的变化趋势如图所示,则 M 可能是　　(　　)



A.单质的熔点　　B.原子半径

C.单质的还原性　　D.元素的最高正价

A　**解析**:碱金属元素 Li、Na、K 随着原子序数的增大,单质的熔点逐渐降低,与图中曲线相符,选项 A 正确;碱金属元素 Li、Na、K 随着原子序数的增大,原子半径逐渐增大,与图中曲线不相符,选项 B 错误;碱金属元素 Li、Na、K 随着原子序数的增大,单质的还原性逐渐增强,与图中曲线不相符,选项 C 错误;碱金属元素 Li、Na、K 随着原子序数的增大,元素的最高正化合价不变,与图中曲线不相符,选项 D 错误。

2.铷(Rb)是 37 号元素。下列说法正确的是　　(　　)

A.氧化性:$Rb^+ > Na^+$

B.铷单质具有强氧化性

C.Rb_2O 在空气中易吸收 H_2O 和 CO_2

D.RbOH 溶液的碱性比同浓度的 NaOH 溶液弱

C　**解析**:Rb 是第ⅠA 族碱金属元素,Rb 和 Na 同族,金属性:Rb > Na,对应离子的氧化性:$Na^+ > Rb^+$,A 错误;Rb 容易失去电子,单质具有强还原性,B 错误;Rb_2O 是碱性氧化物,在空气中易吸收水生成 RbOH,Rb_2O 和二氧化碳反应生成 Rb_2CO_3,C 正确;金属性:Rb > Na,RbOH 溶液的碱性比同浓度的 NaOH 溶液强,D 错误。

3.下列关于卤素性质的说法错误的是　　(　　)

A.Cl_2、Br_2、I_2 的颜色逐渐变深

B.Cl_2 易液化,I_2 易升华

C.易形成 −1 价离子

D.HCl、HBr、HI 的还原性逐渐减弱

D　**解析**:卤素单质 Cl_2、Br_2、I_2 的颜色分别为黄绿色、深红棕色、紫黑色,颜色逐渐加深,A 正确;Cl_2 常温下为气体,易液化,I_2 为固体,易升华,B 正确;

卤素原子最外层均是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，C正确；同主族元素从上到下，元素的非金属性逐渐减弱，单质的氧化性逐渐减弱，对应阴离子的还原性逐渐增强，所以HCl、HBr、HI的还原性逐渐增强，D错误。

4. 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。

5. 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 $X_2+H_2O=HX+HXO$(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 $X_2+H_2\xlongequal{\text{一定条件}}2HX$(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。

6. 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.同浓度的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。

7. 下列能说明As的非金属性比Br弱的是（　　）

A.在周期表中As的原子序数小于Br

B.As_2O_3具有还原性，BrO_2具有极强的氧化性

C.气态AsH_3的热稳定性比HBr的弱

D.H_3AsO_3的酸性比HBrO的弱

C　**解析**：原子序数的大小不能作为比较元素非金属性强弱的依据，故A不符合题意；不同价态的氧化物的氧化性或还原性强弱不能作为比较元素非金属性强弱的依据，故B不符合题意；气态氢化物越稳定，相应元素的非金属性越强，故C符合题意；比较元素非金属性应根据元素最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱，而H_3AsO_3和HBrO不是相应元素的最高价氧化物对应的水化物，不能根据两者酸性比较As和Br的非金属性强弱，故D不符合题意。

拓展提高

8. 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。

9. 根据同主族元素性质的递变性推测物质的性质，下列说法错误的是（　　）

选项	事实	推测
A	Mg与冷水反应缓慢	Be与冷水更难反应
B	Na与O_2在加热条件下反应生成Na_2O_2	Li与O_2在加热条件下反应生成Li_2O_2
C	PH_3不稳定	AsH_3更不稳定
D	Cl_2与H_2在点燃条件下能反应	F_2与H_2在常温下可能反应

B　**解析**：金属性：Mg>Be，所以根据Mg与冷水反应缓慢可判断Be与冷水更难反应，A正确；Li与

O_2 在加热条件下反应生成 Li_2O，B 错误；非金属性：P＞As，所以根据 PH_3 不稳定可判断 AsH_3 更不稳定，C 正确；非金属性：F＞Cl，所以根据 Cl_2 与 H_2 在点燃条件下能反应可判断 F_2 与 H_2 在常温下可能发生反应，D 正确。

10. 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。

11. 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离子相同

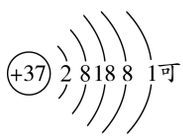
⑤是还原剂

(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ⅠA 族。(2) 由铷的原子结构示意图



可知②不正确，④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 $\frac{50\ g}{A_r\ g\cdot mol^{-1}}\times1=\frac{22.4\ L}{22.4\ L\cdot mol^{-1}}\times2$，$A_r=25$，因 $A_r(Rb)>25$，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　ⅠA

(2) ①③④⑤　(3) ab

创新应用

12. 借助碱金属元素和卤族元素性质的递变性分析下面的推断，其中错误的是（　　）

A. 已知 Cs 原子半径比 Na 原子半径大，故 Cs 与水反应比 Na 与水反应更剧烈

B. 已知铊(Tl)与铝同主族，其单质既能与盐酸反应，又能与氢氧化钠溶液反应

C. 已知 Ra 是第七周期第ⅡA 族的元素，故 $Ra(OH)_2$ 的碱性比 $Mg(OH)_2$ 的碱性强

D. 已知 As 是第四周期第ⅤA 族的元素，故 AsH_3 的稳定性比 NH_3 的稳定性弱

B　**解析**：Cs 与 Na 为同主族元素，Cs 的原子半径比 Na 的大，则原子核对外层电子的吸引力弱，失电子能力强，故 Cs 与水反应比 Na 与水反应更剧烈，A 正确；铊(Tl)与铝同主族，但铊在铝的下方，金属性强于铝，所以其单质能与盐酸反应，但不一定能与氢氧化钠溶液反应，B 错误；Ra 是第七周期第ⅡA 族元素，则其金属性比 Mg 强，故 $Ra(OH)_2$ 的碱性比 $Mg(OH)_2$ 的碱性强，C 正确；As 是第四周期第ⅤA 族元素，则其非金属性比 N 弱，故 AsH_3 的稳定性比 NH_3 的稳定性弱，D 正确。

第二节　元素周期律

第1课时　元素性质的周期性变化规律

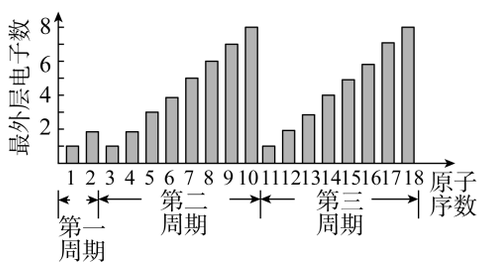
学习任务目标

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 ○

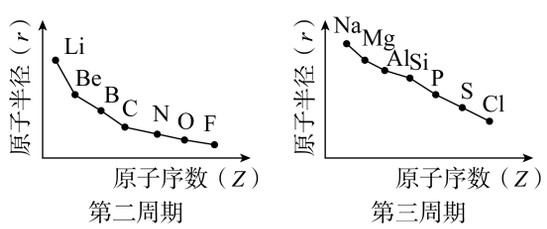
一、原子结构的周期性变化

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。

◇想一想

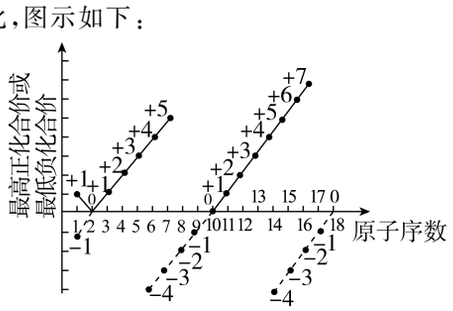
为什么同周期元素的原子半径会随着原子序数的递增而逐渐减小呢？

提示：同一周期元素的原子电子层数相同，随着核电荷数的递增，原子核对核外电子的吸引力逐渐增强，故原子半径逐渐减小。

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（第一周期除外），即每周期最高正价：+1到+7（O、F除外），最低负价：-4到-1。

微点拨

主族元素主要化合价的确定方法

(1)最高正价＝主族的序号＝最外层电子数（O、F除外）。

(2)最低负价＝最高正价－8（H、O、F除外）。

(3)H的最高价为+1价，最低价为-1价；O的最低价为-2价，无最高正价；F无正化合价，最低价为-1价。

◇想一想

主族元素的最高化合价等于其族序数，这句话对吗？为什么？

提示：不对。主族元素形成最高化合价时，失去（或偏移）最外层的全部电子达到稳定结构，但O、F元素因原子半径很小，非金属性很强，所以在反应中不能失去（或偏移）最外层的全部电子，故氧元素没有最高正化合价、氟元素无正价。

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 Na＞Mg＞Al	金属性由强到弱的顺序为 Na＞Mg＞Al
最高价氧化物对应的水化物的碱性由强到弱的顺序为 $NaOH>Mg(OH)_2>Al(OH)_3$	

(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 Si＜P＜S＜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：$HClO_4>H_2SO_4>H_3PO_4>H_2SiO_3$			
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的原子核外电子排布呈周期性变化的必然结果。

◇练一练

判断正误（正确的打“√”，错误的打“×”）。

(1)第三周期元素中，最高价氧化物对应水化物的酸性最强的为 H_2SO_4。（　×　）

(2)可以通过简单气态氢化物的稳定性比较元素的非金属性。（　√　）

(3)$Al(OH)_3$ 是两性氢氧化物，与氨水、盐酸均可反应。（　×　）

(4)盐酸可以与 Na_2CO_3 溶液反应生成 CO_2，可由此推出非金属性：Cl＞C。（　×　）

(5)第二周期非金属元素的气态氢化物溶于水后，水溶液均为酸性。（　×　）

(6)因为钠原子常失去 1 个电子，而铝原子失去 3 个电子，所以钠的金属性弱于铝的金属性。（　×　）

○ 任务型课堂 ○

任务1　掌握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，处于铝跟铟之间，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？这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 SiH_4、PH_3、H_2S 和 HCl 的稳定性。比较 H_3PO_4 和 HNO_3 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 SiH_4＜PH_3＜H_2S＜HCl。N 的非金属性强于 P 的非金属性，故 HNO_3 的酸性强于 H_3PO_4。

【任务总结】

不能用来判断元素的金属性或非金属性强弱的依据

(1)原子失去或得到电子数目的多少。

(2)单质的熔点或氢化物的沸点等物理性质。

(3)非最高价含氧酸的酸性。

(4)氢化物水溶液的酸性。

(5)非金属单质作还原剂的置换反应。

评价活动

1.元素周期表可以指导人们进行推测和判断。下列推测不合理的是（　　）

A.若 X^+ 和 Y^{2-} 的核外电子层结构相同，则离子半径：Y^{2-}＞X^+

B.由水溶液的酸性：HCl＞H_2S，可推断元素的非金属性：Cl＞S

C.Cs 和 Ba 分别位于第六周期第ⅠA 和ⅡA 族，则碱性：CsOH＞$Ba(OH)_2$

D.第ⅡA 族元素依次为 Be、Mg、Ca、Sr、Ba；$MgSO_4$ 易溶于水，$CaSO_4$ 微溶于水，则 $SrSO_4$ 可能难溶于水

B　**解析：**电子层结构相同的粒子，核电荷数越大，粒子半径越小，若 X^+ 和 Y^{2-} 的核外电子层结构相同，设 X 的核电荷数为 x，Y 的核电荷数为 y，则 $x-1=y+2$，$x=y+3$，原子序数：X＞Y，离子半径：X^+＜Y^{2-}，故 A 正确；两者属于对应元素的氢化物，由氢化物的稳定性：HCl＞H_2S，可推断元素的非金属性：Cl＞S，故 B 错误；Cs 和 Ba 分别位于第六周期第ⅠA 和ⅡA 族，则金属性：Cs＞Ba，元素的金属性越强，其最高价氧化物对应水化物的碱性越强，则碱性：CsOH＞$Ba(OH)_2$，故 C 正确；Mg、Ca、Sr 为第ⅡA 族元素，$MgSO_4$ 易溶于水，$CaSO_4$ 微溶于水，则 $SrSO_4$ 可能难溶于水，故 D 正确。

2.下列实验不能作为判断依据的是　　(　　)

A.钠和镁分别与冷水反应,判断钠和镁金属性强弱

B.比较 $Mg(OH)_2$ 与 $Al(OH)_3$ 的碱性强弱,判断镁与铝的金属性强弱

C.往硅酸钠溶液中通入 CO_2 产生白色沉淀,判断碳酸与硅酸的酸性强弱

D.根据 HF 和 HCl 水溶液的酸性强弱判断氟与氯的非金属性强弱

D　**解析**:钠与冷水比镁与冷水反应剧烈,因此钠的金属性强于镁,故 A 正确;金属性越强,对应碱的碱性越强,镁的金属性强于铝,则碱性:$Mg(OH)_2>Al(OH)_3$,故 B 正确;根据强酸制弱酸的原理,往硅酸钠溶液中通入 CO_2 产生白色沉淀,说明碳酸的酸性强于硅酸的酸性,故 C 正确;氢氟酸是弱酸,而盐酸是强酸,但氟的非金属性要比氯的非金属性强,故 D 错误。

3.下列关于元素的金属性、非金属性强弱判断不正确的是　　(　　)

A.高温下发生反应:$2C+SiO_2 \overset{高温}{=\!=\!=} 2CO\uparrow+Si$,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;元素的金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物碱性越强,碱性:$KOH>Mg(OH)_2$,说明金属性:K>Mg,B 正确;元素的非金属性越强,其单质的氧化性越强,其单质与氢气化合越容易,所以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,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。

任务2 会比较粒子的半径

评价活动

1.已知下列原子的半径:

原子	N	S	O	Si
半径 $r/10^{-10}$ 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.1.10×10^{-10} m

B.0.80×10^{-10} m

C.1.20×10^{-10} m

D.0.70×10^{-10} 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.$Cl^-<Br^-<I^-$

B.$Al^{3+}>Mg^{2+}>Na^+$

C.Rb>K>Na

D.P>S>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:$Cl^-<Br^-<I^-$,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:$Al^{3+}<Mg^{2+}<Na^+$,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:Rb>K>Na,C 项正确;P、S 电子层数相同,核电荷数:P<S,所以原子半径:P>S,S、O 最外层电子数相同,电子层数:S>O,所以原子半径:S>O,所以原子半径:P>S>O,D 项正确。

3.下列化合物中,阴离子和阳离子的半径之比最大的是　　(　　)

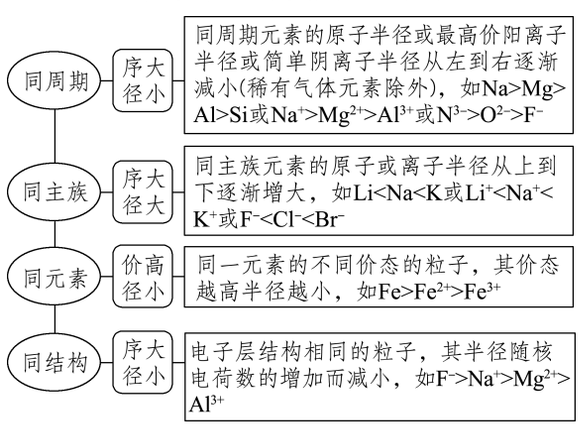
A.CsI　　B.NaF

C.KCl　　D.LiI

D　**解析**:阳离子都为碱金属元素的阳离子,元素的核电荷数越大,离子半径越大,阴离子都为卤素阴离子,元素的核电荷数越大,离子半径越大,则金属离子半径最小的是 Li^+,阴离子半径最大的是 I^-,所以阴离子半径和阳离子半径之比最大的是 LiI。

【任务总结】

粒子半径大小的比较方法



课后素养评价（二十四）　元素性质的周期性变化规律

建议用时：30分钟

基础巩固

1. 钠钾合金常温下呈液态，导热性好，可用作快中子反应堆的热交换剂。这两种元素在元素周期表中均位于第ⅠA族，下列说法错误的是　（　）

A.离子半径：$r(K^+)>r(Na^+)$

B.金属性：K＞Na

C.碱性：KOH＞NaOH

D.最外层电子数：K＞Na

D　**解析**：同主族元素离子半径随原子序数增大而增大，则离子半径：$r(K^+)>r(Na^+)$，A正确；同主族元素从上到下金属性增强，K的金属性强于Na，B正确；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，则KOH碱性强于NaOH，C正确；第ⅠA族元素原子最外层均有1个电子，则K与Na最外层电子数相等，D错误。

2. 硒（$_{34}Se$）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：$H_2Se>H_2O>HF$

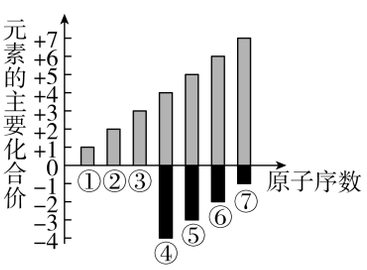
B.还原性：$H_2Se>H_2S>HCl$

C.非金属性：O＞S＞Se

D.酸性：$HClO_4>H_2SO_4>H_2SeO_4$

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：Se＜O＜F，则热稳定性：$H_2Se<H_2O<HF$，A不正确；Se与S同主族，S与Cl同周期，非金属性：Se＜S＜Cl，则还原性：$H_2Se>H_2S>HCl$，B正确；O、S、Se为同主族元素，且从上到下排列，则非金属性：O＞S＞Se，C正确；Cl与S同周期，S与Se同主族，非金属性：Cl＞S＞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：$HClO_4>H_2SO_4>H_2SeO_4$，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. 黑火药爆炸时发生的主要反应为$S+2KNO_3+3C\xlongequal{点燃}K_2S+N_2\uparrow+3CO_2\uparrow$。下列说法正确的是　（　）

A.原子半径：$r(O)>r(C)$

B.酸性：$HNO_3>H_2CO_3$

C.简单氢化物的稳定性：$H_2O<H_2S$

D.最高正化合价：C＞N

B　**解析**：同周期主族元素，从左往右，原子半径逐渐减小，所以$r(O)<r(C)$，A错误；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，氮元素的非金属性比碳元素强，所以酸性：$HNO_3>H_2CO_3$，B正确；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＞S，则简单氢化物的稳定性：$H_2O>H_2S$，C错误；碳元素最高正化合价是＋4价，氮元素最高正化合价是＋5价，D错误。

5. 下列事实能作为判断依据的是　（　）

A.N_2在空气中能稳定存在，而白磷（P_4）在温度特别高的夏天容易自燃，判断非金属性：N＞P

B.根据盐酸除去水垢时发生反应$CaCO_3+2HCl=\!=\!=CaCl_2+CO_2\uparrow+H_2O$，判断碳与氯的非金属性强弱

C.根据高温下铁与水蒸气反应，镁可以与热水发生反应，判断铁与镁的金属性强弱

D.根据Al原子最外层电子数比Na多，判断Al的金属性比Na强

C　**解析**：N_2在空气中能稳定存在，是因为N_2的化学性质稳定，而P_4在温度特别高的夏天容易自燃，是因为白磷的着火点非常低，不能作为判断非金属性强弱的依据，A错误；根据反应$CaCO_3+2HCl=\!=\!=CaCl_2+CO_2\uparrow+H_2O$不能判断碳与氯的非金属性强弱，而是根据酸性$HClO_4>H_2CO_3$判断氯

的非金属性大于碳的非金属性，B 错误；根据铁高温与水蒸气反应，镁可以与热水发生反应，可以判断铁与镁的金属性强弱，C 正确；金属性：Al＜Na，D 错误。

6. 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：R＞Y＞X

B. 离子半径：X^{2+}＞T^{2-}

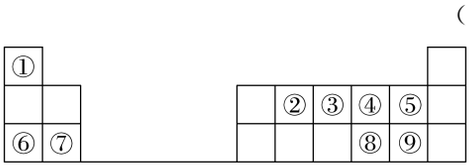
C. 元素最高价氧化物对应的水化物的碱性：Y＞R＞X

D. 相同条件下，气态氢化物的稳定性：T＞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：Mg＞Al、Mg＞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 Mg＞Al、Mg＞Be，即X＞R，X＞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：O^{2-}＞Mg^{2+}，B 项错误；金属性：Mg＞Al、Mg＞Be，金属性越强，元素最高价氧化物的水化物的碱性越强，所以 X＞R，X＞Y，C 项错误；非金属性：O＞S，非金属性越强，气态氢化物的稳定性越强，即 Z＜T，D 项正确。

拓展提高

7. 下图是元素周期表的一部分。下列叙述正确的是（　　）



A. 元素③的简单气态氢化物的水溶液呈酸性

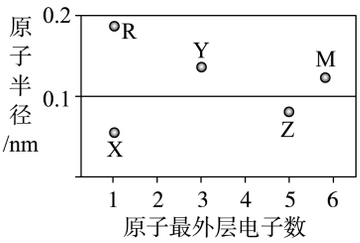
B. 元素⑥的原子半径在同周期元素中最大

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为氯元素，非金属性最强，没有正化合价，故 D 错误。

8. 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：R＞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：Y＞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：Na^+＜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 $(NH_4)_2SO_4$ 中，C 正确；Y、R 分别为 Al、Na 元素，金属性：Al＜Na，则最高价氧化物对应水化物的碱性：$Al(OH)_3$＜NaOH，D 错误。

9. 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

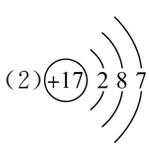
②比较这两种元素的气态氢化物的稳定性

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  。(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$(NH_4)_2CO_3$。

答案:(1)第二周期第ⅥA族

(2)  　(3)②③

(4)NH_4HCO_3或$(NH_4)_2CO_3$

创新应用

10.某同学为了验证元素周期律相关的结论,自己设计了一套实验方案,并记录了有关实验现象。

实验方案	实验现象
①将氯气通入Na_2S溶液中	有淡黄色固体(S)生成
②取一小块金属镁,用砂纸磨去表面的氧化膜后,放入试管中,加入2 mL水,观察现象,记录为现象Ⅰ,过一会儿,加热试管至液体沸腾,观察现象,记录为现象Ⅱ	现象Ⅰ:无明显变化 现象Ⅱ:金属镁逐渐溶解,有气体生成
③将溴水滴入NaI溶液中,充分反应后加入淀粉溶液	溶液变蓝

续表

实验方案	实验现象
④将一小块金属钠放入冷水中	钠浮在水面上,熔成小球,四处游动,逐渐消失

回答下列问题:

(1)实验①中反应的离子方程式为

_____。

由实验①可知,Cl、S的非金属性由强到弱的顺序为_____(用元素符号表示,下同)。由实验③可知,Br、I的非金属性由强到弱的顺序为_____。

(2)由实验②和实验④知,碱性:NaOH_____(填“>”或“<”)$Mg(OH)_2$。

(3)实验结论:同主族元素自上而下,元素的非金属性逐渐_____(填“增强”或“减弱”,下同);同周期元素,随着原子序数逐渐增大,金属性逐渐_____,非金属性逐渐_____。由此可知,H_2SiO_3、H_3PO_4、H_2SO_4、$HClO_4$的酸性由强到弱的顺序为_____(填化学式,下同),常见简单气态氢化物NH_3、H_2O、HF、H_2S中稳定性最强的是_____。

解析:(1)将氯气通入Na_2S溶液中,氯气将S^{2-}氧化成S单质,反应的离子方程式为$S^{2-}+Cl_2=2Cl^-+S\downarrow$,单质氧化性越强,元素非金属性越强,故非金属性:Cl>S;实验③中将溴水滴入NaI溶液中,充分反应后加入淀粉溶液,溶液变蓝,说明Br_2将I^-氧化成I_2,非金属性:Br>I。(2)实验②的现象可以表明Mg与冷水不反应,与热水反应,实验④中Na与冷水剧烈反应,由实验②和实验④中反应的剧烈程度可知,Na与水反应比Mg与水反应更剧烈,则金属性:Mg<Na,由此可知,碱性:NaOH>$Mg(OH)_2$。(3)由实验分析可知,非金属性:Br>I,由此得出实验结论:同主族元素自上而下,元素的非金属性逐渐减弱;金属性:Mg<Na,可得实验结论:同周期元素,随着原子序数逐渐增大,金属性逐渐减弱,非金属性逐渐增强;原子序数:Si<P<S<Cl,则非金属性:Si<P<S<Cl,非金属性越强,最高价氧化物对应水化物的酸性越强,故酸性:$HClO_4>H_2SO_4>H_3PO_4>H_2SiO_3$;非金属性:F>O>N>S,元素非金属性越强,简单气态氢化物越稳定,稳定性最强的是HF。

答案:(1)$S^{2-}+Cl_2=2Cl^-+S\downarrow$　Cl>S　Br>I　(2)>　(3)减弱　减弱　增强　$HClO_4>H_2SO_4>H_3PO_4>H_2SiO_3$　HF

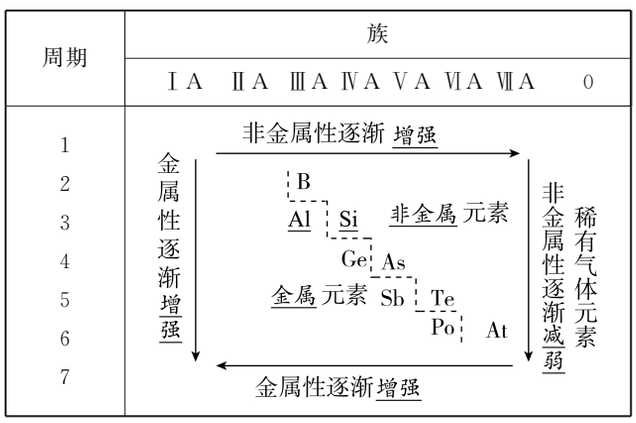
第2课时　元素周期表和元素周期律的应用

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

主族元素 — 最高正化合价=主族序数=最外层电子数(O、F除外)

非金属元素 — 最高正化合价+|最低负化合价|=8(H、O、F除外)

◇练一练

判断正误(正确的打“√”，错误的打“×”)。

(1)金属元素只表现金属性，非金属元素只表现非金属性。(　×　)

(2)氟元素非金属性最强，所以其最高价氧化物对应水化物的酸性最强。(　×　)

(3)原子最外层电子数大于3且小于8的元素一定是非金属元素。(　×　)

(4)最外层电子数是2的元素，最高正价一定是+2价。(　×　)

(5)第二周期元素的最高正价等于它所处的主族序数。(　×　)

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

金属与非金属分界线附近元素 —寻找→ 半导体材料

过渡元素 —寻找→ 制造催化剂和耐高温、耐腐蚀合金的元素

氟、氯、磷、硫所在区域内的元素 —研究→ 制造出新品种的农药

◇练一练

判断正误(正确的打“√”，错误的打“×”)。

(1)已知37号元素铷(Rb)和钠元素位于同一主族，可推测 $RbOH$ 为强碱。(　√　)

(2)可在元素周期表右上方非金属区寻找耐高温材料。(　×　)

(3)通过元素周期律可推断氢氧化铍[$Be(OH)_2$]的碱性比氢氧化镁强。(　×　)

(4)已知硒元素的氢化物的分子式为 H_2Se，可推知硒元素位于第ⅣA族。(　×　)

○ 任务型课堂 ○

任务一　元素周期表与元素周期律的应用

评价活动

1. 元素周期表可以指导人们进行规律性的推测和判断，下列说法不正确的是（　　）

A. 若 $_aX^{2+}$ 和 $_bY^-$ 的核外电子层结构相同，则原子序数：$a=b+3$

B. 由水溶液的酸性：$H_2SO_4>HClO$，可推断出元素的非金属性：S>Cl

C. 锗与硅位于金属与非金属的交界处，都能作半导体材料

D. S 和 Se 分别位于第三、四周期的第ⅥA 族，则氢化物的稳定性：$H_2S>H_2Se$

B　**解析**：$_aX^{2+}$ 的核外电子数为 $a-2$，$_bY^-$ 的核外电子数为 $b+1$，由核外电子层结构相同可知 $a-2=b+1$，则原子序数：$a=b+3$，A 项正确；HClO 不是最高价含氧酸，所以不能根据二者酸性强弱来判断元素非金属性的强弱，B 项错误；锗与硅位于金属与非金属的交界处，都可以作半导体材料，C 项正确；同一主族元素从上到下，元素的非金属性逐渐减弱，S 的非金属性比 Se 强，则氢化物的稳定性：$H_2S>H_2Se$，D 项正确。

2. 0.05 mol 某金属单质 X 与足量盐酸反应，放出 1.68 L H_2（标准状况），并转变为具有与 Ne 原子的电子层结构相同的离子，下列说法错误的是（　　）

A. 该金属元素在第三周期第ⅢA 族

B. X 的最高价氧化物对应的水化物能溶于氨水

C. X 单质在空气中不易被腐蚀

D. X 的阳离子在同周期元素形成的离子中离子半径最小

B　**解析**：$n(H_2)=\dfrac{1.68\ L}{22.4\ L\cdot mol^{-1}}=0.075\ mol$，则该金属与氢气之间的关系为 $2M\sim3H_2$，即金属 M 形成化合物时的化合价为+3 价，又知 M^{3+} 具有 Ne 原子的电子层结构，说明 M 为 Al，在第三周期第ⅢA 族，A 正确；$Al(OH)_3$ 不能溶于氨水，B 错误；Al 单质在空气中能形成氧化物薄膜而不易被腐蚀，C 正确；第三周期元素形成的离子中 Al^{3+} 的半径最小，D 正确。

3. 碲（Te）是 52 号元素，位于金属元素与非金属元素的分界线附近。下列有关碲（Te）元素的说法错误的是（　　）

A. Te 位于周期表第六周期第ⅥA 族

B. 单质碲在常温下是固体

C. Te 可在空气中燃烧生成二氧化碲（TeO_2）

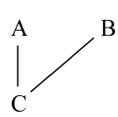
D. H_2TeO_4 的酸性比 H_2SO_4 弱

A　**解析**：Te 和 O、S、Se、Po 同主族。Te 位于元素周期表第五周期第ⅥA 族，在 Se 的正下方，A 错误；根据同主族元素性质的递变性，单质硫为固体，可推知单质碲在常温下是固体，B 正确；Te 和 S 同主族，最外层电子数相同，化学性质相近，S 在空气中燃烧生成 SO_2，则 Te 在空气中燃烧生成二氧化碲（TeO_2），C 正确；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，非金属性：Te<S，所以最高价氧化物对应的水化物的酸性：$H_2TeO_4<H_2SO_4$，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。

课后素养评价（二十五）　元素周期表和元素周期律的应用

建议用时：30分钟

基础巩固

1. “类推”是一种重要的学习方法。下列类推的结论与事实不相符的是（　　）

A. 由 Na 常温下与水剧烈反应，推知 K 常温下也能与水剧烈反应

B. 由 $Al(OH)_3$ 具有两性，推知 $Be(OH)_2$ 具有两性

C. 由 Cl_2 与水反应生成 HCl 和 HClO，推知 F_2 与水反应生成 HF 和 HFO

D. 由 N 元素的最高正价是+5 价，推知 P 元素的最高正价是+5 价

C　**解析**：Na、K都是活泼金属，常温下都可以与水剧烈反应，A正确；铝和铍在元素周期表中处于对角线位置，性质相似，$Al(OH)_3$具有两性，$Be(OH)_2$也具有两性，B正确；Cl_2与水反应生成HCl和HClO，F_2与水反应生成HF和O_2，C错误；N和P位于同一主族，N元素的最高正价是+5价，P元素的最高正价也是+5价，D正确。

2. 如图，虚线为元素周期表中金属元素和非金属元素的分界线。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

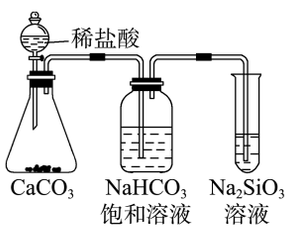
C　**解析**：同族元素的性质是相似的，同周期元素的性质是递变的，A项错误；紧靠虚线两侧的元素既表现金属性又表现非金属性，但没有两性金属元素这一说法，B项错误；耐高温材料应该在过渡元素中寻找，D项错误。

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　（　　）

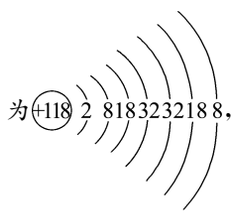
A.气态氢化物的稳定性：$H_2O>NH_3>SiH_4$

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：Cl>C>Si



D.用中文“鿫”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：O>N>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：C>Si，则非金属性：O>N>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：$H_2O>NH_3>SiH_4$，故A正确；H与F、Cl、Na形成的化合物HF、HCl、NaH中H的化合价分别为+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强弱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  ，它的原子结构中有7个电子层，最外层电子数为8，则第118号元素在周期表中位于第七周期0族，故D正确。

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

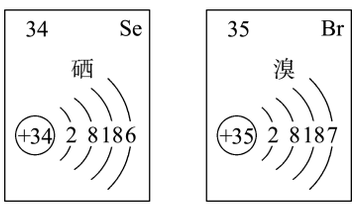
C.Y、Z、Q最高价氧化物对应的水化物的酸性依次减弱

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：C<S<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. Se、Br 两种元素的部分信息如图所示，下列说法正确的是　　（　　）



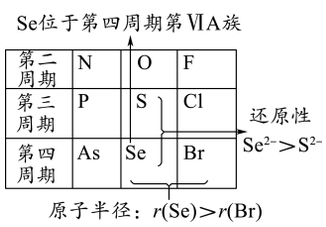
A. 原子半径：$r(Br)>r(Se)>r(P)$

B. 还原性：$S^{2-}>Se^{2-}>Br^-$

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

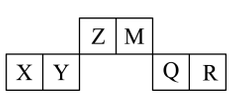
C　**解析**：根据 Se 为 34 号元素，Br 为 35 号元素可知，二者在第四周期，它们在周期表中的关系如图所示：



A、B、D 错误；C 正确。

拓展提高

6. 已知短周期主族元素 X、Y、Z、M、Q 和 R 在周期表中的相对位置如下图所示，其中 Y 的最高化合价为 +3 价。下列说法不正确的是　　（　　）



A. 简单离子半径：$M>X>Y$

B. 气态氢化物的稳定性：$Q>R$

C. 最高价氧化物对应水化物的碱性：$X>Y$

D. Y 能与 Fe_2O_3 反应得到 Fe

B　**解析**：短周期元素 X、Y、Z、M、Q 和 R 在周期表中的相对位置如题图所示，Z、M 位于第二周期，X、Y、Q、R 位于第三周期，其中 Y 的最高化合价为 +3 价，说明位于第ⅢA 族，则 Y 为 Al，结合各元素的相对位置可知，X 为 Mg，Z 为 C，M 为 N，Q 为 S，R 为 Cl。X 为 Mg，Y 为 Al，Z 为 C，M 为 N，Q 为 S，R 为 Cl。电子层数越多离子半径越大，电子层数相同的核电荷数越大离子半径越小，则离子半径：$N^{3-}>Mg^{2+}>Al^{3+}$，故 A 正确；Q 为 S，R 为 Cl，同周期主族元素从左到右非金属性增强，其气态氢化物的稳定性增强，则非金属性：$S<Cl$，稳定性：$H_2S<HCl$，故 B 错误；同周期主族元素从左到右金属性减弱，则金属性：$Mg>Al$，最高价氧化物对应水化物的碱性：$Mg(OH)_2>Al(OH)_3$，故 C 正确；Y 为 Al，Al 能够与 Fe_2O_3 发生铝热反应生成 Al_2O_3 和 Fe，故 D 正确。

7. 短周期元素 X、Y、Z、W、Q 在元素周期表中的相对位置如图所示，其中 W 的气态氢化物的摩尔质量为 34 g·mol^{-1}，Y 的最低价氢化物为非电解质。下列说法正确的是　　（　　）

	X	Y	
Z		W	Q

A. 阴离子的还原性：$W>Q$

B. X 的最低价氢化物水溶液显酸性

C. Q 单质易溶于水

D. Na 与 Y 能形成化合物 Na_2Y_2，且 Na_2Y_2 与水反应后溶液呈碱性

A　**解析**：根据“W 的气态氢化物的摩尔质量为 34 g·mol^{-1}”可知，W 是硫元素或者磷元素，再根据“Y 的最低价氢化物为非电解质”，可知 W 是磷元素，Q 是硫元素，Y 是氮元素，X 是碳元素，Z 是铝元素。Q(S)的非金属性强于 W(P)，所以阴离子还原性：$W>Q$，A 正确；X 是碳元素，碳元素的最低价氢化物为 CH_4，CH_4 难溶于水，B 错误；硫单质难溶于水，C 错误；Na 与氮元素不能形成化合物 Na_2Y_2，D 错误。

8. 富硒酵母作为一种独特的食品添加剂，受到人们的关注和青睐。请回答下列问题：

(1) 富硒酵母是一种新型添加剂，其中硒($_{34}Se$)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)。

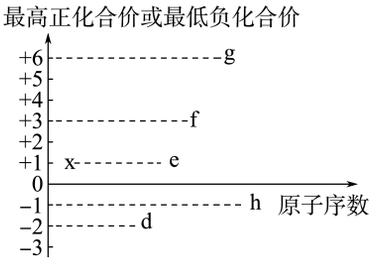
A. 热稳定性：$H_2Se>H_2S>H_2O$

B. 酸性：$H_2SeO_4>H_2SO_4>HClO_4$

C. ^{36}S 与 ^{74}Se 的中子数之和为 60

D. 还原性：$Se^{2-}>S^{2-}$

(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,在元素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:O>S>Se,则简单氢化物的稳定性:$H_2Se<H_2S<H_2O$,A 项错误;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,非金属性:Cl>S>Se,则酸性:$H_2SeO_4<H_2SO_4<HClO_4$,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:S>Se,则还原性:$Se^{2-}>S^{2-}$,D 项正确。(3)①由图中最高正化合价或最低负化合价与原子序数的关系知,x 是 H,d 是 O,e 是 Na,f 是 Al,g 是 S,h 是 Cl。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,d 是 O,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 $H_2O_2+CN^-+OH^-=\!=\!=CO_3^{2-}+NH_3\uparrow$。

答案:(1)第四周期第ⅥA 族　(2)CD

(3)①S^{2-}　②$H_2O_2+CN^-+OH^-=\!=\!=CO_3^{2-}+NH_3\uparrow$

创新应用

9.如图是一种四面体“金字塔”魔方。若魔方的四个面分别代表短周期中原子序数依次增大的四种元素 W、X、Y、Z,且每个顶点代表由三个面的元素形成的一种化合物。其中 W、Z 分别是短周期主族元素中原子半径最小和最大的元素,X 的氢化物与其最高价氧化物对应的水化物能反应生成盐,Y 的最外层电子数是其电子层数的 3 倍。下列说法错误的是(　　)



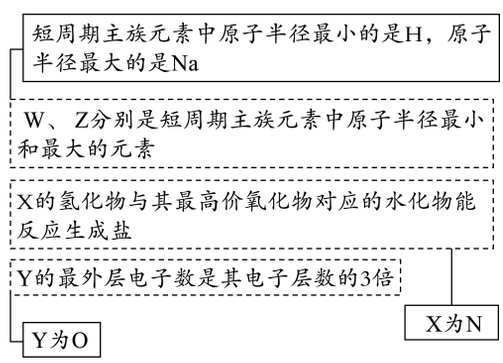
A.X、Y 的简单氢化物的沸点:X<Y

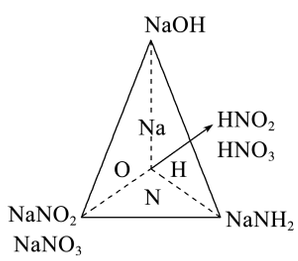
B.X、Y、Z 的原子半径:Y<X<Z

C.Z_2Y_2 和 W_2Y 能发生化学反应

D.四种化合物中只有酸和碱,没有盐类

D　**解析**:综合分析如下:





X、Y 的简单氢化物分别为 NH_3、H_2O,其沸点:$NH_3<H_2O$,A 项正确;X、Y、Z 分别为 N、O、Na,其原子半径大小顺序为 O<N<Na,B 项正确;Na_2O_2 与 H_2O 反应,生成 NaOH 和 O_2,C 项正确;根据上图可知,四种物质中有酸、碱、盐三类物质,D 项错误。

培优突破 5　元素综合推断和“位—构—性”之间的关系

培优点 1　元素综合推断

1.由主族元素在周期表中的位置推断

(1)牢记元素周期表的结构(能区分长短周期、主副族,熟记每个周期的元素种类等)是求解的基础,一定要做到“心中有表”。

(2)熟悉主族元素在元素周期表中的特殊位置和数据特征,短周期元素位置方面的特殊性如下表:

1	主族序数等于周期数	H、Be、Al
2	主族序数等于周期数 2 倍	C、S
3	主族序数等于周期数 3 倍	O
4	周期数等于主族序数 2 倍	Li
5	周期数等于主族序数 3 倍	Na
6	最高正价与最低负价之和为 0	C、Si
7	原子半径最大的元素	Na
8	原子半径最小的元素	H

2.由元素及其化合物的性质推断

(1)形成化合物种类最多的元素,单质是自然界中硬度最大的物质的元素,气态氢化物中氢元素的质量分数最高的元素:C。

(2)空气中含量最多的元素或气态氢化物的水溶液呈碱性的元素、气态氢化物和它的最高价氧化物对应的水化物能发生化合反应的元素:N。

(3)地壳中含量最多的元素,氢化物沸点最高的元素或氢化物在通常情况下呈液态的元素:O。

(4)单质最轻的元素:H;单质最轻的金属元素:Li。

(5)单质在常温下呈液态的非金属元素:Br;单质在常温下呈液态的金属元素:Hg。

(6)最高价氧化物及最高价氧化物对应的水化物既能与强酸反应,又能与强碱反应的元素:Al。

(7)元素的气态氢化物和它的最高价氧化物对应的水化物能发生氧化还原反应的元素:S。

(8)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。

3.由粒子的结构特征推断

原子结构方面的特殊性:

1	原子核中没有中子的原子	H
2	原子最外层电子数与核外电子层数相同	H、Be、Al
3	各电子层上的电子数均满足 $2n^2$	He、Ne
4	电子总数是最外层电子数的 2 倍	Be
5	最外层电子数与最内层电子数相等	Be、Mg、Ca
6	最外层电子数与次外层电子数相等	Be、Ar

续表

7	最外层电子数是次外层电子数的 2 倍	C
8	最外层电子数是次外层电子数的一半	Li、Si

【典例 1】短周期主族元素 A、B、C、D 的原子序数依次增大,A、C 的原子序数相差 8,A 原子的最外层电子数是其次外层电子数的 3 倍,B 单质的焰色呈黄色。下列说法正确的是　(　　)

A.气态氢化物的热稳定性:A<C

B.元素 A 与 B 只能形成一种化合物

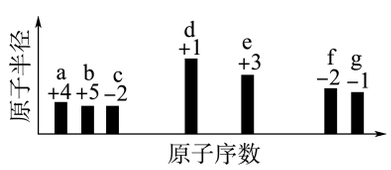
C.最高价氧化物对应的水化物的酸性:C>D

D.原子半径:$r(B)>r(C)>r(D)>r(A)$

D　**解析**:A 原子的最外层电子数是其次外层电子数的 3 倍,则原子核外有 2 个电子层,最外层电子数为 6,应为 O,A、C 的原子序数相差 8,则 C 为 S,B 单质的焰色为黄色,应为 Na,D 为 Cl。非金属性:O>S,元素的非金属性越强,对应的氢化物越稳定,故 A 错误;O 与 Na 可形成 Na_2O 或 Na_2O_2,故 B 错误;非金属性:Cl>S,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,故 C 错误;同周期元素从左到右,元素的原子半径逐渐减小,同主族元素从上到下原子半径逐渐增大,则 $r(Na)>r(S)>r(Cl)>r(O)$,即 $r(B)>r(C)>r(D)>r(A)$,故 D 正确。

【对点演练】

1.如图表示短周期元素 a～g 的原子半径和最高正价或最低负价随原子序数的变化情况。下列有关说法正确的是　(　　)



A.最高正价由高到低的顺序:g>c>b

B.形成的简单离子半径:d>e>b>c

C.最高价氧化物对应水化物的碱性:e>d

D.气态氢化物的稳定性:g>f

D　**解析**:由原子序数及原子半径可知,a、b、c 位于第二周期,结合元素的化合价可知,a 为 C,b 为 N,c 为 O;d、e、f、g 位于第三周期,由元素的化合价可知,d 为 Na,e 为 Al,f 为 S,g 为 Cl。c 为 O,一般无最高正价,故 A 错误;具有相同电子排布的离子中原子序数大的离子半径小,则形成的简单离子半

径：b＞c＞d＞e，故B错误；d为Na，e为Al，同周期主族元素从左到右金属性逐渐减弱，金属性：Na＞Al，则最高价氧化物对应水化物的碱性：d＞e，故C错误；非金属性：Cl＞S，则气态氢化物的稳定性：g＞f，故D正确。

培优点2　元素“位、构、性”的关系

1.原子结构与元素在周期表中的位置关系

(1)核外电子层数＝周期数(Pd除外)。

(2)质子数＝原子序数＝原子核外电子数＝核电荷数。

(3)最外层电子数等于或大于3且小于8的元素一定是主族元素。

(4)最外层有1个或2个电子，则可能是第ⅠA族、第ⅡA族元素，也可能是副族元素或0族元素氦。

2.原子结构与元素性质的关系

(1)最外层电子数大于电子层数的元素，属于非金属元素。

(2)最外层电子数小于或等于电子层数的元素，属于金属元素(氢除外)。

(3)同周期或同主族元素，原子半径越大，失电子越容易，还原性越强，金属性越强，形成的最高价氧化物对应水化物的碱性越强，其离子的氧化性越弱。

(4)同周期或同主族元素，原子半径越小，得电子越容易，氧化性越强，非金属性越强，形成的氢化物越稳定，形成的最高价氧化物对应水化物的酸性越强，其离子的还原性越弱。

【典例2】短周期主族元素X、Y、Z、W的原子序数依次增大，X、Y、Z原子的最外层电子数之和为12，Y、Z、W位于同一周期，Z原子的最外层电子数既是X原子内层电子总数的3倍，又是Y原子最外层电子数的3倍。下列说法不正确的是　　(　　)

A.原子半径：Y＞X，离子半径：Z＜W

B.X、Z、W元素的最高价氧化物对应水化物的酸性：X＜Z＜W

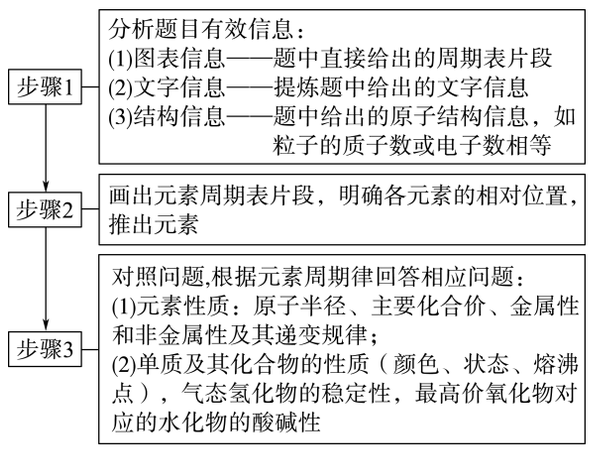
C.Y元素在元素周期表中位置：第三周期第ⅡA族

D.W的单质有毒，能使湿润的有色布条褪色

A　**解析**：短周期主族元素X、Y、Z、W的原子序数依次增大，Y、Z、W位于同一周期，Z原子的最外层电子数既是X原子内层电子总数的3倍，又是Y原子最外层电子数的3倍，则Z是S，Y是Mg，W是Cl，X、Y、Z原子的最外层电子数之和为12，X是C。电子层数越多半径越大，电子层数相同，质子数越多半径越小，原子半径：Mg＞C，离子半径：S^{2-}＞Cl^-，故A错误；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、S、Cl的最高价氧化物对应水化物的酸性：H_2CO_3＜H_2SO_4＜$HClO_4$，故B正确；Y是镁元素，在元素周期表中位置：第三周期第ⅡA族，故C正确；Cl_2有毒，氯气和水反应的产物次氯酸具有漂白性，能使湿润的有色布条褪色，故D正确。

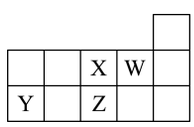
【思维建模】

解答元素推断题的一般步骤



【对点演练】

2.X、Y、Z、W四种短周期元素在元素周期表中的相对位置如图所示。下列说法正确的是　　(　　)



A.Y、Z、X三种元素的原子半径依次增大

B.X、Z都是第ⅣA族元素，单质的氧化性：X＞Z

C.Y的气态氢化物的热稳定性比Z的强

D.R元素与W同主族且周期相邻，则R元素最高价氧化物对应水化物的酸性比Z的强

D　**解析**：由元素在短周期中的位置可知，X为O，W为F，Y为Si，Z为S。电子层越多，原子半径越大，同周期元素从左向右原子半径减小，则Y、Z、X三种元素的原子半径依次减小，故A错误；X、Z都是第ⅥA族元素，元素的非金属性越强，其对应单质的氧化性越强，则X、Z的单质氧化性：X＞Z，故B错误；元素的非金属性越强，其气态氢化物的稳定性越强，则Y的气态氢化物的热稳定性比Z的弱，故C错误；R元素与W同主族且周期相邻，R为Cl，高氯酸为所有含氧酸中酸性最强的酸，则R元素最高价氧化物对应水化物的酸性比Z的强，故D正确。

第三节　化学键

学习任务目标

1.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。

2.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。

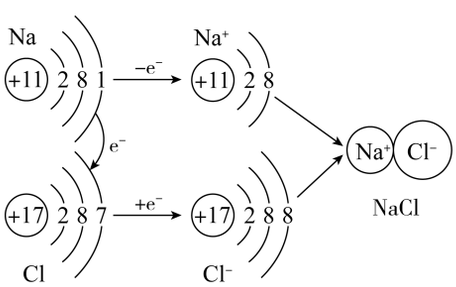
3.能从化学键角度理解化学反应的实质。从不同的视角认识物质组成的多样性，会分析物质变化中化学键的变化。

○ 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

(1)定义：带相反电荷离子之间的相互作用。

(2)成键粒子：阴离子和阳离子。

(3)成键元素：一般是活泼金属元素和活泼非金属元素。

◇想一想

哪些元素间容易形成离子键？指出这些元素在元素周期表中的位置。

提示：活泼金属元素与活泼非金属元素；活泼金属元素：第ⅠA族(Na、K)，第ⅡA族(Ca、Mg)；活泼非金属元素：第ⅥA族(O、S)，第ⅦA族(F、Cl)。

3.离子化合物

(1)离子化合物：由离子键构成的化合物。

(2)形成过程

①电子式：在元素符号周围用“·”或“×”来表示原子的最外层电子(价电子)的式子。

②粒子电子式的表示方法

原子	$Na:\underline{Na\times}$、$Mg:\underline{\times Mg\times}$、$Cl:\underline{\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot}$、$S:\underline{\dot{\underset{\cdot\cdot}{S}}\cdot}$
阳离子	$Na^+:\underline{Na^+}$、$Mg^{2+}:\underline{Mg^{2+}}$
阴离子	$Cl^-:\underline{[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^-}$、$S^{2-}:\underline{[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{S}}:]^{2-}}$
离子化合物	$NaCl:\underline{Na^+[\times\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^-}$ $MgCl_2:\underline{[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\times]^-Mg^{2+}[\times\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^-}$ $NaOH:\underline{Na^+[\times\dot{\underset{\cdot\cdot}{O}}\times H]^-}$

③离子化合物形成过程

$NaCl:\underline{Na\times+\cdot\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:\longrightarrow Na^+[\times\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^-}$

◇练一练

判断正误(正确的打“√”，错误的打“×”)。

(1)所有氧化物均为离子化合物。　(×)

(2)第ⅠA族元素与第ⅦA族元素形成的化合物一定是离子化合物。　(×)

(3)Na_2O的电子式为$Na_2[\times\dot{\underset{\cdot\cdot}{O}}\times]^{2-}$。　(×)

(4)NH_4^+的电子式为$H:\underset{H}{\overset{H}{\dot{N}}}:H^+$。　(×)

(5)KCl的形成过程可表示为$K\times+\cdot\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:=K^+[\times\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^-$。　(×)

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：$\underline{:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot+\cdot\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:\longrightarrow:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:}$。

(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 $H\times + :\dot{\underset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}}\cdot \longrightarrow H:\dot{\underset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}}:$。

2.共价键

(1)定义:原子间通过共用电子对所形成的相互作用。

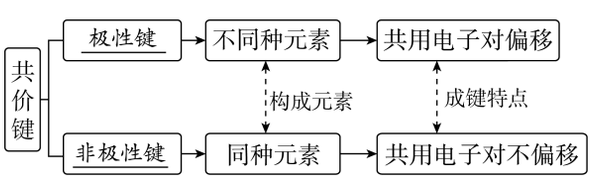
(2)成键粒子:原子。

(3)成键条件:一般是同种或不同种非金属元素的原子之间。

(4)表示方法——电子式与结构式

分子	N_2	H_2O	CO_2	CH_4
电子式	$:N\vdots\vdots N:$	$H:\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}:H$	$:\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}::C::\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}:$	$H:\underset{H}{\overset{H}{\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{C}}}}:H$
结构式	N≡N	H—O—H	O=C=O	H—C(H)(H)—H

(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。

◇想一想

有化学键断裂的过程一定是化学反应吗?有化学键形成的过程一定有新物质生成吗?

提示:不一定,如 NaCl 受热熔化断裂离子键,HCl 溶于水断裂共价键,但都不是化学变化,将 NaCl 溶液蒸发结晶,有离子键形成,但为物理变化,没有新物质生成。

(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:$F_2 \leq Cl_2 \leq Br_2 \leq I_2$。

(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。

◇练一练

判断正误(正确的打"√",错误的打"×")。

(1)共价键与离子键的成键粒子是一样的。(×)

(2)非金属元素只能形成共价键。(×)

(3)只含共价键的化合物一定是共价化合物。( )

(4)氢键是一种特殊的化学键。(√)

(5)稀有气体中不存在化学键。(×)

(6)两原子之间的相互作用叫化学键。(√)

○ 任务型课堂 ○

任务1 认识离子键、共价键并进行判断

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　双原子非金属单质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，共用电子对不偏向任何一个原子，不能形成极性键，故双原子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？

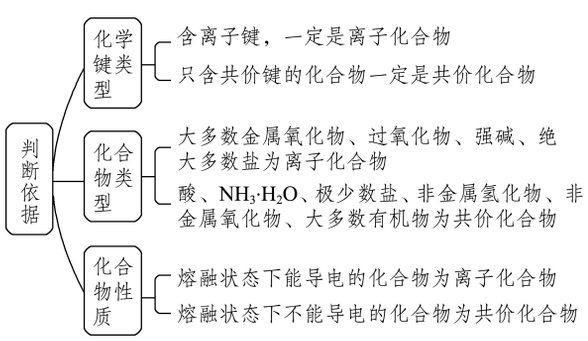
提示：不一定。如非金属单质（O_2、Cl_2、N_2 等）中含共价键，但不属于化合物；某些离子化合物（如 NaOH、Na_2SO_4、NH_4Cl 等）中既含离子键，也含共价键，属于离子化合物。

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。

【任务总结】

多角度判断离子化合物和共价化合物



评价活动

1. 下列各组化合物中均既有离子键又有共价键的一组是（　　）

A. NaOH、H_2O、NH_4Cl

B. KOH、Na_2O_2、NH_4Cl

C. Na_2SO_4、HCl、$MgCl_2$

D. MgO、Al_2O_3、NaCl

B　**解析**：H_2O 为共价化合物，不含离子键，A 错误；KOH、Na_2O_2、NH_4Cl 这三种物质均为离子化合物，既有离子键又有共价键，B 正确；HCl 只含有共价键，$MgCl_2$ 只含有离子键，C 错误；Al_2O_3、MgO、NaCl 均只含有离子键，D 错误。

2. 研究人员成功合成了能在室温下稳定存在的五氮阴离子盐 $(N_5)_6(H_3O)_3(NH_4)_4Cl$，五氮阴离子 N_5^- 是制备全氮类物质 $N_5^+N_5^-$ 的重要中间体。下列说法正确的是（　　）

A. $(N_5)_6(H_3O)_3(NH_4)_4Cl$ 中含四种离子

B. $N_5^+N_5^-$ 属于离子化合物

C. 每个 N_5^- 中含有 35 个电子

D. $N_5^+N_5^-$ 中含极性键

A　**解析**：$(N_5)_6(H_3O)_3(NH_4)_4Cl$ 中含 N_5^-、H_3O^+、NH_4^+、Cl^- 四种离子，A 正确；$N_5^+N_5^-$ 是只由一种元素组成的纯净物，属于单质，B 错误；每个 N_5^- 中含有 $7\times5+1=36$ 个电子，C 错误；$N_5^+N_5^-$ 中含非极性键，D 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）①N_2、H_2SO_4　②CaO、Na_2S　③KOH、$NaHCO_3$　④H_2SO_4　⑤CaO、Na_2S、KOH、$NaHCO_3$　（2）C

任务2 掌握电子式的书写方法与正误判断

评价活动

1. 下列电子式表示错误的是 （　　）

A. OH^- 的电子式为 $[:\ddot{O}\times H]^-$

B. NH_4Br 的电子式为 $[H\times\underset{\times\ H}{\overset{H}{\underset{\times}{\overset{\times}{N}}}}\times H]^+[:\ddot{Br}:]^-$

C. CH_4 的电子式为 $H\times\underset{H}{\overset{H}{\underset{\times}{\overset{\times}{C}}}}\times H$

D. H_2S 的电子式为 $H\times\ddot{S}\times H$

A　**解析**：OH^- 的电子式为 $[:\ddot{O}\times H]^-$，A 项错误。

2. 下列离子化合物的电子式不正确的是 （　　）

A. 氯化钙 $[:\ddot{Cl}\times]^-Ca^{2+}[\times\ddot{Cl}:]^-$

B. 硫化钠 $Na^+[\times\ddot{S}\times]^{2-}Na^+$

C. 氟化钾 $K^+[\times\ddot{F}:]^-$

D. 过氧化钠 $Na^+\times\ddot{O}:\ddot{O}\times Na^+$

D　**解析**：过氧化钠的电子式为 $Na^+[\times\ddot{O}:\ddot{O}\times]Na^+$，D 错误。

3. 下列表示物质结构的化学用语不正确的是 （　　）

A. Na_2O 的电子式：$Na_2^+[:\ddot{O}:]^{2-}$

B. $MgCl_2$ 的形成过程：

$$:\ddot{Cl}\cdot\ +\ \times Mg\times\ +\ \cdot\ddot{Cl}:\longrightarrow[:\ddot{Cl}\times]^-Mg^{2+}[\times\ddot{Cl}:]^-$$

C. MgO 的形成过程：$\cdot Mg\cdot\ +\ \cdot\ddot{O}:\longrightarrow Mg^{2+}[:\ddot{O}:]^{2-}$

D. NH_4Cl 的电子式：$[H:\underset{H}{\overset{H}{\ddot{N}}}:H]^+[:\ddot{Cl}:]^-$

A　**解析**：Na_2O 是离子化合物，由 Na^+ 和 O^{2-} 构成，2 个钠离子不能合并，应在 O^{2-} 的两侧，其电子式为 $Na^+[:\ddot{O}:]^{2-}Na^+$，故 A 错误；$MgCl_2$ 形成过程为 $:\ddot{Cl}\cdot\ +\ \times Mg\times\ +\ \cdot\ddot{Cl}:\longrightarrow[:\ddot{Cl}\times]^-Mg^{2+}[\times\ddot{Cl}:]^-$，故 B 正确；MgO 的形成过程为 $\cdot Mg\cdot\ +\ \cdot\ddot{O}:\longrightarrow Mg^{2+}[:\ddot{O}:]^{2-}$，故 C 正确；$NH_4Cl$ 中铵根离子和氯离子间含有离子键，铵根离子内 N 和 H 共用 1 个电子对，电子式为 $[H:\underset{H}{\overset{H}{\ddot{N}}}:H]^+[:\ddot{Cl}:]^-$，故 D 正确。

【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	$\cdot H$、$\cdot Mg\cdot$、$\cdot\ddot{N}\cdot$、$\cdot\ddot{O}\cdot$、$:\ddot{Cl}\cdot$	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	$H:\ddot{Cl}:$、$:N\vdots N:$	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	$[:\ddot{Br}:]^-$、$[:\ddot{O}:]^{2-}$	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
复杂阴、阳离子	$[H:\underset{H}{\overset{H}{\ddot{N}}}:H]^+$、$[:\ddot{O}:H]^-$	标明电子，要用［　］括起来，并在右上角注明所带电荷数

课后素养评价（二十六）　化学键

建议用时：30分钟

基础巩固

1. 下列关于化学键的说法正确的是 （　　）

A. 共价化合物中一定含有共价键，可能含有离子键，离子化合物中一定不含共价键

B. 已知氯化铝为共价化合物，故氯化铝在熔融状态下能够导电且断裂了离子键

C. 共价键既可以出现在单质中，也可以出现在共价化合物或离子化合物中

D.将烧碱溶于水中既有离子键的断裂又有共价键的断裂

C　**解析**：共价化合物中只含有共价键，离子化合物中一定含有离子键，可能含共价键，故A错误；氯化铝为共价化合物，氯化铝在熔融状态不导电，故B错误；共价键既可以出现在单质中，也可以出现在共价化合物或离子化合物中，故C正确；将烧碱溶于水中，只有离子键的断裂，故D错误。

2.下列各组中每种物质都既有离子键又有共价键的一组是　　（　　）

A.$NaOH$、H_2SO_4、Na_2O_2

B.MgO、Na_2SO_4、HNO_3

C.NH_4Cl、KOH、Na_3PO_4

D.HCl、Al_2O_3、$MgCl_2$

C　**解析**：$NaOH$中钠离子与氢氧根离子之间为离子键，氢氧根离子中氢原子与氧原子之间为共价键，H_2SO_4分子中均为共价键，Na_2O_2中钠离子与过氧根离子之间为离子键，过氧根离子中氧原子之间为共价键，A不符合题意；MgO由镁离子与氧离子构成，仅含离子键，Na_2SO_4中含离子键和共价键，HNO_3分子中仅含共价键，B不符合题意；NH_4Cl中铵根离子与氯离子之间为离子键，铵根离子内部氮原子与氢原子之间形成共价键，KOH中钾离子与氢氧根离子之间形成离子键，氧原子与氢原子之间形成共价键，Na_3PO_4中钠离子与磷酸根离子之间形成离子键，磷原子与氧原子之间形成共价键，C符合题意；HCl中仅含共价键，Al_2O_3和$MgCl_2$中均仅含离子键，D不符合题意。

3.在“冰→水→水蒸气→H_2”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→O_2和H_2，为化学变化，破坏的是极性共价键，所以在“冰→水→水蒸气→H_2”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H_2等，B项正确；$AlCl_3$是共价化合物，C项错误。

5.下列物质发生所述变化时所克服的粒子间作用力属于同类型的是　　（　　）

A.干冰升华和液氯汽化

B.金刚石和Na_2O的熔化

C.NaI和HBr分别在水中电离

D.将氯化氢和蔗糖溶于水

A　**解析**：干冰升华和液氯汽化都是克服分子间作用力，故A符合题意；金刚石熔化克服共价键，Na_2O的熔化克服离子键，故B不符合题意；NaI在水中电离克服离子键，HBr在水中电离克服共价键，故C不符合题意；氯化氢溶于水克服共价键，蔗糖溶于水克服分子间作用力，故D不符合题意。

6.下列用电子式表示物质的形成过程，其中正确的是　　（　　）

A. $H\times + [\cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^- \longrightarrow H[\times\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^-$

B. $Na\times + \cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Br}}: \longrightarrow Na^+[\times\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Br}}:]^-$

C. $Mg\overset{\times}{\times} + 2\cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{F}}: \longrightarrow Mg^{2+}[\times\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{F}}:]^-[\times\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{F}}:]^-$

D. $\cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}\cdot + \overset{\times}{\underset{\times}{C}}\times + \cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}\cdot \longrightarrow \underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}::\overset{\times}{\underset{\times}{C}}::\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}$

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$[\cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^-$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$[:\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{F}}\times]^- Mg^{2+}[\times\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{F}}:]^-$，C项错误。

7.下列表示方法正确的是　　（　　）

A.NH_4Cl的电子式：$\left[H:\underset{\cdot\cdot}{\overset{H}{\overset{\cdot\cdot}{N}}}:H\right]^+Cl^-$

B. $Ca\overset{\times}{\underset{\times}{}} + 2\cdot\dot{\underset{\cdot\cdot}{F}}: \rightarrow Ca^{2+}[\times\dot{\underset{\cdot\cdot}{F}}:]^{-}[\times\dot{\underset{\cdot\cdot}{F}}:]^{-}$

C. $Na\times + \cdot\dot{\underset{\cdot\cdot}{S}}\cdot + \times Na = Na^{+}[\times\dot{\underset{\cdot\cdot}{S}}\times]^{2-}Na^{+}$

D. $NaCN$：$Na^{+}[:C\vdots\vdots N:]^{-}$

D　**解析**：NH_4Cl 的电子式是 $[H:\overset{H}{\underset{H}{\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}}}:H]^{+}[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^{-}$，A 错误；B 项应是：$:\dot{\underset{\cdot\cdot}{F}}\cdot + \cdot Ca\cdot + \cdot\dot{\underset{\cdot\cdot}{F}}: \rightarrow [:\dot{\underset{\cdot\cdot}{F}}:]^{-}Ca^{2+}[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{F}}:]^{-}$；用电子式表示物质的形成过程，中间用“⟶”连接，C 错误；NaCN 中，Na^{+} 与 CN^{-} 之间是离子键，C、N 原子以共价键形成 CN^{-}，D 正确。

8. 下列有关化学用语表示正确的是　　(　　)

A. HClO 的结构式：H—Cl—O

B. F^{-} 的结构示意图：$\overset{+9}{)}\,2\,8$

C. HCl 形成过程：

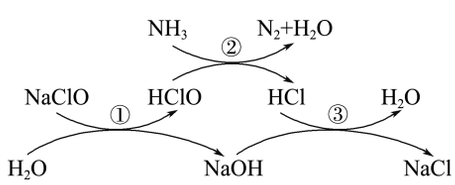
$$H:H + :\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \longrightarrow 2H:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$$

D. $CaCl_2$ 的电子式：$Ca^{2+}[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]_2^{-}$

B　**解析**：HClO 中 H、Cl 只形成 1 个共价键，O 可以形成两个共价键，故 HClO 的结构式为 H—O—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 $\overset{+9}{)}\,2\,8$，B 项正确；电子式表示化学键的形成过程，左侧应写原子的电子式，故 HCl 的形成过程可写为 $H\cdot + \cdot\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \longrightarrow H:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$，C 项错误；$CaCl_2$ 的电子式为 $[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^{-}Ca^{2+}[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^{-}$，D 项错误。

拓展提高

9. 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 Na＞C＞N＞O＞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 $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$，有离子键和共价键的断裂和形成，D 正确。

10. 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

C. NH_5 的电子式为 $[H:\overset{H}{\underset{H}{\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}}}:H]^{+}[:H]^{-}$

D. 它与水反应的化学方程式为 $NH_5 + H_2O = NH_3\cdot H_2O + H_2\uparrow$

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 $[H:\overset{H}{\underset{H}{\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}}}:H]^{+}[:H]^{-}$，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：$NH_5 + H_2O = NH_3\cdot H_2O + H_2\uparrow$，D 正确。

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是　　(　　)

A. $NH_4Cl \overset{\triangle}{=\!=} NH_3\uparrow + HCl\uparrow$

B. $NH_3 + CO_2 + H_2O = NH_4HCO_3$

C. $2NaOH + Cl_2 = NaCl + NaClO + H_2O$

D. $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2$

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（Cl—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. 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) $Na^+[:\ddot{F}:]^-$　离子化合物　离子键

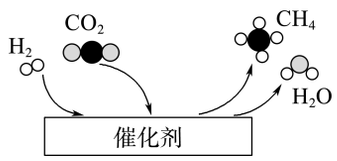
$Na^+[:\ddot{O}:]^{2-}Na^+$　离子化合物　离子键（或 $Na^+[:\ddot{O}:\ddot{O}:]^{2-}Na^+$　离子化合物　离子键和共价键）

$H:\ddot{O}:H$　共价化合物　共价键（或 $H:\ddot{O}:\ddot{O}:H$　共价化合物　共价键）

(3) $Na_2O+H_2O=2Na^++2OH^-$（或 $2Na_2O_2+2H_2O=4Na^++4OH^-+O_2\uparrow$）

创新应用

13. CO_2 加氢转化为燃料是实现 CO_2 减排的一个重要策略。我国科学家在调控 CO_2 加氢反应的选择性方面取得新进展，其过程的示意图如下。下列说法不正确的是（　　）



A. H_2O 分子中化学键为离子键

B. 该反应中有碳氢键形成

C. 反应中既有化学键的断裂，也有化学键的生成

D. 总反应为 $CO_2+4H_2 \xlongequal{\text{催化剂}} CH_4+2H_2O$

A　**解析**：H_2O 为共价化合物，分子中化学键为 O—H 极性共价键，A 错误；该反应中生成了甲烷，所以有碳氢键形成，B 正确；化学反应过程中既有化学键的断裂，也有化学键的生成，C 正确；由图示可知反应物为 CO_2 和 H_2，生成物为 CH_4 和 H_2O，故总反应为 $CO_2+4H_2=CH_4+2H_2O$，D 正确。

迁·移·应·用

考点1 原子结构

【教考衔接】

教材第四章第一节详细介绍了构成原子的粒子、质量数、原子的表示方法、核素、同位素及原子核外电子排布的规律。高考中高频考点主要集中在:(1)原子的质量数、质子数、中子数、核外电子数之间的相互关系及计算。(2)根据原子核外电子排布判断元素种类。

【典例示范】

【例1】(2025·江苏卷改编)科学家通过核反应 ${}^{1}_{0}n+{}^{6}_{3}Li\longrightarrow{}^{3}_{1}H+{}^{4}_{2}He$ 发现氚(${}^{3}_{1}H$)。下列说法正确的是(　　)

A.${}^{1}_{0}n$ 表示一个质子

B.${}^{6}_{3}Li$ 的质子数与中子数之差为3

C.${}^{3}_{1}H$ 与 ${}^{2}_{1}H$ 互为同位素

D.${}^{4}_{2}He$ 的原子结构示意图为

C　**解析**:${}^{1}_{0}n$ 的质量数为1,质子数为0,中子数为1,因此其表示一个中子,A错误;${}^{6}_{3}Li$ 的质子数与中子数之差为0,B错误;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,${}^{3}_{1}H$ 与 ${}^{2}_{1}H$ 质子数相同、中子数不同,二者互为同位素,C正确;${}^{4}_{2}He$ 原子核外只有2个电子,原子结构示意图为  ,D错误。

【针对训练】

1.(2024·上海卷)下列关于 ${}^{18}F$ 与 ${}^{19}F$ 的说法正确的是(　　)

A.是同种核素

B.互为同素异形体

C.${}^{19}F$ 比 ${}^{18}F$ 多一个电子

D.${}^{19}F$ 比 ${}^{18}F$ 多一个中子

D　**解析**:${}^{18}F$ 与 ${}^{19}F$ 质子数相同、中子数不同,因此两者不是同种核素,A错误;同素异形体指的是同种元素的不同单质,${}^{18}F$ 与 ${}^{19}F$ 不是单质,因此两者不互为同素异形体,B错误;同位素的质子数和电子数均相同,${}^{19}F$ 比 ${}^{18}F$ 多一个中子,C错误,D正确。

2.我国科学家成功合成新核素 ${}^{251}Lr$,熔合反应为 ${}^{50}_{24}Ti+2{}^{1}_{0}n+{}^{a}_{81}Tl\longrightarrow{}^{251}_{b}Lr+{}^{4}_{2}He$。下列说法正确的是(　　)

A.${}^{251}Lr$ 和 ${}^{253}Lr$ 的物理性质完全相同

B.上述熔合反应为氧化还原反应

C.上述熔合反应中 $a=203$、$b=103$

D.${}^{251}Lr$ 的原子核内中子数和质子数之差为47

C　**解析**:铹的两种核素质子数相等,中子数不同,物理性质不完全相同,A项错误;该反应中没有元素化合价发生变化,不属于氧化还原反应,B项错误;由质子数守恒可得 $24+81=b+2$,解得 $b=103$,由质量数守恒可得 $50+2+a=251+4$,解得 $a=203$,C项正确;${}^{251}Lr$ 的中子数为 $251-103=148$,中子数与质子数之差为 $148-103=45$,D项错误。

考点2 元素周期表和元素周期律的应用

【教考衔接】

教材第四章第一、二节详细介绍了元素周期表的结构、元素周期律。高考中高频考点主要集中在:(1)元素周期表的结构与应用。(2)对元素性质的理解以及运用元素周期律进行分析和判断。

【典例示范】

【例2】(2025·浙江1月卷改编)根据元素周期律推测,下列说法不正确的是(　　)

A.原子半径:Mg>Na

B.最高价含氧酸的酸性:$H_2CO_3>H_2SiO_3$

C.非金属性：Br＞I

D.热稳定性：NH_3＞PH_3

A　**解析**：同周期主族元素，从左往右原子半径依次减小，则原子半径：Mg＜Na，A 错误；C 和 Si 位于第ⅣA 族，同族元素从上到下非金属性减弱，非金属性：C＞Si，因此最高价含氧酸的酸性：H_2CO_3＞H_2SiO_3，B 正确；Br 和 I 位于第ⅦA 族（卤素），同族元素从上到下非金属性减弱（原子半径增大，得电子能力减弱），则非金属性：Br＞I，C 正确；N 和 P 位于第ⅤA 族（氮族），同族元素从上到下非金属性减弱，故非金属性：N＞P，热稳定性：NH_3＞PH_3，D 正确。

【针对训练】

3.S 与 Cl 为同一周期元素，下列事实正确且能比较两者非金属性强弱的是　（　）

A.热稳定性：H_2S＞HCl

B.酸性：HCl＞H_2SO_3

C.氢化物的沸点：H_2S＞HCl

D.将氯气通入 Na_2S 溶液中，观察到有淡黄色沉淀产生

D　**解析**：元素的非金属性越强，其简单氢化物越稳定，HCl 比 H_2S 稳定，说明非金属性：Cl＞S，A 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，但是 HCl 和 H_2SO_3 不是元素的最高价含氧酸，B 错误；氢化物的沸点高低不能用于比较元素的非金属性强弱，C 错误；Cl_2 可以从含有 S^{2-} 的溶液中将 S 置换出来，则 Cl_2 的氧化性强于 S，说明非金属性：Cl＞S，D 正确。

4.根据元素周期表和元素周期律，判断下列说法正确的是　（　）

A.氢卤酸的酸性由强到弱的顺序：HF＞HCl＞HBr

B.同周期第ⅡA 族和第ⅢA 族元素原子序数可能相差 1、11、25

C.铁元素位于元素周期表中第四周期第Ⅷ族

D.主族元素都有最高正价，且都等于该元素原子的最外层电子数

B　**解析**：元素的非金属性越强，其简单氢化物越稳定，在水溶液中越不易电离出氢离子，非金属性：F＞Cl＞Br，酸性：HF＜HCl＜HBr，故 A 错误；第二、三周期的第ⅡA 族与第ⅢA 族原子序数相差 1，第四、五周期的第ⅡA 族与第ⅢA 族元素的原子序数相差 11，第六、七周期的第ⅡA 族元素的与第ⅢA 族元素的原子序数相差 25，故 B 正确；铁元素位于元素周期表中第四周期第Ⅷ族，故 C 错误；氧元素无最高正价，氟元素无正价，故 D 错误。

考点3　电子式的正误判断

【教考衔接】

教材第四章第三节详细介绍了电子式的书写方法。高考中主要在选择题中考查电子式的正误判断。

【典例示范】

【例 3】（高考组合）下列关于电子式的表达正确的是　（　）

A.（2024·甘肃卷）PH_3 和 H_2S 的电子式分别为 $H:\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{P}}:H$（$\cdot\cdot$ 为 H 原子）和 $H:\underset{\cdot\cdot}{S}:H$

B.（2025·云南卷）Na_2S 的电子式：$Na_2^+[:\underset{\cdot\cdot}{S}:]^{2-}$

C.（2025·河北卷）氯化镁的电子式：$:\underset{\cdot\cdot}{Cl}:Mg:\underset{\cdot\cdot}{Cl}:$

D.（2023·湖南卷）HClO 的电子式：$H:\underset{\cdot\cdot}{O}:\underset{\cdot\cdot}{Cl}:$

D　**解析**：PH_3 的电子式为 $H:\underset{H}{\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{P}}}:H$，故 A 错误；硫化钠是离子化合物，电子式为 $Na^+[:\underset{\cdot\cdot}{S}:]^{2-}Na^+$，B 错误；氯化镁为离子化合物，电子式为 $[:\underset{\cdot\cdot}{Cl}:]^-Mg^{2+}[:\underset{\cdot\cdot}{Cl}:]^-$，C 错误；HClO 分子中 O 分别与 H、Cl 形成共价键，每个原子最外层均达到稳定结构，D 正确。

【例 4】（高考组合）下列关于电子式的表达错误的是　（　）

A.（2024·湖南卷）NaOH 的电子式：$Na^+[:\underset{\cdot\cdot}{O}:H]^-$

B.（2024·北京卷）H_2O_2 的电子式：$H^+[:\underset{\cdot\cdot}{O}:\underset{\cdot\cdot}{O}:]^{2-}H^+$

C.（2024·湖北卷）用电子式表示 Cl_2 的形成：$:\underset{\cdot\cdot}{Cl}\cdot+\cdot\underset{\cdot\cdot}{Cl}:\rightarrow:\underset{\cdot\cdot}{Cl}:\underset{\cdot\cdot}{Cl}:$

D.（2023·湖北卷）用电子式表示 K_2S 的形成：$K\times+\cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{S}}\cdot+\times K\rightarrow K^+[\times\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{S}}\times]^{2-}K^+$

B　**解析**：H_2O_2 是共价化合物，电子式为 $H:\underset{\cdot\cdot}{O}:\underset{\cdot\cdot}{O}:H$，故 B 错误。

【归纳总结】

书写电子式的注意事项

(1)一个“·”或“×”代表一个电子，原子的电子式中“·”（或“×”）的个数即为原子的最外层电子数。

(2)同一原子的电子式不能既用“×”又用“·”表示。

(3)“[　]”在所有的阴离子、复杂的阳离子中出现。

(4)在化合物中,如果有多个阴离子或阳离子,阴离子或阳离子必须是间隔的,即不能将两个阴离子或两个阳离子写在一起,如 CaF_2 要写成$[:\ddot{F}:]^-\ Ca^{2+}\ [:\ddot{F}:]^-$,不能写成$Ca^{2+}\ [:\ddot{F}:]_2^-$,也不能写成$Ca^{2+}\ [:\ddot{F}:]^-\ [:\ddot{F}:]^-$。

(5)用电子式表示化合物形成过程时,由于不是化学方程式,不能出现“═══”。“⟶”前是原子的电子式,“⟶”后是化合物的电子式。

【针对训练】

5.下列电子式或用电子式表示的化合物形成过程正确的是 (　　)

A.NH_4^+　$H:\overset{H}{\underset{H}{\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}}}:H$

B.CCl_4　$Cl:\overset{Cl}{\underset{Cl}{\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{C}}}}:Cl$

C.$MgCl_2$　$:\ddot{Cl}\cdot + \times Mg \times + \cdot\ddot{Cl}: \rightarrow Mg^{2+}\ [:\ddot{Cl}:]_2^-$

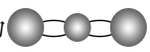
D.HCl　$H\times + \cdot\ddot{Cl}: \rightarrow H\times\ddot{Cl}:$

D　**解析**:A 项,NH_4^+ 的电子式应为$[H:\overset{H}{\underset{H}{\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}}}:H]^+$,错误;B 项,氯原子最外层电子没写全,错误;C 项,生成物中的 2 个$[:\ddot{Cl}:]^-$要分开写在 Mg^{2+} 的两侧,不能合并写,错误;D 项,符合电子式的书写要求,正确。

6.下列化学用语正确的是 (　　)

A.NaClO 的电子式:$:\dot{\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Na}}}:\ \dot{\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}}:\ \dot{\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}}:$

B.H_2O 的电子式:$H^+[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}}:]^{2-}\ H^+$

C.CO_2 分子的结构模型为 

D. 用电子式表示 Na_2S 的形成过程:$Na\times + \cdot\dot{\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{S}}}\cdot + \times Na \rightarrow Na^+[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{S}}}:]^{2-}\ Na^+$

D　**解析**:NaClO 是离子化合物,其电子式为$Na^+[:\dot{\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}}:\dot{\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}}:]^-$,A 错误;$H_2O$ 是共价化合物,其电子式为$H:\dot{\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{O}}}:H$,B 错误;二氧化碳中碳原子半径大于氧原子半径,C 错误;Na_2S 形成过程中 Na 失去电子,S 得到电子,D 正确。

考点4　“位—构—性”与元素的综合推断

【教考衔接】

通过对本章教材全部内容的学习,我们知道元素在周期表中的位置,反映了元素的原子结构和元素的性质,而根据元素的原子结构又可推测它在元素周期表中的位置和性质。高考中通常以选择题的形式,利用“位－构－性”的关系考查元素、物质的推断,化学键类型和化合物类型的判断,结合元素周期律比较元素性质或比较粒子的半径大小。

【典例示范】

【例 5】(2025·甘肃卷)X、Y、Z、W、Q 分别为原子序数依次增大的短周期主族元素。Y、Q 原子的最外层电子数相同,均为其 K 层电子数的 3 倍,X 与 Z 同族,W 为金属元素,其原子序数等于 X 与 Z 的原子序数之和。下列说法错误的是 (　　)

A.X 与 Q 组成的化合物具有还原性

B.Y 与 Q 组成的化合物水溶液显碱性

C.Z、W 的单质均可在空气中燃烧

D.Z 与 Y 按原子数之比为 1∶1 组成的化合物具有氧化性

B　**解析**:X、Y、Z、W、Q 分别为原子序数依次增大的短周期主族元素。Y、Q 原子的最外层电子数相同,说明 Y、Q 为同主族元素,均为其 K 层电子数的 3 倍,则 Y、Q 分别为氧元素和硫元素;X 与 Z 同族,W 为金属元素,其原子序数等于 X 与 Z 的原子序数之和,所以能推出 W 为 Mg,则 Z 为 Na,X 为 H。X 与 Q 组成的化合物为 H_2S,化合物中 S 处于最低价,具有还原性,A 正确;Y 与 Q 形成的化合物为 SO_2 或 SO_3,溶于水生成亚硫酸或硫酸,溶液显酸性,B 错误;Z 为 Na,W 为 Mg,都可以在空气中燃烧,C 正确;Z 与 Y 按原子数之比为 1∶1 组成的化合物为过氧化钠,其中 O 为－1 价,有氧化性,D 正确。

【例 6】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

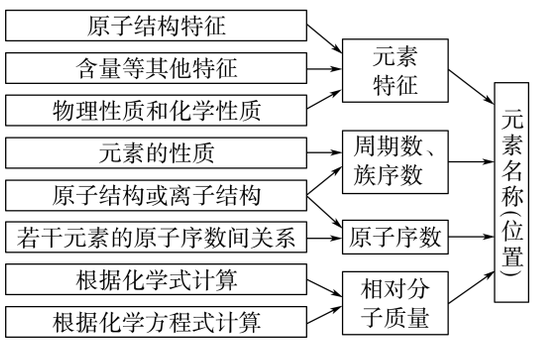
D.丙的最高价氧化物对应的水化物一定能与强碱反应

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,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,故 A 正确;根据同周期主族元素从左到右非金属性逐渐增强,则非金属性:戊＞丁＞丙,

故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，故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，都能与强碱反应，故D正确。

【思维建模】

解答元素推断题的一般思路



【针对训练】

7. X、Y、Z、R是短周期主族元素，X原子最外层电子数是次外层的两倍，Y元素在地壳中的含量最多，在短周期元素中Z元素的金属性最强，R原子的核外电子数是X原子与Z原子的核外电子数之和。下列说法错误的是（　　）

A.X与Y能形成两种常见的气态化合物

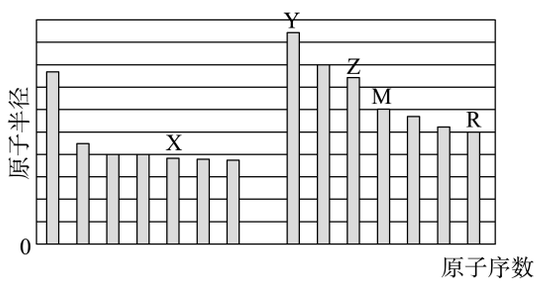
B.原子半径的大小顺序：R＞Z＞Y＞X

C.X、Z分别与R形成的化合物中化学键类型不同

D.含有Y、Z、R三种元素的化合物的水溶液可能有漂白性

B　**解析**：X、Y、Z、R是短周期主族元素，X原子最外层电子数是次外层的两倍，最外层电子数不超过8个，则其K层为次外层，则X是C；Y元素在地壳中的含量最多，则Y是O；Z元素的金属性最强，则Z是Na；R原子的核外电子数是X原子与Z原子的核外电子数之和，则R的核外电子数是17，所以R是Cl。X是C，Y是O，两者可形成CO和CO_2两种气态化合物，A正确；原子半径大小顺序应为Na(Z)＞Cl(R)＞C(X)＞O(Y)，B错误；CCl_4含共价键，NaCl含离子键，化学键类型不同，C正确；含O、Na、Cl的化合物如NaClO，其水溶液因ClO^-的强氧化性而具有漂白性，D正确。

8. 部分短周期元素原子半径与原子序数的关系如图所示，X与R形成的化合物XR_3中每个原子的最外层都达到8电子稳定结构。下列说法正确的是（　　）



A.Z的最高价氧化物不能与NaOH溶液反应

B.最高价氧化物对应水化物的酸性：X＜M

C.Y和R形成的化合物为离子化合物，其电子式为$Y^+[\cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{R}}\cdot]^-$

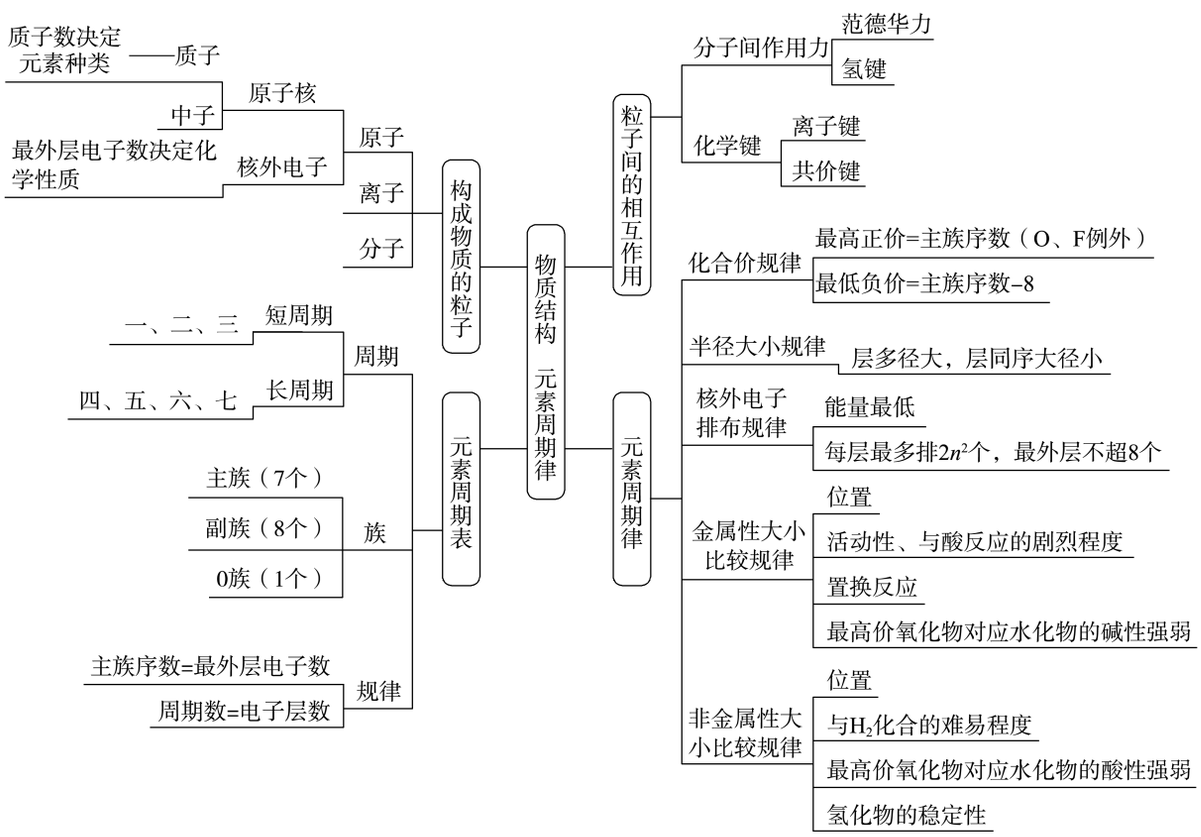
D.M在周期表中的位置为第三周期第ⅤA族

C　**解析**：从图中有关原子序数、原子半径的相对大小关系，可确定X、Y、Z、M、R分别为N、Na、Al、Si、Cl。Z为Al，最高价氧化物Al_2O_3为两性氧化物，能与NaOH溶液反应，A错误；X为N，M为Si，非金属性：N＞Si，则最高价氧化物对应水化物的酸性：X＞M，B错误；Y和R形成的化合物NaCl由Na^+和Cl^-构成，为离子化合物，其电子式为$Na^+[\cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot]^-$，C正确；M为Si，原子序数为14，在周期表中的位置为第三周期第ⅣA族，D错误。

★★★

重 · 构 · 拓 · 展

多维体系构建


物质结构 元素周期律
构成物质的粒子
原子
质子数决定元素种类——质子
原子核
中子
核外电子
最外层电子数决定化学性质
离子
分子
元素周期表
周期
短周期
一、二、三
长周期
四、五、六、七
族
主族（7个）
副族（8个）
0族（1个）
规律
主族序数=最外层电子数
周期数=电子层数
元素周期律
粒子间的相互作用
分子间作用力
范德华力
氢键
化学键
离子键
共价键
元素周期律
化合价规律
最高正价=主族序数（O、F例外）
最低负价=主族序数–8
半径大小规律
层多径大，层同序大径小
核外电子排布规律
能量最低
每层最多排2n²个，最外层不超8个
金属性大小比较规律
位置
活动性、与酸反应的剧烈程度
置换反应
最高价氧化物对应水化物的碱性强弱
非金属性大小比较规律
位置
与H2化合的难易程度
最高价氧化物对应水化物的酸性强弱
氢化物的稳定性

单元测试卷(四)

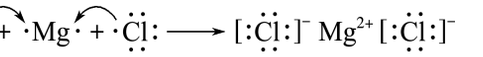
(考查范围:第四章　时间:75 分钟　分值:100 分)

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

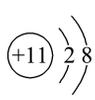
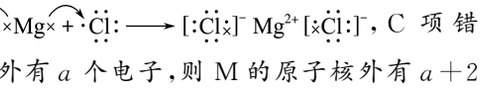
1.下列有关化学用语的表示正确的是　(　　)

A.HClO 的电子式为H:$\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}}$:$\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$:

B.Na^+ 的结构示意图为 

C.用电子式表示 $MgCl_2$ 的形成过程为 

D.M^{2+} 核外有 a 个电子,核内有 b 个中子,M 的原子符号为 ${}^{a+b+2}_{a+2}M$

D　**解析**:HClO 的电子式为 H:$\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$:$\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}}$:,A 项错误;$Na^+$ 核外有 10 个电子,离子结构示意图为  ,B 项错误;用电子式表示 $MgCl_2$ 的形成过程为  ,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 ${}^{a+b+2}_{a+2}M$,D 项正确。

2.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ⅡA 族元素与第ⅢA 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ⅤA 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ⅡA 族元素与第ⅢA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ⅤA 族,正确。

3.Mc(镆)是一种人工合成的放射性金属元素,可由反应 ${}^{243}_{95}Am+{}^{48}_{20}Ca\longrightarrow{}^{288}Mc+3{}^{1}_{0}n$ 得到。下列说法正确的是　(　　)

A.${}^{288}Mc$ 的质子数比中子数多 58

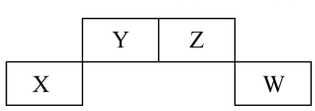
B.该反应为化学变化

C.${}^{288}Mc$ 与 ${}^{287}Mc$ 的化学性质和物理性质几乎完全相同

D.24 g ${}^{48}Ca^{2+}$ 中含有的中子数为 $14N_A$(N_A 为阿伏加德罗常数的值)

D　**解析**:${}^{288}Mc$ 的质子数为 115,中子数为 288−115=173,质子数比中子数少 58,A 不正确;该反应为物理变化,B 不正确;${}^{288}Mc$ 与 ${}^{287}Mc$ 互为同位素,二者的化学性质相同,物理性质有一定的差异,C 不正确;24 g ${}^{48}Ca^{2+}$ 的物质的量为 0.5 mol,每个 ${}^{48}Ca^{2+}$ 中含有 28 个中子,则 24 g ${}^{48}Ca^{2+}$ 中含有的中子数为 $14N_A$,D 正确。

4.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　(　　)



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。

5.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 $Na^+[:H]^-$

B.NaH 中氢离子的电子层排布与氦原子的电子层排布相同

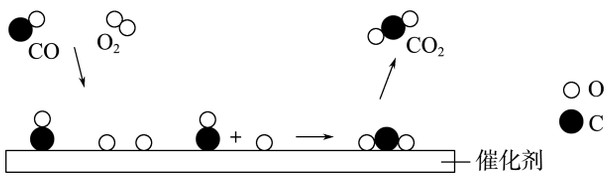
C.粒子半径:$H^-<Li^+$

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 $Na^+[:H]^-$,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氦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：$H^- > Li^+$，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。

6. CO 与 O_2 反应生成 CO_2 的历程如图所示（部分粒子未画出），下列分析不正确的是 （　　）



A.该反应中，CO_2 既是氧化产物也是还原产物

B.在该过程中，CO 断键形成 C 和 O

C.CO 和 O 生成了具有极性共价键的 CO_2

D.CO 和 O 生成 CO_2 的过程涉及了电子转移

B　**解析**：该反应中，C 的化合价升高，O_2 中 O 的化合价降低，生成的 CO_2 既是氧化产物也是还原产物，A 正确；在该过程中，O_2 断键形成 O，CO 中化学键不变，B 错误；C 和 O 之间的化学键是极性键，根据示意图可知 CO 和 O 生成了具有极性共价键的 CO_2，C 正确；CO 和 O 生成 CO_2 的过程，碳元素的化合价由 +2 价升高到 +4 价，故该过程涉及电子转移，D 正确。

7. A、B、C、D 均为短周期元素，它们在元素周期表中的相对位置如图所示。若 C 原子的原子序数是 B 的 2 倍，则下列说法错误的是 （　　）

A	B
C	D

A.原子半径：C > D > A > B

B.D 单质能与水反应，生成一种具有漂白性的物质

C.最高价氧化物对应的水化物的酸性：D > C

D.Na 与 B 元素组成的化合物不可能含有共价键

D　**解析**：A、B、C、D 均为短周期元素，若 C 原子的原子序数是 B 的 2 倍，C 为 S，B 为 O，A 为 N，D 为 Cl。同周期元素从左往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，且通常原子核外电子层数越多，半径越大，故原子半径 S > Cl > N > O，A 正确；D 的单质为氯气，与水反应能生成次氯酸，HClO 具有漂白性，B 正确；同周期从左往右非金属性增强，故非金属性 Cl > S，最高价氧化物对应的水化物的酸性：$HClO_4 > H_2SO_4$，C 正确；钠元素与氧元素形成的过氧化钠中含共价键，D 错误。

8. 化合物 W_3X_7YZ 和 W_3R_7YZ 的组成元素相同，元素 W、X、Y、Z 的原子序数之和为 22，W 原子最外层电子数是内层电子数的 2 倍，X、W、Y、Z 的主族序数依次增大，W 和 Z 的最外层电子数之和是 Y 最外层电子数的 2 倍。下列说法错误的是 （　　）

A.X、R 互为同位素

B.原子半径：$r(W) > r(Y) > r(Z)$

C.Y、X、Z 形成的化合物可能是离子化合物

D.简单氢化物稳定性：W > Y > Z

D　**解析**：W 的最外层电子数是内层电子数的 2 倍，W 为 C。W、X、Y、Z 原子序数之和为 22，得 X、Y、Z 的原子序数之和为 16，X、W、Y、Z 的主族序数依次增大，X 的主族序数 < 4，Y 的主族序数 > 4，且 Z 的主族序数 > Y 的主族序数。W 和 Z 的最外层电子数之和是 Y 最外层电子数的 2 倍，W 的最外层电子数为 4，设 Y 的最外层电子数为 n，则 Z 的最外层电子数为 $2n-4$，若 $n=5$，则 Z 的最外层电子数为 6，满足 Z 的主族序数大于 Y；若 $n=6$，则 Z 的最外层电子数为 8，此时 Y 为 O，Z 为 Ne，原子序数之和大于 16，不符合题意。故 Y 的最外层电子数为 5，Z 的最外层电子数为 6，根据 X、Y、Z 的原子序数之和为 16，可得到 Z 为 O，Y 为 N，X 为 H。化合物 W_3X_7YZ 为 C_3H_7NO，W_3R_7YZ 与 C_3H_7NO 的组成元素相同，R 为氘或氚，X、R 互为同位素，A 正确；同周期元素从左往右原子半径逐渐减小，故原子半径：C > N > O，B 正确；NH_4NO_3 含离子键，是离子化合物，C 正确；同周期从左往右元素的非金属性增强，故稳定性：$H_2O > NH_3 > CH_4$，D 错误。

9. Cl_2、ClO_2、SO_2 都具有杀菌消毒的作用。$KMnO_4$ 溶液、NaClO 溶液分别与浓盐酸混合反应都能生成 Cl_2。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：$HClO_4 > H_2SO_4$

B.碱性：NaOH > KOH

C.原子半径 r：$r(Cl) > r(S) > r(Na) > r(O)$

D.稳定性：$H_2S > H_2O$

A　**解析**：非金属性：Cl > S，则酸性：$HClO_4 > H_2SO_4$，A 正确；金属性：K > Na，则碱性：KOH > NaOH，B 错误；原子半径：$r(Na) > r(S) > r(Cl) > r(O)$，C 错误；非金属性：O > S，则稳定性：$H_2O > H_2S$，D 错误。

10. 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：P > 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：HClO > 稀硫酸，所以非金属性：Cl > 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

⑤C、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：HCl＞HI

⑦离子半径：$K^+ > Cl^- > S^{2-}$

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：N＞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：$HClO_4 > H_2SO_4$，所以非金属性：Cl＞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：HCl＜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：$K^+ < Cl^- < S^{2-}$，故错误。

11. 某恒星内部发生的一种核反应为 $^{2z+1}_{z}X + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{w}_{p}Y + {}^{1}_{1}H$，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.$^{w}_{p}Y$ 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 $2\times11+1=23$，根据 $^{23}_{11}Na + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{w}_{p}Y + {}^{1}_{1}H$ 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。$^{w}_{p}Y$ 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 $Mg(OH)_2$，$Mg(OH)_2$ 属于中强碱，NaOH 与 $Mg(OH)_2$ 不反应，D 错误。

12. 下列说法不正确的是　　(　　)

A.Na_2O_2 中阴、阳离子个数比为 1∶2

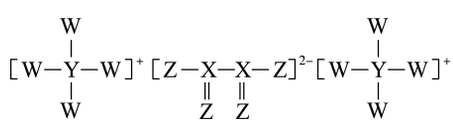
B.离子化合物中一定不含共价键

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 层电子数为奇数的元素，所在族序数与该元素原子的 L 层电子数相等

B　**解析**：Na_2O_2 中阴、阳离子分别为 O_2^{2-} 与 Na^+，个数比是1∶2，故 A 正确；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＝最外层电子数，故 D 正确。

13. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族非金属元素。常温下，W_2Z 为一种常见的无色液体，X 与 Z 的原子序数之和为 Y 的两倍，四种元素形成的一种化合物的结构如图所示，下列说法正确的是　　(　　)



A.四种元素中 Z 的原子半径最大

B.W、Y、Z 可以形成酸、碱、盐类别的化合物

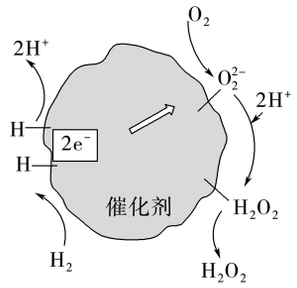
C.该物质中 W、X、Y 的最外层都已达到 8 电子稳定结构

D.最高价氧化物对应水化物的酸性：X＞Y

B　**解析**：W 为 H、X 为 C、Y 为 N、Z 为 O，该物质为 $(NH_4)_2C_2O_4$。同周期元素从左到右原子半径减小，同主族元素从上到下原子半径增大，四种元素中，X(C) 的原子半径最大，A 错误；W(H)、Y(N)、Z(O) 可以形成酸(HNO_3)、碱($NH_3\cdot H_2O$)、盐(NH_4NO_3)，B 正确；W(H) 原子的最外层不是 8 电子结构，C 错误；X(C) 最高价氧化物对应的水化物是 H_2CO_3，Y(N) 最高价氧化物对应的水化物是 HNO_3，最高价氧化物对应的水化物的酸性 $HNO_3 > H_2CO_3$，D 错误。

14. H_2O_2 在纸张漂白和废水处理等领域有重要应用。一定条件下用 H_2 和 O_2 合成 H_2O_2 的反应过程如

图所示。下列说法正确的是 （ ）



A.消耗的 H_2 和 O_2 的质量之比为 1∶8

B.H_2O_2 为只含有极性键的共价化合物

C.总反应为 $H_2+O_2 \xlongequal{\text{催化剂}} H_2O_2$

D.图示过程中有极性键、非极性键的断裂和形成

C **解析**：H_2 和 O_2 合成 H_2O_2，消耗的 H_2 和 O_2 的物质的量之比为 1∶1，质量之比为 1∶16，故 A 错误；H_2O_2 为共价化合物，含有 O—H 极性键和 O—O 非极性键，故 B 错误；根据图示，总反应为 $H_2+O_2 \xlongequal{\text{催化剂}} H_2O_2$，故 C 正确；图示过程中没有极性键的断裂，故 D 错误。

15. 海水晒盐后精制得到 NaCl，氯碱工业电解饱和 NaCl 溶液得到 H_2、Cl_2 和 NaOH，以 NaCl、NH_3、CO_2 等为原料可得到 $NaHCO_3$；向海水晒盐得到的卤水中通 Cl_2 可制得溴；从海水中还能提取镁。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 $Mg(OH)_2$ 的强

B.Cl_2 的氧化性比 Br_2 的弱

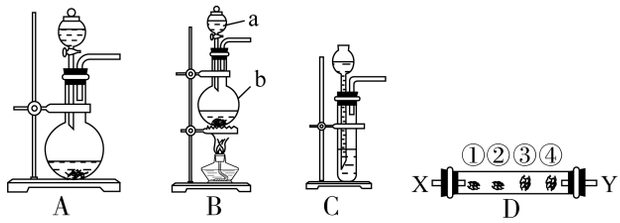
C.原子半径：$r(Br)>r(Cl)>r(Mg)>r(Na)$

D.原子的最外层电子数：$N(Na)<N(Mg)<N(Cl)<N(Br)$

A **解析**：元素的金属性越强，则其最高价氧化物对应的水化物的碱性越强，Na 的金属性强于 Mg，NaOH 的碱性比 $Mg(OH)_2$ 的强，A 说法正确；氯气与溴离子反应生成氯离子和溴，氯气表现氧化性，则 Cl_2 的氧化性比 Br_2 的强，B 说法错误；同周期主族元素中，原子序数越大，原子半径越小，则原子半径：$r(Na)>r(Mg)>r(Cl)$，C 说法错误；主族元素原子的最外层电子数等于其主族序数，原子的最外层电子数：$N(Br)=N(Cl)>N(Mg)>N(Na)$，D 说法错误。

二、非选择题：本题共 4 小题，共 55 分。

16.（15 分）某研究性学习小组设计了一组实验来探究第ⅦA 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：

$2KMnO_4+16HCl(浓)=2KCl+2MnCl_2+5Cl_2\uparrow+8H_2O$

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 $Cl_2+2Br^-=2Cl^-+Br_2$；氯气与碘化钾溶液反应生成 I_2，反应的离子方程式为 $Cl_2+2I^-=2Cl^-+I_2$，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 $Cl_2+2OH^-=Cl^-+ClO^-+H_2O$。(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　$Cl_2+2Br^-=2Cl^-+Br_2$　棉球变蓝

$Cl_2+2OH^-=Cl^-+ClO^-+H_2O$

(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)

17.(14 分)元素周期律(表)是认识元素化合物性质的重要理论。

(1)锶($_{38}$Sr)元素广泛存在于矿泉水中,是一种人体必需的微量元素,在元素周期表中与 $_{20}$Ca 和 $_{56}$Ba 同属于第ⅡA 族。

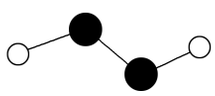
① 碱性:$Sr(OH)_2$ _____(填“＞”或“＜”)$Ba(OH)_2$。

②用原子结构的观点解释锶的化学性质与钡有差异的原因:_____。

(2)硒(Se)是人体的重要微量元素之一,参与体内多种代谢。

①Cl、Se、Br 的非金属性强弱顺序是_____。

②溴化硒是一种重要的电子元件材料,其分子的空间结构如图所示。Se 和 Br 的原子半径大小关系为_____,溴化硒中硒的化合价为_____。



③室温下向 SeO_2 固体表面吹 NH_3 可得到两种单质和水,该反应的化学方程式为_____。

(3)科研人员从矿石中分离出一种氧化物,化学式可表示为 A_2O_3。为确定 A 元素的种类,进行了一系列实验,结果如下:

①A 的相对原子质量介于 K 和 Rb(铷)之间;

②0.01 mol A_2O_3 在碱性溶液中与 Zn 充分反应可得到 A 的简单氢化物,反应完全时,被 A_2O_3 氧化的 Zn 为 0.06 mol。

综合以上信息推断,A 可能位于元素周期表中第_____族。

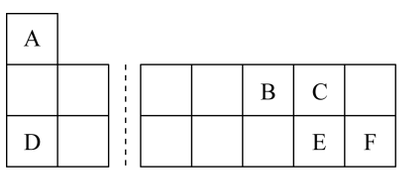
解析:(1)①$_{38}$Sr 与 $_{20}$Ca、$_{56}$Ba 同属于第ⅡA 族元素,Sr 位于 Ba 的上方,金属性比 Ba 弱,则碱性:$Sr(OH)_2<Ba(OH)_2$。②锶和钡为同主族元素,但锶的电子层数比钡少,原子半径比钡小,失电子能力比钡弱,金属性比钡弱。(2)①Cl 与 Br 为同主族元素,Cl 的非金属性大于 Br,Se 与 Br 为同周期元素,Se 在 Br 的左方,则非金属性强弱的顺序是 Cl＞Br＞Se。②Se 与 Br 为同周期元素,Se 在 Br 的左方,则原子半径大小关系为 Se＞Br,在 Se_2Br_2 中,溴的化合价为－1 价,硒的化合价为＋1 价。③室温下向 SeO_2 固体表面吹 NH_3,可得到 Se、N_2 和 H_2O,该反应的化学方程式为 $3SeO_2+4NH_3=\!=\!=3Se+2N_2+6H_2O$。(3)0.01 mol A_2O_3 在碱性溶液中与 Zn 充分反应可得到 A 的简单氢化物,反应完全时,被 A_2O_3 氧化的 Zn 为 0.06 mol,依据得失电子守恒的原则,可确定 A 的简单氢化物中,A 显－3 价,则 A 的最外层电子数为 5,A 可能位于元素周期表第ⅤA 族。

答案:(1)①＜　②锶和钡为同主族元素,但锶的电子层数比钡少,原子半径比钡小,失电子能力比钡弱,金属性比钡弱

(2)①Cl＞Br＞Se　②Se＞Br　＋1 价

③$3SeO_2+4NH_3=\!=\!=3Se+2N_2+6H_2O$　(3)ⅤA

18.(14 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。



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 $(BA_4)_2E_2C_8$ 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 $H:\underset{H}{\overset{\cdot\cdot}{N}}:\underset{H}{\overset{\cdot\cdot}{N}}:H$。(3)非金属性:S＜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 $HSO_3^-+H^+=\!=\!=SO_2\uparrow+H_2O$。(5)常用 $(NH_4)_2S_2O_8$ 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 $S_2O_8^{2-}$ 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 $5S_2O_8^{2-}+2Mn^{2+}+8H_2O=\!=\!=10SO_4^{2-}+2MnO_4^-+16H^+$。

答案：(1)三　ⅦA

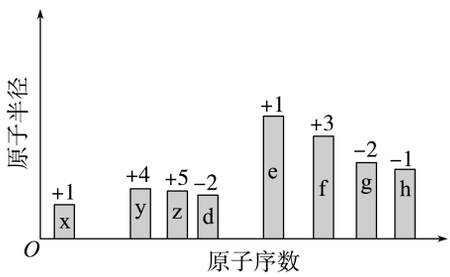
(2)$H:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}:H$
　　H　H

(3)HCl　H_2S

(4)$HSO_3^-+H^+=\!=\!=SO_2\uparrow+H_2O$

(5)$5S_2O_8^{2-}+2Mn^{2+}+8H_2O=\!=\!=10SO_4^{2-}+2MnO_4^-+16H^+$

19.(12 分)随着原子序数递增，八种短周期元素(用字母 x 等表示)原子半径的相对大小、最高正价或最低负价如图所示。



请回答下列问题：

(1)f 在元素周期表中的位置是_____。

(2)比较 d、e 常见离子的半径大小：_____(用化学式表示，下同)；比较 g、h 的最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱：_____。

(3)任选上述元素组成一种四原子共价化合物，写出其电子式：_____。

解析：从图中的化合价、原子半径的大小及原子序数可知，x 是 H，y 是 C，z 是 N，d 是 O，e 是 Na，f 是 Al，g 是 S，h 是 Cl。(1)f 是 Al，在元素周期表中的位置是第三周期第ⅢA 族。(2)电子层结构相同的离子，核电荷数越大离子半径越小，故离子半径：$O^{2-}>Na^+$；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，故酸性：$HClO_4>H_2SO_4$。(3)四原子共价化合物可以是 NH_3、C_2H_2 等，电子式可以为$H:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}:H$、$H:C\vdots\vdots C:H$等。

答案：(1)第三周期第ⅢA 族

(2)$O^{2-}>Na^+$　$HClO_4>H_2SO_4$

(3)$H:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}:H$(或 $H:C\vdots\vdots C:H$)