

第 1 章

认识化学科学



▲教材单元概说

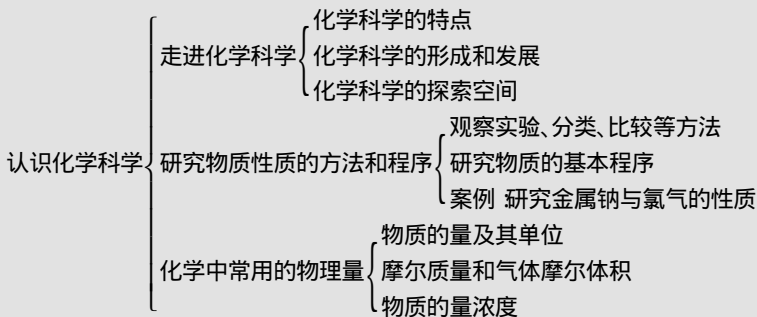
教材地位

本章介绍了化学学科的研究对象,化学学科的发展过程和趋势,通过物质的组成、结构、性质的关系,认识化学反应的本质;引入了物质的量的单位——摩尔,体会定量研究的方法对研究和学习化学的重要作用;使学生认识化学学科的发展过程、重要作用,并介绍了化学学习的方法。

俗话说:“磨刀不误砍柴工。”本章通过激起学习兴趣、介绍学习方法、学习化学工具三步曲,使学生认识了化学科学。学好本章,对今后的学习有着深远的意义。

教材结构

本单元主要包括走进化学科学、研究物质性质的方法和程序、化学中常用的物理量——物质的量等内容。知识系统如下:



第1节 本节首先介绍了化学科学的特点,使同学们认识到化学科学的创造性和实用性,知道化学是在分子层次上认识物质和制备新物质的一门科学。然后介绍了化学科学的形成和发展以及化学科学的探索空间,让同学们了解20世纪化学发展的基本特征和21世纪化学发展的趋势,明确现代化学作为中心学科在科学技术中的地位。中间穿插介绍了我国科学家在现代化学研究中的贡献和成就。最后引导学生思考“化学与社会”“化学与职业”等问题,激发学生的社会责任感,关注与化学有关的社会问题,以及现代化学科学的主要分支,在高中阶段将要进行哪些化学模块的学习,这些课程模块所包含的内容,引导同学们走进化学科学。

第2节 首先引导同学们回忆初中所学的物质,体会是如何研究它们的性质的,总结出研究物质性质常用的四种方法:观察、实验、分类、比较。然后巧妙地通过对典型的金属单质钠和典型的非金属单质氯气的性质的研究,加深对四种常用方法的理解,明确探究物质性质的一般程序。

第3节 本节主要学习了物质的量、摩尔、阿伏加德罗常数、摩尔质量、气体摩尔体积、物质的量浓度等基本概念,引导学生探究配制一定物质的量浓度溶液的方法和步骤,最后通过“概括·整合”强化了微观粒子数目、物质质量、溶液体积、气体体积、物质的量间的转化关系。

▲重点难点导引

重点提示

1. 知识与技能 知道化学是在分子层次上认识物质和合成新物质的一门科学,了解20世纪化学发展的基本特征和21世纪化学发展的趋势;了解金属钠和氯气的物理性质及主要的化学性质;了解物质的量、摩尔质量、气体摩尔体积和溶液的物质的量浓度等有关化学计量的知识。

2. 过程与方法 体会观察、实验、分类、比较等科学研究方法在研究物质性质过程中的应用,了解研究物质性质的一般程序,体会定量研究方法对学习和研究化学的重要作用。

3. 情感态度与价值观 通过化学科学发展过程中的典型事例,认识化学科学对提高人类生活质量和促进社会发展所起的重要作用,感受化学世界的奇妙与和谐。

难点提示

1. 研究物质性质的一般程序。
2. 以物质的量为核心的各物理量间的转化关系。

第1节 走进化学科学

① 感悟课标新理念

▲ 课程学习目标

[课标要求]

1. 知道化学科学的主要研究对象,了解20世纪化学发展的基本特征和21世纪化学发展的趋势。

2. 知道化学是在分子层次上认识物质和合成新物质的一门科学,了解物质的组成、结构和性质的关系,认识化学变化的本质。

3. 认识并欣赏化学科学对提高人类生活质量和促进社会发展的重要作用。

[重点难点]

学习重点

1. 知道化学是在分子层次上认识物质和制备新物质的一门科学。

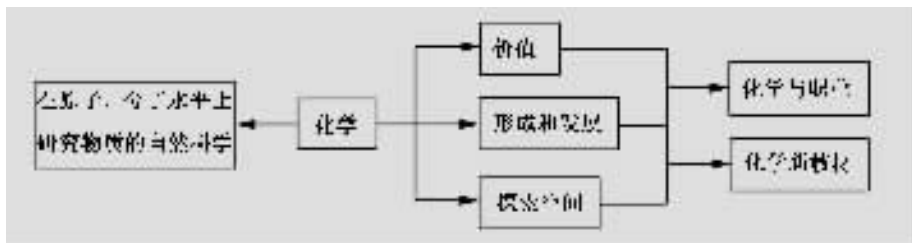
2. 了解20世纪化学发展的基本特征和21世纪化学发展的趋势,明确现代化学作为中心学科在科学技术中的地位。

3. 了解现代化学科学的主要分支,在高中阶段将要进行哪些化学模块的学习,以及这些课程模块所包含的内容。

学习难点

知道化学是在分子层次上认识物质和制备新物质的一门科学。

▲ 教材脉络梳理



▲ 学习背景探索

化学——神秘的名字

“化学”的英文词为 Chemistry, 法文 Chimie, 德文 Chemie, 它们都是从一个古字, 即拉丁字 chemia, 希腊字 Χημια (Chamia), 希伯来字 Chaman 或 Haman, 阿拉伯字 Chema 或 Kema, 埃及字 Chemi 演化而来的。它的最早来源难以查考。从现存资料看, 最早是在埃及第四世纪的记载里出现的。所以有人认为可以假定是从埃及古字 Chemi 来的, 不过这个名字的意义很晦涩, 有埃及、埃及的艺术、宗教的迷惑、隐藏、秘密或黑暗等意义。其所以

有这些意义,大概因为埃及在西方是化学记载诞生的地方,也是古代化学极为发达的地方,尤其是在实用化学方面。例如,埃及在十一朝代已有一种雕刻表示一些工人正在制造玻璃,可见至少在公元前2500年以前,埃及已知道玻璃的制造方法了。再从埃及出土的木乃伊可知,在公元前一二千年时埃及已精于使用防腐剂 and 布帛染色等技术。所以古人用埃及或埃及的艺术来命名“化学”。至于其他几种意义,可能因为古人认为化学是一种神奇和秘密的事业以及带有宗教色彩的缘故。

中国的“化学”史当然也是毫不逊色的。大约5000~11000年前,我们已会制作陶器,3000多年前的商朝已有高度精美的青铜器,造纸、瓷器、火药更是化学史上的伟大发明。在十六、十七世纪时,中国算得上是世界最先进的国家。“化学”二字我国在1856年开始使用。最早出现在英国传教士韦廉臣在1856年出版的《格物探原》一书中。

摘自 <http://www.zpx.net/hx/Article/UploadFiles/bkzy/ghx/ghx01/xulun/kzzl4.htm>

② 研习教材重难点

研习点1 化学是具有创造性的、实用的科学

1. 化学科学的涵义

人们在长期的认识和利用大自然的过程中,逐渐建立了研究对象不同的各门自然科学,化学就是其中的一门。许多科学是从化学科学分支而出的。就中学化学中的知识而言,是学习其他许多科学的基础,例如生物学、医学等都与之相关,就中学化学的任务而言,实际上是借这点基础知识,以之为载体,来培养我们学习、研究自然科学的基本技能、方法与品质的。具体地看化学科学,它就是:

在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、变化、制备和应用的自然科学。

【领悟·整合】

在理解化学科学的概念时应注意以下几点:

(1) 化学研究的对象是原子和分子等 (2) 化学研究的内容是物质的组成、结构、性质、变化、制备和应用等 (3) 化学是一门自然科学。

2. 化学科学的特征

起初人们从矿物、岩石、生物体中提取物质,后来科学家逐步制造出大量物质。科学家合成化合物的速度是惊人的,1990年刚刚突破1000万种大关,现在已超过3500万种。可以说化学是一门具有创造性的科学。合成氨技术的应用,解决了饥饿对人类的威胁;医药的合成,使人的寿命大大提高;芯片和光导纤维,引导人们进入信息时代;食品添加剂、化妆品、塑料、橡胶、纤维的合成,使人们的生活丰富多彩。因此,化学又是一门在人类生产和生活中有着重要作用的实用的科学。

【领悟·整合】

化学科学的特征是认识分子和制造分子,是一门具有创造性的、实用的科学。

【迁移·体验】

例1:下列说法正确的是

- A. 化学是科学研究的内容,与普通百姓的生活没有多大关系
- B. 化学研究只能认识分子,不能创造分子
- C. 化学家可以制造出自然界中不存在的物质
- D. 化学研究只会造成严重的环境污染,最终人类将毁灭在化学物质中

【析】 试想,我们生活环境中的药物、化纤、塑料、电池、计算机芯片,哪一项不是来自化学家的研究成果?所以,化学与我们的生活密切相关。A不正确。化学研究不只是认识分子,还能制造分子,化纤、塑料等高分子材料都是化学研究的结果。这样看来,C选项应该是正确的。D项过于悲观,化学科学的发展确实对环境造成了一些负面的影响,但也一定要相信化学能研制出对环境无害的化学用品和生活用品,通过对环境友好的途径来提高生活质量。这样,人类也就不会毁灭在化学物质中。答案为C。

例2:下列变化不属于化学变化的是

- A. 溶洞的形成过程
- B. 物质的燃烧
- C. 合成高分子材料
- D. 矿石的粉碎

【析】 在溶洞的形成过程中, CaCO_3 变为 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$,部分 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 随水流走,部分 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 又变为 CaCO_3 ,形成了石笋、石柱和钟乳石,是化学变化。物质的燃烧,一般是物质跟空气中的氧气发生的反应,有新的物质生成,属于化学变化。合成高分子材料属人工合成新物质,也是化学变化。矿石的粉碎过程中无新物质生成,属物理变化。答案为D。

【教考动向·演练】

1. 近年来,化合物的种类增长得很快,其总数已经超过了_____万种,其中大多数是_____(选填①地球上原来就有的②科学家人工合成的);形成这些化合物的元素仅有_____多种。
2. 为防止污染环境,下列燃料最理想的是
A. 酒精 B. 氢气 C. 天然气 D. CO

研习点2 化学科学的形成和发展

化 学 简 史

年代	大事纪要
约50万年前	“北京猿人”已会用火
公元前8~6千年	中国(新石器时代)开始制陶器
约公元前2千年	中国已会铸铜
公元前四世纪	古希腊的德谟克利特提出朴素的原子论,古希腊的亚里士多德提出“四元素”学说
公元前140~87年	中国发明了造纸术

公元前一世纪至公元一世纪	中国《本草经》成书,书中记载动物、植物、矿物、药物达 365 种
公元十世纪	中国(宋代)把火药用于制造火药箭、火球等武器
1661 年	英国的波义耳在《怀疑派化学家》一书中给元素下了科学的定义
1772 年	舍勒制得了氢气
1773 年	舍勒制得了氧气
1777 年	法国的拉瓦锡发表《燃烧概论》,推翻了燃素说
1803 年	英国的道尔顿提出原子论
1811 年	意大利的阿伏加德罗提出分子假说
1860 年	分子学说得到世界公认
1869 年	俄国的门捷列夫提出了他的第一个周期表
1911 年	英国的卢瑟福提出原子核模型
1934 年	法国的约里奥·居里夫妇发现人工放射性
1942 年	中国的侯德榜发明了联合制碱法
1965 年	中国科学家合成牛胰岛素,是首次人工合成蛋白质
1981 年	我国科学家首次人工合成完整生物活性的核糖核酸
2000 年	人类基因组破译
2002 年	由我国科学家领导的人类肝脏蛋白质组计划正式启动

【迁移·体验】

例 3 :与近代化学的诞生无关的是

- A. 化学元素的概念 B. 英国化学家、物理学家波义耳
C. 著名物理学家爱因斯坦 D. 古代的化学实践活动

【研析】任何事物是相互联系的,现代化学的产生离不开古代的化学实践活动;1661 年,在前人工作的基础上,英国化学家、物理学家波义耳提出化学元素的概念,标志着近代化学的诞生。而爱因斯坦是上一世纪的人物,他出生时,近代化学已诞生两个世纪了。因此,答案为 C。

例 4 ^{13}C -NMR(核磁共振)、 ^{15}N -NMR 可用于测定蛋白质、核酸等生物大分子的空间结构,库尔特·维特里希等人因此获得 2002 年诺贝尔化学奖。下面说法正确的是

- A. C 原子的核内质子数是 6
B. N^{3-} 的核外电子数为 7

C. ^{15}N 的相对原子质量是 15 g

D. 现代化学研究多采用核磁共振等高级手段,不再需要化学实验

【辨析】 不论化学科学多么发达,也不论其研究手段多么先进,化学科学的研究永远离不开化学实验。实际上,利用核磁共振这种先进的技术测定蛋白质、核酸等生物大分子的空间结构,也是利用先进仪器进行的一种化学实验,核磁共振仪只是实验过程中用到的一种仪器而已。另外,C原子的核内质子数是6; N^{3-} 的核外电子数为 $7+3=10$; ^{15}N 的相对原子质量是15,不是15 g。答案为A。

【教考动向·演练】

3. 两次获得诺贝尔奖,在化学界享有盛名的科学家是

A. 爱因斯坦 B. 达尔文 C. 居里夫人 D. 欧拉

4. 在科学史上,中国有许多重大的发明和发现,为现代物质文明奠定了基础。以下发明或发现属于化学史上中国对世界做出重大贡献的是

① 造纸 ② 印刷技术 ③ 火药 ④ 指南针 ⑤ 炼铜、炼铁、炼钢 ⑥ 合成有机高分子材料
⑦ 人工合成牛胰岛素 ⑧ 提出原子—分子学说

A. ①②③④⑧ B. ①③⑤⑦ C. ②④⑥ D. ⑤⑥⑦⑧

研习点 3 化学科学的探索空间

1. 在化学科学领域

化学家可以在微观层面上操纵分子和原子,进行分子扩展,以及组装分子材料、分子器件和分子机器(如碳纳米管分子导线、分子开关、分子磁体、分子电路、分子计算机)等。

2. 在能源和资源方面

有了化学科学,人类能够合理开发和安全应用能源和资源,既能得到充足的能源和资源,又能处理好能源和资源的开发利用与生态环境保护之间的关系。

3. 在材料科学方面

化学将推动材料科学的发展,使各种新型功能材料的生产成为可能。

4. 在环境方面

化学为解决环境问题提供了有力保障,使人类能够使用无害的化妆品和生活用品,既优化了环境,又提高了生活质量。

【领悟·整合】

20世纪以来,化学发展的趋势可以归纳为:由宏观向微观、由定性向定量、由稳定态向亚稳定态发展,由经验逐渐上升到理论,再用于指导设计和开创新的研究。一方面,为生产和技术部门提供尽可能多的新物质、新材料;另一方面,在与其他自然科学相互渗透的进程中不断产生新学科,并向探索生命科学和宇宙起源的方向发展。

【发散·探讨】

1. 化学与职业

化学科学与人类生活水平的提高和人类社会的发展密切相关,研究领域十分广泛。

与化学紧密相关的一些产品和职业也非常多,如新型药物、导电塑料、新型建筑材料,药物研制人员、化学科研人员、化学教师、化工厂工人、质检人员、环境保护工作人员、医生等。你对化学科学研究的哪些问题或哪些职业感兴趣?

2. 高中新教材体系架构

《化学必修一》《化学必修二》

《化学与生活》:了解日常生活中常见的物质的性质,探讨生活中常见的化学现象,体会化学对提高生活质量和保护环境的积极作用,形成合理使用化学品的意识。

《化学与技术》:了解化学在资源利用、材料制造、工农业生产中的具体应用;在更加广阔的视野下,认识化学科学与技术进步和社会发展的关系。

《化学反应原理》:学习化学反应的基本原理,认识化学反应中能量转化的基本规律,了解化学反应原理在生产、生活和科学研究中的应用。

《有机化学基础》:探讨有机化合物的组成、结构、性质及应用,学习有机化学研究的基本方法。

《物质结构与性质》:了解人类探索物质结构的重要意义和基本方法,认识物质结构与性质之间的关系。

《实验化学》:通过实验探究活动,掌握基本的化学实验技能和方法,提高化学实验能力。

【教考动向·演练】

5. 人类对化学的研究经历了古代化学、_____、_____三个阶段。在微观层面上操纵分子和原子是_____才能研究的内容。
6. 化学在人类社会发展中起着重要的作用,展望未来,化学科学具有十分广阔的探索空间。请你分析下列四个选项中现代化学不涉及的研究领域是
- A. 开发新的能源 B. 合成新的物质
C. 空间形式和数量关系 D. 防治环境污染

③探究解题新思路

▲ 基础拓展型

题型 1 联系化学史

例 1 道尔顿的原子学说曾经起了很大作用。他的学说中,包含有下述三个论点:①原子是不能再分的粒子;②同种元素的原子的各种性质和质量都相同;③原子是微小的实心球体。从现代观点看,你认为这三个论点中不确切的

- A. 只有③ B. 只有①③ C. 只有②③ D. 有①②③

【研析】从现代观点来看,原子还可以再分为质子、中子、电子,①不正确,同种元素原子核内质子数相等,但中子数不一定相等,性质也不一定完全相同,②错误,原子内有相对十分“广阔”的空间,③也是不对的。答案为 D。

点评 本题利用初中学过的原子结构的有关知识,解决化学史上的有关问题,对学生能力有一定的要求。

题型2 联系生活常识

例2 合理施肥、养护管理是城市绿化建设的一个重要方面。在下列氮肥中,含氮量最高的是(相对原子质量:H—1 C—12 N—14 O—16 S—32)

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

【研析】 根据各种化肥的化学式,以及题目提供的各种元素的相对原子质量,不难算出几种氮肥的含氮量分别为: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 46.7%; NH_4NO_3 35%; NH_4HCO_3 17.7%; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 21.2%。答案为A。

点评 本题与同学们日常生活中比较熟悉的化肥相联系,但实际上考查的是有关化学式的运算。不仅考查了同学们的计算能力,而且对各种化肥的肥效有了一个较全面的了解。

题型3 社会热点问题

例3 2005年5月29日7时15分,湖北宜昌市远安县茅坪场镇洪家垭煤矿井下南三平掘进头发生一起瓦斯爆炸事故,造成3人死亡,8人受伤。事故发生时有22人在井下作业,其中11人安全撤离。国家针对小煤矿的“关井压产”曾多次发出整治通知,但由于近期煤炭价格上扬,加之乡镇煤矿的停产整顿会直接影响当地财政税收,致使一些小煤矿矿主置工人生命安全于不顾,暗中又恢复了生产。

(1)在煤炭的形成过程中会产生瓦斯,瓦斯的主要成分是甲烷。请写出瓦斯爆炸主要反应的化学方程式:_____。

(2)爆炸后,坑井内CO气体含量达10%以上,引起人体CO中毒。现场抢救CO中毒者,应立即采取什么措施?

(3)你对此事有何看法?

【研析】 (2)CO与血红蛋白的结合能力远远强于 O_2 ,因此,CO中毒的原理就是使人体缺氧。所以,现场抢救CO中毒者,必须设法改善中毒者缺氧的状态。

【答案】 (1) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2)将CO中毒者移至新鲜空气处,并设法改善中毒者缺氧的状态(例如人工呼吸等)。(3)这种只顾个人经济利益,而不顾工人安全的行径应该受到社会的谴责、法律的制裁。一方面,国家应该毫不手软地对小煤矿进行治理整顿,另一方面应对国民加强文化、道德教育,提高国民素质。

点评 本题联系小煤矿瓦斯爆炸这一社会热点问题,起点较高。第一问考查的是初中学过的知识,落点较低。第二问则是课本知识和生活中一些急救知识的综合考查。第三问开放性较强,答案会随同学们情感、认识的不同而不完全相同。通过本题,不仅巩固了课本知识,而且提高了同学们解决实际问题的能力和热情,一举多得。

【教考动向·应用】

- 下列广告语在科学性上没有错误的是
A. 这种矿泉水绝对纯净,不含任何离子
B. 这种饮料中不含任何化学物质
C. 这种口服液含有丰富的氮、磷、锌等微量元素
D. 没有水就没有生命
- 为中国近代化学发展做出突出贡献的科学家是
A. 李四光
B. 华罗庚
C. 侯德榜
D. 钱学森

▲ 综合创新型

题型1 创新应用

例1 制备卤磷酸钙荧光粉所用的高纯氯化钙中混有氯化镁杂质,除去的方法是把氯化钙的水溶液加热到 $90\sim 95\text{ }^{\circ}\text{C}$,在不断搅拌下加入适当的沉淀剂,使镁生成沉淀,然后过滤除去。此沉淀剂最好选用

- A. 氢氧化钙乳浆 B. 碳酸钠溶液 C. 碳酸氢钠溶液 D. 氢氧化钠溶液

【析】 碳酸氢钠溶液不能除去氯化镁杂质,碳酸钠溶液可以与氯化钙溶液反应生成碳酸钙沉淀,氢氧化钠溶液虽然能较好地除去氯化镁杂质,但同时引入了杂质钠离子,并且有部分氯化钙可与其反应生成微溶物氢氧化钙而损失。答案为A。

点评 除杂方法有物理方法和化学方法。除杂的原则为不增(在除去杂质时不能引入新的杂质)、不减(要保留物质不损失)、易分(反应的生成物易分离)。

题型2 开放探究

例2 人工合成结晶牛胰岛素是我国生命科学园中的一朵奇葩。试问 结晶牛胰岛素合成的化学意义和生物学意义分别是什么?

【析】 化学意义:它突破了简单有机物和生物高分子的界限,开创了人工合成高分子的新时期,向人工合成生命物质又迈进了一大步。生物学意义:标志着人类在探索生命奥秘的历程中迈出了关键的一步,为揭示生命现象的本质奠定了基础,并推动了分子生物学、分子遗传学的发展。

点评 本题从化学史、生物史的角度考查现代科学前沿的有关简单化学、生物知识的问题。重在考查学生分析和综合、比较和论证等的能力。

例3 阅读下面三段材料:

①早在1785年,卡文迪许在测定空气组成时,除去空气中的 O_2 、 N_2 等已知气体后,发现最后总是留下一个体积不足总体积 $1/200$ 的小气泡。

②1892年,瑞利在测定氮气密度时,从空气中得到的氮气密度为 1.2572 g/L ,而从含氮化合物分解得到的氮气密度为 1.2508 g/L 。两者相差 0.0064 g/L 。

③瑞利和拉姆赛共同研究后认为:以上两个实验中的“小误差”可能有某种必然的联系,并预测大气中含有某种较重的未知气体。经反复实验,他们终于发现了化学性质极不活泼的惰性气体——氩。

请回答下列问题:

(1)材料①、②中的“小误差”对测定空气组成和氮气密度的实验而言是主要因素还是次要因素？

(2)材料③中科学家抓住了“小误差”而获得重大发现说明了什么问题？

[研析] (1)“小误差”对测定空气的主要成分而言是次要因素,对氮气的密度影响很小,也是次要因素。但对空气所有成分的测定来说是绝不能忽略的主要因素之一。

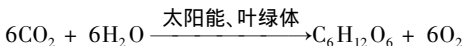
(2)只要有误差,就会有误差产生的原因,找出产生误差的原因,可能会有重大的发现。科学一定要严谨。答案为(1)次要因素。(2)科学研究应有严谨的科学态度。

点评 生活中充满了矛盾,同学们学习过程中也有许多“主要”或“次要”因素。比如说学习的四个环节(课前预习、上课学习、课后复习、课后作业)中以上课学习最重要,但同学们如果因为其他的环节是“次要”因素而忽视了其中一个或几个的话,那后果也必然是学习成绩下降。因此,同学们在今后的学习过程中,要善于处理好“主要”和“次要”因素的关系。只有这样,才能取得最佳的学习效果。

题型3 综合渗透

例4:为缓解能源危机,能源专家构想出了利用太阳能促使燃料循环的构想图:

当前,科学家还未实现这一构想。但大自然已经解决了这个问题,绿色植物的光合作用就是在日光作用下,利用太阳能把 CO_2 和 H_2O 转变成了能源葡萄糖(可燃烧):

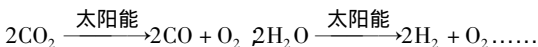


(1)如果上述构想成立,试写出有关反应的化学方程式。

(2)在此构想的物质循环中,太阳能最终转化为_____能。

(3)实现上述构想的关键问题是什么？

[研析] 能源问题是化学与社会中的重要一项。太阳能是一种巨大、无污染、最经济的能源。可以说地球上的能源归根到底主要是来自于太阳。光合作用是地球上利用光能将无机物转变成有机物的作用。从上面箭头所示的循环过程中,太阳能最终变成热能。目前开发利用太阳能的关键是解决光能的吸收问题,故“人工叶绿素”就成为当前能源科学家研究开发的热点。由题给化学方程式可知,该反应为葡萄糖燃烧反应的逆向过程,按照这一思路,可实现如下变化:



[答案] (1) $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{太阳能}} \text{CH}_4 + 2\text{O}_2$, $2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{太阳能}} 2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2$; $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{太阳能}} 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$ 。(2)热(3)问题的关键是如何使燃烧产物吸收太阳能,故需要研制新型高效吸收太阳能的材料(如人工叶绿素)。

点评 化学科学将在能源和资源的合理开发、安全应用等方面大显身手。人类要想获取充足的能源和资源并且处理好能源和资源的开发利用与生态环境保护之间的关系,都离不开化学科学的发展。因此,同学们应该学好化学科学,为人类的进步做出贡献。

【教考动向·应用】

3. 1998年诺贝尔化学奖授予科恩(美)和波普尔(英),以表彰他们在理论化学领域做出的重大贡献。他们的工作使实验和理论能够协力探讨分子体系的性质,致使整个化学领域正在经历一场革命性的变化。下列说法正确的是

- A. 化学不再是纯实验科学
B. 化学不再需要实验
C. 化学不做实验,就什么都不知道
D. 未来化学的方向还是经验化

4. “药金”外观和金(Au)相似,常被误认为黄金。不法分子用炉甘石(主要成分为 $ZnCO_3$)、赤铜矿(主要成分为 Cu_2O)和木炭粉混合加热至 $800\text{ }^\circ\text{C}$ 左右,制得金光闪闪的假黄金(“药金”)以牟取暴利。试回答下列问题:

(1)用上述方法制得的“药金”不可能是黄金,理由是_____

(2)“药金”的主要成分是_____,有关化学方程式是_____。

(3)试写出一种鉴别该假黄金的方法:_____。

④ 开拓学习新视野

▲ 教材知识扩展

化学记忆十法

1. 理解记忆法。记忆有机械记忆和理解记忆之分。理解记忆是建立在对事物内在规律理解的基础上的记忆,其效果远远超过死记硬背的机械记忆。

2. 有意记忆法。记忆可分为有意记忆和无意记忆。有意记忆是有预定目标并采用一定方法和步骤,经过一定努力的记忆方法。这种记忆方法,由于学生学习目标明确,注意力集中,有较高的自觉性和积极性,大脑细胞处于强烈的兴奋状态,从而产生深刻的印象,记得快且牢固。

3. 分散记忆法。对于一些繁多,但必须直接记忆的化学知识,要指导学生采取各个突破、分散记忆的方法,以提高学生的兴趣和信心,增强记忆的效果。

4. 联系实验记忆法。化学是一门以实验为基础的学科。化学实验能使学生获得丰富的感性认识,能在头脑中留下深刻的记忆。

5. 对比记忆法。不同事物之间总有区别,有比较才有鉴别,才能抓住事物的本质区别,这样记忆起来就比较牢固了。对比记忆又分相似对比记忆、相反对比记忆和列表对比记忆等法。

6. 归纳记忆法。将大量零散的孤立的知识 经过综合归纳,找出相互关系,并连成网络,使知识条理化、系统化。这样大大缩短了学生的记忆过程,从而达到以一贯十的效果。

7. 形象记忆法。用感知过的事物形象为基础来记忆的方法是形象记忆法。有些基本概念和基本理论是比较抽象且难以用实验直接观察到的,可用形象的描写、生动的比喻来加深理解和记忆。

8. 趣味记忆法。即寓知识于趣味之中的记忆方法,通常利用谐音、顺口溜、歌诀等帮助学生记忆。

9. 改错记忆法。改错是正确认识的开始。改错能为学生提供新的深刻的信息反馈。所谓“吃一堑,长一智”,因此要有意识地通过改错让学生加深记忆。

10. 复习记忆法。根据记忆规律,记忆和遗忘总是相伴存在的一对矛盾。已经贮存的知识信息,若不反复运用,强化信息的痕迹,将会自动丧失,因此要有计划有目的地复习。复习时要注意及时性、经常性和综合性。

▲ 考题在线搜索

考题 1 (2003 全国高考)水资源非常重要,联合国确定 2003 年为国际淡水年。下列关于水的说法中错误的是

- A. 蒸馏法是海水淡化的方法之一
- B. 淡水的密度小于海水的密度
- C. 融化的雪水中矿物质含量比深井水中的少
- D. 0℃ 以上,温度越高,水的密度越小

【析】蒸馏法可以得到较纯净的水,也是淡化海水的方法之一,A 选项正确。淡水中含盐类较少,密度较小,B 选项正确。深井水因溶解了土壤中的矿物质,故其中的矿物质比融化的雪水中多,C 选项正确。答案为 D。

点评 本题虽小,考查的有关水的知识却是非常丰富的。题目对水的物理特性、水溶液密度、海水淡化、水处理四个方面进行了考查。我们在平时的练习中,如果能挖掘出其中蕴含的知识并加以拓展,真正搞清出题人的意图,就能跳出“题海”,以少胜多。

考题 2 (2004 江苏高考)2004 年 4 月 22 日是第 35 个“世界地球日”,我国确定的主题是“善待地球——科学发展”。下列行为中不符合这一主题的是

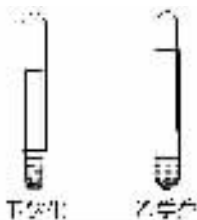
- A. 采用“绿色化学”工艺,使原料尽可能转化为所需要的物质
- B. 大量开采地下水,以满足社会对水的需求
- C. 减少直至不使用对大气臭氧层起破坏作用的氟氯烃
- D. 节约能源,提高能源利用率

【析】大量开采地下水,可以暂时满足社会对水的需求。但如果不加节制地开采,地下水也有枯竭的一天,不符合“善待地球——科学发展”的思想。答案为 B。

点评 当今社会经济高速发展,对能源、资源需求量急剧增加,环境问题也日益严重。令人欣慰的是,我们现在已经认识到了这一点,在发展的同时应该善待地球。其中化学科学必将为此做出巨大的贡献。

【拓展·应用】

1. 由于条件所限,仅有一大一小两支试管和稀硫酸,甲、乙两学生各找来铝制牙膏皮,各自设计一种装置来制取一试管氢气。他们设计装置如图所示:



(1) 上述两装置相比, _____ (填“甲”或“乙”)装置设计更合理。

(2) 用较合理的装置来制取氢气,现欲使氢气充满收集气体的试管,应采取的措施是_____。

(3) 还可以用哪些物品代替牙膏皮或稀硫酸来完成反应? _____ (填写一种物质即可)。

2. 阅读下列短文,回答问题:

汽车作为曾经推动人类文明向前跃进的现代社会的产物,在给人类的生活带来便捷舒适的同时,对自然生态环境的恶化也有难以推卸的责任。据“2004年中国环境状况公报”称,北京大气污染主要来源于工业污染和汽车尾气,99%的一氧化碳和一氧化氮的排放来源于汽车尾气。北京已连续六年环保投资在百亿元以上,环境质量进一步改善,但同时环境保护任务依然十分艰巨。

另据报道,将氢气应用于汽车发动机的技术已在我国研制成功,酒精作为燃料的汽车已在北京市、河南省使用,厦门市有一部分汽车改用液化气作为燃料。

(1) 汽车尾气中的大气污染物有(写化学式)_____。

(2) 部分地区将部分汽车排气管加装三效转换器,促使一氧化碳在排气管内与空气作用转化为二氧化碳,其反应式为_____。

(3) 请提出治理汽车污染的一条合理化建议:_____。

(4) 就目前的情况看,氢气做燃料的汽车要投入使用前,你认为还要研究解决的问题有:_____。

(5) 若实验用氢气汽车运行1 km,需要2 858 kJ能量。现这辆汽车行走30 km,需要_____ g 氢气。(已知每克氢气燃烧放出142.9 kJ能量。)

▲ 多彩化学漫步

不吃羊的狼

中国民间故事及古希腊伊索寓言中有不少狼吃小羊的故事。狼是一种凶残的动物,划为豺狼虎豹一类,它吃羊羔的本性是不会改变的。

动物学家在美洲大陆上驯出了一种北美狼,它不吃羊羔,即使把小羊羔放在它的嘴巴底下,它也会远远地回避。你一定感到很惊奇吧。这是怎么回事呢?

原来 科学家给北美狼开了一张羊肉加氯化锂的处方,就是在羊肉中掺进了一种叫氯化锂的化学药品。北美狼吃了这种含有氯化锂的羊肉,在短时期内会患有消化不良及肚子胀痛等疾病。开始时,它们明显地不喜欢这些肉的味道,到后来如果在肉食方面给它们有选择的可能,它们就不吃含有氯化锂的羊肉。这样经过多次驯化,它们就不再掠食羊羔了。

有趣的是,母狼吃什么样的食物,它的奶就会有什么样的味道。母狼不吃羊羔的特性,会很快地传给它的幼仔,并且母狼不给它的幼仔吃自己已经回避的食物——羊羔,那么幼狼也绝不会去尝试这些羊羔。

亲爱的读者,如果有狼掠食羊群的地方,你有什么巧妙的办法来保护羊群呢?另外,你一定听说过“老鹰捉小鸡”的故事吧,你又有何措施能使小鸡免遭毒害呢?你愿意像科学家那样,当一名驯兽能手吗?

[答案与解析研读]

【教考动向·演练】

1. 3 500 ② 110

2. B 酒精、天然气都是含碳化合物,完全燃烧生成二氧化碳和水,二氧化碳是引起温室效应的主要物质之一;不完全燃烧生成 CO,使环境污染更为严重。CO 燃烧也会生成二氧化碳。氢气燃烧只生成水,对环境没有污染。B 正确。
3. C 爱因斯坦是物理学家,达尔文是生物学家,欧拉是数学家,居里夫人是惟一一位两次获得诺贝尔奖的化学家。C 正确。
4. B 造纸、印刷技术、火药、指南针、炼铜、炼铁、炼钢、人工合成牛胰岛素等都属于中国重大的发明和发现,对世界科学的发展做出了贡献。但印刷技术、指南针与化学关联不大,因此答案为 B。
5. 近代化学 现代化学 现代化学
6. C 现代化学日益成为一门“中心科学”,和人们的生活息息相关。研究领域涉及微观世界、能源开发、材料研制、环境保护、生命科学等诸多领域。答案为 C。

【教考动向·应用】

1. D 矿泉水中一般含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等多种离子,饮料中的水及其他营养成分都属于“化学物质”,氮、磷都是常量元素,A、B、C、错误。D 正确。此题与人们的饮食保健密切相关,解决此类题需要学生灵活运用所学知识,而不是靠死记硬背,这样有助于克服传统教学囿于传授书本知识的倾向,避免了“题海”带来的思维僵化,有助于学生适应日益技术化的日常生活,应付不断进步的科技革新,有能力对科学技术、人类生存相关的社会问题发表意见并作出决策。
2. C 题述四个选项中的科学家均为我国科学事业的发展做出了突出的贡献。其中,李四光是我国当代著名的地质学家,华罗庚是著名的数学家,钱学森是著名的物理学家;侯德榜被称为中国近代化学史上的第一颗明星,为中国化学工业的发展做出了卓越贡

献,是中国近代化工工业的奠基人,他发明的联合制碱法为中华民族争得了荣誉。

3. A 化学是以实验为基础的科学,但是,近年来理论推导和大型计算机的仿真计算也已经成为了研究化学的新的手段,正如题中信息所说,这两位科学家使理论和实验协力探讨分子体系的性质,这说明化学实验已经不再是研究化学的惟一手段。

4. (1)反应物中不含金元素,而化学反应不能得到新的元素 (2)铜、锌合金 $\text{ZnCO}_3 \xrightarrow{\quad} \text{ZnO} + \text{CO}_2$; $\text{C} + 2\text{ZnO} \xrightarrow{\quad} 2\text{Zn} + \text{CO}_2 \uparrow$; $\text{C} + 2\text{Cu}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 4\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$ (3)取少许合金加入少量盐酸(或稀硫酸、醋酸等),若有气泡产生,则可证明是假黄金。(或往少许合金中加入 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液、 AgNO_3 溶液等,观察有无 Hg 、 Ag 等金属析出;高温灼烧合金,观察是否变黑,测定、比较合金和黄金的密度等合理的物理方法等等。)

【拓展·应用】

1. (1)甲 (2)先使反应的试管口伸入收集试管的底部,然后慢慢往下移动 (3)废铁皮、铁钉、食醋等(答其中一种即可)

2. (1)CO NO (2) $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{CO}_2$ (3)这是一道开放性问题,可能的答法有如下几类:A. 限制汽车的发展,如限制私人汽车的发展,发展公共交通。B. 将汽车全部加装三效转换器等汽车环保装置,使汽车尾气得到净化。C. 改用清洁环保型燃料,如酒精、液化气等。D. 使用电力汽车。E. 加快研制如氢气等新型环保能源,研制核能的民用化等。(4)这是一道开放性问题,可能的答法有如下几类:A. 关于氢气的来源问题,如何获得大量而廉价的氢气? B. 关于氢气的保存和运输问题,如何储存和运输大量的氢气? C. 关于氢气在汽车上的使用问题,如汽车上如何灌装一定量的氢气? D. 关于氢气使用的安全问题,如何防止氢气在使用、储存和运输时与空气混合爆炸?(5)600

此题是以环境保护和能源开发为情境设置的试题,其中(3)和(4)为开放性试题。通过此题,使学生认识到我国环境污染的严重性,认识到人类文明与环境恶化的双重性,了解我国新能源开发的迫切性,更强调了公民治理环境的参与性,增强了学生将所学知识运用到环保建设中的意识,使学生养成运用知识研究问题、解决问题的思想方法,让学生成为环保的参与者,体验创造的价值和魅力,激发创新精神。

第2节 研究物质性质的方法和程序

① 感悟课标新理念

▲ 课程学习目标

[课标要求]

1. 了解金属钠的物理性质及主要的化学性质(钠跟水、氯气的反应), 认识钠是一种很活泼的金属。
2. 了解氯气的物理性质和主要的化学性质(氯气跟金属单质、非金属单质及水的反应)。
3. 认识实验、假说、模型、比较、分类等科学方法对化学研究的作用。
4. 通过对钠跟氧气的反应及氯气性质的实验探究 , 体会实验方法在化学研究中的作用 , 并认识到实验过程中控制实验条件的重要性。

[重点难点]

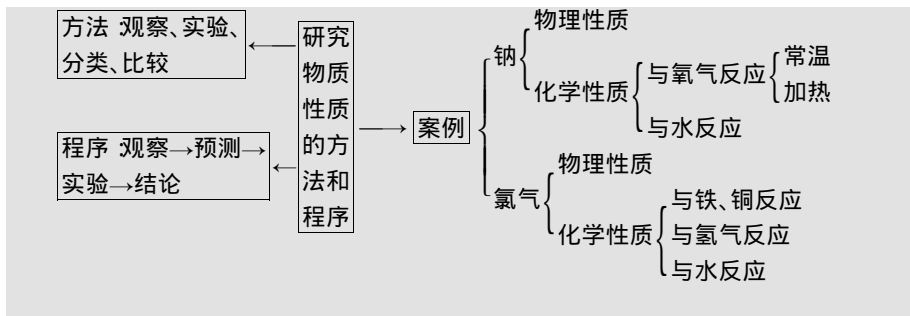
学习重点

1. 金属钠和氯气的化学性质。
2. 观察、实验、分类、比较等方法在研究物质性质中的运用 , 研究物质性质的一般程序。

学习难点

研究物质性质的一般程序。

▲ 教材脉络梳理



▲ 学习背景探索

钠和钾的发现

在 19 世纪初 , 伏特 (Volta A. 1745 ~ 1827 , 意) 发明了电池后 , 各国化学家纷纷利用电池分解水成功。

英国化学家戴维 (Davy H. 1778 ~ 1829) 坚持不懈地从事于利用电池分解各种物质

的实验研究。他希望利用电池将苛性钾分解为氧气和一种未知的“基”，因为当时化学家们认为苛性碱也是氧化物。它先用苛性钾的饱和溶液实验，所得的结果却和电解水一样，只得到氢气和氧气。后来他改变实验方法，电解熔融的苛性钾，在阴极上出现了具有金属光泽的、类似水银的小珠。一些小珠立即燃烧并发生爆炸，形成光亮的火焰；另一些小珠不燃烧，只是表面变暗，覆盖着一层白膜。他把这种小小的金属颗粒投入水中，即起火焰，在水面急速奔跃，发出“滋滋”的声音。就这样，戴维在1807年10月6日发现了金属钾。几天之后，他又从电解苛性钠中获得了金属钠。

戴维将钾和钠分别命名为 Potassium 和 Sodium，因为钾是从草木灰（Potash），钠是从天然碱——苏打（Soda）中得到的，它们至今保留在英文中。钾和钠的化学符号 K、Na，分别来自它们的拉丁文名称 Kalium 和 Natrium。

摘自《江门教育信息网》

② 研习教材重难点

研习点 1 研究物质性质的基本方法和程序

【温故·知新】

在初中的学习中，认识的物质主要有空气、氧气、水、氢气、碳、盐酸、硫酸、硝酸、氢氧化钠、氢氧化钙、氯化钠、硫酸铜、碳酸钠、化学肥料、甲烷、乙醇、醋酸、煤、石油等。我们通过观察、实验、分类、比较等方法，按一定程序来研究它们的性质。

1. 研究物质性质的基本方法

(1) 观察法

① 含义：是一种有计划、有目的地用感官考察研究对象的方法。

② 内容：人们既可以直接用肉眼观察物质的颜色、状态，用鼻子闻物质的气味，也可以借助一些仪器来进行观察，从而提高观察的灵敏度。在观察过程中，不仅要用感官去搜集信息，还要积极地进行思考，及时储存和处理所搜集的信息。观察要有明确而具体的目的，要对观察到的现象进行分析和综合。

(2) 实验法

① 含义：通过实验来验证对物质性质的预测或探究物质未知的性质的方法。

② 注意的问题：在进行实验时，必须注意实验安全。同时要注意控制温度、压强、溶液的浓度等，这是因为同样的反应物质在不同的条件下可能会发生不同的反应。

③ 实验的步骤：在进行研究物质性质的实验前，要明确实验的目的要求、实验用品和实验步骤等；实验中，要仔细观察实验现象，并做好实验记录；实验后，要写好实验报告，并对实验结果进行分析。

(3) 分类法

在研究物质的性质时，运用分类的方法，分门别类地对物质及其变化进行研究，可以总

总结出各类物质的通性和特性 ;反之 ,知道某物质的类别 ,我们就可推知该物质的一般性质。

(4)比较法

运用比较的方法 ,可以找出物质性质间的异同 ,认识物质性质间的内在联系 ,对物质的性质进行归纳和概括。

2. 研究物质性质的基本程序

首先 ,要观察物质的外观(包括物质的存在状态、颜色、气味等) ;

其次 ,要对物质的性质进行预测 ;

再次 ,设计并实施实验来验证所做的预测。通过对实验现象的观察和分析 ,归纳出与预测一致的性质 ,并对实验中出现的特殊现象进行进一步的研究 ;

最后 ,对实验现象进行分析、综合、推论 ,概括出物质的通性及特性。

【迁移·体验】

例 1 :用如图所示的方法研究某气体的性质 ,这种方法属于

- A. 实验法
B. 观察法
C. 分类法
D. 比较法



【研析】图中所示为一名同学闻有毒气体气味的正确方法。许多同学容易误认为是实验法。实际上 ,是一种有计划、有目的地用感官考察研究对象的方法 ,直接用肉眼观察物质的颜色、状态 ,用鼻子闻物质的气味 ,都属于观察法。答案为 B。

例 2 :下面是某同学研究氯水漂白性的一个探究性实验片断。

活动记录

观察 氯气的颜色 :黄绿色 ,氯水的颜色 :淡黄色。

结论 氯水中含有氯气分子。

实验操作 用两根玻璃棒分别蘸取盐酸和氯水 ,各滴在两片蓝色石蕊试纸上。

实验现象 滴有盐酸的试纸变红 ,滴有氯水的试纸中间变白 ,外圈变红。

分析与结论 氯水呈黄绿色 ,说明氯水中溶有游离的氯气分子。滴有氯水的蓝色石蕊试纸外圈变红 ,说明氯水中有能使试纸变红的酸生成 ;中间变白 ,说明氯水中有能够使有色物质褪色的物质生成。

问题与思考 氯气溶于水发生如下反应 : $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$,溶液中的水和盐酸都没有漂白作用 ,能够使有色物质褪色的物质是氯水中的氯气分子还是氯水中的次氯酸呢 ?还是二者都有漂白作用 ?

请你参照他已完成的部分实验活动记录 ,自己设计一个实验 ,证明到底是哪种物质有漂白作用。

实验操作 _____。

实验现象 _____。

分析与结论 _____。

【研析】实验操作 收集一集气瓶干燥的氯气 ,用镊子夹取一片一端湿润的有色纸条 ,伸入到盛有干燥氯气的集气瓶中。

实验现象 有色纸条湿润的一端颜色褪去,另一端无明显变化。

分析与结论 干燥的有色纸条颜色不褪,证明氯气本身无漂白作用。又知水和盐酸都没有漂白作用,容易推知湿润的有色纸条褪色,是因为氯气溶于水发生如下反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$,溶液中的 HClO 具有漂白作用。

【教考动向·演练】

1. 下列说法正确的是

- A. 观察只是指用眼看
B. 观察只是指用耳听
C. 观察只是指用鼻嗅
D. 观察还包括用手感觉

2. 已知 Br 原子与 Cl 原子最外层电子数相同,它们在物质分类中都被划分为非金属元素中的一类元素。

(1) 试根据 Cl_2 的化学性质预测 Br_2 的化学性质(写出三条即可)。①_____ ;②_____ ;③_____。

(2) 预测 Br_2 的化学性质,你采用的方法是_____ ,欲验证以上预测的正误,可采用的方法是_____。

研习点 2 钠的性质和用途

1. 钠的物理性质

软、亮、轻、低、导(软——质软,硬度小;亮——银白色金属光泽;轻——密度小,比水轻;低——熔点低;导——可导电、导热)。

2. 钠的化学性质

(1) 与 O_2 反应:常温下 $4\text{Na} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{O}$ (白色固体);点燃或加热时 $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Na}_2\text{O}_2$ (淡黄色固体)。(2) 与 Cl_2 反应 $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{NaCl}$ 。(3) 与水反应 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$,现象为熔、浮、游、鸣、红(滴入酚酞,溶液变红)。(4) 与酸反应:非常剧烈,以致爆炸。(5) 与盐溶液反应:可认为是先与盐溶液中的水反应,然后再发生复分解反应(其实质都是先和溶液中的 H^+ 反应)。

3. 钠的存在与保存

(1) 元素在自然界的存在有两种形态:①游离态,元素以单质形式存在;②化合态,元素以化合物形式存在。钠的化学性质很活泼,在自然界里无游离态,只有化合态(NaCl 、 Na_2CO_3 、 Na_2SO_4 、 NaNO_3 等)。

(2) 保存:因为常温下金属钠能跟空气中的氧气反应,还能跟水、水蒸气反应,所以金属钠保存在煤油或石蜡油中,主要是为了隔绝空气和水。

4. 钠的用途

(1) $\text{K}-\text{Na}$ 合金用于原子反应堆做导热剂。(2) 制备 Na_2O_2 。(3) 做电光源:高压钠灯。(4) 冶炼稀有金属。

【领悟·整合】

一种单质如果属于金属单质,讨论其化学性质的一般思路是,一般能和非金属单质(O_2 、 Cl_2 、 S 等)、水、酸、盐等反应以及其他特性。

【迁移·体验】

例3:下列关于钠的叙述中,正确的是

- A. 钠在自然界中存在游离态
B. 钠是一种灰色的固体
C. 钠可以保存在煤油或 CCl_4 中
D. 钠着火时可以用沙土扑灭

【解析】 本题考查的知识点是钠的存在及单质的颜色、状态和化学性质。钠是一种非常活泼的金属,易跟空气中的氧气及水发生反应,所以自然界中没有游离态的钠。钠是银白色固体,因被氧化成氧化钠而呈现出灰色,但灰色不是金属钠的颜色。钠与煤油不反应,并且钠的密度比煤油大,将钠保存在煤油中可以避免空气及水与钠接触,而 CCl_4 的密度比钠大得多,钠将浮于液面上,达不到隔绝空气的目的,所以不能用它保存钠。钠着火时比较好的灭火方法是用沙土扑灭。答案为D。

解答此题时要抓住钠易被氧化这一典型性质,从活动性上推测其存在、保存方法、在空气中的颜色及着火时的灭火方法。注意:解题时容易错把钠块表面常见的灰白色当成金属的颜色。

例4:下列关于钠与水反应的说法不正确的是

①将小块钠投入滴有石蕊试液的水中,反应后溶液变红。②将钠投入稀盐酸中,钠先与水反应,后与盐酸反应。③钠在水蒸气中反应时因温度高会发生燃烧。④将两小块质量相等的金属钠,一块直接投入水中,另一块用锡箔包住,在锡箔上刺些小孔,然后按入水中,两者放出的氢气质量相等。

- A. ② B. ②③ C. ②③④ D. ①②③④

【解析】 本题考查的知识点是钠与水反应的过程、本质及产物。钠与水反应产生氢氧化钠,只能使酚酞试液变红,而不能使石蕊试液变红。钠与水的反应本质是钠与 H^+ 的反应,所以钠先与盐酸溶液中的酸反应。钠在水蒸气中反应产生的是氢气,尽管温度高且反应放热,因无氧气而不能燃烧。钠的密度比水大,浮在水面上时,会有部分钠被氧气氧化,而用锡箔包住的钠不会被氧气氧化,所以与水反应的钠质量不相等,两者放出氢气的质量也不相等。答案为D。

解答此题时,易混淆石蕊和酚酞的性质差别、燃烧的条件,更易忽略反应时钠所处的环境对反应造成的影响。

【发散·探讨】

在做钠与水反应的实验时,可观察到以下实验现象,根据实验现象可推断有关结论。

序号	实验操作	实验现象	推测结论
1	打开存放钠的试剂瓶	煤油中的钠块沉在下部	钠的密度比煤油大,钠与煤油不反应

2	用镊子取出一块钠,用滤纸吸干表面的煤油,在玻璃片上用小刀切下一小块钠	很容易切割	钠硬度小
		刚切开时,表面呈现银白色,迅速变灰暗	钠是银白色金属,容易与氧气反应
3	把切下的一小块钠投入水中	钠浮在水面上	钠的密度较小
		钠迅速熔成闪亮的小球	钠的熔点低,钠与水反应放热
		小球四处游动	钠与水接触部位产生气体不均匀
		反应伴有“嗞嗞”声	反应激烈,产生气体,水汽化
		小球逐渐变小,直至消失	反应中钠被消耗,产物易溶于水
4	向所得溶液中加入酚酞	溶液变红	反应生成了碱

【教考动向·演练】

3. 学生甲和乙,对金属钠的色泽发生了争议。甲说书本上讲钠是银白色的,乙说他亲眼看到钠是暗灰色的,学生丙听到他们的争论后,从实验室取了一小块钠,用很简单的实验证明了金属钠是银白色的,并解释了通常看到钠是暗灰色的原因。丙是怎样进行实验证明和解释的?
4. 将一小块金属钠投入足量的下列物质中,既能生成气体,又能生成白色沉淀的是
- A. $MgSO_4$ 溶液 B. $BaCl_2$ 溶液 C. $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液 D. $CuCl_2$ 溶液

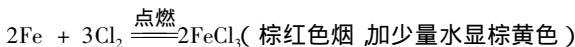
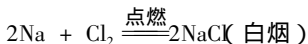
研习点 3 氯气的性质

1. Cl_2 的物理性质

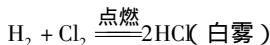
在通常情况下,氯气为黄绿色气体,有刺激性气味,易液化,能溶于水(1:2),氯水颜色呈淡黄色。闻 Cl_2 时应距 Cl_2 一尺左右,用手轻轻扇一下集气瓶口上方空气,让少量的 Cl_2 进入鼻孔。

2. Cl_2 的化学性质

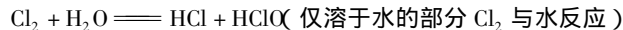
(1) 与金属反应



(2) 与非金属反应



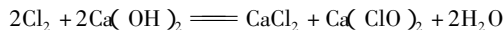
纯净的 H_2 可在 Cl_2 中燃烧,发出苍白色火焰。 HCl (溶解度 1:500) 溶于水成为盐酸 (3) 与水反应



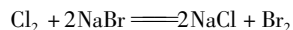
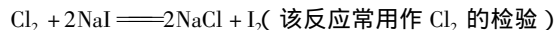
(4) 与碱反应



工业上用 Cl_2 与石灰乳作用制漂白粉:



(5) 与盐溶液的置换反应



【领悟·整合】

(1) 变价金属与 Cl_2 反应时显高价。

(2) 广义的燃烧:任何发光、发热的剧烈化学反应都可以叫燃烧。

(3) Cl_2 与碱的反应可认为 Cl_2 先与水反应,生成 HCl 和 $HClO$, HCl 和 $HClO$ 再与碱反应生成 $NaCl$ 和 $NaClO$ 。

(4) 漂白粉的漂白原理: $Ca(ClO)_2 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + 2HClO$,起漂白杀菌作用的是 $HClO$ 。该反应也说明了碳酸($H_2O + CO_2$)的酸性强于次氯酸,反应原理是强酸制取弱酸。

【迁移·体验】

例 5 检验氯化氢气体中是否混有少量氯气,可以采用的方法是

- A. 用干燥的蓝色石蕊试纸 B. 用干燥的有色布条
C. 将气体通入硝酸银溶液中 D. 用湿润的淀粉碘化钾试纸

【析】 本题应该从氯气的性质入手来进行正确的判断, A、B 两项都是干燥的,无法产生 $HClO$ 而检验氯气; C 项通入硝酸银溶液中,不管是否含有氯气都会生成白色沉淀,因为氯化氢溶于水可电离出 Cl^- ,所以也无法区别; D 项氯气可以使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝,常用作氯气的检验和验满。答案为 D

氯化氢的水溶液是盐酸,氯气的水溶液是氯水,其中也有盐酸。这是二者的共性,所以应该从不同的地方,如氯气、 $HClO$ 等角度进行鉴定。

例 6:为防止吸入氯气而引起中毒,常用浸透某种物质的毛巾捂住口鼻,这种物质可能是

- A. Na_2CO_3 B. $NaOH$ C. Na_2O_2 D. $HClO$

【析】 碳酸钠能跟氯水中的成分 H^+ 直接反应且生成无害的物质,次氯酸也不断地分解了。由于 HCl 、 $HClO$ 不断反应而减少,也促使氯气不断反应掉了。这样就可以把氯气引起的中毒问题解决了。解答本题时特别容易误选 B,因为实验室中制备氯气的尾气吸收所选用的就是氢氧化钠溶液。但在本题的情景下,选用腐蚀性很强的强碱氢氧化

钠溶液显然是不合适的。选择错误的原因主要是不能全面应用所学知识结合问题情景进行正确的判断。答案为 A。

此题需要我们把问题的实际情况分析清楚,结合实际情况拿出切实可行的方案,这就要求对物质的性质了解清楚,并且对知识的应用要灵活——把知识学活、用活!

【发散·探讨】

化学现象中的烟、雾、气的区别

(1)烟:大量细小固体颗粒分散在气体中的现象。例:Cu 在 Cl_2 中燃烧生成棕黄色烟(CuCl_2)。

(2)雾:大量细小液滴分散在气体中的现象。例:HCl 气体在空气中遇水蒸气生成的雾(盐酸小液滴)。

(3)气:是指气态物质。若气体无色,则肉眼看不到,气体有色才能观察到。

【教考动向·演练】

5. 下列常用的干燥剂中,不能干燥氯气的是

- A. 浓 H_2SO_4 B. 碱石灰 C. P_2O_5 D. 无水氯化钙

6. 把石蕊试液滴加到新制的氯水中,出现的现象是

- A. 溶液变红色 B. 溶液变蓝色 C. 溶液变紫色 D. 溶液颜色先变红,后立即消失

▲教材【练习与活动】答案

1. (1)B 钠的熔点比较低,加热时先熔化,再燃烧,最后生成 Na_2O_2 。钠的沸点也比较低,熔化后有钠蒸气产生,因此燃烧时有火焰。

(2)氧气 水蒸气 煤油 氧气 水蒸气

(3)钠与 CuSO_4 溶液反应时,先是钠与水反应 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, 后是 NaOH 与 CuSO_4 反应生成蓝色的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀,即 $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$, 而不发生生成铜的置换反应。这里所说的先后,不是等钠完全反应后再发生沉淀反应,而是一产生 OH^- , 即发生 Cu^{2+} 的沉淀反应,总反应的化学方程式为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow$ 。(仔细观察生成物,可能会发现在蓝色固体上还存在极少量的黑色物质,该黑色物质可能是氧化铜或细小的铜颗粒。)

2. (1)B (2)D (3)先变红,后褪色

研析 (1)在通常情况下,氯气为黄绿色、有刺激性气味的有毒气体。易液化,能溶于水(1:2)。液氯与氯气状态不同,但成分相同,是同种物质。不过,氯水是混合物,内含氯气、水、盐酸、次氯酸等多种物质。

(2)因 Cl_2 化学性质很活泼,变价金属与其反应时生成高价态化合物,Fe 元素有 +2 价, +3 价, Cu 元素有 +1 价, +2 价, H 元素只有 +1 价。

(3)氯水中的 H^+ 可使石蕊变红, HClO 具有漂白性可使石蕊褪色,前者反应速率较快,后者反应速率较慢,故先变红,后褪色。

3.(1)观察 淡黄 固

预测：

实验内容	实验现象	解释及结论
①	放出无色无味气体,酚酞先变红,后褪色。	生成 NaOH,使酚酞变红色;产物中含有漂白性物质。
②将带火星的木条放在试管口。	木条复燃。	生成的无色无味的气体是氧气。

结论 ①氢氧化钠和氧气 ②过氧化钠与水反应生成氢氧化钠和氧气,其他金属氧化物有的不与水反应,有的与水反应生成碱,但不生成氧气

(2)观察物质的外观性质→预测物质性质→实验和观察→发现特殊现象,提出新的预测→实验和观察→结论。

(3)观察、分类、实验、比较。

③探究解题新思路

▲基础拓展型

题型1 钠的性质

例1 将4.6 g 钠与1.6 g 硫粉迅速混合起来,并放在石棉网上加热,反应后生成的固体是

- A. 淡黄色固体混合物 B. 硫粉与硫化钠
C. 过氧化钠与硫化钠 D. 氧化钠与硫化钠

【研析】 钠是化学性质很活泼的金属,能和硫反应。但在加热条件下,钠既能和硫化氢生成硫化钠,也能和空气中的氧气反应生成过氧化钠,而钠又是过量的,所以除生成硫化钠外还有过氧化钠生成。答案为 AC。

点评 钠和氧气的反应是钠化学性质的关键之一。钠的活泼性足以使钠和硫很容易地化合,这是学生应该判断出来的。此题考查了思维的多向性。

例2 将同样大小的金属钠,分别投入到①MgCl₂ 溶液、②饱和 NaCl 溶液中,各发生什么现象?

【研析】 在两种溶液中的共同现象是:钠浮在液面上,熔成小球,迅速游动,并发出“滋滋”的声音,最后消失;不同之处是①中有白色沉淀,②中溶液变浑浊。

点评 该题旨在培养学生完整地描述实验现象的能力和对知识的归纳能力。金属钠分别投入到上述两种盐溶液中,首先与水反应 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$,在①中又发生了反应 $\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$;在②中 Na^+ 浓度增大,而水的量减少,故有 NaCl 晶体析出。

题型2 氯气的性质

例3:已知氰气(CN)₂和氯气的性质相似,请写出(CN)₂和氢氧化钠溶液反应的化学方程式。

【解析】 题中信息很少但很关键,既然氰气(CN)₂和氯气的性质相似,所以解决本题的主要任务是模仿,把已有的知识进行迁移就可以了。首先写出氯气与氢氧化钠溶液反应的化学方程式:Cl₂ + 2NaOH = NaClO + NaCl + H₂O,然后用CN替换Cl得出(CN)₂和氢氧化钠溶液反应的化学方程式。

【答案】 (CN)₂ + 2NaOH = NaCNO + NaCN + H₂O

点评 这些信息题的难度并不大,但由于没有把知识学活、用活,容易看到新东西就发慌,其实仔细想想,解这类题的关键就是简单的模仿。对于这类问题还需要不断锻炼解题心理素质,做到遇简单题必得分,遇难题能进行正确的分析。

题型3 简单实验设计

例4:为了证明钠的熔点低于100℃,甲、乙两同学预运用实验方法证明。甲同学设计的方案为:用镊子取一块金属钠,用滤纸吸干煤油后,将钠投入一盛有水的烧杯中,反应过程中钠熔化成闪亮的小球,而此时水未沸腾,由此证明钠的熔点低于100℃。乙同学设计的方案为:用镊子取一块金属钠,用滤纸吸干煤油后,放到小试管中,塞上橡皮塞,把试管浸入沸水中一段时间,若发现固体熔融,即证明钠的熔点低于100℃。你认为他们的方案合理吗?为什么?

【解析】 钠与水反应时,放出的热量使钠熔化,说明钠熔点不高,其实熔化的液体钠的温度比水的温度高很多,由于接触到液体钠的水只是局部受热,故未沸腾,这并不能说明钠熔点低于100℃。乙同学的方案中,钠熔化时试管温度不超过100℃,证明钠的熔点低于100℃的理由充分。因此,乙同学的方案正确,甲同学的方案不正确。

点评 本题是对钠与水反应及钠在空气中加热时的现象进行推理,联系了钠的物理性质、化学性质和实验现象。解题的关键是熟悉钠与水反应和钠在空气中加热时的现象,并把握产生这些现象的逻辑关系。解题时容易根据钠熔化而水未沸腾误认为钠熔点低于100℃(尽管钠熔点为97.81℃)。

例5:向盛有NaOH溶液(已滴加过几滴酚酞试液)的烧杯中加入新制氯水,红色褪去。甲同学认为是由于氯水的漂白性所致,而乙同学则认为是由于氯水的酸性所致。请设计一个简单的实验,判断哪一位同学的观点正确,并简述操作、现象、结论。

【解析】 氯水中的次氯酸能破坏酚酞中的有机物质,再滴加NaOH溶液,由于酚酞已被破坏,不再出现红色,但如果是由于氯水的酸性所致,再加NaOH溶液,溶液呈碱性时,重新变成红色。

【答案】 取“红色褪去”的溶液1~2 mL于试管中,滴加NaOH溶液,若红色复现,则乙同学观点正确,否则甲同学观点正确。

点评 我国著名的化学家傅鹰先生说过,化学是实验的科学,只有实验才是最高法庭。化学实验在学生个性发展中起着重要作用,“实验+思考+创新”已成为学生学习化学的成功之路,本题考查学生简单实验设计、科学精神、科学态度和创新能力。

【教考动向·应用】

1. 下列关于钠的叙述错误的是

- A. 实验后剩余的少量钠粒不可放回原试剂瓶中
- B. 用一般的化学还原法不能制取金属钠
- C. 自然界中无游离态的钠存在
- D. 钠在空气中燃烧生成氧化钠

2. 下列变化不能直接实现的是

- A. $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2$
- B. $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{ClO})_2$
- C. $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \rightarrow \text{HClO}$
- D. $\text{HClO} \rightarrow \text{CO}_2$

▲ 综合创新型

题型1 创新应用

例1 通常采用将钠与亚硝酸钠(NaNO_2)在空气中共热的方法制取氧化钠,反应的另一产物为 N_2 ,则该反应的化学方程式为_____。试说明不采用钠在氧气中燃烧的方法而采用此法制取氧化钠的原因_____。

【析】 钠与氧气在较和缓的条件下会生成氧化钠,氧化钠不稳定,容易和氧气进一步反应生成过氧化钠,所以采用钠在氧气中燃烧的方法不能得到氧化钠。 NaNO_2 与Na共热时,如果生成的氧化钠能够与氧气充分接触,也不能得到纯净的氧化钠,因为本反应的产物除了氧化钠外还有被钠还原出的氮气,可以有效地保护生成的氧化钠不与空气中的氧气进一步反应。

【答案】 $2\text{NaNO}_2 + 6\text{Na} \xrightarrow{\quad} 4\text{Na}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$ 采用亚硝酸钠与钠在空气中共热制取氧化钠时,由于反应产物中有氮气,隔绝了生成的氧化钠与空气中氧气的接触,氧化钠不能和氧气进一步反应,故可得到较纯的氧化钠

点评 本题的变化点是钠与氧气反应生成氧化钠和制备氧化钠的区别。根据质量守恒定律,可写出钠与亚硝酸钠反应生成氧化钠和氮气的化学方程式。钠在空气或氧气中燃烧会生成过氧化钠,而此法在氮气环境中,产物氧化钠被保护不会继续反应生成过氧化钠。

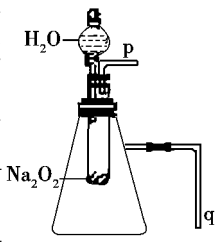
题型2 开放探究

例2 演示实验:用脱脂棉包住约0.2 g过氧化钠粉末,置于石棉网上,往脱脂棉上滴水,观察到脱脂棉剧烈燃烧起来。

(1)由上述实验现象所得出的有关过氧化钠跟水反应的结论是:第一,有氧气生成;第二,_____。 Na_2O_2 跟水反应的化学方程式是_____。

(2)某研究性学习小组拟用A图所示装置(气密性良好)进行实验,以证明上述结论。用以验证第一条结论的实验方法是:_____;

用以验证第二条结论的实验方法是:_____。



A图

(3)实验(2)往试管中逐滴加水至固体完全溶解且不再有气泡生成后,取出试管,往试管中滴入酚酞试液,发现溶液变红,振荡后,红色褪去。为探究此现象,该小组同学查阅有关资料得知:过氧化钠跟水反应生成NaOH,放出 O_2 的过程如下: $Na_2O_2 + H_2O = H_2O_2 + 2NaOH$, $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2 \uparrow$,过氧化氢具有漂白性。

请设计一个简单的实验,证明过氧化钠和足量水充分反应后的溶液中有过氧化氢存在(只要求列出实验用品及观察到的现象)。实验用品:_____。
现象:_____。

[研析] (1)脱脂棉燃烧除了有氧气外,必须要达到其燃点,据此可判断该反应是放热反应。(2)温度升高,容器内气体会膨胀,因此,将导管q浸入水中,反应过程中导管口有气泡冒出。(3)过氧化氢具有漂白性,可使红色布条褪色,据此可检验其存在。

[答案] (1)该反应是放热反应 $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$ (2)将带火星的木条靠近导管口p处,木条复燃 将导管q浸入水中,反应过程中导管口有气泡冒出 (3)红色布条 布条褪色

点评 (1)物质燃烧有两个条件,一是温度达到着火点,二是有氧气等助燃物质存在,由此可得出:该反应是放热反应,化学方程式为 $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$ 。(2)该小题实质上是考查氧气的检验、气密性检查等化学实验基本方法的运用。(3)是限定范围,考查实验探究能力,可以有多个答案。

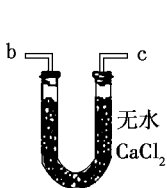
题型3 综合渗透

例3 漂白粉可以和浓盐酸反应产生氯气,某课外兴趣小组试图测定氯气的体积并验证纯净干燥的氯气没有漂白性,现用如图所示装置进行实验,请回答有关问题:

- (1)该装置的正确连接顺序是 a 接()、()接()、()接()、()接()、()接()。
- (2)U形管可以用()替代(填装置名称),内盛装的试剂是()。
- (3)洗气瓶中的液体是()。
- (4)在制取氯气前,必须进行的一项操作步骤是()。
- (5)按照实验目的进行之后,干燥有色布条是否褪色() (填是或否)。
- (6)该兴趣小组在实验中,发现量筒中并没有收集到液体,你认为他们失败的原因可能是什么?



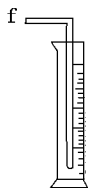
1个



1个



2个



1个



1个

【研析】 本题的解题思路:本实验有两个目的,其一是验证干燥的氯气没有漂白性;其二是测量氯气的体积。由于测量氯气的体积是根据排入量筒里的水来读出,所以验证干燥的氯气无漂白性的实验必须放在测量氯气的体积之前(否则无法连接)。连接顺序:发生装置→除氯化氢杂质→除水蒸气→验证漂白性→排液体→收集液体。除去水蒸气可以用装有无水 CaCl_2 的 U 形管,也可以用盛有浓硫酸的洗气瓶。

【答案】 (1)d e b 或 c e 或 b g h e d f (2)洗气瓶 浓硫酸 (3)饱和食盐水 (4)检查装置的气密性 (5)否 (6)盐酸浓度小,反应没发生;装置漏气;e 与 f 连接。

点评 本题考查的是氯气的制备及性质的检验等相关问题。在任何气体的制备实验开始之前都必须检验装置的气密性。对于仪器的连接一般顺序为:发生装置→除杂装置→验证装置→收集装置→吸收装置。对于 U 形管这样左右相同的装置,如果题中没有说明气体的流向问题,可以从左或右两个方向进行连接。洗气瓶和排液装置一定要注意导管的连接方式。对于有一种以上的杂质时,要注意除杂装置和除杂试剂的选择。本实验中杂质为氯化氢和水蒸气,对应选择饱和食盐水和无水氯化钙,而且是先除氯化氢后除水蒸气。至于实验失败的原因可以从多角度进行分析,要求尽可能应用思维的发散性。

做此类题一定要明确实验目的、原理,对于实验装置的连接问题一定要全面分析,然后按照分析的思路逐步理清各操作环节所要注意的问题。每一个实验装置的特点、功能都要搞清楚,如排液与洗气装置上的两个导管的气流流向正好相反,一个是“短进长出”,另一个是“长进短出”。

【教考动向·应用】

3. 将 2.3 g 钠放入 100 g 水中,生成的溶液中溶质的质量分数为

- A. 等于 2.3% B. 等于 4% C. 大于 2.3% D. 大于 4%

4. 现有 X、Y、Z 三种元素。

(1) X 的单质可以在 Z 的单质中燃烧生成 XZ_3 , 产生棕色烟。

(2) Y 的单质可以在 Z 的单质中燃烧生成 YZ, YZ 是生活中不可缺少的调味品。

(3) X、Y 的单质在常温下为固体, Z 的单质在常温下为气体。

(4) Y 的单质可以与 XZ_3 的水溶液剧烈反应,生成一种无色无味的气体 and 一种红褐色沉淀。

请回答:

① X、Y、Z 的元素符号为: X _____、Y _____、Z _____。

② 写出(4)中发生反应的化学方程式: _____。

④ 开拓学习新视野

▲ 教材知识扩展

[思想方法]

本节学法总结

1. 仔细观察,完整地描述实验现象。描述实验现象应从分析反应过程出发,抓住三个方面的明显现象:生成物和反应物的物理性质差异(如颜色、状态、溶解性、气味等);反应的激烈程度(如静和动、快和慢、爆炸等);反应的能量效应(如明显的声、光、热等)。

2. 加强对基础知识的理解,不要机械地把教材内容背下来,关键是理解。只有理解好了教材内容才能正确而灵活地应用到实际问题中去。加强理解的最好方法是增加一定的训练量,在习题的处理中逐步强化和巩固基础知识。

3. 抓住“现象反映了性质”这一规律,实验和推理联用,定性和定量结合,从钠与水反应时的“浮、游、熔、声、气、消”及产物使酚酞变红推测钠的性质。从钠与水反应延伸到钠与溶液反应时,氧化剂先考虑 H^+ (酸),后考虑 H_2O ,不考虑金属离子。 Na 容易与 O_2 反应,但条件不同,产物也不同。从 Na 与 O_2 反应延伸到钠与 Cl_2 、 S 及 $TiCl_4$ 等物质的反应。

4. 进行有效的对比学习,如液氯、氯水、氯气的对比学习。通过对比学习,可以对知识层面的理解更具体,也能抓住事物的主要矛盾,便于对比解决问题,效率高而且效果好,把易混淆的问题简明化。

5. 分析概括,善于总结,从本质上理解物质变化规律。抓住“性质决定存在、保存方法和用途”这一规律,把握钠的强还原性:钠易与大多数非金属反应,钠要保存在煤油里,钠在自然界都以化合态存在,钠能从水、盐酸中置换出氢气,钠能从钛、锆、铌的卤化物中置换出金属等。

6. 加强所学知识 with 生产、生活等实际问题的联系,把知识用活并能结合实际问题进行应用,以增强我们对知识的掌握。

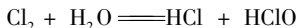
7. 寻求恰当的解决问题的方法,特别对实验题的处理,要尽可能多地寻找解决方案,来训练思维的发散性,从而也能具体地掌握教材内容。对解题方法要进行简要的对比,开阔思维视野,以便在考试中能迅速解题。

[专题放送]

氯水的成分和性质

(1) 氯水的成分

氯水是氯气的水溶液,通常情况下为浅黄色溶液,氯水中只有部分 Cl_2 与水反应,其化学方程式为:



新制的氯水中含 Cl_2 、 H_2O 、 $HClO$ 等分子和 H^+ 、 Cl^- 、 ClO^- 、 OH^- 等离子。

(2) 氯水的性质

氯水的性质比较复杂,与某种物质发生反应时有可能存在多种成分同时作用于一种物质。在一般情况下,认为是溶液中氯分子的性质。若为盐酸或次氯酸的性质,主要有下面几种情况:

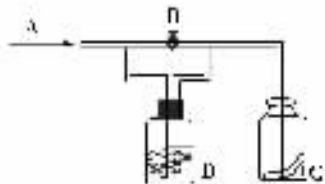
①作为盐酸的性质:当与弱酸盐或硝酸银溶液反应时,主要表现为盐酸的性质,例如:氯水与 Na_2CO_3 溶液反应以及氯水与 AgNO_3 溶液反应。

②作为次氯酸的性质:氯水用于漂白(与有机化合物色素作用)、消毒、杀菌等。

③要注意液氯与氯水的区别:液氯是纯净物,成分是 Cl_2 分子,而氯水是混合物。

▲ 考题在线搜索

考题 1 (2003 上海理综)右图是一种实验某气体化学性质的实验装置,图中 B 为开关,如先打开 B,在 A 处通入干燥氯气,C 中红色布条颜色无变化;当关闭 B 时,C 处红色布条颜色褪去。则 D 瓶中盛有的溶液是



- A. 浓 H_2SO_4 B. 饱和 NaCl 溶液
C. 浓 NaOH 溶液 D. 浓 NaBr 溶液

【析】 如先打开 B,氯气不经过 D 而直接进入 C,因为氯气是干燥的,所以 C 中红色布条颜色无变化;当关闭 B 时,如果 D 瓶中盛有的溶液是浓 H_2SO_4 ,氯气与浓 H_2SO_4 不反应,通到 C 中的仍是干燥的氯气,红色布条颜色无变化;如果 D 瓶中盛有的溶液是饱和 NaCl 溶液,由于氯气在饱和 NaCl 溶液中溶解度很小,所以氯气顺利通过 D,并带出一定量水蒸气,进入 C 后,湿润氯气中的次氯酸使红色布条颜色褪去,B 选项符合题意;如果 D 瓶中盛有的溶液是浓 NaOH 溶液或浓 NaBr 溶液,氯气与它们都能反应,在通过 D 时均被吸收,因而 C 中红色布条颜色无变化。答案为 B。

点评 本题考查的核心是次氯酸的漂白性,但学生只有熟练掌握氯气的化学性质,如与水反应生成盐酸和次氯酸、可与 NaOH 溶液和 NaBr 溶液反应等,才能顺利解答此题。通过解答本题,还应明确以下几点:干燥氯气常用浓 H_2SO_4 除去氯气中的氯化氢常用饱和 NaCl 溶液,吸收氯气常用浓 NaOH 溶液。

考题 2 (2005 江苏理综)下列有关钠的叙述中,错误的是

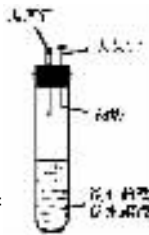
- A. 钠可以用来冶炼金属钛、锆、铌等
B. 钠的化学性质非常活泼,钠元素只能以化合态存在于自然界
C. 钠是一种灰黑色的固体
D. 钠的质地软,可用小刀切割

【析】 钠是一种银白色的金属,质软,钠的化学性质非常活泼,常温下就可以与氧气、水蒸气等反应,因此,自然界无游离态的钠,钠还可以将钛、锆、铌等从其熔融状态的盐中置换出来。答案为 C。

点评 本题综合考查钠的物理性质、化学性质、存在和用途。由此我们可以得到一个启示：掌握钠等元素化合物的知识一方面要全面、准确；另一方面要注意方法。我们可以用观察法和实验法研究其物理性质和化学性质，而性质决定其存在和用途，如A、B选项所述钠的用途和存在都是由钠的化学性质非常活泼决定的。

【拓展·应用】

- 把含有某一种氯化物杂质的氯化镁粉末 95 g 溶于水后，与足量的硝酸银溶液反应，生成氯化银沉淀 300 g，则该氯化镁中的杂质可能是
A. NaCl B. $AlCl_3$ C. KCl D. $CaCl_2$
- 有人设计了如图所示的实验装置，目的是做钠与水反应实验并验证：
①钠的物理性质；②钠与水反应的产物是什么？
(1)当进行适当操作时，还需的仪器有_____。
(2)操作方法是_____。
(3)实验现象是_____。
(4)本实验能证明钠的物理性质有_____，能证明钠与水反应的产物是_____。



▲ 多彩化学漫步

防毒面具的由来

1 L 空气里最多允许含氯气 0.001 mg，超过这个含量就会引起人体中毒。1915 年 4 月 22 日第一次世界大战中，德方为了扭转不利的战局，出其不意地向英法军队集结的阵地上，施放了 180 吨氯气，使 5 000 名联军官兵法场中毒死亡，这就是世界军事史上首次大规模的毒气战。

经此役后蒙受重大损失的英法联军，立即敦促本国政府尽快制造防毒器具。

不久，两国派出数十名最优秀的科学家，到曾被德方用氯气熏袭过的地段，进行考察取证研究。他们惊奇地发现，阵地上大量野生动物，包括树林中的雀鸟及蛰伏的蛙类与裸露的昆虫，都相继中毒死亡。惟独当地的庞然大物——野猪，却安然无恙地活下来。

经研究和实验，科学家发现野猪特别喜欢用强有力的长嘴巴，拱动泥土寻觅地里植物的根茎及一些小动物。当它们嗅到强烈的刺激气味时，常用拱地来躲避。当德军施放毒气突袭联军时，聪明的野猪把嘴鼻拱进泥土里，躲过了灾祸。再经进一步的科学分析，得出结论：由于野猪用嘴拱地，松软的土壤颗粒吸附和过滤了毒气，使它们幸免于难。

两国科学家从中得到启示，根据泥土能滤毒的原理，选中了既能吸附有毒物质，又能使空气畅通的木炭，很快设计制造出世界上首批仿照野猪嘴形状的防毒面具。

1916 年 2 月下旬，德法双方军队在惨烈的凡尔登浴血大战中，德军又重施故伎，在阵地上大放毒瓦斯，此时的法军已基本戴上了防毒面具，较有效地抵御了德军的毒气攻击。当其时，英国年轻的科学家弗莱明（1881～1955 年，1928 年发现了神奇的青霉素）兴奋地说：“好哇，可爱的野猪拯救了士兵啦！”

摘自《羊城晚报》

[答案与解析研读]

【教考动向·演练】

1. D 观察是一种有计划、有目的地用感官考察研究对象的方法。观察不仅包括用眼看，还包括用耳听、用鼻嗅、用手感觉等。
 2. (1) ①能与金属反应生成金属溴化物 ②能跟水反应生成氢溴酸和次溴酸 ③能与碱反应生成金属溴化物、次溴酸盐和水 (2) 分类法 实验法
- 析 既然 Cl_2 和 Br_2 属于同一类，结构也相似，因此它们的化学性质也是相似的。可以预测，在一定条件下， Br_2 像 Cl_2 一样能与许多物质发生反应。
3. 学生丙取出一小块钠放在玻片上，让甲和乙两人观察，看到的的确是暗灰色，丙又用小刀把钠切开，里面的钠是银白色的。丙解释：由于钠的性质活泼，外面的钠被氧化了，因此是暗灰色的。
 4. A 本题的变化点是钠与水反应的延伸，反应现象应是钠与水反应的现象及其产物 NaOH 与盐的离子反应的现象的综合。钠与盐的水溶液反应先与水反应产生 H_2 和 NaOH ，然后再与盐反应：



只有 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 是白色的，而 BaCl_2 溶液与 NaOH 溶液不反应。

解此题时，应抓住钠与物质的水溶液反应一定有气体产生，着重领会“白色沉淀”的来源，紧扣“白色沉淀”传递的两个信息，即沉淀的颜色和物质的溶解性。

5. B 此题可用淘汰法。做干燥剂的物质必须具备两个条件：(1) 本身具有很强的吸水性；(2) 不能与被干燥的物质发生反应。碱石灰是 NaOH 和 CaO 的混合物，能与 Cl_2 发生反应。
6. D 氯水中有盐酸和次氯酸，溶液呈酸性，可使石蕊先变红，而次氯酸又有漂白性，可使之褪色。

【教考动向·应用】

1. D 在实验室中一般从试剂瓶中取用试剂，用完后剩余的药品不能放回，但有些特殊的试剂是要及时放回或处理掉的，目的是防止火灾或其他危害等。钠非常活泼，难以用一般的化学方法来制备，必须用电解熔融氯化钠的方法得到。钠在空气中燃烧得到的是过氧化钠。
2. D 实验室用浓盐酸和二氧化锰反应制取氯气是学习氯气知识的重点之一。氯气和碱反应是制备漂白粉的基础，以及漂白粉的使用原理都是和氯气性质相关的重要知识点。但漂白粉的使用恰是利用了碳酸的酸性比次氯酸的酸性强的原理。因此， $\text{HClO} \rightarrow \text{CO}_2$ 一步不能实现。

此题是对氯气的实验室制法、氯气与碱反应的性质、漂白粉的制取和使用、酸和盐

反应的条件等知识的变形考查。形式少,但包含的知识内容较多且很重要,同时考查了学生对已学重点知识之间内在联系的理解运用能力。

3. C 本题采用估算法。2.3 g 钠跟水反应生成 4.0 g NaOH,而溶液质量为 100 g + 2.3 g - 0.1 g = 102.2 g,NaOH 溶液的质量分数在 2.3 ~ 4% 之间。

4. ① Fe Na Cl ② $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ $3\text{NaOH} + \text{FeCl}_3 \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$

研析 ① 本题突破口较多,根据“XZ₃”和“棕色烟”的信息可知 XZ₃ 是 FeCl₃,根据“YZ 是生活中不可缺少的调味品”推断 YZ 是 NaCl。这样,不难推断出 X、Y、Z 的元素符号。

② Na 与 FeCl₃ 溶液反应时,先与水剧烈反应生成 NaOH 和 H₂,生成的 NaOH 可以与 FeCl₃ 反应生成红褐色的 Fe(OH)₃ 沉淀。

【拓展·应用】

1. B 本题的解法很多,假设 95 g 氯化镁粉末没有杂质,则生成的氯化银的质量为 2 × 143.5 g = 287 g < 300 g,可知杂质含氯量应该高于氯化镁的含氯量,即与一个氯离子结合的金属的质量小于 12 g 都可以。

2. (1)干燥的烧杯 (2)将产生的气体点燃并在火焰上罩上烧杯 (3)烧杯壁上有水珠生成 (4)质软,密度比水小,熔点低 有 NaOH 生成 酚酞溶液由无色变为红色

第 3 节 化学中常用的物理量——物质的量

① 感悟课标新理念

▲ 课程学习目标

[课标要求]

1. 使学生领会物质的量、摩尔、摩尔质量、阿伏加德罗常数、气体摩尔体积、物质的量浓度的基本含义。

2. 使学生理解物质的量、摩尔、摩尔质量、阿伏加德罗常数、气体摩尔体积、物质的量浓度等各物理量之间的相互关系,学会用物质的量来计量物质。

3. 掌握用物质的量浓度来表示溶液的组成,掌握配制一定物质的量浓度溶液的方法。

4. 学会用物质的量进行有关化学反应的简单计算。

[重点难点]

学习重点

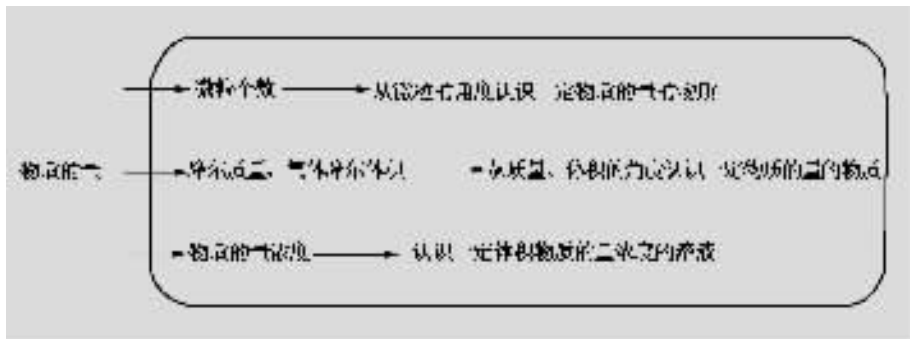
1. 物质的量、摩尔质量、摩尔体积、物质的量浓度的含义和应用。

2. 配制一定物质的量浓度溶液的方法。

学习难点

如何寻找、选择解决问题的途径,建立数学模型。

▲教材脉络梳理



▲学习背景探索

摩尔的来历

摩尔一词来源于拉丁文 *moles*,原意为大量和堆集。早在本世纪 40 至 50 年代,就曾在欧美的化学教科书中作为克分子量的符号。1961 年,化学家 E. A. guggenheim 将摩尔称为“化学家的物质的量”,并阐述了它的涵义。同年,在美国《化学教育》杂志上展开了热烈的讨论,大多数化学家发表文章表示赞同使用摩尔。1971 年,在由 41 个国家参加的第 14 届国际计量大会上,正式宣布了国际纯粹和应用化学联合会、国际纯粹和应用物理联合会和国际标准化组织关于必须定义一个物质的量的单位的提议,并作出了决议。从此,“物质的量”就成为了国际单位制中的一个基本物理量。摩尔是由克分子发展而来的,起着统一克分子、克原子、克离子、克当量等许多概念的作用,同时把物理上的光子、电子及其他粒子群等“物质的量”也概括在内,使在物理和化学中计算“物质的量”有了一个统一的单位。

第 14 届国际计量大会批准的摩尔的定义为:

(1) 摩尔是一系统的物质的量,该系统中所含的基本单元数与 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 的原子数目相等。

(2) 在使用摩尔时,基本单元应予指明,可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子,或这些粒子的特定组合。

根据摩尔的定义, $12 \text{ g } ^{12}\text{C}$ 中所含的碳原子数目就是 1 mol ,即摩尔这个单位是以 $12 \text{ g } ^{12}\text{C}$ 中所含原子的个数为标准,来衡量其他物质中所含基本单元数目的多少。摩尔跟其他的基本计量单位一样,也有它的倍数单位。 $1 \text{ Mmol} = 1\,000 \text{ kmol}$, $1 \text{ kmol} = 1\,000 \text{ mol}$, $1 \text{ mol} = 1\,000 \text{ mmol}$ 。

摘自 <http://www.tj47zx.net>

② 研习教材重难点

研习点 1 物质的量及其单位——摩尔、摩尔质量

1. 物质的量(n)及其单位——摩尔(mol)

(1) 概念: 物质的量是国际单位制中七个基本物理量之一, 1 mol 任何粒子都含有阿伏加德罗常数个粒子。1 mol 任何物质的质量在数值上等于该物质的相对分子质量。物质的量的单位是“摩尔”, 简称“摩”, 符号为“mol”。

(2) 阿伏加德罗常数(N_A): 以 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 所含的碳原子数作基准, 其近似值为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。

(3) 物质的量与粒子数的关系: $N = n \cdot N_A$ 。

满足上述关系的粒子是构成物质的基本粒子(如分子、原子、离子、质子、中子、电子)或它们的特定组合。如: 1 mol CaCl_2 与阿伏加德罗常数相等的粒子是 CaCl_2 粒子, 其中 Ca^{2+} 为 1 mol, Cl^- 为 2 mol, 阴阳离子之和为 3 mol 或原子数为 3 mol。

在使用摩尔表示物质的量时, 应该用化学式指明粒子的种类, 而不使用该粒子的中文名称。例如说“1 mol 氧”, 是指 1 mol 氧原子, 还是指 1 mol 氧分子, 含义就不明确。又如说“1 mol 碳原子”, 是指 1 mol ^{12}C , 还是指 1 mol ^{13}C , 含义也不明确。

粒子集体中可以是原子、分子, 也可以是离子、电子等。例如: 1 mol F、0.5 mol CO_2 、1 000 mol CO_3^{2-} 、 $a \text{ mol e}^-$ 、1.5 mol $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 等。

2. 摩尔质量(M)

(1) 定义: 单位物质的量的物质所具有的质量叫摩尔质量, 即 1 mol 该物质所具有的质量与摩尔质量的数值等同。单位: $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 1 mol 粒子的质量以克为单位时在数值上都与该粒子的相对原子质量(A_r)或相对分子质量(M_r)相等。

(3) 几个基本符号:

物质的量—— n 物质的质量—— m 摩尔质量—— M 粒子数—— N 阿伏加德罗常数—— N_A 相对原子质量—— A_r 相对分子质量—— M_r 质量分数—— w

(4) 物质的量、质量及粒子数转换关系

$$m \xrightarrow{\div M} n \xrightarrow{\times N_A} N$$
$$m \xrightarrow{\times M} n \xrightarrow{\div N_A} N$$

【领悟·整合】

“物质的量”是国际单位制中七个基本物理量之一。它是指以阿伏加德罗常数表示物质所含微粒多少的物理量。这里的微粒是指分子、原子、离子、质子、中子、电子或这些粒子的特定组合等微观粒子, 不能指宏观颗粒。

摩尔(mol)是物质的量的单位, 简称摩。在使用摩尔表示物质的量时, 必须指明微粒的名称(微粒用化学式表示)。物质的量像一座“桥梁”, 将可称量的宏观物质与人们肉眼

难以观察到的微观粒子之间建立起某种特定联系,如用 1 mol 某原子的质量除以阿伏加德罗常数,即可求得一个该原子的质量。因此,引入“物质的量”给科学研究与化学计算带来很大方便。

【迁移·体验】

例 1:下列说法正确的是

- A. 1 mol 氯含有 6.02×10^{23} 个微粒
- B. 阿伏加德罗常数数值约等于 6.02×10^{23}
- C. 钠的摩尔质量等于它的相对原子质量
- D. H_2O 的摩尔质量是 18 g

【解析】A 错在使用摩尔时没有指明微粒的名称,或为 1 mol 氯气约含 6.02×10^{23} 个氯气分子,或为 1 mol 氯原子约含 6.02×10^{23} 个氯原子;B 正确;C 错在把摩尔质量与相对原子质量混同,应为钠的摩尔质量在数值上等于它的相对原子质量;D 错在摩尔质量的单位,应为 H_2O 的摩尔质量是 18 g/mol。故选 B。

例 2 ① 2 g H_2 ② 2 mol NH_3 ③ 9 g H_2O ④ 含 1.505×10^{23} 个 H_2SO_4 分子的硫酸,所含原子数由少至多的顺序是_____。

【解析】比较所含原子数的多少,只要计算出所含原子的物质的量,然后进行比较即可。① 2 g H_2 含 H 原子为 2 mol,② 2 mol NH_3 中含原子为 8 mol,③ 9 g H_2O 含原子为 $(9 \text{ g}/18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 3 = 1.5 \text{ mol}$,④ 1.505×10^{23} 个 H_2SO_4 分子含原子为 $(1.505 \times 10^{23}/6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}) \times 7 = 1.75 \text{ mol}$,所以原子数由少至多顺序为:③ ④ ① ②。

【发散·探讨】

1. 阿伏加德罗常数与 6.02×10^{23} 的关系。

国际上规定,把 0.012 kg ^{12}C 中所含的碳原子数定义为阿伏加德罗常数,符号为 N_A ,其单位为 mol^{-1} 。由于受测试的仪器和方法的限制,目前科学界还测不出其准确的数值,阿伏加德罗常数的近似值为 6.02×10^{23} ,但不能说 6.02×10^{23} 就是阿伏加德罗常数。阿伏加德罗常数与 6.02×10^{23} 的关系就好像数学中圆周率 π 与其近似值 3.14 的关系,是精确值与近似值的关系。值得注意的是 6.02×10^{23} 这个数很大,如果要数 6.02×10^{23} 个原子,按每人每秒钟数一个的速度,全世界 60 亿人一起不停地数,需要数 318.2 万年才能数完。

2. 为什么选用 0.012 kg ^{12}C 中所含的碳原子数作为阿伏加德罗常数?

相对原子质量的确定是以一个 ^{12}C 原子的质量的 $1/12$ 作为标准,其他原子的质量跟它比较所得的比值。 ^{12}C 的相对原子质量为 12。选用 12 g 正是因为“12”这个数值能与相对原子质量、相对分子质量联系起来。如某原子 R 的相对原子质量为 A_r ,1 个 ^{12}C 原子质量为 $a \text{ g}$,则 1 个 R 原子的质量为 $(a/12) \cdot A_r \text{ g}$,1 mol R 原子的质量为 $N_A \cdot (a/12) \cdot A_r \text{ g}$, $N_A \cdot a = 12 \text{ g}$,所以 1 mol R 的质量即为 $A_r \text{ g}$ 。同理可推得 1 mol 某分子、离子等的质量(单位克),其数值正好等于其相对分子质量或式量,这给物质的量的计算和应用带

来极大方便。

3. 物质的量与摩尔的区别和联系

	物质的量	摩尔
区别	表示含有一定数目粒子的集体的物理量	物质的量的单位
联系	摩尔是物质的量的单位	

4. 物质的量与阿伏加德罗常数的区别和联系

	物质的量	阿伏加德罗常数
区别	表示物质所含粒子数目的集体的物理量,单位是摩尔	0.012 kg ^{12}C 所含碳原子数,单位为 mol^{-1}
联系	$n \times N_A = N$; $N \div N_A = n$	

【教考动向·演练】

1. 0.8 g 某物质含有 3.01×10^{22} 个分子,该物质的相对分子质量约为

- A. 8 B. 16 C. 64 D. 160

2. 2.3 g 金属钠与水反应所得溶液中,要使每 100 个水分子中溶有 1 个 Na^+ ,求所需水的质量。

研习点 2 气体摩尔体积

1. 概念

一定的温度和压强下,单位物质的量的气体所占的体积叫做气体摩尔体积。 $V_m = V/n$,单位为 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

①标准状况即 0°C 、1 个大气压(101 kPa),简称为 STP。

②在相同的温度和压强下,1 mol 任何气体所占的体积在数值上近似相等。任何气体包括纯净气体和混合气体。

③标准状况下,气体的摩尔体积约为 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

④气体摩尔体积受温度和压强的影响。不同条件下,气体的摩尔体积可能不同,标况下约为 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$,但不是标况时也可能是 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ (比如温度高于 0°C ,压强小于 101 kPa)。

2. 阿伏加德罗定律(即四同定律)

相同温度和压强下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子(即同温同压同体积同分子数)。

① $p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2$ ② $pV = nRT = m/MRT$ (R 为常数)。

阿伏加德罗定律的推论(n :物质的量; ρ :气体的密度; M :气体的摩尔质量; V :气体的体积; m :气体的质量; N :气体的分子数):

①同温、同压下: $V_1/V_2 = n_1/n_2 = N_1/N_2$ ②同温、同体积下: $p_1/p_2 = n_1/n_2 = N_1/N_2$

④同温、同压下: $\rho_1/\rho_2 = M_1/M_2$ ④同温、同压、同体积下: $m_1/m_2 = M_1/M_2$

⑤同温、同压、同质量下 $V_1/V_2 = M_2/M_1$ ⑥同温、同体积、同质量下 $p_1/p_2 = M_2/M_1$

【迁移·体验】

例2:下列说法正确的是

- A. 32 g O_2 占有的体积约为 22.4 L
- B. 22.4 L N_2 含阿伏加德罗常数个氮分子
- C. 在标准状况下 22.4 L 水的质量约为 18 g
- D. 22 g 二氧化碳与标准状况下 11.2 L HCl 含有相同的分子数

【解析】 本题考查的是对气体摩尔体积概念理解的准确性。A、B 都没有“标准状况”是错误的，C 有标准状况条件，但在此条件下水是液体，所以 22.4 L 水不是 1 mol，也不是 18 g；D 项中 22 g CO_2 物质的量为 0.5 mol，标准状况下 11.2 L HCl 物质的量也为 0.5 mol，两种气体的物质的量相同，所以含有的分子数也相同。因此 D 选项符合题意。

例3:两个体积相同的容器，一个盛有 NO，另一个盛有 N_2 和 O_2 ，在同温、同压下，两容器内的气体一定具有相同的

- A. 原子总数
- B. 质子总数
- C. 分子总数
- D. 质量

【解析】 由阿伏加德罗定律可知，在同温、同压下，同体积的任何气体含有相同的分子数，故两容器内分子总数相等。由于 3 种气体各自都是双原子分子，故原子总数一定相等。又由于 N 和 O 原子的质子数和摩尔质量不同，则质子总数和质量不一定相等，只有当 N_2 和 O_2 的物质的量之比为 1:1 时，质子总数和质量才相等。答案为 AC。

【发散·探讨】

1. 物质的体积与组成物质粒子的关系：

(1) 总结规律：①相同条件下，相同物质的量的不同物质所占的体积：固体 < 液体 < 气体；②相同条件下，相同物质的量的气体体积近似相等，而固体、液体却不相等。

(2) 决定物质体积大小的因素：①物质粒子数的多少；②物质粒子本身的大小；③物质粒子之间距离的大小。

(3) 决定气体体积大小的因素：气体分子间平均距离比分子直径大得多，因此，当气体的物质的量（粒子数）一定时，决定气体体积大小的主要因素是粒子间平均距离的大小。

(4) 影响气体分子间平均距离大小的因素：温度和压强。温度越高，体积越大；压强越大，体积越小。当温度和压强一定时，气体分子间的平均距离大小几乎是一个定值，故粒子数一定时，其体积是一定值。

2. 对“在标准状况下，1 mol 任何气体所占的体积都约是 22.4 L”的理解：

(1) 标准状况指 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ 的状态。温度越高，体积越大；压强越大，体积越小。故在非标准状况下，其值不一定就是 22.4 L。

(2) 1 mol 气体在非标准状况下，其体积可能为 22.4 L，也可能不为 22.4 L。

(3) 气体分子间的平均距离比分子的直径大得多，因而气体体积主要决定于分子间的平均距离。在标准状况下，不同气体的分子间的平均距离几乎是相等的，所以任何气

体在标准状况下气体摩尔体积都约是 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4) 此概念应注意 ①气态物质 ;②物质的量为 1 mol ;③气体状态为 0°C 和 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ (标准状况) ;④ 22.4 L 是近似值 ;⑤ V_m 的单位为 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(5) 适用对象 纯净气体与混合气体均可。

【教考动向·演练】

3. 下列说法正确的是

- A. 1 mol 任何气体的体积都约是 22.4 L
- B. 20°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 同体积的 O_2 , CO_2 含有相同的分子数
- C. 1 mol 气态物质 , 当体积为 22.4 L 时 , 该气体一定处于标准状况
- D. 2 mol 气体体积约为 44.8 L

4. 同温、同压下 , 下列有关比较等质量的二氧化硫气体和二氧化碳气体的叙述中正确的是

- A. 密度比为 $16:11$
- B. 密度比为 $11:16$
- C. 体积比为 $1:1$
- D. 体积比为 $11:16$

研习点 3 物质的量浓度

1. 物质的量浓度

(1) 概念 : 以单位体积溶液所含溶质 B 的物质的量来表示溶液组成的物理量 , 叫做溶质 B 的物质的量浓度。

(2) 表达式 $\nu(B) = c(B) \times V$

【领悟·整合】

物质的量浓度和溶液的质量分数 $u(B) = m(B) \div m(\text{溶液}) \times 100\%$ 有本质区别。

从一定物质的量浓度的溶液中取出任意体积的溶液 , 其浓度不变 , 但所含溶质的量因体积不同而不同。

2. 物质的量浓度与溶质的质量分数间的关系

$$c(B) = 1000(\text{mL}) \times \rho(\text{g/mL}) \times w \div [1(\text{L}) \times M(\text{g/mol})]$$

3. 溶液稀释

$$\text{溶质不变 } n(\text{浓}) \times u(\text{浓}) = n(\text{稀}) \times u(\text{稀})$$

$$\text{溶质的物质的量不变 } \nu(\text{浓}) \times V(\text{浓}) = \nu(\text{稀}) \times V(\text{稀})$$

【迁移·体验】

例 5 : 在标准状况下 , 将 V 升 A 气体 (摩尔质量为 $M \text{ g/mol}$) 溶于 1 L 水中 , 所得溶液密度为 $d \text{ g/mL}$, 则此溶液的物质的量浓度为

- A. $\frac{1000Vd}{MV+22400}$
- B. $\frac{Vd}{MV+22400}$
- C. $\frac{1000VdM}{MV+22400}$
- D. $\frac{MV}{22.4(V+1)d}$

【析】 此题要求的是物质的量浓度。根据定义只有求出溶质的物质的量及溶液体积才可求得。标准状况下 1 L A 气体的物质的量为 $V/22.4 \text{ mol}$, 溶液的质量 = 溶质质量 + 溶剂质量 = $MV/22.4 + 1 \times 1000$, 将溶液质量变为溶液的体积需要借助“密度”这一桥梁 , 此处所得

的体积为 mL, 必须再除 1 000 变为 L, 总式即 $\frac{V/22.4}{(V/22.4) \cdot M + 1 \times 1\,000} \cdot \frac{1\,000}{d}$ 答案为 A。

例 6 某温度下 22% 的 NaNO_3 溶液 150 mL 加水 100 g 稀释后浓度为 14% 求原溶液的物质的量浓度?

【研析】 解法一 利用稀释规律和公式 $c_B = n_B/V$

$$m[\text{NaNO}_3(\text{aq})] \times 22\% = (m[\text{NaNO}_3(\text{aq})] + 100 \text{ g}) \times 14\%$$

$$m[\text{NaNO}_3(\text{aq})] = 175 \text{ g}$$

$$\text{故原 } c(\text{NaNO}_3) = \frac{175 \text{ g} \times 22\%}{0.15 \text{ L}} = 3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

解法二 利用 $c = \frac{1\,000(\text{mL}) \times \rho(\text{g/mL}) \times w}{M(\text{g/mol}) \times 1(\text{L})}$ 公式

先求原溶液的密度 ρ

$$\text{根据 } 150 \text{ mL} \times \rho \times 22\% = (150 \text{ mL} \times \rho + 100 \text{ g}) \times 14\%$$

$$\text{故 } \rho = 1.17 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$$

$$\text{故原 } c(\text{NaNO}_3) = \frac{1\,000(\text{mL}) \times 1.17 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 22\%}{85 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1 \text{ L}} = 3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

【教考动向·演练】

5. 使相同物质的量浓度的 NaCl 、 MgCl_2 、 AlCl_3 溶液中的 Cl^- 离子完全沉淀时, 若所用体积相同的 AgNO_3 溶液体积比为 3:2:1, 则上述三种溶液的体积比是
A. 9:3:1 B. 3:2:1 C. 6:3:2 D. 9:4:1
6. 市售浓硫酸中溶质的质量分数为 98%, 密度为 1.84 g/cm^3 。计算市售浓硫酸中 H_2SO_4 的物质的量浓度。

研习点 4 物质的量浓度溶液的配制

1. 认识新仪器——容量瓶

一定物质的量浓度溶液的配制是本节重点之一。配制这种物质的量浓度的溶液, 所用的专用仪器——容量瓶的使用要注意以下几点:

- (1) 只用于配制溶液, 不能用作反应容器;
- (2) 溶液注入容量瓶前需恢复到常温。因为溶质在烧杯内稀释或溶解时会吸热或放热, 而容量瓶必须在常温下使用;
- (3) 用容量瓶不能配制任意体积的一定物质的量浓度的溶液。这是因为容量瓶的规格是固定的, 常用的有 50 mL、100 mL、250 mL、500 mL、1 000 mL 等规格, 配制溶液时可据所需溶液的体积选择合适的容量瓶;
- (4) 使用前, 除洗涤外, 还应检验容量瓶是否漏水;
- (5) 向容量瓶注入液体时, 应沿细玻璃棒注入, 以防注入操作时液体流出而损失;

(6)容量瓶上只有一个刻度线,正确读数时,要使视线、容量瓶刻度线和瓶内液面的最低点相切。

2. 物质的量浓度溶液的配制步骤

(1)计算:求出所配制溶液的溶质的质量。如果是用浓溶液(如浓 H_2SO_4)来配制一定物质的量浓度的稀溶液,则需算出浓溶液所需用的体积。

(2)称量:如果溶质是固体,可用天平称量溶质的质量;如果是浓溶液,可用量筒来量取溶液的体积。

(3)溶解、转移:把称量好的溶质或浓溶液放入烧杯中(如果是浓硫酸,则烧杯中应先加水再加浓硫酸,边加边搅拌)加适量的蒸馏水溶解、搅拌,静置冷却到室温下,再用玻璃棒引流,让溶解后的溶液沿玻璃棒注入容量瓶内。

(4)洗涤、转移:用蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒 2~3 次,每次洗涤后的溶液都要注入容量瓶内,以确保溶质全部进入容量瓶,防止产生误差。轻轻振荡容量瓶,使溶液充分混合。

(5)定容、摇匀:然后注入蒸馏水直至液面离刻度线 1~2 cm,改用胶头滴管逐滴加蒸馏水至溶液的凹液面正好与刻度相切。盖好瓶塞,反复上下颠倒,摇匀。

(6)装瓶、贴签:最后把上面配好的溶液转移至规定的试剂瓶,贴好标签,写明溶液名称和物质的量浓度。

【领悟·整合】

a. 配制一定物质的量浓度的溶液时,量筒内壁的残液为什么不要冲洗?

因常用的量筒与移液管、滴定管一样均属于“流出量式”的量具。如用量筒量取 20 mL 硫酸,倒出的液体(不包括内壁残留液)就是 20 mL。

b. 用胶头滴管滴入蒸馏水定容后,再盖上容量瓶盖颠倒几次后出现液面低于刻度线,为什么?能否再加蒸馏水?

因为容量瓶属“容纳量式”的玻璃量器。用胶头滴管加入蒸馏水定容到液面正好与刻度线相切时,溶液体积恰好为容量瓶的标定容量。如果再振荡容量瓶(一般用手指压紧容量瓶的磨口玻璃塞颠倒几次)后,竖直容量瓶时会出现瓶内液面低于刻度线,这是因为极少量溶液在磨口处损耗了(沾在瓶塞或磨口处)。容量瓶的刻度是以“容纳量”为依据,所以颠倒后不需再加蒸馏水至刻度,若再加,则所配溶液浓度会变小。

【迁移·体验】

例 7 (1)用 18 mol/L 的硫酸配制 100 mL 1.0 mol/L 硫酸,若实验仪器有:

- A. 100 mL 量筒 B. 托盘天平 C. 玻璃棒 D. 50 mL 容量瓶
E. 10 mL 量筒 F. 胶头滴管 G. 50 mL 烧杯 H. 100 mL 容量瓶

实验时应选用仪器的先后顺序是(填入编号)_____。

(2)在容量瓶的使用方法中,下列操作不正确的是_____ (填写标号)。

- A. 使用容量瓶前检查它是否漏水。
B. 容量瓶用蒸馏水洗净后,再用待配溶液润洗。

C. 配制溶液时,如果试样是固体,把称好的试样用纸条小心倒入容量瓶中,缓慢加入蒸馏水到接近标线 1~2 cm 处,用滴管滴加蒸馏水到标线。

D. 配制溶液时,如果试样是液体,用量筒量取试样后直接倒入容量瓶中,缓慢加入蒸馏水到接近标线 1~2 cm 处,用滴管滴加蒸馏水到标线。

E. 盖好瓶塞,用食指顶住瓶塞,用另一只手的手指托住瓶底,把容量瓶倒转和摇动多次。

【析】(1)用 18 mol/L H_2SO_4 配制 1.0 mol/L H_2SO_4 ,实际是稀释问题的计算及物质的量浓度溶液配制的实验操作。根据稀释定律 $c_1V_1 = c_2V_2$ 可计算 18 mol/L 浓 H_2SO_4 的体积 $V_1 = c_2V_2/c_1 = 1.0 \text{ mol/L} \times 100 \text{ mL} \div (18 \text{ mol/L}) = 5.6 \text{ mL}$ 。该体积的液体用 10 mL 量筒量取比用 100 mL 量筒量取误差要小,故应选 E,不能选 A。答案为 :G、E、C、H、F 或 E、G、C、H、F。

(2)主要涉及的是容量瓶的使用方法。用待配溶液润洗容量瓶,这样会使内壁附着溶质,导致所配溶液浓度偏大,B 不正确;若在容量瓶中进行溶解或稀释,由于热效应会使溶液的体积和容量瓶的容量发生改变,所配溶液浓度有误差,C、D 不正确。答案为 BCD。

例 8:实验室需 1.0 mol/L NaOH 溶液 480 mL,若用固体 NaOH 进行配制,则应称 NaOH 多少克?

【析】配制时由于实验室无 480 mL 容量瓶,应该用比 480 mL 大的容量瓶,1 000 mL 的大得太多,故用 500 mL 容量瓶,以此计算所需 NaOH 的质量。

【答案】考虑容量瓶的规格,选用 500 mL 容量瓶配制溶液。则 0.5 L 溶液需 NaOH 质量为:

$$m(\text{NaOH}) = 0.5 \text{ L} \times 1.0 \text{ mol/L} \times 40 \text{ g/mol} = 20.0 \text{ g}$$

所以应称 NaOH 20.0 g。

本题从实验可行性出发,计算简单却易进入误区,只有掌握容量瓶的结构特点,熟悉容量瓶的规格,才能正确解题。

【发散·探讨】

1. 配制一定物质的量浓度的溶液时,应注意以下问题:

(1)配制一定物质的量浓度的溶液是将一定质量或体积的溶质按溶液的体积在选定的容量瓶中定容,因而完全不需要计量水的用量。

(2)不能配制任意体积的一定物质的量浓度的溶液是因为配制过程中是用容量瓶来定容的,而容量瓶的规格又是固定的。常用的有 50 mL、100 mL、250 mL、500 mL、1 000 mL 等。

(3)溶液注入容量瓶前需恢复到室温。这是因为溶质在烧杯内稀释或溶解时常有热效应。

(4)用胶头滴管定容后再振荡,出现液面低于刻度线时不要再加水。这是因为容量瓶是属“容纳量”式的玻璃量器(指注入量器的液体体积等于刻度所示的体积),用胶头

滴管定容到液面正好和刻度线相切时,液体体积恰好为容量瓶的标定容量。之所以把容量瓶振荡后,竖直容量瓶时会出现瓶内液面低于于刻度线的现象,是因为极少量溶液在磨口处损耗了。

(5)配制一定物质的量浓度的溶液时切不可直接将溶液转入容量瓶中,更不可用于进行化学反应的实验。

(6)如果加水定容时超过了刻度线,不能将超出的部分再吸走,必须重新配制。

(7)如果摇匀时不小心洒出几滴,不能再补加水到刻度,必须重新配制。因洒出的溶液中带走了一部分溶质,再补加水,同样会使所配溶液浓度偏低。

(8)溶质溶解的操作在转移至容量瓶时,必须用少量蒸馏水将烧杯及玻璃棒洗涤2~3次,并将洗涤液一并倒入容量瓶中。因为烧杯壁及玻璃棒表面沾有溶质,如不洗涤,溶质有损失,所配溶液的浓度偏低。

(9)用溶液配制一定物质的量浓度的溶液时,需用移液管移取原溶液。先将移液管洗净,然后用原溶液润洗2~3次移液管再取溶液,否则会使所配溶液浓度偏低。另外,移液管尖嘴部分残留的液滴不能吹入容量瓶中,否则导致所配溶液浓度偏高。

(10)配制NaOH溶液时,必须用带盖的称量瓶或用小烧杯快速称量NaOH固体。因NaOH固体易潮解,且有腐蚀性,称量过程中时间越长,吸水越多,导致所配溶液浓度偏低;若在纸上直接称量,NaOH吸水潮解并粘在纸上,会损失部分NaOH,使所配溶液浓度偏低。另外,潮解后固体表面的溶液渗过纸后会腐蚀托盘。

2. 物质的量浓度与质量分数之间的区别和联系:

内容	物质的量浓度	质量分数
定义	以1 L溶液里含有多少摩尔溶质来表示溶液组成的物理量	用溶质质量与溶液质量之比来表示溶液组成的分数
溶质的单位	mol	g
溶液的单位	L	g
计算公式	$\text{物质的量浓度}(\text{mol/L}) = \frac{\text{溶质的物质的量}(\text{mol})}{\text{溶液的体积}(\text{L})}$	$\text{质量分数} = \frac{\text{溶质的质量}(\text{g})}{\text{溶液的质量}(\text{g})} \times 100\%$
两者的联系	$\text{物质的量浓度}(\text{mol/L}) = \frac{1000 \text{ mL} \times \text{溶质的密度}(\text{g/mL}) \times \text{质量分数}}{\text{溶质的摩尔质量}(\text{g/mol}) \times 1 \text{ L}}$	

3. 配制一定物质的量浓度溶液的误差分析

由 $c = n/V$ 可知,误差来源的根本原因是:物质的量或溶液体积产生误差,若 n 偏大或 V 偏小,则 c 偏大;若 n 偏小或 V 偏大,则 c 偏小。

(1)若称量物错放在托盘天平的右盘上, n 可能偏小使 c 偏小,因为称 $m(\text{左}) = m(\text{右}) + m(\text{游})$ 。

(2) 转移过程中有少量溶液或洗涤液洒在容量瓶外, 则 n 偏小而使 c 偏小。

(3) 未洗涤溶解用的烧杯和玻璃棒或洗涤液未转移入容量瓶, 配出的溶液浓度偏低, 因为溶质少了。

(4) 量筒量取计算出的浓溶液体积时仰视刻度, n 偏大使 c 偏大。

(5) 除洗涤烧杯和玻璃棒外, 还洗涤了量筒, 则 n 偏大使 c 偏大, 因为量筒在标定刻度时, 没有把附在器壁上的残留液计算在内, 用水洗涤反而使溶质的量偏大, 造成 c 偏大。

(6) 定容时仰视刻度, 则 V 偏大, 使 c 偏小。

(7) 定容时俯视刻度, 则 V 偏小, 使 c 偏大。

(8) 若容量瓶使用前有少量蒸馏水, 则无影响。

(9) 若容量瓶使用前用标准液润洗, 则 n 偏大而使 c 偏大。

【教考动向·演练】

7. 配制 $0.5\text{ L } 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ Na}_2\text{CO}_3$ 溶液的步骤是: 先把天平调整好, 在托盘天平的两盘上各放 _____, 在 _____ 盘上用 _____ 放 _____ g 砝码, 并将游码移到适当的位置上; 用 _____ 取 Na_2CO_3 粉末放于 _____ 盘上, 当天平指针 _____ 时, 将称得的 Na_2CO_3 放入 _____ 中, 加入 _____ 使之完全溶解。把溶液沿 _____ 倒入经检验不漏水的 _____ mL _____ 中, 再用 _____ 洗涤 _____ 和 _____ 各 2 次, 洗涤液都移入 _____ 中。继续向容器中加 _____, 当液面距刻度线 _____ cm 时, 改用 _____ 滴加, 至 _____ 为止。最后盖好瓶塞, 倒转、振荡、摇匀。

8. 某同学在配制 NaOH 溶液时有以下现象发生, 则对所配溶液的物质的量浓度有何影响? (填“偏高”、“偏低”或“不变”)

(1) 在容量瓶中加入蒸馏水使溶液凹液面与刻度线相切 _____。

(2) NaOH 颗粒表面部分变质 _____。

(3) 未将烧杯的洗液注入容量瓶 _____。

(4) 用胶头滴管向容量瓶中加水时凹液面高于刻度线。此时立即用胶头滴管将瓶内液体吸出, 使凹液面与刻度线相切 _____。

(5) 容量瓶使用前用蒸馏水洗过 _____。

▲教材【练习与活动】答案

1. 6.02×10^{20}

研析 $M(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2) = (12 \times 8 + 1 \times 10 + 14 \times 4 + 16 \times 2)\text{g/mol} = 194\text{ g/mol}$

$m(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2) = 194\text{ mg} = 0.194\text{ g}$

$n(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2) = m(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2) \div M(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2) = 0.194\text{ g} \div 194\text{ g/mol} = 1.00 \times 10^{-3}\text{ mol}$

$N(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2) = n(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2) \times N_A = 1.00 \times 10^{-3}\text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1} = 6.02 \times 10^{20}$

$$2. (1) 1 \times 10^{-6} \text{ mol} \quad (2) 2 \times 10^{-6} \text{ mol} \quad 1.2 \times 10^{18}$$

研析 $(1) M[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2] = (195 + 71 + 17 \times 2) \text{ g/mol} = 300 \text{ g/mol}$

$$n[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2] = 0.3 \times 10^{-3} \text{ g} \div 300 \text{ g/mol} = 1 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$(2) n(\text{N}) = 2n[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2] = 2 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$N(\text{N}) = n(\text{N}) \times N_A = 2 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx 1.2 \times 10^{18}$$

$$3. 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad 5.0 \times 10^2 \text{ L}$$

研析 $n(\text{Mg}^{2+}) = m(\text{Mg}^{2+}) \div M(\text{Mg}^{2+}) = 48.0 \times 10^{-3} \text{ g} \div 24 \text{ g/mol} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$$c(\text{Mg}^{2+}) = n(\text{Mg}^{2+}) \div V = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \div 1.0 \text{ L} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{因为 } c(\text{Mg}^{2+}) = n'(\text{Mg}^{2+}) \div V'$$

$$\text{所以 } V' = n'(\text{Mg}^{2+}) \div c(\text{Mg}^{2+}) = 1.0 \text{ mol} \div 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L} = 5.0 \times 10^2 \text{ L}$$

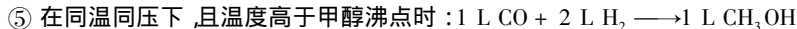
4. 不相等。

研析 因为 $c_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) \div V_1 = m_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) \div [M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times V_1] = 106 \text{ g} \div [106 \text{ g/mol} \times V_1 \text{ L}] = 1/V_1 \text{ mol/L}$

$$c_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) \div V_2 = 1 \text{ mol} / 1 \text{ L} = 1 \text{ mol/L}$$

由于 $V_1 > 1 \text{ L}$, 所以 $c_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) < 1 \text{ mol/L}$, $c_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) \neq c_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)$

5. 一定条件下: $\text{CO} + 2\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH}$

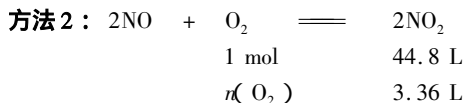


6. 同温同压下, 气体的体积比等于物质的量之比。由题意知 1 摩尔氢气和 1 摩尔氯气化合生成 2 摩尔氯化氢气体。根据质量守恒定律知 2 摩尔氯化氢气体中含有 2 摩尔氯原子和 2 摩尔氢原子, 故氯化氢分子式为 HCl, 也是双原子分子。

7. 若将本题改为生成 3.36 L 二氧化氮(标准状况下), 需要氧气的物质的量是多少?

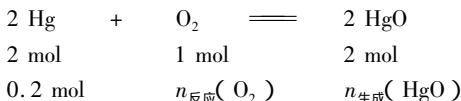
$$0.075 \text{ mol}$$

研析 方法 1 按教材方法导引。



$$n(\text{O}_2) = 3.36 \text{ L} \div 44.8 \text{ L} \times 1 \text{ mol} = 0.075 \text{ mol}$$

8. D 由题意 0.2 mol Hg 全部参加了反应



因为 $2 \text{ mol} / 0.2 \text{ mol} = 1 \text{ mol} / n_{\text{反应}}(\text{O}_2) = 2 \text{ mol} / n_{\text{生成}}(\text{HgO})$

所以 $n_{\text{反应}}(\text{O}_2) = 0.1 \text{ mol}$, $n_{\text{生成}}(\text{HgO}) = 0.2 \text{ mol}$,

$$n_{\text{剩余}}(\text{O}_2) = n_{\text{总}}(\text{O}_2) - n_{\text{反应}}(\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol} - 0.1 \text{ mol} = 0.1 \text{ mol}$$

③探究解题新思路

▲ 基础拓展型

题型 1 阿伏加德罗常数

例 1 : 下列说法正确的是(N_A 表示阿伏加德罗常数的值)

- A. 标准状况下 , 以任意比例混合的甲烷和丙烷的混合物 22.4 L , 所含有的分子数为 N_A
B. 标准状况下 , 1 L 水所含有的分子数为 $N_A/22.4$
C. 常温常压下 , 活泼金属从盐酸中置换出 1 mol H_2 , 发生转移的电子数为 $2N_A$
D. 常温常压下 , 1 mol 氦气含有的核外电子数为 $4N_A$

[研析] 本题需逐一分析 (1) 选项 A , 根据气体摩尔体积概念 , 标况下 1 mol 任何气体的体积都约是 22.4 L , 所含分子数为 N_A , 该选项正确。 (2) 选项 B , 是有效干扰项 , 需注意 , 标准状况下的水不是气态 , 1 L 水并非 $1/22.4$ mol , 因此 , 分子数不是 ($1/22.4$) N_A (多得多) , 该选项不正确 , 忽略了水的状态 , 极易误选。 (3) 选项 C , 应抓住置换出的 H_2 的物质的量为 1 mol , 根据 $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$, 转移的电子数一定为 $2N_A$, 物质的量一定 , 含微粒数一定 , 与状态无关 , 选项中“ 常温常压 ”是另一角度的干扰。 (4) 选项 D , 考查氦气是单原子分子 , 1 mol 氦气含 1 mol 氦原子 , 其核外电子数为 $2N_A$, 不是 $4N_A$ 。 答案为 AC。

点评 本题型是历年来都有的传统题型 , 综合考查各种计量的关系、换算及对阿伏加德罗常数的理解。题中设置了有效干扰项 B。

例 2 : 如果 a 克某气体中含有的分子数为 b , 则 c 克该气体在标准状况下的体积是(式中 N_A 为阿伏加德罗常数)

- A. $22.4bc/aN_A$ L B. $22.4ab/cN_A$ L C. $22.4ac/bN_A$ L D. $22.4b/cN_A$ L

[研析] 审题时 , 首先要明确题目所给的条件及需要回答的物理量——一定质量的气体在标准状况下的体积 , 然后根据各基本化学量的含义和相互关系形成清晰的解题思路。本题宜由待求的量逐步逆推 : 由(质量/摩尔质量) $\times 22.4 \rightarrow$ 标准状况下体积 , 该气体的摩尔质量 = a 克/物质的量 , 而 a 克气体的物质的量为 b/N_A 。 在解题时则需由已知到未知逐一计算。

a 克气体的物质的量 b/N_A

该气体的摩尔质量 $a \div (b/N_A) = aN_A/b$

c 克气体的物质的量 $c \div (aN_A/b) = cb/aN_A$

c 克气体在标准状况下的体积 $(cb/aN_A) \times 22.4 = 22.4bc/aN_A$ L。

答案为 A。

点评 本题是对摩尔质量、气体摩尔体积和阿伏加德罗常数含义的综合考查 , 同时通过字母符号考查了推理、归纳和抽象思维能力 , 所给的干扰项比较相似 , 不能猜测 , 应该用推导法。

题型 2 质量守恒定律、阿伏加德罗定律

例 3 100 mL A_2 气体跟 50 mL B_2 气体恰好完全反应,生成的气体体积为 100 mL(同温同压条件下),试推断气体生成物的化学式_____ ,推断的依据是_____。

【析】 题目给出的已知条件有两个:一是根据反应物分子式可知它们都是双原子分子,二是在相同条件下各反应物和生成物气体的体积比 $A_2 : B_2 : A_x B_y = 100 : 50 : 100 = 2 : 1 : 2$ 。根据阿伏加德罗定律,这个体积比就是该反应的化学方程式中各反应物和生成物的系数比,即 $2A_2 + B_2 = 2A_x B_y$ 。再结合质量守恒定律(反应前后各种原子的个数不变)就能推出 $2x = 2 \times 2$, $x = 2$, $2y = 2$, $y = 1$ 。

【答案】 $A_2 B$ 阿伏加德罗定律和质量守恒定律

点评 本题考查了质量守恒定律(同温同压下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子)及其推论(同温同压下,气体的体积比就是气体的物质的量之比),以及阿伏加德罗定律的应用。

例 4 二硫化碳(CS_2)能够在氧气中完全燃烧生成 CO_2 和 SO_2 。今用 0.228 g CS_2 在 448 mL 氧气(标准状况)中完全燃烧,反应后气体混合物在标准状况时的体积是

- A. 112 mL B. 224 mL C. 336 mL D. 448 mL

【析】 根据反应 $CS_2(l) + 3O_2(g) = CO_2(g) + 2SO_2(g)$ 可知,反应中消耗 O_2 的体积等于生成的 CO_2 和 SO_2 的体积。因标准状况下 CS_2 为液体,所以不管 O_2 是否过量,也不管反应进行到什么程度,反应过程中气体的体积始终不变。答案为 D。

点评 如果用传统的方法解答,非常麻烦。根据阿伏加德罗定律,此反应前后的体积不变,根据“体积守恒”可巧妙作答。考查了学生思维的灵活性。

题型 3 物质的量浓度

例 5 今有 3 mol/L 的盐酸和硫酸溶液各 100 mL,分别加入等质量的铁粉,反应完毕,生成的气体质量之比是 3:4,则盐酸中加入铁粉的质量为

- A. 5.6 g B. 8.4 g C. 11.2 g D. 16.8 g

【析】 加入的是等质量的铁,而产生的氢气不是 1:1,说明等质量的金属在一种酸中未溶解完,在另一种酸中溶解完了。具体地说,金属在盐酸中应有剩余。

盐酸 0.3 mol 含 H^+ 0.3 mol,硫酸 0.3 mol 含 H^+ 0.6 mol,如果两酸都反应完了,则氢气质量之比应为 1:2,已知其比为 3:4,故含 H^+ 多的硫酸未反应完,含 H^+ 较少的盐酸反应完了,但铁过量(有剩余)。

硫酸最多耗铁 16.8 g ($0.6 \times 56/2 = 16.8$) 盐酸最多耗铁 8.4 g ($0.3 \times 56/2 = 8.4$) 因此根据上述分析可以想象,加入的铁粉必然小于最高极限 16.8 g(因酸有剩余)而大于 8.4 g(因铁过量)不必经过计算,符合 3:4 要求的铁究竟是多少克,可以估算出来。答案为 C。

点评 本题知识上的考查点是物质的量浓度应用于化学反应的计算。方法可用极限估算法:先判断出金属在盐酸中应有剩余,然后找极限,最后得到答案。

例 6 已知 18.4 mol/L 的硫酸溶液($\rho = 1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)的溶质质量分数为 98%。将

此浓硫酸缓慢地加入水中,下列结论正确的是

- A. 若水的体积与浓硫酸的体积比为 3:1 稀释后溶液的物质的量浓度为 4.6 mol/L
- B. 若水的体积与浓硫酸的体积比为 3:1 稀释后溶液中溶质质量分数为 24.5%
- C. 若水的质量与浓硫酸的质量比为 3:1 稀释后溶液的物质的量浓度为 4.6 mol/L
- D. 若水的质量与浓硫酸的质量比为 3:1 稀释后溶液的溶质质量分数为 24.5%

【析】 A 选项中没有混合后溶液的体积,无法确定它的密度,溶液在混合(或稀释)过程中,溶液的总体积不等于各部分体积之和,A 选项错误。由 B 选项计算得:

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1 \times 1.84 \times 98\%}{3 + 1.84} \times 100\% = 37.3\% \text{ ,B 选项错误。进行有关溶液的物质的量浓度}$$

计算时,必须知道混合后溶液的总体积,或知道混合后溶液的密度和质量,否则无法计算混合后溶液的物质的量浓度,淘汰 C 选项。根据 D 选项进行计算得: $w(\text{H}_2\text{SO}_4) =$

$$\frac{1 \times 98\%}{3 + 1} \times 100\% = 24.5\% \text{ ,D 选项正确。答案为 D。}$$

点评 抓住物质的量浓度概念的本质,认真分析题意,就可找到解题的要点,避免盲目性,减少不必要的计算。

【教考动向·应用】

1. 用 N_A 表示阿伏加德罗常数的数值,下列说法中错误的是

- A. 在常温常压下,11.2 L N_2 含有的分子数为 N_A
- B. 23 g 金属钠所含电子数目为 $11N_A$
- C. 在标准状况下, N_A 个氢分子的体积约为 22.4 L
- D. 醋酸的摩尔质量与 N_A 个醋酸分子的质量相等

2. 等质量的 SO_2 和 SO_3

- A. 所含氧原子的个数比为 2:3
- B. 所含硫原子个数比为 1:1
- C. 所含硫元素的质量比为 5:4
- D. 所含原子个数比为 3:4

▲ 综合创新型

题型 1 创新应用

例 1 某固体仅由一种元素组成,其密度为 5 g/cm^3 。用 X 射线研究该固体的结果表明,在棱长为 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}$ 的立方体中含有 20 个原子,则此元素的相对原子质量最接近

- A. 32
- B. 65
- C. 120
- D. 151

【析】 要求该元素的相对原子质量,可先求该原子的摩尔质量,即 6.02×10^{23} 个该原子的质量。由题意,每个该原子的质量为: $\frac{5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times (1 \times 10^{-7} \text{ cm})^3}{20}$ 。1 mol 该原

子(约为 6.02×10^{23} 个)的质量约为 $6.02 \times 10^{23} \times \frac{5 \times 1 \times 10^{-21}}{20} \text{ g} = 151 \text{ g}$,所以该元素的摩尔质量约为 151 g/mol ,此元素的相对原子质量接近于 151。答案为 D。

点评 该题联系了几何知识,但实质还是阿伏加德罗常数的应用,只要理解密度含义及摩尔质量与相对原子质量的关系,即可迅速求解。

题型2 开放探究

例2 质量为150 g的某种铜银合金中,铜、银两种金属的物质的量之和为2 mol,求该合金中含有铜和银的质量分别为多少?

【研析】 本题已知混合物总质量和总物质的量,可利用这两个已知条件结合物质的摩尔质量列出二元一次方程组,便可求解。

解法一 设该合金中含有铜和银的物质的量分别为 x 、 y 。则:

$$\begin{cases} x + y = 2 \text{ mol} \\ x \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + y \times 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 150 \text{ g} \end{cases} \quad \text{解得: } \begin{cases} x = 1.5 \text{ mol} \\ y = 0.5 \text{ mol} \end{cases}$$

则铜和银的质量分别为:

$$m(\text{Cu}) = 1.5 \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 96 \text{ g}$$

$$m(\text{Ag}) = 0.5 \text{ mol} \times 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 54 \text{ g}$$

解法二 设铜的物质的量为 x ,银的物质的量为 $2 \text{ mol} - x$ 。则:

$$x \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + (2 \text{ mol} - x) \times 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 150 \text{ g}$$

$$x = 1.5 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol} - x = 0.5 \text{ mol} \quad \text{其余同解法一。}$$

【答案】 该合金中含有铜和银的质量分别为96 g和54 g。

点评 解答本题,问的是质量,而设的是物质的量,这样换一种角度设未知数,可使计算过程清晰简便。若设铜、银的质量分别为 x 和 y ,则

$$x + y = 150 \text{ g}$$

$$x \div 64 \text{ g/mol} + y \div 108 \text{ g/mol} = 2 \text{ mol}$$

这样虽可求解,但计算较繁,因此,中学有关混合物计算题的求解,一般从物质的量入手。

题型3 综合渗透

例3 某气球不充气时质量为 $m \text{ kg}$,当充入氦气达 $5\,000 \text{ m}^3$ 时进行飞行(假设气球内外均在标准状况下),求气球能提起物体的最大质量。(空气的平均摩尔质量为 29 g/mol)

【研析】 要求气球能提起物体的最大质量,就要求出气球中充入气体的质量,气球本身充入气体的总质量与等体积空气质量的差就是气球能提起的最大质量。

标准状况时 $5\,000 \text{ m}^3$ 氦气的质量为:

$$n(\text{He}) = \frac{5\,000 \text{ m}^3 \times 1\,000 \text{ L} \cdot \text{m}^{-3}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 893 \text{ kg}$$

$5\,000 \text{ m}^3$ 空气的质量为:

$$n(\text{空气}) = \frac{5\,000 \text{ m}^3 \times 1\,000 \text{ L} \cdot \text{m}^{-3}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} = 6\,473 \text{ kg}$$

气球能提起物体的最大质量为:

$$m(\text{物体}) = m(\text{空气}) - m(\text{He}) - m(\text{气球}) = 6\,473\text{ kg} - 893\text{ kg} - m\text{ kg} = (5\,580 - m)\text{kg}$$

【答案】 气球能提起物体的最大质量为 $(5\,580 - m)\text{kg}$ 。

点评 本题主要应用了气体体积和气体质量在标准状况时的关系,结合了物理中的浮力原理,具有实际意义。另外要特别注意各种量的单位换算,若将摩尔质量、气体摩尔体积的单位改用 $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$,则列出的计算式更简单。如 $m(\text{He}) = 5\,000\text{ m}^3 \div 0.022\,4\text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.004\text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} = 893\text{ kg}$ 。

【教考动向·应用】

3. 2 L 甲气体和 1 L 乙气体恰好完全反应生成 2 L 丙气体(所有气体的体积均在标准状况下测定)。若丙气体的分子式是 XY_2 , 则两种反应物气体的分子式可能是

- A. X_2 和 Y_2 B. XY 和 Y_2 C. X_2 和 XY D. YX_2 和 Y_2

4. 300 mL 某浓度的 NaOH 溶液中含有 60 g 溶质。现要配制 1 mol/L NaOH 溶液,应取原溶液与蒸馏水的体积比约为

- A. 1:4 B. 1:5 C. 2:1 D. 2:3

④ 开拓学习新视野

▲ 教材知识扩展

[思想方法]

如何求气体的相对分子质量(或平均相对分子质量)

(1) 已知标准状况时气体密度 ρ , $M_1 = 22.4\rho$ 。

(2) 已知非标准状况气体温度、压强、密度, $M_1 = \frac{\rho RT}{P}$ 。

(3) 已知两种气体的相对密度 D , $M_A = DM_B$ 。

$$\text{气体的相对密度 } D = \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{M_A}{M_B}$$

(4) 混合气体的平均式量(n_1, n_2, \dots 表示混合物中各组分的物质的量; V_1, V_2, \dots 表示混合物中各组分的体积; M_1, M_2, \dots 表示混合物中各组分的式量)混合气体本来无量纲,但对组成一定的混合气体来说,可以根据其各组分的组成和式量来计算所谓的平均式量。它在数值上等于混合气体的平均摩尔质量,其表达式为:

$$\begin{aligned} \bar{M} &= \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}} = \frac{M_1 n_1 + M_2 n_2 + \dots + M_i n_i}{n_{\text{总}}} \\ &= M_1 \cdot n_1\% + M_2 \cdot n_2\% + \dots + M_i \cdot n_i\% \\ &= \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + \dots + M_i V_i}{V_{\text{总}}} \end{aligned}$$

$$= M_1 \cdot V_1\% + M_2 \cdot V_2\% + \dots + M_i V_i\%$$

混合物的式量可以用平均值法确定。如空气的主要成分为 O_2 和 N_2 , 空气的平均相对分子质量为 29, 介于两种气体相对分子质量之间。

[专题放送]

一、知识规律总结

1. 质量守恒定律

(1) 内容: 参加化学反应的物质的质量总和等于反应后生成的物质的质量总和。

(2) 实质: 化学反应前后元素的种类和原子的个数不发生改变。

2. 阿伏加德罗定律

(1) 内容: 在同温同压下, 同体积的气体含有相同的分子数。即“三同”定“一同”。

(2) 推论

①同温同压时 $V_1/V_2 = n_1/n_2$ ②同温同体积时 $p_1/p_2 = n_1/n_2 = N_1/N_2$

③同温同压等质量时 $V_1/V_2 = M_2/M_1$ ④同温同压时 $M_1/M_2 = \rho_1/\rho_2$

注意 ①阿伏加德罗定律也适用于不反应的混合气体。②使用气态方程 $pV = nRT$ 有助于理解上述推论。

3. 阿伏加德罗常数

物质的量是以阿伏加德罗常数来计量的, $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 所含的碳原子数就是阿伏加德罗常数 (N_A)。 6.02×10^{23} 是它的近似值。

注意 叙述或定义摩尔时一般用“阿伏加德罗常数”, 在具体计算时常取 6.02×10^{23} 。

二、思维技巧思路分析

1. 质量守恒定律的直接应用

例 1: 有一在空气里暴露过的 KOH 固体样品, 经分析其含水 7.65%, 含 K_2CO_3 4.32%, 其余是 KOH。若将 $a \text{ g}$ 样品放入 $b \text{ mL } 1 \text{ mol/L}$ 的盐酸中, 使其充分作用后, 残酸用 $25.25 \text{ mL } c \text{ mol/L}$ 的 KOH 溶液恰好中和完全。蒸发所得溶液, 得到固体质量的表达式中(单位: g)

A. 只含有 a B. 只含有 b C. 必含有 b D. 一定有 a, b 和 c

[研析] 本题如使用 Cl 原子守恒的方法可大大简化解题步骤。由题意, 反应后溶液为 KCl 溶液, 其中的 Cl^- 来自盐酸, 所以所得 KCl 固体的物质的量与 HCl 的物质的量相等, 即为 $0.001b \text{ mol}$, 质量为 $0.0745b \text{ g}$ 。如果解题时使用 $a \text{ g}$ 这个数据, 也能获得答案, 此时答案中也会含有 b 。本题正确答案为 C。

例 2: 在一定条件下, 16 g A 和 22 g B 恰好反应生成 C 和 4.5 g D 。在相同条件下, 8 g A 和 15 g B 反应可生成 D 和 0.125 mol C 。从上述事实可推知 C 的相对分子质量为 _____。

[研析] 根据质量守恒定律, 当 16 g A 与 22 g B 恰好反应生成 4.5 g D 的同时, 生成 C 的质量应为 $16 + 22 - 4.5 = 33.5 \text{ g}$ 。当 8 g A 和 15 g B 反应时, 根据判断 B 是过量的, A 与 C 的质量关系应是 $16:33.5 = 8:x$, $x = 16.75 \text{ g}$ 。 $M_C = 16.75 \text{ g}/0.125 \text{ mol} = 134 \text{ g/mol}$ 即

C 的相对分子质量为 134。

2. 阿伏加德罗常数的直接应用

例 3 :下列说法正确的是(N_A 表示阿伏加德罗常数的值)

- A. 在常温常压下 ,11.2 L N_2 含有的分子数为 $0.5N_A$
- B. 在常温常压下 ,1 mol Ne 含有的原子数为 N_A
- C. 71 g Cl_2 所含原子数为 $2N_A$
- D. 在同温同压下 ,相同体积的任何气体单质所含的原子数相同

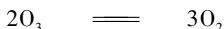
【析】 本题着重考查气体摩尔体积的概念和适用条件 阿伏加德罗定律以及稀有气体的组成。题目在 A 选项中设置了气体的状况条件这个陷阱 ,在 D 选项中设置了气体单质所含原子数这个陷阱。常温常压下 ,11.2 L N_2 并不是 0.5 mol ,含有的分子数也就不为 $0.5N_A$;稀有气体 Ne 是由原子构成的 ,1 mol Ne 含有的原子数为 N_A ,与状况无关 ;71 g Cl_2 恰好是 1 mol Cl_2 ,含原子数为 $2N_A$;在同温同压下 ,相同体积的任何气体单质所含的分子数相同 ,由于气体单质分子中所含原子数不同 ,如 CH_4 由 5 个原子构成 , H_2 由 2 个原子构成 ,而 Ne 由一个原子构成。相同状况下 ,相同体积的上述气体所含原子数就不相同。答案为 BC。

3. 阿伏加德罗定律与化学方程式计算的综合应用

例 4 :在一定条件下 ,有 a L O_2 和 O_3 的混合气体 ,当其中的 O_3 全部转化为 O_2 时 ,体积变为 $1.2a$ L ,求原混合气体中 O_2 和 O_3 的质量百分含量。

【析】 由阿伏加德罗定律 结合化学方程式的意义可知 ,化学方程式中气体化学式的系数比等于其体积比 ,所以此题实际上是阿伏加德罗定律的应用题。

设混合气体中 O_3 占 x ,则 O_2 为 $a - x$



$$(3/2)x + (a - x) = 1.2a \text{ L , 解得 } x = 0.4a \text{ L}$$

$$\text{根据阿伏加德罗定律 } n(O_3) : n(O_2) = V(O_3) : V(O_2) = 0.4a : 0.6a = 2 : 3$$

$$\mu(O_2) = \frac{3 \times 32}{(2 \times 48) + (3 \times 32)} \times 100\% = 50\% \quad \mu(O_3) = 1 - 50\% = 50\%$$

4. 阿伏加德罗定律与质量守恒定律的综合应用

例 5 :在某温度时 ,一定量的元素 A 的氢化物 AH_3 在一定体积密闭容器中可完全分解成两种气态单质 ,此时压强增加了 75%。则 A 单质的一个分子中有_____个 A 原子 , AH_3 分解反应的化学方程式为_____。

【析】 由阿伏加德罗定律的推论 相同温度和压强时 $p_1/p_2 = N_1/N_2$ 得反应前后气体的分子数之比为 1:1.75 = 4:7 ,可理解为反应式左边气体和反应式右边气体系数之和的比为 4:7 ,再按氢原子守恒不妨先将反应式写为 $4AH_3 \text{====} A_x + 6H_2$,再由 A 原子守恒得 x 为 4。

本题答案为 $4AH_3 \text{====} A_4 + 6H_2$ 。

5. 十字交叉法

十字交叉法是在进行二组分混合物平均量与组分量计算的一种简便方法。凡可按 $M_1 n_1 + M_2 n_2 = \bar{M}(n_1 + n_2)$ 计算的问题, 均可按十字交叉法计算, 算式为:

$$\begin{array}{ccc} M_1 & & M_2 - \bar{M} \\ & \diagdown & / \\ & M & \\ & / & \diagdown \\ M_2 & & \bar{M} - M_1 \end{array} \quad \frac{M_2 - \bar{M}}{\bar{M} - M_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

式中 \bar{M} 表示混合物的某平均量, M_1 、 M_2 则表示两组分对应的量。如 \bar{M} 表示平均相对分子质量, M_1 、 M_2 则表示两组分各自的分子量, n_1 、 n_2 表示两组分在混合物中所占的份额, $n_1:n_2$ 在大多数情况下表示两组分物质的量之比, 有时也可以是两组分的质量比, 如进行有关溶液质量百分比浓度的计算时。十字交叉法常用于求算混合气体平均分子量及组成、混合烃平均分子式及组成、同位素原子百分含量、溶液的配制、混合物的反应等。

(1) 混合气体计算中的十字交叉法

例 6 在常温下, 将 1 体积乙烯和一定量的某气态未知烃混合, 测得混合气体对氢气的相对密度为 12, 求这种烃所占的体积。

【析】 根据相对密度计算可得混合气体的平均相对分子质量为 24, 乙烯的相对分子质量是 28, 那么未知烃的相对分子质量肯定小于 24, 相对分子质量小于 24 的烃只有甲烷, 利用十字交叉法可求得甲烷是 0.5 体积。

(2) 混合物反应计算中的十字交叉法

例 7 现有 100 克碳酸锂和碳酸钡的混合物, 它们和一定浓度的盐酸反应时所消耗盐酸跟 100 克碳酸钙和该浓度盐酸反应时消耗盐酸量相同。计算混合物中碳酸锂和碳酸钡的物质的量之比。

【析】 可将碳酸钙的式量理解为碳酸锂和碳酸钡的混合物的平均式量, 利用十字交叉法计算可得碳酸锂和碳酸钡的物质的量之比 97:26。

▲ 考题在线搜索

考题 1 (2005 全国高考) N_A 代表阿伏加德罗常数, 下列说法正确的是

- A. 在同温同压时, 相同体积的任何气体单质所含的原子数目相同
- B. 2 g 氢气所含原子数目为 N_A
- C. 在常温常压下, 11.2 L 氮气所含的原子数目为 N_A
- D. 17 g 氨气所含电子数目为 $10N_A$

【析】 根据阿伏加德罗定律, 同温、同压、同体积时, 任何气体单质所含的分子数相等, 但原子数不一定相等, A 错误; 2 g 氢气的物质的量为 1 mol, 含分子数为 N_A , 原子数目为 $2N_A$, B 也不对; 在标准状况下, 11.2 L 氮气所含的原子数目为 N_A , 在常温常压下, 11.2 L 氮气所含的原子数目应小于 N_A , C 错误; 17 g 氨气的物质的量为 1 mol, 含电子 10 mol, 数目为 $10N_A$, D 正确。答案为 D。

点评 物质的量贯穿于整个高中化学的始终,是化学计算中处于核心地位的重要概念。它是掌握物质的质量、体积(标准状况下)、物质的量浓度、化学方程式计算的前提,是高考的必考点之一。本题是根据阿伏加德罗定律进行简单计算的一个实例,要掌握这一考点,一定要抓概念的内涵与外延,并及时总结。

考题2 (2003 全国高考)要配制浓度约为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液 100 mL,下面的操作正确的是 _____ (填代号)。

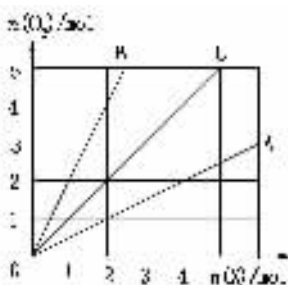
- A. 称取 8 g NaOH 固体,放入 250 mL 烧杯中,用 100 mL 量筒量取 100 mL 蒸馏水,加入烧杯中,同时不断搅拌至固体溶解
- B. 称取 8 g NaOH 固体,放入 100 mL 量筒中,边搅拌,边慢慢加入蒸馏水,待固体完全溶解后用蒸馏水稀释至 100 mL
- C. 称取 8 g NaOH 固体,放入 100 mL 容量瓶中,加入适量蒸馏水,振荡容量瓶使固体溶解,再加入水到刻度,盖好瓶塞,反复摇匀
- D. 用 100 mL 量筒量取 40 mL $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液,倒入 250 mL 烧杯中,再用同一量筒取 60 mL 蒸馏水,不断搅拌下,慢慢倒入烧杯中

【析】在 A、B、C 三个答案中,B 答案是在量筒中将氢氧化钠固体进行溶解,C 答案是在容量瓶中将氢氧化钠固体进行溶解,二者错误明显,而答案 A 考虑到所配溶液的要求不高(约为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)加之仅 8 g 氢氧化钠固体,对溶液的体积变化影响不大,故答案 A 正确,而答案 D 以“两溶液的体积之和等于溶液的总体积”,忽略溶液的体积变化,也是符合题意的。答案为 AD。

点评 基本的实验操作(如水浴加热、过滤、蒸馏、沉淀的洗涤等)是学生应该掌握的内容之一,同时用科学、准确的语言进行文字表达也是高中生所应具备的能力之一。另外,在定量实验中,如果题设条件要求不高,可以对定量实验做近似处理,如“两溶液的体积之和等于总体积”、“加少量固体溶质于一一定量的溶剂时,可忽略溶液的体积变化”等,只要不违背实验原理,题目中又有关键字、词(如“约”、“大约”等)出现,则可近似处理。

【拓展·应用】

1. 右图中横坐标表示完全燃烧时耗用可燃气体 X (X = A、B、C) 的物质的量 $n(X)$ 。纵坐标表示消耗 O_2 的物质的量 $n(\text{O}_2)$, A、B 是两种可燃气体, C 是 A 和 B 的混合气体, 则 C 中 $n(\text{A}) : n(\text{B})$ 为
- A. 2:1 B. 1:2 C. 1:1 D. 任意比



2. 医院在抢救病危患者时常常要给病危患者输送氧气,为了携带方便,常常使用氧气包。若氧气包的氧气在常压下输出速率为 10 mL/s 。现有一人在距医院有 10 分钟路程的地方发生车祸,问医护人员带上一个压强为 3 个大气压、容积为 15 L 的氧气包是否够用?(提示:对于一定质量的气体有 $p_1 V_1 = p_2 V_2$)

▲ 多彩化学漫步

国际单位制简介

国际单位制(代号 SI)是一种通用的、统一的单位制。它通过七个基本单位和物理关系式,可以导出物理学、化学等自然科学中所有的物理量的单位。因而它可以使工农业生产、科学技术、国民经济、国际贸易、医学卫生以及日常生活各个方面的计量单位有一个统一标准。

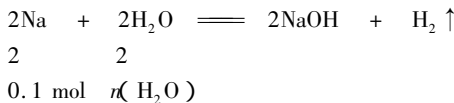
1960 年以来,国际计量会议以米、千克、秒制为基础,制定了国际单位制。国际单位制是在米制基础上发展起来的,于 1960 年第 11 届国际计量大会通过。目前已有 80 多个国家宣布采用国际单位制,工业比较发达的国家几乎全部采用了国际单位制。这套单位制经 1967 年第 13 届、1975 年第 16 届国际计量大会的修改和补充,更为完善和适用。现行的国际单位制,包括长度米(m)、质量千克(kg)、时间秒(s)、电流安培(A)、热力学温度开尔文(K)、物质的量摩尔(mol)、发光强度坎德拉(cd)七个国际制基本单位和平面角弧度(rad)、立体角球面度(sr)两个辅助单位;以及面积平方米(m^2)、体积立方米(m^3)、速度米每秒(m/s)等三十个导出单位。

最初的 MKS 制中,“米”用地球子午线长度的四千万分之一定义;“千克”定为 0°C (后改为 4°C) 时一立方分米水的质量;“秒”用八万六千四百分之一平太阳日定义。随着科学的发展,人们认识到地球的尺寸及运动状态并非真正的常数,且当时的测量也不精确,因此,在建立国际单位制时,对“米”、“秒”的定义作了修改,分别用原子内电子运动跃迁时辐射的波长和周期来定义。即米等于氪-86 原子的 $2P^{10}$ 和 $5d^5$ 能级之间跃迁所对应的辐射在真空中的 $1\,650\,763.73$ 个波的长度,秒是铯-133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的 $9\,192\,631\,770$ 个周期的持续时间。这个定义,使米的精度达到 10^{-9} 级,秒的精度达到 10^{-12} 级。基本单位的定义现在仍在发展中。如人们正在探索更好的定义“千克”的方法,如用激光代替 Kr-86 作长度基准,用核磁共振法代替电流天平法做电流的基准等。也许在不久的将来,会有更加精密、准确、简便易行的定义问世。

[答案与解析研读]

【教考动向·演练】

1. B 据 $M = m/n \quad n = N/N_A$ 得 $M = 0.8 \text{ g} \div (5 \times 10^{-2} \text{ mol}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
2. 181.8 g 研析 100 个水分子中溶有 1 个 Na^+ , 即 1 mol Na^+ 对应水的物质的量应为 100 mol, 2.3 g Na 为 0.1 mol, 变成 Na^+ , 其物质的量仍为 0.1 mol, 溶液中应有水 10 mol, 另外反应消耗掉的水为:



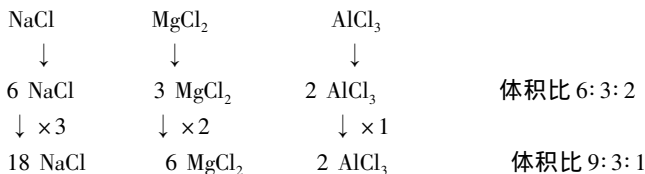
$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0.1 \text{ mol}$$

所以总共需 H_2O 的质量为 $m(\text{H}_2\text{O}) = (0.1 \text{ mol} + 10 \text{ mol}) \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 181.8 \text{ g}$ 。

3. B A 中缺少条件“标准状况”；B 根据阿伏加德罗定律，同温同压下，同体积的任何气体都含有相同数目的分子，故 B 正确；C 中，1 mol 气态物质在非标准状况时，体积也有可能等于 22.4 L；D 中缺少条件“标准状况”。

4. AD 等质量的 SO_2 与 CO_2 的体积比等于其物质的量之比 $(m/64):(m/44)$ ，即为相对分子质量的反比 $44:64 = 11:16$ ，密度比为相对分子量之比 $64:44 = 16:11$ 。

5. A 本题可用变形法。若消耗 AgNO_3 溶液的体积一样多时，变形式如下：



6. 18.4 mol/L

析 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1000\rho w \div (1 \times M) \text{ mol/L} = 1000 \times 1.84 \times 98\% \div (1 \times 98) \text{ mol/L} = 18.4 \text{ mol/L}$ 。

7. 一张等质量的白纸 右 镊子 5 药匙 左 平衡 烧杯 适量水 玻璃棒 500 容量瓶 蒸馏水 烧杯 玻璃棒 容量瓶 水 1~2 胶头滴管 凹液面与刻度线水平相切

8. (1)不变 (2)偏低 (3)偏低 (4)偏低 (5)不变

【教考动向·应用】

1. AD 22.4 L 的使用是在标准状况下成立，故 A 错；23 g 金属钠中原子的物质的量为 1 mol，而每个钠原子含有 11 个电子，故 B 正确；标准状况下， N_A 个氢分子的物质的量为 $N_A/N_A = 1 \text{ mol}$ ，则体积约为 22.4 L，故 C 正确；摩尔质量与质量是两个不同的物理量，单位不同，醋酸的摩尔质量与 N_A 个醋酸分子的质量在数值上是相等的，故 D 错。

2. C 可用设“1”解题法。需要先求出二者的物质的量之比，在此基础上推导其他选项。假设各 1 g，则物质的量之比为 $(1/64):(1/80) = 80:64 = 5:4$ ，然后再利用分子的组成关系可知硫元素的物质的量之比，等于所含硫原子个数比，也等于硫元素的质量比，为 5:4，所以 B 错而 C 对；而 A 中所含氧原子的个数比应为 $(5 \times 2):(4 \times 3) = 5:6$ ；D 所含原子个数比为 $(5 \times 3):(4 \times 4) = 15:16$ 。

3. AB 利用阿伏加德罗定律，可得同温同压下，气体的体积之比等于其物质的量之比，等于分子数之比，也等于化学方程式中各个物质的化学计量数之比。所以有 $2\text{甲} + \text{乙} = 2\text{XY}_2$ 。再根据质量守恒定律，X、Y 各元素反应前后的原子总数相等，若甲是由 X、乙由 Y 元素组成，则得到甲、乙的分子式分别是 X_2Y_4 ；若甲是由 Y、乙由 X 元素组成，则得到甲、乙的分子式分别是 Y_2X_2 ；若其中一种由 X、Y 组成，则可求出两种气体的分子式为 XY 和 Y_2 。

4. A 依题意,原 NaOH 溶液的浓度是

$$c = \frac{60 \text{ g}}{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.3 \text{ L}} = 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

解法一 原溶液与要配制的溶液浓度相差不太大,而所取原溶液与所加蒸馏水的体积比是一个约数,因此,可设溶液总体积为原溶液与水的体积之和,则有

$$5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 300 \text{ mL} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times [300 \text{ mL} + V(\text{H}_2\text{O})]$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1200 \text{ mL}$$

所以 $V(\text{原溶液}) : V(\text{H}_2\text{O}) = 300 \text{ mL} : 1200 \text{ mL} = 1 : 4$ 。

解法二 本题没有说明要配制溶液的体积,可按容量瓶规格,取 1000 mL 进行计算。则配制的 NaOH 溶液中含 NaOH 1 mol,根据题意,200 mL NaOH 溶液中就含有 1 mol NaOH,故需加入蒸馏水约 800 mL,则

$$V(\text{原溶液}) : V(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ mL} : 800 \text{ mL} = 1 : 4。$$

注意:同一物质的不同浓度溶液的密度相近,如果两者相混合,计算值又不需十分精确,则可认为最终溶液总体积就是各部分液体体积之和。第二种方法从配制溶液过程的角度考虑,更具合理性。

【拓展·应用】

1. A 可燃气体燃烧的有关信息全部在图象中体现。观察图示可知 2 mol A、1 mol B 燃烧的总耗氧量与 3 mol C 燃烧的总耗氧量相等,则推知 C 中 $n(\text{A}) : n(\text{B})$ 为 2:1,答案为 A。
2. 带一个氧气包够用。

研析 氧气包是否够用,实际上就是看其是否能维持 10 分钟的输出时间。先将 3 个大气压下的氧气转化为常压下的氧气,求出其体积。根据理想气体状态方程 $p_1 V_1 = p_2 V_2$, $V_2 = p_1 V_1 / p_2$ 。

$$V_2 = 3 \times 15 \text{ L} \div 1 = 45 \text{ L} = 4.5 \times 10^4 \text{ mL}$$

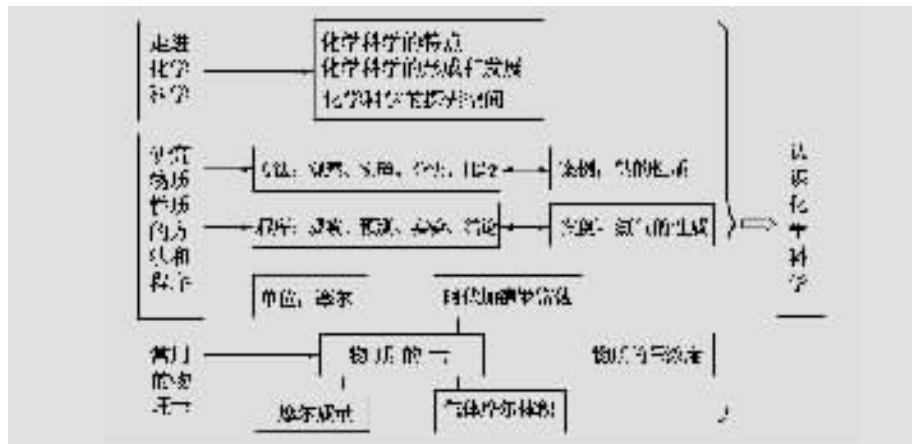
维持输出时间为 $t = 4.5 \times 10^4 \text{ mL} \div 10 \text{ mL/s} = 4.5 \times 10^3 \text{ s} = 75 \text{ 分钟} > 10 \text{ 分钟}$

所以带一个氧气包够用。

章 末 小 结

▲章末知识回顾

[结构图表]



[知识归纳]

1. 基础知识

(1) 化学的发展简史

1661年,英国化学家、物理学家波义耳提出化学元素的概念,标志着近代化学的诞生。

1771年,法国化学家拉瓦锡建立燃烧现象的氧化学说,使近代化学取得了革命性的进展。

1803年,英国化学家、物理学家道尔顿提出原子学说,为近代化学的发展奠定了坚实的基础。

1869年,俄国化学家门捷列夫发现元素周期律,把化学元素及其化合物纳入一个统一的理论体系。

(2) 钠的性质

物理性质	颜色	状态	硬度	密度	熔点
	银白色	固体	较小	0.97 g/cm^3	$97.81 \text{ }^\circ\text{C}$

化学性质	与氧气反应	$4\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{常温}} 2\text{Na}_2\text{O}$ $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{加热}} \text{Na}_2\text{O}_2$
	与水反应	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$

(3) 氯气的性质

物理性质	颜色	状态	气味	密度	溶解性	特性
	黄绿色	气体	刺激性	大于空气	可溶	有毒
化学性质	与金属反应	$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CuCl}_2$				
	与非金属反应	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$				
	与水反应	$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$				

2. 基本概念

(1) 化学科学: 化学科学就是在原子、分子水平上研究各种各样的物质的组成、结构、性质、变化、制备和应用的自然科学。其特征是认识分子和制造分子。

(2) 摩尔: 摩尔是表示物质的量的单位, 每摩尔物质含有阿伏加德罗常数个微粒。

(3) 摩尔质量: 1 mol 物质的质量叫摩尔质量, 摩尔质量在数值上等于该物质的式量。

(4) 标准状况下的气体摩尔体积: 在标准状况(0 °C、101.3 kPa)下, 1 mol 的任何气体的体积都大约是 22.4 L。

(5) 物质的量浓度: 以 1 L 溶液中所含溶质的物质的量来表示的溶液浓度叫物质的量浓度。

3. 基本方法

(1) 研究物质性质常用的方法为: 观察、实验、分类、比较。

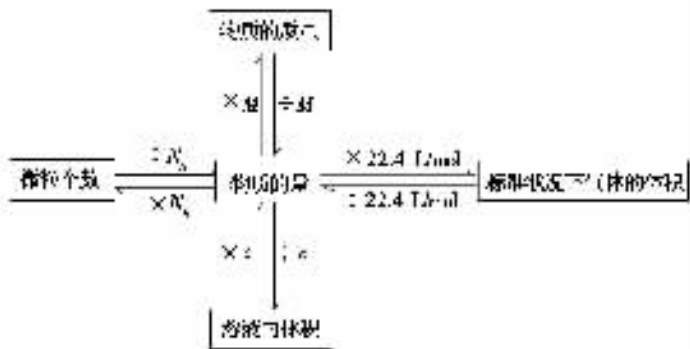
(2) 研究物质性质一般的程序为: 观察物质的外观性质→运用分类的方法 根据物质所属类别或利用有关反应规律预测物质的性质→实验和观察(验证预测并提出新的预测)→对实验现象进行分析、综合、推理, 概括出结论。运用比较的方法, 归纳出物质的通性及特性。

(3) 配制一定物质的量浓度的溶液: 对于任何定量实验, 操作细则以及实验仪器的选择主要是围绕减小实验误差来考虑。准确配制一定物质的量浓度溶液的关键在于: 溶质的计量和转移、溶液体积的计量。其操作步骤为: 计算、称量、溶解、转移、洗涤、定容、摇匀。

4. 基本关系

以物质的量为核心的各物理量间的转化关系

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m} = cV$$



▲ 单元专题探究

物质的量浓度计算中思维起点的选择

物质的量浓度的计算是中学化学计算的重要组成部分,是近年各类考试的“热点”,此类题涉及的概念较多(如物质的量、质量、摩尔质量、气体的摩尔体积等),知识范围广,内容灵活多变,解题过程中不少同学感到无所适从。其中最主要的原因是不会选择解题的思维起点。本文通过具体例题的剖析,探讨有关物质的量浓度计算中思维起点的选择。

一、从“定义式”出发

物质的量浓度的定义的数学表达式为 $c = n/V$, 其中 n 为溶质的物质的量(mol), V 为溶液的体积(L), c 的单位为 mol/L。由此可知,欲求 c , 应先分别求出 n 及 V 。

例1 100 mL 0.3 mol/L Na_2SO_4 溶液和 50 mL 0.2 mol/L $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液混合后,溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度为

- A. 0.2 mol/L B. 0.25 mol/L C. 0.40 mol/L D. 0.50 mol/L

[研析] 因混合后 SO_4^{2-} 的物质的量为:

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.3 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} + 0.2 \text{ mol/L} \times 0.05 \text{ L} \times 3 = 0.06 \text{ mol}$$

$$\text{溶液的体积 } V = 0.1 \text{ L} + 0.05 \text{ L} = 0.15 \text{ L}$$

则混合后溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度为:

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{SO}_4^{2-})/V = 0.06 \text{ mol}/0.15 \text{ L} = 0.40 \text{ mol/L}$$

故正确答案为 C。

二、从“换算式”出发

溶液的物质的量浓度与溶质的质量分数之间的换算公式为 $c = 1000\rho w\%/M$

其中 ρ 为溶液的密度(g/cm^3), $w\%$ 为溶质的质量分数, M 为溶质的摩尔质量(g/mol), 由上述公式可知,已知 ρ 、 $w\%$ 、 M 就可以求出 c 。

例2 相对分子质量为 M 的某物质在室温下的溶解度为 $s \text{ g}/100 \text{ g}$, 此时测得饱和溶液的密度为 $\rho \text{ g}/\text{mL}$, 则该饱和溶液的物质的量浓度是

A. $M/10s\rho$ mol/L

B. $1\ 000s\rho/M(100+s)$ mol/L

C. $10s\rho/M$ mol/L

D. $M(100+s)/1\ 000s\rho$ mol/L

[析] 依题意可得溶质的质量分数为 $w\% = s/(100+s) \times 100\%$

然后由溶液的物质的量浓度与溶质的质量分数的换算公式 $c = 1\ 000\rho w\%/M$

可得该饱和溶液的物质的量浓度 $c = 1\ 000s\rho/M(100+s)$ mol/L

故正确答案为 B。

例 3 将溶质的质量分数为 $a\%$ 、物质的量浓度为 c_1 mol/L 的稀 H_2SO_4 加热蒸发掉一定量的水,使溶质的质量分数变为 $2a\%$,此时硫酸的物质的量浓度为 c_2 mol/L,则 c_1 和 c_2 的数值关系是

A. $c_2 = 2c_1$

B. $c_2 < 2c_1$

C. $c_2 > 2c_1$

D. $c_1 = 2c_2$

[析] 由换算公式 $c = 1\ 000\rho w\%/M$ 得

$$c_1 = 1\ 000 \times \rho_1 \times a\% / 98 \quad c_2 = 1\ 000 \times \rho_2 \times 2a\% / 98$$

由此可知 $c_1 : c_2 = \rho_1 : 2\rho_2$

因为 $\rho_2 > \rho_1$,故有 $c_2 > 2c_1$ 。正确答案为 C。

三、“守恒”的观点出发

1. 稀释前后“溶质的物质的量守恒”,即 $c_1V_1 = c_2V_2$ (其中 c_1, c_2 是稀释前后溶质的物质的量浓度, V_1, V_2 是稀释前后溶液的体积)。

2. 溶液中“微粒之间电荷守恒”,即溶液呈电中性。

3. 质量守恒。

例 4 300 mL 某浓度的 NaOH 溶液中含有 60 g 溶质,现欲配制 1 mol/L NaOH 溶液,应取原溶液与蒸馏水的体积比约为

A. 1:4

B. 1:5

C. 2:1

D. 2:3

[析] 首先由定义式可求出原 NaOH 溶液的物质的量浓度为 $c(\text{原}) = 60 \text{ g} \div 40 \text{ g/mol} \div 0.3 \text{ L} = 5 \text{ mol/L}$

再根据守恒原理,即稀释前后溶质的物质的量保持不变,可得:

$$c(\text{原}) \times V(\text{原}) = c(\text{后}) \times V(\text{后}) = c(\text{后}) \times [V(\text{原}) + V(\text{水})]$$

$$\text{即 } 5 \text{ mol/L} \times V(\text{原}) = 1 \text{ mol/L} \times [V(\text{原}) + V(\text{水})]$$

$$\text{解得 } V(\text{原}) : V(\text{水}) = 1 : 4$$

故正确答案为 A。

例 5 有 K_2SO_4 和 $Al_2(SO_4)_3$ 的混合溶液,已知其中 Al^{3+} 的物质的量浓度为 0.4 mol/L, SO_4^{2-} 的物质的量浓度为 0.7 mol/L,则此溶液中 K^+ 的物质的量浓度为

A. 0.1 mol/L

B. 0.15 mol/L

C. 0.2 mol/L

D. 0.25 mol/L

[析] 根据电荷守恒原理可知,混合溶液中 K^+ 、 Al^{3+} 所带的正电荷总数等于 SO_4^{2-} 所带的负电荷总数,则

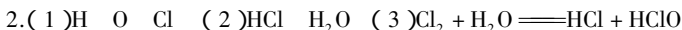
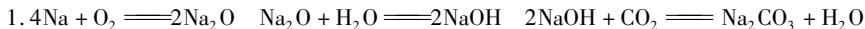
$$c(K^+) + 3c(Al^{3+}) = 2c(SO_4^{2-})$$

$$\text{即 } c(K^+) + 3 \times 0.4 \text{ mol/L} = 2 \times 0.7 \text{ mol/L}$$

解得 $c(\text{K}^+) = 0.2 \text{ mol/L}$

故正确答案为 C。

▲教材【本章自我评价】答案



研析 氢气在氯气中燃烧生成氯化氢,火焰为苍白色。氯化氢易溶于水,其水溶液可使蓝色石蕊试纸变红。氯气溶于水形成氯水,其中的次氯酸具有漂白性。

3. 解法 1 是先求出 $m \text{ g SO}_2$ (或 SO_3) 中 S 的质量,再分别求出 S 原子的个数,从而解得其比值。

解法 2 是求出 $m \text{ g SO}_2$ 中 S 原子的个数和 $m \text{ g SO}_3$ 中 S 原子的个数,直接求得其比值。

解法 3 是分别求出 $m \text{ g SO}_2$ 和 $m \text{ g SO}_3$ 的物质的量而得硫原子个数比。

解法 3 是合理的,因为三种解法中解法 3 是最简捷的。

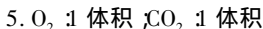


研析 血清素分子中:

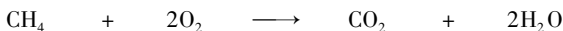
$$n(\text{C}) = 176 \times 68.2\% \div 12 = 10, \quad n(\text{H}) = 176 \times 6.82\% \div 1 = 12,$$

$$n(\text{N}) = 176 \times 15.9\% \div 14 = 2, \quad n(\text{O}) = 176 \times 9.08\% \div 16 = 1$$

因此,血清素的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}$ 。



研析 CH_4 完全反应, O_2 有剩余



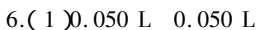
$$1 \text{ L} \qquad \qquad 2 \text{ L} \qquad \qquad 1 \text{ L}$$

$$1 \text{ 体积} \qquad \qquad V(\text{O}_2) \qquad \qquad V(\text{CO}_2)$$

由于 $1 \text{ L} / 1 \text{ 体积} = 2 \text{ L} / V(\text{O}_2) = 1 \text{ L} / V(\text{CO}_2)$

所以 $V(\text{O}_2) = 2 \text{ 体积}$, $V(\text{CO}_2) = 1 \text{ 体积}$

则剩余的氧气体积为 1 体积,生成 CO_2 的体积为 1 体积。



(2) 知道某溶液的物质的量浓度,取用一定体积的溶液,就知道了其所含溶质的物质的量,进行化学计算十分方便。

研析 由题意:



$$22.4 \text{ L} \qquad \qquad \qquad 2 \text{ mol}$$

$$2.24 \text{ L} \qquad \qquad V_1(\text{NaOH}) \times 4.0 \text{ mol/L}$$

$$V_1(\text{NaOH}) = 2 \text{ mol} \times 2.24 \text{ L} \div (22.4 \text{ L} \times 4.0 \text{ mol/L}) = 0.050 \text{ L}$$



$$22.4 \text{ L} \qquad \qquad \qquad 80 \text{ g}$$

$$2.24 \text{ L} \qquad \qquad V_2(\text{NaOH}) \times 1.14 \text{ g/mL} \times 14\%$$

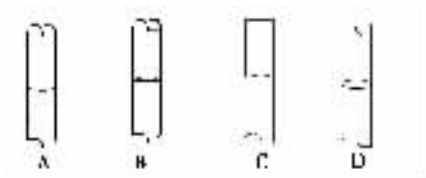
$$V_2(\text{NaOH}) = 2.24 \text{ L} \times 80 \text{ g} \div (22.4 \text{ L} \times 1.14 \text{ g/mL} \times 14\%) = 50 \text{ mL} = 0.050 \text{ L}$$

综合能力探究演练

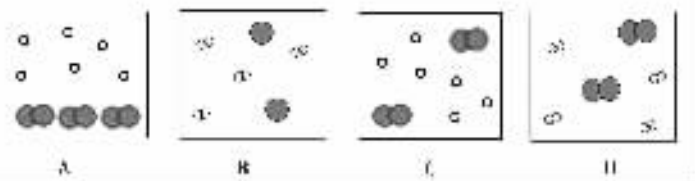
可能用到的相对原子质量 :H—1 C—12 N—14 O—16 Na—23 S—32 Cl—35.5 Cu—64

一、选择题 (每题只有一个选项符合题意)

- 1965年,我国科学家在世界上首次用化学方法合成的具有生物活性的物质是
A. 血红素 B. 叶绿素 C. 核糖核酸 D. 结晶牛胰岛素
- 下列各种物理性质中,对氯气来说不正确的是
A. 黄绿色的气体 B. 密度比空气小 C. 能溶于水 D. 有刺激性气味
- 0.5 mol Na_2SO_4 中所含的 Na^+ 数为
A. 3.01×10^{23} B. 6.02×10^{23} C. 0.5 D. 1
- 在配制一定物质的量浓度溶液的实验中,最后用胶头滴管定容后,液面正确的是



- 下列叙述正确的是
A. 1 mol O_2 的质量为 $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. 1 mol 物质的质量等于该物质的相对分子质量或相对原子质量
C. SO_4^{2-} 的摩尔质量为 $96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. CO_2 的摩尔质量为 44 g
- 下列物质的体积约为 22.4 L 的是
A. 标准状况下 1 mol H_2O
B. 20 °C、101 kPa 时 36.5 g HCl
C. 常温常压下 17 g NH_3
D. 标准状况下 0.4 mol H_2 和 0.6 mol O_2 的混合气体
- 下列四图中,白球代表氢原子,黑球代表氦原子。表示等质量的氢气与氦气混合气体的是



8. 下列关于钠的说法不正确的是

- A. 金属钠与 O_2 反应, 条件不同, 产物不同
- B. 钠 - 钾合金通常状况下呈液态, 可作原子反应堆的导热剂
- C. 钠的化学活泼性很强, 少量的钠可保存在煤油中
- D. 将金属钠投入水中, 生成氢氧化钠, 同时放出 O_2

9. 将一小块钠投入盛 50 mL 澄清饱和石灰水的烧杯里, 不可能观察到的现象是

- A. 钠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

10. 能使干燥有色布条褪色的物质是

- A. 氯气
- B. 氯化氢
- C. 氯水
- D. 氢氧化钠

11. 将 2.3 g 钠放入 47.7 g 水中, 反应完毕, 溶质的质量分数是

- A. 大于 8%
- B. 等于 8%
- C. 小于 8%
- D. 大于 4% 而小于 8%

12. 设 N_A 为阿伏加德罗常数, 下列对 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{SO}_4$ 溶液的正确说法是

- A. 1 L 溶液中含有 $0.3N_A$ 个 K^+
- B. 1 L 溶液中含有 K^+ 和 SO_4^{2-} 总数为 $0.9N_A$
- C. 2 L 溶液中 K^+ 的物质的量浓度为 $1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 2 L 溶液中含有 $0.3N_A$ 个 SO_4^{2-}

13. 体积相同的某营养液两份, 其配方如下:

	KCl	K_2SO_4	ZnSO_4	ZnCl_2
(1)	0.3 mol	0.2 mol	0.1 mol	
(2)	0.1 mol	0.3 mo		0.1 mol

两份营养液中各离子的浓度

- A. 完全相同
- B. 完全不同
- C. 仅 $c(\text{K}^+)$ 相同
- D. 仅 $c(\text{Cl}^-)$ 相同

14. 在标准状况下, 相同质量的下列气体, 占有体积由大到小的顺序是

① Cl_2 ② H_2 ③ N_2 ④ CO_2 ⑤ O_2

- A. ③ ② ④ ⑤ ①
- B. ③ ② ④ ③ ①
- C. ① ④ ⑤ ② ③
- D. ② ③ ⑤ ④ ①

15. 在一定温度、压强下, 1 体积 X_2 (气) 和 3 体积 Y_2 (气) 化合生成 2 体积的气体化合物, 则该气体化合物的化学式为

- A. XY_3
- B. XY
- C. X_3Y
- D. X_2Y_3

二、填空题(本题共 4 个小题)

16. 氯水中含有多种成分。将紫色石蕊试液滴入氯水中, 溶液显红色, 起作用的成分是_____, 过一会儿, 溶液的颜色逐渐褪去, 起作用的成分是_____。往氯水中滴入硝酸银溶液, 产生白色沉淀, 起作用的成分是_____。氯水能使淀粉碘化钾试纸变蓝, 起作用的主要成分是_____。

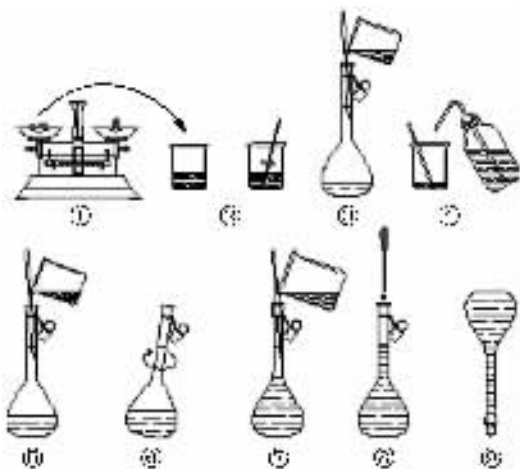
17. 我国研制的长征捆绑式火箭在第一、二级发动机中用偏二甲肼和四氧化二氮作为液

体燃料。

(1) 已知偏二甲肼的相对分子质量为 60, 其中含碳 40%, 含氢 13.33%, 其余为氮。则 $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) =$ _____, 偏二甲肼的分子式为 _____;

(2) 在发动机中偏二甲肼在四氧化二氮中充分燃烧, 生成 CO_2 、 H_2O 、 N_2 , 写出该燃烧反应的化学方程式 _____。

18. 下图为配制 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液 250 mL 的示意图。



回答下列问题:

(1) ①中称得 Na_2CO_3 _____ g。

(2) 玻璃棒在②、③两步中的作用分别是 _____、_____。

(3) 若出现如下情况, 对所配溶液浓度有何影响?(填“偏高”、“偏低”或“无影响”)

A. 某同学在第⑧步观察液面时俯视 _____;

B. 没有进行操作步骤④和⑤ _____;

C. 在第⑤步不慎有少量液体流到容量瓶外 _____。

19. 某课外活动小组研究金属钾的性质。他们首先通过分析钾与钠的原子结构示意图及查阅有关资料, 知道钾与钠属于同一类物质, 在性质上有许多相似之处。但在金属活动顺序表中, 钾排在钠的前面, 钾在空气中燃烧的产物是超氧化钾(KO_2)。完成下列问题:

(1) 钾的原子核外有 19 个电子, 画出钾的原子结构示意图 _____。

(2) 预测钾的化学性质, 完成下列反应的化学方程式, 并进行实验验证。

① 钾在氯气中燃烧 _____。

② 点燃钾剧烈燃烧 _____。

③ 将小块钾投入冷水中 _____。

(3) 推测钾在自然界中的存在方式是 _____ (填“游离态”或“化合态”)。

(4)该小组研究钾的性质时用到了哪些主要方法:_____。

他们是按照怎样的程序来研究金属钾的性质的:_____。

三、计算题(本题共2个小题)

20. 现用 Zn 与实验室中的盐酸反应制取 4.48 L H_2 (标准状况)。

(1)如果选用所贴标签为 $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸,至少需该盐酸多少毫升?

(2)如果选用所贴标签为 7%(密度为 $1.043 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$)的盐酸,至少需该盐酸多少毫升?

21. 标准状况下,用一定量的水吸收氨气后制得浓度为 $12.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、密度为 $0.915 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的氨水。试计算 1 体积水吸收多少体积的氨气可制得上述氨水。

(本题中氨的式量以 17.0 计,氨水的溶质以溶解的 NH_3 为准,水的密度以 $1.00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 计)

[答案与解析研读]

1. D 我国科学家在现代化学研究中做出了突出的贡献。1965 年,我国科学家在世界上首次用化学方法合成了具有生物活性的结晶牛胰岛素,1981 年在世界上首次人工合成酵母丙氨酸转移核糖核酸。

2. B 氯气是一种黄绿色、有刺激性气味、能溶于水(1:2)、易液化、密度比空气大的有毒气体。

3. B $N(\text{Na}^+) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \times 2 \times N_A = 0.5 \text{ mol} \times 2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 6.02 \times 10^{23}$ 。

4. B 在配制一定物质的量浓度溶液的实验中,定容后,溶液凹液面最低点应该与刻度线相切。

5. C 质量的单位是“g”、摩尔质量的单位是“ $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”、式量的单位是“1”,A、B、D 选项中单位使用不正确。正确的说法为:1 mol O_2 的质量为 32 g;1 mol 物质的质量如果以“g”为单位,则在数值上等于该物质的式量, CO_2 的摩尔质量为 $44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。C 项无论数值,还是单位均正确。

6. D A:标准状况下 H_2O 不是气态,体积大约为 18 mL,远远小于 22.4 L;B、C:0 $^\circ\text{C}$ 、101 kPa 时 36.5 g HCl 的体积为 22.4 L,20 $^\circ\text{C}$ 时其体积应大于 22.4 L;同理常温常压下 17 g NH_3 的体积也大于 22.4 L;标准状况下,1 mol 任何气体的体积都约为 22.4 L,不论它是纯净物还是混合气体,因此 D 正确。

7. B 根据氢气是双原子分子,氦气是单原子分子,可排除 A、C、D。从另外一个角度看,如果设氢气与氦气的质量都为 m 则 $N(\text{He}) : N(\text{H}_2) = n(\text{He}) : n(\text{H}_2) = [m \div M(\text{He})] : [m \div M(\text{H}_2)] = (m \div 4 \text{ g/mol}) : (m \div 2 \text{ g/mol}) = 1:2$ B 选项符合题意。

8. D 金属钠与 O_2 反应,常温下生成氧化钠,加热或点燃条件下生成过氧化钠,A 正确;钠和钾都是热的良导体,钠、钾的熔点都很低,其合金通常状况下呈液态,导热性进一步增强,可作原子反应堆的导热剂,B 正确;钠的化学性质很活泼,可与空气中的水蒸气和氧气反应,少量的钠可保存在煤油中,以隔绝空气,C 正确;将金属钠投入水中,生

成氢氧化钠,同时放出氢气,D错误。

9. C 金属钠与水反应放出大量的热,将其熔成小球,与水接触的部位产生的气体不均匀,进而推动小球在液面上游动,随着反应的进行,水量不断减少,且氢氧化钙溶解度随温度升高而降低,因此有部分氢氧化钙析出,使溶液变浑浊,但它不是银白色物质,因此,C错误。
10. C 氯气、氯化氢、氢氧化钠本身都没有漂白性,只有氯水中的次氯酸具有漂白性,可使干燥有色布条褪色,C正确。
11. A 此题可用估算法。根据 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 不难算出 2.3 g 钠放入 47.7 g 水中,生成 NaOH 的质量为 $m(\text{NaOH}) = m(\text{Na}) \times M(\text{NaOH}) \div M(\text{Na}) = 2.3 \text{ g} \times 40 \text{ g/mol} \div 23 \text{ g/mol} = 4.0 \text{ g}$ 根据质量守恒定律,则溶质的质量分数是 $w = 4.0 \text{ g} \div [2.3 \text{ g} + 47.7 \text{ g} - m(\text{H}_2)] > 8\%$,A 正确。
12. B 一定要注意的是对于 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{SO}_4$ 溶液来说,其中的微粒个数跟体积有关,但微粒的浓度却与体积无关,不要落入题设的陷阱中。A:1 L 溶液中应该含有 $0.6N_A$ 个 K^+ ,A 错误;B:正确;C:2 L 溶液中 K^+ 的物质的量浓度为 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 错误;D:2 L 溶液中含有 $0.6N_A$ 个 SO_4^{2-} ,D 错误。
13. A 两份营养液配方不同。但各离子的物质的量都相同 $n(\text{K}^+) = 0.7 \text{ mol}$ $n(\text{Cl}^-) = 0.3 \text{ mol}$ $n(\text{Zn}^{2+}) = 0.1 \text{ mol}$ $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.3 \text{ mol}$;溶于水后所得营养液中各离子的浓度自然完全相同。
14. D 根据阿伏加德罗定律,在标准状况下,气体的体积比等于其物质的量之比,而质量相同的前提下,物质的量与其摩尔质量成反比。由此看来,上述气体占有体积由大到小的顺序实际上是摩尔质量由小到大的顺序。
15. A 根据阿伏加德罗定律,在一定温度、压强下,气体的体积比等于其分子数之比,也就是等于化学方程式中的计量数之比。现设此反应的方程式为 $x\text{X}_2 + 3\text{Y}_2 = 2\text{X}_a\text{Y}_b$,再根据质量守恒定律得 $a=1$ $b=3$ 。
16. H⁺ HClO Cl⁻ Cl₂ 氯水中含有水、氯气、盐酸、次氯酸等多种成分。在一般情况下,认为是溶液中氯分子的性质,比如说,氯水能使淀粉-碘化钾试纸变蓝,起作用的主要成分是 Cl₂。但由于新制的氯水中含 Cl₂、H₂O、HClO 等分子和 H⁺、Cl⁻、ClO⁻、OH⁻ 等离子,其性质比较复杂,除了强氧化性外还具有以下性质:酸性(H⁺)、漂白性(HClO)、与硝酸银溶液反应(Cl⁻)等。
17. (1)1:4:1 (2) $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2 + 2\text{N}_2\text{O}_4 \longrightarrow 2\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

研析 (1)据题意:偏二甲肼含氮 $1 - 40\% - 13.33\% = 46.67\%$,1 mol 偏二甲肼的质量为 60 g

则 1 mol 偏二甲肼中 $n(\text{C}) = 60 \text{ g} \times 40\% \div 12 \text{ g/mol} = 2 \text{ mol}$

$n(\text{H}) = 60 \text{ g} \times 13.33\% \div 1 \text{ g/mol} = 8 \text{ mol}$

$n(\text{N}) = 60 \text{ g} \times 46.67\% \div 14 \text{ g/mol} = 2 \text{ mol}$

因此,其分子式为 $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$ $n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{N}) = 2 \text{ mol}:8 \text{ mol}:2 \text{ mol}$,即 1:4:1。

(2) 可根据质量守恒定律,用设1法配平。设 $C_2H_8N_2$ 前的系数为1,根据C原子守恒,推知 CO_2 前系数为2,根据H原子守恒,推知 H_2O 前系数为4,再根据O原子守恒,逆推知 N_2O_4 前系数为2,最后根据N原子守恒,配平氮气前系数。

18. (1) 5.3 (2) 搅拌 引流 (3) A 偏高 B 偏低 C 偏低

研析 (1) $c(Na_2CO_3) = c(Na_2CO_3) \times V(Na_2CO_3) = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 0.25 \text{ L} = 0.05 \text{ mol}$

$m(Na_2CO_3) = n(Na_2CO_3) \times M(Na_2CO_3) = 0.05 \text{ mol} \times 106 \text{ g/mol} = 5.3 \text{ g}$

(2) 玻璃棒是中学化学实验中常用的仪器,在第②步中,用玻璃棒搅拌,可加速 Na_2CO_3 固体的溶解,在第③步中,用玻璃棒引流,可防止 Na_2CO_3 溶液流到容量瓶外。

(3) 所有的定量实验都存在一个“误差”的问题,在本实验的误差分析中,一定要紧扣物质的量浓度的定义式,即 $c = n/V$ 。如果在第⑧步观察液面时俯视, V 偏小,结果偏高,如果没有进行操作步骤④和⑤, n 偏小,结果偏低,如果在第⑤步不慎有少量液体流到容量瓶外, n 偏小,结果偏低。

19. (1) 

(2) $2K + Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2KCl$ $K + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} KO_2$ $2K + 2H_2O = 2KOH + H_2 \uparrow$

(3) 化合态

(4) 比较法、观察法、实验法、分类法

观察钾的外观性质 → 预测钾的化学性质 → 实验与观察 → 比较、分析、综合、结论

研析 本题是以 K、Na 的性质为背景,实际重点考查同学们对研究物质性质的方法和程序的掌握情况。本章已经较详细地讲解了 Na 的性质,而同学们对 K 的知识比较陌生,这就需要根据钠的性质来预测。首先观察钾的外观性质,并查阅有关资料后,知道钾与钠属于同一类物质(用了分类的观点),得知它们在结构和性质上有许多相似之处。预测后,用实验法来验证自己的想法,在实验中用观察法来推测产物,最后,通过比较、分析、综合,得出结论。

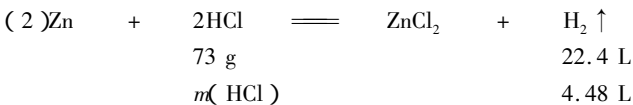
20. (1) 200 mL (2) 200 mL

研析 (1)



$n(\text{HCl}) = 4.48 \text{ L} \div 22.4 \text{ L} \times 2 \text{ mol} = 0.4 \text{ mol}$

$V(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \div c(\text{HCl}) = 0.4 \text{ mol} \div 2.0 \text{ mol} \cdot L^{-1} = 0.2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$



$$m(\text{HCl}) = 4.48 \text{ L} \div 22.4 \text{ L} \times 73 \text{ g} = 14.6 \text{ g}$$

$$V(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) \div \rho(\text{HCl}) = 14.6 \text{ g} \div 7\% \div 1.043 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 200 \text{ mL}$$

提示 (1)、(2) 小题结果相同, 请体会哪种浓度表示方法更方便。

21. 378 体积

研析 1.00 L 该氨水中含氨的质量为: $12.0 \text{ mol} \times 17.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

其体积在标准状况下为: $12.0 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

1.00 L 该氨水中含水的质量为: $1.00 \text{ L} \times 915 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} - 12.0 \text{ mol} \times 17.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

其体积为: $(1.00 \text{ L} \times 915 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} - 12.0 \text{ mol} \times 17.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) / 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

$$V(\text{NH}_3) / V(\text{H}_2\text{O}) = (12.0 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}) / [(1.00 \text{ L} \times 915 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} - 12.0 \text{ mol} \times 17.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) / 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}] = 378$$

1 体积水吸收 378 体积氨气(标准状况)。

若直接列出总式也可:

$$V(\text{NH}_3) / V(\text{H}_2\text{O}) = (1.00 \text{ L} \times 12.0 \text{ mol/L} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}) / [(1.00 \text{ L} \times 915 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} - 12.0 \text{ mol} \times 17.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) / 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}] = 378$$

1 体积水吸收 378 体积氨气(标准状况)。

第 2 章

元素与物质世界



▲教材单元概说

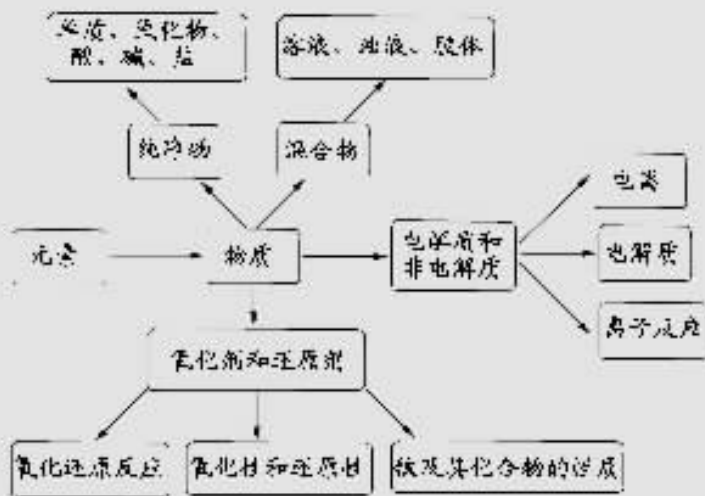
教材地位

古人云：“授之以鱼，不如授之以渔。”本教材特别注重了对学习方法的传授。通过第一章的学习，我们了解了研究物质性质的一般方法和程序，本单元将着重对其中的“分类法”进行深入的研究和探讨。

有限的 110 多种元素却形成了 3 500 多万种形形色色的物质，若想了解这么多物质的性质，必须对其进行分类。这就强化了两个观点：“元素观”和“分类观”。在此基础上，一方面对初中学习的酸、碱、盐、氧化物的知识进行梳理，并按课标要求对胶体、电解质、氧化还原反应等内容进行系统的学习，将这些看似毫不相干的知识有机地联系在一起；另一方面又可为后面大量的元素化合物知识的学习打下坚实的基础。

教材结构

本单元主要包括元素与物质的分类、电解质、氧化剂和还原剂等内容。本单元的知识系统如下：



教科书首先通过对初中学过的多种物质及其组成元素的交流、研讨,总结出元素是物质的基本组成成分,物质都是由元素组成的,进而提出物质的分类方法。通过对单质、氧化物、酸、碱、盐之间的相互关系的探究,强化分类的重要性。最后站在分类的角度,对胶体、电解质和非电解质、氧化剂和还原剂的知识进行了系统的学习。

值得一提的是,铁及其化合物的性质是非常重要的,教科书将其作为物质氧化性和还原性探究的实例呈现出来,可以说是一举两得。

▲重点难点导引

重点提示

1. 知识与技能:单质、氧化物、酸、碱、盐之间的关系,胶体的性质,电离的概念,离子反应和离子方程式的书写,氧化还原反应,铁及其化合物的性质。
2. 过程与方法:分类的思想以及运用分类的方法研究各类物质之间的反应关系。
3. 情感态度与价值观:体会分类的重要意义,依据不同的标准对物质进行分类,让学生运用化学知识,使自己生活得更健康。

难点提示

1. 离子反应和离子方程式的书写,氧化还原反应。
2. 分类的思想以及运用分类的方法研究各类物质之间的反应关系。

第1节 元素与物质的分类

①感悟课标新理念

▲课程学习目标

[课标要求]

1. 认识物质的分类等科学方法对化学研究的作用。
2. 能根据物质的组成和性质对物质进行分类。
3. 知道胶体是一种重要的分散系。

[重点难点]

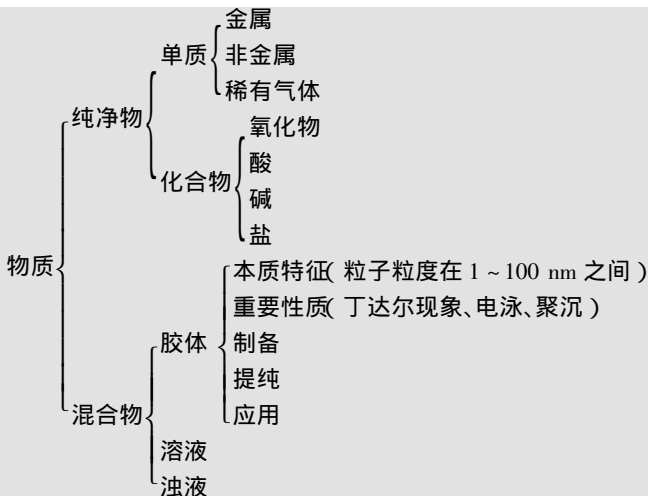
学习重点

1. 元素与物质的关系 胶体的性质。
2. 探讨各类物质的通性及其相互反应的关系。
3. 学会如何以元素为核心认识物质 ,从多角度、依据不同标准对物质进行分类 ,并体验分类的重要意义。

学习难点

1. 体会分类的重要意义 ,依据不同的标准对物质进行分类。
2. 胶体的性质。

▲教材脉络梳理



▲学习背景探索

胶体史话

提起胶体,首先想到的就是一种黏黏糊糊的液体。其实不然,胶体的范围十分广泛,比如我们吃的馒头、喝的稀粥、豆浆,用的墨水、牙膏,早晨的雾,烟囱里冒出的黑烟,名贵的珍珠、玛瑙、烟水晶等都属于胶体的范畴。毫不夸张地说,我们所处的世界就是一个胶体世界。胶体制取和应用的历史源远流长,早在战国时期我国劳动人民就将桐油与漆混合制成油漆,在秦汉时期使用漆器已很盛行。真正对胶体进行科学研究,是从19世纪初开始的。

1809年,俄国的科学家列伊斯做了这样一个实验:在U形管里装入黏土胶体,然后接通电源,那些无规则运动的胶粒在U形管里争先恐后地向阳极一端移动。胶粒为什么会游泳?列伊斯经过一番研究,把原因归结在电上,由于这个现象是在电场作用下发生的,所以叫电泳现象。1827年,英国植物学家布朗用显微镜观察悬浮在水中的藤莢粒子,发现粒子在不停地运动着,后来人们把胶体所呈现的这个重要现象称作布朗运动。

1857年,法拉第做了一个实验,使一束光线通过玫瑰红色的金溶胶。这时,奇迹发生了,原来和溶液一样澄清透明的金溶胶,当光线通过时,从侧面看见了一条光亮的通路。而溶液却不具备这种性质,以此可来区别溶液和胶体。后来英国物理学家丁达尔对此现象进行了广泛细致的研究,人们就把这一现象叫丁达尔效应。

1864年,英国科学家格雷哈姆对胶体进行了大量实验,他根据胶体粒子不能透过半透膜的特性,成功地用羊皮纸作半透膜(渗析法)除去了胶体中的晶体颗粒,开辟了提纯胶体的道路。另外他还提出了金溶胶是粒子胶体,硅胶和氢氧化铝的沉淀是凝胶的观点。由于格雷哈姆在多方面开创性的研究,从而建立了一门系统性的学科——胶体化学,但直到1907年,俄国科学家法伊曼才给胶体这个概念以确切的定义。

摘自《高中化学课堂内外》

②研习教材重难点

研习点1 元素与物质的关系

1. 元素与物质的关系

从本质上看,元素是物质的基本组成成分,物质都是由元素组成的;从数量上看,110多种元素组成了几千万种物质。根据物质中所含元素的种类,把物质分为单质和化合物两大类。

(1)单质:同一种元素自身组成的物质叫单质,有金属、非金属、稀有气体。

(2)化合物:不同的元素之间组成的物质叫化合物。

2. 元素的存在形态

(1)游离态:某元素以自身形式结合成单质时的存在状态,此时的化合价为零价。

(2)化合态:某元素与另外的元素之间结合成化合物时的存在状态,此时的化合价一般显正价或负价。

【领悟·整合】

元素是物质的基本组成成分。每一种元素都能自身组成单质,许多元素还可以形成不同的单质,如氧元素可以形成氧气、臭氧。一种元素可以与其他元素组成化合物,而且相同的元素可以组成不同的化合物,如氢元素和氧元素可以形成水、双氧水,氧元素和碳元素可以形成一氧化碳、二氧化碳。由于可以按照一定的规律以不同的种类和不同的方式进行组合,所以为数不多的元素能够组成种类繁多的物质。

【迁移·体验】

例1 C、H、O三种元素可以组成哪些物质?

【研析】这三种元素可以组成木炭、石墨、金刚石、氢气、氧气、臭氧、甲烷、一氧化碳、二氧化碳、水、双氧水、碳酸等多种物质。

例2:碘(I)元素与氧(O)元素可以形成多种化合物,其中有一种为碘酸碘。在该化合物中,碘元素呈+3和+5两种价态,则这种化合物的化学式是

- A. I_2O_5 B. I_2O_7 C. I_4O_5 D. I_4O_9

【研析】我们曾使用过一种非常重要的化合物——氯酸钾,其化学式为 $KClO_3$,其中氯元素的化合价也为+5价, ClO_3^- 中元素化合价代数和为-1。由此可类推+5价的碘元素形成的碘酸根为 IO_3^- ,根据书写化学式的规则,可得碘酸碘的化学式为 $I(IO_3)_3$,可改写为 I_4O_9 ,故选D。值得一提的是,同种元素在不同化合物中可表现出不同的价态,这也是物质种类繁多的原因之一。

【教考动向·演练】

1. 有碳、氢、氧、钠四种元素,选择适当的元素,组成符合下列要求的物质,将其化学式填入空格内。

(1)清洁无污染的燃料,它是一种单质 _____ (2)用作还原剂和气体燃料的氧化物 _____ ;

(3)汽水中含有一种酸 _____ (4)生活中常用作洗涤剂的纯碱 _____ ;

(5)我国建设的“西气东输”工程中输送的天然气的成分 _____ ;

(6)常用的一种氮肥,它是一种盐 _____。

2. 含磷洗涤剂因含有 $Na_5P_3O_{10}$ 造成水生植物大量繁殖而污染环境,因此我们提倡使用无磷洗涤剂。 $Na_5P_3O_{10}$ 中磷元素的化合价为

- A. +3 B. +4 C. +5 D. +7

研习点2 物质的分类

1. 物质分类的意义

物质的种类繁多、数量巨大,不可能逐一研究。对物质进行科学分类,再分门别类地研究它们的结构、性质和用途,则容易找到有关规律,把握物质的本质属性和内在联系,

最大限度地服务于人类社会。

2. 物质分类的方法

(1)按物质是否由同种物质(同一成分)组成,将物质分为纯净物和混合物。由同种物质(同一成分)组成的物质叫纯净物,由不同物质的微粒组成的物质叫混合物。

(2)按组成物质的元素的种类把纯净物分为单质和化合物。

(3)化合物的分类方法很多,如按化合物的性质分类,又可分为酸、碱、盐、氧化物等;若按化合物在水溶液中或在熔融状态下是否导电,则可以分为电解质和非电解质;若按在化学反应中的表现,则分为氧化剂和还原剂。按混合物中分散质粒度大小可将混合物分为溶液、胶体和浊液等。

【领悟·整合】

- ①物质的分类方法和依据很多,按不同的方法可得出不同的类别。
- ②类别名称只是为了标识不同分类结果的一种定义。
- ③注意分类依据和分类的对象、类别之间的层级关系和区别。

【迁移·体验】

例3:下列各组物质中,前一种是化合物,后一种是混合物的是

- A. 氧化钙, 洁净的雨水
B. 氢氧化钾, 含铜 80% 的氧化铜
C. 澄清的石灰水, 粗盐
D. 红磷, 空气

【解析】解答此题首先应认真审题,看清题目要求,再按物质分类的依据加以分析,得出正确的结论。A中氧化钙属于化合物,洁净的雨水属于混合物,因为混合物不能从外观上判定,应从组成上判定。当水从天空降到地面形成雨水的过程中,水与空气中的 CO_2 、 SO_2 等结合,生成了 H_2CO_3 、 H_2SO_3 等;另外雷电使空气中的 N_2 与 O_2 反应生成 NO , NO 又转化为 NO_2 , NO_2 与水结合生成了 HNO_3 和 NO 。所以雨水是多种分子组成的混合物。B中氢氧化钾属于化合物,含铜 80% 的氧化铜,经过计算,纯净的氧化铜中含铜量就是 80% ($\text{Cu}/\text{CuO} \times 100\% = 64/80 \times 100\% = 80\%$) 所以属于纯净物中的化合物。C中澄清的石灰水中既有消石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$,又有水,属于混合物,粗盐中含有氯化镁、氯化钙等杂质,属于混合物。D中红磷属于单质,空气中存在着多种分子,如 O_2 、 N_2 、 CO_2 、 SO_2 等,是由多种分子组成的混合物。答案为A。

例4:下列各种说法是否正确?为什么?

(1)非金属氧化物都是酸性氧化物。(2)碱性氧化物一定是金属氧化物,金属氧化物一定是碱性氧化物。(3)氧化铁不是碱性氧化物,因为氧化铁不能和水反应生成氢氧化铁。(4)水在电解时,阴极能生成氢气。因为水中含有氢单质。

【解析】回答此类问题要在牢记和准确掌握概念的基础上,对每个问题的每句话、每个字进行认真的推敲。(1)错误,因为判断一种氧化物是否属于酸性氧化物,依据是能否跟碱反应生成盐和水,不是因为属于非金属氧化物。(2)错误,因为氧化物按其组成成分,可分为金属氧化物和非金属氧化物和按其性质来分可分为碱性氧化物和酸性氧化物,金属氧化物大多属于碱性氧化物,因为能和酸反应生成盐和水,但也有些高价金属的

氧化物是酸性氧化物,有些高价金属氧化物也属于酸性氧化物,如 Mn_2O_7 、 Cr_2O_3 等。

(3) 错误,应依定义判断,氧化铁能和酸反应生成盐和水,故属于碱性氧化物。(4) 错误,水属于纯净物。

【教考动向·演练】

3. 下列物质中,哪些是纯净物,哪些是混合物?

- ① 净化后的空气 ② 食盐水 ③ 液态氧 ④ 蒸馏水 ⑤ 澄清的石灰水 ⑥ 硫黄
⑦ 碳在氧气中充分燃烧后的产物 ⑧ 蓝墨水 ⑨ 石油 ⑩ 碳酸氢铵

4. 对下列物质进行分类: HCl 、 CO_2 、 CaO 、 $NaOH$ 、 Na_2SO_4 、 H_2SO_4 。

研习点 3 单质、氧化物、酸、碱和盐之间的相互关系

1. 探究实例 酸的通性

反应物	实验现象	结论
	锌溶解,有大量气泡冒出	酸能和活泼金属反应放出氢气
	碱溶液由红色变成无色	酸能和碱发生中和反应
	黑色的氧化铜溶解,溶液变蓝色	酸能和碱性氧化物反应
	产生白色沉淀	酸能和某些盐反应
酸的其他性质:能与酸碱指示剂作用,比如能使紫色石蕊试液变红色		

2. 金属的化学通性

(1) 金属 + 非金属 \longrightarrow 无氧酸盐 (2) 金属 + 氧气 \longrightarrow 金属氧化物 (3) 较活泼金属 + 酸(硝酸、浓硫酸除外) \longrightarrow 盐 + 氢气

(4) 较活泼金属 + 较不活泼金属的盐溶液 \longrightarrow 较不活泼金属 + 较活泼金属的盐溶液

3. 氧化物的化学通性

(1) 酸性氧化物 + 水 \longrightarrow 含氧酸 (2) 酸性氧化物 + 碱 \longrightarrow 盐 + 水 (3) 酸性氧化物 + 碱性氧化物 \longrightarrow 盐 (4) 碱性氧化物 + 水 \longrightarrow 碱 (5) 碱性氧化物 + 酸 \longrightarrow 盐 + 水
说明:能跟酸反应生成盐和水的氧化物叫碱性氧化物,能跟碱反应生成盐和水的氧化物叫酸性氧化物。

4. 碱的化学通性

(1) 碱 + 酸碱指示剂:使紫色石蕊试液变蓝色,无色酚酞试液变红色 (2) 碱 + 酸性氧化物 \longrightarrow 盐 + 水 (3) 碱 + 酸 \longrightarrow 盐 + 水

5. 盐的化学通性

(1) 盐 + 酸 \longrightarrow 新盐 + 新酸 (2) 盐 + 碱 \longrightarrow 新盐 + 新碱 (3) 盐 + 盐 \longrightarrow 新盐 +

新盐 (4)盐 → 新碱 + 新盐

【领悟·整合】

掌握物质之间的反应和转化关系有很重要的意义。人们利用物质之间的反应和相互转化关系,可以制备物质、鉴别物质、提纯物质,以及研究物质的性质。同学们今后在探究陌生物质质的性质时,可以先分析该物质的类别,然后预测它可能与哪些物质发生反应。

【迁移·体验】

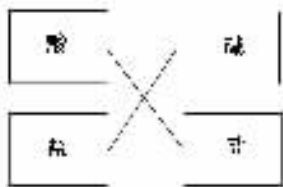
例5:用 Mg 、 MgO 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 H_2SO_4 溶液、 CuSO_4 溶液五种物质两两进行反应,能得到 MgSO_4 的方法有

- A. 3种 B. 4种 C. 5种 D. 无法确定

【研析】题中给了单质、氧化物、碱、酸、盐五类物质中各一种,要利用这五种物质制备 MgSO_4 ,须理解各类物质间的相互转化关系,掌握制盐的一般规律,熟悉有关的化学方程式。
 $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{MgSO}_4$

解此题时许多同学误选为 C,认为 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CuSO}_4 = \text{MgSO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$,而忽视了不溶性碱不能和盐溶液反应这一事实。答案为 B。

例6:从你最熟悉的酸、碱、盐中,任意选出四种物质,使其符合下图中的关系,图中连线的物质间均能发生化学反应,请将物质的化学式填在相应的方框内。



【研析】可以从最熟悉的酸中选 HCl ,最熟悉的碱中选 NaOH 。能与盐酸反应的盐可选 AgNO_3 ,那么既能与 AgNO_3 反应,又能与 NaOH 反应的盐,可选 CuCl_2 或 FeCl_3 。

【答案】酸 HCl ; 碱 NaOH ; 盐 FeCl_3 、 AgNO_3 或其他合理答案。

【教考动向·演练】

5. 下列反应能否发生? 写出能发生反应的化学方程式,不能反应的说明理由。
A. $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀})$ B. $\text{Zn} + \text{CuSO}_4$ C. $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ D. $\text{FeCl}_3 + \text{NaOH}$
6. 已知反应 ①酸 X + 碱 Y → NaCl + 水; ②碱 Y + 盐 W → NaCl + 难溶性碱; ③盐 Z + 盐 H → NaCl + 难溶性盐。则
- (1) X 的名称是 _____; Y 的化学式是 _____。
- (2) 盐 W 中一定含有 _____ 元素。
- (3) 写出盐 Z 和盐 H 反应的化学方程式: _____。

研习点 4 胶体

1. 分散系

定义:由一种(或几种)物质分散到另一种物质里形成的混合物统称为分散系。

注意:分散系由分散质(分散成粒子的物质)和分散剂(粒子分布在其中的物质)组成,依据分散质粒子粒度来分类,可分为溶液、浊液和胶体。

2. 三种分散系的比较

分散系	溶液	胶体	浊液
分散质粒度	$< 1 \text{ nm}$	$1 \sim 100 \text{ nm}$	$> 100 \text{ nm}$
外观	均一、透明	较均一、透明	不均一、不透明
分散质微粒	分子、离子	大量分子集合体、高分子	大量分子集合体
能否透过滤纸	能	能	不能
能否透过半透膜	能	不能	不能
稳定性	稳定	较稳定	不稳定
实例	食盐水、碘酒	肥皂水、氢氧化铁胶体、淀粉溶液	泥水

3. 胶体的性质

(1) 丁达尔现象

当可见光束透过胶体时,在入射光侧面可观察到明亮的光区,这种现象称为丁达尔现象或丁达尔效应。实验室里用于胶体与溶液的鉴别。

(2) 电泳现象

在外加电场的条件下,胶体粒子向直流电源的正极或负极移动的现象称为电泳。金属氧化物、金属氢氧化物形成的胶体其胶粒带正电荷,金属硫化物、非金属氧化物、非金属硫化物形成的胶体其胶粒带负电荷。利用电泳原理将油漆、乳胶、橡胶等有机高分子胶体粒子均匀地沉积在镀件上,称为电泳电镀。

(3) 胶体的渗析

胶体分散质粒子粒度介于 $1 \sim 100 \text{ nm}$,能透过滤纸,但不能透过半透膜。半透膜具有比滤纸更细小的孔隙,只有分子、离子能够透过,因而可以用它将胶体粒子和分子或离子分开。利用半透膜分离胶体中的杂质分子或离子,提纯、精制胶体的操作称为渗析。渗析的原理在微电子材料制造、化学工程、生物工程、环境工程、海水淡化等方面都有重要应用。

(4) 胶体的聚沉

胶体在外界条件作用下形成沉淀析出现象称为胶体的聚沉。胶体的聚沉在日常生活中应用广泛。如向豆浆(一种蛋白质胶体)中加入硫酸钙使其中的蛋白质聚沉而制作豆腐。

使胶体聚沉的方法有:加热、加少量酸、碱或盐(与胶体微粒带异性电荷数越高的离子凝聚能力越强),加入带相反电荷的胶体等都可以使胶体聚沉。

【领悟·整合】

胶体的本质特征是胶体分散质粒度在 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 之间,胶体的其他特性均源于此。比如说:其微粒粒度与可见光波长相近,对可见光散射而形成“丁达尔现象”;胶体分散质粒子细小而具有巨大的比表面积,能较强烈地吸附电性相同的离子,从而形成带电粒子,一方面,在外电场的作用下会发生定向移动,形成“电泳”,另一方面,微粒间相互排斥,使胶体相对比较稳定。但当向胶体中加入盐时,其中的阳离子或阴离子中和了分散质粒子所带的电荷,使粒子之间失去了相互排斥作用而相互聚集成较大的粒子(直径超过了 100 nm),在重力的作用下形成沉淀析出,而发生“聚沉”。

【迁移·体验】

例 7:用特殊方法把固体物质加工到纳米级($1 \sim 100 \text{ nm}$)的超细粉末粒子,然后得到纳米材料。下列分散系中的分散质粒子直径和这种粒子具有相同数量级的是

- A. 溶液 B. 悬浊液 C. 胶体 D. 乳浊液

【析】胶体与溶液、浊液本质的区别在于分散质粒度不同,溶液中的溶质粒子粒度通常小于 1 nm ,浊液中的粒子粒度通常大于 100 nm ,而胶体粒子粒度介于 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 之间。注意:胶体只是物质的一种存在形式。比如说, NaCl 溶于水形成溶液,如果分散在酒精中则形成胶体。答案为 C。

例 8:下列事实与胶体性质无关的是

- A. 在豆浆里加入盐卤做豆腐
B. 河流入海处易形成沙洲
C. 一束平行光线照射蛋白质溶液时,从侧面可以看到光亮的通路
D. 三氯化铁溶液中滴入氨水出现红褐色沉淀

【析】豆浆属于胶体,加盐卤后与分散剂形成凝胶;河水含有泥沙小颗粒形成的胶粒,入海处遇电解质发生聚沉,易形成沙洲;C 选项是胶体的性质;三氯化铁与氨水发生反应而生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 红褐色沉淀。答案为 D。

【发散·探讨】

1. 胶体的制备方法和原理:

(1)机械法:用特殊的机械加工方法将固体物质直接加工到纳米级($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)的超细粉末粒子,如碳素墨水等。目前纳米材料的生产原理就在于此。

(2)反应法:如氢氧化铁胶体的制备,用烧杯取少量蒸馏水,加热至沸腾,然后逐渐向沸水中滴加 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (或饱和)的 FeCl_3 溶液,并继续煮沸至液体呈透明的红褐色的氢氧化铁胶体。
$$\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{加热}} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$$

(3)溶解法:如淀粉、蛋白质溶解于水直接得到胶体(又叫高分子溶液)。

2. 胶体的用途:

(1)盐卤点豆腐 (2)肥皂的制取和分离 (3)明矾净水 (4) FeCl_3 溶液用于伤口止血 (5)水泥硬化 (6)冶金厂大量烟尘用高压电除去 (7)土壤胶体中离子的吸附和交换

过程, 保肥作用。

【教考动向·演练】

7. 下列分散系能发生丁达尔现象的是

- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 水溶液 B. 雾 C. 含有尘埃的空气 D. 饱和食盐水

8. 电泳实验发现, 硫化砷胶粒向阳极移动, 下列不能使硫化砷胶体凝聚的措施是

- A. 加入 NaCl 溶液 B. 加入 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 C. 加入硅酸胶体 D. 加热

▲教材【练习与活动】答案

1. (1)碱性氧化物 或金属氧化物、氧化物、化合物。(2) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$
(3)①跟酸反应: $\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$; ②跟酸性氧化物反应: $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$; ③跟盐溶液反应(如氯化铜溶液): $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CuCl}_2 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CaCl}_2$ 。(4)不能; 因为氧化钙吸水后变成氢氧化钙, 氢氧化钙不具有吸水性, 当氧化钙完全转化成氢氧化钙时, 就不能再做干燥剂了。(5)浓硫酸、无水氯化钙、氢氧化钠等。

2. (1) Na 、 Na_2O 、 Na_2O_2 、 NaOH 、 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 NaCl 、 Na_2SO_4 、 NaNO_3 等。

(2) 游离态、化合态。

(3) 单质: Na ; 氧化物: Na_2O 、 Na_2O_2 ; 碱: NaOH ; 盐: Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 NaCl 、 Na_2SO_4 、 NaNO_3 。

(4) $\text{Na} \rightarrow \begin{bmatrix} \text{Na}_2\text{O} \\ \text{Na}_2\text{O}_2 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \\ \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaCl} \end{bmatrix}$

$4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$; $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Na}_2\text{O}_2$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$; $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$; $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \uparrow$; $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(5) 略。

3. (1) 1 ~ 100

析 胶体与其他分散系的本质区别在于分散质粒子粒度不同: 溶液小于 1 nm, 浊液大于 100 nm, 胶体介于 1 ~ 100 nm 之间。

(2) 方法 1: 取一支 U 形管, 加入适量制得的胶体, 两端分别插入石墨电极, 通直流电, 如有“电泳”现象, 则证明是胶体; 方法 2: 取一支试管, 加入适量制得的胶体, 然后加入适量盐溶液, 如出现红褐色沉淀, 则证明是胶体。

(3) 因为胶体分散质粒子带同种电荷, 相互排斥, 而使胶体相对比较稳定。但用玻璃棒搅拌时, 粒子运动加剧, 相互碰撞的机会明显增多, 许多小粒子就相互结合成较大的颗粒, 于是就发生了“聚沉”, 得不到胶体。

③探究解题新思路

▲基础拓展型

题型1 物质的分类

例1:写出下列物质的化学式或名称,并进行物质的分类(按单质、酸性氧化物、碱性氧化物、酸、碱、正盐、酸式盐、碱式盐)。

物质名称		纯碱	铜绿			
化学式	H_3PO_4			$NaHCO_3$	$Fe(NO_3)_2$	Ar
类别						

【研析】 H_3PO_4 电离出的阳离子只有 H^+ , 属于酸; 纯碱、铜绿、 $NaHCO_3$ 、 $Fe(NO_3)_2$ 均可电离出金属阳离子和酸根阴离子, 属于盐; 但 $NaHCO_3$ 中的 HCO_3^- 还可继续电离出一个 H^+ , 属于酸式盐; 铜绿的化学式为 $Cu_2(OH)_2CO_3$, 属于碱式盐。

【答案】 (1)磷酸, 酸 (2) Na_2CO_3 , 盐 (3) $Cu_2(OH)_2CO_3$, 碱式盐 (4)碳酸氢钠, 酸式盐 (5)硝酸亚铁, 盐 (6)氩, 单质

点评 本题是对常见物质名称、化学式及常见分类方法的考查。值得一提的是: 分类法是一种行之有效、简单易行的科学方法。根据不同需要, 按不同标准, 可以有多种分类方法。同学们可以尝试从颜色、状态、溶解性几个角度对其进行分类。

题型2 单质、氧化物、酸、碱、盐间的相互转化

例2: 在 $Cu(NO_3)_2$ 和 $AgNO_3$ 的混合溶液中加入一定量的锌粉, 使之充分反应后, 有下列情况:

(1) 若反应后锌有剩余, 则滤液中所含溶质是_____。

(2) 若反应后过滤, 向所得固体物质加盐酸没有气体产生。则滤液中一定有_____ , 可能有_____。

(3) 若反应后过滤, 向滤液中滴加 $NaCl$ 溶液, 有不溶于稀硝酸的白色沉淀生成, 则此时滤液中含有的溶质为_____。

【研析】 因为 Zn 在金属活动性顺序表中排在 Cu 和 Ag 的前面, 所以 Zn 和 $Cu(NO_3)_2$ 、 $AgNO_3$ 都能反应, 且 Zn 一般是先和 $AgNO_3$ 反应(因为 Ag 排在 Cu 的后面, 即使 Zn 先把 $Cu(NO_3)_2$ 中的铜先置换出来, 置换出来的 Cu 还要和 $AgNO_3$ 进一步反应)。(1) 中锌有剩余, 说明 $Cu(NO_3)_2$ 、 $AgNO_3$ 均反应完, 则溶液中所含溶质是 $Zn(NO_3)_2$ 。(2) 中 Zn 已完全反应, 生成物中一定有 $Zn(NO_3)_2$, 而 $Cu(NO_3)_2$ 和 $AgNO_3$ 可能反应完, 也可能有剩余。(3) 向滤液中滴加 $NaCl$ 溶液, 有不溶于稀硝酸的白色沉淀生成, 说明滤液中有 Ag^+ , 即 $AgNO_3$ 也没有完全反应, 则此时溶液中含有的溶质为: $Cu(NO_3)_2$ 、 $AgNO_3$ 、 $Zn(NO_3)_2$ 。

【答案】 (1) $Zn(NO_3)_2$ (2) $Zn(NO_3)_2$ 、 $Cu(NO_3)_2$ 、 $AgNO_3$ (3) $Zn(NO_3)_2$ 、 $Cu(NO_3)_2$ 、 $AgNO_3$

点评 本题考查单质与盐之间的置换反应。看似普通,但由于有两种盐,题目难度大大增加。做此题的关键在于 Zn 与 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 AgNO_3 反应的顺序:先与 AgNO_3 反应,后与 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 反应,对学生的理解能力有较高要求。另外,本题对同学们建立分类讨论的思想也很有帮助。

题型 3 胶体

例 3 已知土壤胶粒带负电荷,因此在水稻田里施用含氮量相同的下列化肥,肥效最差的是

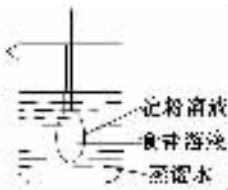
- A. 硫酸铵 B. 氯化铵 C. 碳铵 D. 硝铵

【研析】 土壤胶粒带负电荷,会排斥有肥效的 NO_3^- ,肥效变差。答案为 D。

点评 胶体在许多方面有重要的应用,和我们的日常生活息息相关。本题联系农业中的化肥使用问题,实际考查的是胶体微粒带电的问题。因为土壤胶粒带负电荷,所以对四种化肥中的阳离子都有较好的吸附作用,阴离子则容易流失。因此,初做此题,容易误认为四种化肥肥效相当,但必须注意的是:硫酸铵、氯化铵、碳铵中的阴离子不属于“化肥”,它们的损失与化肥的肥效无关。

例 4 如图所示,在火棉胶袋(半透膜)内注入淀粉和食盐溶液,用线系紧密封,使细玻璃管内的液面刚好高出烧杯内蒸馏水的液面,过一段时间后用碘酒和硝酸银溶液分别检验蒸馏水。整个实验过程中,所观察到的现象是

- A. 细玻璃管内液面上升
B. 细玻璃管内液面不变
C. 蒸馏水遇碘酒变蓝
D. 蒸馏水遇硝酸银溶液有白色沉淀生成



【研析】 半透膜袋里的浓度大,因而水进入的比出来的多,细

玻璃管液面上升, A 正确。食盐中的氯离子通过半透膜进入蒸馏水中,遇硝酸银溶液有白色沉淀生成,而淀粉属于高分子,达到了胶体微粒粒度的范围,不能透过半透膜,因此,加入碘酒不变蓝。答案为 AD。

点评 本题是对半透膜特点的考查。半透膜具有比滤纸更小的孔隙,只有小分子、离子能够透过,而粒度较大的胶体分散质粒子不能通过,因而可以用它将胶体粒子与其他分子或离子分开。

【教考动向·应用】

1. 一种阳离子与多种酸根离子构成的盐称为“混盐”,如氯化硝酸钙 $[\text{Ca}(\text{NO}_3)\text{Cl}]$;而“复盐”指由多种简单阳离子和一种酸根离子构成的盐,如 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 。据此,下列化合物中属于“混盐”的是

- A. $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ B. CaOCl_2 C. BiONO_3 D. $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$

2. 将某溶液逐滴加入 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶内, 开始时产生沉淀, 继续滴加时沉淀又溶解, 该溶液是

A. $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液

B. $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液

C. $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ MgSO_4 溶液

D. 硅酸溶胶

▲ 综合创新型

题型 1 创新应用

例 1 医学上治疗由肾功能衰竭等疾病引起的血液中毒时, 最常用的血液净化手段是血液透析。透析时, 病人的血液通过浸在透析液中的透析膜进行循环和透析。透析原理和胶体的_____类似, 透析膜同_____类似, 透析膜的孔径应_____(填“大于”等于”或“小于”)血液病毒性物质粒子直径, 毒性物质才可能扩散到透析液中而被除去。

[研析] 利用半透膜分离胶体中的杂质分子或离子, 提纯、精制胶体的操作称为渗析。透析原理和胶体的渗析原理类似, 透析膜同半透膜类似, 透析膜的孔径应小于血液中血红蛋白的直径, 但大于血液病毒性物质粒子直径。这样, 通过透析, 就可以将毒性物质扩散到透析液中而除去。

[答案] 渗析 半透膜 大于

点评 渗析的原理在生产中有很广泛的应用。目前, 膜分离——渗析已经成为很有发展前景的高新技术之一, 本题描述的是其在医学领域的一个重要应用。除此之外, 它在微电子制造、化学工程、生物工程、环境工程、海水淡化等方面都有重要的应用。

题型 2 开放探究

例 2 请回答下面两个问题:

(1) 用哪些事实可以证明空气是混合物? (2) 又可用哪些事实来证明水是化合物?

[研析] (1) 只要证明空气中含有不同的物质, 就可证明空气是混合物。而实验应围绕 N_2 、 O_2 的性质差异设计。(2) 证明水是化合物必须注意两点, 首先证明水是纯净物, 然后利用其化学性质, 证明水含有不同的元素。

[答案] (1) 分离液态空气可得到 N_2 、 O_2 , 将足量的红磷点燃后伸到扣在水中的钟罩内, 液面上升至一定高度, 就停止, 说明其中除 O_2 外还有其他气体存在; ……

(2) 水具有固定的熔点、沸点, 且电解时得到 H_2 、 O_2 ; Na 与 H_2O 反应放出 H_2 , 生成 NaOH; ……

点评 空气和水是我们非常熟悉的, 任何同学都知道空气是混合物、水是化合物。但用具体的事实来证明这一点, 就不太容易了, 方法也不是惟一的。对同学们的分析能力、发散思维能力有较高要求。发散出去, 还要能收回来, 同学们可以尽量地多想一些方法, 然后从各种方法中选出最佳方案。选择时, 可以从是否科学、可行、简约、安全四个方面考虑。

【教考动向·应用】

3. 将 3 g 某种白色粉末溶于沸水中,冷却到 $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ 析出溶质(不含结晶水) 2 g,再将析出的 2 g 粉末溶于同样多的沸水中,冷却到 $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时又析出溶质(不含结晶水) 1.5 g。据此,可确定原白色粉末是(填“纯净物”或“混合物”) _____,其理由是 _____。
4. 纳米材料是指尺寸在 1 ~ 100 nm 的材料。这种材料由于尺寸很小,因而具有与传统材料截然不同的性质。据预测,纳米材料和纳米技术会引起生产和日常生活各方面的革命性的变化,是 21 世纪技术发展的前沿。
- (1) 纳米材料有特殊性质的原因之一,是由于它具有很大的比表面积。由于处于表面的原子数目较多,其化学性质应 _____ (填“很活泼”或“较活泼”或“不活泼”)。
- (2) 利用某些纳米材料与特殊气体的反应可以制造气敏元件,用以测定在某些环境中指定气体的含量,这种气敏元件是利用了纳米材料具有的 _____ 作用。

④ 开拓学习新视野

▲ 教材知识扩展

[思想方法]

学习胶体时,要结合复习溶液知识,从量变到质变的关系,抓住溶液、胶体、浊液三种分散系的本质区别在于分散质粒子直径的大小,用事物是互相联系的观点来认识胶体的性质,充分注意胶体与其他化学知识的内在联系,应用胶体的知识来解释日常生活和生产中遇到的化学问题。

胶体的性质主要有:丁达尔现象(光学性质)、电泳现象(电学性质)、胶体的聚沉。根据胶体的性质可以解释胶体的稳定性:同种胶粒带同种电荷,互相排斥。但当胶体稳定的因素被破坏时,就会“聚沉”。胶体这一部分简答题较多,在解答问题时,要根据胶体的性质结合其他化学知识,要有针对性,符合科学性,文字表达要准确简洁,化学名词、定义、概念的运用要分清条件和使用范围。

渗析是分离、净化胶体的重要实验方法,要与其他物质分离方法相区别,比较不同的分离方法,分别适用于哪种条件的物质分离,彼此又是如何相互联系的。有时几种方法同时应用,才能达到分离净化的目的。

▲ 考题在线搜索

考题 1 (2004 上海高考)氢氧化铁胶体稳定存在的主要原因是

- A. 胶粒直径小于 1 nm
B. 胶粒做布朗运动
C. 胶粒带正电荷
D. 胶粒不能通过半透膜

[研析] 胶体能稳定存在的主要原因是胶粒带有相同的电荷,互相排斥的结果。答案为 C。

点评 胶体分散质粒子具有很大的比表面积,能吸附相同的电荷。例如:氢氧化铁胶体粒子能吸附正电荷,在运动不是很剧烈的情况下,氢氧化铁胶体粒子相互排斥,处于一个相对稳定的状态。需要注意的是,当胶体稳定的因素被破坏时,胶体就发生了“聚沉”。

考题2 (2003上海高考)上海环保部门为了使城市生活垃圾得到合理利用,近年来逐步实施了生活垃圾分类投放的办法。其中塑料袋、废纸、旧橡胶制品等属于

- A. 无机物 B. 有机物 C. 盐类 D. 非金属单质

【研析】塑料袋、旧橡胶制品属于人工合成有机材料,废纸属于纤维素,它们都属于有机物。答案为B。

点评 随着科学、技术、社会三者互动关系的增强以及素质教育的实施,STS问题成为高考化学考试的重要内容。城市生活垃圾的分类,对于减少环境污染、垃圾综合利用有着很重要的意义。

考题3 (2005辽宁高考)下列反应不能发生的是

- A. $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
B. $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
C. $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$
D. $2\text{HCl} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{CuCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

【研析】 CaCO_3 是一种难溶性盐,但可溶于盐酸、醋酸等酸溶液而产生二氧化碳气体,A正确; SiO_2 属于酸性氧化物,可与NaOH溶液反应生成盐和水,B正确; AgCl 是一种难溶物, AgNO_3 和HCl可以反应,C正确;排在金属活动性顺序表H前面的金属可与盐酸反应生成氢气,但Cu排在H的后面,不能置换出H,D错误。答案为D。

点评 本题考查单质、氧化物、酸、碱、盐之间的相互关系。根据所学知识,A、C、D选项可顺利解答。如果对B项中的反应不太熟悉,不要紧张,可首先判断出 SiO_2 是酸性氧化物,然后根据酸性氧化物的通性可知此反应是可以发生的。研究单质、氧化物、酸、碱、盐之间的相互关系的重要作用也恰好由此体现出来。

【拓展·应用】

- 只含有一种元素的物质
A. 可能是纯净物也可能是混合物 B. 可能是单质也可能是化合物
C. 一定是纯净物 D. 一定是一种单质
- 有甲、乙、丙、丁四种液体,它们分别为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体、硅酸胶体、 As_2S_3 胶体、NaOH溶液。现将有关实验现象记录如下:
(1)电泳:甲液体的阳极周围颜色变浅,阴极周围颜色变深;(2)将一束光通过乙,无丁达尔现象;
(3)将乙慢慢加入到丙液体中,先出现凝聚后液体变清。则四种液体分别为:
甲: _____ 乙: _____ 丙: _____ 丁: _____

3. 某工厂甲、乙两车间排放的废水,分别含有以下五种物质: MgSO_4 、 CuSO_4 、 NaOH 、 FeCl_3 、 BaCl_2 中的三种或两种,且甲、乙两车间各自的废水中均无沉淀物。若将两车间的废水按适当比例混合,生成四种沉淀物,其中三种是氢氧化物。沉淀回收后,排放出同一种钠盐的稀溶液。试推断:
(1)甲车间的废水中含有的三种物质是_____。(2)乙车间的废水中含有的两种物质是_____。

▲ 多彩化学漫步

腹膜透析的原理是什么?

透析是指溶质从半透膜的一侧透过膜至另一侧的过程,任何天然的(如腹膜)或人造的半透膜,只要该膜含有使一定大小的溶质通过的孔径,那么这些溶质就可以通过弥散和对流从膜的一侧移动到膜的另一侧。人体内的“毒物”包括代谢产物、药物、外源性毒物,只要其相对分子质量大小适当,就能够通过透析清除出体外。其基本原理是弥散和对流。弥散就是半透膜两侧液体各自所含溶质浓度梯度及它所形成的不同渗透浓度,溶质从浓度高的一侧通过半透膜向浓度低的一侧移动。对流也称超滤,是指溶质和溶剂因透析膜两侧的静水压和渗透压梯度的不同而跨膜转运的过程。

腹膜透析是治疗急性肾功能衰竭的一种常用手段。其原理是:人的腹腔表面有一层面积很大的腹膜,它是一种半透膜。在腹腔内置入一根腹透管,通过腹透管注入透析液,经过渗透和弥散作用,使血液中的各种代谢产物及毒素,多余的水分进入液体中,然后将透析液放出。经过反复更换透析液,达到将“毒素”排出体外的目的。

什么是纳米技术?

所谓纳米技术,是指在0.1~100纳米的尺度里,研究电子、原子和分子内的运动规律和特性的一项崭新技术。科学家们在研究物质构成的过程中,发现在纳米尺度下隔离出来的几个、几十个可数原子或分子,显著地表现出许多新的特性,而利用这些特性制造具有特定功能设备的技术,就称为纳米技术。

纳米技术与微电子技术的主要区别是:纳米技术研究的是以控制单个原子、分子来实现设备特定的功能,是利用电子的波动性来工作的;而微电子技术则主要通过控制电子群体来实现其功能,是利用电子的粒子性来工作的。人们研究和开发纳米技术的目的,就是要实现对整个微观世界的有效控制。

纳米技术是一门交叉性很强的综合学科,研究的内容涉及现代科技的广阔领域。1993年,国际纳米科技指导委员会将纳米技术划分为纳米电子学、纳米物理学、纳米化学、纳米生物学、纳米加工学和纳米计量学等6个分支学科。其中,纳米物理学和纳米化学是纳米技术的理论基础,而纳米电子学是纳米技术最重要的内容。

[答案与解析研读]

【 教考动向 · 演练 】

1. (1) H_2 (2) CO (3) H_2CO_3 (4) Na_2CO_3 (5) CH_4 (6) NH_4NO_3 或 NH_4HCO_3

研析 元素是物质的基本组成成分。元素可以按照一定的规律以不同的种类和不同的方式进行组合, 所以为数不多的元素能够组成种类繁多的物质。除了上述物质外, 还可形成金刚石、石墨、氧气、臭氧、钠、水、双氧水、碳酸氢钠、氧化钠、过氧化钠、二氧化碳、氢氧化钠等多种物质。

2. C 钠的化合价为 +1, 氧的化合价为 -2, 在化合物中所有元素化合价代数和应该为 0, 据此判断磷的化合价为 +5。

3. 纯净物有 ③ ④ ⑥ ⑦ ⑩; 混合物有 ① ② ⑤ ⑧ ⑨。

研析 从物质的组成上分析, 由多种成分组成的物质是混合物, 由一种成分组成的物质是纯净物。从微观上分析, 对于由分子构成的物质来说, 由同种分子构成的物质是纯净物, 由不同种分子构成的物质是混合物。

4. 方法(1) 酸: HCl 、 H_2SO_4 碱: NaOH 盐: Na_2SO_4 氧化物: CO_2 、 CaO 。

方法(2) 气体: HCl 、 CO_2 液体: H_2SO_4 固体: CaO 、 NaOH 、 Na_2SO_4 。

研析 根据不同标准, 可以对物质进行不同的分类。

5. A 不能反应, 因为 Ag 排在金属活动性顺序表 H 的后面, 因此不能置换出稀硫酸中的 H。

B: $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$; C: $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$; D: $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$

6. (1) 盐酸 NaOH (2) 氯 (3) $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \downarrow$

研析 此题是对单质、氧化物、酸、碱和盐之间的相互关系的考查, 做题时应依据质量守恒定律。需要强调的是: 一定要注意审题, 一定要看清题目要求写化学式还是名称, 这是以往同学们易错的地方; 二要开阔思维, 比如说(3)小题答案随题干③中难溶性盐变化而变化。

7. BC 具有丁达尔现象是胶体的特征, 故本题实际归属为分散系的类别判断。 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 水溶液、饱和食盐水属于溶液, 不能发生丁达尔现象; 雾、含有尘埃的空气都属于生活中常见的胶体, 能发生丁达尔现象。

8. C 进行电泳实验时, 胶体粒子向阳极移动, 说明硫化砷胶体粒子吸附了负电荷, 使其凝聚的方法有: 加入电解质、加热、加带相反电荷的胶体。硅酸胶粒带负电, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒带正电。

【 教考动向 · 应用 】

1. B 采用物质组成的“等效构造”方法, 可将 CaOCl_2 重组为 $\text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl}$, 符合“混盐”的概念。本题容易错选 C, BiONO_3 中实际只有一种酸根离子——硝酸根。本题只有挖掘本质, 才能准确得出结论。

2. B 胶体在电解质的作用下发生凝聚, 在 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶内滴入 H_2SO_4 溶液, H_2SO_4 开始起电解质溶液的作用, 使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体发生凝聚, 形成沉淀; 继续滴加, 硫酸与

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀发生中和反应沉淀溶解。其他选项中的物质只能使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶发生凝聚作用。

3. 混合物 若是纯净物,则在温度、溶剂相同的条件下,前后两次所得饱和溶液所溶解物质的质量应相等

4. (1)很活泼 (2)吸附

研析 此题最关键的是读懂信息,实际上,答案就隐藏在胶体“具有很大的比表面积”这句话中,比表面积大,吸附作用就强,与其他反应物接触时,由于接触充分,就容易反应,也就是其化学性质很活泼。

【拓展·应用】

1. A 本题主要考查学生对物质的组成、混合物和纯净物、单质和化合物等概念的理解,并进行再现、辨认的思维能力。同一种元素可以形成多种单质,因此只含有一种元素的物质,可能只含有一种单质,也可能是几种单质组成的混合物。故正确选项为 A。

2. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 NaOH 溶液 硅酸胶体 As_2S_3 胶体

研析 本题涉及到了胶体和溶液的区别、胶体的电泳和凝聚现象,常见胶体胶粒所带电的电性、酸碱中和等知识,根据电泳现象可确定甲为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,乙为 NaOH 溶液。在其余的三种物质中,只有 NaOH 除作为电解质作用外还可与 H_2SiO_3 胶体进一步发生酸碱中和反应,生成 Na_2SiO_3 溶液,故丙为 H_2SiO_3 胶体,则 D 为 As_2S_3 胶体。

3. (1) MgSO_4 、 CuSO_4 、 FeCl_3 (2) NaOH、 BaCl_2

研析 NaOH 溶液与 MgSO_4 、 CuSO_4 、 FeCl_3 溶液都能反应,因此 NaOH 溶液只能与 BaCl_2 溶液在同一车间,另外三种在同一车间。两车间的废水按适当比例混合,可生成 BaSO_4 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等四种沉淀物,沉淀回收后,排放出同一种钠盐——NaCl 的稀溶液。

第 2 节 电解质

① 感悟课标新理念

▲ 课程学习目标

[课标要求]

1. 知道酸、碱、盐在溶液中能发生电离。
2. 通过实验事实认识离子反应及其发生的条件。
3. 了解常见离子的检验方法。

[重点难点]

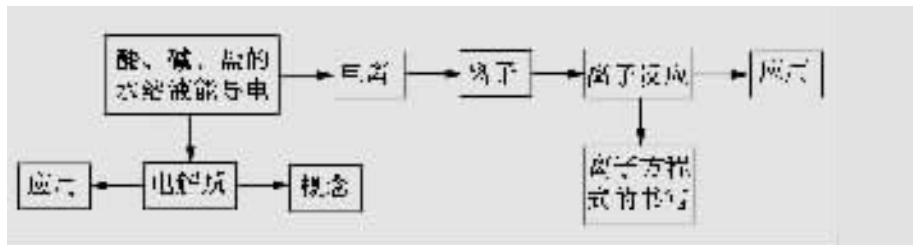
学习重点

1. 电解质的概念。
2. 通过实验事实认识离子反应及其发生的条件,能正确书写常见反应的离子方程式。

学习难点

能运用电解质的知识分析并关注身边的化学问题。

▲教材脉络梳理



▲ 学习背景探索

阿伦尼乌斯及其电离理论

斯范特·奥古斯特·阿伦尼乌斯是近代化学史上的一位著名的化学家,又是一位物理学家和天文学家。电离理论的创建,是阿伦尼乌斯在化学领域最重要的贡献。

关于电解质(酸、碱、盐)的水溶液为什么会导电的问题,从19世纪初就为科学界所关注。1834年,英国M.法拉第在论文《关于电的实验研究》中提出,在电解时溶液中的电流是由带电荷的分解产物传输的,他把电解前未分解的物质叫做电解质,传输电流的分解产物叫做离子,带正电并向阴极移动的离子称为阳离子,带负电并向阳极移动的离子称为阴离子。法拉第认为离子是在电流的作用下产生的。当时的科学界把这种观点视为金科玉律。阿伦尼乌斯在研究高度稀释的电解质水溶液的电导时,发现电解质分子会自动离解,他先后于1883年和1887年发表了两篇论文——《电解质的导电性研究》和《关于溶质在水中的离解》,内容为酸、碱、盐在水溶液中自动地部分离解为带不同电荷的离子,而不需要借助电流的作用产生离子。在无限稀释的溶液中,电解质接近百分之百离解。不同电解质在水溶液中的离解程度是不一样的,离解程度可用电离度表示,它是溶液中已经电离的电解质分子数占原来总分子数(包括已经电离和尚未电离的)的百分数。阿伦尼乌斯的电离理论发表后,遭到大多数科学家的反对,由于J. H. 范托夫和F. W. 奥斯特瓦尔德的支持,才获得公认。

根据电离理论,强酸在稀溶液中几乎完全电离为氢离子和酸根离子,强碱在稀溶液中也几乎完全电离为氢氧根离子和金属离子,强酸与强碱的中和反应实质上是氢离子与氢氧根离子之间的反应: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 。而酸根离子和金属离子都留在溶液中,并未发生变化。

溶液的颜色往往与固体的颜色不同,例如 CuCl_2 固体是棕黄色的, CuBr_2 固体是黑色

的 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 固体是蓝色的。将这三种固体配成稀溶液,则溶液全是蓝色的。这一现象可以用电离理论解释,由于这三种铜盐溶于水,全离解产生 Cu^{2+} ,而离解出来的阴离子 Cl^- 、 Br^- 、 SO_4^{2-} 都是无色的,所以溶液所显的蓝色就是 Cu^{2+} 的颜色。

氯化物可以用硝酸银来检验,不论是氯化钠、氯化钾、氯化钙或其他氯化物溶液,只要加入硝酸银溶液,都会产生白色的氯化银沉淀,和它是钠盐、钾盐、钙盐无关,这又一次证明了在稀溶液中这些盐类都是以离子的形式存在的,这种检验反应的实质是氯离子与银离子之间的反应: $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$ 。由此可见,电离理论是盐类定性分析方法的理论基础。

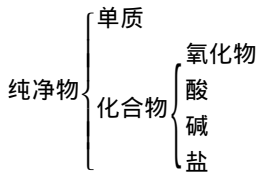
摘自《生物谷》<http://www.bioon.com>

② 研习教材重难点

研习点 1 电解质的电离

【温故·知新】

在物质的分类中,我们将纯净物分为单质及化合物,而化合物又可分为氧化物、酸、碱、盐等。



根据物质的性质可以对物质进行分类,目的不同,标准不同,分类的方法也不相同。例如:根据在水溶液中或熔融状态下能否导电,可将化合物分为电解质和非电解质;根据在某些化学反应中的表现,可将反应物分为氧化剂和还原剂;根据被分散物质的颗粒大小,将混合物分为溶液、浊液和胶体。

1. 电离的概念

我们可按以下思路思考:金属能导电→金属内部有自由移动的带负电的电子→盐酸、 NaOH 溶液、 NaCl 溶液能导电→溶液中也有自由移动的带电微粒→猜测:溶液中有自由移动的分别带负电和正电的阴、阳离子。结合教材我们对电离定义:

溶解于水或受热熔化时,离解成能够自由移动的离子的过程称为电离。

【领悟·整合】

溶液导电与金属导电不完全相同:金属原子最外层电子数较少,受原子核的引力作用较小,容易失去而成为自由移动的带负电的电子,当金属导线接上电源以后,在电场的作用下,金属内部带负电的电子由自由移动改为定向移动,电流便形成了。而溶液导电是因为某些化合物电离出自由移动的离子。

电离的条件是在水溶液中或熔化状态下,并不是在通电的条件下。

2. 酸、碱、盐

电离时生成的阳离子全部是 H^+ 的化合物称为酸, 电离时生成的阴离子全部是 OH^- 的化合物称为碱, 电离时生成的阳离子是金属阳离子(或 NH_4^+ 离子)、阴离子全部是酸根离子的化合物称为盐。

3. 电离方程式

用化学式和离子符号来表示电解质电离的式子。

4. 电解质与非电解质

在水溶液里或熔融状态下能导电的化合物称为电解质, 在水溶液里和熔融状态下都不能导电的化合物称为非电解质。

5. 强电解质与弱电解质

根据电解质在水溶液里电离能力的大小又可将电解质分为强电解质和弱电解质。能完全电离的电解质叫做强电解质, 如强酸、强碱和绝大多数盐; 只能部分电离的电解质叫做弱电解质, 如弱酸、弱碱等。

【领悟·整合】

酸、碱、盐都是电解质, 其溶液能导电是因为它们在溶液中发生了“电离”。电离的过程可以用“电离方程式”来表达。工农业生产中的许多化学反应都是在电解质溶液里进行的, 人类的生活, 时时处处离不开电解质。

【迁移·体验】

例 1: 下列说法正确的是

- A. 将硫酸钡放入水中不溶解, 所以硫酸钡不是电解质
- B. CO_2 溶于水得到的溶液能导电, 所以 CO_2 是电解质
- C. 金属能导电, 所以金属是电解质
- D. 固态的氯化钠不导电, 熔融态的氯化钠可以导电

【研析】 $BaSO_4$ 难溶于水, 但溶于水的部分可完全电离, 且它在熔融状态下可导电, 属于电解质; CO_2 溶于水得到的溶液能导电, 是因为 CO_2 与水反应生成的 H_2CO_3 能电离出自由移动的离子, 故 H_2CO_3 而非 CO_2 是电解质; 电解质属于化合物的范畴, 而金属是单质, 所以金属不是电解质; 熔融态的氯化钠发生了电离, 因而能够导电。答案为 D。

例 2: 把 0.05 mol NaOH 固体分别加入下列 100 mL 液体中, 溶液的导电能力变化不大的是

- A. 自来水
- B. 0.5 mol/L 盐酸
- C. 0.5 mol/L 醋酸
- D. 0.5 mol/L NH_4Cl 溶液

【研析】B、D 选项都是强电解质, 加入 NaOH 后, 产物仍是强电解质, 故导电性变化不大。A、C 中由于物质难电离, 离子浓度很小, 当加入 NaOH 后, 生成强电解质, 离子浓度增大很多, 故导电能力与原来相比变化很大。答案为 BD。

【发散·探讨】

1. 物质溶解度大小与电离能力强弱

强、弱电解质是根据电解质在水溶液中能否全部电离来区分的。这里的“在水溶液

中”应理解为“已经溶解于水的”，不管溶解度是大还是小，若已溶于水的那部分电解质能完全电离，就是强电解质，若已溶解在水中的那部分电解质只能部分电离就是弱电解质。换言之，电解质的强弱是指电解质电离能力的大小，与电解质的溶解度无关。例如， BaSO_4 、 AgCl 等难溶性盐，虽然它们的溶解度很小，但溶解的那一部分可以完全电离，所以它们是强电解质。

2. 溶液导电能力大小的判断

电解质溶液导电是由于其中存在可以自由移动的离子，其导电能力的强弱与溶液中自由移动的离子浓度、离子所带的电荷数和温度有关。若温度相同，关键取决于离子浓度的大小，而离子浓度的大小由电解质溶液的浓度和电解质的电离程度共同决定。所以我们不能武断地说强电解质溶液的导电性就一定强。

解决此类问题时，需要将有关电解质的基本概念、溶液混合时可能发生的化学反应、溶液体积的变化等因素综合考虑，这样才能正确判断溶液中离子浓度的大小，才能正确判断溶液的导电能力的强弱。

3. 常见的电解质

(1) 强电解质

强酸： H_2SO_4 、 HCl 、 HNO_3 、 HClO_4 、 HBr 、 HI ；强碱： NaOH 、 KOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ；大多数盐： NaNO_3 、 NH_4Cl 、 MgSO_4 等。

(2) 弱电解质

弱酸： H_2CO_3 、 HF 、 CH_3COOH 、 HClO 、 H_2SO_3 、 H_2S 、 H_3PO_4 等；弱碱： $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等， H_2O 。

【教考动向·演练】

- 下列物质中，导电性能最差的是
A. 熔融状态下的氢氧化钠 B. 石墨棒 C. 盐酸溶液 D. 固态氯化钾
- 下列电离方程式中，错误的是
A. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightleftharpoons 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$ B. $\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
C. $\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{I}^-$ D. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- 下列各组关于强电解质、弱电解质、非电解质的归类，完全正确的是

	A	B	C	D
强电解质	Fe	NaCl	CaCO_3	HNO_3
弱电解质	CH_3COOH	NH_3	H_3PO_4	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
非电解质	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	BaSO_4	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	H_2O

研习点 2 电解质在水溶液中的反应

1. 电解质在水溶液中反应的实质

(1) 离子反应：有离子参加的化学反应称为离子反应。

(2) 实质: 电解质在水溶液中的反应都是离子反应。

(3) 酸、碱、盐在溶液中发生复分解反应的条件: 有难溶性物质生成, 或有难电离的物质生成, 或有易挥发性物质生成。

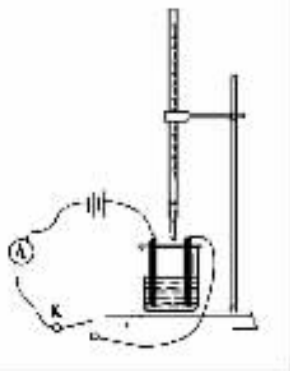
(4) 稀硫酸与氢氧化钡在水溶液中的反应:

实验步骤:

① 向碱式滴定管和烧杯中分别注入 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硫酸各 50 mL, 并向稀硫酸中滴加几滴石蕊溶液, 按如图装置连接好。

② 按下开关接通电路。可观察到电流计指针明显偏转。说明硫酸是电解质, 它溶于水时会发生电离。

③ 挤压碱式滴定管胶管里的玻璃珠向烧杯中滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液。可观察到电流计指针偏转先逐渐减小至接近 0 刻度, 后来又逐渐增大。溶液由红色逐渐变为紫色, 后来又由紫色逐渐变为蓝色。说明稀硫酸与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液发生了离子反应。



实验结论:

① 稀硫酸与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的实质是稀硫酸电离出的 H^+ 和 SO_4^{2-} 分别与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 电离出的 OH^- 和 Ba^{2+} 反应生成 H_2O 和 BaSO_4 沉淀的过程。

② 该实验说明溶液的导电性与单位体积溶液中含有的离子所带电荷的多少有关。

【领悟·整合】

酸、碱、盐在溶液中发生复分解反应的本质是: 通过两种化合物相互接触, 交换成分, 使溶液中离子浓度降低。离子浓度降低的形式有: 生成沉淀、生成气体、生成难电离的物质等。

2. 离子方程式

(1) 概念: 用实际参加反应的离子的符号来表示离子反应的式子。

(2) 离子方程式的书写方法:

方法 1:

①“写”: 写出反应物在水溶液中的电离方程式, 明确溶液中存在的微粒。

②“断”: 判断电离出的微粒中哪些能够生成沉淀、水或气体。

③“写”: 综合①和②, 写出离子方程式, 并配平。

④“查”: 检查离子方程式两边的原子个数是否相等, 电荷总数是否相等。

方法 2:

①“写”: 写出正确的化学方程式。

②“拆”: 把易溶且易电离的物质拆写成离子形式, 凡是难溶、难电离, 以及气体物质均写成化学式。

③“删”: 删去反应前后不参加反应的离子。

④“查”检查离子方程式两边的原子个数是否相等,电荷总数是否相等。

【领悟·整合】

离子方程式不仅表示一定物质间的某个反应,而且还表示所有同一类的反应。例如强酸、强碱之间的中和反应大都可以表示为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 。书写离子方程式时要注意(1)易溶、易电离的物质(强酸、强碱、大多数可溶性盐)以实际参加反应的离子符号表示(2)离子方程式两边的原子个数、电荷数均应相等。

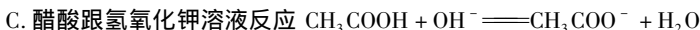
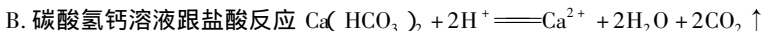
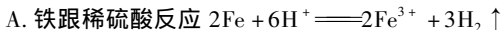
3. 氯离子的检验

方法:当向某物质的溶液中滴加 AgNO_3 溶液后有白色沉淀产生,再滴加稀硝酸白色沉淀不溶解,可推断该溶液中有氯离子。

注意:稀硝酸的作用是排除碳酸根等杂质离子的干扰。

【迁移·体验】

例3:下列离子方程式中错误的是



【研析】解本题时采用正向思维,对每一个离子方程式进行分析。而每一个离子方程式都应与其化学方程式及实际情况相吻合,不能随意臆造。稀硫酸与铁反应生成+2价铁,故A选项不正确, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 是可溶于水的盐,应写成离子,反应前后 Ca^{2+} 的数目并没有变,因此离子方程式中不应出现 Ca^{2+} ,故B选项也不正确,醋酸是弱酸,在离子方程式中应写成化学式, MgCO_3 难溶于水,不能写成离子,故C、D选项正确。答案为AB。

例4:某河道两旁有甲、乙两厂。它们排放的工业废水中,共含 K^+ 、 Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 OH^- 、 NO_3^- 六种离子。

(1)甲厂的废水明显呈碱性,故甲厂废水中所含的三种离子是_____、_____、_____。

(2)乙厂的废水中含有另外三种离子。如果加一定量_____ (选填:活性炭、硫酸亚铁、铁粉),可以回收其中的金属_____ (填写金属元素符号)。

(3)另一种设想是将甲厂和乙厂的废水按适当的比例混合,可以使废水中的_____ (填写离子符号)转化为沉淀。经过滤后的废水主要含_____,可用来浇灌农田。

【研析】(1)甲厂排放的废水明显呈碱性,一定含有 OH^- ,与 OH^- 可以共存的离子有 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- ,考虑到 Ag^+ 与 Cl^- 不能共存,所以甲厂废水中所含的三种离子是 K^+ 、 Cl^- 、 OH^- ,乙厂的废水中含有 Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 NO_3^- 。(2)在乙厂的废水中加入一定量铁粉可得到Ag。(3)甲厂和乙厂的废水按适当的比例混合, Ag^+ 与 Cl^- 、 Fe^{3+} 与 OH^- 可反应生成AgCl和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀。经过滤后的废水主要含 KNO_3 ,可用来浇灌农田。

【答案】(1) K^+ Cl^- OH^- (2)铁粉 Ag (3) Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 OH^- KNO_3

几种重要离子的检验

离子	检验方法
H^+	能使紫色石蕊试液或橙色的甲基橙试液变为红色。
Ba^{2+}	能使稀硫酸或可溶性硫酸盐溶液产生白色 $BaSO_4$ 沉淀,且沉淀不溶于稀硝酸。
Fe^{2+} (下节学)	能与少量 $NaOH$ 溶液反应,先生成白色 $Fe(OH)_2$ 沉淀,迅速变成灰绿色,最后变成红褐色 $Fe(OH)_3$ 沉淀。或向亚铁盐的溶液里加入 $KSCN$ 溶液,不显红色,加入少量新制的氯水后,立即显红色。即 $2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$ 。
Fe^{3+} (下节学)	能与 $KSCN$ 溶液反应,变成血红色 $Fe(SCN)_3$ 溶液。能与 $NaOH$ 溶液反应,生成红褐色 $Fe(OH)_3$ 沉淀。
OH^-	能使无色酚酞、紫色石蕊、橙色的甲基橙等指示剂分别变为红色、蓝色、黄色。
Cl^-	能与硝酸银反应,生成白色的 $AgCl$ 沉淀,沉淀不溶于稀硝酸。
SO_4^{2-}	能与含 Ba^{2+} 的溶液反应,生成白色 $BaSO_4$ 沉淀,不溶于硝酸。
CO_3^{2-}	能与 $BaCl_2$ 溶液反应,生成白色的 $BaCO_3$ 沉淀,该沉淀溶于硝酸(或盐酸),生成无色无味、能使澄清石灰水变浑浊的 CO_2 气体。
HCO_3^-	取含 HCO_3^- 的盐溶液煮沸,放出无色无味 CO_2 气体,气体能使澄清石灰水变浑浊。或向 HCO_3^- 盐酸溶液里加入稀 $MgSO_4$ 溶液,无现象,加热煮沸,有白色沉淀 $MgCO_3$ 生成,同时放出 CO_2 气体。

【教考动向·演练】

4. 写出下列化学反应的离子方程式:

(1) 石灰石与盐酸; (2) 氯气与水; (3) 氢氧化钡溶液与硫酸。

5. 对溶液中的离子反应,下列说法 ①只能是复分解反应 ②可能是置换反应 ③一定有单质参加,其中正确的是

A. ①③

B. ②③

C. ①②

D. ②

▲教材【练习与活动】答案

1. (1) HCl 、 CH_3COOH 、 HNO_3 、 H_2SO_4 、 $HClO$ 、 $NaOH$ 、 $Ca(OH)_2$ 、 $NH_3 \cdot H_2O$ 、 $NaCl$ 、 $NaClO$ 、 $AgCl$ 、 $BaSO_4$ 、 $CaCO_3$ 。(2) 电离 导电 电解质 离子反应 (3) K^+ 、 Cl^- 、 Ag^+ 、 NO_3^- 。因为 $KCl = K^+ + Cl^-$, $AgNO_3 = Ag^+ + NO_3^-$ 。

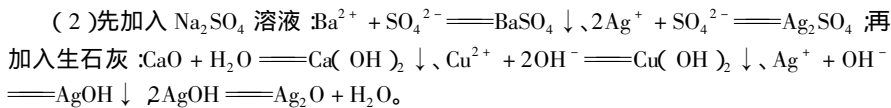
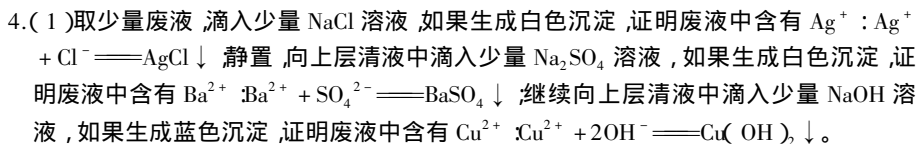
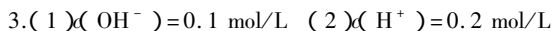
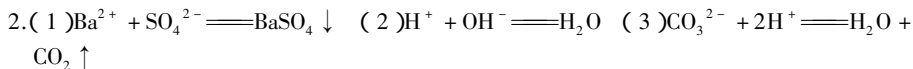
(4) $Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$

(5) $NaCl + AgNO_3 = NaNO_3 + AgCl \downarrow$, $NH_4Cl + AgNO_3 = NH_4NO_3 + AgCl \downarrow$, $HCl + AgNO_3 = HNO_3 + AgCl \downarrow$ 。

(6)

(6)

	酸	碱	盐
电离角度	阳离子全部是 H^+	阴离子全部是 OH^-	金属阳离子 + 酸根阴离子
组成角度	含氢元素	含氢元素和氧元素	含金属元素(或铵根离子)
pH	<7	>7	不确定



③ 探究解题新思路

▲ 基础拓展型

题型 1 离子共存问题

例 1: 下列各组中的离子,能在溶液中大量共存的是

- A. Ba^{2+} 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 OH^- B. Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 OH^- 、 NO_3^-
 C. H^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} D. Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

【研析】 A 组中 $Ba^{2+} + CO_3^{2-} = BaCO_3 \downarrow$; B 组中 $Mg^{2+} + 2OH^- = Mg(OH)_2 \downarrow$; C 组中 $2H^+ + CO_3^{2-} = CO_2 \uparrow + H_2O$; D 组中,各种离子能在溶液中大量共存。答案为 D。

点评 离子共存问题是高考的热点问题,凡是离子间能发生反应的均不能大量共存。因此,这类题实际上是对离子反应发生条件的考查。同学们只要牢牢把握各类离子反应发生的规律,就能顺利解答此类题目。

题型 2 离子方程式的书写

例 2 (1) 向 $NaHSO_4$ 溶液中逐滴加入 $Ba(OH)_2$ 溶液至中性,请写出发生反应的离子方程式: _____。

(2) 向以上中性溶液中,继续滴加 $Ba(OH)_2$ 溶液,请写出此步反应的离子方程式: _____。

【研析】 因为 $NaHSO_4$ 是二元强酸的酸式盐,可以理解成全部电离。当反应后溶液呈中性时其反应式是 $2NaHSO_4 + Ba(OH)_2 = BaSO_4 \downarrow + Na_2SO_4 + 2H_2O$,离子反应式

是 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。此时溶液中只有 Na_2SO_4 溶液,继续加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的离子反应式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

【答案】 (1) $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

点评 离子方程式是基本化学用语之一,它揭示了化学反应的实质,是学习化学这门学科的一种重要工具。离子方程式的书写和正误辨析是中学阶段学生应掌握的一种基本技能,因而也是近年来高考的“热点”。离子方程式的正确书写应遵循客观事实,根据物质的性质与反应环境,具体分析,灵活运用。

题型3 常见离子的检验

例3 某溶液中含有较大量的 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 OH^- 3种阴离子,如果只取一次该溶液就能够分别将3种阴离子依次检验出来,下列实验操作顺序正确的是

①滴加 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液;②过滤;③滴加 AgNO_3 溶液;④滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液

A. ①②④②③ B. ④②①②③ C. ①②③②④ D. ④②③②①

【解析】 首先滴加足量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,如果出现白色沉淀,证明有 CO_3^{2-} ,同时除去 CO_3^{2-} 。过滤后,在滤液中加入足量 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,如果出现白色沉淀,证明有 OH^- ,同时除去 OH^- 。过滤后,滴加 AgNO_3 溶液,如果出现白色沉淀,证明有 Cl^- 。答案为B。

点评 根据某些离子反应会出现气体、沉淀等特征,可进行离子的鉴别。离子鉴别是离子反应的重要应用之一。本题要求只取一次溶液,将 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 OH^- 3种阴离子鉴别出来,有一定难度。如果先加 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, CO_3^{2-} 、 OH^- 都会与其反应。如果先加 AgNO_3 溶液,则 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 OH^- 3种阴离子都能与其反应,无法鉴别。因此,此类题目对检验顺序有较高的要求。

【教考动向·应用】

1. 下列反应完成后没有沉淀的是

- A. BaCl_2 溶液与 Na_2CO_3 溶液加足量稀 CH_3COOH
 B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 KNO_3 溶液加足量稀 H_2SO_4
 C. AgNO_3 溶液与 Na_2CO_3 溶液加足量稀 HCl
 D. AgNO_3 溶液与 FeCl_3 溶液加足量稀 HNO_3

2. 已知4℃时四种化合物在水中和液氨中的溶解度如下表:

	AgNO_3	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	AgCl	BaCl_2
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	170 g	9.20 g	1.50×10^{-4} g	33.3 g
$\text{NH}_3(\text{l})$	86.0 g	97.2 g	0.80 g	0.00 g

(1)上述四种物质能在水中发生的复分解反应为_____;

(2)能在液氨中发生的复分解反应为_____。

▲ 综合创新型

题型 1 创新应用

例 1 :有一包从海水中获得的粗盐,已经过初步的提纯。课外活动小组对它的成分进行探究。根据海水的成分和初步提纯的实验操作,估计该粗盐可能还含有的杂质是 CaCl_2 和 MgCl_2 。现用实验验证这种推测,并完成实验报告:

实验目的:_____。

实验步骤	现象	实验结论
①取样并_____, 加入数滴_____溶液	_____	说明该粗盐 中没有 MgCl_2
②接着再滴入_____溶液	有白色沉淀生成	说明_____

[研析] 题中实验目的就在所给的信息中,“估计该粗盐可能还含有的杂质是 CaCl_2 和 MgCl_2 ”这句话告诉我们接下来要做的实验就是验证粗盐中是否含有氯化钙、氯化镁。第一个实验结论说明该粗盐中没有 MgCl_2 ,那就想用实验来验证 MgCl_2 的方法,考虑到含有氯化钠的因素,只能选择一种碱溶液,另外碱与盐要能反应的话必须在水溶液中,所以首先要将样品溶于水。加入碱溶液后无白色沉淀,则说明该粗盐中没有 MgCl_2 。排除 MgCl_2 后, CaCl_2 可以用碳酸盐检验。

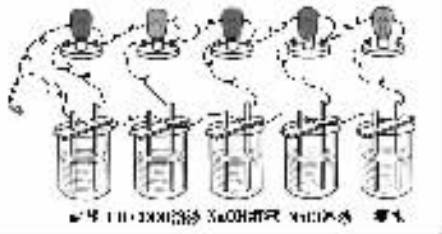
[答案] 实验目的 验证粗盐中是否含有氯化钙、氯化镁 ①溶于水 NaOH 无白色沉淀 ② Na_2CO_3 该粗盐中有 CaCl_2

点评 解这类实验报告题时,1. 看清实验的主要目的是什么,一般这在所给信息中或者是在实验报告的部分已知内容中就有提示。2. 根据报告中各项内容,考虑实验的步骤。

题型 2 开放探究

例 2 :小明等同学为了探究酸、碱、盐溶液的导电性,设计了如下实验:

1. 在 5 只 250 mL 烧杯中分别加入浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸、 CH_3COOH 溶液、 NaOH 溶液、 NaCl 溶液、氨水各 150 mL。
2. 在 5 种溶液中分别放入相同规格的石墨电极,按下图连接好。



3. 接通电源,仔细观察现象。
现象 1 :五个灯泡都亮起来。

结论：_____

现象2 盐酸、氯化钠、氢氧化钠溶液对应的灯泡较亮 醋酸、氨水对应的灯泡较暗。

结论：_____

思考：

(1)酸、碱、盐溶液导电与金属导电的原理是否相同,为什么?

(2)同学们为了探究不同电解质之间电离能力的差异,设计了上述实验,通过观察灯泡的明亮程度,判断电解质的电离能力大小,为此必须控制其他能影响灯泡亮度的一些因素,使之保持一致,从而不影响灯泡的明亮程度。在本实验中,采取了哪些主要措施来控制其他因素对灯泡亮度的影响?(写出三条即可)_____

(3)小明同学根据现象2得出一个结论:氯化氢、氯化钠、氢氧化钠是强电解质,醋酸、一水合氨是弱电解质。你同意他这个观点吗?为什么?_____

(4)为了进一步探究氯化氢等化合物是强电解质,小红同学在老师的帮助下测定了 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸中的氢离子浓度,通过对结果的分析,即可得出结论。说明氯化氢是强电解质的理由是:测得溶液中的氢离子浓度_____ $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (选填 >、<、=)。

(5)同学们在实验的基础上,进一步查阅资料得知:一般来说,_____是强电解质,_____是弱电解质。根据以上结论推测:如果将上述实验中的醋酸和氨水混匀,然后分别盛放在原来的烧杯中。接通电源,可以观察到的现象是

- A. 与混合前无任何区别
B. 5只灯泡都亮起来,亮度完全相同
C. 只有盐酸、氯化钠、氢氧化钠溶液对应的灯泡亮起来,另外两只不亮
D. 5个灯泡都亮起来,盐酸、氯化钠、氢氧化钠溶液对应的灯泡较亮,另外两只略暗,但明显比混合前明亮

【研析】(4)盐酸是一元酸,如果氯化氢的浓度和它电离出来的 H^+ 浓度相等,即可说明氯化氢在水溶液中完全电离,属于强电解质。(5)醋酸和一水合氨是弱电解质,其溶液导电能力较弱,但两者混合后生成的醋酸铵属于强电解质,溶液导电能力比原来明显增强,但由于体积增大了一倍,因此,导电能力比盐酸、氯化钠、氢氧化钠溶液略差,D所述现象正确。

【答案】现象1 结论 酸、碱、盐都是电解质,它们溶于水时会发生电离。

现象2 结论 醋酸、一水合氨的电离程度较小,是弱电解质。氯化氢、氯化钠、氢氧化钠的电离程度较大。

思考(1):不完全相同。金属导电是因为其内部具有自由电子,在电场作用下自由电子可以定向移动;而酸、碱、盐溶液导电是因为它们在水中发生了电离,在电场作用下,电离出的阴、阳离子可以做定向移动。

思考(2):电解质溶液的浓度和体积相等、电极的材料和间距相同、两极的电压相等、

灯泡的规格相同。

思考(3):不同意 醋酸、一水合氨的电离程度较小,肯定是弱电解质。虽然氯化氢、氯化钠、氢氧化钠的电离程度较大,但不能说明它们一定完全电离,也就是说,不能说明它们是强电解质。

思考(4):=

思考(5):强酸、强碱和大部分盐 弱酸、弱碱和少部分盐 D

点评 本题在课本38页【联想·质疑】第一个实验的基础上,进行了适当的拓展。一方面在原来盐酸、氯化钠、氢氧化钠溶液的基础上增加了醋酸、氨水两种溶液,同学们在解题过程中可利用对比的方法研究、学习并体会强、弱电解质的异同点;另一方面,设置的问题由浅入深,同学们在解题时应认真的思考,达到巩固所学知识,拓展视野的目的。

题型3 综合渗透

例3:用实验确定某酸HA是弱电解质。两同学的方案是

甲 ①称取一定质量的HA配制成0.1 mol/L的溶液100 mL;

②用pH试纸测出该溶液的pH,即可证明HA是弱电解质。

乙 ①用已知物质的量浓度的HA溶液、盐酸,分别配制pH=1的两种酸溶液各100 mL;

②分别取这两种溶液各10 mL,加水稀释为100 mL;

③各取相同体积的两种稀释液装入两个试管,同时加入纯度相同的锌粒,观察现象,即可证明HA是弱电解质。

(1)在两个方案的第①步中,都要用到的定量仪器是_____。

(2)甲方案中,说明HA是弱电解质的理由是测得溶液的pH_____1(选填>、<、=);乙方案中,说明HA是弱电解质的现象是_____ (多选扣分)。

A. 装HCl溶液的试管中放出 H_2 的速率快

B. 装HA溶液的试管中放出 H_2 的速率快

C. 两个试管中产生气体速率一样快

(3)请你评价乙方案中难以实现之处和不妥之处。

(4)请你再提出一个合理而比较容易进行的方案(药品可任取),作简明扼要的表述。

【研析】该题是从验证某酸是弱电解质的课题出发,涉及到实验、理论、元素化合物、pH的简单换算等知识,同时也考查了同学们研究性学习的能力。

(1)配制一定物质的量浓度的溶液所必需的定量仪器是容量瓶,但必须指出容量瓶的容量为100 mL。

(2)甲方案中,0.1 mol/L的某弱酸HA,由于它部分电离, H^+ 浓度小于0.1 mol/L, $pH > 1$ 。乙方案中,将两种溶液分别稀释到原来体积的10倍时:弱酸HA电离度增大, H^+ 的物质的量增加,而强酸HCl中 H^+ 的物质的量不变。因此,在两种稀释液中同时加

入纯度相同的锌粒后,装 HA 溶液的试管中因 H^+ 的物质的量浓度大,所以放出 H_2 的速率快。

(3)此题从实验的条件入手,就迎刃而解了。乙方案中,要求配制某一定 pH 的弱酸溶液,但影响溶液 pH 的因素很多,如温度变化等,导致配制的溶液的 pH 不稳定。因此配制 pH = 1 的弱酸 HA 溶液难以实现。不妥之处,因为是液体与固体反应,固体的表面积对反应速率的影响大,仅仅用反应产生气体的速率来判断溶液中 H^+ 浓度的大小,说服力不强。

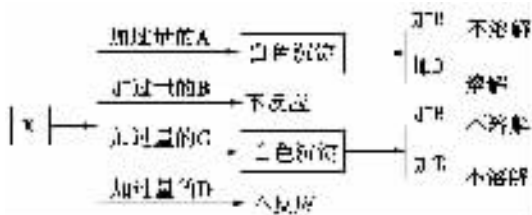
(4)要证明某酸是弱酸还有很多方法。如:配制 NaA 的盐溶液,再测量溶液的 pH, $pH > 7$,说明 HA 是弱酸。

【答案】 (1) 100 mL 容量瓶 (2) > B (3) 配制 pH = 1 的 HA 溶液难以实现,不妥之处在于加入的锌粒难以做到表面积相同。(4) 配制 NaA 溶液,测其 pH > 7,即证明 HA 是弱电解质。

点评 试题要求学生用研究性学习的思路考虑问题,提出更优的实验方案,用整体的思维去考虑问题,体现了学生学习的综合能力。该题要求学生既要有基本知识,又要有扎实的研究性学习的意识,是一个很好的考题。本题还有一点也很重要,反映在评卷答案上:本题解答若操作简单、现象明显、不是化学教材中讲过的常规方法,应属创新,经认可后可给予奖励。可见,研究性学习应该体现在教学、学习的各个方面,不仅是为了考试,更重要的是在研究性学习中提高学生的能力。

【教考动向·应用】

3. 有一种工业废水,已知其中含有大量的 $FeSO_4$,少量的 Ag^+ 和 Na^+ ,以及部分污泥。试设计一个既经济又合理的方法以回收金属银、硫酸亚铁。分步列出实验步骤,并说明每一步的目的(不必写化学方程式)。
4. A、B、C 和 D 分别是 $NaNO_3$ 、 $NaOH$ 、 HNO_3 和 $Ba(NO_3)_2$ 四种溶液中的一种。现利用另一种溶液 X,用如下图所示的方法,即可将它们一一确定。试确定 A、B、C、D、X 各代表何种溶液。



A. _____ B. _____ C. _____ D. _____ X. _____

④ 开拓学习新视野

▲ 教材知识扩展

[思想方法]

检查离子方程式是否正确的方法

(1) 根据物质反应的客观事实 :

例 铁与稀盐酸反应。 $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ (错误); $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ (正确)

(2) 必须遵守质量守恒定律

例 钠与水的反应。 $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ (错误); $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ (正确)

(3) 必须遵守电荷守恒原理

例 铜与硝酸银溶液的反应。

$\text{Cu} + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Ag}$ (错误) , 电荷数 : 左边 \neq 右边

$\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ (正确) , 电荷数 : 左边 = 右边

(4) 必须遵守定组成原理 (即阴、阳离子的配比关系)

例 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和稀 H_2SO_4 混合

$\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (错误)

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ 中 Ba^{2+} 与 OH^- 组成之比为 1:2 , H_2SO_4 中 H^+ 与 SO_4^{2-} 组成之比为 2:1 , 而离子方程式中 Ba^{2+} 与 OH^- 组成之比为 1:1 , H^+ 与 SO_4^{2-} 组成之比也为 1:1 , 与实际不符 , 所以该方程式错误。

$\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (正确)

[专题放送]

常见鉴别题的类型及其解答关键

鉴别题是高考中的常见题型 , 鉴别题的解答原则是以最简的方法、最少的试剂、用最少的步骤、具有最明显的现象 , 以达到简便、快速、正确的最佳鉴别效果。从解题要求的角度可把常见的鉴别题分成三类 : 不用外加试剂类型、限用一种试剂类型、任加试剂类型。明确解题关键是正确解题的前提 , 而解答三类鉴别题的关键之处各不相同 , 现分别进行分析。

一、不用外加试剂类型

解题关键 精选方法

常用方法有 : ①观察法 : 根据待鉴物的颜色、状态、挥发性等差异来鉴别。②加热法 : 利用加热时产生的不同现象来鉴别。③借用试剂法 : 先观察各种待鉴物 , 鉴出一种物质 , 再用此物质作试剂来鉴别其余物质。④相互作用法 : 依据待鉴物两两混合时所产生的不

同反应现象来鉴别。

解这类鉴别题要善于根据不同物质的性质精选一种最简单的方法。

例 1 不用外加试剂鉴别下列四种溶液 ①NaOH ②KCl ③CuSO₄ ④MgCl₂

【研析】 此题仅用观察法不能完全鉴别出来,应采用借用试剂法,先通过观察将蓝色溶液 CuSO₄ 鉴别出来,再用 CuSO₄ 溶液作为试剂,根据 NaOH 溶液与 CuSO₄ 溶液作用产生 Cu(OH)₂ 蓝色沉淀这一性质鉴别出 NaOH 溶液,最后利用已鉴别出的 NaOH 溶液与 MgCl₂ 溶液作用产生 Mg(OH)₂ 白色沉淀这一性质鉴别出 MgCl₂ 溶液,无明显现象的为 KCl 溶液。

二、限用一种试剂类型

解题关键:巧选试剂

可根据如下思路巧妙地选择试剂。先分析指示剂能否鉴别,如不能则按照下列两个原则去选择:

①以“阴”选“阳”,即分析待鉴别物中阴离子,选择一种与之反应有明显现象产生的阳离子来鉴别。常用的阳离子有 H⁺、Ag⁺、Ba²⁺、NH₄⁺、Fe³⁺、Cu²⁺ 等。

②以“阳”选“阴”,即分析待鉴别物中阳离子,选择一种与之反应有明显现象产生的阴离子,与①中选出的阳离子组合起来就是所需求的鉴别试剂。常用的阴离子有 OH⁻、CO₃²⁻、Cl⁻ 等。

例 2 现有 KCl、Na₂CO₃、Ba(NO₃)₂ 三瓶溶液,试用一种试剂将它们一次鉴别开来,这种试剂是什么?

【研析】 K⁺、Na⁺、Ba²⁺ 三种阳离子中可选用 SO₄²⁻ 来鉴别 Ba²⁺ 离子,Cl⁻、CO₃²⁻、NO₃⁻ 三种阴离子中可选用 H⁺ 来鉴别 CO₃²⁻,故所选用试剂为 H₂SO₄。

三、任加试剂类型

解题关键:优选方案

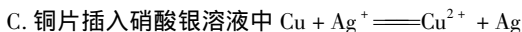
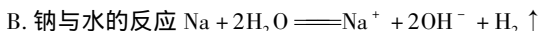
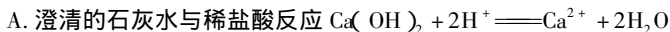
对于选用什么样的试剂,选几种试剂鉴别都没有限制,因而给学生留下了很大的思维空间,往往会有多种解法。只要试剂灵敏度高、反应现象明显、方法简便可行、答案简明扼要,都符合要求。但必须注意优选最佳方案这个关键。

例 3 鉴别稀盐酸、石灰水、氢氧化钠三种溶液。

【研析】 三种物质中石灰水和氢氧化钠溶液为碱溶液,稀盐酸为酸,用指示剂可鉴别出酸和碱。在两种碱溶液中可根据 Ca²⁺ 能与 CO₃²⁻ 作用产生白色 CaCO₃ 沉淀,故可用 Na₂CO₃ 溶液来鉴别。这样分两步采用两种试剂来鉴别。但此题还可用一种试剂——Na₂CO₃ 溶液一次性地将三种溶液鉴别出来,此方案最佳。

▲ 考题在线搜索

考题 1 (2004 全国高考)下列离子方程式正确的是



D. 大理石溶于醋酸的反应 $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

【研析】 A 中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 属于强电解质,应写成离子的形式;B 中钠与水反应的离子方程式中电荷没有配平;C 中离子方程式中电荷也没有配平。答案为 D。

点评 离子方程式的书写是中学化学中的一项重要内容,也是高考的常考题。判断一个离子方程式是否正确,可以从以下几个方面入手:①是否符合实际情况;②微粒书写形式是否正确;③是否配平。

考题 2 (2005 全国高考)A、B、C、D、E 5 瓶透明溶液,分别是 HCl 、 BaCl_2 、 NaHSO_4 、 Na_2CO_3 、 AgNO_3 中的一种。

- ① A 与 B 反应有气体生成 ② B 与 C 反应有沉淀生成
③ C 与 D 反应有沉淀生成 ④ D 与 E 反应有沉淀生成
⑤ A 与 E 反应有气体生成 ⑥ 在②和③的反应中生成的沉淀是同一种物质
请填写:

(1)在②和③的反应中,生成的沉淀物质的化学式(分子式)是_____。

(2)A 是_____ B 是_____ C 是_____ D 是_____ E 是_____。

(3)A 与 E 反应的离子方程式是_____。

【研析】 根据⑥中“在②和③的反应中生成的沉淀是同一种物质”这一信息可知,B 与 D 中必然含有相同的离子,容易推断出它们是 HCl 或 BaCl_2 ,都可与银离子反应生成 AgCl 沉淀,因此,C 必然是 AgNO_3 ;再根据①,A 与 B 反应有气体生成,推断 B 一定是 HCl ,那么,D 是 BaCl_2 ,A 是 Na_2CO_3 ,剩余的一种物质, NaHSO_4 就是 E。

【答案】 (1) AgCl (2) Na_2CO_3 HCl AgNO_3 BaCl_2 NaHSO_4 (3) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

点评 离子反应不仅代表一个反应,而且能表示所有同一类型的反应。本题第(1)小题实际上考查的就是这一点,同时也为下面的题目做了铺垫。这也提醒同学们,做这类题,最关键的是找准突破口。此题的突破口是⑥,然后根据所学知识,顺藤摸瓜,即可找出答案,但具体的途径不一定完全相同。同学们可以多尝试几种不同的方法,达到锻炼自己能力、巩固知识的目的。另外,要注意 NaHSO_4 在溶液中完全电离,它与 Na_2CO_3 溶液的反应实质上是氢离子与碳酸根离子的反应。只有认识到这一点,才能准确写出相应的离子方程式。

【拓展·应用】

1. 某同学拟用氯化钙固体、碳酸钠溶液和稀硝酸等试剂,先制得碳酸钙,最终制得纯净的硝酸钙晶体。

(1)写出制取过程中反应的离子方程式:_____。

(2)请帮助该同学完成下列实验操作步骤(不要求回答使用的仪器):

①用蒸馏水完全溶解 CaCl_2 后,加入_____。

②将反应后的混合物过滤,并用适量蒸馏水洗涤沉淀至无 Cl^- 。

③加入_____ ,使沉淀完全溶解。

④_____ ,得到纯净的硝酸钙晶体。

2. 有 6 瓶白色固体试剂 ,分别是氯化钡、氢氧化钠、硫酸钠、硫酸铵、无水硫酸铜、碳酸钠 现只提供蒸馏水 通过下面的实验步骤即可鉴别它们。请填写下列空白 :

(1) 各取适量固体试剂分别加入 6 支试管中 ,加入适量蒸馏水 振荡试管 观察到的现象是 : _____ 液检出的物质的化学式(分子式)是_____。

(2) 分别取未检出的溶液 ,往其中加入上述已检出的溶液 ,观察到的现象和相应的离子方程式是 : 1 支试管中有白色沉淀生成 _____ ; 2 支试管中有蓝色沉淀生成 _____ 液检出的物质的化学式(分子式)是_____。

(3) 鉴别余下未检出物质的方法和观察到的现象是 :

(i) _____ ;

(ii) _____ 。

▲ 多彩化学漫步

氯化钠与人体健康

我们知道食盐的主要成分就是氯化钠,这是人们生活中最常用的一种调味品。但是它的作用绝不仅仅是增加食物的味道,它是人体组织中的一种基本成分,对保证体内正常的生理、生化活动和功能起着重要作用。 Na^+ 和 Cl^- 在体内的作用与 K^+ 等元素是相互联系在一起的,错综复杂。其最主要的作用是控制细胞、组织液和血液内的电解质平衡,以保持体液的正常流通和控制体内的酸碱平衡。 Na^+ 与 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 还有助于保持神经和肌肉的适当应激水平, NaCl 和 KCl 还对调节血液的适当黏度或稠度起作用;胃里消化某些食物的酸和其他胃液、胰液及胆汁里的助消化的化合物,也是由血液里的钠盐和钾盐形成的。此外,适当浓度的 Na^+ 、 K^+ 和 Cl^- 对于视网膜对光反应的生理过程也起着重要作用。可见,人体的许多重要功能都与 Na^+ 、 Cl^- 和 K^+ 有关,体内任何一种离子的不平衡(多或少),都会对身体产生不利影响。如运动过度、出汗太多时,体内的 Na^+ 、 Cl^- 和 K^+ 大为降低,就会出现不平衡,使肌肉和神经反应受到影响,导致恶心、呕吐、衰竭和肌肉痉挛等现象。因此,运动员在训练或比赛前后,需喝特别配制的饮料,以补充失去的盐分。

由于新陈代谢,人体内每天都有一定的 Na^+ 、 Cl^- 和 K^+ 通过各种途径排出体外,因此需要膳食给予补充,正常成人每天氯化钠的需要量和排出量大约为 $3\text{ g} \sim 9\text{ g}$ 。

此外,常用淡盐水漱口,不仅对咽喉疼痛、牙龈肿痛等口腔疾病有治疗和预防作用,还具有预防感冒的作用。

[答案与解析研读]

【教考动向·演练】

1. D 根据常识,石墨棒是导电的。氢氧化钠在熔融状态下电离出钠离子和氢氧根离子,氯化氢在水溶液中电离出氢离子和氯离子,因此,熔融状态下的氢氧化钠、盐酸溶液均导电。固态氯化钾中的钾离子和氯离子不能自由移动,不导电。
2. D D中Na原子和电荷都不守恒,正确的电离方程式是 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ 。
3. C A中的Fe属于单质,既不属于电解质,又不属于非电解质;B中 NH_3 属于非电解质, BaSO_4 属于强电解质;D中的 H_2O 属于弱电解质。只有C正确。
4. (1) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (2) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$
(3) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
5. D 有离子参加的反应,即为离子反应。常见的溶液中进行的复分解反应大都是离子反应,活泼金属与酸的置换反应也属于离子反应。因此,只有②是正确的。

【教考动向·应用】

1. A A: BaCl_2 溶液与 Na_2CO_3 溶液先反应生成 BaCO_3 沉淀,加足量稀 CH_3COOH 后, BaCO_3 沉淀溶解;B: $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 KNO_3 溶液不反应,加足量稀 H_2SO_4 ,生成 BaSO_4 沉淀; AgNO_3 溶液与 Na_2CO_3 溶液反应生成 Ag_2CO_3 沉淀,加足量稀 HCl 后 Ag_2CO_3 沉淀可转化成 AgCl 沉淀; AgNO_3 溶液与 FeCl_3 溶液反应生成 AgCl 沉淀,加足量稀 HNO_3 后,沉淀不溶解。
2. (1) $2\text{AgNO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightleftharpoons \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl} \downarrow$ (2) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl} \rightleftharpoons 2\text{AgNO}_3 + \text{BaCl}_2 \downarrow$

析 离子反应总向着某些离子浓度减小的方向进行。第(1)题比较简单,是同学们比较熟悉的一个反应,因为生成了 AgCl 沉淀,使反应顺利进行。第(2)题则陌生度较大,但只要真正理解了离子反应发生的条件,也没有什么难度。换成液氨做溶剂后,传统的难溶物—— AgCl 变成了微溶物,而易溶物—— BaCl_2 则成了难溶物,因此反应向着生成 BaCl_2 的方向进行,使氯离子和钡离子浓度减小。

3. (1) 过滤除去污泥 (2) 向滤液中加入过量铁粉,使 Ag^+ 还原为金属银 (3) 过滤,将Ag和过量铁粉从溶液中分离出来 (4) 将混有铁粉的Ag用稀硫酸处理,使Fe溶解 (5) 过滤,分离出银 (6) 将第(3)和(5)步的滤液合并,蒸发浓缩,冷却,使硫酸亚铁结晶析出 (7) 过滤,得到硫酸亚铁晶体, Na^+ 则留在母液中。
4. NaOH NaNO_3 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ HNO_3 MgSO_4

析 本题考查元素及其化合物基础知识的同时,考查思维的严密性、逻辑性、灵敏性、综合性和有序性,知识容量大,是由一种试剂区别一组试剂的题型转变而成,构思新颖。解题的关键是X与A、C反应均生成白色沉淀,从给定的4种溶液看,其中 NaNO_3 、 HNO_3 跟任何物质反应都不会生成沉淀,只有 NaOH (OH^-)和 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (实际是 Ba^{2+})有可能与加入的X溶液产生沉淀。当向X中加入过量 NaOH 溶液能产生白

色沉淀的只能是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 故 X 中含有 Mg^{2+} , 则 X 是一种可溶性镁盐溶液。要使 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 也产生白色沉淀, 只能是 SO_4^{2-} , 故 X 应为 MgSO_4 溶液。

【拓展·应用】

- (1) $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(2) ①碳酸钠溶液 ③稀硝酸 ④蒸发 结晶
- (1) 6 种固体全部溶解, 5 支试管中得到无色溶液, 1 支试管中得到蓝色溶液 CuSO_4
(2) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$, $\text{Cu}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CuCO}_3 \downarrow$ BaCl_2 (3) (i) 分别取(2)中能产生蓝色沉淀的两种溶液, 向其中加入 BaCl_2 溶液, 有白色沉淀生成的是 Na_2CO_3 溶液, 无沉淀生成的是 NaOH 溶液 (ii) 分别取少量未检出的溶液, 往其中加入 NaOH 溶液, 无明显现象的是 Na_2SO_4 溶液, 有刺激性气味的气体产生的是 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液。

第 3 节 氧化剂和还原剂

① 感悟课标新理念

▲ 课程学习目标

[课标要求]

- 根据实验事实了解氧化还原反应的本质是电子的转移。
- 举例说明生产、生活中常见的氧化还原反应。
- 根据生产、生活中的应用实例或通过实验探究, 了解铁及其重要化合物的主要性质和重要应用。

[重点难点]

学习重点

- 认识并掌握氧化还原反应的概念, 理解氧化还原反应的本质是电子的转移。
- 认识并掌握氧化剂、还原剂的概念, 能根据元素的化合价推断物质的性质。
- 认识铁及其化合物的相互转化关系。

学习难点

- 氧化还原反应中各个基本概念间的关系。
- 实验方案的设计。

▲教材脉络梳理

氧化还原反应中各个基本概念间的关系	铁及其化合物的相互转化

▲学习背景探索

氧化还原反应理论的发展

拉瓦锡根据实验,在1777年向巴黎科学院提出报告指出:物质燃烧或金属在空气中燃烧并不是燃素学说所谓脱去燃素的分解反应,而是金属和氧化合:金属+氧——金属氧化物。物质跟氧化合的反应叫做氧化反应。这就推翻了统治化学界达百年之久的燃素学说,我们今天学习的氧化还原反应理论诞生了。

拉瓦锡于1783年才宣布他的化学理论的革新,拉瓦锡夫人还仪式性地焚烧了斯塔尔的书和燃素学说的书籍,以标志新化学的开始。的确,拉瓦锡的燃烧的氧化学说开拓了化学的新时代。恩格斯对拉瓦锡的燃烧的氧化学说给予了很高的评价,认为燃烧的氧化学说使过去在燃素学说形式上倒立着的全部化学正立过来了,而批评普利斯特利等坚持错误的燃素学说的人,由于被传统的燃素学说所束缚,“本来可以推翻全部燃素观点并使化学发生革命的元素,在他们手中没有能结出果实”。

以上介绍的是氧化还原反应理论的建立过程或者说是氧化还原反应理论发展的第一阶段。这个阶段是以氧的得失为基础的氧化还原反应理论。氧化还原反应理论发展的第二阶段就是我们现在学习的以化合价升高(被氧化)、降低(被还原)为基础的氧化还原反应理论。第三阶段是以电子得失(得电子被还原,失电子被氧化)为基础的氧化还原反应理论。

氧化还原反应理论发展中的第二和第三阶段是同学们熟悉的,这里不再多说。从氧化还原反应理论发展的第一阶段的历史,即人类经过千辛万苦才弄明白燃烧的本质的史实,我们可得到下列几点启示:

第一,科学的发展是由生产和科学实验水平决定的。

第二,人类对自然界的认识是几代人或几百年、几千年劳动的积累,经过去粗取精,去伪存真,改正错误,才达到比较正确的认识。

第三,要尊重事实,不迷信权威,勇于实践。实践是发现真理、检验真理的标准。

第四,现在大家公认的理论,它也不是百分之百的正确,它还有缺点或错误,在人们

② 研习教材重难点

研习点1 氧化还原反应

【温故·知新】

化学反应的四种基本类型：

1. 化合反应：两种或两种以上的物质相互作用，生成一种物质的反应。
2. 分解反应：一种物质经过反应后生成两种或两种以上物质的反应。
3. 置换反应：一种单质与一种化合物反应，生成另一种单质和另一种化合物的反应。
4. 复分解反应：两种化合物相互交换成分，生成另外两种化合物的反应。

1. 基本概念

(1) 氧化反应和还原反应：在氧化还原反应中，反应物所含元素化合价升高（或者说物质失去电子）的反应称为氧化反应，反应物所含元素化合价降低（或者说物质得到电子）的反应称为还原反应。

(2) 氧化还原反应：凡是反应过程中有元素化合价变化（或电子转移）的化学反应叫做氧化还原反应。

说明：氧化反应和还原反应是一对对立的反应，而又统一存在于一个反应中，不能分割，所以人们把这两种同时存在的一个化学反应叫做氧化还原反应。

(3) 氧化剂和还原剂：在氧化还原反应中，所含元素的化合价降低（或说得到电子）的反应物叫做氧化剂，而所含元素化合价升高（或说失去电子）的反应物，叫做还原剂。

(4) 氧化产物和还原产物：还原剂失去电子被氧化所得的产物叫氧化产物，氧化剂得到电子被还原所得的产物叫还原产物。

【领悟·整合】

氧化还原反应的有关概念是互相独立，又互相依存的，其关系如下：

氧化剂（具有氧化性）——得电子——被还原——发生还原反应——还原产物；
还原剂（具有还原性）——失电子——被氧化——发生氧化反应——氧化产物。

2. 氧化还原反应的实质

(1) 研究表明，所有的氧化还原反应中都存在着电子的转移，电子的转移是氧化还原反应的实质。

说明：“转移”包含两方面内容：电子的得到、失去和电子的偏离、偏向。电子的偏离和偏向又统称电子的偏移。

(2) 认识氧化还原反应概念的三个阶段：

- ① 首先是从得到氧和失去氧的视角去认识的。

②接着是从元素的化合价升和降的视角去认识的。

③最后是从元素原子电子的得到和失去的视角去认识的。

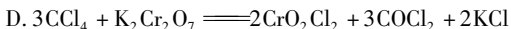
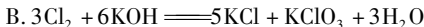
注意 第①种情况只适宜在初中阶段使用,因为它解决问题的范围太狭窄,只局限在有氧参与的反应。第②种情况没有反映出氧化还原反应产生的本质,只是氧化还原反应的一种表象,我们用来作为判断一个化学反应是否是氧化还原反应的工具有效。第③种情况才是氧化还原反应的本质。

3. 四种基本反应类型和氧化还原反应的关系

反应类型	氧化还原反应	非氧化还原反应
化合反应	$2\text{Na} + \text{Cl}_2 \text{——} 2\text{NaCl}$ (有单质参加)	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \text{——} \text{Ca}(\text{OH})_2$ (没有单质参加)
分解反应	$2\text{H}_2\text{O}_2 \text{——} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ (有单质生成)	$\text{H}_2\text{CO}_3 \text{——} \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (没有单质生成)
置换反应	$\text{Zn} + 2\text{HCl} \text{——} \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$	
复分解反应		$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \text{——} \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

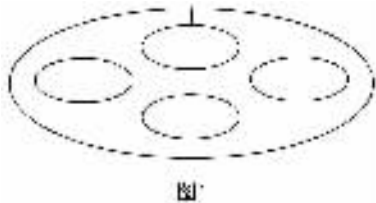
【迁移·体验】

例1:下列反应中,不属于氧化还原反应的是



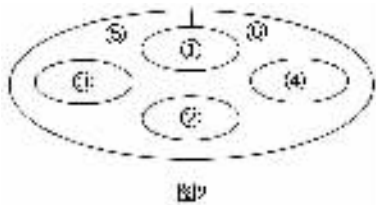
【研析】判断一个反应是否为氧化还原反应,必须抓住它的特征,看元素的化合价是否发生改变。若改变,则为氧化还原反应。反之,则为非氧化还原反应。本题选项中,D中各元素化合价均未变化。答案为D。

例2:请在下图1中注明各类反应的位置。①化合反应 ②分解反应 ③置换反应 ④复分解反应 ⑤氧化还原反应 ⑥非氧化还原反应



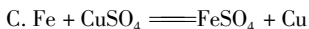
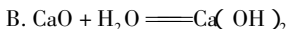
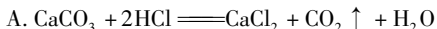
【研析】根据反应物和生成物的类别以及反应前后物质种类多少,可以将化学反应分为:化合反应、分解反应、置换反应、复分解反应,根据反应中是否有电子转移,可以将化学反应分为氧化还原反应和非氧化还原反应。置换反应一定是氧化还原反应,复分

解反应一定是非氧化还原反应,化合反应和分解反应可能是氧化还原反应,也可能是非氧化还原反应。还有部分反应,不属于四种基本反应类型中的任何一类。答案见图2。



【教考动向·演练】

1. 下列反应中,属于氧化还原反应的是



2. 下面有关氧化还原反应的叙述正确的是

A. 在反应中不一定所有元素的化合价都发生变化

B. 肯定有一种元素被氧化,另一种元素被还原

C. 非金属单质在反应中只做氧化剂

D. 某元素从化合态变为游离态时,该元素一定被还原

研习点2 常见的氧化剂和还原剂

常见的氧化剂:

(1) 非金属单质 X_2 、 O_2 、S 等;

(2) 高价金属阳离子 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} ; 高价或较高价含氧化合物 H_2SO_4 (浓)、 MnO_2 、 HClO 、 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 HNO_3 、 HClO_3 等。

常见的还原剂:

(1) 活泼或较活泼的金属 K、Na、Mg、Al、Zn、Fe 等;

(2) 低价金属阳离子 Fe^{2+} ;

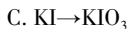
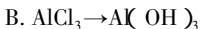
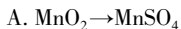
(3) 非金属阴离子 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 S^{2-} 等;

(4) 含较低价元素的化合物 CO 、 SO_2 、 H_2SO_3 、 Na_2SO_3 、 NH_3 等。

说明 在含有变价元素的化合物中,具有中间价态元素的物质(单质或化合物)既可做氧化剂,又可做还原剂。例如 Cl_2 、 H_2O_2 、 Fe^{2+} 、 SO_2 、 H_2SO_3 等既有氧化性又有还原性。

【迁移·体验】

例3 需要加入氧化剂才能实现的变化是



【研析】氧化剂在反应中是得到电子的物质,故符合题意的物质的变化应是失去电子的变化。A 中的 Mn 由 +4 价降为 +2 价, D 中的 N 由 +5 价降为 +2 价,均得到了电子, MnO_2 、 HNO_3 被还原。B 中 Al 的价态反应前后无变化,无电子转移。C 中的 I 由 -1

价升高为 +5 价,失去了电子, KI 被氧化, 做还原剂。答案为 C。

例 4 某酒精厂由于管理不善,酒精滴漏到某种化学品上而酿成火灾。该化学品可能是

- A. KMnO_4 B. NaCl C. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ D. CH_3COOH

【研析】酒精是我们非常熟悉的物质。酒精遇到氧气非常容易燃烧,在燃烧过程中表现出还原性,做还原剂,氧气做氧化剂。但选项中并无氧气,这就需要我们灵活运用所学知识,解决实际问题。 NaCl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 CH_3COOH 三种物质均没有强氧化性,可以排除; KMnO_4 是一种典型的强氧化剂,受热时还容易分解产生氧气,因此,酒精滴漏到 KMnO_4 上容易酿成火灾。答案为 A。

【发散·探讨】

运用氧化性、还原性概括物质的化学性质

所谓氧化性是指氧化剂具有的能得到电子的能力,表现在反应中是化合价有降低的趋势;还原性是指还原剂具有的失去电子的能力,表现在反应中是化合价有升高的趋势。我们运用氧化性、还原性概括物质的化学性质,下面举例说明。

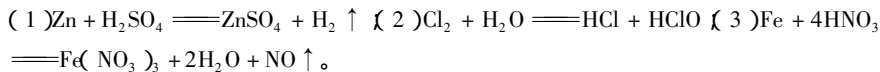
上一章学习了氯气和金属钠的化学性质,氯气在跟金属单质(钠、铁、铜……)、非金属单质(氢气……)的反应中都是得电子,化合价降低被还原,做氧化剂,因此氯气具有强氧化性;但氯气也有还原性,如氯气跟水、碱溶液发生歧化反应,其中有一部分氯表现了还原性。钠在与非金属单质(氯气、氧气……)、水的反应中都是失电子,化合价升高被氧化,做还原剂,因此钠具有强还原性。

盐酸是既有氧化性又有还原性的。如在盐酸跟镁、铝、锌等较活泼金属发生的置换反应中,盐酸表现了氧化性。在浓盐酸跟二氧化锰反应制取氯气时,盐酸表现了还原性。由于盐酸的氧化性实质上是 H^+ 的氧化性,属于酸的通性,即绝大多数酸所具有的共同性质,因此盐酸不是氧化性酸。氧化性酸是指含氧酸分子中除 H、O 元素外的酸根部分中的元素具有氧化性的酸,如浓硫酸是强氧化性酸,其氧化性是指 H_2SO_4 分子中 +6 价的硫元素表现的一种很强的得电子的能力。稀硫酸或硫酸盐中的 SO_4^{2-} 中的硫元素虽然也是 +6 价,但没有强氧化性。稀硫酸也有氧化性,是其中的 H^+ 所表现的。浓硫酸分子中 +6 价的硫元素得电子的能力远强于其中的 +1 价的氢。

金属元素只能失电子,所以金属单质只有还原性;非金属元素既能得电子表现负价,又能失(偏离)电子表现正价,所以非金属单质多数既有氧化性又有还原性。

【教考动向·演练】

3. 在 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 S 、 I^- 、 H^+ 中只有氧化性的是 _____, 只有还原性的是 _____, 既有氧化性又有还原性的是 _____。
4. 指出下列反应中的氧化剂和还原剂。



研习点3 探究铁及其化合物的氧化性和还原性

1. 铁元素的存在形态

游离态：陨铁。

化合态：铁元素主要以 +2 价和 +3 价的化合态存在。在地壳中的质量分数为 4.65% ,处于第四位 ,仅次于氧、硅和铝。

2. 铁及其化合物的分类

(1)按单质、氧化物、酸、碱、盐分类。

单质：Fe；氧化物：FeO、Fe₂O₃、Fe₃O₄；碱：Fe(OH)₂、Fe(OH)₃；盐：FeCl₂、FeCl₃、FeSO₄、Fe₂(SO₄)₃。

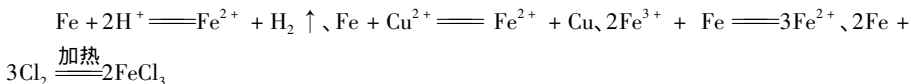
(2)按铁元素的化合价分类。

0 价：Fe；+2 价：FeO、FeCl₂、FeSO₄、Fe(OH)₂；+3 价：Fe₂O₃、FeCl₃、Fe₂(SO₄)₃、Fe(OH)₃。

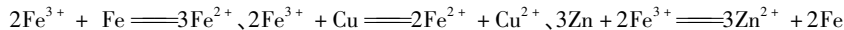
3. 铁及其化合物的氧化性和还原性

铁元素显 0 价时 ,只有还原性 ;显 +3 价时 ,只有氧化性 ;显 +2 价时 ,既有氧化性 ,又有还原性。

(1)Fe 的还原性 :与 H⁺、Cu²⁺、Fe³⁺、Cl₂ 等反应



(2)Fe³⁺ 的氧化性 :与 Fe、Cu、Zn 反应



(3)Fe²⁺ 的氧化性 :与锌反应 $\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Fe}$

(4)Fe²⁺ 的还原性 :与氯水等反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

【迁移·体验】

例 5 :在氯化铁、氯化铜和盐酸的混合溶液中加入铁粉 ,待反应结束 ,所剩余的固体滤出后能被磁铁吸引 ,则反应后溶液中存在较多的阳离子是

- A. Cu²⁺ B. Fe³⁺ C. Fe²⁺ D. H⁺

【析】解答此题要掌握单质铁有还原性 ,能和 Cu²⁺、H⁺、Fe³⁺ 反应。另外 ,铁能被磁铁吸引是铁的一种重要物理性质 ,所以 Fe 单质有剩余。则 Cu²⁺、H⁺、Fe³⁺ 分别被还原为 Cu、H₂、Fe²⁺。故溶液中 Fe²⁺ 最多 ,答案为 C。

例 6 :将下列四种铁的化合物溶于稀盐酸 ,滴加 KSCN 溶液没有颜色变化 ,再加入氯水即呈红色的是

- A. FeO B. Fe₂O₃ C. FeCl₃ D. Fe₂(SO₄)₃

【析】由题意可知 ,A 中的 Fe²⁺ 与 SCN⁻ 结合没有颜色改变 ,但通入 Cl₂ 后发生反应 ,生成 Fe³⁺ ,溶液变为红色。反应方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \longrightarrow [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 。答案为 A。

【发散·探讨】

Fe²⁺与Fe³⁺的鉴别

(1) 直接观察颜色 Fe²⁺的溶液呈浅绿色, Fe³⁺的溶液呈棕黄色。

(2) 利用显色反应:

Fe²⁺的溶液 + KSCN 或 NH₄SCN 溶液, 溶液不呈红色; Fe³⁺的溶液 + KSCN 或 NH₄SCN 溶液, 溶液呈血红色。

有关离子方程式: $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$

(3) 利用铁的化合物沉淀的颜色:

Fe²⁺的溶液 + NaOH 溶液, 出现白色沉淀, 迅速变为灰绿色, 最后变为红褐色; Fe³⁺的溶液 + NaOH 溶液, 出现红褐色沉淀。

有关反应式: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ 、 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$;
 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

(4) 利用 Fe³⁺的氧化性:

① Fe²⁺的溶液 + Cu 片, 无明显现象; Fe³⁺的溶液 + Cu 片, 铜被腐蚀, 溶液变为蓝绿色。

有关离子方程式: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

② Fe²⁺的溶液 + 淀粉-碘化钾试纸, 试纸不变蓝; Fe³⁺的溶液 + 淀粉-碘化钾试纸, 试纸变蓝。

有关离子方程式: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

(5) 利用 Fe²⁺的还原性:

① Fe²⁺的溶液 + 酸性 KMnO₄ 溶液, KMnO₄ 溶液紫色褪去; Fe³⁺的溶液 + 酸性 KMnO₄ 溶液, KMnO₄ 溶液紫色不褪。

② Fe²⁺的溶液 + 氯水, 溶液变为棕黄色; Fe³⁺的溶液 + 氯水, 无明显现象。

有关离子反应式: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

注意: 以上方法中用 KSCN 溶液鉴别最常用。

【教考动向·演练】

5. 将适量铁粉放入三氯化铁溶液中, 完全反应后, 溶液中的 Fe³⁺ 和 Fe²⁺ 浓度相等。则已反应的 Fe³⁺ 和未反应的 Fe³⁺ 的物质的量之比是

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

6. 现有 2 mol/L 的盐酸和硫酸溶液各 100 mL, 分别加入等质量的铁粉, 反应结束时, 所生成的气体质量比为 2:3, 则往酸中加入的铁粉的质量为

- A. 2.8 g B. 5.6 g C. 8.4 g D. 16.8 g

▲教材【练习与活动】答案

1. (2)(4) 反应属于氧化还原反应。(2)中 CH₄ 是还原剂, O₂ 是氧化剂 (4)中 KMnO₄ 既

是氧化剂又是还原剂。

研析 (1)(3)中各元素的化合价都没有发生变化,不是氧化还原反应(2)中C、O元素的化合价发生了变化(4)中Mn、O元素的化合价发生了变化,它们都是氧化还原反应。

2.(1)+1 氧化性 (2)A (3)C

研析 (1)次氯酸的漂白作用是由于次氯酸具有强氧化性,次氯酸氧化别的物质的同时,本身被还原,Cl由+1价变为-1价。

(2) Fe^{2+} 在溶液中显浅绿色, Fe^{3+} 在溶液中显棕黄色。

(3)元素的化合态有两种,一种是正价态,一种是负价态,游离态中元素的化合价为0价。元素由正价态变为0价态时被还原,元素由负价态变为0价态时被氧化。

3.(1)C (2)B

研析 (1)A中生成 MnCl_2 和 H_2O ,盐酸表现出酸性,生成 Cl_2 ,盐酸中Cl元素由-1价变为0价,盐酸表现出还原性。B不是氧化还原反应。C中生成氯化锌,盐酸表现出酸性,生成氢气,HCl中H元素由+1价变为0价,盐酸表现出氧化性。D中HCl表现出氧化性和还原性,没有盐生成,没有表现出酸性。

(2)①为非氧化还原反应, SO_2 是反应物,既不是氧化剂,也不是还原剂。②中 SO_2 变为 H_2SO_3 ,S元素化合价升高, SO_2 是还原剂。③中 SO_2 变为 H_2SO_4 ,S元素化合价升高, SO_2 是还原剂。

4.(1)B (2)B (3)D (4)①将补铁剂研碎、溶解,取少量于试管中,滴入几滴KSCN溶液,不变色,证明不含 Fe^{3+} ,再滴入几滴氯水,溶液变为血红色,证明原溶液中含有 Fe^{2+} 。②将食品与酸、酸性物质、还原性物质混合使用。

研析 (1) Fe^{3+} 与KSCN溶液反应显血红色,但 Fe^{2+} 与KSCN溶液混合无明显现象。 Cl_2 能使Fe显+3价, H^+ 和其他金属阳离子只能使Fe显+2价。

(2) Fe^{2+} 中的Fe元素为+2价,既能降低为0价,又能升高为+3价,既有氧化性,又有还原性。

(3)A中,引入了 K^+ 和 SCN^- ,虽然 SCN^- 可以与 Fe^{3+} 反应,但产物无法与 Fe^{2+} 分离,不可选;B中, Cl_2 能将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ,更不可选;C中,除去 Fe^{3+} 的同时,引入了 Cu^{2+} ,不可选。

(4)常见的补铁剂是硫酸亚铁,其中铁元素为+2价。①含 Fe^{2+} 的溶液中滴入KSCN溶液,无明显现象,但 Cl_2 能将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 与KSCN溶液反应显血红色,此法可用来检验 Fe^{2+} 。②天然食品中的+3价铁用酸或酸性食品溶解可变为 Fe^{3+} ,然后用还原剂(如维生素C)接触,可使 Fe^{3+} 变为 Fe^{2+} ,被人体吸收。

5.(1)属于。 MnO_2 是氧化剂,HCl是还原剂。(2)2 mol,1 mol。

研析 (1)根据元素化合价变化即可判断。

(2) $n(\text{HCl}) = \frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 4 = 2 \text{ mol}$ 。

根据其化学方程式可知,标准状况下,每生成22.4 L Cl_2 ,有4 mol HCl参加反应,但只

有 2 mol HCl 被氧化。因此,当有 11.2 L Cl_2 生成时,被氧化的 HCl 为 1 mol。

③ 探究解题新思路

▲ 基础拓展型

题型 1 氧化还原反应中的基本概念

例 1:下列叙述正确的是

- A. 元素的单质可由氧化或还原含该元素的化合物来制得
- B. 得电子越多的氧化剂,其氧化性就越强
- C. 阳离子只能得到电子被还原,只能做氧化剂
- D. 含有最高价元素的化合物不一定具有强的氧化性

【析】 选项 A 阐述了金属单质和非金属单质分别由化合物生成的不同过程,所以正确。选项 B 错在以得电子多少作为衡量氧化性强弱的标准,而判断氧化剂氧化性强弱的标准是得电子的难易程度。选项 C 错在阳离子可以不是最高价,如 Fe^{2+} 离子等。元素处于最高价时只有氧化性,但与氧化性强弱没有直接关系,所以 D 选项也是正确的表述。答案为 AD。

点评 该题重点考查学生对氧化还原反应本质的理解。概念问题是氧化还原反应中的基础问题,要求我们学会判断在一个具体的氧化还原反应里,谁是氧化剂,谁是还原剂,哪种元素被氧化,哪种元素被还原,谁是氧化产物,谁是还原产物。

题型 2 铁及其化合物的转化

例 2:要证明某溶液中不含 Fe^{3+} 而可能含有 Fe^{2+} ,进行如下实验操作时最佳顺序为:

①加入足量氯水 ②加入足量 KMnO_4 溶液 ③加入少量 NH_4SCN 溶液

- A. ①③
- B. ③②
- C. ③①
- D. ①②③

【析】 加入 NH_4SCN 证明无 Fe^{3+} ,再加 Cl_2 水,如有 Fe^{2+} 则可被氧化为 Fe^{3+} 而使 NH_4SCN 变红色。 KMnO_4 也能氧化 Fe^{2+} ,但 KMnO_4 本身为紫色,使 Fe^{3+} 和 NH_4SCN 的显色不易观察。答案为 C。

点评 本题考查 Fe^{3+} 的检验和 Fe^{2+} 的还原性,有利于培养学生知识灵活迁移的能力和培养学生分析问题的能力。同学们在学习铁及其化合物的性质时要抓住价态,从铁元素三种价态的相互转化去认识铁及其化合物间氧化还原反应的规律。要熟记 Fe^{3+} 遇 SCN^- 会生成红色物质的特性。

例 3:下列物质反应后一定有 +3 价铁生成的是

①过量的 Fe 与 Cl_2 反应 ②Fe 与过量稀 H_2SO_4 反应后,再向其中加 KNO_3 ③ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中加入少量盐酸 ④Fe 和 Fe_2O_3 的混合物溶于盐酸中

- A. 只有①
- B. 只有①②
- C. 只有①②③
- D. 全部

【析】 ①中的 Cl_2 氧化性强,它能将铁氧化为 +3 价,由于不是在溶液中反应,因

此过量的铁不会将氯化铁还原。②中 Fe 与稀 H_2SO_4 反应只能生成 Fe^{2+} , 但要注意, 由于稀 H_2SO_4 过量, 加入 KNO_3 后 H^+ 、 NO_3^- 能将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 。③从表面上看不会发生反应, 但实际上发生了 Fe^{2+} 被 H^+ 和 NO_3^- 氧化的反应。④中首先发生 Fe 与盐酸生成 FeCl_2 、 Fe_2O_3 与盐酸生成 FeCl_3 的反应, 但题中未给出反应物间相对量的关系, 若铁是足量的, 则能将生成的 FeCl_3 全部还原为 FeCl_2 。答案为 C。

点评 本题涉及 0 价铁变为 +3 价铁、+2 价铁变为 +3 价铁及 +3 价铁变为 +2 价铁的反应, 解题时应从氧化剂的强弱、反应条件及反应物间的相对量进行分析。铁的 0 价、+2 价、+3 价在一定条件下均可相互转化, 在分析具体问题时, 应善于抓住转化的条件, 挖掘出隐含的反应。

题型 3 有关氧化还原的计算

例 4 硫代硫酸钠可做脱氯剂, 已知 25.0 mL 0.100 mol/L 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液恰好把 224 mL (标准状况下) Cl_2 完全转化为 Cl^- 离子, 则 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 将转化成

- A. S^{2-} B. S C. SO_3^{2-} D. SO_4^{2-}

【析】 标准状况下 224 mL 即 0.01 mol Cl_2 全部转化成 Cl^- 时得 0.02 mol e^- , 这些电子将由 0.025 L \times 0.100 mol/L = 0.0025 mol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 失去, 那么 1 mol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 失去 8 mol e^- , 硫元素的化合价应由 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 中的 +2 变成 +6, 所以产物应为 SO_4^{2-} 。答案为 D。

点评 定量计算问题在氧化还原反应中是非常重要的, 具体内容有 (1) 通过计算求得反应中需要的氧化剂或还原剂的量, 或被氧化、被还原物质的物质的量。(2) 通过计算判断产物或者产物中元素的化合价。解决这类问题的依据是氧化还原反应中电子得失总数相等。

【教考动向·应用】

- 在含有 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 AgNO_3 各 0.01 mol 的混合溶液中, 加入 0.015 mol 的铁粉, 经充分搅拌后, 产生的变化是
 - 铁溶解, 没有任何金属生成
 - 铁溶解, 析出银, 且溶液中不含有 Fe^{3+}
 - 析出 0.01 mol Ag 和 0.01 mol Cu
 - 析出 0.01 mol Ag 和 0.005 mol Cu
- 从矿物学资料查得, 一定条件下自然界存在如下反应: $14 \text{CuSO}_4 + 5 \text{FeS}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} = 7\text{Cu}_2\text{S} + 5 \text{FeSO}_4 + 12 \text{H}_2\text{SO}_4$, 下列说法正确的是
 - Cu_2S 既是氧化产物又是还原产物
 - 5 mol FeS_2 发生反应, 有 10 mol 电子转移
 - 产物中的 SO_4^{2-} 有一部分是氧化产物
 - FeS_2 只做还原剂

▲ 综合创新型

题型 1 创新应用

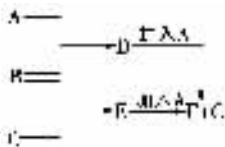
例 1 A、B、C 为 3 种单质(其中 A 为固体, B、C 为气体), D 的饱和溶液滴入沸水中继续煮沸, 溶液呈红褐色, B、C 反应的产物易溶于水得到无色溶液 E。它们之间的转化关系如图所示:

请填写下列空白:

(1) 物质 A 是 _____, B 是 _____, C 是 _____。

(2) F 中加入 NaOH 溶液, 并在空气中放置的化学方程式是

_____。

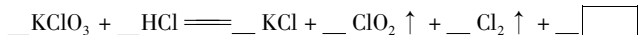


【解析】 由“D 的饱和溶液滴入沸水中继续煮沸, 溶液呈红褐色”这一信息可判断, D 为 FeCl_3 ; 以此为突破口, 加之“其中 A 为固体, B 为气体”的信息推出 A、B 分别为 Fe、 Cl_2 ; 再根据“B、C 反应的产物易溶于水得到无色溶液 E”这一信息, 不难推出 C 为 H_2 。

【答案】 (1) Fe Cl_2 H_2 (2) $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$
 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

点评 本题是关于铁及其化合物的推断题。解答此类题目最关键的是寻找“突破口”, 而“突破口”就是抓“特”字——特殊用途、特殊制法、特殊现象、特殊反应、特殊气味、特殊状态、特殊颜色。本题的突破口是“D 的饱和溶液滴入沸水中继续煮沸, 溶液呈红褐色”, 这实际上是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备方法, 这就意味着, 此类题目实际上还是落脚在课本上的基础知识上。我们只有打牢基础, 才能顺利解答各类推断题。

例 2: KClO_3 和浓盐酸在一定温度下反应会生成绿黄色的易爆物二氧化氯。其变化可以表述为:



(1) 请完成该化学方程式并配平。

(2) 浓盐酸在反应中显示出来的性质是 _____ (填写编号)。

① 只有还原性 ② 还原性和酸性 ③ 只有氧化性 ④ 氧化性和酸性

(3) 产生 0.1 mol Cl_2 , 则转移的电子的物质的量为 _____ mol。

(4) ClO_2 具有很强的氧化性。因此, 常被用作消毒剂, 其消毒的效率(以单位质量得到的电子数表示)是 Cl_2 的 _____ 倍。

【解析】 本题是一道涉及氧化还原反应的综合性问题, 考查点有氧化还原反应方程式的配平、概念和有关计算。依照先配平后填空的方法, 我们不难配得前面已知各物质的系数, 根据守恒原则, 未填出的物质显然是 H_2O , 配平的系数为 2、4、2、2、1、2。在反应中, 部分盐酸生成 Cl_2 表现出还原性, 另一部分盐酸生成 KCl 表现出酸性。问题(3)求产生 0.1 mol Cl_2 时电子转移的物质的量, 即 0.2 mol。问题(4)求等质量的 ClO_2 和 Cl_2 得到电子数之比(不是等物质的量)。假设 ClO_2 和 Cl_2 的质量都为 71 g, 则 Cl_2 得到电子 2 mol, ClO_2

得到电子 $71 \text{ g} \div 67.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 5 = 5.26 \text{ mol}$ 因此 其消毒的效率是 Cl_2 的 2.63 倍。

【答案】 (1) 2 4 2 2 1 2 H_2O (2) ② (3) 0.2 (4) 2.63

点评 氧化还原反应的问题中比较复杂的是综合性问题,也就是一个问题中包含了概念问题、配平问题、计算问题等多个方面,这不仅是在考查考生对氧化还原反应的基本知识的掌握情况,更主要的是考查考生综合应用学科知识解决问题的能力,在近些年高考或高考复习中此类问题屡见不鲜。解决这类问题的关键在于严谨审题,综合分析,透析题意,规范答题。总之,解决氧化还原反应的问题必须理解本质,掌握规律,积累经验,系统分析。

题型 2 开放探究

例 3 用下面两种方法可以制得白色的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀。

方法一 用不含 Fe^{3+} 的 FeSO_4 溶液与用不含 O_2 的蒸馏水配制的 NaOH 溶液反应制备。

(1) 用硫酸亚铁晶体配制上述 FeSO_4 溶液时还需加入稀 H_2SO_4 和 _____。

(2) 除去蒸馏水中溶解的 O_2 常采用 _____ 的方法。

(3) 生成白色 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀的操作是用长滴管吸取不含 O_2 的 NaOH 溶液,插入 FeSO_4 溶液液面下,再挤出 NaOH 溶液。这样操作的理由是 _____。

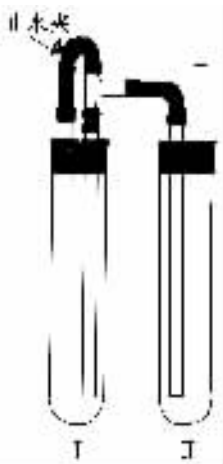
方法二 在如图装置中,用 NaOH 溶液、铁屑、稀 H_2SO_4 等试剂制备。

(1) 在试管 I 里加入的试剂是 _____。

(2) 在试管 II 里加入的试剂是 _____。

(3) 为了制得白色 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀,在试管 I 和 II 中加入试剂,打开止水夹,塞紧塞子后的实验步骤是 _____。

(4) 这样生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀能较长时间保持白色,其理由是 _____。



【研析】 方法一 (1) 由于 Fe^{2+} 具有较强的还原性,易被氧化为 Fe^{3+} ,故在配好的溶液中常加一枚铁钉或适量铁屑以防止其氧化。(2) 由于气体的溶解度随温度升高而迅速减小,故可用加热的方法除去蒸馏水中溶解的 O_2 。(3) 空气中含有大量的 O_2 ,为防止生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀与空气接触,需将吸取 NaOH 溶液的长滴管放入液面以下后再挤出。

方法二 (1) 由所给试剂及装置特点知,试管 I 为封闭系统,应为产生 H_2 并赶走溶液中的空气及液面上方空气的装置,故 I 中加入的试剂为铁和稀 H_2SO_4 。(2) 试管 II 中加入的试剂为 NaOH 。(3) 为确保实验在无氧状态下进行,必须把系统中的 O_2 排除干净,故接下来的操作应为检验试管 II 出口处排出的氢气的纯度,当产生氢气较纯时再夹紧止水夹。(4) 由于试管 I 中产生的 H_2 充满了 I、II 两支试管,外界空气不易进入,即 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 是在还原性气体 H_2 的气氛中产生的,故 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的白色沉淀可保持较长的时间。

【答案】 方法一 (1) 铁屑 (2) 煮沸 (3) 避免生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀接触 O_2

方法二 (1)稀 H_2SO_4 、铁屑 (2)NaOH 溶液 (3)检验试管 II 出口处排出的氢气的纯度。当排出的 H_2 纯净时,再夹紧止水夹 (4)试管 I 中反应生成的 H_2 充满了试管 I 和试管 II,且外界空气不容易进入

点评 此题考查的是氢氧化亚铁的实验室制备原理和操作方法,及选择操作方法的依据,并以此为基础考查学生设计和完成实验的能力。由此题我们可以看出,要提高设计和完成实验的能力,同学们必须扎扎实实做好以下六项工作:①分析实验的目的。②分析实验所依据的化学反应原理。③分析实验的装置和仪器及使用注意事项。④分析实验的基本操作步骤,为什么要这样操作,不这样操作行不行,有什么样的后果。⑤分析实验后面所附的问题和讨论,真正理解相关问题。⑥从安全性、环保性(减少污染)、节约性(不浪费药品)、效果性(现象明显)等角度出发,分析还能对该实验进行怎样的改进。

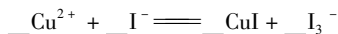
【教考动向·应用】

3. 实验室为监测空气中汞蒸气的含量,往往悬挂涂有 CuI 的滤纸,根据滤纸是否变色或颜色发生变化所用去的时间来判断空气中的含汞量,其反应为: $4\text{CuI} + \text{Hg} = \text{Cu}_2\text{HgI}_4 + 2\text{Cu}$ 。

(1)上述反应产物 Cu_2HgI_4 中, Cu 元素显_____价。

(2)以上反应中的氧化剂为_____,当有 1 mol CuI 参与反应时,转移电子_____mol。

(3) CuI 可由 Cu^{2+} 与 I^- 直接反应制得,请配平下列反应的离子方程式。



4. 现有浓度均为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 FeCl_3 、 FeCl_2 、 CuCl_2 混合溶液各 100 mL,加入一定量的铁粉,按下列情况填空。

(1)反应完毕后,铁粉有剩余:

①反应完毕后,溶液中一定含有_____ (阳离子),为_____ mol;

②固体干燥后,与反应前加入铁粉的质量相比_____ (填“多”或“少”)_____ g。

(2)反应完毕后,有铜生成,铁粉无剩余。则反应完毕后溶液一定含有_____ (阳离子),该阳离子在溶液中的物质的量的范围是_____。

④开拓学习新视野

▲ 教材知识拓展

[思想方法]

学习铁及其化合物性质的方法

(1)抓价态:从铁元素三种价态的相互转化(铁三角关系)中去认识铁及其化合物间的氧化还原反应规律。

① Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的性质 a. Fe^{2+} 既有氧化性,又有还原性,主要表现还原性; Fe^{3+} 具有较强的氧化性。 b. Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 都是典型的弱碱阳离子,与 OH^- 在溶液中可以发生反应。

②亚铁盐的存放方法 加入少量铁屑以防止 Fe^{2+} 被氧化。

(2)想属类 如铁是一种比较活泼的过渡金属,氧化亚铁、氧化铁为碱性氧化物,氢氧化亚铁、氢氧化铁为不溶性弱碱,氯化铁为强酸弱碱盐,由此去分析理解它们各自所具有的性质。

(3)作比较 列表比较铁的氧化物、铁的氢氧化物和 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的鉴别方法。

[专题放送]

氧化还原反应中的有关判断

1. 氧化还原反应中基本概念的判断

氧化还原反应的实质是电子的转移,特征是反应前后元素的化合价发生了变化。我们判断某反应是否为氧化还原反应可根据反应前后元素的化合价是否发生了变化这一特征。在氧化还原反应中,物质所含元素化合价升高(意味着失电子或电子对偏离),就是发生了氧化反应(或被氧化),此物质是还原剂,具有还原性。物质所含元素化合价降低(意味着得电子或电子对偏向),就是发生了还原反应(或被还原),此物质是氧化剂,具有氧化性。

2. 氧化性、还原性及其强弱的判断

(1)根据元素的化合价

物质中元素具有最高价态,该元素只有氧化性;物质中元素具有最低价态,该元素只有还原性;物质中元素具有中间价态,该元素既有氧化性又有还原性。对于同一种元素,价态越高,其氧化性就越强;价态越低,其还原性就越强。

(2)根据氧化还原反应方程式

在同一氧化还原反应中,氧化性:氧化剂>氧化产物,还原性:还原剂>还原产物。

氧化剂的氧化性越强,则其对应的还原产物的还原性就越弱;还原剂的还原性越强,则其对应的氧化产物的氧化性就越弱。

(3)根据金属活动性顺序表

在金属活动性顺序表中,金属的位置越靠前,其还原性就越强;金属的位置越靠后,其阳离子的氧化性就越强。

(4)根据反应的难易程度

氧化还原反应越容易进行(表现为反应所需条件越低),则氧化剂的氧化性和还原剂的还原性就越强。

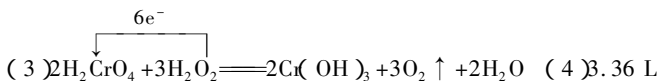
(5)其他条件

一般溶液的酸性越强或温度越高,则氧化剂的氧化性和还原剂的还原性就越强,反之则越弱。

注意 ①氧化性、还原性的强弱只与该原子得失电子的难易程度有关,而与得失电子数目的多少无关。得电子能力越强,其氧化性就越强;失电子能力越强,其还原性就越强。

元素和O元素。由于该反应中 H_2O_2 只发生如下过程： $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$ ，O元素由-1价升为0价，因此 H_2O_2 做还原剂；由此还可推知，该反应中，Cr元素化合价降低，因此，发生还原反应的过程是 $\text{H}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$ 。由(1)(2)题做铺垫，可知，反应物为 H_2CrO_4 和 H_2O_2 ，生成物为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 O_2 、 H_2O 。在任何氧化还原反应中，氧化剂得电子总数必然等于还原剂失电子的总数，据此，可写出配平后的该化学方程式： $2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。 H_2CrO_4 中的Cr由+6价降为+3价，1 mol H_2CrO_4 得到3 mol电子，2 mol H_2CrO_4 得到6 mol电子，同时得到67.2 L(标准状况下)氧气。所以，如反应转移了0.3 mol电子，则产生的气体在标准状况下体积为 $67.2 \text{ L} \times 0.3 \text{ mol} \div 6 \text{ mol} = 3.36 \text{ L}$ 。

【答案】 (1) H_2O_2 (2) H_2CrO_4 $\text{Cr}(\text{OH})_3$



点评 本题形式新颖，没有告诉反应物和生成物，这就需要同学们有较强的应变能力。本题有明显的梯度，但若熟练掌握和理解了氧化还原反应中的基本概念和规律，冷静作答，应该可以准确回答相关问题。由此我们可以得到一个启示：高考题无论形式如何变化，考查的还是课本的基础知识及其应用。我们在学习过程中一定要打好基础，将来才能考出好的成绩。

【拓展·应用】

1. 硫酸亚铁是一种可用于治疗缺铁性贫血的药剂，硫酸亚铁药片外表包有一层特制的糖衣，以保护硫酸亚铁不被空气中的 O_2 氧化成硫酸铁。请设计一种方法，检验某硫酸亚铁药品是否已被氧化。请写出主要步骤、现象及化学方程式。
2. 在一定条件下，NO跟 NH_3 可以发生反应生成 N_2 和 H_2O 。现有NO和 NH_3 的混合物1 mol，充分反应后所得产物中，经还原得到的 N_2 比经氧化得到的 N_2 多1.4 g。

(1) 写出反应的化学方程式。

(2) 若以上反应进行完全，试计算原反应混合物中NO与 NH_3 的物质的量可能各是多少。

▲ 多彩化学漫步

人体抗锈蛋白质——铁朊

空气中的氧气和水分遇到铁，就会进行氧化还原反应，使铁生锈。人体里也有氧和水，为什么人体中的铁不会生锈呢？

铁在人体内含量极微，作用很大。一个成年人体内含铁3 g，相当于一枚小钉子的重量。它是构成血红蛋白(肌红蛋白、细胞色素)的主要成分，一直被紧箍在血红蛋白里，使红血球细胞可以把氧从人的肺部带到身体其他各个部位去。人体内的铁原子受到血红蛋白的保护，不会与氧发生反应而生锈。

但是，当人体里的红血球细胞死亡后，铁原子失去了保护，也有生锈的机会。幸好

人体里有一种抗锈蚀的蛋白质——铁朊。它们成束地聚集在一起,形成一只只空心的蛋白球,犹如一个小仓库,里面贮存着四五十个铁原子,不让这些铁原子与氧在一起。等到需要铁原子的时候,才让它出来,同其他成分一起,组成新的红血球细胞。

铁朊蛋白在人体里的“防锈”作用很重要。一旦铁朊有了故障,肾脏有可能被铁锈阻塞,危及生命安全。科学家正在研究“防锈”蛋白——铁朊,如果研究成功,就能帮助解决海水中的钢材腐蚀问题。

[答案与解析研读]

【 教考动向 · 演练 】

1. C 判断一个反应是否为氧化还原反应,只要看反应前后元素有无化合价的变化即可。本题只有 C 中铁和铜元素化合价发生了改变,故只有 C 属于氧化还原反应。

2. A 本题可以灵活运用氧化还原反应的有关概念结合实例去分析。氧化还原反应的宏观特征是元素化合价有升降,但不一定是所有元素化合价均有升降。如 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\quad} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$, 氧元素没有化合价变化,故 A 正确。化合价变化的元素可以是不同种元素,也可以是同种元素。如 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\quad} \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$, 故 B 不正确。非金属在反应中一般作为氧化剂,但也有失电子的可能,如 $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$, 故 C 不正确。从化合态变为游离态分两种情况:一种是从高价态变为游离态如 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}$, 化合价降低,得电子,被还原;另一种是从低价态变为游离态如 $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$, 化合价升高,失电子,被氧化,故 D 不正确。

3. Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 H^+ 、 I^- 、 Fe^{2+} 、S

解析 可以用化合价来判断氧化性或还原性, Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 H^+ 处在最高价态,只有氧化性; I^- 处在最低价态,只有还原性; Fe^{2+} 、S处在中间价态,既有氧化性,又有还原性。

4. (1)氧化剂: H_2SO_4 , 还原剂:Zn。(2)氧化剂: Cl_2 , 还原剂: Cl_2 。(3)氧化剂: HNO_3 , 还原剂:Fe。

解析 在氧化还原反应中,所含元素的化合价降低的反应物叫氧化剂,而所含元素化合价升高的反应物,叫还原剂。(1)中,Zn由0价升高到+2价,做还原剂, H_2SO_4 中的H由+1价降为0价,做氧化剂;(2)中, Cl_2 中部分Cl由0价升高到+1价,另一部分Cl由0价降低到-1价, Cl_2 既是氧化剂,又是还原剂;(3)中,Fe由0价升高到+3价,做还原剂, HNO_3 中的N元素由+5价降为+2价,做氧化剂。

5. A Fe^{3+} 有较强的氧化性,与Fe反应如下 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \xrightarrow{\quad} 3\text{Fe}^{2+}$, 由题意知反应后, $n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{Fe}^{2+})$, 而要生成3 mol Fe^{2+} 需消耗2 mol Fe^{3+} , 显然 $n(\text{反应 Fe}^{3+}) : n(\text{未反应 Fe}^{3+}) = 2:3$ 。

6. C 虽然HCl和 H_2SO_4 的物质的量相等,但 H_2SO_4 是二元酸,分别与等质量的Fe反应,若Fe足量,则产生的 H_2 应为1:2,若Fe不足(酸过量)则产生的 H_2 相应为1:1。而现在产生的 H_2 为2:3,因此必有一反应酸不足,另一反应酸过量,因为 $2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2$ 、

$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2$, 所以 Fe 粉对 HCl 过量, 对 H_2SO_4 不足, 可以通过与 H_2SO_4 反应放出 H_2 的量求铁的量。

【教考动向·应用】

1. D 在上述混合溶液中加入的铁粉, 依次发生如下反应 $2\text{Ag}^+ + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$, $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$, $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 。首先 0.01 mol Ag 全部析出, 消耗 0.005 mol Fe; 然后 0.01 mol Fe^{3+} 全部反应生成 Fe^{2+} , 又消耗 0.005 mol Fe; 最后, 剩余的 0.005 mol Fe 完全反应, 置换出 0.005 mol Cu。
2. C 本题是一道难度相对比较大的氧化还原反应的应用问题, 既涉及到氧化剂和还原剂的判断、氧化还原反应方程式的配平, 还涉及到氧化还原反应中的计算等。解决本题的关键是首先要读懂题意, 逐步推敲。先分析参加反应各元素的价态变化: 铜价态降低被还原, 硫酸铜是氧化剂, Cu_2S 是还原产物, 硫价态降低被还原, Cu_2S 仍是还原产物。 FeS_2 中硫的价态为 -1 价, Cu_2S 中硫的化合价为 -2 价, FeSO_4 和 H_2SO_4 中硫的化合价为 +6 价, 故 FeS_2 既是氧化剂又是还原剂。产物中的 SO_4^{2-} 一部分来源于 FeS_2 , 这部分 SO_4^{2-} 属于氧化产物。从方程式中可以看出, 5 mol FeS_2 参加反应时, 有 21 mol 电子转移。
3. (1) +1 (2) CuI 0.5 (3) 2 5 2 1

研析 (1) 反应中 Hg 是还原剂, 化合价由 0 价升高到 +2 价。在反应产物 Cu_2HgI_4 中碘为 -1 价, 设 Cu 元素为 x 价, 则由 $2x + 2 + (-1) \times 4 = 0$, 得 $x = +1$, 即 Cu 元素显 +1 价。

(2) 由所给反应知由 $\text{CuI} \rightarrow \text{Cu}$ 化合价从 +1 价降到 0 价, 所以 CuI 为氧化剂。4 mol CuI 参加反应, 转移电子的物质的量为 2 mol, 当有 1 mol CuI 参与反应时转移电子 0.5 mol。

(3) 根据 Cu 守恒, Cu^{2+} 和 CuI 的物质的量相等, 设 Cu^{2+} 、 I^- 、CuI 和 I_3^- 的物质的量分别为 1 、 x 、 1 、 y 。根据质量守恒和电荷守恒得 $x = 3y + 1$, $2 - x = -y$ 。则 $x = 5/2$, $y = 1/2$ 。两边同乘以 2, 得其化学计量数分别为 2、5、2、1。

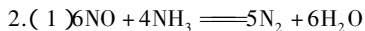
4. (1) ① Fe^{2+} 0.35 ② 少 2.0 (2) Fe^{2+} 0.25 mol $< n(\text{Fe}^{2+}) \leq 0.35$ mol

研析 在上述混合溶液中加入一定量的铁粉, 依次发生如下反应: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$, $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 。(1) 如果反应完毕后, 铁粉有剩余, Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 全部反应生成 Fe^{2+} , 不难算出 0.10 mol Fe^{3+} 可生成 0.15 mol Fe^{2+} , 0.10 mol Cu^{2+} 可生成 0.10 mol Fe^{2+} , 加上本身的 0.10 mol Fe^{2+} 共 0.35 mol。在“ $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ”中 Fe 减少了 2.8 g, 在“ $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ”中固体增加了 0.8 g, 因此, 固体干燥后, 与反应前加入铁粉的质量相比少了 2.0 g。(2) 如果反应完毕后, 有铜生成, 铁粉无剩余, 反应“ $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ”进行完全, “ $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ”部分反应或完全反应, 由此可确定反应完毕后溶液一定含有 Fe^{2+} , Fe^{2+} 物质的量应大于 0.25 mol, 小于或等于 0.35 mol。

【拓展·应用】

1. 把药片外表的糖衣刮去, 放在研钵里研碎, 在试管中用少量蒸馏水溶解, 滴几滴 KSCN 溶液, 若溶液显红色, 则硫酸亚铁已被氧化。有关化学方程式: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KSCN} = 2\text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$ 。

研析 本题的实验设计是操作简单的试管实验。操作时要连续完成,避免在空气中放置时间过长而被氧化。



(2)有两种情况:

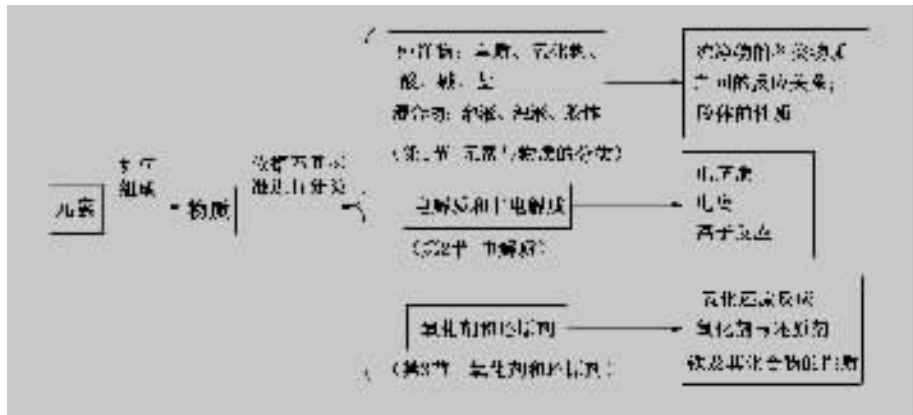
① NO 过量时 $n(\text{NO}) = 0.8 \text{ mol}$ $n(\text{NH}_3) = 0.2 \text{ mol}$; ② NH_3 过量时 $n(\text{NO}) = 0.3 \text{ mol}$ $n(\text{NH}_3) = 0.7 \text{ mol}$ 。

研析 本题的起点较低,已知反应物是 NO 和 NH_3 ,生成物是 N_2 和 H_2O ,要求写出反应的化学方程式。第(1)问不难回答。解答第(2)问的核心是“差量法”。由化学方程式 $6\text{NO} + 4\text{NH}_3 \text{——} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 可得 6 mol NO 还原得到 3 mol N_2 , 4 mol NH_3 氧化得到 2 mol N_2 ,两者相差 1 mol。现相差 1.4 g, $1.4 \text{ g} \div 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.05 \text{ mol}$,相当于 0.3 mol NO 和 0.2 mol NH_3 反应。依题意 NO 和 NH_3 的总物质的量为 1 mol,其中必有一种过量。若 NO 过量,则 NO 的物质的量为 0.5 mol 与 0.3 mol 之和即 0.8 mol,而 NH_3 的物质的量为 0.2 mol;如果 NH_3 过量,则结论是 NO 为 0.3 mol, NH_3 是 0.2 mol 与 0.5 mol 之和即 0.7 mol。

章 末 小 结

▲ 章末知识回顾

[结构图表]



[知识归纳]

1. 基础知识

(1)物质的分类

①按物质是否由同种物质(分子)组成,将物质分为纯净物和混合物。

②按组成物质的元素的种类把纯净物分为单质和化合物。

③化合物的分类方法很多,如按化合物的性质可把化合物分为酸、碱、盐、氧化物等;若按化合物在水溶液或在熔融状态下是否导电,则可以分为电解质和非电解质;若按在化学反应中的表现,则分为氧化剂和还原剂。

④按混合物中分散质粒子的直径大小可将混合物分为溶液、胶体和浊液等。

(2) 化学反应的分类

①根据反应形式:分解反应、化合反应、置换反应和复分解反应。

②根据反应中电子得失:氧化还原反应和非氧化还原反应。

③根据反应中化学粒子特征:分子反应和离子反应等。

(3) 胶体

①本质特征:胶体粒子粒度在 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 之间。

②重要性质:丁达尔现象、电泳、聚沉。

③胶体的提纯与精制:渗析。

(4) 离子方程式的书写

方法1:写、改、删、查;方法2:写、断、写、查。

注意事项:

①合事实:离子反应要符合客观事实,不可臆造产物及反应。

②式正确:化学式与离子符号使用正确合理。

③号实际:“ \uparrow ”“ \downarrow ”等符号符合实际。

④两守恒:两边原子数、电荷数必须守恒(氧化还原反应的离子方程式中氧化剂得电子总数与还原剂失电子总数要相等)。

⑤明类型:依据离子反应原理,分清类型,总结方法技巧。

⑥检查细:结合书写离子方程式过程中易出现的错误,细心检查。

(5) 氧化还原反应:

①特征:化合价升降;

②实质:电子的转移。

③基本规律:

守恒规律:化合价升高和降低总数相等,电子得失总数相等。

强弱规律:氧化性:氧化剂强于氧化产物;还原性:还原剂强于还原产物。

价态规律:元素处于最高价,只有氧化性;元素处于最低价,只有还原性;处于中间价态的元素既有氧化性又有还原性。

转化规律:邻价转化最易。化合价只靠拢,不交错。

2. 基本概念

胶体:分散质的微粒粒度介于 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 之间的分散系,叫做胶体。

电解质和非电解质:在水溶液里或熔融状态下能够导电的化合物叫电解质,在水溶液或熔融状态下都不导电的化合物叫非电解质。

酸、碱、盐 电离时,生成的阳离子全部是 H^+ 的化合物是酸;生成的阴离子全部是 OH^- 的化合物是碱;能生成金属阳离子和酸根阴离子的化合物称为盐。

离子反应:有离子参加或生成的反应。

电离方程式:用来表示电解质在水溶液中电离情况的式子。

离子方程式:用实际参加反应的离子的符号来表示离子反应的式子。

氧化剂和还原剂:反应中得到电子的反应物是氧化剂,反应中失去电子的反应物是还原剂。

氧化反应和还原反应:物质失去电子的反应叫做氧化反应,物质得到电子的反应叫做还原反应。

氧化性和还原性:氧化剂在反应中获得电子的性质,叫做氧化性;还原剂在反应中失去电子的性质,叫做还原性。

氧化产物和还原产物:还原剂发生氧化反应后的生成物,叫做氧化产物;氧化剂发生还原反应后的生成物,叫做还原产物。

3. 基本关系

(1) 元素与物质的关系:元素是物质的基本组成成分,物质都是由元素构成的。

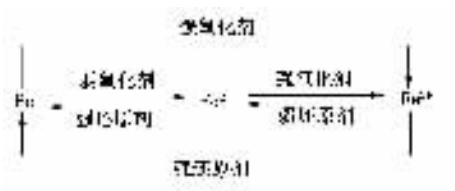
(2) 酸、碱、盐与电解质的关系:酸、碱、盐属于电解质,电解质包含酸、碱、盐。

(3) 氧化还原反应中各个概念间的关系:

还原剂 $\xrightarrow{\text{失去 } n \text{ 个电子,化合价升高 } n \text{ 价,被氧化,发生氧化反应}}$ 氧化产物
(具有强还原性) (具有弱氧化性)

氧化剂 $\xrightarrow{\text{得到 } n \text{ 个电子,化合价降低 } n \text{ 价,被还原,发生还原反应}}$ 还原产物
(具有强氧化性) (具有弱还原性)

(4) 铁及其化合物的转化关系:



▲ 单元专题探究

离子共存问题

有关溶液中离子能否共存的问题是中学化学中的常见问题。从历年高考中有关离子共存问题的难度上分析,这类问题都属于中等难度偏易题,但这类题的区分度都比较高。也就是说,题不难,但考生在这类题上得分差异较大。造成这种状况的原因主要是考生在元素及其化合物知识的学习中,没有将众多的元素及其化合物的知识进行归纳整理,使之网络化并进行有序的存储,因而在提取、再现、辨认时,或出现错误,或发生障碍,

或不完整。当然也有因知识掌握不完整,对物质间相互反应的规律不清楚,在解决问题时缺乏信心等因素造成的。

相关知识:

1. 由于发生复分解反应,离子不能大量共存。

(1)有气体产生。如 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 HCO_3^- 、 HSO_3^- 、 HS^- 等易挥发的弱酸的酸根与 H^+ 不能大量共存。

(2)有沉淀生成。如 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ag^+ 等不能与 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 等大量共存; Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 等不能与 OH^- 大量共存; Pb^{2+} 与 Cl^- 、 Fe^{2+} 与 S^{2-} 、 Ca^{2+} 与 PO_4^{3-} 、 Ag^+ 与 I^- 不能大量共存。

(3)有弱电解质生成。如 OH^- 、 CH_3COO^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 F^- 、 ClO^- 、 SiO_3^{2-} 等与 H^+ 不能大量共存,一些酸式弱酸根如 HCO_3^- 、 HPO_4^{2-} 、 HS^- 、 H_2PO_4^- 、 HSO_3^- 不能与 OH^- 大量共存, NH_4^+ 与 OH^- 不能大量共存。

2. 由于发生氧化还原反应,离子不能大量共存。

(1)具有较强还原性的离子不能与具有较强氧化性的离子大量共存。如 S^{2-} 、 HS^- 、 SO_3^{2-} 、 I^- 和 Fe^{3+} 不能大量共存。

(2)在酸性介质中由于发生氧化还原反应而不能大量共存。如 MnO_4^- 、 Cr_2O_7^- 、 NO_3^- 、 ClO^- 与 S^{2-} 、 HS^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、 I^- 、 Fe^{2+} 等不能大量共存。

思维技巧解析:

1. 首先必须从化学基本理论和概念出发,搞清楚离子反应的规律和“离子共存”的条件。在中学化学中要求掌握的离子反应规律主要是离子间发生复分解反应和离子间发生氧化反应,以及在一定条件下一些微粒(离子、分子)可形成络合离子。“离子共存”的条件是根据上述三个方面统筹考虑、比较、归纳整理而得出。因此解决“离子共存”问题可从离子间的反应规律入手,逐条梳理。

2. 审题时应注意题中给出的附加条件。

(1)酸性溶液(H^+)、碱性溶液(OH^-)等。(2)有色离子 MnO_4^- 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ 。(3) MnO_4^- 、 NO_3^- 等在酸性条件下具有强氧化性。(4)注意题目要求“大量共存”还是“不能大量共存”。

例1:下列各组中的离子,能在溶液中大量共存的是

A. K^+ 、 Ag^+ 、 NO_3^- 、 Cl^-

B. Ba^{2+} 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 OH^-

C. Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 OH^- 、 NO_3^-

D. H^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-}

E. Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

F. K^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 OH^-

【研析】 A组中, $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$; B组中, $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$; C组中, $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$; D组中, $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; E组中,各种离子能在溶液中大量共存; F组中, NH_4^+ 与 OH^- 能生成难电离的弱电解质 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 甚至有气体逸出。答案为 E。

例2: 在无色透明的酸性溶液中, 能大量共存的离子组是

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

【研析】 题目给出两个重要条件——酸性和无色透明, 并要求找出能共存的离子组。选项 A 中的 Ag^+ 与 Cl^- 不能共存, 生成的 $AgCl$ 不溶于 HNO_3 (H^+ 和 NO_3^-), 不符合题意。选项 B 中各离子能够共存, 但 Cu^{2+} 在水溶液中显蓝色, 不符合题意。选项 D 中的各离子虽都是无色的, 但 OH^- 不能存在于酸性溶液中, 不符合题意。选项 C 中各离子能够共存, 且为无色。答案为 C。

▲ 教材【本章自我评价】答案

1. (1) 悬浮颗粒分散到空气中形成胶体, 悬浮颗粒带负电, 在电场的作用下, 向阳极移动。
(2) 将食盐溶于水, 加入稀盐酸至溶液的 pH 等于 7。

2. (1) AC (2) BC (3) AB (4) C

研析 (1) 物质包含的元素如果处于中间价态, 则既有氧化性, 又有还原性。例如氯化亚铁具有氧化性, 在与锌的反应中做氧化剂, 但在与氯水的反应中做还原剂, B 错误; 还原剂在反应中本身应该被氧化, D 错误。

(2) A、D 中都是物质被还原的过程, B、C 中都是物质被氧化的过程, 需加氧化剂才能实现。

(3) A、B 中都是物质被还原的过程, 需加还原剂才能实现, C、D 中都是物质被氧化的过程, 需加氧化剂才能实现。

(4) 在四种基本反应类型中, 置换反应一定是氧化还原反应, 复分解反应一定是非氧化还原反应, 化合反应和分解反应可能是氧化还原反应, 也可能是非氧化还原反应。

3. (1) $Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl \downarrow$ (2) $Cu + 2Ag^+ \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2Ag$

(3) $NaOH + HCl \rightleftharpoons NaCl + H_2O$ $2KOH + H_2SO_4 \rightleftharpoons Na_2SO_4 + 2H_2O$

(4) $CuCl_2 + Fe \rightleftharpoons FeCl_2 + Cu$ $CuSO_4 + Fe \rightleftharpoons FeSO_4 + Cu$

4. (1) KSCN 溶液 溶液变为血红色 (2) $2FeCl_3 + Cu \rightleftharpoons 2FeCl_2 + CuCl_2$

(3) A. ①Fe ②FeCl₂ ③Cu 和 Fe ④HCl ⑤FeCl₂ ⑥Cl₂

B. $2FeCl_3 + Fe \rightleftharpoons 3FeCl_2$, $CuCl_2 + Fe \rightleftharpoons FeCl_2 + Cu$; $Fe + 2HCl \rightleftharpoons FeCl_2 + H_2 \uparrow$;
 $2FeCl_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2FeCl_3$ 。

研析 废液中含有 $FeCl_3$, 腐蚀 Cu 后生成的 $FeCl_2$ 和 $CuCl_2$, 为了保证 Cu 被完全腐蚀, $FeCl_3$ 应该是过量的, 此废液中还含有少量的 $FeCl_3$ 。从废液中回收 Cu, 可加入 Fe 置换, 但由于氧化性 $Fe^{3+} > Cu^{2+}$, 故先后发生如下反应 $2FeCl_3 + Fe \rightleftharpoons 3FeCl_2$, $CuCl_2 + Fe \rightleftharpoons FeCl_2 + Cu$ 。为了保证 Cu^{2+} 全部转化成 Cu, 应加入过量的 Fe, 所以滤渣③中不仅含有 Cu, 而且含有 Fe。除去 Fe、Cu 混合物中的 Fe, 可用稀盐酸, 这样, 既可得到 Cu, 又可得到 $FeCl_2$ 溶液。在 $FeCl_2$ 溶液中通入 Cl_2 , 可得到 $FeCl_3$ 溶液。

5. $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 正常。

研析 $n(\text{Ca}^{2+}) = 2.0 \times 10^{-3} \text{ L} \times 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 5 \text{ mol} \div 2 \text{ mol} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol}$

$c(\text{Ca}^{2+}) = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。故此人血液含钙量在正常范围内。

6. (1) 从物质的性质和组成形式上分：

①金属：金属钠、金属铜；②非金属：氯气、氢气、氧气、硫单质、液溴；③氧化物：氧化镁、二氧化硫、二氧化氮、二氧化硅；④氢化物：氨气；⑤酸：硫酸；⑥盐：氯化钠、硫酸铜、碳酸钙、硫酸钙、氯化铁、硝酸钾、碘化钾。

其他方法：

①单质：金属钠、金属铜、氯气、氢气、氧气、硫单质、液溴；②电解质：氧化镁、硫酸、氯化钠、硫酸铜、碳酸钙、硫酸钙、氯化铁、硝酸钾、碘化钾；③非电解质：二氧化硫、二氧化氮、二氧化硅、氨气。

(2) 略

综合能力探究演练

可能用到的相对原子质量：H—1 C—12 N—14 O—16 Na—23 Cl—35.5

Ca—40 Zn—65

一、选择题(每小题有1~2个选项符合题意)

1. 为维持人体内电解质平衡，人在大量出汗后应及时补充的离子是

A. Mg^{2+} B. Ca^{2+} C. Na^{+} D. Fe^{3+}

2. 下列关于胶体的说法中正确的是

A. 胶体外观不均匀 B. 胶粒能通过滤纸
C. 胶粒是静止的 D. 胶体不稳定，静置后容易产生沉淀

3. 下列反应中属于氧化还原反应的是

A. $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH}$
B. $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
C. $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$
D. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$

4. 氧化还原反应的实质是

A. 分子中的原子重新组合 B. 氧原子的得失
C. 化合价的升降 D. 电子的得失或共用电子对的偏移

5. 电解质电离时一定相等的是

A. 阴、阳离子数 B. 阳离子和阴离子的质量
C. 正电荷总数和负电荷总数 D. 每个阳离子和阴离子所带电荷数

6. 下列变化中需加入氧化剂才能实现的是

A. $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$ B. $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ C. $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$ D. $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$

7. 下列离子方程式中,书写错误的是

- A. 碳酸钠溶液跟稀 H_2SO_4 混合 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
B. 硝酸铜溶液中滴加烧碱溶液 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$
C. 醋酸溶液中加入氢氧化钾溶液 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$
D. MgSO_4 溶液中加入 BaCl_2 溶液 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$

8. 下列变化中 既是化合反应,又是氧化还原反应的是

- A. Zn 与稀盐酸反应 B. CO 和 O_2 反应 C. C 和 CO_2 反应 D. Na_2O 溶于水

9. 航天技术测得三氧化二碳(C_2O_3)是金星大气层的成分之一,下列关于 C_2O_3 的说法中错误的是

- A. C_2O_3 与 CO_2 都是碳的氧化物 B. C_2O_3 与 CO_2 都是碳酸的酸酐
C. C_2O_3 与 CO 都具有还原性 D. C_2O_3 与 C 的燃烧产物都是 CO_2

10. 将 AgNO_3 、 Na_2SO_4 、 BaCl_2 三种物质按分子数为 2:1:1 的比例混合后溶于足量水中,最终溶液中大量存在的离子是

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

11. 制印刷电路时常用氯化铁溶液作为“腐蚀液”,发生的反应为 $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ 。向盛有氯化铁溶液的烧杯中同时加入铁粉和铜粉,反应结束后,下列结果不可能出现的是

- A. 烧杯中有铜无铁 B. 烧杯中有铁无铜
C. 烧杯中 铁、铜都有 D. 烧杯中 铁、铜都无

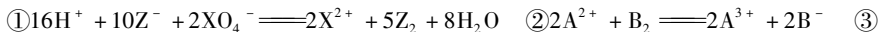
12. 美国发射的航天器已将我国研制的质谱仪带入太空,其目的是探索反物质的存在。反物质的主要特征是电子带正电荷、质子带负电荷。以下可表示反物质酸和碱中和反应实质的是

- A. $\text{H}^- + \text{OH}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$
C. $\text{H}^+ + \text{OH}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ D. $\text{H}^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$

13. 医疗上的血液透析原理同胶体的渗析类似。透析时,病人的血液通过浸在透析液中的透析膜进行循环和透析。血液中,蛋白质和血细胞不能通过透析膜,血液中的毒性物质可以透过,由此可以判断

- A. 蛋白质、血细胞不溶于水,毒性物质可溶于水
B. 蛋白质以分子形式存在,毒性物质以离子形式存在
C. 蛋白质、血细胞的粒子直径大于毒性物质的直径
D. 蛋白质、血细胞不能透过滤纸,毒性物质可以透过滤纸

14. 已知常温下,在溶液中发生如下反应:



由此判断下列说法错误的是

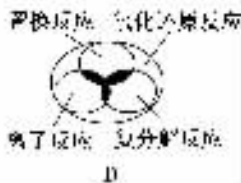
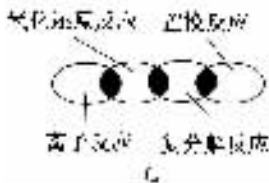
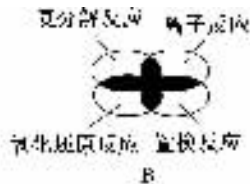
A. 反应 $Z_2 + 2A^{2+} = 2A^{3+} + 2Z^-$ 可以进行

B. Z 元素在①、③的反应中均被还原

C. 氧化性由强到弱的顺序是 XO_4^- 、 Z_2 、 B_2 、 A^{3+}

D. 还原性由强到弱的顺序是 Z^- 、 B^- 、 A^{2+} 、 X^{2+}

15. 离子反应、复分解反应、置换反应和氧化还原反应之间可用集合关系表示 其正确的是



二、填空题(本题共 5 小题)

16. (1) 欲证明铁、铜、银三种金属的活动性顺序, 应该选用的试剂是 _____, 化学方程式是 _____。

(2) 将碎蛋壳放到盛有食醋(含 CH_3COOH) 的家用杯子中, 会产生一种能使澄清石灰水变浑浊的无色气体, 可推知蛋壳的化学成分中含有 _____。写出与上述反应有关的两个离子方程式: _____。如果给你少量澄清石灰水, 你在家如何操作可验证上述实验中产生的气体? 简述操作过程: _____。

17. (1) 一个体重 50 kg 的健康人含 Fe 元素约 2 g。主要以 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 形式存在于人体内。 Fe^{2+} 易被吸收, 给贫血者补充铁时, 应补充含 Fe^{2+} 的亚铁盐(如 $FeSO_4$)。服用 Vitc, 可使食物中的 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} 。

① 人体中经常进行 $Fe^{2+} \xrightleftharpoons[B]{A} Fe^{3+}$ 的转化, 在过程 A 中, Fe^{2+} 做 _____ 剂, 过程 B 中 Fe^{3+} 做 _____ 剂。

② Vitc 使 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} , Vitc 在这一过程中做 _____, 具有 _____ 性。

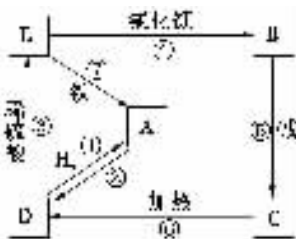
(2) 写出下列反应的化学方程式, 并注明氧化剂、还原剂。

① “曾青得铁化为铜”: _____;

② 用 CO 还原 Fe_2O_3 炼铁: _____。

18. 物质 A ~ E 都是中学化学中常见的物质, 它们可发生如图所示的反应:

(1) 写出相应物质的名称和类别:



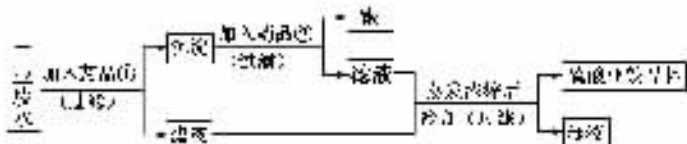
	A	B	C	D	E
名称					
类别					

(2) 在以上反应中(用序号填空):

属于氧化还原反应的是_____,属于置换反应的是_____,属于分解反应的是_____,属于化合反应的是_____,属于复分解反应的是_____,属于离子反应的是_____。

(3) 写出反应③的离子方程式:_____。

19. 有一种工业废水,已知其中含有大量硫酸亚铁,少量 Ag^+ 和 Na^+ 。今设计一种既经济又合理的方法,回收银和硫酸亚铁。设计方案如下图所示:



(1) 药品①是_____ (2) 沉淀是_____;

(3) 药品②是_____ (4) 母液中存在的阳离子_____。

20. 砖瓦是用含铁元素等杂质的黏土隔绝空气烧制而成的,当烧窑作业临近结束时,若用淋洒水的办法来降低温度,窑内处于还原性气氛,砖块中的铁以氧化亚铁的形式存在,因而砖呈青色。若用捅开窑顶自然冷却的办法,砖就变成了红色。

(1) 从化学角度看,砖瓦呈红色的原因是_____。

(2) 现有一块红砖,实验台上有浓 H_2SO_4 、 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KSCN 溶液、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 FeCl_3 溶液、 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液、蒸馏水等试剂,请选用中学化学常用仪器,设计一个实验,用最简捷的方法验证红砖中含有三价铁。

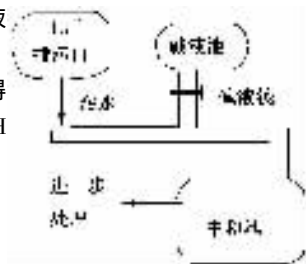
(简述实验步骤,所用仪器、产生现象、所得结论。)

三、计算题

21. 下图为盐酸厂废水处理示意图,排污口流出的废水用碱液池流出的碱中和。已知废水中盐酸的质量分数为 0.73%,且废水的流量为 5.0 kg/s (即每秒钟排出 5 kg 废水)。

(1)若碱液是 NaOH 溶液,且流量为 1.0 kg/s,则该碱液的质量分数是多少?

(2)现将碱液改为 K_2CO_3 溶液,将实现既中和废水又得到钾肥(KCl)之目的。若 K_2CO_3 溶液质量分数与 NaOH 溶液相等,则 K_2CO_3 溶液流量是多少?



[答案与解析研读]

1. C Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 等离子在维持人体内电解质平衡中有着重要的作用。人在大量出汗后,这些离子随汗液一起排出,如不及时补充,会使神经和肌肉的应激受到影响,产生恶心、肌肉痉挛等症状。因此,人在大量出汗后应及时补充的离子是 Na^+ 。
2. B 胶体是分散系的一种,外观均匀,胶粒带相同电荷,且不停地运动,所以胶体是比较稳定的,在通常情况下,不会产生沉淀。滤纸通常用来分离沉淀和溶液,但其孔径大于胶粒粒度,因此胶粒能通过滤纸。
3. C 氧化还原反应的特征是化合价的变化,据此可判断一个反应是否为氧化还原反应。本题中只有 CO 和 O_2 反应生成 CO_2 的反应中有元素化合价的变化。
4. D 氧化还原反应的实质是电子的转移,而“转移”包括电子的得失和共用电子对的偏移。
5. C 根据电荷守恒的原则,任何溶液都是呈电中性的,也就是说,电解质电离时,正电荷总数和负电荷总数一定相等。如 1 mol Na_2SO_4 电离出 2 mol Na^+ 和 1 mol SO_4^{2-} ,两者个数、质量、每个阳离子和阴离子所带电荷数均不相等,但正电荷总数和负电荷总数相等。
6. A A 中 Cl 元素化合价升高,必须加入氧化剂才能实现;B、C 中 Fe 和 Cu 的化合价降低,需加入还原剂才能实现;D 中元素无化合价变化。
7. C 书写离子方程式要注意:①反应要符合事实;②微粒书写形式要正确;③方程式要配平。C 中醋酸是弱电解质,应写成 CH_3COOH 的形式。
8. BC 从基本反应类型来看,四个选项中的反应分别属于:置换反应、化合反应、化合反应、化合反应;从元素化合价是否变化角度看,只有 D 中反应无化合价变化,属于非氧化还原反应,其他反应属于氧化还原反应。综合考虑,既是化合反应,又是氧化还原反应的是 BC。
9. B 根据氧化物的定义(含有两种元素,其中一种是氧元素)可判断 A 正确; C_2O_3 与 CO 中 C 的化合价分别为 +3、+2,都没有达到最高价态,都具有还原性, C_2O_3 与 C 在燃烧后 C 的化合价都会变为 +4 价,生成 CO_2 ,因此, C、D 也是正确的。 C_2O_3 与 H_2CO_3 中 C 的化合价不同, C_2O_3 不是碳酸的酸酐, B 错误。
10. C 将三种物质按分子数为 2:1:1 的比例混合后溶于足量水中, Ag^+ 和 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 Ba^{2+} 恰好完全反应转化成 $AgCl$ 和 $BaSO_4$ 沉淀,最终溶液中大量存在的离子是 Na^+ 和 NO_3^- 。
11. B 题中涉及的反应,除 $2FeCl_3 + Cu = 2FeCl_2 + CuCl_2$,还可能有 $2FeCl_3 + Fe =$

3FeCl_2 和 $\text{Fe} + \text{CuCl}_2 = \text{FeCl}_2 + \text{Cu}$ 等。铁的还原性大于铜,当 Fe 、 Cu 均为少量时,选项 D 可能;当 Fe 足量时,选项 C 可能;当 Fe 为少量、 Cu 为足量时,选项 A 可能。若剩余 Fe ,则溶液中不可能含 Cu^{2+} ,必有 Cu 单质存在。

12. A 一般来说,中和反应的实质是 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$,但本题明确告诉:反物质的主要特征是电子带正电荷、质子带负电荷,所以反物质酸和碱中和反应实质应该是 $\text{H}^- + \text{OH}^+ = \text{H}_2\text{O}$ 。

13. C 胶体的渗析是利用水等小分子和其他一般的离子可以透过半透膜,而胶体分散质微粒不能透过半透膜的特点对胶体进行提纯的一种方法。此原理在医学上也有广泛的应用。蛋白质、血细胞的粒子直径大于透析膜的孔径,毒性物质的直径小于透析膜的孔径,因此,透析时,血液中的蛋白质和血细胞不能通过透析膜,血液中的毒性物质可以透过,由此可以判断:蛋白质、血细胞的粒子直径大于毒性物质的直径。

14. BD 由①可知氧化性 $\text{XO}_4^- > \text{Z}_2$,还原性 $\text{Z}^- > \text{X}^{2+}$;由②可知氧化性 $\text{B}_2 > \text{A}^{3+}$,还原性 $\text{A}^{2+} > \text{B}^-$;由③可知氧化性 $\text{Z}_2 > \text{B}_2$,还原性 $\text{B}^- > \text{Z}^-$ 。故 A、C 正确, D 错误。Z 元素在①中由 -1 价升高到 0 价被氧化,在③中 Z 元素由 0 价降低到 -1 价被还原,故 B 错误。

15. A 依据不同的标准,化学反应有多种不同的分类方法。它们之间并不是孤立的,而是有一定联系的。复分解反应都属于非氧化还原反应,置换反应都属于氧化还原反应,离子反应有的属于氧化还原反应,如 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$,有的属于非氧化还原反应,如 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ 。

16. (1) 铁、硫酸铜溶液、硝酸银溶液 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$; $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$

(2) $\text{CaCO}_3 + \text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$; $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 取玻璃片,涂上石灰水,罩在反应的杯子上,有浑浊生成即可验证

研析 (1) 金属活动性顺序可以通过它们之间的置换反应来判断,规律是活泼的金属可以将相对不活泼的金属从其盐溶液中置换出来。因此选用铁、硫酸铜溶液、硝酸银溶液,通过“ $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ ”证明 Fe 比 Cu 活泼,通过“ $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ ”可以证明 Cu 比 Ag 活泼。

(2) 能使澄清石灰水变浑浊的无色气体应该是 CO_2 ,因此蛋壳的化学成分中含有 CaCO_3 。在书写离子方程式的过程中要特别注意醋酸的书写形式。

17. (1) ①还原 氧化 ②还原剂 还原

(2) ① $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$, 氧化剂是 CuSO_4 , 还原剂是 Fe

② $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$, 氧化剂是 Fe_2O_3 , 还原剂是 CO

研析 (1) ①过程 A: Fe 化合价由 $+2$ 升高到 $+3$, 被氧化, Fe^{2+} 做还原剂; 过程 B: Fe 化合价由 $+3$ 降低到 $+2$, 被还原, Fe^{3+} 做氧化剂。② Vitc 使 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} , Fe^{3+} 被还原, 可推知: Vitc 在这一过程中被氧化, 做还原剂, 具有还原性。

(2) ①CuSO₄ 中 Cu 的化合价降低,做氧化剂,Fe 的化合价升高,做还原剂;②CO 中 C 的化合价升高,做还原剂,Fe₂O₃ 中 Fe 的化合价降低,做氧化剂。

18.(1)

	A	B	C	D	E
名称	铜	氯化铜	氢氧化铜	氧化铜	硫酸铜
类别	单质	盐	碱	氧化物	盐

(2) ①②⑦ ①⑦ ⑥ ② ③④⑤ ③④⑤⑦ (3) $\text{CuO} + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

19.(1) Fe (2) Fe 和 Ag (3) 稀 H₂SO₄ (4) Na⁺、H⁺、Fe²⁺

研析 工业废水中加入 Fe,可以将 Ag 置换出来;为了保证 Ag 全部被置换出来,加入的 Fe 应该是过量的,因此沉淀中除了 Ag 之外,还应该有过量的 Fe;沉淀中加入过量的稀 H₂SO₄,可以把 Fe 溶解,经过滤后得到 Ag,两次滤液合并,蒸发浓缩后,析出硫酸亚铁晶体,母液中仍然存在 Na⁺(原来废水中就有的)、Fe²⁺(Fe²⁺没有全部析出)、H⁺(沉淀中加入过量的稀 H₂SO₄,反应后剩余部分 H⁺)。

20.(1) 捅开窑顶,空气进入窑内,铁元素被氧化生成 Fe₂O₃ 而呈红色

(2) 砸碎红砖,取少量放入研钵内,研成粉末,取该粉末放入试管中,向其中加入 3 mol·L⁻¹的盐酸,振荡,静置,然后加入几滴 KSCN 溶液,溶液变红色证明 Fe³⁺ 存在。

21.(1) 4.0% (2) 1.73 kg/s

研析 (1) $\text{HCl} \xrightarrow{\hspace{2cm}} \text{NaOH}$

36.5 40

$0.73\% \times 5.0 \text{ kg/s}$ $w \times 1.0 \text{ kg/s}$ 得到 $w = 4.0\%$

(2) 设 K₂CO₃ 溶液流量是 x。

$2\text{HCl} \xrightarrow{\hspace{2cm}} \text{K}_2\text{CO}_3$

2 × 36.5 138

$0.73\% \times 5.0 \text{ kg/s}$ $4.0\% \times x$ 得到 $x = 1.73 \text{ kg/s}$

第 3 章

自然界中的元素



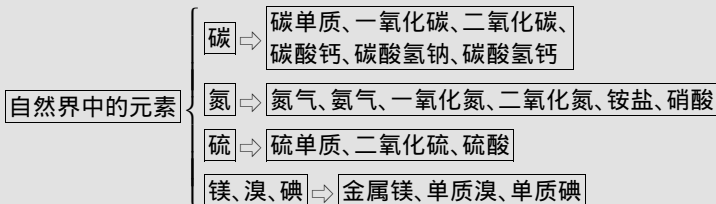
▲教材单元概说

教材地位

本章内容属于元素化合物知识。新教材的设置安排使科学技术更进一步贴近我们的生活, 解决实际问题。本章接触到的物质很多, 反应也较复杂。碳及其化合物以碳元素的多样性为线索, 探索碳单质的多样性、碳化合物的多样性、碳元素转化的多样性; 氮及其化合物以氮的循环为线索, 探讨氮在自然界中的循环、氮循环过程中的重要物质, 以及人类活动对氮循环的影响; 硫及其化合物以硫的转化为线索, 探索不同价态硫元素在自然界中、在实验室中、在生产生活中的转化, 探索通过海洋这个储藏众多元素的领域, 使同学们接触更多的元素及其化合物, 通过探讨从海洋中提取物质的途径, 学习镁、溴、碘等元素知识。

本章安排在物质的量、氧化还原反应、离子反应之后, 使我们可以从较高的层次上去学习元素及其化合物的知识, 并进一步巩固前面所学的知识。

教材结构



▲重点难点导引

重点提示

碳、氮、硫等元素及其化合物之间的转化关系、性质、化学反应及计算。

难点提示

碳、氮、硫化合物的有关计算。

第1节 碳的多样性

① 感悟课标新理念

▲ 课程学习目标

[课标要求]

1. 以碳的各种单质为例,了解同素异形体的概念。
2. 从单质的组成结构分析同素异形体的性质差别的原因,明确结构决定性质的观念。
3. 掌握 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 性质上的区别。
4. 了解自然界及生产、生活中碳及其化合物间的转化,从原理上解释钟乳石的形成等现象,能用化学方程式表示高炉炼铁、木炭燃烧过程的有关反应。

[重点难点]

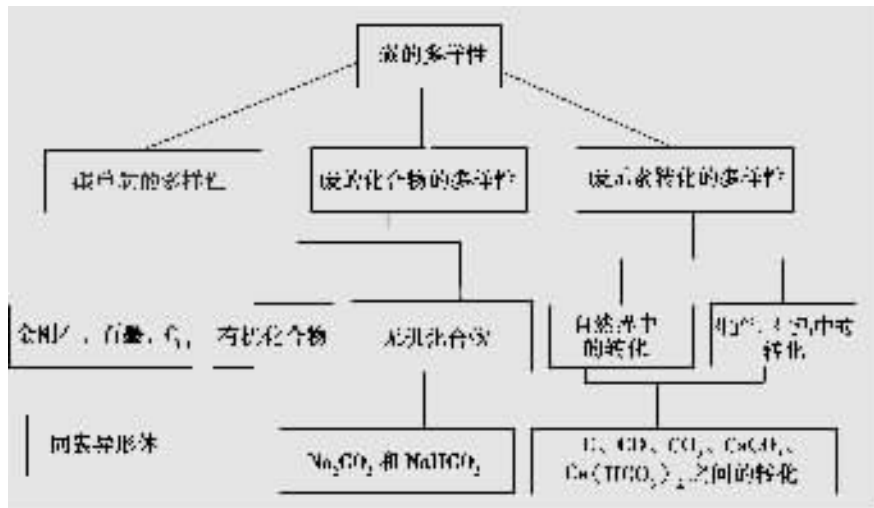
学习重点

1. 对同素异形体概念的理解。
2. 碳酸钠与碳酸氢钠性质上的区别。

学习难点

碳酸钠与碳酸氢钠的有关反应及相关计算。

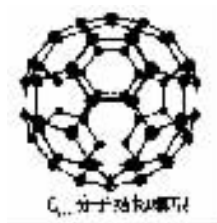
▲ 教材脉络梳理



▲学习背景探索

(1) C_{60} 的发现

1985年,英国科学家克鲁托(H. W. Kroto)等用质谱仪严格控制实验条件,得到以 C_{60} 为主的质谱图。由于受建筑学家布克米尼斯特·富勒(Buckminster Fuller)设计的球形薄壳建筑结构的启发,克鲁托(Kroto)等提出 C_{60} 是由60个碳原子构成的球形32面体即由12个五边形和20个六边形构成。其中五边形彼此不相连,只与六边形相连。随后将 C_{60} 分子命名为布克米尼斯特·富勒烯(Buckminsterfullerene)。由于 C_{60} 分子的结构酷似足球,所以又称为足球烯(Footballene)。除 C_{60} 外,具有封闭笼状结构的还可能有 C_{28} 、 C_{32} 、 C_{50} 、 C_{70} 、 C_{84} 、……、 C_{240} 、 C_{540} 等,统称Fullerene,中文译名为富勒烯。



(2) C_{60} 的超导性

1991年,赫巴德(Hebard)等首先提出掺钾的 C_{60} 具有超导性,超导起始温度为18 K,打破了有机超导体 $(Et)_2Cu[N(CN)_2]Cl$ 超导起始温度为12.8 K的记录。不久又制备出 Rb_3C_{60} 的超导体,超导起始温度为29 K。根据列出的已合成的各种掺杂 C_{60} 的超导起始温度,可以看出掺杂 C_{60} 的超导体已进入高温超导体的行列。我国在这方面研究也很有成就,北京大学和中国科学院物理研究所合作,成功的合成了 K_3C_{60} 和 Rb_3C_{60} 超导体,超导起始温度分别为8 K和28 K。有科学工作者预言,如果掺杂 C_{240} 和掺杂 C_{540} ,有可能合成具有更高起始温度的超导体。

编者组编

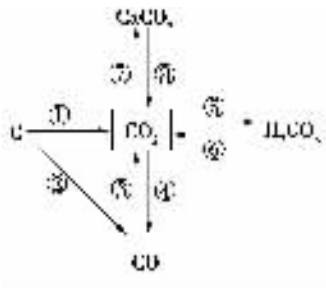
② 研习教材重难点

研习点1 多种多样的碳单质

【温故·知新】

碳单质及其化合物 CO 、 CO_2 、 $CaCO_3$ 的性质,在初中已详细的学习过,同学们已有了初步的认识。高中新教材在本章又将碳的内容扩展、加深、拔高,使我们对碳单质及其化合物进一步认识。下面先回顾一下初中所学碳单质及其化合物的有关知识。

初中所学碳及其化合物间的相互联系(请同学们自己写出有关的化学方程式):



1. 金刚石、石墨和 C_{60} 的比较

	金刚石	石墨	C_{60}
结构	正四面体空间网状结构	平面层状结构,层与层之间以范德瓦耳斯力结合	60个碳原子构形成似足球的内空结构
物理性质 化学性质	无色透明晶体 加工后有夺目光泽 硬度最大,不导电	深灰色不透明细鳞片状,有金属光泽,质软,导热、导电良好	C_{60} 笼内可以填入金属原子而形成超原子分子
用途	钻探机钻头、刻刀、装饰品等	电极、铅笔芯、润滑剂等	应用于需超导、磁性等领域

2. 同素异形体

同素异形体是指同种元素组成的性质不同的几种单质。同素异形体的物理性质不同,但化学性质相同。例如,金刚石和石墨在氧气中燃烧都生成 CO_2 ,它们在一定条件下可以相互转化。

【领悟·整合】

金刚石和石墨是碳的同素异形体,它们的密度、熔点等性质不同。除早期发现的金刚石、石墨、焦炭、木炭、活性炭、炭黑以外,近年来又发现一些新的单质形态的碳: C_{60} 、 C_{70} 、 C_{84} 、 C_{240} 、 C_{540} 。其中较重要的一种是 C_{60} 分子,这是一种由 60 个碳原子构成的分子,形似足球,又名足球烯,球面由 12 个五边形和 20 个六边形构成。这种分子很稳定。

【迁移·体验】

例 1:下列叙述中,正确的是

- 由碳元素单质组成的物质一定是纯净物
- 金刚石和石墨具有相同的化学组成
- 石墨转变成金刚石不属于化学变化
- C_{60} 是新发现的一种碳的单质

【研析】金刚石和石墨都是由碳元素组成的单质,但它们的物理性质有很大差别,

这是由于它们的碳原子排列方式不同。构成金刚石晶体的微粒是碳原子,一个碳原子位于正四面体的中心,周围四个碳原子位于四个顶点上,在空间构成连续网状坚固的骨架结构。石墨中的碳原子与相邻的三个碳原子结合,形成正六边形平面层状结构,同层内的结合力很强,而不同层之间的作用力却很小。 C_{60} (见前面【领悟·整合】)。答案为BD。

【发散·探讨】

天然金刚石的制品——钻石,是贵重的装饰品,从古代国王皇冠上的明珠、王妃的项链,到现在女士的钻戒等,都有钻石的光芒。而价格便宜的黑色和不透明的金刚石,常用来制钻探矿床的钻头、玻璃和大理石的切割刀及作为研磨材料等。

石墨是较软的矿物之一,是一种深灰色的有金属光泽而不透明的细鳞片状固体,熔点很高。石墨有良好的导电性能和润滑性,主要用途是制电极等导电材料、铅笔芯、润滑剂等。

【教考动向·演练】

- 1996年诺贝尔化学奖授予对发现 C_{60} 有重大贡献的三位科学家,现在 C_{70} 也已制得。对这两种物质的叙述错误的是
A. 它们都是碳元素的单质
B. 它们是两种新型的化合物
C. 它们都是由分子构成的
D. 它们的相对分子量之差为120
- 石墨炸弹爆炸时能在方圆几百米范围内洒下大量石墨纤维,造成输电线、电厂设备损坏。这是由于石墨
A. 有放射性 B. 易燃、易爆 C. 能导电 D. 有剧毒
- 北宋著名画家张择端的《清明上河图》至今依然清晰如初,其主要原因是
A. 作画的宣纸吸附性强 B. 研磨用的端砚质地细腻
C. 所用墨汁由炭黑制作 D. 保管时注意防蛀、防潮、防霉

研习点2 广泛存在的含碳化合物

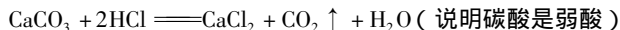
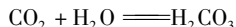
1. 碳元素在自然界中的存在

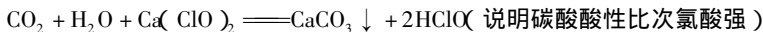
主要以化合态的形式存在。无机物主要有:CO、 CO_2 、 H_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 、 Na_2CO_3 、 $CaCO_3$ 等,有机物都含有碳元素,碳元素是构成化合物种类最多的元素。

2. H_2CO_3

CO_2 溶于水得 H_2CO_3 , CO_2 是 H_2CO_3 的酸酐。 H_2CO_3 是二元弱酸,并且热稳定性极差。

有关化学反应如下:





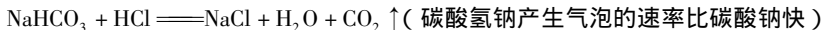
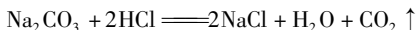
3. 碳酸钠和碳酸氢钠

碳酸钠俗称纯碱或苏打,是白色固体,广泛用于玻璃、造纸等工业;

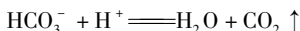
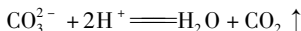
碳酸氢钠俗称小苏打,是白色固体,是发酵粉的主要成分。

(1) 与酸的反应

化学方程式:

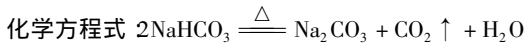


离子方程式:



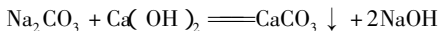
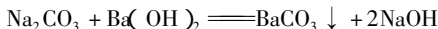
(2) 热稳定性

NaHCO_3 固体不稳定,受热易分解,而 Na_2CO_3 则稳定,受热不易分解。

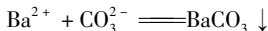


(3) 与碱 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的反应

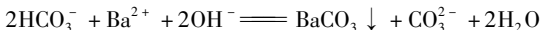
化学方程式:



离子方程式:



$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow$ (注意:与澄清石灰水反应这样写,若是石灰乳要写成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 分子)



$2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ (注意:与澄清石灰水反应这样写,若是石灰乳要写成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 分子)

(4) 与盐的反应 (除钾、钠、铵盐外,大多数盐与碳酸钠反应生成沉淀)

如: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow$ $\text{NaHCO}_3 + \text{BaCl}_2$ 不反应

【发散·探讨】

1. 碳酸钠滴入盐酸中,盐酸过量,发生 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

盐酸滴入碳酸钠中,碳酸钠过量,先发生 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ 反应。当溶液中的 CO_3^{2-} 完全变为 HCO_3^- 时继续滴加盐酸,则发生 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

2. 从溶液中析出的固体,不一定非得是难溶于水的物质,对于能溶于水的物质如果

在水溶液中达到过饱和,也可以从水溶液中析出。如向饱和碳酸钠溶液中通入过量二氧化碳,有碳酸氢钠析出。化学反应方程式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$ 。

3. 不用其他试剂,如何区别已失去标签的两瓶无色溶液是碳酸钠还是稀盐酸?

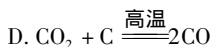
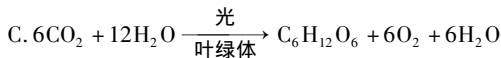
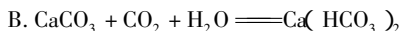
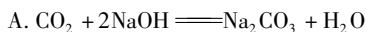
(点拨:各取两溶液少许分别放入两支试管,编号为A、B,用胶头滴管取A溶液逐滴滴入B中,若立即产生气泡,则A溶液为碳酸钠;若开始无现象,之后有气泡产生,则A溶液为稀盐酸。)

4. 如何鉴别已失去标签的 Na_2CO_3 溶液和 NaHCO_3 溶液?

(点拨:各取少许分别放入两支试管中,然后分别向其中滴入 BaCl_2 溶液,有白色沉淀产生的为 Na_2CO_3 溶液,无现象的为 NaHCO_3 溶液。)

【迁移·体验】

例2:大气中 CO_2 含量的增加会引起“温室效应”,自然界消耗 CO_2 的反应主要是

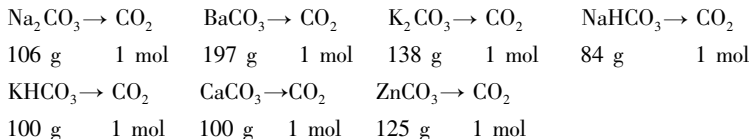


【研析】 CO_2 对人类的有效作用主要有:灭火、制饮料、制干冰用来人工降雨、制纯碱、易腐败食品的保鲜及植物的光合作用等。对人类的不利方面:过多的放出 CO_2 易引起“温室效应”。自然界中消耗 CO_2 是通过光合作用,将 CO_2 转变为糖类物质。答案为C。

例3:现向 1.06 g 含杂质的碳酸钠样品中加入过量的氯化氢溶液,得到标准状况下干燥纯净的气体 2.20 L,则该碳酸钠样品中所含杂质可能是

- A. 碳酸钡或碳酸钾
B. 碳酸钾或碳酸氢钠
C. 碳酸氢钠或碳酸氢钾
D. 碳酸钙或碳酸锌

【研析】假设 1.06 g 样品为纯碳酸钠,则与酸反应后应产生 2.24 L CO_2 ,而题中只有 2.20 L CO_2 ,说明同等质量的杂质与盐酸反应产生的 CO_2 少于碳酸钠与盐酸反应产生的 CO_2 。倒过来看,生成等量的 CO_2 ,所需杂质的质量大于碳酸钠的质量。设生成 1 mol CO_2 则需要题目中物质的质量为:



由上可见,C中两种物质的质量均小于碳酸钠的质量,B、D中一种物质的质量大于碳酸钠的质量,另一种物质的质量小于碳酸钠的质量,只有A答案的两种物质的质量都大于碳酸钠的质量。答案为A。

【教考动向·演练】

4. 由于大气中 CO_2 含量的增加,产生“温室效应”,使地球变暖,海平面升高,陆地面积减小。为了减少大气中 CO_2 的含量,下列措施可行的是

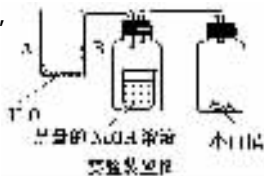
- A. 开展植树造林,增大地球表面绿化面积
- B. 用石灰水吸收空气中的 CO_2
- C. 改变能源结构,发展太阳能、核能、水能来代替矿物燃料
- D. 限制汽车工业发展,减少汽车数量

5. 关于 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的说法中,正确的是

- A. Na_2CO_3 的溶解度在相同条件下比 NaHCO_3 大
- B. Na_2CO_3 可与 CaCl_2 反应, NaHCO_3 也可与 CaCl_2 反应
- C. NaHCO_3 比 Na_2CO_3 稳定
- D. 等物质的量 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 与盐酸反应,消耗 HCl 的物质的量之比为 2:1,而放出的气体的物质的量之比为 1:1

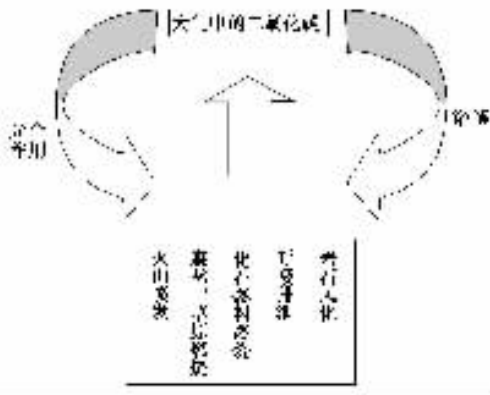
6. 请据图回答,经数小时后,U形管 A、B 两处的液面会出现下列哪种情况(实验装置中的氧气足以维持实验期间小白鼠的生命活动,瓶口密封,忽略水蒸气和温度变化对实验结果的影响)

- A. A 处上升, B 处下降
- B. A、B 两处都下降
- C. A 处下降, B 处上升
- D. A、B 两处都不变



研习点 3 碳及其化合物间的转化

1. 自然界中碳及其化合物间的转化

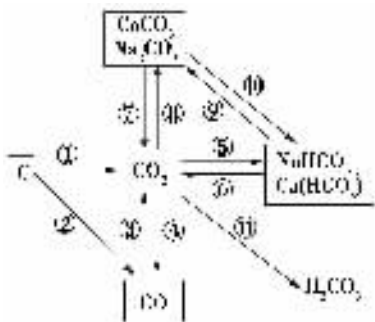


【领悟·整合】

植物通过光合作用吸收空气中的 CO_2 ,形成葡萄糖再转化为淀粉,并释放出氧气。植物被动物采食后,淀粉被动物吸收并转化为葡萄糖,部分葡萄糖在动物体内被氧化成二氧化碳。同时,植物和动物在呼吸过程中吸入氧气,呼出 CO_2 。

2. 生产和生活中碳及其化合物间的转化

(1) 转化关系式



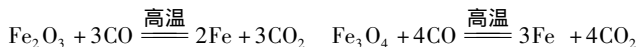
(2) 高炉炼铁

原理 在高温条件下,用还原剂 CO 将铁从其氧化物中还原出来。

过程:首先,生成 CO 。



其次, CO 还原氧化铁。



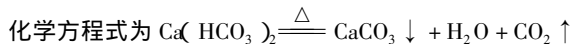
【领悟·整合】

高炉炼铁是将铁矿石还原成金属铁的过程,原料是焦炭和铁矿石,但实际起还原作用的主要是一氧化碳,所用设备为高炉。

碳作还原剂的特殊性 碳作还原剂,温度越高,还原性越强,在反应中碳的氧化产物可以是 CO_2 和 CO 。当温度较低时(理论上小于 $710\text{ }^\circ\text{C}$),碳倾向于生成稳定的 CO_2 (如:实验室用 C 还原 CuO)。一般温度超过 $1000\text{ }^\circ\text{C}$,只要有固态碳存在,则生成气体为 CO 。而 CO 作还原剂,温度越低还原性越强,如 CO 只有在低于 $600\text{ }^\circ\text{C}$ 时,才能还原 FeO ,所以在高炉中主要的出铁反应是在炉体上部(低温区)发生的。

(3) 水垢的形成

水壶、输送热水的管道的内壁常常积有水垢,水垢的主要成分是碳酸钙。自来水中含有碳酸氢钙,当受热时碳酸氢钙会分解生成碳酸钙,碳酸钙在壶底积聚便形成了水垢。



【发散·探讨】

自来水中除了含有碳酸氢钙外,还含有碳酸氢镁,当受热时,碳酸氢镁分解成碳酸镁,碳酸镁在加热的条件转变成氢氧化镁。所以,严格地讲,水垢的成分应为碳酸钙和氢氧化镁。

思考:在广西桂林及许多石灰岩地质的地区有许多美丽神奇的溶洞、石笋和钟乳石,试结合碳元素的转化分析其形成的原因。

(4) 在生产 and 生活中其他碳及其化合物间的转化

用石灰石煅烧生成生石灰;木炭的燃烧使碳变成 CO 、 CO_2 ;用石墨在一定条件下可以制造金刚石;用无机化合物氰酸铵 (NH_4CNO) 合成尿素;人工合成大量有机化合物等等。

【迁移·体验】

例4:实验室临时需用 NaOH 溶液和 CO_2 制取 Na_2CO_3 纯溶液,可供选择的试剂和仪器有:

试剂:①一定浓度的 NaOH 溶液 ②37% 的盐酸 ③40% 的硫酸 ④14% 的盐酸 ⑤大理石 ⑥ K_2CO_3 固体 ⑦ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 粉末。

仪器:铁架台、启普发生器、量筒、烧杯、乳胶管、玻璃导管、分液漏斗。

有关物质在 25°C 时的溶解度 ($\text{g}/100\text{g H}_2\text{O}$) 如下:

Na_2CO_3	NaHCO_3	NaCl	Na_2SO_4	NaOH
15.9	8.40	35.0	35.5	40.0

(1) 本实验选用的仪器,除启普发生器、乳胶管、玻璃导管外,还应有_____。

(2) 制备 Na_2CO_3 纯溶液,应选用的试剂是_____。

(3) 叙述制取 Na_2CO_3 纯溶液的实验步骤(仪器安装免述)为:

a _____ b _____ c _____ d _____ e _____。(不一定填满,也可补充)

(4) 根据给出的溶解度数据,若保证在配制过程中不析出晶体(25°C),所用 NaOH 溶液的溶质质量分数的最大值为_____。

【研析】(1) 根据题目的要求, Na_2CO_3 溶液应用 CO_2 和 NaOH 溶液制取,而启普发生器、乳胶管、玻璃管只能组装成 CO_2 的发生器,尚缺少 CO_2 与 NaOH 溶液反应的装置,在给定的仪器中选用烧杯为宜。

(2) 用启普发生器制备气体的条件之一,反应物中一种必须为液体,另一种为块状固体。同时为了避免发生“包结”现象(如 CaCO_3 和 H_2SO_4 反应生成微溶于水的 CaSO_4) 和挥发性烟雾混入 CO_2 气体中(如使用浓盐酸),故应选择大理石、14% 的盐酸及一定浓度的 NaOH 溶液作为制取 Na_2CO_3 溶液的试剂。

(3) 由 NaOH 溶液与 CO_2 制取 Na_2CO_3 纯溶液,貌似简单,实则不易。其原因是 CO_2 的用量难以控制,若 CO_2 不足量,得到的是 Na_2CO_3 和 NaOH 的混合溶液,若 CO_2 稍过量,得到的是 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的混合溶液。显然,用 NaOH 溶液与 CO_2 直接制取 Na_2CO_3 纯溶液不易获得成功。创新能力较强的学生则会根据 $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 的反应原理,扫除障碍,另辟蹊径,其步骤为:

- 量取两份体积相同、浓度相同的 NaOH 溶液,分别放在甲、乙两个烧杯中。
- 向甲烧杯中通入足量的 CO₂,直至 NaOH 反应完全(即全部转化为 NaHCO₃)。
- 将乙烧杯中的 NaOH 溶液在玻璃棒的引流下,缓慢注入甲烧杯,再用玻璃棒充分搅拌后即得 Na₂CO₃ 纯溶液。

(4)由表可知,NaOH、Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 三者中,NaHCO₃ 的溶解度最小,故实验时,只要能避免 NaHCO₃ 晶体析出,就能控制制取过程中无晶体析出。

设参加反应的 NaOH 溶液体积为 V ,密度为 ρ ,质量分数为 ω 。

根据 $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$ 可知,参加反应的 CO₂ 质量 $m(\text{CO}_2) = V\rho\omega \times 44/40 \text{ g}$;
生成的 NaHCO₃ 质量 $m(\text{NaHCO}_3) = V\rho\omega \times 84/40 \text{ g}$ 。为了保证配制过程中不析出晶

体,应满足
$$\frac{V\rho\omega \times \frac{84}{40} \text{ g}}{V\rho \text{ g} + V\rho\omega \times \frac{44}{40} \text{ g}} = \frac{8.4 \text{ g}}{100 \text{ g} + 8.4 \text{ g}}$$
 解之得 $\omega = 3.85\%$,即 NaOH 溶液的质量分

数的最大值为 3.85%。

- 【答案】** (1)烧杯 (2)大理石、14% 的盐酸及一定浓度的 NaOH 溶液 (3)见研析
(4)3.85%

【教考动向·演练】

7. 科学家研究发现,用“汽水”(一种能释放出 CO₂ 的弱酸性溶液)浇灌植物能促进植物的生长。原因是它能

- | | | | |
|---------------|-----------|-------|--------|
| ①加强呼吸作用 | ②加强光合作用 | | |
| ③改良碱性土壤、调节 pH | ④加强植物蒸腾作用 | | |
| A. ①② | B. ②③ | C. ③④ | D. ②③④ |

8. 关于炼铁原理下列叙述正确的是

- 铁矿石在高温下被氧化成铁
- 生铁中杂质被氧化
- 铁矿石在高温下被焦炭还原成铁
- 铁矿石在高温下被 CO 还原成铁

9. 吸烟有害健康,科学实验表明香烟所产生的烟雾,至少有 300 多种化合物对人体有不同程度的危害。为了检验该烟雾中是否存在 CO 和 CO₂,在对香烟燃烧产生的烟雾进行适当处理后,依次通过足量的下列试剂:①澄清石灰水,②浓硫酸,③灼热的黑色氧化铜,④澄清石灰水,发现①④变浑浊。试回答:

(1)发现①变浑浊的现象说明_____。

(2)烟雾中是否存在 CO? _____,做出此判断所依据的实验现象为_____。

▲教材【练习与活动】答案

1. 金刚石、石墨、 C_{60}

大理石、方解石、白云石、菱锌矿、菱镁矿、菱铁矿、碳酸钠、碳酸氢钠

自然界中碳及其化合物间的转化、生产和生活中碳及其化合物间的转化

高炉炼铁、木炭燃烧

2. (1) 温室效应

(2) 地球的气温缓慢升高, 导致冰川融化, 海平面上升

(3) 植物的光合作用大大减少, 吸收 CO_2 的量越来越少

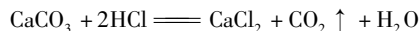
(4) 多植树造林, 控制化石燃料的燃烧, 杜绝森林、草原的燃烧。

(5) CO 之功: 最新研究表明一氧化碳气体有助于治疗心脏病。(新浪科技讯 美国东部时间 8 月 19 日(北京时间 8 月 20 日)消息, 英国最新研究表明: 有毒的一氧化碳气体可有效地治疗心脏病发作。人体吸入少量的一氧化碳气体有助于患者心脏病发作的治疗。但如果不控制呼吸器官对一氧化碳气体的吸入量, 一氧化碳气体会对人体构成致命的危害。)

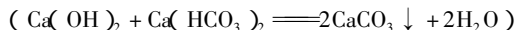
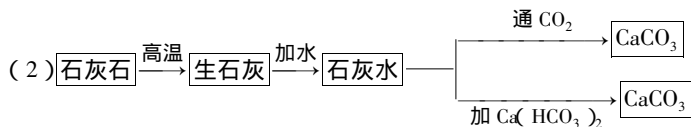
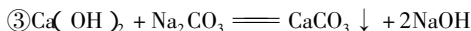
CO 之过: 冬季密室取暖, 当心一氧化碳中毒。(前不久, 一位朋友向记者讲述了一次自己亲身经历的一氧化碳中毒事件, 他希望通过服务热线提醒广大读者, 冬季取暖, 当心一氧化碳中毒。这位朋友在自己租的房间里睡觉, 由于天气寒冷, 租的房屋设备比较简陋, 所以他便自己买了一些木炭放在炉子中生火取暖。他把房间关得密不透风, 把炉子拉得离床铺很近, 睡得很熟……半夜他被热醒, 同时感到胸闷、头疼、心慌、恶心, 于是呼唤租房的同伴, 让其把自己送到了医院。)

3. (1) 稳定(不与空气中的物质发生反应) 氧 还原性(发生氧化还原反应的元素就是化合价发生变化的元素, 还原性是化合价升高)

(2) 由于 $Ca(OH)_2$ 吸收空气中的 CO_2 , 二者反应生成了 $CaCO_3$, 化学方程式为: $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 \downarrow + H_2O$; 可加入少许稀盐酸或稀醋酸, 化学方程式为:

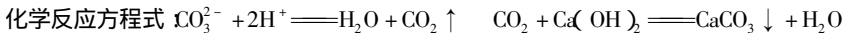


4. (1) ① $CaCO_3 \xrightarrow{\text{高温}} CaO + CO_2 \uparrow$ ② $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$



Ca^{2+} 和 CO_2 利用率高, $CaCO_3$ 产率高

(3) 取牙膏少量于试管中, 加入少量蒸馏水, 再加入少量稀盐酸, 若有气体产生且产生的气体能够使澄清的石灰水变浑浊, 证明牙膏中含有碳酸盐



5.(1)分别点燃金刚石、石墨、 C_{60} ,将燃烧后产生的气体通入足量的澄清石灰水中,若观察到有白色沉淀产生,则说明金刚石、石墨、 C_{60} 都是由碳元素组成的。

(2)能 α (石墨) $\xrightarrow{\text{高温、高压}}$ α (金刚石)。

(3)通过对气态足球烯分子吸收光谱的研究,首次精确测定了 C_{60} 和 C_{70} 分子的紫外波段吸收峰及吸收截面,并利用光吸收随温度的变化结果获得了足球烯分子的破坏温度和热力学熵等参数。有关论文受到国际同行的大量引用并被日本“东京化成”公司作为产品性能标准列在其产品目录中,和被日本碳 60 化学专集所介绍。在有机非线性光学材料的研究中,提出并验证了通过合成有机电荷转移复合体体系提高分子三阶非线性光学响应的新方法。

(4)1996 年,IBM 公司利用分子组装技术,研制出了世界上最小的“纳米算盘”,该算盘的算珠由球状的 C_{60} 分子构成。美国佐治亚理工学院的研究人员利用纳米碳管制成了一种崭新的“纳米秤”,能够称出一个石墨微粒的重量,并预言该秤可以用来称取病毒的重量的。

③ 探究解题新思路

▲ 基础拓展型

题型 1 碳酸盐及混合物与酸反应的计算

例 1:向碳酸钠的浓溶液中逐滴加入稀盐酸,直到不再生成二氧化碳气体为止,则在此过程中,溶液的碳酸氢根离子浓度变化趋势可能是

- A. 逐渐减小 B. 逐渐增大
C. 先逐渐增大,而后减小 D. 先逐渐减小,而后增大

[研析] 首先,因为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$, $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$, 所以溶液中的 HCO_3^- 浓度逐渐增大,而后,因为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$, $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 所以溶液中 HCO_3^- 的浓度减小。答案为 C。

点评 此类题型主要包括碳酸钠、碳酸钾、碳酸钙、碳酸镁、碳酸钡等碳酸盐及碳酸氢钠、碳酸氢钾、碳酸氢钙、碳酸氢镁、碳酸氢钡等碳酸氢盐与酸反应的计算,为中学常见题型,了解了基本原理,举一反三,则同类题目就迎刃而解。

题型 2 碳酸氢盐与碱反应及受热分解的计算

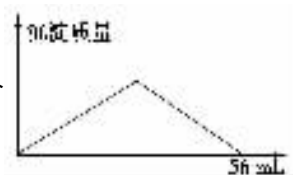
例 2:18.4 g NaOH 和 NaHCO_3 固体混合物,在密闭容器中加热到约 250 °C,经充分反应后排出气体,冷却,称得剩余固体质量为 16.6 g。试计算原混合物中 NaOH 的质量分数。

[研析] 固体失重:18.4 g - 16.6 g = 1.8 g

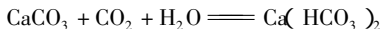
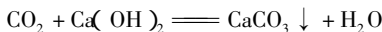
设固体失重 1.8 g 需恰好完全反应的 NaHCO_3 和 NaOH 混合物的质量为 x , 则

况)关系如图,则石灰水浓度为

- A. 0.03 mol/L B. 0.015 mol/L
C. 0.025 mol/L D. 0.012 5 mol/L



【研析】 CO_2 通入一定量的石灰水先后发生如下 2 个反应:



CO_2 通入石灰水沉淀为 0 时,全部生成 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 总反应为 $2\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 由 $V(\text{CO}_2)$ 可求 $n(\text{CO}_2)$, 进而求出 $c[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 。

$$n(\text{CO}_2) = \frac{56 \text{ mL}}{22400 \text{ mL/mol}} = 0.0025 \text{ mol}$$



$$\begin{array}{ccc} 2 & & 1 \\ 0.0025 \text{ mol} & & c[\text{Ca}(\text{OH})_2] \cdot 0.1 \text{ L} \end{array}$$

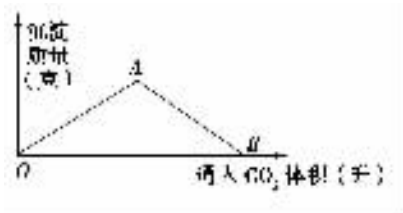
$$\frac{2}{0.0025 \text{ mol}} = \frac{1}{c[\text{Ca}(\text{OH})_2] \cdot 0.1 \text{ L}} \quad \text{故 } c[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 0.0125 \text{ mol/L}。$$

答案为 D。

点评 遇到通入气体沉淀又溶解这类题时,首先要联想碳酸盐、亚硫酸盐转化为酸式盐。

【教考动向·应用】

- 在 10 mL 0.01 mol/L 的纯碱溶液中,不断搅拌并逐滴加入 1.2 mL 0.05 mol/L HCl,完全反应后在标准状况下生成 CO_2 的体积为
A. 1.344 mL B. 2.240 mL C. 0.672 mL D. 0 mL
- 用 1 L 1 mol/L NaOH 溶液吸收 0.8 mol CO_2 , 所得溶液中的 CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 的物质的量浓度之比为
A. 1:3 B. 2:1 C. 2:3 D. 3:2
- 下图为一定量饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中通入二氧化碳气体后,产生 CaCO_3 白色沉淀的质量与二氧化碳体积之间的关系曲线。试回答:



(1) OA 段曲线和 AB 段曲线所表示的反应方程式是

OA: _____。

AB: _____。

(2) A 点时已参加反应的 CO_2 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的物质的量之比为 _____。

(3) B 处溶液中存在的浓度较大的两种离子是 _____ 和 _____。(填离子符号)

(4) 将 B 处生成的溶液煮沸,可见到的现象是 _____。

4. 将 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的混合物 5.48 g 加热到质量不再改变为止,剩余物质为 4.24 g。

求:原混合物中 NaHCO_3 的质量分数。

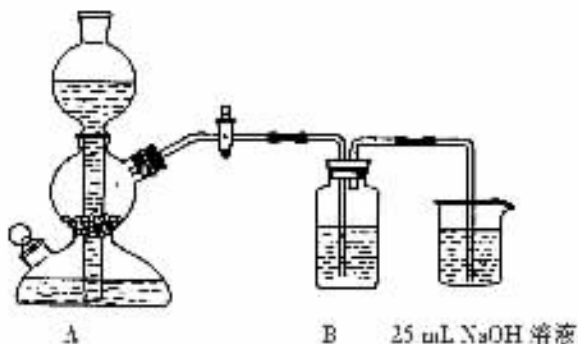
▲综合创新型

题型 1 创新应用

例 1 某同学用 50 mL NaOH 溶液吸收 CO_2 气体制备 Na_2CO_3 。为防止通入的 CO_2 过量而生成 NaHCO_3 ,他设计了如下步骤 (i)用 25 mL NaOH 溶液吸收过量的 CO_2 气体至 CO_2 气体不再溶解 (ii)小心煮沸溶液 1~2 分钟 (iii)在得到的溶液中加入另一半 25 mL 的 NaOH 溶液,使溶液充分混合。

(1) 他能否制得较纯净的 Na_2CO_3 ? _____ (填“能”或“不能”)理由是 _____。

(2) 第 (i)步实验装置如图:



① 装置 A 使用的试剂是石灰石和盐酸,能否使用纯碱代替石灰石? _____ (填“能”或“不能”),原因是 _____。

② 装置 B 使用的试剂是 _____,作用是 _____。

③ 为了后续的煮沸、混合等实验,装 NaOH 溶液的容器还可使用 _____ (填实验仪器)。

④ 有人认为实验步骤 (ii)、(iii) 的顺序对调,即先混合再煮沸更合理,你认为对吗? 为什么?

[研析] (1)他能制得较纯净的 Na_2CO_3 。由题意分析知(i)、(ii)步即可得 NaHCO_3 ,再与(iii)步的 NaOH 混合,恰好完全转化成 Na_2CO_3 。

(2)①不能使用纯碱代替石灰石。实验中使用的 气体发生器,只适用于块状固体和液体反应, Na_2CO_3 为粉末状,所以不行。

②B 为浓硫酸,其作用是除去水。

③锥形瓶。

④不合理。若不先驱出溶液中溶解的 CO_2 气体,实验③加入的 NaOH 将有一部分与 CO_2 反应,使 NaHCO_3 不能完全转化为 Na_2CO_3 。答案见研析。

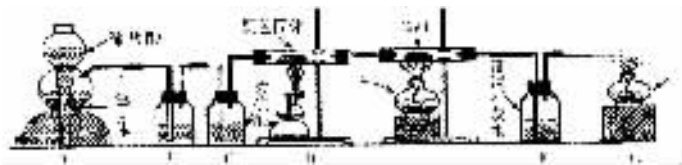
点评 本题为探究 CO_2 的制取及与 NaOH 反应的实验设计,除了要掌握基本的实验技能,重要的是明确药品的量对实验制取物质的重要作用。

题型 2 开放探究

例 2 :课题式课堂教学是研究性学习的一种方式,其基本教学模式为:

提出课题 → 确定研究方案 → 解决问题 → 总结和评价

下面是关于“ CO 的化学性质”的课题式课堂教学中甲同学设计的证明 CO 具有还原性的实验装置。



(1)写出 A 中所发生的离子方程式 _____, D 中发生的化学方程式 _____。

(2)装置 B 中最适宜的试剂是 _____,若实验中没有装置 C,使 B 与 D 直接相连,会对实验造成的影响是 _____。

(3)实验后,装置 F 中澄清石灰水变浑浊, _____ (填“可以”或“不可以”)确认 CO 具有还原性,理由是 _____。

(4)酒精灯 b 的作用为 _____,点燃酒精灯 a 和 b 的先后顺序为:先 _____ 后 _____,某同学提出甲同学设计的装置太复杂,可将酒精灯 a 和 b 合二为一,去掉 b 而将其导气管出口旋转到 a 的火焰上即可。该同学的设计 _____ (填“是”或“不是”)合理的,简述理由是 _____ (从 a、b 使用的一致性的角度考虑)。

[研析] (1) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$



(2)饱和 NaHCO_3 没有除去气体中的水蒸气,高温下水蒸气与碳反应生成氢气与一氧化碳,氢气也可以还原氧化铜

(3)不可以 进入 D 的 CO_2 不能完全转化为 CO ,剩余的 CO_2 也可以使澄清的石灰水变浑浊

(4)点燃 CO 防止 CO 污染空气 b a 不是 因为该实验应先通入 CO 气体,后加热 CuO ,二者不能同时进行

点评 提出问题,设计方案,实验验证,这是探究问题的一般思路,通过此题的设计,要学会设计实验方案,探究物质的性质。

题型3 综合渗透

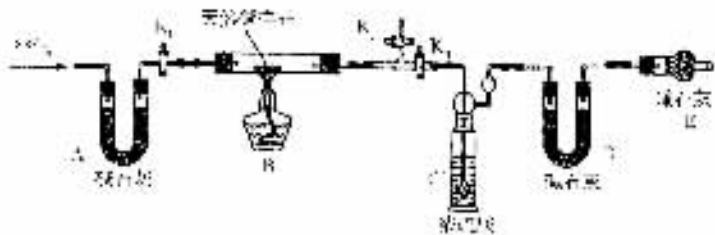
例3 某天然碱的化学组成可能为 $a\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot b\text{NaHCO}_3 \cdot c\text{H}_2\text{O}$ (a, b, c 为正整数),为确定其组成,化学兴趣小组的同学进行了如下实验:

(1)定性分析

①取少量天然碱样品放入试管中,用酒精灯加热,在试管口有液体生成,该液体能使无水硫酸铜变蓝。能否说明样品中含结晶水,简述理由。

②设计实验方案,确认样品中含有 CO_3^{2-} 。

(2)定量分析



实验步骤:

- ①按上图(夹持仪器未画出)组装好实验装置后,首先进行的操作是_____。
A 处碱石灰的作用是_____。
- ②称取天然碱样品 7.3 g,并将其放入硬质玻璃管中,称量装浓硫酸的洗气瓶的质量为 87.6 g,装碱石灰的 U 形管 D 的质量为 74.7 g。
- ③打开活塞 K_1, K_2 , 关闭 K_3 , 缓缓鼓入空气数分钟。
- ④关闭活塞 K_1, K_2 , 打开 K_3 , 点燃酒精灯加热,到不再产生气体为止。
- ⑤打开活塞 K_1 , 缓缓鼓入空气数分钟,然后称得装浓硫酸的洗气瓶的质量为 88.5 g,装碱石灰的 U 形管 D 的质量为 75.8 g。该步骤中缓缓鼓入空气数分钟的目的是_____。

计算推导:该天然碱的化学式为_____。

[研析] (1)①不能说明,因为天然碱样品中的 NaHCO_3 加热分解也可产生水。
②取少量天然碱样品溶于水,加入足量的 CaCl_2 溶液(或 BaCl_2 溶液),过滤并洗涤沉淀;

向沉淀中加入稀盐酸,将产生的气体通入澄清的石灰水,若有浑浊现象,说明天然碱样品中含有 CO_3^{2-} 。

(2) ①检查装置的气密性 除去空气中的 CO_2 和水

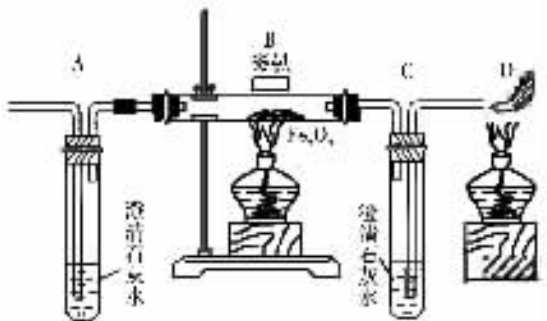
⑤使反应生成的 CO_2 和水被充分吸收 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{NaHCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

点评 此题从定性和定量两方面进行设计探究,既可以锻炼同学们的实验设计能力,又可以对定性和定量有充分的认识。

【教考动向·应用】

5. 煤是一种常用的化石燃料,家庭用煤经过了从“煤球”到“蜂窝煤”的变化,以前人们把煤粉加工成略大于乒乓球的球体,后来人们把煤粉加工成圆柱体,并在圆柱体内打上一些孔,请你分析这种变化的优点是:_____。煤在燃烧时会产生许多污染物,为了减少煤燃烧时对环境的污染,可设法把煤转化成清洁的燃料。将水蒸气通过炽热的煤层可制得较洁净的水煤气(主要成分是 CO 和 H_2)。请你写出该反应的化学方程式_____。煤气厂常在家用水煤气中特意掺入少量有难闻气味的气体,其目的是_____。

6. 下图是用 CO 炼铁的原理实验装置。回答下列问题:



- (1) 有一处明显的错误,请你改正:_____。
- (2) 写出 B、C、D 三处反应的化学方程式:
 B: _____, CO 是该反应的 _____ 剂。
 C: _____。
 D: _____。
- (3) B 处可观察到的现象是: _____; D 处可观察到的现象是: _____; D 装置是否可不要? 原因是: _____。
- (4) 该同学装入试管内的 Fe_2O_3 样品(含非铁杂质)质量为 10 克,而最后从磁铁上得到的铁为 5.6 克,则该样品中 Fe_2O_3 的纯度为 _____。

④ 开拓学习新视野

▲ 教材知识扩展

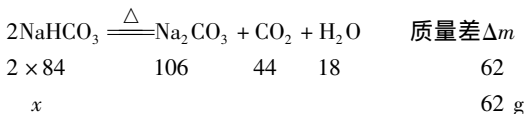
[思想方法]

差量法的运用

例 加热小苏打到不再产生气体时,若固体质量减少了 62 g,则参加反应的小苏打的质量是多少克?

[研析] 本题主要考查“差量”计算方式。“差量”计算注重反应前、后固体的质量或气体的体积的变化量与参加反应的物质之间的关系。

设参加反应的小苏打质量为 x



$$\therefore 2 \times 84 : 62 = x : 62 \text{ g} \quad \therefore x = \frac{2 \times 84 \times 62}{62} = 168 \text{ g}$$

答:参加反应的小苏打质量为 168 克。

[专题放送]

1. Na_2CO_3 与 NaHCO_3 的比较

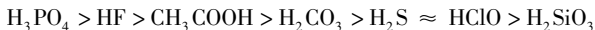
	Na_2CO_3	NaHCO_3
俗名	纯碱、苏打	小苏打
色态	白色粉末	白色晶体
溶解性	大	较小
稳定性	难分解	受热易分解
与盐酸反应	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	$\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
与 NaOH 反应	不反应	$\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
与 CaCl_2 反应	$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$	不反应
鉴别	不易分解、与 CaCl_2 反应	易分解、与 CaCl_2 不反应
转化	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3$	
用途	玻璃、造纸、发酵粉、制胃药	

2. 常见的热不稳定性酸的汇集



其中 HClO 极不稳定,光照也能加快 HClO 、 HNO_3 的分解, H_2SiO_3 受热时才分解

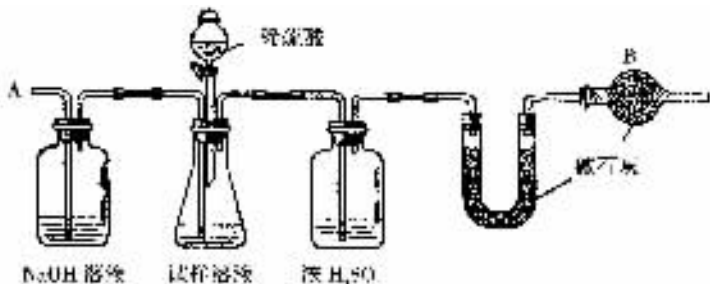
3. 常见弱酸酸性的比较



▲ 考题在线搜索

考题 1 (2005 全国理综) 已知某纯碱试样中含有 NaCl 杂质,为测定试样中纯碱的质量分数,可用下图中的装置进行实验。

主要实验步骤如下:



- ①按图组装仪器,并检查装置的气密性;
- ②将 $a \text{ g}$ 试样放入锥形瓶中,加适量蒸馏水溶解,得到试样溶液;
- ③称量盛有碱石灰的 U 形管的质量,质量为 $b \text{ g}$;
- ④从分液漏斗滴入 6 mol/L 的硫酸,直到不再产生气体时为止;
- ⑤从导管 A 处缓缓鼓入一定量的空气;
- ⑥再次称量盛有碱石灰的 U 形管的质量,质量为 $c \text{ g}$;
- ⑦重复步骤⑤和⑥的操作,直到 U 形管的质量基本不变,为 $d \text{ g}$ 。

请填写和回答问题:

- (1) 在用托盘天平称量样品时,如果天平的指针向左偏转,说明_____。
- (2) 装置中干燥管 B 的作用是_____。
- (3) 如果将分液漏斗中的硫酸换成浓度相同的盐酸,测试的结果_____ (填“偏高”、“偏低”或“不变”)。
- (4) 步骤⑤的目的是_____。
- (5) 步骤⑦的目的是_____。
- (6) 该试样中纯碱的质量分数的计算式为_____。
- (7) 还可以用其他实验方法测定试样中纯碱的质量分数。请简述一种不同的实验方法。

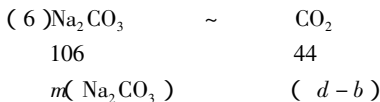
[研析] (1) 左边的样品重,右边的砝码轻

(2) 防止空气中的 CO_2 和水蒸气进入 U 形管中(空气中的 CO_2 和水蒸气进入 U 形管,则使其质量增加,测量不准)

(3) 偏高(6 mol/L 盐酸有挥发性,挥发的 HCl 被 U 形管中的碱石灰吸收,使其质量增加,结果偏高)

(4) 把反应产生的 CO_2 全部导入 U 形管中

(5) 判断反应产生的 CO_2 是否全部排出,并被 U 形管中的碱石灰吸收



$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)\% = \frac{106(d-b)}{44a} \times 100\%$$

(7) 还可从 Na_2CO_3 与 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 等形成沉淀,称量沉淀来测定。

点评 2005 年高考中的实验题注重了实验的综合性考查,今后要注意理解基本的操作及原理。

【拓展·应用】

- 某温度下向 100 g 澄清的饱和石灰水中加入 5.6 g 生石灰,充分反应后恢复到原来的温度。下列叙述正确的是
A. 沉淀物的质量为 5.6 g B. 沉淀物的质量为 7.4 g
C. 饱和石灰水的质量大于 98.2 g D. 饱和石灰水的质量小于 98.2 g
- 某无色混合气体可能含有 CO_2 、 CO 、 H_2O 、 H_2 中的一种或几种,依次进行如下处理(假定每次处理均反应完全):
①通过碱石灰时,气体体积变小;
②通过灼热的氧化铜时,固体变为红色;
③通过白色硫酸铜粉末时,粉末变为蓝色;
④通过澄清石灰水时,溶液变得浑浊。
由此可以确定原混合气体中
A. 一定含有 CO_2 、 H_2O ,可能含有 H_2 、 CO 中的至少一种
B. 一定含有 CO 、 H_2O ,可能含有 H_2 、 CO_2 中的至少一种
C. 一定含有 CO_2 、 CO ,可能含有 H_2 、 H_2O 中的至少一种
D. 一定含有 CO 、 H_2 ,可能含有 H_2O 、 CO_2 中的至少一种
- 在 25 °C、11 kPa 条件下,将 15 L O_2 通入 10 L CO 和 H_2 的混合气中,使其完全燃烧,干燥后,恢复至原来的温度和压强。
(1) 若剩余气体的体积是 15 L,则原 CO 和 H_2 的混合气 $V(\text{CO}) = \underline{\hspace{2cm}}$ L, $V(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ L。
(2) 若剩余气体的体积是 a L,则原 CO 和 H_2 的混合气 $V(\text{CO}) : V(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
(3) 若剩余气体的体积是 a L,则 a 的取值范围是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

▲ 多彩化学漫步

人造金刚石的新方法

1. 用火药爆炸合成金刚石。日本工业技术学院化学技术研究所于 1989 年推出的一种在水中利用火药爆炸人工合成金刚石的新技术。在一个钢制筒状高压气体容器内,装

入比 TNT 威力更大的 RDX 火药和碳 ,然后将容器横放入 2 米深的水中 ,利用火药爆炸时产生的高温和高压合成金刚石颗粒 ,直径为几十万分之一毫米 ,经烧结后最适宜制作金刚石切削工具。

2. 高速合成金刚石。日本东京工业大学在 1989 年使用电弧放电等离子进行高速合成金刚石获得成功。方法是先将由等离子发生装置所形成的等离子导入减压的反应室内 ,向等离子中加入原料气体——甲烷气体和氢气 ,生成活化的反应气体。然后将含有这种反应气体的等离子火焰喷入由冷却装置冷却的铝、硅和碳化硅等基底上 ,在 $700\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 1\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度的基底上生成金刚石。

3. 在空气中合成金刚石。日本工业大学应用丙烷和氧、乙炔和氧、甲烷和氢、酒精和氢等的燃烧焰 ,使 $1\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的内焰 (还原焰)吹到超硬材料或硅衬底上时 ,衬底上可形成金刚石粒或薄膜 ,可以合成大面积的金刚石。

4. 微波法制金刚石粉末。美国宾夕法尼亚州立大学和州立金刚石材料学院将含碳化合物——如二氯甲烷在微波等离子区中燃烧 ,制出几种不同种类的粉状金刚石晶体 ,其中包括像天然金刚石那样的晶形。

石墨和黑色弹头

石墨晶体和金刚石晶体的结构、性质大不相同。由于石墨晶体同层中的离域电子可以在整个 C 原子平面层中活动 ,故石墨具有层向的良好的导电、导热性质。又由于层间是以分子间力结合起来 ,使石墨易沿着与层平行的方向滑动 ,故石墨质软具有润滑性。基于上述性质 ,石墨被大量用来制作电极、坩埚、电刷、润滑剂、铅笔等。

在海湾战争和北约轰炸南联盟时都使用了碳丝制成的黑色弹头 ,致使电网瘫痪、损失惨重。何谓黑色弹头?为何具有如此惊人的威力?

黑色弹头选用经过特殊处理的碳丝制成 ,每根碳丝的直径相当小 ,仅有几千分之一厘米 ,因此 ,可在高空中长时间漂浮。由于碳丝经过流体能量研磨加工制成 ,且又经过化学清洗 ,因此 ,极大的提高了碳丝的传导性能。碳丝没有粘性 ,却能附着在一切物体表面。它通过爆炸或火药引爆散布在敌方阵地 ,破坏敌方防空和发电设备。碳丝可进入电子设备内部、冷却管道和控制系统的黑匣子。碳丝弹头对包括停在跑道上的飞机、电子设备、发电厂的电网等所有的东西都产生破坏作用 ,它异乎寻常的导电性能可以使电子设备内部短路 ,在不杀伤敌方操作人员的情况下使雷达天线和有关设备的功能消失 ,使其成为一种潜在的压制敌方防空系统的有力武器。

[答案与解析研读]

【 教考动向 · 演练 】

1. B 单质是由同种元素组成的 ,而化合物是由不同种元素组成的纯净物。
2. C 从题意可知 ,答案为石墨能导电。
3. C 通常条件下石墨的化学性质非常稳定 ,不易发生化学反应。
4. AC 控制温室效应就应控制 CO_2 的排放量 ,绿色植物通过光合作用可吸收 CO_2 ,再则

应从实际出发,应具有现实性和可操作性。

5. AD $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$, NaHCO_3 不能与 CaCl_2 反应;从 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 可以看出, NaHCO_3 没有 Na_2CO_3 稳定; $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 由以上两个反应方程式可以看出,等物质的量的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 与盐酸反应,消耗 HCl 的物质的量之比为 2:1,而放出的气体的物质的量之比为 1:1。
6. C 小白鼠进行生命活动时,使瓶内的 CO_2 增加,另一瓶则发生反应: $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 使瓶内的压强减小,而外界的压强不变,在 A、B 两处形成压强差, p_A 大于 p_B , 所以 A 处下降, B 处上升。
7. B 光合作用需要 CO_2 , 所以 CO_2 的量增加,可以加强光合作用; CO_2 的弱酸性能改良碱性土壤。
8. D 炼铁中铁矿石是被 CO 还原的,被氧化的元素是指反应后化合价升高的元素。

9. (1) 燃烧产物中存在 CO_2 (2) 存在 ④ 中的澄清石灰水变浑浊

研析 $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 所以 CO_2 可以使①中的澄清石灰水变浑浊,而④中的澄清石灰水变浑浊,是因为③中发生了以下反应: $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$, 是新产生的 CO_2 , 而不是原来的 CO_2 使④中溶液变浑浊。

【高考动向·应用】

1. D 通过两个方程式: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ 计算可知, Na_2CO_3 仍有剩余。
2. A 通过 $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCO}_3^-$ 两个方程式计算可求得答案为 1:3。
3. (1) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- (2) 1:1 (由第一个方程式可知)
- (3) Ca^{2+} 和 HCO_3^- ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 是可溶性盐,完全电离)
- (4) 生成白色沉淀 ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$)
4. 61.3%

研析 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow \quad \Delta m$

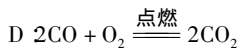
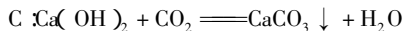
168	62
x	5.48 g - 4.24 g

$$\therefore \frac{x}{168} = \frac{5.48 \text{ g} - 4.24 \text{ g}}{62} \quad x = 3.36 \text{ g}$$

$$w(\text{NaHCO}_3) = \frac{3.36 \text{ g}}{5.48 \text{ g}} \times 100\% = 61.3\%$$

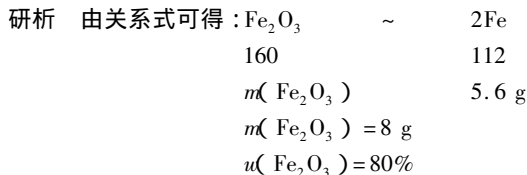
5. 使煤与空气接触面积增大, 燃烧更充分 $C + H_2O \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$ 便于及早发现煤气是否泄漏

6. (1) C 中的导管应长进短出 (2) B $Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{\Delta} 2Fe + 3CO_2$ 还原



(3) 红色粉末变成灰黑色, 并被磁铁吸引到试管上部 呈现淡蓝色的火焰 不可; 导出的气体中含有 CO, 污染大气

(4) 80%

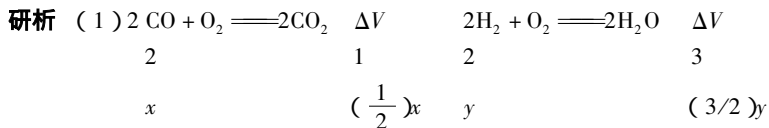


【拓展·应用】

1. D

2. D ① CO_2 和 H_2O 至少有一种, ②可说明 CO 和 H_2 至少有一种, ③说明有 H_2O , 而不是原来的 H_2O , ④有 CO_2 , 也不是原来的 CO_2 。

3. (1) 5 5 (2) $(a-10)(20-a)$ (3) $10 < a < 20$



$$\begin{cases} x + y = 10 \\ (\frac{1}{2})x + (\frac{3}{2})y = 10 \end{cases}$$

解得 $\begin{cases} x = 5 \\ y = 5 \end{cases}$, 故 $V(CO) = 5 L, V(H_2) = 5 L$ 。

(2) 解法同上。

第2节 氮的循环

① 感悟课标新理念

▲ 课程学习目标

[课标要求]

1. 通过实验了解氮及其重要化合物(氮氧化物、氨、铵盐和硝酸等)的主要性质,认识其在生产中的应用和对生态环境的影响。
2. 减少向大气中排放氮氧化物的措施。
3. 自然界氮循环对生态平衡的作用。

[重点难点]

学习重点

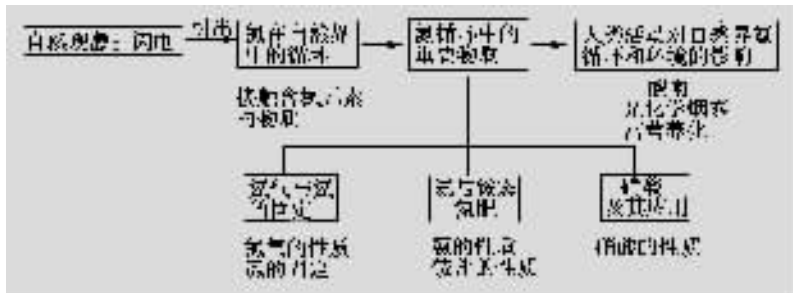
(1) 知识重点: 氮气、氨、铵盐和硝酸的性质。

(2) 过程方法重点: 通过观察实验现象,提高总结分析物质性质的能力,初步体会物质浓度对化学反应产物的影响,进一步认识实验中变量控制的重要性。

学习难点

(1) 氮的氧化 (2) 硝酸的氧化性

▲ 教材脉络梳理



▲ 学习背景探索

氮气的发现与合成

1727年英国的牧师、化学家哈尔斯(Hales S. 1677~1761),用氯化铵与石灰的混合物在以水封闭的曲颈瓶中加热,只见水被吸入瓶中而不见气体放出。1774年化学家普利斯特里重做这个实验,采用汞代替水来密闭曲颈瓶,制得了碱空气(氨)。他还研究了氨的性质,发现它易溶于水、可以燃烧,还发现在氨气中通以电火花时,其容积增加很多,且分解为两种气体——一种是可燃的氢气,另一种是不能助燃的氮气,从而证实了氨是氮和氢的化合物。其后戴维等化学家继续研究,进一步证实了2容积的氨通过火花放电之

后,分解为1容积的氮气和3容积的氢气。

19世纪以前,农业生产所需氮肥的来源,主要是有机物的副产物和动植物产生的废物,如粪便、种子饼、腐鱼、屠宰废料、腐烂动植物等。那时硝石的产量很有限,而且主要用于军工业生产。1809年,在智利的沙漠地区发现了一个巨大的硝酸钠矿床,而且很快就被开发利用。到1850年世界上硝酸盐的供应地区,主要是智利。随着农业的发展和军工生产的需要,迫切要求建立规模巨大的探索性的研究。他们设想把空气中大量的氮气固定下来,于是开始设计以氮和氢为原料的合成生产氨的流程。

1900年法国化学家勒夏特列最先研究氢气和氮气在高压下直接合成氨的反应。很可惜,由于他所用的氢气和氮气的混合物中混入了空气,在实验过程中发生了爆炸。在没有查明发生事故原因的情况下,他就放弃了这项实验。德国化学家能斯特(Nernst W. 1864~1941)对于研究具有重大工艺价值的气体反应有兴趣,并着手研究氮、氢、氨的气体反应体系。但是由于他在计算时,用了一个错误的热力学数据,以致得出不正确的理论,因而认为研究这一反应没有什么前途,把研究停止了。

虽然在合成氨的研究中化学家遇到的困难不少,但是,德国的物理学家、化工专家哈伯(Haber F. 1868~1934)和他的学生勒·罗塞格诺尔(Le Rossignol R.)仍然坚持系统的研究。起初他们想在常温下使氮和氢反应,但没有氨气产生;又在氮、氢混合气中通以电火花,只生成了极少量的氨气,而且耗电量很大,后来才把注意力集中在高压这个问题上,他们认为高压是最有可能实现合成反应的。理论计算表明让氢气和氮气在600℃和200个大气压下进行反应,大约可生成8%的氨气。如果要在高压下将反应进行循环加工,同时不断地分离出生成的氨气,势必需要很有效的催化剂。为了探索有效的催化剂,他们进行了大量的实验,发现钨和铀具有良好的催化性能。如果在175~200个大气压和500~600℃的条件下使用催化剂,氮、氢反应能产生高于6%的氨。

哈伯把他们取得的成果介绍给他的同行和巴登苯胺纯碱公司,并在他的实验室做了示范表演。尽管事先做了细致的准备工作,可是实验开始不久,有一个密封处就受不住内部的压力,于是混合气体立即冲了出来,发出惊人的呼啸声。

他们立即把损坏的地方修好,又进行几小时的反应后,公司的经理和化工专家们亲眼看见清澈透明的液氨从分离器的旋塞里一滴滴地流出来。但是,实验开始时发生的现象确实是一个严重的警告,说明在设计这套装置时,必须采取各种措施,以避免不幸事故发生。哈伯的那套装置,在示范表演后的第二天发生了爆炸,整套设备顷刻之间变成一堆七歪八扭的烂铁。随后,刚刚安装好的盛着催化剂钨的圆柱装置也爆炸了。这时金属钨粉遇到空气又燃烧起来,结果把积存备用的价值极贵的金属钨几乎全部变成了没有多大用处的氧化钨。

尽管连续出了一些爆炸事故,但巴登公司的经理布隆克和专家们还是一致认为这种合成氨方法具有很高的经济价值。于是该公司不惜消耗巨资,投入强大的技术力量,并委任德国化学工程专家波施(Bosch C. 1874~1940)将哈伯研究的成果设计付诸生产。波施花了整整5年的时间主要做了三项工作。第一,从大量的金属和它们的化合物中筛

选出合成氨反应最适合的催化剂。在这项研究中波施和他的同事做了两万多次实验,才肯定由铁和碱金属的化合物组成的体系是合成氨生产最有效、最实用的催化剂,用以代替哈伯所用的锇和铀。第二,建造了能承受高温和高压的合成氨装置。最初,他采用外部加热的合成塔,但是反应进行几小时后,钢中的碳与氢发生反应而变脆,合成塔很快报废了。后来,他将合成塔衬以低碳钢,使合成塔能够耐氢气的腐蚀。第三,解决了原料气氮和氢的提纯以及从未转化完全的气体中分离出氨等技术问题。经波施等化工专家的努力,终于设计成了能长期使用和操作的合成氨装置。1910年巴登苯胺纯碱公司建立了世界上第一座合成氨试验工厂,1913年建立了大规模的合成氨工厂。这个工厂在第一次世界大战期间开始为德国提供当时极其缺少的氮化合物,以生产炸药和肥料。

编者组编

② 研习教材重难点

研习点1 氮在自然界中的循环

【温故·知新】

初中教材已经介绍了硝酸的有关知识,同学们初步了解了硝酸的物理性质、化学性质和用途。现回顾如下:

纯净的硝酸是一种无色的液体,具有刺激性气味,跟盐酸相似,在空气里也能挥发出 HNO_3 气体, HNO_3 气体跟空气里的水蒸气结合成硝酸小液滴,形成白雾。稀硝酸也能使紫色的石蕊试液变成红色,无色的酚酞试液遇稀硝酸不变色。

硝酸也能强烈地腐蚀皮肤和衣服,使用硝酸的时候,要特别小心。硝酸也能跟金属氧化物如氧化锌、氧化镁等以及碱类像氢氧化锌、氢氧化镁等起反应,生成水和硝酸锌、硝酸镁等化合物。硝酸的氧化性很强(容易使其他物质氧化),跟金属起反应的时候,一般不生成氢气而生成水。

硝酸是一种重要的化工原料,广泛应用于生产化肥、染料、炸药等方面。

1. 在自然界中,把空气中的氮气转化为氮的化合物实现氮循环有两种途径:一是豆科植物根部的根瘤菌,把氮气转变为硝酸盐等含氮化合物;二是放电条件下,与氧气结合为氮氧化物,并随降雨进入水体中。

2. 人类在氮循环方面是通过化学方法把氮气转化为氨,再进一步转化的。

3. 化石燃料燃烧、森林和农作物枝叶燃烧所产生的氮氧化物通过大气进入陆地和海洋,进入氮循环。

【迁移·体验】

例1 氮的循环在自然界元素的循环中具有重要的意义,有些氮的转化是从氮气到氮的化合物,有的转化是从氮的化合物到氮的化合物。下列过程中,以游离态的氮为原料,最终产生氮的化合物的是

A. 工业合成氨

- B. 硝化细菌的硝化过程
- C. 豆科植物的根瘤菌固氮
- D. 动物尸体腐烂
- E. 盛夏时节,雷雨肥田 植物茂盛

【析】工业合成氨的反应原理为 $N_2 + 3H_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2NH_3$, 硝化细菌的硝化过程是将氨或铵盐转化成硝酸盐, 豆科植物的根瘤菌固氮过程是在固氮酶的作用下将氮气转化为氮的化合物, 动物尸体腐烂是从高分子有机氮到小分子有机氮的过程, 雷雨肥田的过程为氮气和氧气在放电条件下转化为一氧化氮, 一氧化氮与氧气反应转化为二氧化氮, 二氧化氮与水反应生成硝酸, 硝酸进入土壤后转化为硝酸盐, 被植物吸收, 使植物茂盛。答案为 ACE。

【教考动向·演练】

1. 氮是一种重要的元素, 它以化合态存在于多种无机物和有机物之中。在空气中, 氮以氮气的形式存在, 是空气的主要成分。下列关于氮气的用途不正确的是
 - A. 焊接金属时用氮气保护金属使其不被氧化
 - B. 在灯泡中填充氮气以防止钨丝被氧化或挥发, 有时也可填充稀有气体来代替氮气
 - C. 粮食、罐头、水果等食品, 也常用氮气作保护气, 以防止食品腐烂
 - D. 在医学上, 常用液氮作冷冻剂, 在冷冻麻醉条件下做手术等
 - E. 在高科技领域中常用液氮制造低温环境, 如有些超导材料就是在经液氮处理后的低温下才获得超导性能的
2. 下列反应起了氮的固定作用的是
 - A. N_2 和 H_2 在一定条件下合成氨
 - B. NO_2 和 H_2O 反应生成 HNO_3 和 NO
 - C. Mg 在空气中燃烧生成 Mg_3N_2
 - D. NO 被空气氧化成 NO_2

研习点 2 氮气与氮的固定

1. 氮气的性质

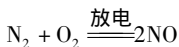
氮气在通常情况下, 化学性质不活泼, 很难跟其他物质反应, 但是在一定条件下, 能跟氧气、氢气等物质反应。

【领悟·整合】

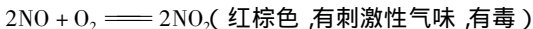
氮元素原子序数为 7, 核外共 2 个电子层, 最外层 5 个电子, 化学反应中易得到电子, 非金属性较强, 但 N_2 通常不活泼, 是因为氮气是两个氮原子共用三对电子, 使每个原子都达到稳定结构。要破坏这种牢固的结合, 需要很高的能量。

(1) 与 O_2 的反应

在放电条件下, 氮气跟氧气能直接化合生成无色的一氧化氮(NO)。反应式为:



一氧化氮不与水反应,在通常情况下易被氧化为二氧化氮:



【领悟·整合】

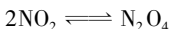
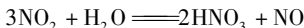
①除放电条件外,打雷时(雷雨发庄稼的原因)、在汽车引擎中(汽车尾气中有大气污染物 NO、NO₂ 的原因,注意环保)也发生此反应。

②NO 使人中毒的原理与 CO 相似,吸入后与血红蛋白结合。

③NO 与 O₂ 不能共存。

④实验室只能用排水法收集 NO。

二氧化氮易与水反应和自身化合。



说明 ①上述反应是 N 元素之间进行的氧化还原反应。

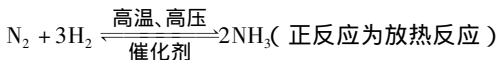
②常用差量法进行计算。

③实验室制取 NO₂ 只能用向下排空气法收集。

④NO 与 NO₂ 的比较

	NO	NO ₂
色	无色	红棕色
毒	剧毒	剧毒
水	不溶解	与水反应
转化	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$	

(2)与 H₂ 的反应

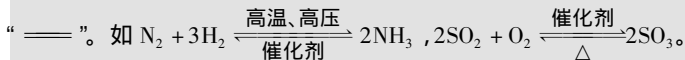


注意:反应条件温度 500 ℃,压强为 20 ~ 50 MPa,催化剂为铁触媒。

说明 ①该反应是工业合成氨的原理。②反应特点:可逆反应,正反应为气体体积减小的反应。

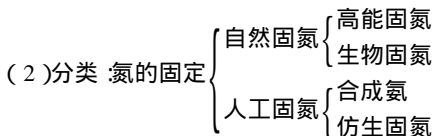
【领悟·整合】

在氮气跟氢气反应生成氨的同时,氨气也在分解生成氮气和氢气。像这样同时向正反两个方向进行的反应称为可逆反应。在可逆反应的化学方程式中用“ \rightleftharpoons ”代替



2. 氮的固定

(1)定义:将空气中游离态的氮转变成氮的化合物的方法叫做氮的固定。



【迁移·体验】

例2:下列过程属于固氮的是

- A. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}$ B. $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ C. $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO}$ D. $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$

【研析】固氮是指将空气中游离态的氮转变成氮的化合物的方法。答案为CD。

例3:一定条件下,将等体积的NO和O₂的混合气体置于试管中,并将试管倒立于水槽中,充分反应后剩余气体的体积为原总体积的

- A. 1/4 B. 3/4 C. 1/8 D. 3/8

【研析】本题主要考查NO和O₂的反应,NO₂溶于水及有关的计算。NO、O₂、H₂O之间的反应,先判断是否适量,若不是适量,找出剩余的气体,体积是多少,最后算出剩余气体的体积占原总体积的分数。本题常见错误是误选A,其原因是已算出消耗O₂ 3/4体积,剩余1/4体积,没有把剩余的1/4体积O₂换算成原总体积的体积分数。NO和O₂反应生成NO₂,NO₂溶于水又会生成NO。



由方程式可知等体积混合时,O₂过量,②中生成的NO会再被O₂氧化,多次循环,将①②两方程式合并成 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 。NO和O₂等体积混合,余O₂ 1/4体积,原混合气2体积,余气为原气1/8。答案为C。

【教考动向·演练】

3. 通常情况下, N₂的性质很不活泼的原因是
- A. N₂分子中的N≡N键很牢固 B. N₂中N原子的化合价为0
- C. 固态N₂属于分子晶体 D. N元素在第二周期
4. 下列气体中只能用排水法收集的是
- A. H₂ B. CO₂ C. NO D. NO₂
5. 现有等体积混合而成的四组气体①NO₂ + NO, ②NO₂ + O₂, ③HCl + N₂, ④NO + N₂, 将其分别通入体积相同的试管并立即倒立在足量的水中, 试管内水面上升的高度分别为H₁、H₂、H₃和H₄, 其中高度关系是
- A. H₂ > H₃ > H₁ > H₄ B. H₃ > H₂ > H₁ > H₄
- C. H₁ = H₂ = H₃ = H₄ D. H₁ > H₂ > H₃ > H₄

研习点3 氨与铵态氮肥

1. 氨

(1)物理性质:

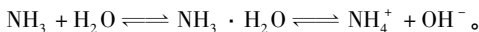
氨是没有颜色、有刺激性气味的气体,在标准状况下,密度为 $0.771 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,比空气轻,极易溶于水且能快速溶解,在常温、常压下 1 体积水能溶解约 700 体积氨气。

(2) 化学性质:

① 与水的反应

氨溶于水,大部分与水结合成一水合氨($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

氨在水中的反应可用下式表示:



也可简单表示如下: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 。

【领悟·整合】

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 可以小部分电离成 NH_4^+ 和 OH^- ,所以氨水显弱碱性,能使酚酞溶液变红。

② 与酸的反应

氨气与盐酸的反应式为 $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

【发散·探讨】

实验 将盛有浓氨水和浓盐酸的两个试剂瓶打开瓶口靠近,现象是冒大量白烟,说明浓氨水和浓盐酸易挥发。

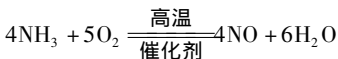
说明: i. 烟为 NH_4Cl 的固体小颗粒分布在空气中形成的。(空气中的固体小颗粒是烟,小液滴是雾。)

ii. NH_3 与 HCl 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与 HCl 的反应式不同,如将 HCl 加入氨水中的方程式为:
 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ 。

iii. 可用浓氨水与浓盐酸的反应检验 NH_3 的存在。

③ 氨跟氧气的反应

在催化剂存在的条件下,氨跟氧气发生如下反应:



【发散·探讨】

i. 此反应为工业制硝酸的基础。

ii. 氨与氧气反应时,条件不同产物也不同:



iii. 氨也能被氯气氧化 $2\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = \text{N}_2 + 6\text{HCl}$

当 NH_3 过量时, $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

总反应式为 $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$

2. 铵盐的性质

铵盐是由铵根离子和酸根离子组成的化合物,都是无色或白色晶体,易溶于水。

铵盐受热分解,反应式为: $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$

$\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

【发散·探讨】

进行如下实验：

①将氯化铵固体放在试管中加热，在试管上端内壁上有何现象产生？

点拨 将氯化铵固体放在试管中加热，在试管上端内壁上有白色固体附着。

结论 受热时，氯化铵分解，生成氨气和氯化氢，冷却时，两者又重新结合，生成氯化铵。反应式为 $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{HCl} \uparrow + \text{NH}_3 \uparrow$ $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

②将碳酸氢铵固体放在试管中加热，将生成的气体通入澄清石灰水中，澄清石灰水中有何现象产生？为什么？

点拨 将碳酸氢铵固体放在试管中加热，将生成的气体通入澄清石灰水中，澄清石灰水变浑浊。

结论 碳酸氢铵受热分解，生成了 CO_2 。

③在试管中加入少量氯化铵固体，再滴加适量稀氢氧化钠溶液，加热，并将湿润的红色石蕊试纸贴在玻璃棒上靠近试管口，有何实验现象？根据此实验现象可得出什么结论？

点拨 在试管中加入少量氯化铵固体，再滴加适量稀氢氧化钠溶液，加热，并将湿润的红色石蕊试纸贴在玻璃棒上靠近试管口，现象是有气体产生，并可闻到刺激性的气味。同时还看到，湿润的红色石蕊试纸变蓝。

结论 氯化铵与氢氧化钠反应，在加热的条件下产生了氨气。

3. 实验室制氨气

(1)原理：在实验室利用铵盐与碱反应生成氨气的性质制取氨气。

(2)药品：氯化铵晶体和熟石灰固体。

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

(4)装置：固—固反应。

(5)收集：只能用向下排空气法。

(6)干燥：用碱石灰、固体氢氧化钠等。

(7)检验：①用湿润的红色石蕊试纸（变蓝）

②将蘸有浓盐酸的玻璃棒接近瓶口（产生白烟）

(8)用稀硫酸吸收多余的氨气。

【领悟·整合】

1. 化学实验中棉花团的作用：

①制氨气时，棉花团能防止氨气与空气对流，提高氨气的纯度。

②用高锰酸钾制氧气，棉花团可防止高锰酸钾颗粒随气流进入导气管。

2. 制氨气时可用 NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 等，但不能用 NH_4NO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ （因为它们受热易分解）。

3. 干燥氨气时不能用浓硫酸、五氧化二磷等酸性干燥剂(发生反应),也不能用 CaCl_2 ($\text{CaCl}_2 + 8\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$)。

4. 实验室还可用如下两种方法制取氨气:

(1) 浓氨水滴到固体氢氧化钠上。

(2) 加热浓氨水。

注意:上述两种方法制氨气的原理和装置是不同的。

【迁移·体验】

例4 标准状况下,100 L NH_3 溶于1 L水中,所得溶液密度为 0.92 g/cm^3 ,求该氨水物质的量浓度。

$$[\text{析}] \quad n(\text{NH}_3) = \frac{100 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 4.46 \text{ mol}$$

$$V(\text{aq}) = \frac{m}{\rho} = \frac{\frac{100 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 17 \text{ g/mol} + 1 \text{ L} \times 1000 \text{ g/L}}{0.92 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3/\text{L}} = 1.17 \text{ L}$$

$$c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = \frac{n(\text{NH}_3)}{V(\text{aq})} = \frac{4.46 \text{ mol}}{1.17 \text{ L}} = 3.8 \text{ mol/L}$$

答案为 3.8 mol/L 。

例5 A、B、C三种气体,A为无色,在一定条件下A能与 O_2 反应生成B,B不溶于水,它能与 O_2 反应生成C,A、C气体均溶于水,其水溶液分别呈碱性和酸性。推断A、C的化学式。

【析】 本题主要考查 NH_3 、 NO 、 NO_2 等气体的性质及相互转化的关系。① NH_3 是中学阶段惟一一种溶于水且呈碱性的气体。推断题中常利用这个性质推断 NH_3 。② NO_2 是一种不成盐氧化物,但 NO_2 溶于水发生 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 的反应使溶液呈酸性。因此A为 NH_3 ,C为 NO_2 ,B为 NO 。

【教考动向·演练】

6. 密度为 0.91 g/cm^3 的氨水(质量分数为25%),用等体积的水稀释后,所得溶液质量分数是

- A. 12.5% B. > 12.5% C. < 12.5% D. 无法确定

7. 在四片玻璃片上分别滴有下列溶液,当通有 NH_3 的导管口靠近时有白烟产生的是

- A. 浓 H_2SO_4 B. 浓 H_3PO_4 C. 浓 HCl D. 浓 NaOH 溶液

8. 用下列各组中的干燥气体(充满烧瓶)和液体(放在滴管和烧杯中)按照课本上的喷泉实验装置正确操作,能形成喷泉且最终液体几乎能充满烧瓶的是

- A. NO_2 和水 B. CO_2 和 NaOH 溶液
C. Cl_2 和饱和食盐水 D. NH_3 和盐酸

研习点 4 硝酸的性质

1. 物理性质

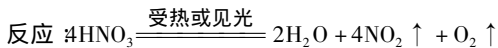
纯净的硝酸是无色、易挥发、有刺激性气味的液体。通常用的浓硝酸的质量分数为 68 ~ 70%。质量分数在 95% 以上的浓硝酸通常叫发烟硝酸。

2. 化学性质

(1) 具有酸的通性

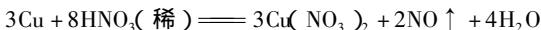
(2) 不稳定性

硝酸不稳定,很容易分解。纯净的硝酸或浓硝酸在常温下见光或受热就会分解。硝酸越浓或温度越高、光强度越强,就越容易分解。



(3) 氧化性

① 与铜的反应:



【领悟·整合】

硝酸与金属反应:硝酸与金属反应一般不产生氢气。不活泼金属跟硝酸反应时,如果是浓硝酸,硝酸被还原为二氧化氮,如果是稀硝酸,硝酸被还原为一氧化氮。而金属被氧化生成相应的硝酸盐。

【发散·探讨】

进行如下实验:

在两支试管中各放入一小块铜片,分别加入少量稀硝酸和浓硝酸,并立即用蘸有氢氧化钠溶液的棉花封住试管口。

实验现象:反应开始后两支试管中都有气泡产生,加浓硝酸的试管中反应强烈,放出红棕色气体,加稀硝酸的试管中反应较缓慢,放出无色气体,当空气进入试管后,无色气体变成了红棕色。两支试管中都生成了蓝色溶液。

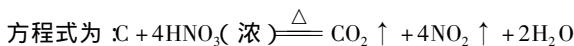
实验结论:在上面的实验中,浓硝酸和稀硝酸都与铜发生了反应,浓硝酸与铜反应后生成了二氧化氮,稀硝酸与铜反应后生成了一氧化氮,一氧化氮遇空气后又生成了二氧化氮。

② 与铁、铝的反应

铁、铝等金属跟浓硝酸在常温下发生钝化现象。这是因为浓硝酸将它们的表面氧化成一层薄而致密的氧化物薄膜,阻止了进一步反应。所以可以用铝(铁)槽车装运浓硝酸。

③ 与非金属的反应

硝酸与碳的反应



浓硝酸具有强氧化性,温度越高,氧化性越强。非金属一般被氧化成氧化物或相应的酸,硝酸被还原为 NO_2 。

【迁移·体验】

例6:38.4 mg 铜与适量浓硝酸反应,铜全部作用后,共收集到 22.4 mL(标准状况下)气体。求消耗的 HNO_3 的物质的量。

【解析】若只根据铜与浓硝酸反应的方程式计算,容易发现题中数据不符。实际上随着反应的进行,硝酸浓度逐渐减小,生成的气体由 NO_2 逐渐变为 NO 。由铜和浓、稀硝酸反应的两个方程式可知,消耗 HNO_3 的物质的量应是被还原部分和未被还原部分的和,前者等于气体的物质的量,后者等于铜的物质的量的二倍,即:

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{22.4 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{38.4 \times 10^{-3} \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 2.2 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

答案为 $2.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。

例7:在标准状况下,将 NO_2 (不含 N_2O_4)、 NO 、 O_2 混合后充满容器,倒置于水中,完全溶解,无气体剩余,若产物不扩散,则所得溶液中溶质的物质的量浓度 c (单位: mol/L) 是

- A. $0 < c < 1/22.4$ B. $1/39.2 < c < 1/22.4$
C. $1/39.2 < c < 1/28$ D. $1/28 < c < 1/22.4$

【解析】本题可用极值讨论法,确定浓度的最大值和最小值。另外还必须抓住关键字句“无气体剩余”。

设气体体积为 $V \text{ L}$,则溶液的体积也是 $V \text{ L}$ 。

(1)若原混合气体由 NO_2 和 O_2 组成,其在水中发生反应:



$$c(\text{HNO}_3) = [(4/5V \text{ L}) \div (22.4 \text{ L/mol})] / V \text{ L} = 1/28 \text{ mol/L}$$

(2)若原混合气体由 NO 和 O_2 组成,其在水中发生反应:



$$c(\text{HNO}_3) = [(4/7V \text{ L}) \div (22.4 \text{ L/mol})] / V \text{ L} = 1/39.2 \text{ mol/L}$$

实际上 $1/39.2 \text{ mol/L} < c(\text{HNO}_3) < 1/28 \text{ mol/L}$ 。答案为 C。

【发散·探讨】

1. 浓、稀硝酸氧化性的比较

在浓、稀硝酸与铜、银等金属的反应中,稀硝酸中的氮被还原的价态比浓硝酸中的氮被还原的价态低。有些同学由此得出结论说,稀硝酸的氧化性比浓硝酸强。其实,浓硝酸的氧化性比稀硝酸要强,这可用下列实验事实予以说明:

(1)浓硝酸与金属反应比稀硝酸激烈得多。浓硝酸与金属在通常条件下即可反应,而稀硝酸与金属反应有时需要加热。

(2)浓硝酸能氧化 HCl ($\text{HNO}_3(\text{浓}) + 3\text{HCl} \rightleftharpoons \text{NOCl} + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$),而稀硝酸不能氧化 HCl 。

(3) 浓硝酸能把 HI 氧化成 HIO_3 ($\text{HI} + 6\text{HNO}_3(\text{浓}) \longrightarrow \text{HIO}_3 + 6\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$) ,稀硝酸只能把 HI 氧化成 I_2 ($6\text{HI} + 2\text{HNO}_3(\text{稀}) \longrightarrow 3\text{I}_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$) ,极稀的硝酸不能氧化 HI。

物质氧化性的强弱,指的是氧化剂使其他元素的化合价升高的趋势大小,而不是氧化剂本身被还原的程度。硝酸在不同浓度时被还原的程度的大小并不是和氧化性的强弱相一致的,不能简单地根据浓、稀硝酸的还原产物来解释、看待硝酸氧化性的强弱。

影响硝酸与金属反应的反应速率的原因是相当复杂的,其主要因素有三:

①与硝酸的浓度及其还原产物有无自催化作用有关;

②与金属的还原性有关;

③与反应温度及其他因素有关。

一般地说,浓硝酸总是被还原成 NO_2 ,稀硝酸通常被还原成 NO 和氧化态为 +2 以下的产物。对此,可理解为:浓硝酸被还原时,起初的还原产物是亚硝酸,亚硝酸不稳定,分解成 NO_2 和 NO :



而 NO_2 、 NO 和 HNO_3 之间有如下平衡 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

若硝酸浓度大于 8 mol/L ,平衡向左移动,还原产物主要是 NO_2 ;若硝酸浓度小于 2 mol/L (稀硝酸),平衡向右移动,还原产物主要是 NO 。

2. 在金属和硝酸的反应中,是否所有的硝酸都被还原?

从有关反应的方程式可以看出,含 +5 价氮元素的硝酸一部分被金属还原为低价化合物,另一部分生成了硝酸盐,氮元素仍保持 +5 价,这是硝酸酸性的体现。所以,硝酸在与金属的反应中既表现氧化性又表现酸性。如在 Cu 和浓硝酸的反应中,当有 1 mol HNO_3 消耗时,只有 0.5 mol HNO_3 被还原。

3. 从 Cu 与浓、稀硝酸的反应可以看出,硝酸越稀,还原产物中氮元素的价态越低,这是否说明稀硝酸氧化性强于浓硝酸?

氧化性的强弱是指得电子能力的大小,即反应的难易程度,而不能用氧化剂得电子的多少来衡量。本例中虽浓硝酸被还原为 NO_2 ,得电子少,稀硝酸被还原为 NO ,得电子多,但浓硝酸与 Cu 反应容易,稀硝酸与 Cu 反应难,故浓硝酸氧化性强于稀硝酸。另外,不同物质的氧化性强弱可根据同一物质被氧化的程度判断,如 Cl_2 把 Fe 氧化成 +3 价, S 只能把 Fe 氧化成 +2 价,故 Cl_2 氧化性强于 S 。

4. 在浓、稀硝酸中分别滴加紫色石蕊试液,各有什么现象发生?

浓、稀硝酸均具有酸的通性,所以都可以使紫色石蕊试液变红,但二者又都具有氧化性,且浓硝酸氧化性强于稀硝酸,所以浓硝酸中红色迅速褪去,且产生红棕色气体 NO_2 ,对稀硝酸加热也可出现类似现象。

5. 在 HCl 和 NaNO_3 的混合液中加入一块铜片,加热,有什么现象?

表面看来, Cu 与 HCl 、 NaNO_3 均不反应,但溶液中含 H^+ 、 NO_3^- 、 Na^+ 和 Cl^- ,相当于稀 HNO_3 和 NaCl 混合。所以实际上会发生 Cu 和稀硝酸的反应:

$3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 现象为:铜片逐渐溶解,产生无色气体,气体在容器口变红棕色,液体由无色变蓝色。

【教考动向·演练】

9. 某单质跟浓 HNO_3 反应时 0.25 mol 单质反应需消耗 1 mol HNO_3 , 则单质元素氧化后的化合价可能是
- A. +1 B. +2 C. +3 D. +4
10. 铜粉放入稀 H_2SO_4 中加热也无现象发生, 当加入一种盐后, 铜粉质量减少, 溶液变蓝, 同时有气体生成, 此盐可能是
- A. 氯化物 B. 硫酸盐 C. 硝酸盐 D. 碳酸盐

研习点 5 人类活动对自然界氮循环和环境的影响

氮化合物是形成光化学烟雾和酸雨的一个重要原因。

1. 光化学烟雾是指汽车尾气中的氮化合物与碳氢化合物经紫外线照射发生反应形成的一种有毒的浅蓝色烟雾。光化学烟雾具有特殊气味, 刺激眼睛, 伤害植物, 并使大气能见度降低。

2. 大气中的氮化合物主要来源于化石燃料的燃烧和植物体的焚烧, 以及农田土壤和动物排泄物中含氮化合物的转化。

3. 氮的水体污染: 水体中氮的含量增大, 会导致藻类“疯长”, 迅速地覆盖在水面上, 造成水体的富营养化。

4. 水体中的氮主要来源于工业废水、生活污水、农田灌溉和淋洗, 以及水产养殖所投入的饲料和肥料等。

【领悟·整合】

为了减少人类活动对自然界中氮循环和环境的影响, 一方面应控制进入大气、陆地和海洋的有害物质的数量, 另一方面应增强生态系统对有害物质的吸收能力。因此, 应保护森林, 植树造林, 促进全球氮的良性循环。

减少氮氧化物对环境的影响, 可从以下几方面考虑:

- (1) 开发新能源, 减少化石燃料的燃烧和植物体的焚烧。
- (2) 控制工业废水、生活污水的排放, 减少农药化肥的使用。
- (3) 减少汽车的数量, 发展公共交通及无污染的电动交通工具。
- (4) 汽车尾气排放前, 加装催化净化装置, 减少有害气体的排放。
- (5) 加大城市绿化, 植树造林, 提高空气的自净能力。

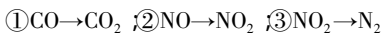
【迁移·体验】

例 8: 当前城市空气质量恶劣的重要原因是汽车尾气的超标排放, 你能否应用氮的单质和化合物之间的转化关系, 设计除去汽车尾气中的 CO 和氮氧化物(如 NO 、 NO_2) 的理论构想? 其中包括确定无害化过程及其产物和选择无害化试剂及反应条件等。

- (1) 将有害物质转化为什么物质即可完成无害化过程?

- (2)应根据什么化学原理完成无害化过程？
 (3)完成无害化过程中,无害化试剂的选择原则是什么？
 (4)对无害化过程反应条件的确定原则是什么？
 (5)写出无害化过程的化学方程式。

【研析】(1)无害化过程应为：



(2)对①②应加入氧化剂,对③应加入还原剂

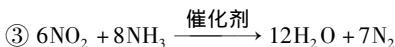
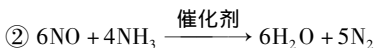
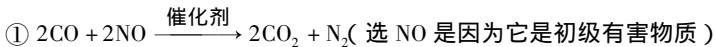
(3)选择氧化剂和还原剂的原则

- ①是尾气中的其他成分
 ②或是无毒无害、成本适度的其他物质

(4)对反应条件的选择

- ①反应条件最好为常温、常压
 ②对常温、常压下不能进行的反应,应适当的选择催化剂,使其在常温、常压下进行。

(5)经反复探讨可确定下列理论构想：



【教考动向·演练】

11. 目前我国许多城市和地区定期对空气质量进行报告,在空气质量报告中,一般不涉及
 A. SO_2 B. NO_2 C. CO_2 D. 可吸入颗粒物
12. 近年来,光化学烟雾污染问题已引起人们的注意,下列哪种气体是造成光化学烟雾的主要因素
 A. NO_2 B. SO_2 C. CO D. CH_4

▲教材【练习与活动】答案

- 1.(1) A 因为浓硝酸见光易分解,所以要储存在棕色瓶中。而浓盐酸、浓硫酸、氯化钠遇光不反应,所以不必用棕色瓶。
 (2) AB 氮氧化合物的排放是形成光化学烟雾和酸雨的一个重要原因。 NO_2 与空气中的水反应生成硝酸和亚硝酸,是酸雨的成分。氮氧化物与碳氢化合物经紫外线照射发生反应,形成一种有毒的烟雾,就是光化学烟雾。臭氧空洞是氟里昂的大量排放造成的。温室效应是由于大量二氧化碳等的排放造成的。
 (3) BC 由于氨气极易溶于水,当有少量水进入圆底烧瓶,就有大量的氨气溶解,使烧瓶内的压强减小,在大气压的作用下,烧杯中的水被压入烧瓶,形成喷泉。由于氨气溶

于水形成氨水,氨水显碱性,所以答案为BC。

(4)D N_2 、 NO 不溶于水。 NO_2 为棕色。 NH_3 溶于水,且为无色。

2.(1) NaNO_2 HI (2)①②⑤

研析 (1)由题意知反应后的产物为一氧化氮和碘单质,说明氮元素的化合价降低,碘元素的化合价升高,所以亚硝酸钠为氧化剂,氢碘酸为还原剂,发生氧化反应。

(2)根据题给信息,要鉴别亚硝酸钠与食盐,从给出的物质中选择 I^- 和 H^+ ,另外必须有水溶解,所以选①②⑤。

3.(1) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$ (氧化剂: O_2 还原剂: N_2)

$2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ (氧化剂: O_2 还原剂: NO)

$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ (氧化剂: NO_2 还原剂: NO_2)

$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (氧化剂: O_2 还原剂: NH_3)

(2)氮气 $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow[\text{催化剂}]{400\text{ }^\circ\text{C}} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

研析 (2)氮气还原一氧化氮的产物只能是 +1 与 -3 的中间价态,且无色无毒,只能为氮气。

4.(1)①21.2% (2)A

研析 (1)硫酸铵中 $\text{N}\% = \frac{2\text{N}}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \times 100\% = \frac{2 \times 14}{132} \times 100\% = 21.2\%$

(2)化肥中的 $\text{N}\%$ 为 20%, 小于 21.2%, 说明混有的物质的含氮量小于 20%, 从给出的四种物质计算(计算方法同(1)), 只有碳酸氢铵符合。

5. 制备氨气的实验方案: 用 NH_4Cl 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 加热制得; 用 NaOH 与浓氨水制得。

(1)若用未经干燥的集气瓶收集氨气, 则收集的气体体积减少, 因为氨气极易溶于水。

(2)此方法不可行, 因为加热 NH_4Cl 、 NH_4HCO_3 分解产生的气体除氨气外, 还有 HCl 、 CO_2 , 收集的气体又能发生反应。

③探究解题新思路

▲基础拓展型

题型1 有关氮的氧化物的计算

例1: 雷雨天气, 雷鸣电闪是日常生活中司空见惯的现象。假设某次雷电放出的能量约为 1.5×10^7 kJ, 在闪电过程中, 空气中的氮气和氧气直接化合。已知 1 mol O_2 和 1 mol N_2 化合时要吸收 180.7 kJ 的能量, 闪电时有 1/1 000 的能量用于这一反应。回答:

(1)此次闪电所产生的 NO 的物质的量有多大?

(2)此次雷雨闪电的生成物相当于给土壤施了多少尿素化肥?

(3)雷雨中有微量的 HNO_3 为农作物所利用, 用化学方程式解释 HNO_3 的形成

过程。

[研析] (1)依题意可知,闪电放出的能量为 1.5×10^7 kJ, 1 mol N_2 与 1 mol O_2 化合生成 2 mol NO 吸收 180.7 kJ 能量,因此,此次闪电生成的 NO 物质的量为 166 mol。

(2)由于 2 mol NO 能生成 1 mol $CO(NH_2)_2$ (氮原子守恒),则尿素的总质量为 4.98 kg,此次雷雨闪电相当于给土壤施了 4.98 kg 尿素化肥。

(3)空气中氮气在高压电作用下与氧气发生化学反应生成 NO,NO 与氧气反应转化成 NO_2 , NO_2 与雨水反应生成硝酸,生成的硝酸随雨水浇入土壤,同土壤中的矿物质作用,形成能被植物吸收的硝酸盐,使土壤从空气中吸收养分,使庄稼受益。

[答案] (1)166 mol (2)4.98 kg (3) $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$ $2NO + O_2 = 2NO_2$
 $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$

点评 氮的氧化物的有关计算是重要的计算类型,要抓住 NO 与 NO_2 的转换及 NO_2 溶于水的反应中 N 元素守恒。另外还要注意 NO_2 溶于水要逸出 NO,不要漏了。

题型 2 铜与硝酸反应的有关计算

例 2 38.4 mg 铜与适量浓硝酸反应,铜全部作用后,共收集到 22.4 mL (标准状况)气体,反应消耗的硝酸的物质的量可能是

A. 1.0×10^{-3} mol

B. 1.6×10^{-3} mol

C. 2.2×10^{-3} mol

D. 2.4×10^{-3} mol

[研析] 据题意可知,浓硝酸是适量的。开始产生的是 NO_2 气体,随着反应的进行,硝酸浓度逐渐降低,气体将由开始的 NO_2 变为 NO,22.4 mL (标况)气体应是 NO_2 和 NO 的混合物。

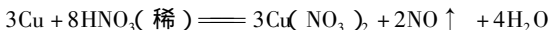
解法一 铜与硝酸的反应中,硝酸起了两个作用,即酸性和氧化性。由氮原子守恒,即反应消耗的硝酸中的氮元素在生成物中存在于 $Cu(NO_3)_2$ 、 NO_2 、NO 中,所以硝酸的物质的量等于气体的物质的量与硝酸铜物质的量的两倍之和。

$$\begin{aligned} n(HNO_3) &= n(\text{被还原的 } HNO_3) + n(\text{酸性的 } HNO_3) = n(\text{气体}) + 2n[Cu(NO_3)_2] \\ &= \frac{22.4 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} + 2 \times \frac{38.4 \times 10^{-3} \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} = 2.2 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$$

解法二 设产生 NO_2 的铜的物质的量为 a ,产生 NO 的铜的物质的量为 b



$$\begin{array}{ccc} 1 & 4 & 2 \\ a & 4a & 2a \end{array}$$



$$\begin{array}{ccc} 3 & 8 & 2 \\ b & 8b/3 & 2b/3 \end{array}$$

据题意,有关系式

$$\textcircled{1} a + b = \frac{38.4 \times 10^{-3} \text{ g}}{64 \text{ g/mol}}$$

$$\textcircled{2} 2a + 2b/3 = \frac{22.4 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}}$$

解①②得 $a = 0.45 \times 10^{-3} \text{ mol}$ $b = 0.15 \times 10^{-3} \text{ mol}$

故 $n(\text{HNO}_3) = 4 \times 0.45 \times 10^{-3} \text{ mol} + 8/3 \times 0.15 \times 10^{-3} \text{ mol} = 2.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。

答案为 C。

点评 考查铜与氧化性酸(硝酸、浓硫酸)的反应是中学常见的题型,要熟练掌握。通过对上述题目的分析,同学们要理解巧解与常规解法的区别,在以后的计算中学会用巧解法做题,可产生事半功倍的效果。

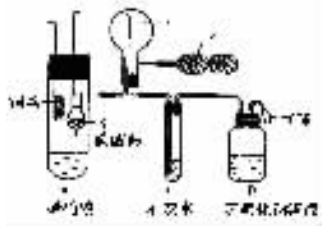
【教考动向·应用】

- 从经济效益和环境保护两个方面考虑,大量制取 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 最适宜采用的方法是
 - Cu 和浓 HNO_3 反应
 - Cu 和稀 HNO_3 反应
 - $\text{Cu} \xrightarrow{\Delta} \text{CuO} \xrightarrow{\text{稀 HNO}_3} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
 - Cu 和 AgNO_3 溶液反应
- 在一定温度和压强下,将盛有 N_2 和 NO_2 混合气体的试管倒扣在水中,经足够长的时间后,试管内气体的体积缩小为原体积的 $3/5$ 。通过计算求原混合气体中 N_2 和 NO_2 的体积比。
- 常温下 A 和 B 两种气体组成混合气体(A 的分子量大于 B 的分子量),经分析混合气体中含有氮和氢两种元素,而且,不论 A 和 B 以何种比例混合,氮和氢的质量比总大于 $14/3$ 。
 - 由此可确定 A 为 _____, B 为 _____,理由是 _____。
 - 若上述混合气体中氮和氢的质量比为 $7:1$,则在混合气体中 A 和 B 的物质的量之比为 _____;A 在混合气体中的体积百分数为 _____。

▲综合创新型

题型 1 创新应用

例 1:为了证明铜与稀硝酸反应产生一氧化氮,某校学生实验小组设计了一个实验,其装置如下图所示(加热装置和固定装置均已略去),B 为一个用金属丝固定的干燥管,内装块状碳酸钙固体,E 为一个空的蒸馏烧瓶,F 是用于鼓入空气的双连打气球。



(1)实验时,先将 B 装置下移,使碳酸钙与稀硝酸接触产生气体,当 C 处产生白色沉

定时,立即将B装置上提,使之与稀硝酸分离。该组同学设计此步骤的目的为:_____。

(2)将A中的铜丝放入稀硝酸中,给装置A微微加热,在装置A中产生无色气体,其反应的化学方程式为:_____。

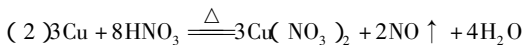
(3)装置E中开始时出现浅红棕色气体,用F向E中鼓入空气后,可观察到烧瓶E内气体颜色加深,产生上述现象的原因是:_____。

(4)一段时间后,C中的白色沉淀溶解,其原因是:_____。

(5)装置D的作用是:_____。

【研析】 碳酸钙可与稀硝酸、稀盐酸反应产生二氧化碳。铜丝放入稀硝酸产生无色的NO气体,而铜丝放入浓硝酸中则产生棕色的NO₂气体。

【答案】 (1)用碳酸钙与稀硝酸反应产生的二氧化碳排出装置中的空气



(3)CO₂密度比空气大,CO₂进入E中并未将瓶中的空气完全排尽,致使有少量的NO被氧气氧化成NO₂而出现浅红棕色;当从F中鼓入空气时,更多的NO被氧化成NO₂,故红棕色变深

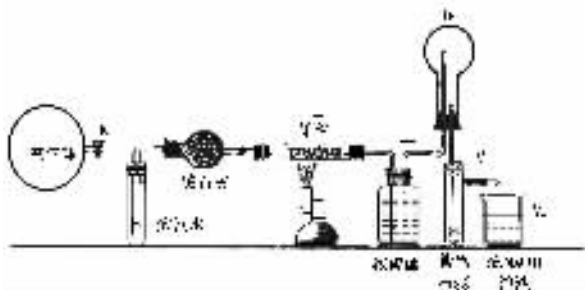
(4)NO₂在溶液中生成的HNO₃与碳酸钙反应,使沉淀溶解

(5)吸收尾气,防止污染大气

点评 对基本的反应原理解理解后,则可以灵活设计有关实验。本题的实验设计比较灵活、有新意且综合性较强,共涉及了5个化学反应。通过本题的练习,可以对CO₂、NO₂的制取及与碱反应的原理进一步强化、巩固。

题型2 开放探究

例2:某课外活动小组利用下图仪器装置和药品进行物质性质与转化关系的探究。



当将II中铂丝加热时,打开K阀使气流缓缓通过。请回答下列有关问题:

(1)如何检验该装置的气密性:_____;

(2)写出II中发生反应的化学方程式:_____;

(3)装置IV(烧杯)中的现象:_____。装置V(试管)中的

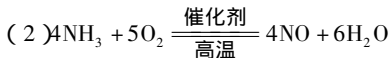
现象：_____；

(4)装置 I 与 III 都能起到干燥气体的作用，两者能否调换位置使用：_____，理由是：_____；

(5)烧杯中 NaOH 溶液的作用是：_____。

【研析】 本题为氨气与氧气反应生成一氧化氮的实验装置，检验装置气密性的方法通常可用手捂住发生装置，将导气管末端插入液体中，看是否有气泡。还可以用加热仪器加热发生装置，将导气管末端插入液体中，看是否有气泡。

【答案】 (1) 打开 K 阀，观察 VI 处有无气泡产生或关闭 K 微热 II 处，观察 VI 处有无气泡产生



(3) 产生红棕色的气体 紫色石蕊试液变红

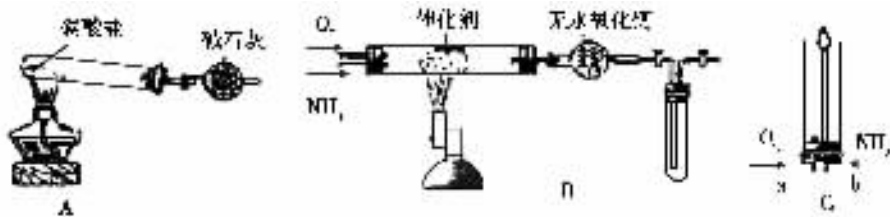
(4) 不能 浓硫酸吸收氨气，使后续反应不能进行，碱石灰也吸收 NO_2 气体

(5) 吸收尾气，防止 NO 、 NO_2 污染空气

点评 探究性实验可以拓展同学们的思路，要认真对待。通过本题的练习，对设计实验氨气被氧化、验证产物及防止污染等应有清醒的认识。

题型 3 综合渗透

例 3 资料显示“氨气可在纯氧中安静燃烧……”。某校化学小组学生设计如下装置（图中铁夹等夹持装置已略去）进行氨气与氧气在不同条件下反应的实验。



(1) 用装置 A 制取纯净、干燥的氨气，大试管内碳酸盐的化学式是_____，碱石灰的作用是_____。

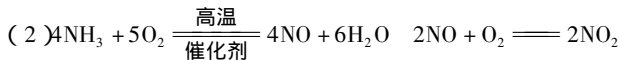
(2) 将产生的氨气与过量的氧气通到装置 B（催化剂为铂石棉）中用酒精喷灯加热，氨气催化氧化的化学方程式为：_____，试管内气体变为红棕色，该反应的化学方程式是：_____。

(3) 将过量的氧气与 A 产生的氨气分别从 a、b 两管进气口通入到装置 C 中，并在 b 管上端点燃氨气。

① 两气体通入的先后顺序是_____，理由是：_____；
② 氨气燃烧的化学方程式是：_____。

【研析】 通过加热铵盐分解产生氨气，氨气在有催化剂作用下与氧气反应得到 NO ，而在无催化剂作用下，与氧气反应得到氮气。

【答案】(1) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 或 NH_4HCO_3 吸收水和二氧化碳



(3) 先通入 O_2 后通入 NH_3 若先通入 NH_3 , NH_3 在空气中不能点燃, 逸出造成污染



点评 对同一反应, 条件不同则反应程度就会有差别。通过此题的练习, 要明确反应物的量及条件对反应是有重要影响的。

【教考动向·应用】

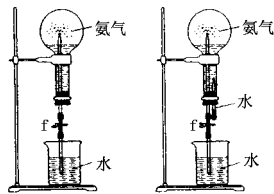
4. 制取氨气并完成喷泉实验(下图中支持装置均已略去)。

(1) 写出实验室制取氨气的化学方程式_____。

(2) 收集氨气使用_____法, 要得到干燥的氨气可选用_____做干燥剂。

(3) 用左图装置进行喷泉实验, 上部烧瓶已装满干燥的氨气, 引发水上喷的操作是_____, 该实验的原理是_____。

(4) 如果只提供右图的装置, 请说明引发喷泉的方法:_____。



④ 开拓学习新视野

▲ 教材知识拓展

[思想方法]

深刻理解质量守恒定律, 从产物的量判断反应物的量

学生在学习质量守恒定律时, 往往只熟练地背诵其文字, 而对其实质理解得不够透彻, 当然就谈不上运用自如了, 而当前出现的许多题目的命题意图都是从质量守恒定律的实质这一角度出发的。

[专题放送]

硝酸的性质与其浓度的关系

1. 浓、稀硝酸分别和紫色石蕊试液作用时, 稀 HNO_3 显酸性, 可使紫色石蕊试液变成红色; 浓 HNO_3 显酸性, 使紫色石蕊试液变成红色, 同时又显示氧化性, 微热时石蕊试液将褪色。

2. 浓硝酸和稀硝酸发生氧化还原反应时被还原的产物不同。浓 HNO_3 被还原后生成 NO_2 ，稀 HNO_3 被还原后生成 NO 。并且 HNO_3 越稀，被还原的程度越大。如： $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3(\text{极稀}) = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

3. 浓硝酸和稀硝酸的氧化性强弱不同。

硝酸浓度越大，其氧化性越强。浓 HNO_3 和稀 HNO_3 都属于氧化性酸，浓 HNO_3 的氧化性比稀 HNO_3 强。如： $3\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{S} \downarrow + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

$\text{H}_2\text{S} + 8\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

4. 硝酸与金属、低价金属氧化物、低价金属氢氧化物反应时，既显氧化性又显酸性。如： $3\text{FeO} + 10\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$

硝酸与非金属单质反应时，硝酸只显氧化性，将非金属氧化成最高价含氧酸。如： $3\text{P} + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO} \uparrow$

5. 浓硝酸和稀硝酸与铁、铝的作用不同。

Fe 和 Al 在冷的浓 HNO_3 中表面钝化而不反应。 Fe 和 Al 在稀 HNO_3 中会溶解。如： $\text{Fe}(\text{不足}) + 4\text{HNO}_3(\text{稀}) = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Fe}(\text{过量}) + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

6. 浓硝酸在反应过程中，还原产物可能发生变化。

在浓 HNO_3 参加的反应中，先有 NO_2 生成，随着反应的进行， HNO_3 变稀后，又会有 NO 生成。

例1 25.6 mg Cu 跟含有 1.4×10^{-3} mol 的浓硝酸恰好完全反应，反应完毕后收集到的气体在标况下体积为

A. 7.84 mL B. 13.44 mL C. 15.68 mL D. 17.92 mL

【研析】 在浓 HNO_3 与 Cu 的反应过程中，浓 HNO_3 会变稀，稀 HNO_3 和 Cu 反应生成 NO ，反应所得气体为 NO 和 NO_2 的混合气，根据氮原子的物质的量守恒有：

$$n(\text{混}) = n(\text{NO}) + n(\text{NO}_2) = n(\text{HNO}_3) - 2 \times n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = n(\text{HNO}_3) - 2 \times n(\text{Cu}) \\ = 1.4 \times 10^{-3} - 25.6 \times 10^{-3} \times 2/64 = 6 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

气体的体积是 $6 \times 10^{-4} \times 22.4 \times 10^3 = 13.44 (\text{mL})$ ，答案为 B。

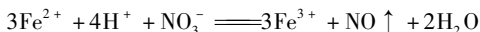
7. 溶液的性质不同， NO_3^- 的氧化性强弱不同。

在碱性或中性溶液中，一般 NO_3^- 不表现氧化性。在较强的酸性溶液中， NO_3^- 显示强氧化性，当溶液中存在 H^+ 和 NO_3^- 时，还原性离子（如 Fe^{2+} 、 I^- 、 S^{2-} 等）不可能存在。这一点要引起注意！

例2 往浅绿色的硝酸亚铁溶液中，逐滴加入稀盐酸，溶液的颜色应

A. 变浅 B. 不变 C. 变深 D. 变成棕黄色

【研析】 加入盐酸提供了酸性条件，使 NO_3^- 显示强氧化性，发生反应：



故答案为 CD。

▲考题在线搜索

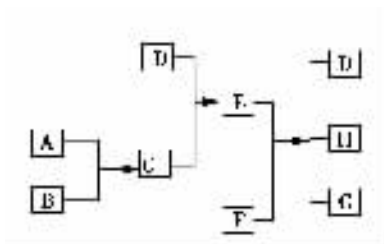
考题1 同温同压下,两个等体积的干燥的圆底烧瓶中分别充满① NH_3 ,② NO_2 ,进行喷泉实验。经充分反应后,瓶内溶液的物质的量浓度是

- A. ① > ② B. ② < ① C. ① = ② D. 不能确定

【研析】 设烧瓶的容积为 $V\text{ L}$, $V\text{ L NH}_3$ 全部溶于水,形成的溶液的体积为 $V\text{ L}$; $V\text{ L NO}_2$ 完全反应后,生成 $(1/3)V\text{ L NO}$ 气体,形成溶液的体积为 $(2/3)V\text{ L}$,从 N 原子守恒分析,也有 $(2/3)V\text{ L NO}_2$ 转化为 HNO_3 。所以两溶液的物质的量浓度相同。答案为 C。

【点评】 通过上述例题的分析,当溶于水的气体的体积(标准状况下)与其形成的溶液的体积相同时,所得的不同溶液的物质的量浓度相同。同时运用原子守恒解题可以使得解题步骤更简便。

考题2 (2005 全国高考)已知 A、B、C、D 为气体,E、F 为固体,G 是氯化钙,它们之间的转化关系如下图:



(1) D 的化学式(分子式)是 _____, E 的化学式(分子式)是 _____;

(2) A 和 B 反应生成 C 的化学方程式是 _____;

(3) E 和 F 反应生成 D、H、G 的化学方程式是 _____。

【研析】 由 G 是氯化钙,知 E、F 中一种含钙另一种含氯,而 C、D 为气体,生成固体的 E,再综合分析, E 只能为 NH_4Cl , D 为 NH_3 , C 为 HCl , A、B 为 H_2 、 Cl_2 , F 含钙元素,且与 E 生成 NH_3 , 则 F 为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

【答案】 (1) NH_3 NH_4Cl

(2) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$

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

点评 框图题是考查思维能力和分析能力的常见题型。解此类题必须熟悉各元素化合物的性质,才能根据条件进行深入分析综合判断,得出结论。

【拓展·应用】

1. HNO_3 是极其重要的化工原料。工业上制备 HNO_3 采用 NH_3 催化氧化法,并将中间产生的 NO_2 在密闭容器中多次循环用水吸收。

工业上用水吸收二氧化氮生产硝酸,生成的气体经过多次氧化、吸收的循环操作,使其充分转化为硝酸(假定上述过程中无其他损耗)。

①试写出有关反应的化学方程式。

②设循环操作的次数为 n ,试写出 $\text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$ 转化率与循环操作的次数 n 之间关系的数学表达式。

③计算一定量的 NO_2 气体要经过多少次循环操作,才能使 95% 的 NO_2 转变为硝酸?

2. A 是氮、氢两种元素组成的化合物。A 与氨结构之间的关系类似于过氧化氢和水结构之间的关系。一个 A 分子含两个氮原子。请填写以下空白:

(1) A 的分子式是_____。

(2) A 的水溶液呈_____ (填酸、碱、中)性,1 mol A 最多可与_____ mol HCl 发生中和反应形成正盐。写出形成的盐中含有氮原子的离子的电子式_____。

(3) A 在氧化还原反应中也与过氧化氢相似,既可做氧化剂,又可做还原剂。请从化合价的角度分析产生这种情况的原因:_____。

▲多彩化学漫步

[趣味化学]

中学化学是一门以实验为基础的学科,老师不仅仅应该传授和培养学生的实验技能,还应用一些趣味实验来引发学生的学习兴趣,激发学生探究知识的欲望与积极性。下面介绍磷、氨的两个趣味小实验以飨广大师生朋友。

一吹即燃的蜡烛

将蜡烛芯散开,滴进溶有白磷的二硫化碳溶液,因为二硫化碳极易挥发,可以长吹一口气使其挥发速度加快,当二硫化碳挥发完以后,在蜡烛芯上只留下白磷,白磷在受到轻微摩擦或被加热到 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 时自燃,从而将蜡烛引燃。在这个趣味实验中体现了白磷和红磷物理性质上的两个重要区别:①着火点(白磷 $40\text{ }^\circ\text{C}$,红磷 $240\text{ }^\circ\text{C}$)②溶解性(白磷易溶于二硫化碳,而红磷不溶于二硫化碳)。在教学过程中可以利用这一奇特的现象,引发学生浓厚的学习兴趣,让学生带着问题去学习磷单质的相关性质,在解决问题的同时也掌握了知识。课堂气氛相对轻松活泼,有利于学生的学习。

隐形墨水

取一张白纸,用酚酞试剂写一封信,晾干后放在盛有浓氨水的试剂瓶口熏,立即显示出红字迹。放在通风处,稍等一会儿又变成无色。可以反复若干次。在学习氨的相关性质的时候,可通过这一小小的趣味实验激发同学们获取答案的渴望,然后带着问题去阅读教材,在找到答案的同时也就获得了知识。

汽车尾气净化催化剂——三效催化剂

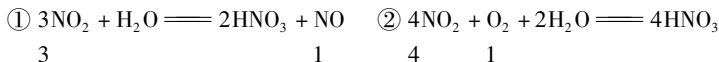
汽车尾气的主要有害成分是碳氢化合物、一氧化碳(CO)、氮氧化合物(NO_x)。这三种物质对人体都有毒害作用,其中碳氢化合物及NO_x在阳光及其他适宜条件下还会形成光化学烟雾,危害更大。消除汽车尾气的方案之一是在汽车上安装催化转化器,使尾气中的有害气体转化为无害气体。转化器中的催化剂已研制成功多种,近年来出现的效率较高的一种为三效催化剂,英文名为 Three - Way Catalyst,简称 TWC。它的特性是能同时净化上述三种有害成分。现在应用的 TWC 大部分是以多孔陶瓷为载体,再附着上活化涂层,最后用浸渍的方法吸附活性成分。该活性成分主要采用贵金属铂、钯、铑等,由于贵金属资源少,价格高,各国科学家都在致力于研究经济上和技术上都可行的稀土/钯三效催化剂,预计这种催化剂将有很好的应用前景。

[答案及解析研读]

【 教考动向 · 演练 】

1. A 应为 N₂ 作保护气。
2. A
3. A 性质是由结构决定的。
4. C NO 的分子量 30 与空气的平均分子量 29 非常接近,若用排空气法,是无法排干净的,NO 不溶于水,所以可用排水法收集。

5. A 设试管的体积为 V



$$\frac{1}{2}V \qquad \qquad \frac{1}{6}V \qquad \frac{1}{2}V \qquad \frac{1}{8}V$$

③ HCl 可溶于水而 N₂ 不溶于水 ④ 两者均不溶于水

$$\text{所以 } H_1 = \frac{\frac{1}{2}V - \frac{1}{6}V}{S} = \frac{\frac{1}{3}V}{S} \quad H_2 = \frac{\frac{1}{2}V + \frac{1}{8}V}{S} = \frac{\frac{5}{8}V}{S}$$

$$H_3 = \frac{1}{2}V \quad H_4 = 0。$$

6. C 当溶液的密度小于 H₂O 的密度时,与水等体积混合时,所得溶液的质量分数小于原来的一半。
7. C 浓盐酸有挥发性,才可与 NH₃ 反应生成 NH₄Cl 白色固体。
8. BD CO₂ + 2NaOH = Na₂CO₃ + H₂O 使烧瓶内的压强大大降低,产生压强差,从而形成喷泉。
9. BD 若单质为金属,而且是 +x 价,会结合 x 个 NO₃⁻,则根据化合价升降相等,有等式 (4-x)×(5-4)=x, x = +2; 若单质为非金属,有等式 4×(5-4)=1×x, x = +4。
10. C 由题意可知 Cu 发生了反应,溶液中有 H⁺、NO₃⁻、Cu 不共存,能发生反应,其余均

不与 Cu 反应。

11. C

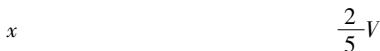
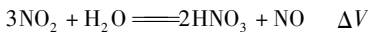
12. A NO₂ 是造成光化学烟雾的主要因素。

【教考动向·应用】

1. C A、B 都产生污染环境的气体 NO₂、NO ;D 中 Cu 与 AgNO₃ 反应能产生重金属 Ag ,造成环境污染 ;C 中消耗的 HNO₃ 少且不产生污染环境的气体。

2. 2:3

研析 设试管的体积为 V

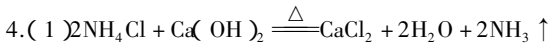


$$x = \frac{3}{5}V \quad V(\text{N}_2) = \frac{2}{5}V$$

$$V(\text{N}_2) : V(\text{NO}_2) = 2:3$$

3. (1) 因为混合气体中含有氮和氢两种元素 ,所以 A、B 气体有以下可能 :N₂、H₂、NH₃。而 NH₃ 中氮和氢的质量比为 14/3 ,又由题意可知 ,不论 A 和 B 以何种比例混合 ,氮和氢的质量比总大于 14/3 ,且 A 的分子量大于 B 的 ,所以 A 为 N₂ ,B 为 NH₃。设 A 为 x mol ,B 为 y mol ,则有 :

$$(2x \times 14 + 14y) : 3y = 7:1 \quad x : y = 1:4 \quad u(\text{A}) = 1:5 = 20\%$$

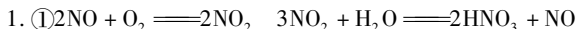


(2) 向下排空气 碱石灰(不能用浓 H₂SO₄ ,因为 NH₃ 与浓 H₂SO₄ 反应生成 (NH₄)₂SO₄)

(3) 打开夹子 f NH₃ 极易溶于水 ,使烧瓶内的压强大大降低 ,产生压强差 ,从而形成喷泉

(4) 挤压胶头滴管 ,使水进入烧瓶 ,然后打开夹子 f

【拓展·应用】



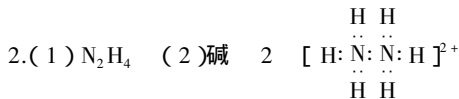
② 设起始时的物质的量为 1 mol ,经过 n 次循环后生成 HNO₃ 的物质的量为 :

$$S_n = (2/3) + (2/3) \times (1/3) + (2/3) \times (1/3)^2 + (2/3) \times (1/3)^3 + \dots + (2/3) \times (1/3)^{n-1}$$

经等比数列求和得 $S_n = 1 - (1/3)^n$

因此 ,NO₂ → HNO₃ 的转化率为 $[1 - (1/3)^n] / 1 \times 100\%$

③ $[1 - (1/3)^n] / 1 \times 100\% = 95\%$,因此 $n = 2.6 \approx 3$,要经过 3 次循环操作才能使 95% 的 NO₂ 转化为 HNO₃。



(3) N_2H_4 中 N 呈 -2 价, 处于氮元素的中间价态, 故既可做氧化剂又可做还原剂

第 3 节 硫的转化

① 感悟课标新理念

▲ 课程学习目标

[课标要求]

1. 了解自然界中不同价态硫元素的转化。
2. 掌握硫单质、二氧化硫的主要性质。
3. 了解酸雨的形成及防治。

[重点难点]

学习重点

硫单质、二氧化硫的主要性质

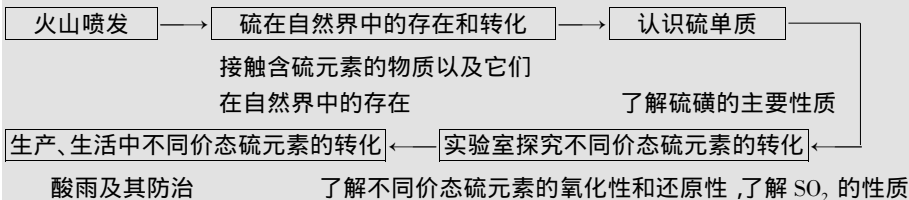
学习难点

不同价态硫元素的转化

▲ 教材脉络梳理

对于硫及其化合物, 教材突出了“不同价态硫元素”及“硫的转化”的观点, 从硫在自然界中的存在和转化, 以及硫的转化在工业生产和环境保护中应用的角度出发, 介绍硫及其化合物的有关知识。从硫在自然界中的存在和转化, 到在实验室里实现含有不同价态硫元素物质的相互转化, 再到硫的转化在工业生产和环境保护中应用和体现, 这样多角度、多层面的介绍有利于提高同学们对化学的理解力。

内容框架为:



▲学习背景探索

硫酸工业的生产历史

我国国内早期的炼金士们曾用绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)来制备硫酸。公元7世纪,我国古代炼丹家们曾利用胆矾来制备硫酸。他们首先设法除去胆矾($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)中的水,然后使之分解产生气体,将产生的气体溶于水便制得硫酸。

国际上,17世纪,炼金士勒·菲伏尔(N. L. Fever)和药剂师勒梅里(N. Lemery)采用一种类似钟罩的装置,在其中燃烧硫黄并混入硝石,顺利地制得硫酸。1740年,瓦尔特(J. Ward)在伦敦附近建立了第一座生产硫酸的工厂,该厂将硫黄和硝石的混合物置于铁容器里加热,将产生的气体导入一个大玻璃瓶里用水吸收而制得硫酸。1831年,菲利浦(P. Philips)把硫黄装入内部镶有铂催化剂的瓷管里加热,并通入足量的空气与其反应,最后将生成的 SO_3 溶于水制得了硫酸。这就是接触法制硫酸的雏形。后来,人们对这种方法进行了改进,如用钒代替铂催化剂,用氧气代替空气等,使这种方法的效率大大提高。

注:瓦尔特(J. Ward),英国医生;菲利浦(P. Philips),英国人。

编者组编

②研习教材重难点

研习点1 自然界中的硫

【温故·知新】

初中我们已学了硫酸,初步了解了硫的有关性质,现回顾如下:

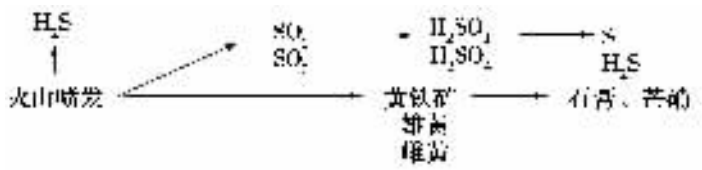
纯净的硫酸是无色、粘稠、油状的液体,不容易挥发。常用的浓硫酸中硫酸的质量分数是98%,密度是 1.84 g/cm^3 。浓硫酸有吸水性,通常可做干燥剂。浓硫酸溶于水放出大量热,稀释浓硫酸时,一定要把浓硫酸沿着器壁慢慢地注入水里,并不断搅动,使产生的热量迅速扩散,切不可把水倒进浓硫酸里。

稀硫酸具有酸的通性,可以与金属、金属氧化物、碱、盐反应,可以使紫色石蕊变红色。

1. 自然界中不同价态硫元素间的转化

(1) 硫以游离态和化合态广泛存在于自然界中

(2) 转化关系:



2. 认识硫单质

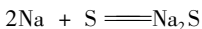
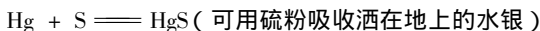
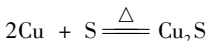
(1) 物理性质

硫单质俗称硫磺。通常状况下,它是一种黄色或淡黄色的固体,很脆,易研成粉末;不溶于水,微溶于酒精,易溶于二硫化碳,熔点和沸点都不高。

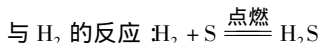
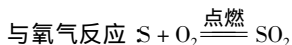
(2) 化学性质

硫常见的价态有-2、+4、+6,单质硫处于中间价态,所以硫既有氧化性又有还原性。

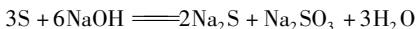
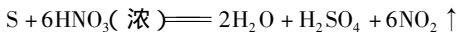
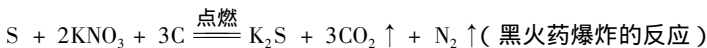
① 与金属反应



② 与非金属反应



③ 与化合物的反应



(3) 硫的用途:

主要用于制造硫酸、化肥、火柴、杀虫剂等,还用于制造火药、烟花爆竹等。

【发散·探讨】

实验1 硫是黄色或淡黄色固体,受热时,逐渐熔化为液体,最后变成气体。由此你得出何结论?

(点拨 硫是黄色或淡黄色固体,受热时,逐渐熔化为液体,最后变成气体。说明硫的熔点和沸点较低。)

实验2 用灼热的玻璃棒触及铁和硫的混合物,呈红热时移开玻璃棒,有何现象?说明什么问题?

(点拨 用灼热的玻璃棒触及铁和硫的混合物,呈红热时移开玻璃棒,反应继续,并保持红热状态,生成黑色物质。说明铁和硫能反应,并放出大量的热。因为硫单质为非金属单质,能与铁等金属反应,表现氧化性。另外硫元素的化合价处于中间价态,又能与氧气等氧化剂反应,具有一定的还原性。)

实验3 硫与纯氧反应,产生蓝紫色火焰。硫在空气中燃烧,火焰为淡蓝色。思考:为什么在纯氧和空气中火焰颜色不同?

(点拨 硫在纯氧中燃烧,由于氧气的浓度大,反应剧烈,产生蓝紫色火焰。硫在空气中燃烧,由于空气中氧气的浓度相对较低,反应较慢,所以火焰为淡蓝色。)

【迁移·体验】

例1:下列说法不正确的是

- A. 硫是一种淡黄色的能溶于水的晶体
- B. 硫的化合物常存在于火山喷发的气体中和矿泉水中
- C. 单斜硫和斜方硫都是硫单质
- D. 硫在空气中燃烧的产物是 SO_2 ,在纯氧气中的燃烧产物是 SO_3

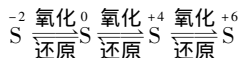
【研析】因为硫不溶于水,所以A不正确。B、C的叙述都正确。硫在纯氧中燃烧的产物也是 SO_2 。答案为AD。

【教考动向·演练】

1. 下列实验中,能观察到明亮的蓝紫色火焰的是
 - A. S 在空气中燃烧
 - B. H_2 在 O_2 中燃烧
 - C. S 在 O_2 中燃烧
 - D. Cu 在 S 蒸气中燃烧
2. 不能由单质直接化合而制得的物质有
 - A. SO_2
 - B. SO_3
 - C. H_2S
 - D. HCl
3. 实验室水银不慎洒在桌上,正确的处理方法是
 - A. 用硫粉盖住
 - B. 立即扫除掉
 - C. 立即洒水
 - D. 用沙土盖住

研习点2 实验室里不同价态硫元素间的转化

1. 转化关系



2. SO_2 的性质

(1) 物理性质

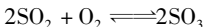
通常状况下 SO_2 是无色、有刺激性气味的有毒气体,1 体积水大约能溶解 40 体积 SO_2 。

(2) 化学性质

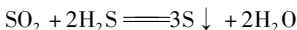
① SO_2 是酸性氧化物,是 H_2SO_3 的酸酐,具有酸性氧化物的通性。

SO_2 溶于水生成 H_2SO_3 : $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$

② SO_2 的还原性



③ SO_2 的氧化性



④ SO_2 的特性——漂白性:将 SO_2 通入品红溶液后,品红溶液红色很快褪去变为无色溶液,当加热时无色溶液又变为红色。

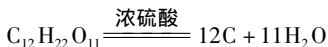
漂白的原理 SO_2 能跟某些有色物质反应生成不稳定的无色物质,该无色物质在加热或久置后容易分解,恢复原来有色物质的颜色。

3. 浓硫酸的特性

浓 H_2SO_4 有三大特性: 吸水性、脱水性、强氧化性。

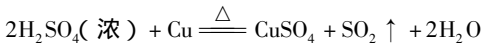
(1) 吸水性: 可用浓硫酸做干燥剂。

(2) 脱水性: 浓硫酸能从有机物中将 H 、 O 两元素按 H_2O 的组成脱去。



(3) 强氧化性

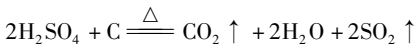
A. 与金属反应



实验现象: 产生无色有刺激性气味的气体和蓝色溶液

铁、铝在常温下与浓硫酸接触, 在表面形成一层致密的氧化物保护膜(通常叫钝化), 而阻止继续反应, 所以, 常温下, 可以用铁、铝容器盛运浓硫酸。

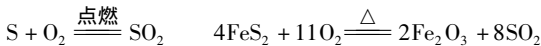
B. 与碳的反应



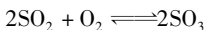
与还原性化合物的反应: H_2S 、 HI 、 HBr 等物质的还原性较强, 它们都能与浓 H_2SO_4 发生氧化还原反应, 因此, 实验室中不能用浓 H_2SO_4 来制取 H_2S 、 HI 、 HBr 等。

4. H_2SO_4 的工业制备

(1) 含硫矿石燃烧生成 SO_2

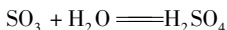


(2) SO_2 氧化成 SO_3



条件: $450\text{ }^\circ\text{C}$, $101.3 \sim 202.7\text{ kPa}$, V_2O_5 做催化剂

(3) SO_3 的吸收



【领悟·整合】

通常不用水吸收 SO_3 , 而用 98.3% 的硫酸吸收 SO_3 。因为用水吸收 SO_3 易形成酸雾并且吸收不充分, 吸收速度也慢。

【发散·探讨】

(1) 往 SO_2 的溶液中滴入几滴紫色的石蕊试液有什么现象? 为什么?

(点拨: 往 SO_2 的溶液中滴入几滴紫色的石蕊试液, 溶液变红, 因为 SO_2 溶于水后形成的溶液呈酸性。注意: SO_2 不能漂白石蕊溶液。)

(2) 课本实验: 在硫黄、 SO_2 和 H_2SO_4 这三种物质中, 硫元素的化合价分别为 0、+4、+6。设计实验, 探究这三种价态硫元素间的相互转化。

(点拨: 探究 0、+4、+6 这三种价态硫元素间的相互转化要注意: 设计实验要依据氧化还原反应规律, 寻找合适的氧化剂或还原剂。氧化剂通常有酸性 KMnO_4 溶液、氯水、

硝酸、氯气等 还原剂通常有 H_2S 、 KI 、金属单质等。)

【迁移·体验】

例2 H_2S 中 S 的化合价为 S 元素化合价的最低价态 -2 价 因此具有较强的还原性。 H_2S 能被 O_2 氧化成 S 或 SO_2 :

当 O_2 不足时 发生反应 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$;

当 O_2 过量时 发生反应 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

现有标准状况下 H_2S 和 O_2 的混合气体 100 mL 经点燃后反应至完全 所得气体经干燥后 恢复到原来状况时体积为 10 mL 该 10 mL 气体可能是

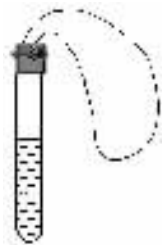
A. H_2S 、 SO_2 B. O_2 C. H_2S D. SO_3

【研析】 此题看起来较复杂 但结合选项看 不必计算就可以选出答案。 SO_2 与 H_2S 不能共存 所以 A 不可能 若只剩余 O_2 说明 O_2 过量 则产物只能是 SO_2 体积必定大于 10 mL 故 B 不可能 要生成 SO_3 必须有催化剂 所以 D 不可能。答案为 C。

例3 某学校课外活动小组利用下图所示装置分别做如下实验 :

(1) 在试管中注入某红色溶液 加热试管 溶液颜色逐渐变浅 冷却后恢复红色 则原溶液可能是_____溶液 加热时溶液由红色逐渐变浅的原因是_____。

(2) 在试管中注入某无色溶液 加热试管 溶液变为红色 冷却后恢复无色 则此溶液可能是_____溶液 加热时溶液由无色变为红色的原因是_____。



【研析】 此题考查了学生由实验现象判断实验原理的逆向思维能力。首先要弄清实验的装置为一封闭的体系 受热时 有气体从溶液中逸出进入气球 导致溶液颜色的变化 冷却后 逸出的气体又溶解在溶液中 得到原来溶液 恢复到原来溶液的颜色。另外要注意溶液颜色的变化 能使溶液在红色和无色之间变化的物质在中学阶段最常见的是酚酞和品红。导致酚酞溶液在无色和红色之间变化的气体是碱性气体 即氨气 导致品红溶液在无色和红色之间变化的气体是 SO_2 。

【答案】 (1) 稀氨水和酚酞 稀氨水中的 NH_3 逸出 所以溶液的颜色变浅 (2) 溶有 SO_2 的品红 SO_2 气体逸出 品红溶液恢复红色

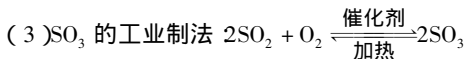
【发散·探讨】

在前面的学习中 同学们了解了 SO_2 和浓硫酸的部分性质 在这里补充 SO_3 的性质。

(1) 物理性质 无色、易挥发的晶体 熔点 16.8°C 沸点 44.8°C 易溶于水。

(2) 化学性质：

具有酸性氧化物的通性，如与水反应制备硫酸 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ ，与碱性氧化物或碱都能生成硫酸盐。



【教考动向·演练】

4. 有关 SO_2 的说法错误的是

- A. SO_2 通入 Na_2SO_3 或 NaHCO_3 溶液中都能发生反应
- B. SO_2 能使品红溶液褪色是因为它有氧化性
- C. 给已被 SO_2 褪色的品红溶液加热，可恢复原来的颜色
- D. SO_2 和 O_2 混合加热，可生成 SO_3

5. 为了除去 CO_2 中含有的少量 SO_2 气体，可以使气体通过

- A. Na_2CO_3 溶液
- B. H_2SO_4 溶液
- C. NaHCO_3 溶液
- D. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液

6. 鉴别稀 H_2SO_4 和浓 H_2SO_4 既简单又可靠的方法是()

- A. 加酚酞试液
- B. 与铜反应
- C. 加 BaCl_2 溶液和硝酸
- D. 用玻璃棒各蘸一点滴在纸上

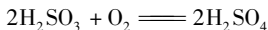
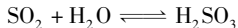
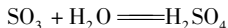
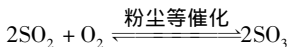
研习点 3 酸雨及其防治

1. 形成酸雨的主要原因

氮的氧化物、硫的氧化物随雨水降落到地面就成为酸雨。

2. 大气中 SO_2 的来源

大气中的 SO_2 主要来自煤和石油等化石燃料的燃烧、含硫矿石的冶炼和硫酸工业等产生的废气。形成酸雨时，主要发生如下反应：



3. 酸雨给人类造成的危害

酸雨严重威胁着生态环境。酸雨会使湖泊的水质变酸，导致水生生物死亡；酸雨浸渍土壤，会使土壤变得贫瘠；长期的酸雨侵蚀会造成森林大面积死亡；酸雨危害人体的健康。

4. 酸雨的防治方法

(1) 从实际情况出发，对酸性物质的排放加以控制；

(2) 改变能源结构，开发利用氢能、风能、太阳能等清洁能源，从根本上解决问题。

【发散·探讨】

1. 某居民区附近有一火力发电厂,由于防范措施不好,导致空气中 SO_2 含量较高,给居民的身心健康及生活造成很大影响。请你根据所学知识,帮助电厂找出减少 SO_2 排放的具体措施。

(点拨:火力发电厂减少 SO_2 的排放可以从以下几点入手:①将原煤脱硫处理;②将石灰和含硫煤混合,将硫转化成硫的化合物;③将含二氧化硫的气体吸收,变废为宝,加以利用。另外,从综合治理的角度考虑,还可以从调整能源结构,发展清洁能源(如发展水力发电和核电站、发展内燃机代替燃煤),加强绿化、植树造林等减少 SO_2 的排放量,加强 SO_2 的吸收。)

2. 某著名石窟的古代雕像腐蚀、风化得很严重,请你根据所学知识,分析应采取什么办法来保护暴露在大气中的石雕、石刻及历史建筑。

(点拨:保护暴露在大气中的石雕、石刻及历史建筑的方法:①严格控制附近 SO_2 及氮氧化物的排放;②在石雕、石刻及建筑物表面涂盖防护层保护膜。)

【迁移·体验】

例4:你认为减少酸雨产生可采取的措施是下列中的

①用煤作燃料②把工厂烟囱造高③燃料脱硫④在已酸化的土壤中加入石灰⑤开发新能源

A. ①②③ B. ②③④⑤ C. ③⑤ D. ①③④⑤

【研析】煤和石油的大量使用是酸雨形成的主要原因,燃料脱硫和开发新能源都是减少酸雨的有效措施。而把工厂的烟囱造高,并不能减少 SO_2 的排放总量,只是排到别的地区或国家罢了。在已酸化的土壤中加入石灰则是酸雨后的措施,与题意不符。答案为 C。

【教考动向·演练】

7. 已知 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体在水中存在下列溶解平衡: $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ 。

火力发电厂燃烧煤的废气中,往往含有 SO_2 、 O_2 、 N_2 、 CO_2 等。为了除去有害气体 SO_2 并变害为宝,常以粉末状的碳酸钙或熟石灰的悬浊液洗涤废气,反应产物为石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。

(1) 写出上述两个反应的化学方程式:

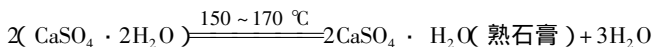
① SO_2 与 CaCO_3 粉末反应 _____ ; ② SO_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 悬浊液反应 _____ 。

(2) 试说明用熟石灰的悬浊液,而不用澄清石灰水洗涤废气的理由 _____ 。

研习点4 几种重要的硫酸盐

1. 石膏

性质:一种结晶水合物,带两个结晶水的 CaSO_4 叫石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),通常为白色固体,微溶于水。



应用 制作各种模型及医疗上用的石膏绷带,水泥厂用它来调节水泥的凝结速度,豆腐制作过程中用它做凝固剂。

2. 硫酸钡(BaSO_4)

性质 非常稳定,不溶于水,不溶于酸,对X射线有阻抑作用。

应用 用作钡餐、白色颜料及检验 SO_4^{2-} 的存在。

【领悟·整合】

熟石膏用于制作各种模型及医疗上用的石膏绷带的原理:将熟石膏与水混合成糊状物很快凝固,重新变成石膏,方程式为 $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ 。

【发散·探讨】

1. 某医生在给病人做“钡餐”时因硫酸钡用完,就临时用碳酸钡代替,请你分析其结果及原因。

(点拨:用碳酸钡代替硫酸钡做“钡餐”的结果是病人中毒或死亡。因为碳酸钡虽然不溶于水,但能溶于酸,其反应方程式: $\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。人的胃液中有盐酸,若服用碳酸钡,会与胃中的盐酸反应生成有毒的可溶性钡盐,能致人中毒或死亡,所以碳酸钡不能代替硫酸钡做“钡餐”。)

2. 了解几种硫酸盐

名称	俗名	化学式
硫酸钙	熟石膏	$2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	生石膏	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
硫酸铝钾	明矾	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
硫酸锌	皓矾	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
硫酸铜	胆矾、蓝矾	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
硫酸亚铁	绿矾	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
硫酸钠	芒硝	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
硫酸钡	重晶石	BaSO_4

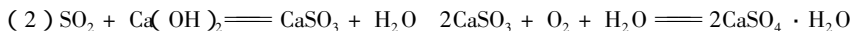
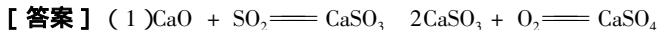
【迁移·体验】

例5(1)为防止酸雨,降低燃烧时向大气排放的气体中 SO_2 含量,工业上将生石灰和含硫的煤混合,请写出煤燃烧时有关“固硫”(不使硫化物进入大气)反应的两个化学方程式:_____。

(2)某有色金属冶炼厂排放的废气中含 SO_2 ,先用石灰浆吸收 SO_2 ,然后利用空气中的 O_2 将产物继续氧化成石膏,写出反应的两个化学方程式:_____。

【研析】解答本题要考虑 SO_2 为酸性氧化物,可与碱性氧化物(CaO)、碱

[Ca(OH)₂] 反应。另外, +4 价 S 具有还原性, 可被氧化成 +6 价的 S。



【教考动向·演练】

8. 鉴别纯碱(Na₂CO₃)、石灰石(CaCO₃)、芒硝(Na₂SO₄ · 10H₂O)、石膏(CaSO₄ · 2H₂O) 四种固体物质, 下列试剂中应选用

- A. NaOH 溶液 B. 水、盐酸 C. 硝酸 D. BaCl₂ 和硝酸混合液

▲教材【练习与活动】答案

1. (1) AB 硫单质俗称硫黄, 是一种黄色或淡黄色的固体, 很脆, 易研成粉末, 不溶于水, 微溶于酒精, 易溶于 CS₂, 熔点和沸点都不高。

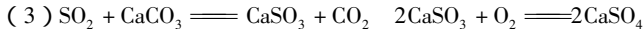
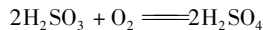
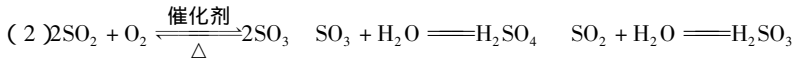
(2) B SO₂ 无色, 有刺激性气味, 有毒。

(3) B (4) D (5) B SO₂ 可以使品红溶液褪色, SO₂、CO₂ 都能使紫色石蕊溶液变红。

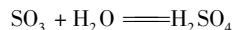
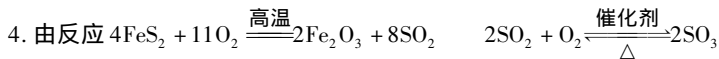
(6) C 煤和石油含有硫元素, 这些燃料燃烧时除了产生 CO₂ 外, 还会产生 SO₂, 排放到空气中的 SO₂ 在 O₂ 和 H₂O 的共同作用下, 形成酸雾, 随雨水降落就成为酸雨。



3. (1) 因为废气中含有 SO₂, SO₂ 是有刺激性气味的有毒气体, 对环境造成污染, 形成酸雨。酸雨给人类带来种种灾害, 严重威胁生态环境。酸雨会使湖泊的水质变酸, 导致水生生物死亡, 酸雨浸渍土壤, 会使土壤变得贫瘠, 长期的酸雨侵蚀会造成森林大面积死亡, 酸雨对人体健康也有直接影响, 如酸雨渗入地下可使地下水中重金属元素的含量增加, 饮用这样的水会危害人体健康。



(与碱溶液脱硫的方法相比, 用石灰脱硫的优点是: 原料石灰廉价、易得, 所得产物为 CaSO₄, 可生产石膏(CaSO₄ · 2H₂O) 变废为宝, 充分利用原料。不足是: 用石灰脱硫, CaCO₃ 在水中溶解度小, 与 SO₂ 反应较缓慢。)

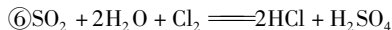
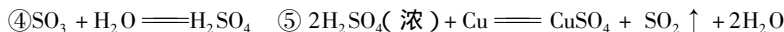
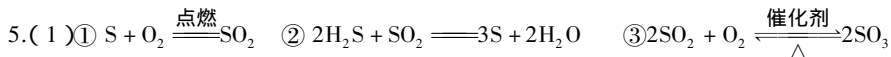


120 2 × 98

1t × (1 - 25%) × (1 - 2%) m × 98%

$$m = 1.225 \text{ t}$$

答:该矿石 1 t 可制得 98% 的浓 H_2SO_4 1.225 t。



(2) S 的物理性质:淡黄色或黄色的固体,很脆,不溶于水,微溶于酒精,易溶于 CS_2 ,熔点和沸点较低。S 的化学性质:既有氧化性又有还原性。S 的用途:制造 H_2SO_4 、化肥、火柴及杀虫剂,还用于制造火药、烟花爆竹等。

SO_2 的性质:无色、有刺激性气味的气体,既有氧化性又有还原性。 SO_2 的用途:具有杀菌作用,可做消毒剂和防腐剂,用于杀灭地下室、地窖、酒桶、发酵桶中的霉菌。

其他略,请同学们自己总结。



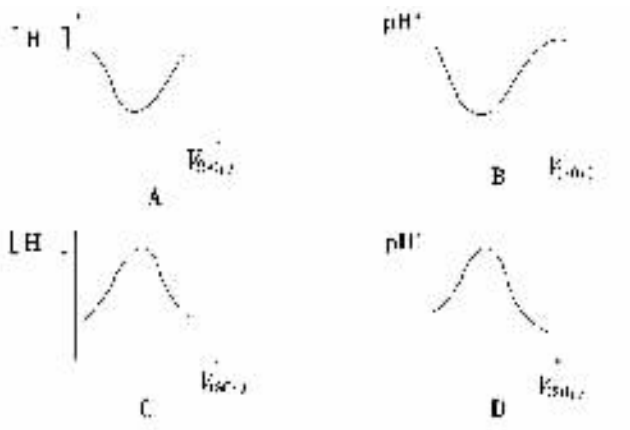
(4) BaSO_4 天然矿物称重晶石,无色斜方晶体或白色无定形粉末,密度 4.50 g/cm^3 ,熔点 $1580 \text{ }^\circ\text{C}$,几乎不溶于水、乙醇、酸,溶于热浓硫酸中,干燥易结块。用作白色颜料、纸和橡胶等的填充剂,X 光透视肠胃时的药剂(钡餐)等。

③ 探究解题新思路

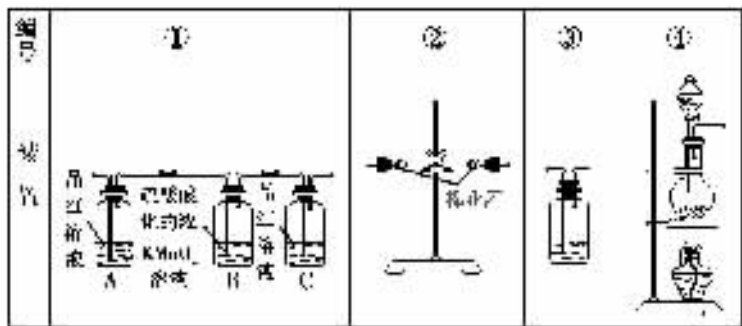
▲ 基础拓展型

题型 1 SO_2 与 H_2S 反应的计算

例 1 室温下,向饱和 H_2S 溶液中通入过量的 SO_2 气体,溶液中的氢离子浓度或 pH 变化曲线图正确的是



(2) 试用下图所列各装置设计一个实验,来验证上述反应所产生的各种产物。



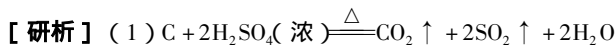
这些装置的连接顺序(按产物气流从左至右的方向)是(填装置的编号)

_____ → _____ → _____ → _____。

(3) 实验时可观察到装置①中 A 瓶的溶液褪色, C 瓶的溶液不褪色。A 瓶溶液的作用是 _____, B 瓶溶液的作用是 _____, C 瓶溶液的作用是 _____。

(4) 装置②中所加的固体药品是 _____, 可验证的产物是 _____, 确定装置②在整套装置中位置的理由是 _____。

(5) 装置③中所盛溶液是 _____, 可验证的产物是 _____。



(2) ④ ② ① ③

(3) 验证产物气流中有 SO_2 将产物气流中 SO_2 全部氧化吸收 确认产物气流中 SO_2 已被 B 瓶溶液全部吸收

(4) 无水硫酸铜(或变色硅胶) 水蒸气 由于产物气流通过①、③时会带出水汽, 所以②必须在①、③之前

(5) 澄清石灰水(或其他合理答案) CO_2 (二氧化碳)

点评 此题的综合性较强,既考查了碳与浓硫酸的反应,又考查了二氧化硫的有关性质,对实验基本原理也进行了考查。

题型 2 开放探究

例 2: 为了实现政府 1997 年 12 月 21 日对淮河流域环境的治理, 某甲、乙相邻的工厂做了横向联合。已知两厂排放的污水经处理后只溶有浓度较大的 Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 OH^- 中不同的四种离子, 若单独排放仍会污染环境, 若将两厂的污水按适当的比例混合, 沉淀后的污水将变成无色澄清的 $NaNO_3$ 溶液排出, 则污染程度会大为降低。你若为工厂的技术员, 你认为下列判断正确的是

A. SO_4^{2-} 和 NO_3^- 可存在于同一工厂

B. Cl^- 和 NO_3^- 一定在不同的工厂

C. Ag^+ 和 Na^+ 可能在同一工厂

D. Fe^{3+} 和 SO_4^{2-} 存在于同一工厂

[辨析] 首先将题设情景和学科知识点进行分离, 得出同一工厂污水中的离子应能大量共存。如甲工厂排出的污水中有 OH^- , 则其污水中一定没有 Ag^+ 、 Fe^{3+} , 即它们必须在乙工厂排出的污水中; Cl^- 、 OH^- 不能在乙工厂的污水中, 它们必须在甲工厂排出的污水中。所以甲工厂排出的污水中有 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 OH^- , 乙工厂排出的污水中含有 Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Fe^{3+} 、 NO_3^- 。故本题答案为 B。

点评 环境保护越来越受到政府和人民的重视, 本题将离子共存问题与环保治理巧妙地结合起来。对工厂污水的处理, 实际是考查离子反应及共存问题。要抓住离子之间反应的规律, 掌握哪些离子之间能反应, 此题便不难解答。

题型 3 综合渗透

例 3 接触法制硫酸排放的尾气中, 含少量的二氧化硫。为防止污染大气, 在排放前设法进行综合利用。

(1) 某硫酸厂每天排放的 1 万立方米(标准状况)尾气中含 0.2% SO_2 (体积分数), 用氢氧化钠、石灰及氧气处理后, 假设硫元素不损失, 理论上可得到多少千克石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)?

(2) 如果将一定体积的尾气通入 100 mL 2 mol/L 的氢氧化钠溶液使其完全反应, 经测定所得溶液含 16.7 g 溶质。试分析该溶液的成分, 并计算确定各成分的物质的量。

(3) 工厂在尾气处理制石膏的过程中, 中间产物是亚硫酸氢钠。调节尾气排放的流量, 以取得二氧化硫与氢氧化钠间物质的量的最佳比值, 从而提高亚硫酸氢钠的产量。现设 $n(\text{SO}_2)$ 、 $n(\text{NaOH})$ 、 $n(\text{NaHSO}_3)$ 分别表示二氧化硫、氢氧化钠和亚硫酸氢钠的物质的量, 且 $\frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{NaOH})} = x$, 试写出 x 在不同取值范围时, $n(\text{NaHSO}_3)$ 的值或 $n(\text{NaHSO}_3)$ 与 $n(\text{SO}_2)$ 、 $n(\text{NaOH})$ 间的关系式。

x	$n(\text{NaHSO}_3)$

[辨析] 由题意得关系式



(2) 若溶液中溶质全为 Na_2SO_3 , $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 得 12.6 g;
若溶液中溶质全为 NaHSO_3 , $\text{SO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_3$, 得 20.8 g。
今 $12.6 < 16.7 < 20.8$, 故该溶液成分为 Na_2SO_3 和 NaHSO_3 。
 Na_2SO_3 为 0.05 mol, NaHSO_3 为 0.1 mol。

(3)

$x = \frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{NaOH})}$	$n(\text{NaHSO}_3)$
$x \leq \frac{1}{2}$	0
$\frac{1}{2} < x < 1$	$n(\text{NaHSO}_3) = 2n(\text{SO}_2) - n(\text{NaOH})$
$x \geq 1$	$n(\text{NaHSO}_3) = n(\text{NaOH})$

点评 此题为综合性的计算题,第(1)(2)两问属于基本的计算,要明确酸性氧化物(CO_2 、 SO_2)与碱的反应可以得到两种产物。第(3)问较复杂(基础差的同学可选做),要注意 SO_2 与 NaOH 的对应关系,当为1:1时,产物为 NaHSO_3 ,当为1:2时,产物为 Na_2SO_3 。

【教考动向·应用】

3. 汽车尾气(含有烃类、 CO 、 SO_2 、 NO 等物质)是城市空气的污染源,治理的方法之一是在汽车的排气管上装一个“催化转化器”(用铂、钯合金做催化剂)。它的特点是使 CO 与 NO 反应,生成可参与大气生态环境循环的无毒气体,并促使碳氢化合物充分燃烧及 SO_2 的转化。

(1)写出 CO 与 NO 反应的化学方程式_____。

(2)“催化转化器”的缺点是在一定程度上提高空气的酸度,其原因是_____。

(3)控制城市污染源的方法可以有_____。

A. 开发氢能源 B. 使用电动车 C. 植树造林 D. 戴上呼吸面具

4. 酸雨是环境污染的公害之一,目前我国酸雨区占国土面积的40%,其中西南地区、中南地区和华东地区长江以南受酸雨危害最严重。重庆是我国酸雨危害最严重的城市,现已成为世界三大酸雨城市之一。

(1)1982年6月,在瑞典首都斯德哥尔摩举行的国际环境会议上,科学家经过研究,将 $\text{pH} < 5.6$ 的降水(酸雨包括雨、雪、霜、露)正式称为酸雨,该数据来源于蒸馏水跟大气中的 CO_2 达到溶解平衡的酸度。 CO_2 水溶液在密闭容器中存在的平衡是_____ ,其中最多的离子是_____。

(2)重庆和杭州下的雨往往酸如醋,如1998年10月杭州下的一次雨的 $\text{pH} = 3$ 。造成这一现象的罪魁祸首是大气中含有的 SO_2 、 NO_x 等有害气体。试以 SO_2 为例,用化学方程式揭示重庆、杭州等降雨酸如醋的原因:_____。

(3)我国政府目前从有毒气体的排放、汽车尾气、烟尘和燃料脱硫等四个方面致力于环境的治理。如火力发电厂燃煤的废气中,往往含有 SO_2 、 CO_2 等。为了防止 SO_2 排

放形成酸雨,并使有害气体 SO_2 变害为宝,常以粉末状碳酸钙或熟石灰的悬浊液洗涤废气,反应产物为石膏。写出 SO_2 与熟石灰悬浊液反应的化学方程式:_____。

(4) 在自然界的物质循环和能量转化过程中,森林起重要的枢纽和核心作用,它是生态平衡的主体。最近,北京市政府明文规定,在城市绿化工程中,不再大量种植绿色草坪,而是改为种植大树。下面有关该规定的意义,你认为正确的是_____。

- ①防止降雨对无林地冲刷而造成大量水土流失
- ②能吸收 SO_2 、 HF 、 Cl_2 、 NO_2 、 O_3 及某些有机物等有害物质
- ③森林对噪声有很强的防护作用

(5) 近年来,英美等国家采用加高烟囱的方法,将酸雨偷运到别国。结果,英国的酸雨移到了 2 000 km 以外的北欧,而美国工业区排放的大量 SO_2 , 越过国界在加拿大形成酸雨。你认为摆脱这一困境的出路何在?

④ 开拓学习新视野

▲ 教材知识拓展

[思想方法]

关系式法的应用

例 在氧气中灼烧 0.44 g 硫和铁组成的化合物,使其中的硫全部转变为 SO_2 , 把这些 SO_2 全部氧化转变为 H_2SO_4 , 这些 H_2SO_4 可以用 20 mL $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液完全中和, 则原化合物中硫的质量分数为

[研析] 根据有关化学方程式得出如下相当量关系:



$$32 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 2 \text{ mol}$$

$$m(\text{S}) \qquad \qquad \qquad 0.020 \text{ L} \times 0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$m(\text{S}) = 0.16 \text{ g}$$

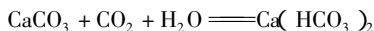
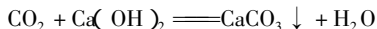
$$u(\text{S}) = \frac{0.16 \text{ g}}{0.44 \text{ g}} \times 100\% = 36\%$$

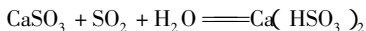
点评 对于多步反应的化学计算,可根据化学方程式找出相当量关系,则计算过程就简略得多。以后对于多步反应的计算都可用关系式法进行计算。

[专题放送]

1. 二氧化硫与二氧化碳的鉴别

二氧化硫和二氧化碳都能使澄清的石灰水变浑浊,若通入的气体过量,则沉淀都消失。





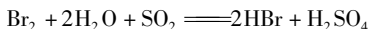
所以不能用澄清的石灰水鉴别二氧化硫与二氧化碳。通常可用以下方法：

(1) 品红溶液, 使品红溶液褪色的是二氧化硫, 不能使品红溶液褪色的是二氧化碳。

(2) 氢硫酸, 出现浑浊的是二氧化硫, 无明显现象的是二氧化碳。

(3) 用酸性高锰酸钾溶液, 紫色褪去的是二氧化硫, 无明显现象的是二氧化碳。其原理为 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

(4) 用溴水, 使橙色褪去的是二氧化硫, 无明显现象的是二氧化碳。其原理是：



(5) 用硝酸酸化的硝酸钡溶液, 产生白色沉淀的是二氧化硫, 无明显现象的是二氧化碳。其原理是：



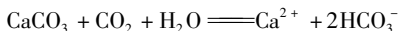
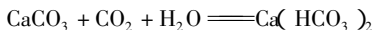
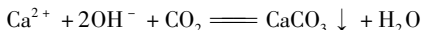
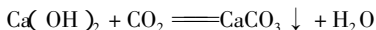
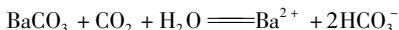
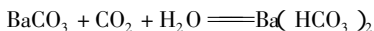
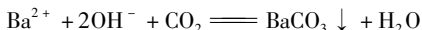
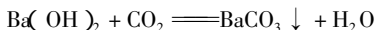
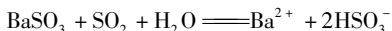
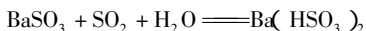
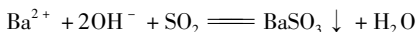
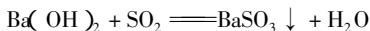
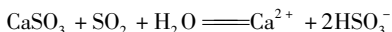
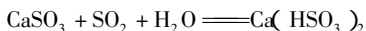
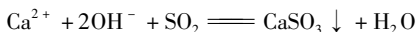
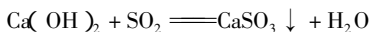
(6) 用 FeCl_3 溶液, 使棕黄色颜色变浅的是二氧化硫, 无明显现象的是二氧化碳。



2. CaCO_3 、 BaCO_3 与 CaSO_3 、 BaSO_3 小结

钙、钡的碳酸盐和亚硫酸盐的一些性质很相似, 总结如下：

(1) 相似性: 由于 CaCO_3 、 BaCO_3 、 CaSO_3 、 BaSO_3 难溶于水, 但能与 CO_2 、 SO_2 反应生成易溶于水的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$, 故将 CO_2 、 SO_2 气体分别通入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中直至过量, 会发生“澄清 → 浑浊 → 澄清”的现象。有关化学反应和离子反应如下：



(2) 碳酸盐和亚硫酸盐的区别：

要区别 CaCO_3 、 BaCO_3 与 CaSO_3 、 BaSO_3 ，可加强酸(盐酸)，再检验放出的气体 CO_2 、 SO_2 (见上)，即可区别出碳酸盐和亚硫酸盐。

3. 气体小结

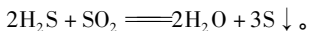
常见气体溶解性： $\text{NH}_3 > \text{HCl} > \text{SO}_2 > \text{Cl}_2 > \text{CO}_2 > \text{O}_2$

常见有刺激性气味的气体： Cl_2 、 HCl 、 NH_3 、 SO_2 、 NO_2 等

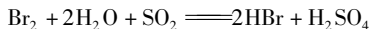
常见有色的气体： Cl_2 黄绿色， NO_2 红棕色，溴蒸气红棕色，碘蒸气紫红色

4. 二氧化硫的氧化性和还原性

二氧化硫是中间氧化态的氧化物，既可做氧化剂，又可做还原剂。当遇到较强的还原剂时显氧化性，如 $\text{SO}_2 + 2\text{CO} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2 + \text{S} \downarrow$ ，



当遇到较强的氧化剂时显还原性，如 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ ，



二氧化硫的酸性溶液还原性比氧化性强，而在碱性条件下还原性更强。

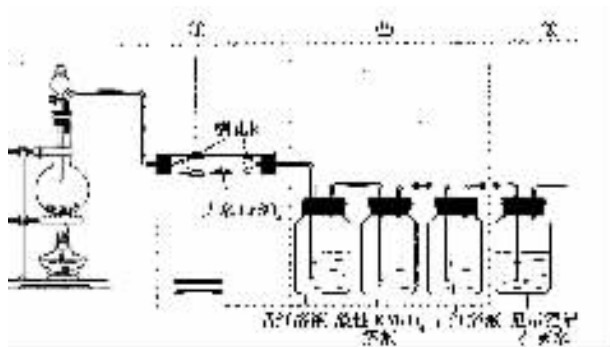
5. 氯气与二氧化硫的漂白原理的区别

氯气的漂白原理是 Cl_2 溶于水生成的 HClO 具有强氧化性，将有色物质氧化成无色物质，褪色后不能恢复原来的颜色。而 SO_2 漂白的原理是 SO_2 能跟某些有色物质反应生成不稳定的无色物质，该物质容易分解恢复原来有色物质的颜色。如：把二氧化硫通入品红溶液中，溶液颜色褪去，若将溶液再加热，红色又出现。此反应是可逆的。将 Cl_2 、 SO_2 通入石蕊试液则发生如下变化：

通入二氧化硫，石蕊试液变红；通入 Cl_2 ，石蕊试液先变红，随即变无色。

▲ 考题在线搜索

考题 1 下图虚线框中的装置可用来检验浓硫酸与木炭粉在加热条件下反应产生的所有气体产物，填写下列空白。



(1) 如果将装置中①、②、③三部分仪器的连接顺序变为②、①、③, 则可以检出的物质是_____ ; 不能检出的物质是_____。

(2) 如果将仪器的连接顺序变为①、③、②, 则可以检出的物质是_____ ; 不能检出的物质是_____。

(3) 如果将仪器的连接顺序变为②、③、①, 则可以检出的物质是_____ ; 不能检出的物质是_____。

【研析】 根据反应 $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C} \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 \uparrow$ 知, 生成的气体中有 CO_2 和 SO_2 。此装置中, 气体先通过品红溶液, 若褪色证明是 SO_2 , 再通过高锰酸钾溶液, 可以除去 SO_2 , 第二个品红溶液则是验证 SO_2 除尽, 则与石灰水反应的气体只能是 CO_2 。

【答案】 1. (1) SO_2 、 CO_2 H_2O (2) H_2O SO_2 、 CO_2 (3) SO_2 、 CO_2 H_2O

点评 注意 CO_2 与 SO_2 都能与石灰水反应, 要检验 CO_2 必须排除 SO_2 的干扰, 所以必须注意检验的顺序。

考题 2 (2003 上海高考) Cl_2 和 SO_2 都有漂白作用, 若将等物质的量的这两种气体混合后通入品红和 BaCl_2 的混合溶液, 能观察到的现象是

①溶液很快褪色 ②溶液不褪色 ③出现沉淀 ④不出现沉淀

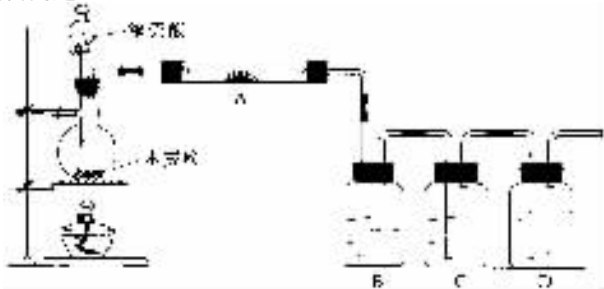
A. ①② B. ①③ C. ②③ D. ②④

【研析】 $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ 可知两种气体完全反应, 所以品红溶液不褪色, $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ 生成白色沉淀。答案为 C。

点评 Cl_2 和 SO_2 都能使品红溶液褪色, 但其原理却是不同的。两者混合后, Cl_2 能将 SO_2 氧化, 而本身被还原, 使漂白效果变差。

【拓展·应用】

1. 根据下图回答问题:



(1) 上述装置中, 在反应前用手掌紧贴烧瓶外壁检查装置的气密性, 如观察不到明显的现象, 还可以用什么简单的方法证明该装置不漏气。

答: _____。

(2) 写出浓硫酸和木炭粉在加热条件下发生反应的化学方程式: _____。

(3) 如果用图中的装置检验上述反应的全部产物, 写出下面标号所表示的仪器中应加入的试剂的名称及其作用: A 中加入试剂是 _____, 作用是 _____。B 中加入的试剂是 _____, 作用是 _____。C 中加入的试剂是 _____, 作用是除尽 _____ 气体。D 中加入的试剂是 _____, 作用是 _____。

(4) 实验时, C 中应观察到的现象是 _____。

▲ 多彩化学漫步

酸雨的危害和防治

一、酸雨的形成

酸雨, 是经由各种渠道和形式燃烧煤和石油, 不断向大气中排放大量的污染物(如 SO_2 、 NO_2 和氟化物等)形成酸雾随雨、雪降落所形成的。它是大气中酸性沉降物的一种湿沉降, 是大气遭受严重污染的一种表现。

酸雨, 最早出现在 19 世纪的欧洲各国, 到了现在, 酸雨已发展成为世界各国的公害。据统计, 人类每年向大气层排放 SO_2 约 1 亿吨, NO_2 约 5 000 万吨, 全世界城市人口有一半左右生活在 SO_2 超标的大气环境中, 有 10 亿人生活在颗粒物超标的环境中。我国在 70 年代中期开始形成了覆盖川、粤、桂、湘、鄂、赣、浙等省区、面积为 200 万平方千米的酸雨区。目前, 我国国土总面积的 29% 受到酸雨的危害。我国酸雨区域发展扩大之快, 降水酸化速率之高, 在其他国家是罕见的。据广东省环保部门监测, 广东省每两场降水就有一场为酸雨, 酸雨率达 50%。

二、酸雨的危害

酸雨百害而无一利, 它使土壤酸化, 生态环境遭受破坏, 危害建筑和人类健康等。

1. 破坏生态系统。受酸雨的影响, 河流、湖泊水体中的酸度增加, 浮游生物的种类减少, 危及鱼类等水生生物的生存。酸雨会毁灭土壤中的细菌和微生物, 使土壤板结, 透气性能差, 影响植物生长, 酸雨还会损坏植物叶子表面的保护层, 降低光合作用。

2. 损害建筑。酸雨对金属、石料、木料、水泥等建筑材料有很强的腐蚀作用。到目前, 世界各国已有许多古建筑和石雕艺术品遭到酸雨的腐蚀破坏。酸雨还直接危害电线、铁轨、桥梁和房屋等。

3. 危害人体健康。酸雨中的 SO_2 对呼吸道有刺激作用, 轻者会引起咳嗽、声音嘶哑; 重者使人感到呼吸急促、胸痛等; 若长期吸入 SO_2 , 可发生肺气肿和肺心病。调查发现, 与清洁区相比较, 酸雨污染区儿童的血压有下降趋势, 红细胞及血红蛋白偏低, 而白细胞数量则较高。

酸雨除了危害人体的呼吸系统外, 对人体的免疫系统也有危害。研究证明: 酸雨对呼吸道中起主要防御功能的肺巨噬细胞有破坏作用, 其后果将会使呼吸道感染, 肺肿瘤等发生机会大大增加。德国报刊报道, 酸雨可使结肠癌、肾病、眼疾和先天性缺陷患者大量增加。由于酸雨可使土壤中镉的含量增加, 因此, 人类吃了含镉土壤生长出的粮食, 自

身的健康也会受到影响。

酸雨还可以导致老年性痴呆症的发生。研究发现,在老年性痴呆患者的大脑组织中,铝元素含量很高,而在土壤、水和食物中,铝元素含量较高的地区,老年性痴呆的发病率也较高。在自然状态下难溶于水的铝元素在酸性水质中可被激活,从而呈现出可溶性,并能被人体吸收,从而导致老年性痴呆。

三、酸雨的防治

酸雨的危害已引起各国政府和科学家的重视。联合国多次召开国际会议讨论酸雨问题,许多国家把控制酸雨列为重大科研项目。就目前而言,防治酸雨的主要措施有:

1. 提高能源利用率,减少污染气体的排放。煤是当前最重要的能源之一,但煤中含有硫,燃烧时会释放出 SO_2 等有害气体。煤中的硫分无机硫和有机硫两种。无机硫大部分以矿物质的形式存在,科学家利用生物技术脱硫,取得了良好效果。美国煤气研究所筛选出一种新的微生物菌株,它能从煤中分离有机硫而又不降低煤的质量。捷克则筛选出一种酸热硫化杆菌,可脱除黄铁矿中 75% 的硫。生物技术脱硫符合“源头治理”和“清洁生产”的原则,备受世界各国的重视。

2. 改变能源结构,加速发展无污染能源。实验证明,天然气、太阳能、核能、氢能等能源不但利用率高,还可大大减少环境污染。

3. “适应”政策。目前,由于人们一时还难以彻底消除大气污染带来的酸雨,因此,采取一些“适应”措施也是必要的。例如,美国生物学家已经培育出一种能成功地抗酸雨污染的新鱼种——棕色鳟鱼,并计划把这种鱼送到酸雨污染最严重的挪威去进行繁殖。

4. 增强防“酸”意识。“防酸治酸”是我们每个公民的神圣职责,人人都应该爱护环境,珍惜资源,保护好我们的家园——地球。

此外,在饮食和营养上,日常生活中应注意饮用洁净的水,吃无污染的食品。经常食用绿豆、猪血、海带、鲜果等,这些物质能加速体内有害物质的排泄,把酸雨给人们带来的危害降到最低限度。

[答案与解析研读]

【教考动向·演练】

1. C S 在空气中燃烧的火焰是淡蓝色。
2. B 单质直接化合而制得 SO_2 , 不能得到 SO_3 。
3. A 实验室水银不慎洒在桌上,应用硫粉盖住,使 Hg 与 S 反应。
4. BD SO_2 通入 Na_2SO_3 或 NaHCO_3 溶液中都能发生反应:
$$\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$$
$$\text{SO}_2 + \text{NaHCO}_3 = \text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2$$
。而 SO_2 能使品红溶液褪色是因为它有漂白性,而非氧化性。给已被 SO_2 褪色的品红溶液加热,可恢复原来的颜色,是因为它的漂白性是暂时的。 SO_2 和 O_2 混合加热和催化剂的条件下,才可生成 SO_3 。
5. C Na_2CO_3 溶液和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与两者均反应,而 H_2SO_4 溶液与两者均不反应, NaHCO_3 溶液只与 SO_2 反应并产生 CO_2 , 而不与 CO_2 反应。

6. D 注意题中强调既简单又可靠的方法,可用浓 H_2SO_4 的脱水性来鉴别。

7. (1) ① $\text{SO}_2 + \text{CaCO}_3 = \text{CaSO}_3 + \text{CO}_2$ ② $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

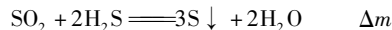
(2) 澄清石灰水的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 浓度特别低,不利于 SO_2 的吸收

8. B 加水后分成两组——可溶的纯碱 (Na_2CO_3)、芒硝 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 和不溶的石灰石 (CaCO_3)、石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 再用盐酸即可鉴别。可溶物质中加盐酸可产生 CO_2 的为纯碱,不溶的物质中加盐酸产生 CO_2 的为石灰石。

【教考动向·应用】

1. CD 分析反应方程式可知:氧化产物比还原产物多 1 mol。

(1) 若 SO_2 完全反应,则有:

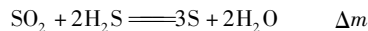


$$1 \qquad \qquad \qquad 32$$

$$n(\text{SO}_2) \qquad \qquad \qquad 32 \text{ g}$$

$$n(\text{SO}_2) = 1 \text{ mol}, \text{ 所以 } n(\text{SO}_2) : n(\text{H}_2\text{S}) = 1 : 4$$

(2) 若 H_2S 完全反应,则有:



$$2 \qquad \qquad \qquad 32$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) \qquad \qquad \qquad 32 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = 2 \text{ mol}, \text{ 所以 } n(\text{SO}_2) : n(\text{H}_2\text{S}) = 3 : 2.$$

2. D 由 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可看出被还原的硫酸是参加反应的硫酸的一半,由题意,被还原的硫酸是 $b \text{ mol}$,那么参加反应的硫酸的物质的量是 $2b \text{ mol}$ 。随着硫酸的不断减少及反应中有水生成,硫酸的浓度逐渐变稀,而稀硫酸与铜不反应,所以加入硫酸的量要大于反应的量,即 $a > 2b$ 。

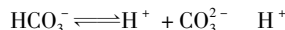
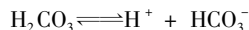
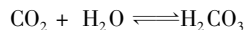
3. (1) $2\text{NO} + 2\text{CO} \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$

(2) SO_2 转化为 SO_3 ,产生酸雾

(3) AB

析研 在催化剂作用下把 CO 和 NO 都转化为参与大气生态环境循环的无毒气体即 NO 转化为 N_2 ,CO 转化为 CO_2 ,反应方程式为 $2\text{NO} + 2\text{CO} \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$ 。同时 SO_2 也在催化剂的作用下转化为 SO_3 ,从而提高了空气的酸度。控制城市空气的污染源主要是减少煤和汽油的使用。

4. (1) $\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq})$



(2) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$

[重点难点]

学习重点

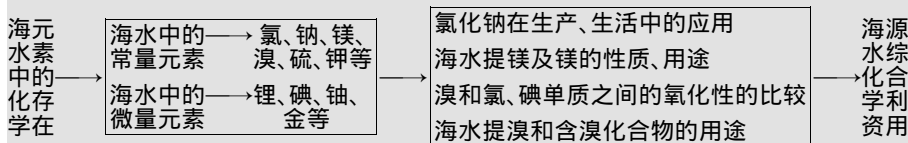
1. 镁的提取的工业流程、原理及镁的强还原性。
2. 氯、溴和碘单质氧化性的强弱。

学习难点

比较氯、溴和碘单质氧化性的强弱。

▲教材脉络梳理

本节内容以海水中化学资源的开发利用为线索,介绍了海水中化学元素的种类和存在形式,重点介绍了金属镁的提取原理、重要的化学性质和主要用途,溴单质的提取原理以及溴和氯、碘单质之间氧化性的强弱关系。



▲学习背景探索

碘的发现

法国化学家库特瓦(Courtois, B. 1777 ~ 1838)出生于法国的第戎,他的家与有名的第戎学院隔街相望。他的父亲是硝石工厂的厂主,并在第戎学院任教,还常常作一些精彩的化学讲演。库特瓦一面在硝石工厂做工,一面在第戎学院学习。他很喜欢化学,后来又进入综合工业学院深造。毕业后当过药剂师和化学家的助手,后来又回到第戎继续经营硝石工厂。

在法国、爱尔兰和苏格兰的沿海岸,当春天风浪大作的时候,海生植物受到海浪和潮水的冲击,漂到浅滩上。在退潮的时候,库特瓦经常到那些地方采集黑角菜、昆布和其他藻类植物。回家后,把采集的植物堆集起来,使其缓缓燃烧成灰,然后加水浸渍、过滤,得到一种植物的浸取溶液。库特瓦本想从这些溶液中提取硝石和其他的盐类,因此就对溶液进行蒸发,使其溶解的硫酸钾、硫酸钠、氯化钠、碳酸钠等依次结晶出来,可是在提取过程中,他发现铜锅被溶液腐蚀得很厉害。他想硫酸钾、氯化钠等物质是不会腐蚀铜锅的,是不是溶液中有什么新物质跟铜发生了反应?于是他将水溶液加热蒸发,氯化钠的溶解度最小,首先结晶出来,然后才是氯化钾、硫酸钾。由于海藻在燃灰过程中有不少的硫酸盐,被碳还原而生成了硫化物。库特瓦为了除掉其中的硫化物,就往溶液中加入浓硫酸。在蒸发母液的过程中,库特瓦意外地发现,母液中产生一种美丽的紫色蒸气,像彩云一样冉冉上升,这一现象使他惊喜不已。最后,这种使人窒息的蒸气竟然充满了实验室。当蒸气在冷的物体上凝结时,它并不变成液体,而凝成片状的暗黑色晶体,并具有金属光泽。这是1811年的事。

制得这种晶体之后,库特瓦利用这种新物质作进一步研究,他发现这种新物质不易

跟氧或碳发生反应,但能与氢和磷化合,也能与锌直接化合。尤为奇特的是这种物质在高温下不分解。库特瓦根据这一事实推想,它可能是一种新的元素。由于库特瓦的实验设备简陋,药物缺乏,加之他还要把主要精力放在经营硝石工业上,所以他无法证实这种新物质是新元素。最后他只好请法国化学家德索尔姆和克莱芒继续这一研究,并同意他们自由地向科学界宣布这种新元素的发现经过。1813年德索尔姆和克莱芒,在《库特瓦先生从一种碱金属盐中发现新物质》的报告中写道:“从海藻灰所得的溶液中含有一种特别奇异的東西,它很容易提取,方法是将硫酸倾入溶液中,放进曲颈甑内加热,并用导管将曲颈甑的口与球形器连接。溶液中析出一种黑色有光泽的粉末,加热后,紫色蒸气冉冉上升,蒸气凝结在导管和球形器内,结成片状晶体。”克莱芒相信这种晶体是一种与氯类似的新元素,再经戴维和盖·吕萨克等化学家的研究,提出了碘具有元素性质的论证。1814年这一元素被定名为碘,取希腊文紫色的意义。

1913年10月9日,第戎学院为库特瓦举行了隆重的纪念大会,庆祝他发现碘100周年。同时在库特瓦诞生的地方竖立了一块纪念碑,以追念他发现碘的功绩。

摘自《中学化学资源网》

② 研习教材重难点

研习点1 海水——化学元素宝库

【温故·知新】

在初中我们已经学习了氯化钠的有关知识,现回顾如下:

氯化钠是调味用的食盐的主要成分。食盐对于人的正常的生理活动是不可缺少的,我们每天要食用一些食盐来补充通过汗水、尿液、粪便排出的氯化钠。但长期从膳食中摄入过量食盐时,会引起高血压等病症。

氯化钠在自然界中分布很广。海水里含有丰富的氯化钠,盐湖、盐井和盐矿中也蕴藏着氯化钠,我国有极为丰富的氯化钠资源。

用海水晒盐或用盐井水、盐湖水煮盐等,都是为了使水蒸发,使氯化钠溶液达到饱和,继续蒸发,氯化钠成晶体析出。这样制得的氯化钠含有较多的杂质,叫做粗盐。粗盐经溶解、沉淀、过滤、蒸发,可制得精盐。

粗盐因含有氯化镁、氯化钙等杂质,会吸收空气里的水分而潮解。

氯化钠的熔点是 $801\text{ }^{\circ}\text{C}$,沸点是 $1\,413\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

氯化钠的用途很广。日常生活里用于调味和腌渍蔬菜、鱼、肉、蛋等,医疗上用的生理盐水是 0.9% 的氯化钠溶液。氯化钠是重要的化工原料,可用于制取钠、氯气、氢氧化钠、盐酸、纯碱等化工产品。

在日常生活中,人们说到盐,就是指食盐。可是在化学或工业中,盐是一类物质的总称,不是仅指食盐,对此千万要注意。曾经有人把工业用盐如亚硝酸钠(NaNO_2)误作食盐,用于烹调,多次发生中毒事件。这是对盐的概念不理解,对盐和食盐的关系没弄清

楚的缘故。

1. 海水中重要的化学元素

常量元素 : 氯、钠、镁、硫、钙、钾、碳、锶、溴、硼、氟共 11 种元素 , 在每升海水中的含量均大于 1 mg。常量元素的总量占海水所溶解物质总量的 99.9%。

微量元素 { 锂 热核反应的重要材料之一 , 是锂电池、特种合金等的原料之一。
碘 碘酒消毒 , 人体必需元素
铀 核燃料

海洋元素 : 溴被人们称为“海洋元素” , 因为地球上 99% 以上的溴都蕴藏在大海中。

2. 海水含有的物质

海水所含有的元素大部分以盐的形式存在。在整个海洋中 , 盐的总储量约为 5×10^{17} t , 共含有 80 多种元素。其中氯化物的浓度最高 , 食盐被称为“化学工业之母”。除含有氯化钠外 , 还有氯化镁、氯化钙、氯化钾等。

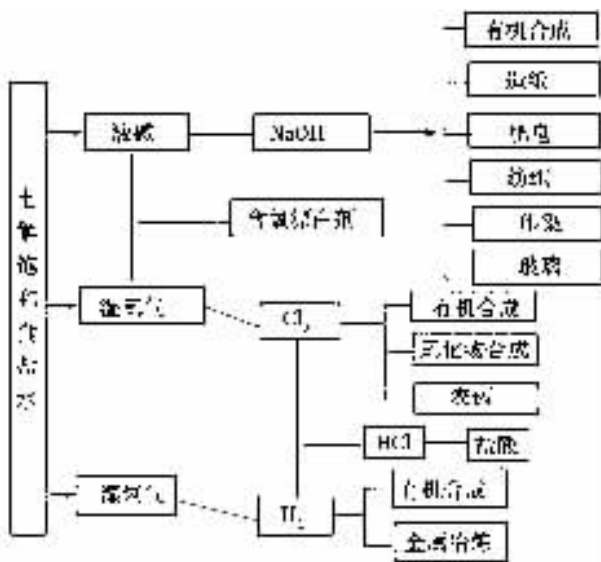
3. 氯碱工业

(1) 原料 : 饱和食盐水

(2) 反应原理 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{Cl}_2 \uparrow$

(在阳极生成黄绿色的氯气 , 阴极生成氢气和氢氧化钠)

(3) 过程、用途 :

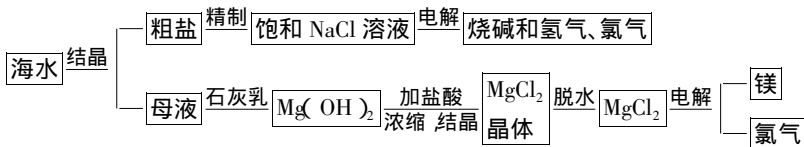


【领悟·整合】

从上面可以看出,以氯碱工业为基础的化工生产的用途和作用是很广泛的,与我们的生活紧密相连。但是氯碱工业过程中所造成的污染及其产品对环境的影响也很严重,氟氯烃会破坏臭氧层,某些有机氯溶剂有致癌作用等,我们在充分搞好氯碱工业的同时,应注意研究其对环境的不利影响并致力于改进。

【迁移·体验】

例1:海水中有取之不尽的化学资源,从海水中可提取多种化工原料。下图是某工厂对海水资源综合利用的示意图。



试回答下列问题:

(1)粗盐中含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂质,精制后可得 NaCl 饱和溶液,精制时通常在溶液中依次加入过量的 BaCl_2 溶液、过量的 NaOH 溶液和过量的 Na_2CO_3 溶液,过滤后向滤液中加入盐酸至溶液呈中性。请写出加入盐酸后可能发生的化学反应的离子方程式:_____。

(2)海水提取食盐后的母液中有 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 等阳离子。从离子反应的角度思考,在母液里加入石灰乳起什么作用?

(3)海水里的镁元素处于游离态还是化合态?从海水中提取氯化镁的反应是不是氧化还原反应?用电解法冶炼金属镁的反应是不是氧化还原反应?为什么?

(4)电解无水氯化镁所得的镁蒸气冷却后即为固体镁。请思考镁蒸气可以在下列哪种气体氛围中冷却

- A. H_2 B. CO_2 C. 空气 D. O_2

【研析】 粗盐提纯后,要加酸除掉多余的 CO_3^{2-} 。使 Mg^{2+} 沉淀出来,要加石灰乳。冷却镁蒸气的气体氛围必须是不能与其反应的气体。

【答案】 (1) $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{HCO}_3^-$ $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

(2)石灰乳做沉淀剂, $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}^{2+} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Ca}^{2+}$,使 Mg^{2+} 以沉淀的形式分离出来,以便后续操作。

(3)化合态。从海水中提取氯化镁的过程并不涉及元素化合价的变化,因此是非氧化还原反应。电解法冶炼金属镁时,镁的化合价由 +2 价降低到 0 价,氯的化合价由 -1 价升高到 0 价,因此该反应是氧化还原反应。

(4)A

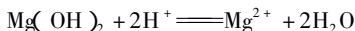
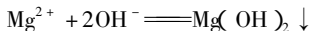
【教考动向·演练】

1. 从海水中提取镁有以下步骤,请写出每步的化学方程式 (1)煅烧贝壳 _____
(2)制取石灰乳 _____ (3)将石灰乳加入到蓄水池的海水里 _____ (4)滤出白色沉淀物并灼烧 _____ (5)用盐酸溶解灼烧产物 _____ (6)浓缩溶液、结晶、过滤、干燥后,对熔融物进行电解 _____ 由此得到金属镁。
2. 去过大海中游泳的人都有这种体会:大海虽美,海水却又苦、又涩、又咸,这是为什么呢?

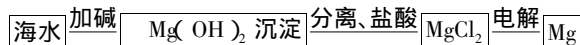
研习点 2 镁和海水提镁

1. 海水提镁

(1)反应:



(2)过程:



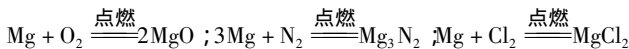
2. 镁的性质

(1)物理性质:银白色金属,密度小、熔点较低、硬度较小

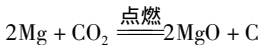
(2)化学性质:

①跟非金属反应

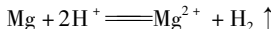
常温下,在空气中因生成氧化膜,具有抗腐蚀性



②跟某些氧化物反应



③跟非氧化性酸反应



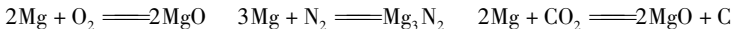
【领悟·整合】

1. 通过上述反应可以看出:“氮气稳定、二氧化碳不能助燃”的说法是不全面的。二氧化碳对绝大多数可燃物是良好的灭火剂,而与 K、Ca、Na、Mg 等活泼金属则可以反应。

2. 镁在实际应用时,通常与其他金属形成合金使用,如镁铝合金等。合金具有许多良好的物理、化学和机械性能,在许多方面优于各成分金属。合金的硬度一般比它的各成分金属大,多数合金的熔点一般也比它的成分金属低,合金的化学性质也与成分金属不尽相同。使用不同的原料,改变原料的配比以及改变生成合金的条件等,可以制得具有不同性能的合金。因此,合金在工业上的用途比纯金属更广、更重要。

【迁移·体验】

例2 已知镁能分别与 O_2 、 N_2 、 CO_2 反应,反应的化学方程式分别如下:



(1)把等质量的金属镁分别放在①纯氧中②二氧化碳气体中③空气中,完全燃烧后,得到的固体物质的质量分别对应的是 W_1 g、 W_2 g、 W_3 g,则三者的关系正确的是

- A. $W_1 > W_2 > W_3$ B. $W_3 > W_1 > W_2$ C. $W_3 > W_2 > W_1$ D. $W_2 > W_1 > W_3$

(2)将镁在空气中燃烧的全部产物(已知 Mg_3N_2 与盐酸反应可生成 $MgCl_2$ 和 NH_4Cl)溶解在 80 mL 浓度为 2.375 mol/L 的盐酸中,用 40 mL 0.9 mol/L 氢氧化钠溶液恰好中和多余的盐酸,然后向此溶液中再加入过量的氢氧化钠溶液,把生成的 NH_3 全部用足量的盐酸吸收,经测定知氨为 0.646 g。燃烧掉的镁的质量为

- A. 1.392 g B. 2.59 g C. 3.46 g D. 1.68 g

【研析】(1)由于镁在二氧化碳中既生成氧化镁又生成碳,而在纯氧中只生成氧化镁,所以 $W_2 > W_1$ 。而在空气中既生成氧化镁,又生成氮化镁,而同样多的镁,转化为氧化镁的质量大于氮化镁,所以 $W_1 > W_3$ 。答案为 D。

(2)镁在空气中燃烧的产物为 MgO 和 Mg_3N_2 ,与盐酸反应的产物为 $MgCl_2$ 、 NH_4Cl ,盐酸过量,总耗盐酸为 $0.08 \text{ L} \times 2.375 \text{ mol/L} - 0.04 \text{ L} \times 0.9 \text{ mol/L} = 0.154 \text{ mol}$,而

$$n(NH_4Cl) = 0.646 \text{ g} \div 17 \text{ g/mol} = 0.038 \text{ mol},$$

$$n(MgCl_2) = \frac{1}{2}(0.154 \text{ mol} - 0.038 \text{ mol}) = 0.058 \text{ mol},$$

$$n(Mg) = 0.058 \text{ mol},$$

$$m(Mg) = 0.058 \text{ mol} \times 24 \text{ g/mol} = 1.392 \text{ g}。 \text{ 答案为 A。}$$

【教考动向·演练】

3. 镁粉是焰火、闪光粉、鞭炮中不可缺少的原料,工业制造镁粉是将镁蒸气在某气体中冷却,下列可作为冷却镁蒸气的气体是

- ①空气 ② CO_2 ③Ar ④ H_2 ⑤ N_2

- A. ①和② B. ②和③ C. ③和④ D. ④和⑤

4. 镁、锂的性质相似,例如它们的单质在过量的氧气中燃烧时均只生成普通氧化物。以下对锂的性质的叙述正确的是

- A. Li_2SO_4 难溶于水
B. Li 与浓硫酸不产生“钝化”现象
C. LiOH 是易溶于水,受热不分解的强碱
D. Li_2CO_3 受热分解,生成 Li_2O 和 CO_2

研习点3 溴和海水提溴

1. 卤族元素

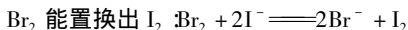
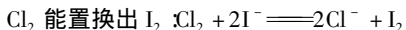
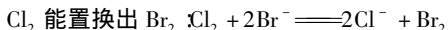
氯、溴、碘等元素在原子结构和元素性质方面具有一定的相似性，它们在元素周期表排在同一纵行里，这三种元素都属于卤族元素。

2. 溴、碘单质物理性质的比较

物理性质		溴单质(易挥发)	碘单质(能升华)
颜色		深红棕色	紫黑色(有金属光泽)
状态		液体	固体
溶解性和溶液颜色	水中	橙色	褐色
	酒精中	橙红色	紫红色
	四氯化碳中	橙红色	紫红色

结论：卤素单质在水中的溶解度不大，在有机溶剂中的溶解度较大。

3. 卤素单质化学性质的比较



结论：单质的氧化性顺序为 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ 。

【领悟·整合】

1. F_2 的性质比 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 更活泼，能把 Cl_2 等从它们熔融的卤化物中置换出来，若将 F_2 通入到 NaCl 的等的水溶液中，不能把 Cl_2 等置换出来，因为 F_2 易与水反应。

2. F_2 的氧化性特别强，无正价。

3. F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 性质相似，跟 H_2 反应都能生成卤化氢。

4. F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 的非金属活动性依次减弱，即得电子能力依次减弱，氧化性依次减弱。

5. HF 、 HCl 、 HBr 、 HI 的热稳定性依次减弱 $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$ 。

(卤素除跟氢气发生反应外，还能跟磷等非金属发生反应，性质跟 Cl_2 相似。)

6. 酸性： $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$ ， HF 的水溶液显弱酸性， HCl 、 HBr 、 HI 的水溶液显强酸性。

7. 还原性： $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$ 。

4. 溴的用途

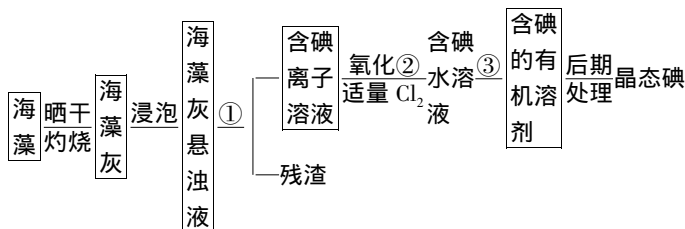
(1) 工业上：制造燃料的抗爆剂，溴化银(见光易分解)用作感光剂

(2) 农业上：制含溴的杀虫剂

(3) 医药上：红药水(含溴和汞的有机化合物)，镇静剂(溴化钠和溴化钾)

【迁移·体验】

例3 海洋植物如海带、海藻中含有丰富的碘元素,碘元素以碘离子的形式存在。实验室从海藻中提取碘的流程如下:



(1)指出提取碘的过程中有关实验操作名称

①_____, ③_____。

写出过程②中有关反应的离子方程式_____。

(2)提取碘的过程中,可供选择的有机试剂是

A. 酒精 B. 四氯化碳 C. 苯 D. 乙酸

【研析】对于悬浊液的分离要用过滤法。而对于液-液的分离则要用萃取分液的方法。

【答案】(1)①过滤 ③萃取 ② $2I^- + Cl_2 = I_2 + 2Cl^-$ (2) BC

【发散·探讨】

1. 你如何设计实验验证上述结论“单质的氧化性顺序为 $Cl_2 > Br_2 > I_2$ ”?

(点拨:从 Cl_2 能置换出 Br_2 、 Cl_2 能置换出 I_2 、 Br_2 能置换出 I_2 的角度设计实验。)

2. 将紫黑色碘单质放入试管口向上倾斜的试管中,加热后能看到有何现象产生,这是为什么?

(点拨:将紫黑色碘单质放入试管口向上倾斜的试管中,加热后能看到有紫红色蒸气产生,这是因为 I_2 易升华的缘故。实验结束后,在试管口有紫黑色固体凝结,该物质为碘单质。这个过程是物理变化。)

3. 将白色 NH_4Cl 晶体放入试管口向上倾斜的试管中,加热后在试管口可以看到有何现象产生?原因是什么?

(点拨:将白色 NH_4Cl 晶体放入同样的试管中,加热后在试管口可以看到大量的白烟,冷却后看到试管口有白色物质凝结,该物质是 NH_4Cl ,但须注意该过程并不是 NH_4Cl 发生了升华。实质上,这是由于 NH_4Cl 受热分解,产生的 NH_3 和 HCl 在试管口相遇又化合成 NH_4Cl ,生成的 NH_4Cl 分散在空气中形成白烟,最终冷凝在试管口。这个过程是化学变化。)

【教考动向·演练】

5. 为了实现 2000 年消除碘缺乏病的目标, 卫生部规定食盐必须加碘, 其中碘以碘酸钾的形式存在。已知在溶液中 IO_3^- 和 I^- 发生反应 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。根据此反应, 可用试纸和一些生活中常见的物质进行实验, 证明食盐中存在着 IO_3^- 。可选用的物质有①自来水 ②蓝色石蕊试纸 ③碘化钾淀粉试纸 ④淀粉 ⑤食糖 ⑥食醋 ⑦白酒, 进行上述实验时必须使用的物质是
- A. ①③ B. ③⑥ C. ③④⑥ D. ①③④⑤⑦
6. 海带中含碘元素, 有人设计如下步骤来提取碘: ①通入足量氯气 ②将海带烧成灰, 向灰中加水搅拌 ③加 CCl_4 振荡 ④过滤 ⑤用分液漏斗分液。合理的操作步骤为
- A. ②④①③⑤ B. ②①③④⑤ C. ①③⑤②① D. ③①②⑤④
7. 在盛有 KI 溶液的试管中, 滴入氯水充分反应后, 再加四氯化碳振荡, 静置后观察到的现象是
- A. 上层紫红色, 下层接近无色 B. 均匀、透明、紫红色
C. 均匀、透明、无色 D. 上层接近无色, 下层紫红色
8. 碘缺乏是目前已知的导致人类智力障碍的主要原因, 为解决这一全国性问题, 我国已经开始实施“智力工程”, 最经济可行的措施是
- A. 食盐加碘 B. 面包加碘 C. 大量使用海带 D. 注射含碘药剂

▲教材【练习与活动】答案

1. (1) $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
(2) 由于石灰乳中有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Ca}^{2+}$, 将石灰乳中的 Mg^{2+} 全部转化为沉淀而与母液分离。
(3) 化合态, 不是, 海水中 Mg^{2+} 最终转变为 MgCl_2 , 没有化合价的变化, 是, 因为电解方程式为 $\text{MgCl}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$, 电解时在阴、阳两极上发生了电子的得失。
2. 燃烧是指任何发光发热的剧烈的化学反应。可燃物燃烧需符合两个条件: ①与充足的助燃气体接触, ②要达到着火点。 CO_2 常用作灭火剂, 但不能阻止 K、Ca、Na、Mg 等活泼金属的燃烧, 反而可帮助燃烧。
3. (1) C 由题意可知应选氧化剂, 而且应选氧化性大于 Br_2 的物质。
(2) I^- 先被氧化, 因为 I^- 的还原性大于 Br^- 的还原性。
(3) 试纸变蓝, 因为 $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{KCl}$, I_2 遇到淀粉变蓝色。
4. $2\text{AgBr} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{Ag} + \text{Br}_2$, $2\text{Ag} + \text{Br}_2 \xrightarrow[\text{暗处}]{\text{CuO}} 2\text{AgBr}$
5. (交流资料)
(1) 氟与人体健康

在人体必需元素中,人体对氟含量最为敏感,从满足人体对氟的需要到由于氟过多而导致中毒的量之间相差不多,因此氟对人体的安全范围比其他微量元素窄得多。所以,要更加注意自然界、饮水及食物中氟含量对人体健康的影响,尤其是工业排放的氟对环境和人类带来的危害(见表)。

含氟量(环境)	作用及毒性表现
$1 \times 10^{-4}\%$ (水)	预防龋齿
$2 \times 10^{-4}\%$ (空气)	对植物有害
$2 \times 10^{-4}\%$ (水)	斑釉齿
$5 \times 10^{-4}\%$ (水)	可引起骨硬化症
$8 \times 10^{-4}\%$ (水)	10%的人出现骨硬化症
$20 \times 10^{-4}\% \sim 80 \times 10^{-4}\%$ (水、空气)	氟中毒
$1 \times 10^{-2}\%$ (饮水)	生长发育延迟
$1.25 \times 10^{-2}\%$	肾脏病变或异常
2.5 ~ 5 g	死亡

人体对氟的生理需要量为 $0.5 \sim 1 \text{ mg/d}$,一般情况下,每日摄入的氟大部分来自饮用水。进入人体的氟并不能完全被吸收,不同状态的氟在人体内的吸收率也不一样,饮用水中的氟有90%(质量分数)被吸收。氟在人体中主要分布在骨骼、牙齿、指甲和毛发中,尤以牙釉质中含量最多,氟的摄入量多少也表现在牙齿上。当人体缺氟时,会患龋齿,氟多了又会患斑釉齿,如果再多还会患氟骨症等一系列病(见表)。

龋齿就是俗称为虫牙的牙病,在儿童中常见。龋齿发生的原因并不是如通常所说是“糖吃多了,生了虫子,把牙蛀上了窟窿”,而是由于缺氟。在缺氟的情况下,牙齿的主要成分羟磷灰石[$\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$]容易受酸类腐蚀;当体内有充足的氟时,就与羟磷灰石作用,取代其中的羟基生成氟磷灰石[$\text{CaF}_2 \cdot \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$]这是构成牙釉质的基本成分,氟磷灰石光滑坚硬,耐酸耐磨。另外氟还能抑制牙齿上残留食物的酸化,因此具有防龋作用。斑釉齿表现为牙釉面有缺乏光泽的白垩状斑块或黄褐色、黑色斑点,有的牙齿形状还发生变化,如出现条状或点状凹陷。斑釉齿可能是由于氟过多妨碍了牙齿钙化酶活性,使牙齿钙化不能正常进行,色素在牙釉质表面沉着,使牙齿变色并发育不全。市场上出售的氟化牙膏含有氟化钠或氟化锶等,有防龋作用,适用于缺氟地区,是否需要选用这种牙膏最好听取卫生部门或牙医的建议。

(2) 碘化银与人工降雨

大家知道,有雨必先有云,但是有云不一定有雨。自然界过冷云降雨(或雪)是由于云中除小水滴外,还有足够的冰晶——饱和水汽或过冷却水滴在冰核(不溶于水的尘粒)作用下凝华或冻结而形成的冰相胚胎。过冷云中水滴会不断蒸发并凝华到冰晶上,冰晶不断长大以致下落为雪,如果云下气温高于 0°C ,它们就会融化成雨。如果自然界这种云雾中缺少足够的冰晶,因云中水滴十分细小,能够长期稳定地在空气中悬浮而不降下

来,于是就发生只有云而无雨的现象。这时候如果向这种云雾中播撒碘化银微粒,则会产生很多冰晶,云中水滴上的水分经蒸发、凝华迅速转化到这些人工冰晶上,使冰晶很快长大产生降雪。如果地温较高,雪降落过程中边融化边碰撞合并为水滴,最终成为降雨。这就是人工降雨。

碘化银在人工降雨中所起的作用在气象学上称作冷云催化。碘化银只要受热后就会在空气中形成极多极细(只有头发直径的百分之一到千分之一)的碘化银粒子。1 g 碘化银可以形成几十万亿个微粒。这些微粒会随气流运动进入云中,在冷云中产生几万亿到上百万亿个冰晶。因此,用碘化银催化降雨不需飞机,设备简单,用量很少,费用低廉,可以大面积推广。

除了人工降水(雨、雪)外,碘化银还可以用于人工消云雾、消闪电、削弱台风、抑制冰雹等。

6. 信息 碘和油脂相互溶解。鉴定的原理 碘遇热升华。

③探究解题新思路

▲基础拓展型

题型1 金属与酸反应的计算

例1:有一金属混合物 7.5 g,加入足量的稀硫酸中,放出的气体在标准状况下体积为 5.6 L,则此金属混合物可能是

A. Zn 和 Fe B. Mg 和 Al C. Mg 和 Cu D. Zn 和 Al

【研析】此类题的做法是,首先算出生成 1 摩尔氢气所对应的金属混合物的质量 m_0 ,然后与每种金属生成 1 摩尔氢气需要的质量 m_1 、 m_2 进行比较,凡 m_0 在 m_1 与 m_2 之间的混合金属都可。如:与稀硫酸反应每生成 1 摩尔氢气,需要锌 65 克、镁 24 克、铁 56 克、铝 18 克(要注意,不要当成 27 克)、铜不反应,比较上述答案,只有 C、D 符合题意。答案为 CD。

点评 这种题型是常见题型,理解其原理后,对金属与酸的反应,不管怎样变换出题目,都能解答。

题型2 卤化物的有关计算

例2:向溴化钠、碘化钠的混合溶液中通入足量的氯气,然后加热将溶液蒸干并灼烧片刻,最后残留的物质是

A. NaCl B. NaCl NaBr NaI C. NaBr NaI D. NaCl I₂

【研析】由于氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$,氯气将溴、碘从其化合物中置换出来,由于 Br_2 易挥发, I_2 易升华,所以只残留 NaCl。答案为 A。

点评 卤化物的有关计算也是常见题型。解此类型题,要搞清楚物质氧化性和还原性的强弱,比较谁能氧化谁。

【教考动向·应用】

1. 等物质的量的钠、镁、铝分别与 1 L 1 mol/L 的盐酸作用产生氢气,产生 H_2 的量可出现下列 4 种情况:① $Na < Mg < Al$;② $Na < Mg = Al$;③ $Na = Mg = Al$;④ $Na > Mg = Al$,讨论上述 4 种情况所需金属的物质的量分别在何范围?
2. 相同物质的量的钠、镁、铝与足量的盐酸反应时放出氢气的体积比是_____。
相同质量的钠、镁、铝与足量的盐酸反应时放出氢气的体积比是_____。
0.3 mol 的钠、镁、铝分别投入 100 mL 1 mol/L 的硫酸溶液中,三者产生的氢气的体积比是_____。
3. 在 250 mL 碘化钾溶液中通入一定的氯气,再将所得的溶液蒸干,并加热到质量不再减少为止,称得固体的质量为 23.2 g,经实验分析知 23.2 g 固体中碘元素的质量分数为 27.37%。试计算:
(1)原碘化钾溶液的物质的量浓度。
(2)参加反应的氯气在标准状况下的体积。

▲综合创新型

题型 1 创新应用

例 1:“套管实验”是将一支较小的玻璃仪器装入另一玻璃仪器中,经组装来完成原来需要的两只或更多普通玻璃仪器进行的实验,因其具有许多优点,近年被广泛开发并应用于化学实验中。下述实验为“套管实验”,请观察实验装置,分析实验原理,回答下列问题:

在氨气的喷泉实验中,将圆底烧瓶集满氨气的操作很麻烦。

请设计一个简单的操作方法,只用一支试管如图,选用下列药品:

A. 氯化铵固体 B. 氢氧化钠固体 C. 浓氨水 D. 浓硫酸 E. 湿润的红色石蕊试纸,采用“套管法”在圆底烧瓶中集满喷泉实验用的氨气。

(1)所用的试剂为:_____。

(2)请简述所设计的操作及判定集满氨气的方法及现象:_____。

(3)生产氨气的化学方程式为:_____。

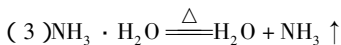
(4)将上述实验与普通实验相比较,“套管实验”明显具备的优点是:_____。

【析】 氢氧化钠溶于氨水要放热,而氨水受热则分解,则可制出氨气。

【答案】 (1) BCE

(2) 将圆底烧瓶倒置,向试管中分别加入所选试剂,迅速将试管的上口、伸至烧瓶的底部,过一会儿,将湿润的红色石蕊试纸置于烧瓶口处,若试纸变蓝则证明氨气已经充满





(4) 简化实验操作, 提高实验效率, 节约药品

点评 此题综合性较强, 要理解基本的实验原理, 只要抓住氨气极易溶于水, 无论从哪个角度变换设计, 都可以解决。

题型2 开放探究

例2 某学习小组收集了关于卤素在生活中的应用资料, 其中有一份是关于药物华素片(西地碘片)的使用说明书, 以下为说明书的部分内容:

华素片(西地碘片)使用说明书

[品名和组成]

品名: 西地碘片

组成: 华素片

英文名: Cydiodine Tablets

华素片(西地碘片)的主要活性成分是分子碘, 含量 1.5 mg/片。将碘利用分子分散技术制成分子态西地碘, 并含适量薄荷脑等。

[贮藏] 避光、密闭、在阴凉处保存

[有效期] 二年

(1) 根据上述说明和所学知识回答:

① 华素片中含有的活性成分是_____ (写分子式)。

② 请推断华素片_____ (“是”或者“不是”)白色。

(2) 某同学为验证华素片中确实含有上述成分, 完成实验如下。请填空:

① 取一粒药片放入研钵中研碎, 再将药粉装入试管中并加入约 2 mL 蒸馏水, 向试管中再加入约 2 mL _____, 并用力振荡。

A. 酒精(密度比水小, 与水以任意比互溶)

B. 四氯化碳(密度比水大, 不溶于水)

② 描述加入该液体后可能观察到的现象_____。

③ 选用该液体的原因_____。

(3) 请设计另一种方法, 验证华素片中的成分(注意叙述实验原理、操作方法和实验结论)。

[研析] 检验碘的存在既可以用加有机溶剂萃取分液, 也可以加热升华。

[答案] (1) ① I_2 ② 不是

(2) ① B ② 分层, 下层呈紫红色 ③ 能分层, 又不发生反应

(3) 将药片研成粉末, 放在干燥的试管中加热, 观察试管口有无紫色蒸气产生, 冷却后试管口有无紫黑色固体凝聚

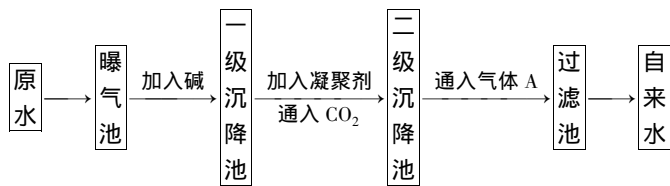
点评 实际生活中的许多问题都可以运用学过的化学知识进行探究, 要养成科学探究的习惯。

题型3 综合渗透

例3 我国规定饮用水质量标准必须符合下列要求：

pH	6.5 ~ 8.5
Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总浓度	$< 0.0045 \text{ mol/L}$
细菌总数	$< 100 \text{ 个/mL}$

下图是原水处理成自来水的工艺流程示意图：



(1) 原水中含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 等，加入石灰后生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，进而发生若干复分解反应，写出其中一个离子方程式_____。

(2) 凝聚剂除去悬浮固体颗粒的过程_____。(①只是物理过程 ②只是化学过程 ③是物理和化学过程)
 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 是常用的凝聚剂，它在水中最终生成_____沉淀。

(3) 通入 CO_2 的目的是_____和_____。

(4) 气体 A 的作用是_____，这种作用是基于气体 A 和水反应生成的产物具有_____性。

(5) 下列物质中_____可以作为 A 气体的代用品。

① $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ② 浓氨水 ③ Na_2FeO_4 ④ SO_2

【研析】 第(2)小题中， $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 是常用的凝聚剂，它在水中最终生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀，是因为 Fe^{2+} 先被氧化为 Fe^{3+} ， Fe^{3+} 再水解为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

【答案】 (1) $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ (Ca^{2+} 与 HCO_3^- 、 OH^- 也可以反应)

(2) ③ $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(3) 降低 Ca^{2+} 的浓度 调节溶液的 pH

(4) 杀菌消毒 强氧化

(5) ①③

点评 此题为 2002 年广东省的高考题， Fe^{3+} 水解为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的原理在此只要求了解，不作掌握内容。

【教考动向·应用】

4. 碘是人体生长发育不可缺少的微量元素,它在人体中仅有 20~50 mg,人体用碘制造甲状腺素,调节新陈代谢。若摄入碘量不足,则人会因甲状腺肿大得“粗脖子病”即“地甲病”。为防止出现“地甲病”,我国颁布了《食盐加碘消除碘缺乏病管理条例》等法令,碘盐就是在食盐中加入一定量的碘酸钾(碘酸钾由碘氧化制得)。那么,碘是从哪里来的呢?下面是一个从海带中提取碘的实验。

(I) 取食用干海带,用刷子刷去表面粘附物,不用水洗,称取 15 g,放入铁或瓷坩埚中,把坩埚置于泥三角上,用煤气灯高温灼烧,将海带烧成炭黑后,自然冷却。

(II) 将坩埚内灼烧残余物放至小烧杯中,加入 5 mL 蒸馏水,不断搅拌,10 min 后过滤。

(III) 在滤液中加入 1 mL 饱和新制氯水,振荡溶液,静置 5 min。

根据以上实验回答下列问题:

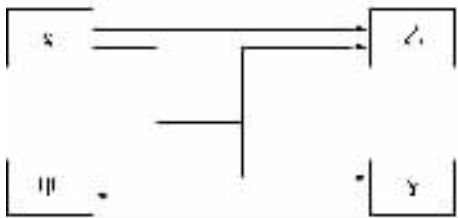
(1) 实验前为什么要用刷子而不能用水洗食用干海带?

(2) 碘易升华,为什么还可以对干海带用煤气灯灼烧?

(3) 为什么要用新制氯水与(II)的滤液反应?并写出发生反应的离子方程式。

(4) 如何证明步骤(III)中有碘生成?

5. 下图中 X、Y、Z 是中学化学中常见的三种元素的单质,甲、乙是由 Z、Y 及 Z、X 形成的两种常见的化合物,它们之间存在如图所示的关系。



(1) 试推断 X、Y、Z 可能的组合(可不填满,也可补充)。

组合	X	Y	Z
1			
2			
3			
4			

(2) 若常温下 X 为气体, Y 为液体:

① 应如何保存 Y? 为什么?

②保存 Y 的试剂瓶中可看到几层?每一层的颜色如何?各是什么物质?

③若分别将四氯化碳和苯加入到 Y 的水溶液中,会看到什么现象?

④自然界中, Y 元素主要存在于_____中,因此人们称 Y 元素为_____, Y 在海水中主要以_____的形式存在。若从海水中提炼 Y 单质,一般需要_____个过程,分别是_____。

⑤2004 年 4 月某市的某化工厂发生液化 X 罐爆炸事故,事故发生后,消防队员向空气中喷洒大量的溶液来处理 X,这种溶液是

A. 水 B. NaOH 溶液 C. 食盐水 D. 四氯化碳

(3)若常温下 X 为气体, Y 为紫黑色固体,则:

①加热 Y 时, Y 会_____,做完加热 Y 的实验后,仪器应用_____洗涤。

②Y 遇淀粉会_____。

③若分别将四氯化碳和苯加入到 Y 的水溶液中,会看到什么现象?

6. 镁粉是焰火、闪光粉、鞭炮中不可缺少的原料。利用镁的有关知识解决下列问题:

(1) 焰火在空气中点燃后,其中镁主要发生的反应是_____,在烟火中是_____色的火。

(2) 若焰火是由黑火药和镁粉混合而成的,可按如下两种方法得到镁:

方法一 将焰火溶于水→过滤,取 A→加适量酸→过滤,取 B→加过量 X 溶液→过滤,取 C→加盐酸→蒸发浓缩、结晶、干燥→电解制镁

方法二 将焰火溶于盐酸→过滤,取 D→加过量 X 溶液→过滤,取 E→加盐酸→蒸发浓缩、结晶、干燥→电解制镁

①填表:

编号	A	B	C	D	E
所填内容					

②你认为方法一和方法二哪一个更好?为什么?

③写出氯化镁电解的化学方程式。从绿色化学角度分析,电解时要注意什么问题?如何处理?

④若用电解得到的镁制镁粉,可将镁加热变成镁蒸气,然后冷却,得到镁粉。这个过程能在空气中进行吗?为什么?现有气体:二氧化碳、氢气、氩气、氧气、水蒸气,若要从上述气体中选择,其中正确的选择是_____。

⑤为提高沉淀效果, X 溶液应选择

A. NaOH 溶液 B. Na_2CO_3 溶液
C. Na_2SO_4 溶液 D. AgNO_3 溶液

④ 开拓学习新视野

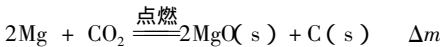
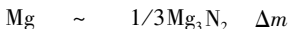
▲ 教材知识拓展

[思想方法]

设 1 法的应用 :

例 相同质量的 Mg 分别在 :①氧气、②空气、③CO₂ 中充分燃烧 , 所得固体质量排列顺序为_____。

[研析] 既然 Mg 的质量相等 , 不妨设为 1 mol。空气中主要含有 N₂ 和 O₂ , 比较 Mg 在 O₂ 与空气中燃烧产物质量的不同 , 也就是比较 Mg 在 O₂ 与 N₂ 中燃烧产物质量的不同。因此又不妨将空气极限为 N₂ 而比之。



则质量由大到小的顺序为 :③ ① ②。

点评 本题易误解的主要因素是忽视 Mg 与 CO₂ 反应产生的 C 也是固体 , 解题时一定要注意。对许多类似的题目都可用设 1 法解决。

[专题放送]

1. 溴水褪色的几种情况

溴水是一种常用试剂 , 其溶液通常为橙色。溴水褪色 , 有的只是物理变化 , 大多数因发生了化学反应而褪色 , 常见的有如下情况 :

(1) 向溴水中加入活性炭 , 利用活性炭的吸附性使溴水褪色。

(2) 向溴水中加入汽油、苯及其同系物、四氯化碳等有机物 , 溴被萃取使水层无色。

(3) 受热挥发而褪色。

(4) 与强碱溶液发生自身氧化还原反应而褪色。如 NaOH 与溴水的反应为 $2\text{NaOH} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O} + \text{NaBrO}$ 。

(5) 向溴水中加入 Na₂CO₃ 溶液 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaBr} + 2\text{HBrO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(6) 与较活泼金属反应而褪色 , 如将镁粉投入溴水中的反应为 $\text{Mg} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{MgBr}_2$ 。

(7) 与硝酸银溶液反应而褪色。

(8) 被 H₂S、SO₂、Na₂SO₃、Fe²⁺、HI 等还原剂还原而褪色。如 $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

2. 检验卤离子的方法

向溶液中先滴加 AgNO_3 溶液,再加稀硝酸。(或滴加硝酸酸化的硝酸银)

若有白色沉淀,说明有 Cl^- 存在。若滴加 AgNO_3 有浅黄色沉淀,再加稀硝酸沉淀不溶解,说明有 Br^- 存在。若滴加 AgNO_3 有黄色沉淀,再加稀硝酸沉淀不溶解,说明有 I^- 存在。

常见的干扰离子 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} ,它们分别与硝酸银反应,形成白色和黄色沉淀但可溶于硝酸。

▲考题在线搜索

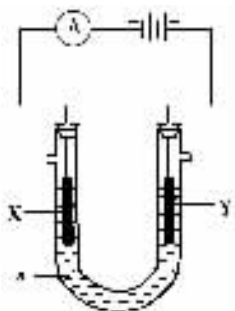
考题 1 (2003 上海高考)甲、乙、丙 3 种溶液各含有一种 X^- ,向甲中加入淀粉溶液和氯水,则溶液变为橙色,再加丙溶液,颜色无明显变化。则甲、乙、丙一定含有

- A. Br^- 、 I^- 、 Cl^- B. Br^- 、 Cl^- 、 I^-
C. I^- 、 Br^- 、 Cl^- D. Cl^- 、 I^- 、 Br^-

【研析】 向甲中加入淀粉溶液和氯水,溶液变为橙色,说明甲中含有 Br^- ,因为若甲含 I^- ,则应变蓝,若含 Cl^- ,则应不变色。再加丙溶液,颜色无明显变化,说明丙不含 I^- ,而含 Cl^- ,因为若丙含 I^- ,则可与溴反应生成碘单质而使溶液变为褐色。答案为 A。

点评 此题考查了卤素之间的反应及有关氧化性强弱,通过此题可以看出对基础知识必须熟练掌握,才能对此类题目灵活解答。

考题 2 (2004 全国高考)电解原理在化学工业中有广泛应用。下图表示一个电解池,装有电解液 a, X、Y 是两块电极板,通过导线与直流电源相连。请回答以下问题:



(1) 若 X、Y 都是惰性电极, a 是饱和 NaCl 溶液,实验开始时,同时在两边各滴入几滴酚酞试液,则

① 电解池中 X 极上的电极反应式为 _____,在 X 极附近观察到的现象是 _____。

② Y 电极上的电极反应式为 _____,检验该电极反应产物的方法是 _____。

(2) 如要用电解方法精炼粗铜,电解液 a 选用 CuSO_4 溶液,则

① X 电极的材料是 _____,电极反应式是 _____。

② Y 电极的材料是 _____,电极反应式是 _____。

(说明:杂质发生的电极反应不必写出)

【析】 此题考查电解、电镀的基本知识。电解饱和 NaCl 溶液在阳极生成的是 Cl_2 ，发生 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ 反应，检验氯气用湿润的淀粉 - 碘化钾试纸。阴极生成氢气和氢氧化钠，若滴加酚酞试液则变红。电解方法精炼粗铜的原理同电镀，用镀层金属作阳极，待镀金属作阴极。

【答案】 (1) ① $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 放出气体，溶液变红

② $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ 把湿润的淀粉 - 碘化钾试纸放在 Y 电极附近，试纸变蓝色

(2) ① 纯铜 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ② 粗铜 $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$

点评 电解电镀知识是大纲要求的基础知识，要熟练掌握。要明确二者的差别是电极材料的不同。

【拓展·应用】

某溶液中 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的物质的量之比为 2:3:4，要使溶液中的 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的物质的量之比变为 4:3:2，则通入氯气的物质的量是原溶液中 I^- 物质的量的

A. 1/2 B. 1/3 C. 1/4 D. 1/8

▲多彩化学漫步

海洋中的化学元素

海水中溶解了大量的气体物质和各种盐类。人类在陆地上发现的 100 多种元素，在海水中可以找到 80 多种。人们早就想到应该从这个巨大的宝库中去获取不同的元素。传说炎帝时就有风沙氏教民煮海水为盐的故事。当今世界上，生产海盐的国家已达 80 多个，制盐工业的新工艺、新技术也如雨后春笋般地迅速发展，从最古老的日晒法到先进的塑苫技术，海盐大大满足了人类与日俱增的耗盐量需求。人们利用海盐为原料生产出上万种不同用途的产品，例如烧碱 (NaOH)、氯气、氢气和金属钠等，凡是用到氯和钠的产品几乎都离不开海盐。



在海洋中存在着多种元素

难以提取的钾是植物生长发育所必需的一种重要元素，它也是海洋宝库馈赠给人类的又一种宝物。海水中蕴藏着极其丰富的钾盐资源，据计算总储量达 5×10^{13} t，但是由于钾的溶解性低，在 1 L 海水中仅能提取 380 mg 钾。而且，钾与钠离子、镁离子和钙离子共存，分离较困难，致使钾的工业开采步履维艰。目前，已有采用硫酸盐复盐法、高氯酸

盐汽洗法、氨基三磷酸钠法和氟硅酸盐法等从制盐卤水中提取钾；采用二巯胺法、磷酸盐法、沸石法和新型钾离子富集剂从海水中提取钾。

溴是一种贵重的药品原料，可以生产许多消毒药品。例如大家熟悉的红药水就是溴与汞的有机化合物，溴还可以制成熏蒸剂、杀虫剂、抗爆剂等。地球上99%以上的溴都蕴藏在汪洋大海中，故溴还有“海洋元素”的美称。据计算，海水中的溴含量约 65 mg/cm^3 ，整个大洋水体的溴储量可达 $1 \times 10^{14} \text{ t}$ 。早在19世纪初，法国化学家就发明了提取溴的传统方法（即以中度卤水和苦卤为原料的空气吹出制溴工艺）这个方法也是目前工业规模海水提溴的惟一的成熟的方法。此外，树脂法、溶剂萃取法和空心纤维法提溴的新工艺正在研究中。

碘也是海洋元素，碘酒是碘溶在酒精里制成的，海水中的碘可以富集到海藻中去。干海带含碘量高达1%，为制碘创造了良好的条件。我国海带生产居世界第一，除供食用外，大量用于制碘。

镁不仅大量用于火箭、导弹和飞机制造业，它还可以用于钢铁工业。近年来镁还作为新型无机阻燃剂，用于多种热塑性树脂和橡胶制品的提取加工。另外，镁还是组成叶绿素的主要元素，可以促进作物对磷的吸收。镁在海水中的含量仅次于氯和钠，总储量约为 $1.8 \times 10^{15} \text{ t}$ ，主要以氯化镁和硫酸镁的形式存在。从海水中提取镁并不复杂，只要将石灰乳加入海水中，沉淀出氢氧化镁，注入盐酸，再转换成无水氯化镁就可以了。电解海水也可以得到金属镁。全世界镁砂的总产量为 7.6×10^6 吨/年，其中约有 $2.6 \times 10^6 \text{ t}$ 是从海水中提取的。

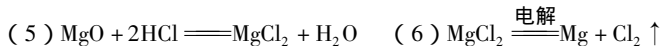
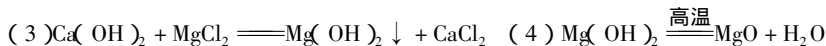
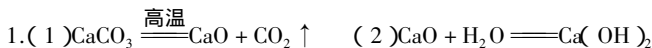
“能源金属”锂是用于制造氢弹的重要原料。海洋中每升海水含锂 $15 \sim 20 \text{ mg}$ ，海水中锂总储量约为 $2.5 \times 10^{11} \text{ t}$ 。随着受控核聚变技术的发展，同位素 ${}^6\text{Li}$ 聚变释放的巨大能量最终将和平服务于人类。锂还是理想的电池原料，含锂的铝镍合金在航天工业中占有重要位置。此外，锂在化工、玻璃、电子、陶瓷等领域的应用也有较大发展。因此，全世界对锂的需求量正以每年7%~11%的速度增加。目前，主要是采用蒸发结晶法、沉淀法、溶剂萃取法及离子交换法从卤水中提取锂。

除了上述已形成工业规模生产的各种化学元素外，海水还将无私地奉献给人类全部其他微量元素。

《教育网》

[答案与解析研读]

【 教考动向 · 演练 】



2. 由于海水中溶解许多盐的缘故。海水咸是因为有大量的氯化钠，苦涩的味道是由于海

水中溶解了镁和其他的盐类,如硫酸钙、硫酸镁、硝酸钾、氯化镁等。

3. C 可作为冷却镁蒸气的气体必须不与镁反应。①②⑤都能与镁反应,所以答案为 C。
4. BD 根据镁、锂的性质相似,则知 Li_2SO_4 易溶于水, LiOH 受热可分解,所以 AC 错误。
5. B 根据题意,必须在酸性条件下才能反应,所以必有⑥。检验碘单质必须用淀粉,则必有③。
6. A 从固体中提取可溶物,要先溶解,后过滤,再反应,最后萃取分液。
7. D
8. A 食盐是人们每天都要食用的,在食盐中加碘方便、经济。

【教考动向·应用】

1. ① $n < 1/2$; ② $1/2 \leq n < 1$; ③ $n = 1$; ④ $n > 1$ 。
2. 1:2:3 (1/23):(1/12):(1/9) 3:2:2
3. (1)原碘化钾溶液的物质的量浓度为 1 mol/L。
(2)参加反应的氯气在标准状况下的体积为 2.24 L。
4. (1)水洗会造成海带中碘的损失。
(2)海带中的碘以碘化钾的形式存在,加热不会升华或分解。
(3)氯水久置会变质成盐酸,而不能氧化 I^- $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ 。
(4)加入淀粉溶液,若变蓝则说明有碘生成。
5. (1)

组合	X	Y	Z
1	Cl_2	Br_2	Na
2	Cl_2	I_2	Na
3	Br_2	I_2	Na
4	Cl_2	Br_2	H_2

(说明:其他合理组合也可以)

- (2)①水封,因为溴易挥发。②三层,最下层为深红色,是液溴;中间一层呈橙红色,是饱和溴水;最上层为棕红色,是溴蒸气。③分层,加入四氯化碳时,上层为无色,下层为橙色;加入苯时,上层为橙色,下层为无色。(提示:溴在有机溶剂中的溶解度大于在水中的溶解度,故当加入有机溶剂时,溴会进入有机溶剂层,而使水层变无色。)④海水 海洋元素 盐 两个 还原、蒸馏 ⑤ B
(3)①升华 酒精 ②变蓝 ③若加入四氯化碳,上层为无色,下层呈紫色;若加入苯,上层为紫色,下层为无色。(提示:碘溶在苯或四氯化碳等有机溶剂中溶液显紫色。)

6. (1) $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$ 白 (2) ①

编号	A	B	C	D	E
所填内容	滤渣	滤液	滤渣	滤液	滤渣

②方法二更好,过程较简单。③ $\text{MgCl}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$,防止氯气污染环境和毒害实验者。在通风橱中进行,并吸收产生的氯气。④氢气、氩气 ⑤A

【拓展·应用】

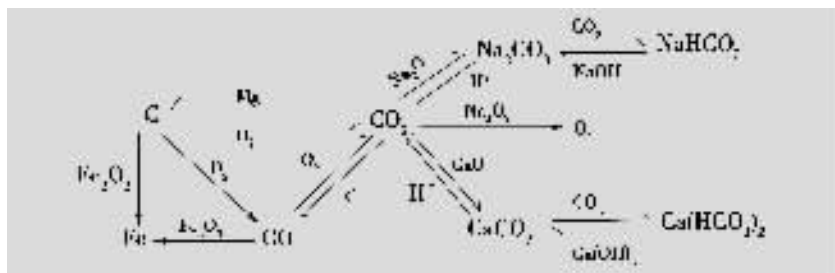
C 设原溶液中 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的物质的量为 2、3、4 摩尔,后来溶液中 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的物质的量为 4、3、2 摩尔,可见 Br^- 未变, Cl^- 增加 2 摩尔, I^- 减少 2 摩尔,根据反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- = 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$ 可知,通入的 Cl_2 应为 1 摩尔,原 I^- 为 4 摩尔。所以为 $1/4$ 。

章末小结

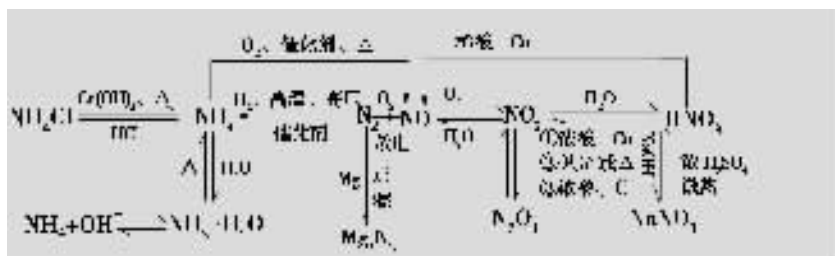
▲章末知识回顾

[结构图表]

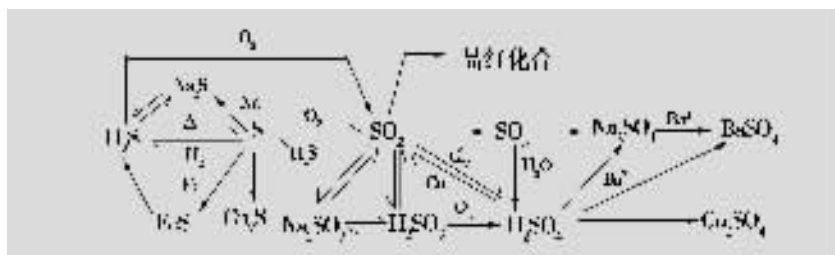
1. 碳及其化合物的转化



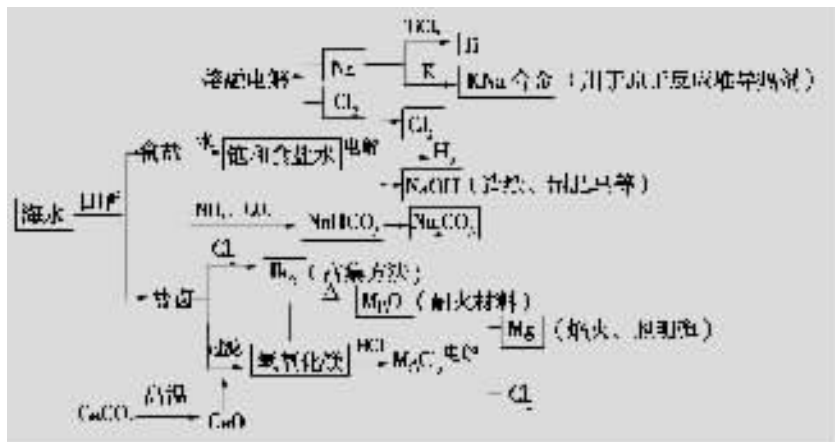
2. 氮的循环



3. 硫的转化



4. 海水的利用



[知识归纳]

1. 气体性质总结

(1) 有颜色的气体单质： F_2 (淡黄绿色)、 Cl_2 (黄绿色)、 Br_2 (红棕色)

有颜色的气体化合物： NO_2 (红棕色)

(2) 有刺激性气味的气体：卤化氢、 NH_3 、 SO_2 、 NO_2 、 F_2 、 Cl_2 、溴蒸气；有臭鸡蛋气味的气体： H_2S

(3) 极易溶于水的气体： NH_3 、 HCl ；易溶于水的气体：卤化氢、 NO_2 、 SO_2 ；能溶于水的气体： CO_2 、 H_2S 、 Cl_2 、溴蒸气

(4) 有毒的气体： F_2 、 HF 、 Cl_2 、 H_2S 、 SO_2 、 CO 、 NO 、 NO_2 、溴蒸气

(5) 易液化的气体： F_2 、 HF 、 Cl_2 、 H_2S 、 SO_2 、 CO 、 NO 、 NO_2 、溴蒸气

(6) 在空气中易形成白雾的气体：卤化氢

(7) 常温下由于发生化学反应而不能共存的气体：

① H_2S 和 SO_2 ② Cl_2 和 H_2S ③ HI 和 Cl_2 ④ NH_3 和 HCl ⑤ NO 和 O_2 ⑥ F_2 和 H_2

(8) 有漂白作用的气体： Cl_2 和 SO_2

(9) 能使澄清石灰水变浑浊的气体： CO_2 、 SO_2 、 HF

(10) 能使紫色石蕊试液变红的气体：卤化氢、 H_2S 、 SO_2 、 CO_2 、 NO_2 、溴蒸气

能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体： NH_3

使紫色石蕊试液先变红色后退色的气体： Cl_2

(11) 使无水 CuSO_4 变蓝的气体：水蒸气

(12) 在空气中可燃的气体： H_2 、 CH_4 、 C_2H_2 、 C_2H_4 、 CO 、 H_2S ；

在空气中点燃后火焰呈蓝色的气体 : H_2S 、 CH_4 、 CO 、 H_2

(13)具有氧化性的气体 : F_2 、 NO_2 、 O_2 、 Cl_2 、溴蒸气 ;

具有还原性的气体 : H_2S 、 H_2 、 CO 、 NH_3 、 HI 、 SO_2 、 HBr 、 HCl

(14)与水可发生反应的气体 : F_2 、 NO_2 、 CO_2 、 SO_2 、 NH_3 、 Cl_2 、溴蒸气等

(15)在空气中易被氧化变色的气体 : NO

(16)能使湿润的淀粉 - 碘化钾试纸变蓝的气体 : NO_2 、 Cl_2 、溴蒸气

(17)能使溴水和酸性 KMnO_4 溶液褪色的气体 : H_2S 、 SO_2 、 C_2H_2 、 C_2H_4

(18)遇 AgNO_3 溶液可产生沉淀的气体 : Cl_2 、溴蒸气、 H_2S 、 HCl 、 HI 、 HBr 、 NH_3 (当 NH_3 过量时 , 沉淀又会溶解)

(19)由于化学性质稳定 , 通常用作保护气的气体 : N_2 、 Ar

(20)制得的气体通常为混合气的是 : NO_2 和 N_2O_4 ($2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$)

(21)使湿润的 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ 或 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 试纸变黑的气体 : H_2S

(22)使品红溶液褪色的气体 : SO_2 、 Cl_2

(23)不能用浓 H_2SO_4 干燥的气体 : NH_3 、 H_2S 、 HI 、 HBr

(24)只能用排水法收集的气体 : CO 、 N_2 、 C_2H_4 、 NO ;

只能用排空气法收集的气体 : NO_2 、 H_2S 、 NH_3 、 CO_2 、 HCl 、 Cl_2

(25)能用启普发生器制取的气体 : H_2 、 CO_2 、 H_2S

2. Na_2CO_3 与 NaHCO_3 的关系归纳

(1)俗名 : Na_2CO_3 纯碱、苏打 ; NaHCO_3 小苏打 ; $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 块碱

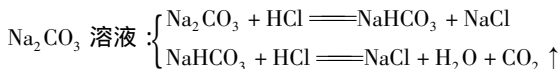
(2)溶解度 : $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$

向饱和 Na_2CO_3 溶液中通入 CO_2 则有白色沉淀(NaHCO_3)析出。原因 :①溶剂减少 (H_2O 参加反应) ②生成 NaHCO_3 的质量比原 Na_2CO_3 的质量大 ③ NaHCO_3 的溶解度比 Na_2CO_3 的溶解度小(同温下)

(3)热稳定性 : $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$ (一般温度下 Na_2CO_3 不分解)。

(4)其固体跟同浓度的盐酸反应产生气体的速度 $\text{Na}_2\text{CO}_3 < \text{NaHCO}_3$ 。

(5)将稀盐酸逐滴加入到 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 的水溶液中 , 发生反应为 :



现象为 :开始无气体产生 , 盐酸滴加一定量后(将 Na_2CO_3 全部转化为 NaHCO_3) , 才开始产生气体。



现象为 :立即产生气体。

(6)除杂 Na_2CO_3 (NaHCO_3)加热即可。

NaHCO_3 (Na_2CO_3) 将混合物溶于水后通入足量 CO_2 气体($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$) 然后将溶液低温蒸干即得 NaHCO_3 晶体。

(7) Na_2CO_3 与 NaHCO_3 的相互转化

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3$ 向 Na_2CO_3 水溶液通入足量 CO_2 气体。

$\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$

①加热： $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\text{加热}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

②跟适量 NaOH 溶液反应： $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{适量}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

该反应也说明 NaHCO_3 不能跟 NaOH 共存。

(8) 同温度同浓度两溶液的 pH $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$

原因： Na_2CO_3 水解程度比 NaHCO_3 大得多，因此溶液的碱性： Na_2CO_3 比 NaHCO_3 强，则 pH 大。

(9) 跟 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液反应的离子方程式

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} \xrightarrow{\text{适量}} \text{CaCO}_3 \downarrow$ ，该反应可用于制取 NaOH 。

少量 NaHCO_3 跟 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液反应：

$\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \xrightarrow{\text{少量}} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

过量 NaHCO_3 跟 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液反应：

$\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\text{过量}} \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$

由此看出：不能用石灰水或 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 来鉴别 Na_2CO_3 与 NaHCO_3 。

(10) 泡沫灭火器中用 NaHCO_3 而不用 Na_2CO_3 的原因是：① NaHCO_3 反应速率快 ② 等量铝盐跟 NaHCO_3 反应产生的 CO_2 的量多。

(11) 等物质的量的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 跟足量盐酸反应产生 CO_2 的量相等；等质量的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 跟足量盐酸反应产生 CO_2 的量： $\text{Na}_2\text{CO}_3 < \text{NaHCO}_3$

(106 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{HCl}} 1 \text{ mol CO}_2$ ，84 g $\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\text{HCl}} 1 \text{ mol CO}_2$)

(12) 鉴别 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 的方法

① CaCl_2 或 BaCl_2 溶液：

$\begin{cases} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \xrightarrow{\text{适量}} \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl} \\ \text{NaHCO}_3 \text{ 与 } \text{CaCl}_2 \text{ 不反应} \end{cases}$

② 加热

③ 测水溶液的 pH

④ 向两溶液中逐滴加盐酸 (②③④的原理见前面分析)

3. 浓 H_2SO_4 和稀 H_2SO_4 性质比较

(1) 浓 H_2SO_4 和稀 H_2SO_4 的组成与性质比较

物质性质	浓 H_2SO_4	稀 H_2SO_4
电离情况		$\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{水}} 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
主要微粒	H_2SO_4 分子	H^+ 、 SO_4^{2-} 、 H_2O

颜色、状态	无色黏稠油状液体	无色液体
化学性质	三大特性： 1. 脱水性 2. 吸水性 3. 强氧化性	酸的通性： 1. 与酸、碱指示剂反应 2. 与活泼金属反应生成盐和氢气 3. 与碱性氧化物反应生成盐和水 4. 与某些盐反应生成新酸和新盐 5. 与碱反应生成盐和水

(2) 浓 H₂SO₄ 和稀 H₂SO₄ 氧化性比较

	浓 H ₂ SO ₄	稀 H ₂ SO ₄
起氧化作用的元素	分子中的 +6 价的 S	电离出来的 H ⁺
还原产物	一般是 SO ₂	H ₂
与非金属单质、H ₂ S、HBr、HI 等物质反应情况	加热时能氧化非金属单质, 常温下能氧化 H ₂ S、HBr、HI	均不能与上述物质反应
与 Fe、Al 反应情况	常温下将 Fe、Al 钝化, 加热时能继续氧化	发生置换反应
氧化性的强弱	氧化性强	氧化性弱

4. 气体溶于水后溶液里溶质的物质的量浓度计算

(1) HCl 溶于 H₂O

$$V(\text{HCl}) = V[\text{HCl}(\text{aq})]$$

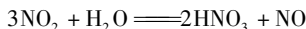
$$c(\text{HCl}) = \frac{V(\text{HCl})/22.4 \text{ L/mol}}{V[\text{HCl}(\text{aq})]} = (1/22.4) \text{ mol/L}$$

(2) NH₃ 溶于 H₂O

$$V(\text{NH}_3) = V[\text{NH}_3(\text{aq})]$$

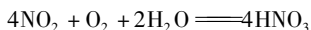
$$c(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)/22.4 \text{ L/mol}}{V[\text{NH}_3(\text{aq})]} = (1/22.4) \text{ mol/L}$$

(3) NO₂ 溶于 H₂O



$$V[\text{HNO}_3(\text{aq})] = 2/3 \times V(\text{NO}_2) \quad n(\text{HNO}_3) = 2/3 \times n(\text{NO}_2)$$

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{2/3 \times V(\text{NO}_2)/22.4 \text{ L/mol}}{2/3 \times V(\text{NO}_2)} = (1/22.4) \text{ mol/L}$$

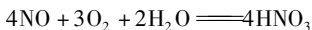


$$V(\text{HNO}_3 \text{ (aq)}) = V(\text{NO}_2 + \text{O}_2)$$

$$n(\text{HNO}_3) = 4/5n(\text{NO}_2 + \text{O}_2)$$

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{4/5 V(\text{NO}_2 + \text{O}_2) / 22.4 \text{ L/mol}}{V(\text{NO}_2 + \text{O}_2)} = (1/28) \text{ mol/L}$$

(4) NO 溶于 H₂O



$$n(\text{HNO}_3 \text{ (aq)}) = V(\text{NO} + \text{O}_2) \times 4/7 \quad V(\text{HNO}_3 \text{ (aq)}) = V(\text{NO} + \text{O}_2)$$

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{4/7 V(\text{NO} + \text{O}_2) / 22.4 \text{ L/mol}}{V(\text{NO} + \text{O}_2)} = (1/39.2) \text{ mol/L}$$

▲ 单元专题探究

1. 金刚石、石墨、C₆₀ 都是由碳元素组成的单质, 为什么它们的性质差别却很大?

[研析] 金刚石、石墨和 C₆₀ 在碳原子的排列方式、相邻碳原子间的作用力等方面具有较大差异。石墨为层状结构, 每一层内每个碳原子参与形成三个平面六边形, 层内相邻碳原子间作用力强, 层间作用力弱; 金刚石为空间网状结构, 以每个碳原子为中心形成一个正四面体, 相邻碳原子间作用力强; C₆₀ 为球形分子, 每个分子由 60 个碳原子构成, 形似足球, 球面由五碳环和六碳环构成, 球内为空, 分子内相邻碳原子间作用力强, 分子与分子间作用力弱。

1. 下面关于金刚石、石墨和 C₆₀ 的结构的说法正确的是

- A. 我们肉眼看到的金刚石、石墨和 C₆₀ 都是由多个分子靠一定的作用力堆积而成的单质
- B. 虽然金刚石、石墨和 C₆₀ 中的碳原子的排列方式不同, 但它们之间的作用力却是相同的
- C. 金刚石、石墨和 C₆₀ 的结构不同决定了它们的性质不同
- D. 金刚石中所有的碳原子都是按一定的方式连成一个向空间伸展的网络, 而 C₆₀ 中每 60 个碳原子构成一个分子

[研析] 见前面。答案为 CD。

2. 大气中的二氧化碳含量严重超标, 造成全球性的气候变暖。其原因是什么? 怎样解决?

[研析] 正常情况下空气中二氧化碳的含量是相对稳定的, 因为绿色植物的光合作用及江河、海洋的溶解消耗空气中的二氧化碳, 生物的呼吸作用以及燃料的燃烧、岩石的风化等产生二氧化碳, 这两个过程相对平衡时, 空气中的二氧化碳保持相对稳定。现在由于工业、交通业的发展, 新的绿色能源欠缺, 绝大多数能量靠燃烧含碳燃料提供。因此造成空气中二氧化碳含量的剧增, 破坏了原有的平衡, 产生了温室效应, 造成了全球性的气温升高。

解决的办法: 一是通过开发绿色能源代替含碳燃料; 二是通过植树造林、种草绿化, 增强光合作用吸收二氧化碳的能力。

3. 大气中二氧化碳含量增多引起温室效应,使地球表面温度升高,有人认为地球上部分地区干旱就是温室效应的后果。

(1)空气中二氧化碳的主要来源是_____。

(2)自然界消耗二氧化碳的主要过程有_____。

(3)你认为要防止温室效应的发生,可采取的措施是什么?

(4)二氧化碳是一种重要的无机物,请列举二氧化碳在工业生产和社会生活方面的重要用途。

[研析] 见前面

[答案] (1)生物的呼吸作用,燃料的燃烧,岩石的风化等

(2)绿色植物的光合作用及江河、海洋的溶解等

(3)通过开发绿色能源代替含碳燃料,通过植树造林、种草绿化,加强光合作用吸收二氧化碳的能力。

(4)例如,用干冰进行人工降雨,用干冰做制冷剂,用二氧化碳做碳酸饮料,用二氧化碳做保护气、灭火等。

4. 酸雨的形成过程是怎样的?分别发生什么反应?酸雨可能给人类造成哪些危害?人类为防止酸雨应做哪些工作?

[研析] 空气中的 SO_2 、 SO_3 及氮的氧化物与水反应随雨雪降到地面,形成酸雨,酸雨的 pH 小于 5.6。酸雨的主要成分之一是亚硫酸,亚硫酸中的硫元素为 +4 价,具有强还原性,易被氧化剂氧化。酸雨的 pH 发生变化,其原因是亚硫酸被空气中的氧气氧化为硫酸,酸性增强,当亚硫酸全部氧化为硫酸后, pH 不再变化。

酸雨的危害极大,会危害农作物、森林、草原、鱼类、建筑物、工业设备、电信电缆等。要减少酸雨的产生,首先要了解空气中二氧化硫的来源。大气中二氧化硫的来源主要是化石燃料的燃烧以及含硫矿石的冶炼和硫酸、磷肥、造纸等生产过程产生的尾气。因此,少用煤作燃料以及对燃料进行脱硫处理,是减少酸雨的有效措施。开发新能源如氢能、核能等,可以从根本上杜绝二氧化硫的产生。

5. 卤素单质氧化性的探究:

从哪些反应事实可以说明卤素单质的氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$? Cl^- 、 Br^- 、 I^- 与其对应的单质的性质有何不同?如何检验它们的存在?

现有三瓶无色溶液,它们分别是 NaCl 溶液、NaBr 溶液和 NaI 溶液。

(1)各取溶液少许分别加入试管中,然后分别滴加 AgNO_3 溶液和稀硝酸,现象是_____ ;有关的离子方程式分别是_____。

(2)将三种浊液过滤、洗涤、干燥,然后放到通风橱中,并用强光照射,现象是_____ ;有关的化学方程式分别为_____。

(3)再取溶液少许分别加入试管中,然后分别通入氯气,现象是_____ ;有关的离子方程式分别是_____ ,这一现象说明的问题是_____。

(4) 又取溶液少许分别加入试管中, 然后分别滴加溴水, 现象是_____。
 _____, 有关的离子方程式分别是_____。这一现象说明的问题是_____。
 _____, 综合分析(3)和(4)得出的结论是_____。

(5) 如果展示的三瓶溶液失去标签, 请你设计方案鉴别这三瓶溶液。

【研析】 (1) 分别产生白色沉淀、淡黄色沉淀、黄色沉淀 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$,
 $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{AgBr} \downarrow$, $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{AgI} \downarrow$

(2) AgCl 分解产生黄绿色气体和黑色固体, AgBr 分解产生橙红色蒸气和黑色固体,
 AgI 分解产生紫色蒸气和黑色固体 $2\text{AgCl} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{Ag} + \text{Cl}_2 \uparrow$, $2\text{AgBr} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{Ag} + \text{Br}_2 \uparrow$,
 $2\text{AgI} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{Ag} + \text{I}_2 \uparrow$

(3) NaCl 溶液无变化, NaBr 溶液、 NaI 溶液分别变成橙色和褐色 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$,
 $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ 氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$, $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$

(4) NaCl 溶液无变化, NaBr 溶液无变化, NaI 溶液变为褐色 $2\text{I}^- + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Br}^- + \text{I}_2$
 氧化性 $\text{Br}_2 > \text{I}_2$ 氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

(5) 方案一: 加硝酸酸化的 AgNO_3 溶液; 方案二: 滴加氯水, 再加 CCl_4 。

▲教材【本章自我评价】答案

1. (1) ④⑤

(2) ① CO 、 SO_2 、 NO

② $2\text{CO} + 2\text{NO} \rightleftharpoons \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$

③ 由于促进了 SO_2 的转化, 生成 SO_3 增多, $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$

④ ABC

2. ② $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

③ $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

④ $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

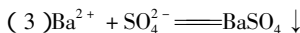
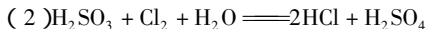
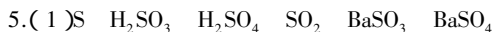
(水垢的主要成分是 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$)

3. (1) 是氧化还原反应, KI 作还原剂。

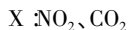
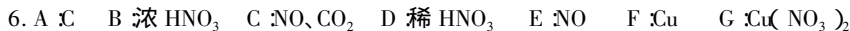
(2) 实验步骤: 在一支试管中加入少量含碘食盐溶液, 滴入稀 H_2SO_4 , 再滴入几滴淀粉溶液, 观察现象。在另一支试管中加入少量 KI 溶液, 滴入稀 H_2SO_4 , 再滴入几滴淀粉溶液, 观察现象。将上述两支试管里的液体混合, 观察现象。实验现象: 前两支试管内溶液颜色均无变化, 当两支试管里的液体混合后, 溶液迅速变成蓝色。实验结论: 食盐中含 KIO_3 , KI 在酸性条件下可将 I^- 氧化 I_2 。

(3) 用淀粉-碘化钾试纸。

4. (略)



(突破口在:常见的淡黄色固体有 S、Na₂O₂、AgBr)



综合能力探究演练

可能用到的相对原子质量 H—1 O—6 C—12 N—14

第 I 卷(选择题)

一、选择题(每小题只有一个选项适合题意)

1. 氮的固定是指

- A. 植物从土壤中吸收营养
- B. 将空气中的 N₂ 转变为含氮化合物的方法
- C. 将氮转变成硝酸及其他氮化物
- D. 根瘤菌将氮化物转化为蛋白质

2. 氨水的碱性较弱,这是因为

- A. 它只能使酚酞试液变成红色
- B. 溶于水的氨大部分以 NH₃ 分子形式存在
- C. 氨与水结合成的一水合氨只有极少部分电离
- D. 氨水极易挥发出氨
- E. 氨分子不能电离出 OH⁻

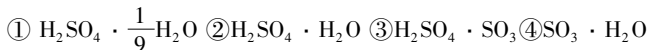
3. 一定条件下,将等体积的 NO 和 O₂ 的混合气体置于试管中,并将试管倒立于水槽中,充分反应后剩余气体的体积约为原气体总体积的

- A. 1/4
- B. 3/4
- C. 1/8
- D. 3/8

4. 下列反应中,硝酸既表现氧化性又表现酸性的反应是

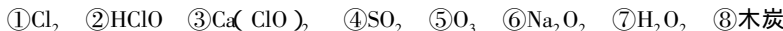
- A. 硝酸和氢硫酸反应
- B. 硝酸和氢氧化亚铁反应
- C. 硝酸和氧化铜反应
- D. 浓硝酸和碳反应

5. 为方便某些计算,有人将 98% 浓硫酸表示成下列形式,其中合理的是



- A. 只有①
- B. ②③
- C. ①④
- D. 只有③

6. 下列物质的漂白原理相近的组合是



- A. ①②③④
- B. ①②③⑤⑥⑦
- C. ④⑧
- D. 全部

7. 下列化合物不能由单质之间直接化合得到的是

- A. FeS B. H₂S C. SO₃ D. FeCl₃

8. 把 CO₂ 通入 NaOH 溶液中, 当生成 Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 的物质的量之比为 2:1 时, CO₂ 和 NaOH 的物质的量之比为

- A. 3:2 B. 3:4 C. 3:5 D. 1:2

9. 有四种不同的 Na₂CO₃ 样品, 各含有下列四种杂质中的一种, 且杂质的质量分数相同, 取等质量的四种样品分别与足量的盐酸反应, 质量减小最少的样品含有的杂质是

- A. (NH₄)₂CO₃ B. KHCO₃ C. K₂CO₃ D. NaHCO₃

10. 将 CO₂ 气体通入 CaCl₂ 溶液, 若有白色沉淀产生, 可加入的试剂是

- A. 硫酸氢钾溶液 B. 硝酸钾溶液 C. 氯水 D. 氢氧化钠溶液

二、选择题(每小题有 1~2 个选项符合题意)

11. 下列说法不正确的是

- A. 硫是一种淡黄色的能溶于水的晶体
B. 硫的化合物常存在于火山喷出的气体中和矿泉水里
C. 硫与氧属于同一主族
D. 硫在空气中的燃烧产物是二氧化硫, 在纯氧中的燃烧产物是三氧化硫

12. 能使淀粉-碘化钾试纸变蓝的物质是

- A. 氯水 B. 碘水 C. 碘化钠溶液 D. 溴化钠溶液

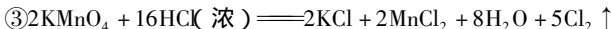
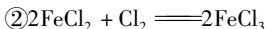
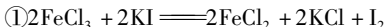
13. 对 I⁻ 的化学性质的表述, 正确的是

- A. 可升华 B. 能使淀粉变蓝色
C. 容易发生还原反应 D. 与 Ag⁺ 反应生成黄色沉淀

14. 向 NaI 和 NaBr 的混合溶液中通入过量的 Cl₂, 充分反应后将溶液蒸干, 灼烧残余物, 最后剩下的物质是

- A. NaCl、I₂、Cl₂ B. NaCl、I₂
C. NaCl、NaBr D. NaCl

15. 今有如下三个氧化还原反应:



若某溶液中有 Fe²⁺、I⁻ 和 Cl⁻ 共存, 要氧化除去 I⁻ 而不影响 Fe²⁺ 和 Cl⁻, 可加入的试剂是

- A. Cl₂ B. KMnO₄ C. FeCl₃ D. HCl

16. 下列实验中, 能发出明亮的蓝紫色火焰的是

- A. 硫在氧气中燃烧 B. 硫在空气中燃烧
C. 钠在空气中燃烧 D. 氢气在氯气中燃烧

17. 强热绿矾晶体, 除结晶水蒸发出去外, 还发生如下化学反应:

$2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow$,如果将生成的气体通入 BaCl_2 溶液中 ,产生的现象是

- A. 生成 BaSO_4 和 BaSO_3 混合沉淀
 B. 生成 BaSO_4 沉淀 ,有 SO_2 气体逸出
 C. 生成 BaSO_4 沉淀 ,有 SO_3 气体逸出
 D. 有 SO_2 和 SO_3 两种气体同时逸出
18. 已知下列氧化剂均能氧化 +4 价的硫元素 ,为除去稀硫酸中混有的亚硫酸 ,以得到纯净的稀硫酸 ,应选用的最合理的氧化剂是
 A. KMnO_4 B. $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ C. H_2O_2 D. Cl_2
19. 加热 $m \text{ g CaCO}_3$ 使其分解 ,并按下图继续变化 ,最后得到 CaCO_3 的质量不可能是

$$\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{C}} \text{CO} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{Ca}(\text{OH})_2} \text{CaCO}_3$$

 A. $0.5m \text{ g}$ B. $m \text{ g}$ C. $2m \text{ g}$ D. $3m \text{ g}$
20. 在一定温度下 ,向足量的饱和 Na_2CO_3 溶液中加入 1.06 g 无水 Na_2CO_3 ,搅拌静置 ,最终得到晶体的质量是
 A. 等于 1.06 g B. 大于 1.06 g 而小于 2.86 g
 C. 等于 2.86 g D. 大于 2.86 g

第 II 卷(非选择题)

三、填写下列空白(本题共 2 小题)

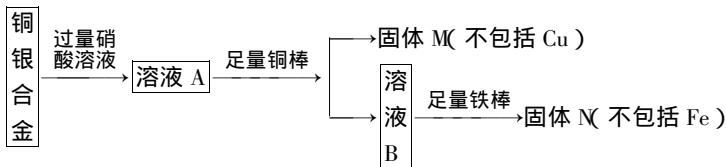
21. 在没有现成 CO_2 气体发生器的情况下 ,请你从下图中选用部分仪器装配成一个简易的能随开随用、随关随停的 CO_2 气体发生装置。



(1) 应选用的仪器(填入编号)_____。

(2) 若用上述装置制取 CO_2 气体 ,而实验室只有稀硫酸、浓硝酸、水、块状纯碱和块状大理石 ,比较合理的方案 ,应选用的药品是_____。

22. 下图是分离一块铜银合金的方法 :



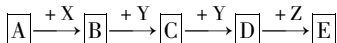
(1) A 为 _____ , B 为 _____ , M 为 _____ , N 为 _____ 。

(2) 若 M 为 m g , N 为 n g , 则至少消耗 HNO_3 _____ g 。

(3) 试从经济和环境的角度分析 , 用浓硝酸好 , 还是稀硝酸好 ? _____ , 原因是 _____ 。

四、填写下列空白(本题共 2 个小题)

23. 已知图中物质均由短周期元素组成 , X 无论是盐酸还是氢氧化钠溶液 , 转化均能进行 , 又知 C 的相对分子质量比 D 少 16 , A、B、C、D、E 均含有同一种元素。

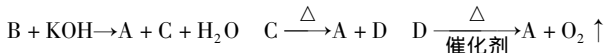


(酸式盐)

(1) 当 X 为盐酸时 , 则 E 为 _____ , A 中阴离子是 _____ 。

(2) 当 X 为 NaOH 溶液时 , 写出 A 与 X 反应的离子方程式 _____ 。

24. A、B、C、D 四种物质都是含氯元素的物质且其中氯元素的化合价按 A、B、C、D 的顺序升高 , 四种物质间存在如下关系 :



由此推断四种物质的化学式依次是

A. _____ ; B. _____ ;

C. _____ ; D. _____ 。

[答案与解析研读]

1. B 氮的固定是指将空气中的 N_2 转变为含氮化合物的方法。

2. C 氨水的碱性较弱 , 氨与水结合成的一水合氨只有极少部分电离。

3. C 设试管的体积为 V ; $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$

4 3

$1/2V$ $3/8V$

所以剩余的气体的体积为 $1/2V - 3/8V = 1/8V$, 充分反应后剩余气体的体积约为原总体积的 $1/8$ 。

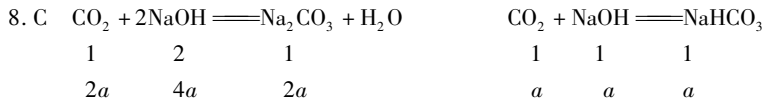
4. B 硝酸既表现氧化性又表现酸性是指元素的化合价反应后降低而表现酸性的是生成了硝酸盐。

5. A 98% 浓硫酸中若 H_2SO_4 的质量为 98 g , 即为 1 mol , H_2O 的质量为 2 g , 即为 $1/9$ mol , 只有①正确。

6. B B 中物质的漂白原理是由于具有强氧化性 , 而且是永久性的漂白 , SO_2 的漂白是暂时性的 , 炭是由于具有吸附性。

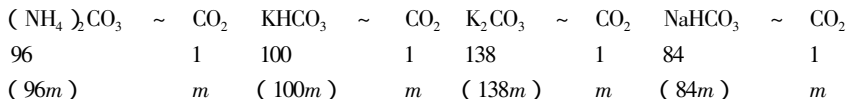
7. C $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$, 所以单质之间直接化合得到的是 SO_2 , 而

不是 SO_3)



$$n(\text{CO}_2) : n(\text{NaOH}) = (2a + a) : (4a + a) = 3 : 5$$

9. C 由化学方程式可得关系式 :



由于碳酸钠产生的 CO_2 的量是一样的 , 所以质量减小最少的样品含有的杂质是 K_2CO_3 。

10. D 此沉淀为 CaCO_3 , 而 CaCO_3 与酸可反应 , 所以环境应是碱性或中性的 , ABC 均不符合此条件 , D 中发生以下反应 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \text{====} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \text{====} \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 。

11. AD S 不溶于水 , 微溶于酒精 , 易溶于 CS_2 , S 无论是在空气还是在纯氧中燃烧产物均为 SO_2 。

12. AB 能使淀粉 - 碘化钾试纸变蓝的物质 , 一种是本来就有 I_2 存在 , 如 B , 一种是生成 I_2 , 如 A , $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} \text{====} 2\text{KI} + \text{I}_2$ 。

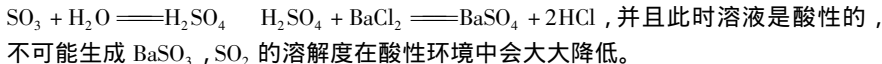
13. D I_2 可升华 , 能使淀粉变蓝色 , 而不是 I^- , 并且 I^- 处在碘元素的最低价态 , 容易发生氧化反应 , I^- 与 Ag^+ 反应生成黄色沉淀 AgI , 反应为 : $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \text{====} \text{AgI} \downarrow$ 。

14. D 向 NaI 和 NaBr 的混合溶液中通入过量的 Cl_2 , 所以 NaBr 不可能有剩余 , 将溶液蒸干 , 灼烧 , Cl_2 是气体 , Br_2 变成蒸气挥发掉 , I_2 加热可升华。

15. C 氧化除去 I^- 而不影响 Fe^{2+} 和 Cl^- , 加入的试剂应是氧化剂 , 而 HCl 在反应中做还原剂 , Cl_2 会氧化 Fe^{2+} , 而 KMnO_4 会氧化 Cl^- 。

16. A 硫在空气中燃烧 , 是淡蓝色火焰 , 而钠在空气中燃烧 , 发出淡黄色火焰 , 氢气在氯气中燃烧 , 发出苍白色火焰。

17. B SO_2 和 SO_3 气体同时通入 BaCl_2 溶液中 , 发生如下反应 :



18. C KMnO_4 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 Cl_2 都是强氧化剂 , 但是反应后均产生杂质。

19. D 通过一系列的方程式可得关系式 : $\text{CaCO}_3 \text{——} 2\text{CaCO}_3$, 所以最多可得 $2m$, 而中间若反应不充分 , 则少于 $2m$ 。

20. D $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O} \text{====} \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

106

286

1.06 g

$m = 2.86 \text{ g}$

又因为原来的溶液是饱和的 , 反应中消耗了一些水 , 所以析出的固体要大于 2.86 g 。

21. (1) a、c、d、h (2) 浓 HNO_3 、水、块状大理石

22. (1) AgNO_3 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 Ag 、 Cu (2) $21n/8$ (3) 稀 HNO_3 好 省 HNO_3 而且污染少

23. (1) H_2SO_4 、 HS^- (2) $\text{NH}_4^+ + \text{HS}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

24. KCl 、 Cl_2 、 KClO 、 KClO_3 A、B、C、D 四种物质都是含氯元素的物质且其中氯元素的化合价按 A、B、C、D 的顺序升高 氯元素常见的化合价有 -1 、 0 、 $+1$ 、 $+3$ 、 $+5$ 、 $+7$ 价 所以对应的含钾的化合物有 KCl 、 KClO 、 KClO_3 、 KClO_4 而由 $\text{D} \xrightarrow[\text{催化剂}]{\Delta} \text{A} + \text{O}_2 \uparrow$ 可推测 D 应为 KClO_3 。

第 4 章

元素与材料世界



▲教材单元概说

教材地位

本章一方面引导学生回顾学习非金属及其化合物的化学性质的方法,并以此方法学习硅及其化合物的重要性质;另一方面进一步丰富学生对金属元素及其化合物的认识,给他们一个更为广阔的认识物质世界的空间,也为后面学习元素周期律及元素周期表打下基础。

教材结构

本章引领学生走进元素及其化合物的应用世界,从自然界的元素走进材料中的元素,拓展学生的视野。

第1节介绍了常见的无机非金属材料,因为硅元素是传统无机非金属材料中重要的组成元素,所以重点介绍了单质硅及其氧化物的性质。

对于“铝 金属材料”的内容,介绍了铝及其主要化合物的有关知识。从最常见的铝合金到不锈钢,到金、银、铜的应用,再到“21世纪的金属”——钛;从生活中的应用到当今社会中的应用,体现了金属材料的广泛性。这样多角度、多层面、大视野的介绍,使学生深层次地体会化学的重要性。

▲重点难点导引

重点提示

金属铝的还原性,氧化铝和氢氧化铝的两性,硅及二氧化硅的主要性质。

难点提示

硅、二氧化硅的性质,氢氧化铝的两性。

第1节 硅 无机非金属材料

①感悟课标新理念

▲课程学习目标

[课标要求]

1. 知道硅及二氧化硅的主要性质及这些性质在材料中的应用。
2. 知道硅在半导体工业,二氧化硅在现代通讯业,传统的硅酸盐制品和一些新型无机非金属材料在生产、生活中的主要应用。
3. 体会组成材料的物质性质与材料性能的密切关系,认识新材料的开发对生产、生活的重要影响。

[重点难点]

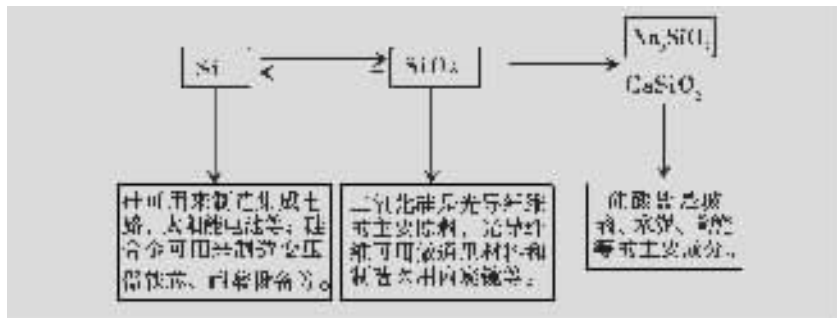
学习重点

硅及二氧化硅的主要性质。

学习难点

硅酸盐及无机非金属材料。

▲教材脉络梳理



▲学习背景探索

硅的发现

石英、水晶早为古代人认识,古埃及以石英砂为制造玻璃的原料。1807年瑞典化学家贝采里乌斯将硅土、铁和碳的混合物烧至高温获得硅化铁,加盐酸,硅化铁分解产生沉淀,此时产生的氢气较纯铁分出的多,于是他证明其中必含有别种元素。十六年后即1823年,贝采里乌斯用金属还原分离法将四氯化硅与金属钾或氟硅酸钾与钾共热首次制得粉状单质硅。

“燧石”在英语中称为 flint(此词派生自盎格鲁-撒克逊语),在拉丁语中则为 Silex

(所有格为 Silicis) 因此, 早期化学家把燧石及类似的岩石称为“Silica”(硅石), 贝采里乌斯在硅石中发现新元素时, 简单地在该词后加上一个供非金属用的后缀 on, 结果就是 Silicon, 汉语早年曾音译为“矽”, 现在则称为“硅”。

摘自《中教育星》

② 研习教材重难点

研习点 1 半导体材料及单质硅

【温故·知新】

我们在初中学习了核外电子排布的初步知识以及碳的几种单质, 现在来回顾一下。

碳原子核外有 6 个电子, 最外层有 4 个电子, 既难得电子, 又难失电子, 其形成的金刚石硬度很大, 是天然存在的最硬的物质。

上一章我们还学习了几种非金属单质及其化合物的性质, 知道了非金属单质的一般共性: 能和氧气等非金属单质反应; 能和碱溶液反应等; 大多数的酸性氧化物溶于水, 能和碱溶液反应, 不和无氧化性的酸反应等。

1. 半导体材料

(1) 半导体材料的特点: 特指导电能力介于导体和绝缘体之间的一类材料。

(2) 常见的半导体材料: 最早使用的半导体是锗(Ge), 现在最广泛使用的半导体材料是硅(Si)。

【领悟·整合】

半导体材料特指导电能力介于导体和绝缘体之间的一类材料, 是信息材料之一, 能高速处理信息。半导体材料的内部结构一般是晶体结构, 因此半导体管也称晶体管, 它是发展半导体电子技术的基础。最早使用的半导体材料是锗。硅元素在地壳中含量高, 储量丰富且功能良好, 而锗在地壳中含量很低, 提炼工艺复杂, 导致价格昂贵, 不适合广泛使用。到 60 年代, 硅成为半导体的主要应用材料。进入 70 年代以后, 一些化合物和液晶半导体材料如砷化镓、硫化镉等的应用有所发展, 如砷化镓可制成激光器、微波振荡器等几十种器件, 用于微波通讯、光纤通信、太阳能发电、制造高速电子计算机等。与此同时, 一些非晶体半导体如玻璃半导体和有机半导体材料也开始得到应用。具有半导体性质的单质还有镓、硒等。

2. 单质硅

(1) 物理性质

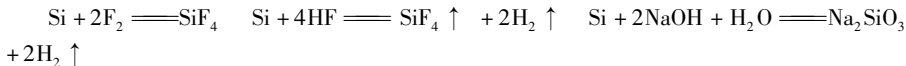
① 硅的存在和形态: 自然界中没有游离态的硅, 主要以二氧化硅和硅酸盐的形式存在。

② 晶体硅是灰黑色、有金属光泽、硬而脆的固体。

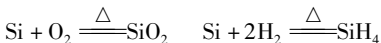
③ 导电性: 介于导体和绝缘体之间。

(2) 化学性质——形成共价化合物, 化学性质不活泼

①常温下,不能与强酸、强氧化性酸反应,只能与氟气、氢氟酸和烧碱等物质反应。



②加热条件下,能跟一些非金属单质反应。



(3)工业制法

$\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xlongequal{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ (焦炭在电炉中还原二氧化硅得到粗硅,粗硅提纯后,可以得到可用做半导体材料的高纯硅)

(4)用途

①做半导体材料的晶体管、集成电路、硅整流器和太阳能电池等。

②制合金:含硅4%的钢具有良好的导磁性——变压器铁芯;

含硅15%左右的钢具有良好的耐酸性——耐酸设备等。

【迁移·体验】

例1:下列有关硅的叙述中,正确的是

A. 硅只有在高温下才能跟氢气起化合反应

B. 硅是构成矿物和岩石的主要元素,硅在地壳中的含量在所有的元素中居第一位

C. 硅的化学性质不活泼,在自然界中可以以游离态存在

D. 硅在电子工业中是最重要的半导体材料

【研析】A正确,因为硅的化学性质稳定,常温下除了与氟气、氢氟酸和强碱反应外,不易与其他物质如氢气、氧气、氯气等反应。B不正确,氧元素在地壳中的含量居第一位。C不正确,自然界中没有游离态的硅,常见的化合态的硅有二氧化硅和硅酸盐等。D正确,硅是常温下化学性质稳定的半导体材料,广泛应用于计算机技术领域。答案为AD。

例2:与下列三项中的两项有关的一种元素是

(1)具有同素异形体

(2)是良好的半导体材料

(3)灰黑色固体

A. 碳 B. 硅 C. 锗 D. 铅

【研析】硅是良好的半导体材料,是灰黑色的固体。答案为B。

【发散·讨论】

应当注意,硅和氢氧化钠溶液的反应实质上是分两步进行的: $\text{Si} + 3\text{H}_2\text{O} \xlongequal{\quad} \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2 \uparrow$ (置换反应,水做氧化剂); $\text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NaOH} \xlongequal{\quad} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ (复分解反应),可见,实际反应中1 mol Si还原3 mol H_2O 。在该反应中,水是氧化剂,NaOH不是氧化剂,其作用有:①做催化剂,改变Si与 H_2O 反应的历程;②做反应物,与 H_2SiO_3 反应生成硅酸盐。合并上述两个反应,得到总反应的离子方程式: $\text{Si} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \xlongequal{\quad} \text{SiO}_3^{2-} +$

$2\text{H}_2 \uparrow$ 。

【教考动向·演练】

1. 下列关于硅的说法不正确的是
A. 硅是非金属元素,它的单质晶体是灰黑色有金属光泽的固体
B. 硅的导电性介于金属和绝缘体之间,是良好的半导体
C. 硅的化学性质不活泼,常温下不与任何物质反应
D. 加热到一定温度时,硅能与氯气、氧气等非金属反应
2. 在室温下,下列物质不能与晶体硅反应的是
A. F_2 B. HF C. KOH 溶液 D. Cl_2
3. 制造太阳能电池需要高纯度的硅,工业上制高纯硅常用以下反应实现
① $\text{Si}(s) + 3\text{HCl}(g) \rightleftharpoons \text{SiHCl}_3(g) + \text{H}_2(g)$
② $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{Si} + 3\text{HCl}$
对上述两个反应的下列叙述中,错误的是
A. 两个反应都是置换反应 B. 反应②不是置换反应
C. 两个反应都不是氧化还原反应 D. 两个反应都是氧化还原反应

研习点 2 二氧化硅与光导纤维

1. 二氧化硅

(1) 物理性质

熔点高,硬度大。

天然的二氧化硅 $\left\{ \begin{array}{l} \text{晶体——石英、水晶、硅石} \\ \text{无定形——硅藻土} \end{array} \right.$

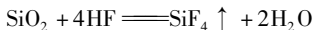
(2) 化学性质

SiO_2 的化学性质十分稳定,和二氧化碳一样,均为酸性氧化物。

① 具有酸性氧化物的通性

- a. $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 不反应
- b. $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3$
- c. $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- d. $\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$
 $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$

② 特性——与 HF 反应



SiO₂ 与 CO₂ 的比较

	CO ₂	SiO ₂
与碱性氧化物反应	$\text{CaO} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaCO}_3$	$\text{CaO} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3$
与碱液的反应	$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
与盐反应	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$ $\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaHCO}_3$	$\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$
与碳反应	$\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$	$2\text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$
与 H ₂ O 作用	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$	不与水化合
与酸反应	不反应	只与 HF 反应 $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

【领悟·整合】

二氧化硅不能和水反应制取硅酸,可用可溶性的硅酸盐和盐酸反应制取。

如 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NaCl}$ 。

【迁移·体验】

例 3 :下列说法正确的是

- 二氧化硅与水反应生成硅酸
- 二氧化硅跟生石灰混合后即生成硅酸钙
- 二氧化硅跟碳酸钠混合后即能生成硅酸钠和二氧化碳
- 二氧化硅是制造光导纤维的重要原料

【研析】 A 不正确,二氧化硅不溶于水。B 不正确,二氧化硅跟生石灰混合后须在高温条件下才能反应,生成硅酸钙。C 不正确,二氧化硅跟碳酸钠混合后须在高温条件下才能反应,生成硅酸钠和二氧化碳。D 正确,工业上,用焦炭在电炉中还原二氧化硅得到含有少量杂质的粗硅,将粗硅提纯后,可以得到可用做半导体的高纯硅。答案为 D。

例 4 30 g SiO₂ 和足量的焦炭在高温下反应 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ 。下列叙述正确的是

- 反应中有 12 g 碳被还原
- 反应中生成了 22.4 L CO(标准状况下)
- 反应中有 3.01×10^{23} 个电子发生转移
- 反应中有 0.5 mol SiO₂ 参加反应

【研析】 30 g SiO₂ 的物质的量为 0.5 mol,反应中生成了 1 mol CO,标况下的体积

为 22.4 L。当有 1 mol SiO_2 被还原时转移的电子数为 4 mol，所以 0.5 mol SiO_2 被还原时转移的电子数为 2 mol，即 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个。答案为 BD。

【教考动向·演练】

4. 下列叙述正确的是

- A. 加热时硅粉可以燃烧
- B. 硅的性质十分稳定，所以自然界中有游离态的硅
- C. SiO_2 既不溶于水，也不溶于任何酸
- D. SiO_2 是酸性氧化物

5. 下列各组物质间，不能发生反应的是

- A. 二氧化硅与氧化钙(高温)
- B. 二氧化硅与氢氧化钠(常温)
- C. 二氧化硅与碳(高温)
- D. 二氧化硅与浓硝酸(常温)

6. 几种含硅的物质之间相互转化关系如图所示：

(1) 试判断并写出下列物质的化学式：

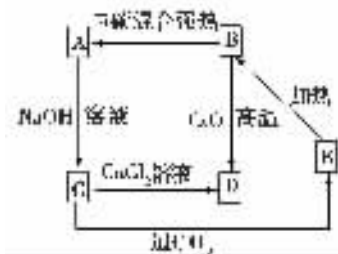
- A _____ B _____；
C _____ D _____ E _____。

(2) 写出下列反应方程式：

- ① $B \rightarrow A$ _____。
② $B \rightarrow D$ _____。

(3) 写出下列反应的离子方程式：

- ③ $C \rightarrow D$ _____。
④ $C \rightarrow E$ _____。



研习点 3 硅酸盐与无机非金属材料

无机非金属材料包括传统无机非金属材料 and 新型无机非金属材料。硅酸盐材料是传统无机非金属材料，新型无机非金属材料是指一些具有特殊结构、特殊性能的新材料，如半导体、发光材料等。

1. 硅酸盐材料

(1) 性质特征：性质稳定，熔点较高，大多数难溶于水。

(2) 主要原料：黏土 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、石英 (SiO_2) 和长石 (钾长石 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ 或钠长石 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)。

(3) 主要制品：玻璃、水泥、陶瓷、砖瓦、水玻璃 (Na_2SiO_3 的水溶液) 等。

(4) 水泥和玻璃的生产：

	水泥	玻璃(普通)
原料	石灰石、黏土	纯碱、石灰石、石英
设备	水泥回转窑	玻璃熔炉
反应	复杂的物理化学变化	$\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$
主要成分	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$
特性	水硬性 (加石膏调节硬化速度)	玻璃态物质(在一定温度范围内软化), 非晶体

2. 新型无机非金属材料

(1)特性:能承受高温,强度高;具有电学特性;具有生物功能。

(2)实例:

①高温结构陶瓷:具有能经受高温、不怕氧化、耐酸碱腐蚀、硬度大、耐磨损、密度小等优点。典型的高温结构陶瓷有:氮化硅陶瓷、碳化硅陶瓷等。

②生物陶瓷:能植入体内,对机体无排异反应,不会引起代谢作用异常。典型的生物陶瓷有:氧化铝陶瓷、氧化锆(ZrO_2)陶瓷等。

③压电陶瓷:能将极其微弱的机械振动转换成电信号。典型的压电陶瓷有:钛酸钡(BaTiO_3)和钛酸铅(PbTiO_3)。

【发散·探讨】

会发电的陶瓷——压电陶瓷

为什么压电陶瓷一压就会产生电流呢?

原来,压电陶瓷的结构是不对称的,内部存在一定电场,当在陶瓷的某一方向施加机械压力,则会在特定方向引起极化,相应地使表面之间出现电位差;反之,如在一定方向施加电场,陶瓷也会发生一定形变和位移。这就是说,压电陶瓷具有机械能与电能之间的转换和逆转换的功能。

压电陶瓷品种甚多,目前最有发展前景的压电陶瓷是钛酸钡、锆酸铅和锆钛酸铅镧等,它们具有成本低、换能效率高、加工方便等特点。

压电陶瓷除军事上做引爆装置外,还常用做压电拾音器、电信转换器、超声发射器和地震探测器等。

我国对压电陶瓷的研究起步较晚,50年代末我国科学院陶瓷研究所才组织力量进行开发,比之发达国家足足落后十多年。然而,我国科研人员奋发图强,后来居上,经过30

多年的努力,如今已研制了许多性能优良的压电陶瓷材料,如钛酸铅、锆钛酸铅系等,满足了压电陶瓷制作滤波器、鉴频器、点火器、变压器、拾音器、扬声器、送受话器、蜂鸣器、传感器、压力计、流量计、超声机等多种产品的需求。

【迁移·体验】

例5:下列叙述正确的是

- A. 高温下 SiO_2 与 Na_2CO_3 反应放出 CO_2 , 证明 H_2SiO_3 的酸性比 H_2CO_3 强
- B. 玻璃、陶瓷、水泥容器都能贮存氢氟酸
- C. 石灰抹墙、水泥砌墙的硬化过程原理相同
- D. 玻璃窑中出来的气体主要成分是 CO_2

【研析】 $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$, 此反应是高温下固体间的反应, 而非溶液中的复分解反应, 该反应能进行并不表示 H_2SiO_3 酸性强于 H_2CO_3 。由于 CO_2 不断逸出, 反应向右进行。玻璃、陶瓷中均含 SiO_2 , 会与 HF 反应。石灰抹墙是 $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{常温}} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 而水泥砌墙是水泥与水作用发生一系列变化而凝固变硬。答案为 D。

【教考动向·演练】

7. 新型无机非金属材料与传统无机非金属材料的共同特性是

- A. 耐高温
- B. 具有电光学特性
- C. 具有光学特性
- D. 具有生物功能

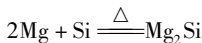
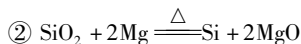
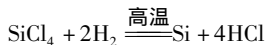
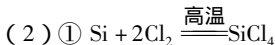
8. 下列有关材料的说法不正确的是

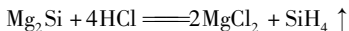
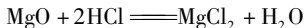
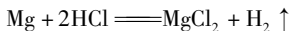
- A. 传统无机非金属材料虽然有不少优点, 但质脆、经不起直接冲击
- B. 新型无机非金属材料虽然克服了传统无机材料的缺点, 但强度比较差
- C. 高温结构材料具有能受高温、不怕氧化、耐酸碱腐蚀、硬度大、耐磨损、密度小等优点
- D. 新型无机非金属材料特性之一是具有光学特性

▲教材【练习与活动】答案

1. (1) CD (2) $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

2. (1) Si 为 28 g, CO 为 56 g, 标准状况下 CO 的体积为 44.8 L





3. (1) 抗腐蚀、耐高温、硬度大、易成型。

(2) 耐高温、不导电。

(3) 优点是抗腐蚀、耐高温 缺点是质脆、经不起热冲击。

(4) 略

③ 探究解题新思路

▲ 基础拓展型

题型 1 硅、碳性质比较

例 1 :有关碳、硅两种元素的说法中 不正确的是

- A. 碳、硅的氧化物都很稳定 ,都易溶于水
- B. 它们的单质都能和氢氧化钠溶液反应
- C. 碳、硅与其他元素化合时肯定都可以发生化学反应
- D. 它们的单质在空气中加热时都可以发生化学反应

[研析] A 不正确 SiO_2 不能溶于水。

B 不正确 Si 可以和 NaOH 溶液反应 ,但 C 不能和 NaOH 溶液反应。

C 不正确 硅的化学性质稳定 ,常温下除了与氟气、氢氟酸和强碱反应外 ,它不易与其他物质如氢气、氧气、氯气等反应。答案为 D。

点评 本题比较的是同主族的碳、硅两种元素的单质及其化合物的性质 ,目的在于加强横向联系 ,使课本内容更充实。

题型 2 用氧化物的形式表示硅酸盐的组成

例 2 :用氧化物的形式表示硅酸盐的组成 ,其中不正确的是

- A. 钙沸石 $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 表示为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- B. 镁橄榄石 Mg_2SiO_4 表示为 $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$
- C. 正长石 KAlSi_3O_8 表示为 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$
- D. 高岭石 $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)_2(\text{OH})_4$ 表示为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

[研析] 硅酸盐矿物的成分复杂 ,多用氧化物的形式表示它们的组成 ,顺序为 活泼金属氧化物、二氧化硅、水。答案为 C。

点评 硅酸盐成分复杂 ,用氧化物的形式表示则比较简单 ,但切不可认为“ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ”这种形式代表的是氧化物。

【教考动向·应用】

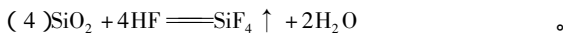
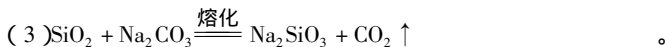
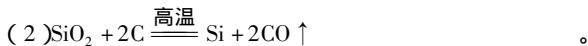
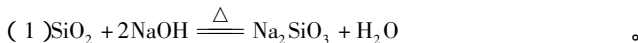
1. 下列变化需加入氧化剂才能实现的是



2. 将含 30 g SiO_2 的石英与含 60 g CaCO_3 的石灰石充分混合,在高温下发生反应后,产生的气体在标准状况下的体积是



3. 下列反应表现 SiO_2 的什么性质或作用?



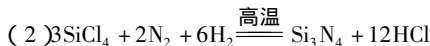
▲综合创新型

题型1 创新应用

例1 氮化硅是一种高温陶瓷材料,它的硬度大、熔点高、化学性质稳定,工业上曾普遍采用高纯硅与纯氮在 1 300 °C 的条件下反应获得。

(1) 氮化硅陶瓷抗腐蚀能力强,除氢氟酸外,它不与其他无机酸反应。试推测该陶瓷被氢氟酸腐蚀的化学方程式_____。

(2) 现用四氯化硅和氮气在氢气、氩气保护下,加强热发生反应,可得较高纯度的氮化硅,反应的化学方程式为_____。



点评 这道创新题在基础知识的基础上,考查学生的能力,做本题时,应该紧紧抓住题目干信息进行分析。

题型2 开放探究

例2 试设计一个简单的实验方案,检验某生石灰样品中是否含有石灰石和石英。

【析】取少量样品研细,加入试管中,向试管中再加入过量盐酸,若有气体生成,说明样品中含有石灰石: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。反应完毕后,观察试管中若仍有固体不溶物,说明样品中含有石英。

点评 新课程改革比较推崇的就是探究类习题,让学生自己设计方案,研究问题,解决问题。做本题的前提知识应该是:生石灰中含的杂质主要就是石灰石和石英,其他的可不考虑。

【教考动向·应用】

4. 将硅和钠的混合物 74 g 投入足量水中,充分反应后,生成氢气 67.2 L(标准状况下),求此混合物中硅和钠的物质的量分别为多少?

④ 开拓学习新视野

▲ 教材知识拓展

[思想方法]

比较法在化学学习中的应用

化学知识比较繁多,单个记忆不但慢,而且记得不牢固,如果把相关的知识放在一块比较学习,则可起到事半功倍的效果。

碳和硅是元素周期表中同一主族的相邻元素,他们的单质及化合物的性质既有相似点,又有很多不同点,下面我们就比较一下:

碳、硅及其化合物性质比较

1. 自然界里有游离态碳,但无游离态硅。
2. 金刚石不导电,而晶体硅是半导体。
3. 金刚石的熔点比晶体硅的熔点高。
4. 硅能与氢氟酸反应放出氢气,而碳不能。
5. 硅能与强碱液反应放出氢气,而碳不能。
6. 浓硫酸(或浓硝酸)能把碳氧化成二氧化碳,但不能把硅氧化成二氧化硅。
7. 碳在高温下能直接与 H_2 反应生成 CH_4 ,而 SiH_4 只能用间接方法制得。
8. 常温常压时二氧化碳是气体,二氧化硅是一种硬度大、熔点高的固体。
9. 干冰是分子晶体,石英是原子晶体。
10. 二氧化硅能与氢氟酸反应,二氧化碳一般不与酸反应。
11. 碳酸只能存在水溶液中,硅酸不溶于水。
12. 常温下二氧化碳能与碳酸钠溶液反应,高温下二氧化硅能与碳酸钠固体反应。
13. CH_4 化学性质比较稳定, SiH_4 在空气中易自燃。

[专题放送]

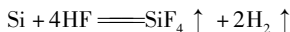
怎样归纳硅及其化合物的特性

硅及其化合物有许多特殊性质,熟悉这些特性,对于全面掌握硅及其化合物的知识,是十分重要的。硅及其化合物的特性可归纳如下:

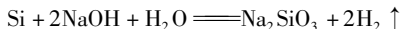
(1) 在所有非金属元素中,只有硅及其最高氧化物 SiO_2 都是原子晶体。

(2) 硅的晶体是良好的半导体材料。

(3) 通常是金属活动性顺序表中位于 H 前的金属才可以从酸中置换出 H_2 ,而硅是非金属,却可与氢氟酸反应置换出氢:



(4) 硅可与强碱溶液反应生成 H_2 。该反应与铝和碱溶液的反应相似, 而其他非金属均无此性质。



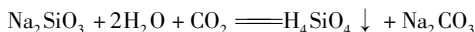
(5) 绝大多数非金属的最高价态含氧酸只有一种(称为某酸), 其中少数还可失水后生成偏某酸, 而硅的 +4 价含氧酸有许多种, 如 H_4SiO_4 、 H_2SiO_3 、 $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ 、 $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ 等。

(6) SiO_2 为酸性氧化物, 它不仅可以与碱及碱性氧化物反应生成相应的盐(此为酸性氧化物的通性), 而且可与氢氟酸反应, 即酸性氧化物与酸反应: $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \text{——} \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 该反应不仅可认为是 SiO_2 的特性, 而且也可以认为是 HF 的特性, 因为 SiO_2 与其他酸均不反应。

(7) 从同主族元素性质递变规律来看, 单质 Si 的还原性强于 C , 而 C 却可以在高温下从 SiO_2 中置换出 Si : $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$, 此反应由于生成的 CO 是气体而得以进行。

(8) 硅酸盐系多种硅酸的盐的总称, 而通常我们所说的某酸盐, 均为一种酸根的盐。

(9) 由于 H_2CO_3 酸性比 H_4SiO_4 强, 故在 Na_2SiO_3 溶液中通入 CO_2 可使 H_4SiO_4 呈白色胶状沉淀析出:



该反应符合复分解反应的一般规律, 即强酸可以把弱酸从其盐溶液中置换出来。而 SiO_2 可在高温下与 Na_2CO_3 反应生成 Na_2SiO_3 和 CO_2 :



此反应由于是在高温下, 且 CO_2 是气体, 故可顺利进行。

由此可见, 我们学习化学必须牢记一原则: 抓规律, 记特殊。这样, 遇到问题才能活而不乱, 防止乱套一些规律而出现错误。

▲ 考题在线搜索

考题 1 (2003 上海高考) 常温下, 下列不发生反应的一组物质是

① 硅与 NaOH 溶液 ② 硅与盐酸 ③ 硅与氢氟酸 ④ 二氧化硅与碳酸钠 ⑤ 二氧化硅与 NaOH 溶液 ⑥ 二氧化硅与浓硝酸

A. ①②④ B. ③④⑥ C. ②⑤⑥ D. ②④⑥

[研析] 硅的化学性质稳定, 常温下除了与氟气、氢氟酸和强碱反应外, 它不易与其他物质如氢气、氧气、氯气等反应。答案为 D。

点评 本题考查的是硅的基本的化学性质, 同学们在学习基础知识时务必要牢固掌握, 方可迎刃而解。

考题 2 向下列溶液中通入过量的 CO_2 , 最终出现浑浊的是

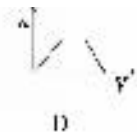
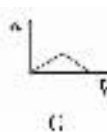
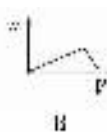
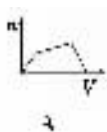
A. 氢氧化钙饱和溶液 B. 硅酸钠溶液
C. 醋酸钠饱和溶液 D. 氯化钙饱和溶液

【析】 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的水溶液中通入 CO_2 先生成 CaCO_3 沉淀, 然后生成的 CaCO_3 沉淀溶解, 生成易溶于水的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 因此最终无沉淀; CH_3COOH 和 HCl 的酸性都强于碳酸, 因此 C、D 两项不发生反应。故 A、C、D 都不正确。而 B 中硅酸钠跟 CO_2 反应生成不易溶于水的硅酸, 出现浑浊。答案为 B。

点评 本题考查的是过量的 CO_2 和哪些物质反应, 最终出现浑浊, 是一道很不错的综合题。

【拓展·应用】

(2002 年上海) 将足量 CO_2 通入 KOH 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的混合稀溶液中, 生成沉淀的物质的量 n 和通入 CO_2 的体积 V 的关系正确的是



▲多彩化学漫步

支撑信息产业的基础材料——硅

位于美国旧金山的信息产业基地被称为“硅谷”, 中国的中关村被称为“中国硅谷”, 那么硅与信息产业是什么关系呢?

硅——非金属元素, 灰色无定形的固体或晶体, 有光泽, 能与多种元素化合。硅在地壳中分布极广, 在构成地壳的物质中含量约为 25.8%, 普通的沙子就是不纯的氧化硅。

硅的蕴藏量虽然十分丰富, 但是要从其中制造出半导体级硅却绝非易事。首先要从硅石中生产出高纯多晶硅, 再用多晶硅拉制出单晶棒。单晶棒经过滚磨、切片、倒角、研磨、抛光、清洗等一系列精加工工序, 才变成生产集成电路用的硅片。硅材料的生产要有很高的资金投入、充足的能源、超净的环境、高自动化的设备和高超的技术力量作保证。

半导体硅器件的特点是体积小、耗电量低、启动快、可靠性高, 与其他半导体材料相比, 特殊之处就在于硅片纯净的表面上可以形成极薄、极稳定的绝缘膜。科学家利用硅材料的这种固有的特性, 把众多的电子原器件集成在硅片做成的很小的芯片上, 于是就形成了集成电路。集成电路的崛起, 改变了传统的产业基础, 可称得上是半导体发展史上的一个奇迹, 电子工业的一次大革命。

因为每个硅单晶片上都要做出许许多多相同的集成电路, 然后被切割成一个个独立的芯片, 硅片的直径越大, 切出的芯片数就越多。以生产 16 兆位动态存储器为例, 直径 6 英寸的硅片可切出芯片 100 个, 而 8 英寸硅片可切出 200 个, 硅片直径增加 2 英寸, 芯片产量即可提高一倍, 生产成本可降低 34%, 因此, 硅片的直径越大越好。北京有研总院先后研制成功我国第一根 6 英寸、8 英寸硅单晶, 现已形成了年产 5 英寸、6 英寸硅单晶片 60 万片, 8 英寸硅抛光片 20 万片的生产能力, 是国内惟一能生产 8 英寸硅抛光片的单位。1997 年, 12 英寸硅单晶的研制成功, 使我国成为继美、日、德之后第四个拥有此项

技术的国家,在国内外引起轰动,得到了江泽民等国家领导人的高度评价,被500名两院院士评为'97国内十大科技进展之一。

电子技术是现代高新技术,支撑着电子计算机和通信现代化的发展,难怪有人称,海湾战争是微电子技术打败了钢铁武器,是“硅片战胜了钢铁”。由微电子技术形成的巨大产业——信息产业,是国民经济发展的重要支柱。据专家预测,到2010年,信息产业的产值将达到3万亿美元,将超过汽车、石油和钢铁等工业而跃居世界第一大产业。

[答案与解析研读]

【教考动向·演练】

1. C 硅的化学性质稳定,常温下,不能与强酸、强氧化性酸反应,只能与氟气、氢氟酸和烧碱等物质反应。
2. D Cl_2 与 Si 须在高温的条件下才能反应。
3. BC 两个反应都是置换反应,也都是氧化还原反应。
4. AD
5. D
6. (1) Si SiO_2 Na_2SiO_3 CaSiO_3 H_2SiO_3
(2) $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3$
(3) $\text{SiO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaSiO}_3 \downarrow$
 $\text{SiO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$
7. A 新型无机非金属材料与传统无机非金属材料的共同特性是都属于耐高温材料。
8. B 新型无机非金属材料克服了传统无机非金属材料的缺点,强度高。

【教考动向·应用】

1. B
2. C
3. (1) SiO_2 起酸性氧化物的作用 (2) 表现了 SiO_2 的弱氧化性
(3) 表现了 SiO_2 的高沸点性 (4) 表现了 SiO_2 的特性 (5) SiO_2 在反应中作为一种反应物
4. 1 mol 2 mol。

【拓展·应用】

D 起始时反应的离子方程式为: $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 当 Ca^{2+} 完全沉淀时, 溶液中还剩余 OH^- , 再通 CO_2 , 反应的离子方程式为: $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 继续通 CO_2 , 反应式为: $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCO}_3^-$, 再通 CO_2 , 反应式为: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 。反应在图象上即为 D。

第2节 铝 金属材料

① 感悟课标新理念

▲ 课程学习目标

[课标要求]

1. 使学生了解铝的还原性、氧化铝和氢氧化铝的两性,认识到铝及其重要化合物在化学性质上与其他常见金属及其化合物的不同,并能列举铝合金材料在生产和生活中的重要作用。

2. 通过对不锈钢不易锈蚀原理的认识,使学生进一步体会金属性质与金属材料间的密切关系。

3. 使学生了解金、银和铜的主要性质以及它们作为材料在工业生产和高科技领域的应用。

[重点难点]

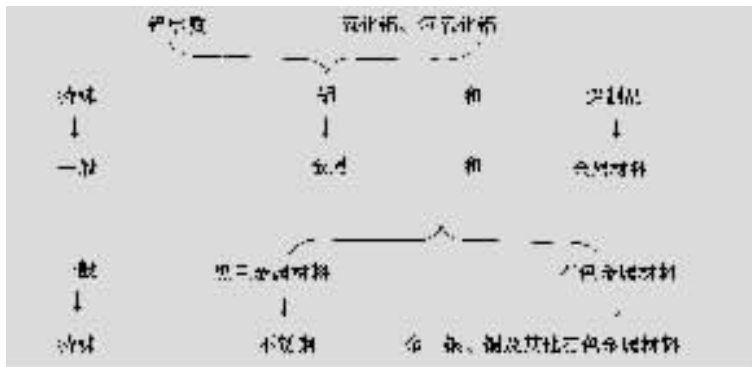
学习重点

金属铝的还原性、氧化铝和氢氧化铝的两性

学习难点

氢氧化铝的两性

▲ 教材脉络梳理



▲ 学习背景探索

轻金属之王——铝

在现有的化学元素中,铝在地壳中的含量占第三位,而在所有的金属元素中,铝的含量则占第一位,比铁的含量还大得多。

炼铁的技术已经流传了很多个世纪,人类世世代代使用着铁器,却迟迟未见过金属

铝是什么样子。一直到1827年,德国化学家维勒才用金属钾做还原剂,从无水三氯化铝中还原出金属铝。但是,维勒制得的金属铝非常少,价格比金子还要贵。

在那时,铝制品一直被视为珍品。相传,有一次在法国拿破仑三世举行的宫廷宴会上,宾客们都使用高贵的金银餐具,唯独拿破仑三世本人使用当时罕见的铝制餐具,令周围的宾客羡慕不已。可见在那个时代,铝有多高的身价。

使铝成为便宜金属并得到广泛使用的发明家是霍尔。霍尔在奥柏林学院化学教授严维特的指导下,开始了电解法的研究。

氧化铝的熔点非常高,达到 2020°C ,电解时首先要把它熔化,而且在这样高的温度下电解,简直是困难重重。霍尔便设想往氧化铝中添加其他物质,以降低它的熔点。通过对许多化合物的研究,最后选择了用冰晶石降低氧化铝的熔点,使电解的温度降低了一千度。霍尔终于克服了这个难题,用电解氧化铝矿的方法制得了金属铝。这种方法不但使金属铝的生产成本大大降低,也为地壳中含量最丰富的金属被利用提供了宽广的前景。

铝是银白色的金属,质轻,比钢或铜都要轻,只有它们 $1/3$ 的重量,这一点在航空航天工业上有着重要意义。

铝中加入少量的镁、铜、锰等,便形成了坚硬的铝合金,这种合金称为坚铝,具有坚硬耐用,轻巧美观,长久不锈的优点,是制造飞机的理想材料。用铝和铝合金作材料制造的飞机骨架和元件的重量占飞机总重量的 70% 。

我国第一颗人造地球卫星“东方红1号”的外壳就是用铝合金制成的。导弹的用铝量占总重量的 $10\% \sim 50\%$ 。美国阿波罗11号宇宙飞船使用的金属材料中,铝和铝合金占 75% 。航天飞机的骨架和蒙皮舱壁绝大部分用铝合金制造。

近年来,在汽车制造业上也越来越多地使用铝合金。1979年小型汽车每辆平均使用约 100 kg 铝,用铝替代钢可以减轻汽车自重,节约汽油。

铝有良好的导电性能,假设铜的导电能力为100,那么铝是64。铝的导电能力虽然不如铜,但它的密度只有铜的 $1/3$ 。如果按相同重量的材料来算,铝的导电能力实际上是铜的两倍多。再加上铝的价格远比铜便宜,因此导线中用铝和铝合金的比例显著增加。现在,高压输电线上都用铝和铝合金做导线。

铝的导热性能也好,几乎比铁的导热能力强3倍,因此工业上都用铝做热交换器和散热器。

铝在建筑上的用途也很多,连民用建筑中也在采用铝合金门窗,至于用铝合金作装饰的大厦、宾馆、商店则几乎遍布城市的每个角落。桥梁也正在考虑采用铝合金,因为它既有相当的强度,又有质轻的特点,可以增大桥梁的跨度。由于铝不被锈蚀,使桥梁更经久耐用。

在日常生活用品中,我们接触的铝更多,铝锅、铝盆、铝饭盒、铝制水壶和口杯,都曾经受到人们的欢迎。近年来,铝作为食品包装袋和罐头筒(易拉罐)用量正在逐年上升。长期以来,人们一直认为铝是无毒的,因此用起来很放心。但是,经过医学家的长期

研究后发现,人体摄入过量的铝也会带来危害。

由于铝制品的大量使用,特别是铝制品盛放酸性的或碱性的食物时,其表面的保护膜就会遭到破坏,氧化铝就会被溶解,使人体摄入铝的量增加,日积月累,对健康会产生影响。

摘自《中教育星》

② 研习教材重难点

研习点1 铝及铝合金

【温故·知新】

我们已经学习了钠、镁、铁等重要金属的相关知识,现在回顾一下:

Na 一种银白色、质软的金属,熔沸点低,密度小于水,硬度小。其化学性质活泼,在化学反应中表现强还原性,如 $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$ $2\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}_2$,钠和冷水能剧烈反应等。

Mg 一种密度较小,熔点较低的银白色金属,其在化学反应中也易失去电子而表现较强的还原性,如 $2\text{Mg} + \text{O}_2 = \text{MgO}$ $\text{Mg} + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$,但镁和冷水反应很缓慢。

Fe 纯净的铁是一种光亮的银白色金属,密度为 $7.68 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,熔沸点高,可与其他物质发生许多反应,表现还原性,如 $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$ $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$
 $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 等。

1. 铝

(1) 铝的原子结构及位置

铝在元素周期表中的第三周期第ⅢA族,原子结构示意图为: $\left(\overset{+13}{\text{Al}} \right) 2 8 3$,根据铝在

元素周期表中的位置和铝的原子结构特点,用元素周期律的观点分析知:铝是金属性较强的金属元素。

(2) 铝的物理性质和用途

① 铝的物理性质

铝具有金属共有的物理性质,也有一些不同于其他金属的物理性质:铝是银白色的固体,较软,密度为 $2.7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,熔点为 $660 \text{ }^\circ\text{C}$,沸点为 $2467 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

② 铝的重要用途

铝由其优良的物理性质所决定的重要用途,主要有:

- 1) 延展性——制作铝线、铝箔、多种容器
- 2) 导电性——做电的良导体。铝的导电性仅次于铜,是优良的导体之一
- 3) 导热性——做热的导体

铝易与许多金属或非金属形成多种性能优良的合金,铝更重要的用途是制作合金。

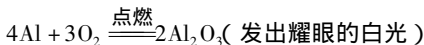
(3) 铝的化学性质

由原子结构可推知,铝易失电子,有强还原性,属于活泼金属。

①与O₂反应

1)在空气中放置,Al表面能生成氧化物保护膜,失去金属光泽

2)去膜后,Al可在纯氧中燃烧



②与非金属的反应 $2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{\quad} \text{Al}_2\text{S}_3$ (工业制Al₂S₃)

③与H₂O的反应

去膜后的铝条,遇冷水很难反应,遇沸水也只有极微弱的反应

④与酸反应

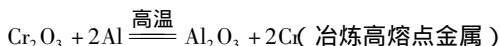
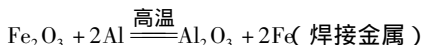
1)与非氧化性酸反应,能产生H₂

2)与氧化性酸反应(硝酸、浓硫酸),无H₂产生

注意:Al遇冷的浓硫酸、浓硝酸会钝化,但加热可反应。

⑤与碱反应 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$

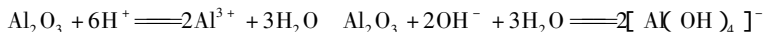
⑥铝热反应:铝与某些金属氧化物的混合物叫铝热剂,高温下,可发生强放热反应,反应中放出的热量可使被还原出来的金属熔化。



2. 氧化铝

(1)Al₂O₃为白色固体,难溶于水,熔点高,可做耐火材料。自然界中纯净的Al₂O₃为无色晶体,俗称刚玉,硬度仅次于金刚石。

(2)Al₂O₃是两性氧化物,既可溶于酸又可溶于碱。



像氧化铝这样,既能与酸反应,又能与碱反应的氧化物称为两性氧化物。

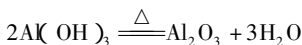
3. 氢氧化铝

(1)Al(OH)₃的物理性质和用途

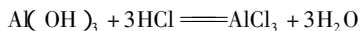
Al(OH)₃是几乎不溶于水的白色胶状物质,具有吸附性。因此Al(OH)₃可用作净水剂和色素吸附剂。

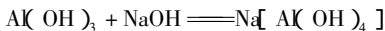
(2)Al(OH)₃的化学性质

①Al(OH)₃的热稳定性较差,受热分解。反应的化学方程式为:



②Al(OH)₃具有两性——酸性和碱性。反应的化学方程式为:





像氢氧化铝这样,既能与酸反应,又能与碱反应的氢氧化物称为两性氢氧化物。

4. 铝合金及其制品

合金是指两种或两种以上的金属(或金属和非金属)熔合而成的具有金属特性的物质(有些合金中也有化合物)

(1)铝合金具有密度小、强度高、塑性好、易于成型、制造工艺简单、成本低廉等特点,并且因表面易形成致密的氧化物保护膜而具有一定的抗腐蚀能力,可用于制造承受大载荷及强烈磨损的构件。

(2)铝合金主要用于建筑业、容器和包装业、交通运输以及电子行业。例如,用铝合金材料制成的汽车车轮的骨架,质轻、强度大且热变形性小。计算机中硬盘抽取盒使用铝合金做散热材料,既坚固耐用,散热效果又好。另外,铝合金还广泛应用于制造飞机构件。

【迁移·体验】

例1:除去镁粉中的少量铝粉,可选用的试剂是

- A. 稀盐酸 B. 稀硝酸 C. NaOH 溶液 D. 氯化钠溶液

【解析】A 不正确,稀盐酸也可以和镁粉反应;B 不正确,稀硝酸也可以和镁粉反应;C 正确,NaOH 溶液可以和铝粉反应但不能和镁粉反应;D 不正确,氯化钠溶液和镁粉、铝粉都不反应。答案为 C。

例2:可用来分离 Fe^{3+} 和 Al^{3+} 两种离子的试剂是下列中的

- A. 盐酸 B. 氢氧化钠溶液 C. 氨水 D. 硫氰化钾溶液

【解析】A 不正确, Fe^{3+} 和 Al^{3+} 都不与盐酸反应;B 正确,当加入 NaOH 溶液时, $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$; $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$, 当加入过量 NaOH 溶液时 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 又溶解;C 不正确,氨水与 Fe^{3+} 和 Al^{3+} 都产生沉淀;D 不正确,硫氰化钾溶液和 Fe^{3+} 生成 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 仍在溶液中。答案为 B。

例3:某无色溶液中放入铝片后有氢气产生,则下列离子在该溶液中肯定可以大量存在的是

- A. Na^+ B. Mg^{2+} C. S^{2-} D. HCO_3^-

【解析】A 正确, Na^+ 在酸、碱性溶液中,因不发生反应皆可以大量存在;B 不正确, Mg^{2+} 在碱性溶液中,生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀;C 不正确, S^{2-} 在酸性溶液中,与 H^+ 反应,产生 H_2S ;D 不正确, HCO_3^- 在酸性或碱性溶液中,与 H^+ 或 OH^- 都可以反应。答案为 A。

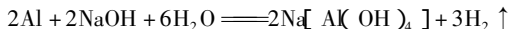
【发散·探讨】

Al 与 NaOH 溶液反应的实质是:



由于 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 难溶于水,Al 与水反应时,生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 会覆盖在 Al 的表面,阻止 Al 与水的进一步反应,所以 Al 与水反应难以发生。当溶液中溶解有 NaOH 时,NaOH 会与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 反应生成可溶性的 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$,从而使 Al 和水的反应得以继续,这就是

Al 与 NaOH 溶液反应的原因。总反应式为：



注意 ① 氢氧化铝易溶于强碱而不溶于氨水，因此实验室制备氢氧化铝时一般不用氢氧化钠等强碱。

② 洗涤氢氧化铝沉淀，其目的是洗去其表面上的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 等杂质。洗涤的方法是向盛氢氧化铝沉淀的过滤器中倒入适量的蒸馏水冲洗，连续冲洗 2~3 次。

③ 判断氢氧化铝沉淀洗涤干净的方法：在过滤器下取某次洗涤液 2~3 mL，盛于试管中，再向试管中滴加硝酸钡溶液，若无白色沉淀生成，说明已洗涤干净，若有白色沉淀，说明还未洗净。

【教考动向·演练】

1. 将氯化铝溶液和氢氧化钠溶液等体积混合，得到的沉淀物中含铝元素的质量与溶液中含铝元素的质量相等，则原氯化铝溶液和氢氧化钠溶液的物质的量浓度之比可能是

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

研习点 2 金属与金属材料

1. 金属的种类

100 多种元素中，只有 16 种非金属，6 种稀有气体元素，其余全部为金属元素。大约有 80% 是金属。

2. 金属的分类

不同的角度有不同的分类方法：

按密度大小分 $\begin{cases} \rho > 4.5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} & \text{重金属} \quad \text{Cu, Fe, Ag} \\ \rho < 4.5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} & \text{轻金属} \quad \text{Mg, Al} \end{cases}$

冶金工业分为 $\begin{cases} \text{黑色金属} \quad \text{Fe, Cr, Mn} \\ \text{有色金属} \quad \text{除 Fe, Cr, Mn 之外的金属} \end{cases}$

3. 金属的物理性质

(1) 电和热的良导体（导电性能最好 Ag、Cu、Al）

(2) 良好的延展性（金属具有一定的延展性）

(3) 有金属光泽

4. 黑色金属材料

通常是指铁、锰、铬以及它们的合金，是应用最广泛的结构材料

有色金属材料指除了黑色金属以外的其他金属材料及其合金

5. 钢铁

(1) 不锈钢：在普通钢的基础上，加入铬、镍等多种元素炼成的钢材，在空气中能保持金属光泽，具有不生锈的特性。

① 镍元素的加入使不锈钢在多种酸、碱、盐的水溶液中也能具有很好的化学稳定性

和耐腐蚀性。

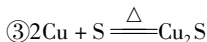
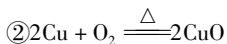
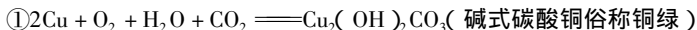
②铬元素的加入能使钢材表面形成坚固的氧化膜,防止内部的铁与外界物质接触。

6. 几种有色金属材料

(1) 物理性质

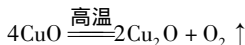
金是质地柔软的黄色金属,银是具有金属光泽、质地柔软的银白色金属,铜是硬度较小的紫红色金属。它们都具有良好的延展性、导电性和导热性。

(2) 化学性质



注意:Cu与S反应,只生成+1价铜的硫化物,而不生成CuS

(3) 几种铜化合物之间的转化



黑色 红色



蓝色 白色

(4) 重要应用

①金——金及其合金几乎能达到各种电子元件对稳定性、导电性、韧性、延展性等的要求,在电子工业中的用量占金及其合金的工业用量的90%以上。在航空、航天工业中,金极高的抗腐蚀性、优良的导热性和导电性以及稳定的化学性质使它在制造飞机和航天器有关部件所用的材料中占有重要位置。

②银——银在有机合成、能源开发、材料制造等方面的应用越来越受重视。在有机合成中,作为催化剂的成分;在化学电源开发方面,人们研制出银镉电池、银铁电池、银镍电池及银锌电池等,且银锌电池广泛应用于飞机、潜水艇、浮标、导弹、空间飞行器和各种电子仪表中;在医学上,银汞合金用作牙科填充材料。

③铜——铜具有良好的导电性和导热性,在电气和电子工业中主要用于制造电线、通讯电缆等,在此方面的用量占铜的工业总用量的一半左右。另外,在半导体器件生产、建筑业等科技领域方面得到突破性的应用。

【迁移·体验】

例4 铁是人类较早使用的金属之一。据有关报道,目前已能冶炼出纯度高达99.9999%的铁。

(1)你估计它不会具有的性质是

- A. 硬度比生铁低 B. 在潮湿的空气中放置不易生锈
C. 在冷的浓硫酸中钝化 D. 不能跟盐酸反应

(2) 纯铁的实际使用范围有限,人们大量使用的是铁的合金。钢铁是铁和碳的合金的总称,其强度高、价格便宜、应用广泛。在以下关于不锈钢的认识中,你认为正确的是

- A. 它们的组成元素是相同的
- B. 耐腐蚀的性能不同
- C. 它们都属于钢,因此物理性质是一样的
- D. 构成普通钢和不锈钢的主要元素都是铁,因此它们的化学性质完全相同

【研析】合金是指一种金属与其他一种或几种金属或非金属形成的具有金属特性的物质。合金的特性有①熔点较各成分的熔点低②有特殊的性能:合金比各成分金属有更好的硬度和强度、机械加工性能,如耐腐蚀性,硬度大等。

(1) 纯度高达 99.999 9% 的铁可以看作纯铁,因此它的硬度比生铁(含碳 2~4.3%)低,由铁的化学性质可知,铁在潮湿的空气中会生锈,在冷的浓硫酸中会钝化,能跟盐酸反应生成氢气。答案为 BD。

(2) 正确认识铁合金。不锈钢是在普通钢的基础上,加入铬、镍等多种元素炼成的钢材,它在空气中能保持金属光泽,具有不生锈的特性。不锈钢有多种类型,其共同的特征是含铬量一般在 12% 以上。不锈钢在多种酸、碱、盐的水溶液中具有良好的化学性质和耐腐蚀性,这些都是普通钢铁所没有的性质。答案为 BD。

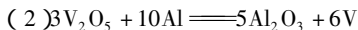
【教考动向·演练】

2. 金属的下列性质中,与金属晶体无关的是
 A. 良好的导电性 B. 良好的导热性 C. 反应中易失电子 D. 良好的延展性
3. 把以下左栏列举的金属用途与右栏列举的有关金属性质用线连接起来
- | | |
|-----------------|------------------|
| A. 生活用铝锅等炊具 | ① 亲生物金属 |
| B. 用铜制作印刷电路 | ② 良好的导热性和抗腐蚀能力 |
| C. 银镓合金用作牙科填充材料 | ③ 良好的导电性和抗腐蚀性 |
| D. 钛制的人造关节 | ④ 极强的坚固性和良好的雕作黏度 |
4. 下列关于合金的叙述中,不正确的是
- A. 合金熔点一般比它的各成分金属的熔点低
 - B. 合金的硬度一般比它的各成分金属大
 - C. 合金的性质一般是各成分金属性质的总和
 - D. 合金在工业上的用途比纯金属更广

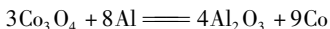
▲教材【练习与活动】答案

1. 金可制成比红还稀的黄金	
生活用铁锅	
用铁回收材料制造废液中的铜	
用铜制作印刷电路	导电性
	导热性
	延展性
	耐腐蚀性

2. (1) 铝的还原性强于钒、铬、锰等, 可将它们从其氧化物中还原出来。且铝热反应放出大量的热, 可使难熔金属熔化为液态而便于从 Al_2O_3 中分离出来。

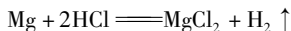
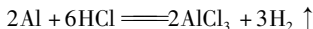


还原剂: Al 氧化剂: V_2O_5 生成 1 mol V 需纯铝 45 g



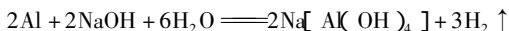
还原剂: Al 氧化剂: Co_3O_4 生成 1 mol Co 需纯铝 24 g

3. (1) 方案 1:



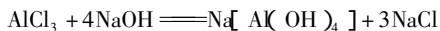
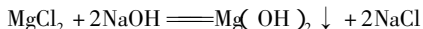
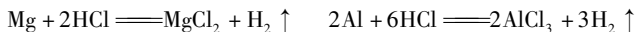
体现了镁、铝的还原性, 都能与酸反应产生 H_2

方案 2:



体现了铝的还原性, 与强碱溶液反应产生 H_2

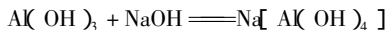
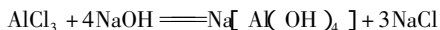
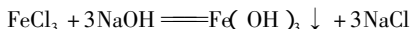
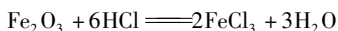
方案 3:



体现了镁、铝的还原性

(2) 不能 还需测定所取合金的质量

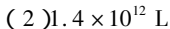
4. (1) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \xrightarrow{\quad} 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$



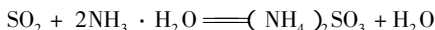
5. (1) D (2) B

6. (1) 75% (2) 金的化学性质稳定, 在地壳中含量少, 所以经常制成合金, 制成高贵的装饰品。(3) 略

7. (1) $1 \times 10^7 \text{ t}$



(3) 用碱液吸收, 如 NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等, 发生的反应为:



8. 略

③探究解题新思路

▲基础拓展型

题型1 AlCl_3 与强碱溶液反应 求沉淀的量

例1 :向含有 a mol 氯化铝的溶液中加入含 b mol 氢氧化钠的溶液 ,生成沉淀的物质的量可能是 :① a mol ;② b mol ;③ $a/3$ mol ;④ $b/3$ mol ;⑤ 0 mol ;⑥ $(4a - b)$ mol ;

- A. ①②④⑤⑥ B. ①③④⑤⑥
C. ①②③⑤⑥ D. ①③⑤

【析】 本题涉及到 Al^{3+} 与 NaOH 溶液反应的过量计算的问题 ,如果 Al^{3+} 过量则生成的沉淀根据 NaOH 的量来计算 ;如果 NaOH 溶液过量 ,则 Al^{3+} 完全反应产生沉淀后又有一部分沉淀溶解 ,沉淀的量为剩余沉淀的量。产生沉淀的量应在 $0 \sim a$ mol 或 $0 \sim b/3$ 范围内。答案为 B。

点评 氯化铝溶液中加入氢氧化钠等强碱溶液的题型灵活性较强 ,关键要搞清楚哪种物质过量。

题型2 MgCl_2 、 AlCl_3 混合物中加强碱

例2 :在含有 0.02 mol MgCl_2 和 0.02 mol AlCl_3 的混合溶液中 ,主要存在的离子是 _____ ,向此混合溶液中加入 100 mL 1 mol/L NaOH 溶液 , _____ (离子)增加 , _____ (离子)减少 ,继续加入 500 mL 1 mol/L NaOH 溶液后 ,溶液中主要存在的离子是 _____ 。

【析】 向 MgCl_2 、 AlCl_3 混合物中加强碱 ,产生白色沉淀 ,当 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 完全沉淀即产生的沉淀量最大 ,继续加碱 ,沉淀部分溶解。

【答案】 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 Al^{3+} Na^+ Al^{3+} 、 Mg^{2+} $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 Na^+ 、 Cl^-

点评 本题实际上考查的是离子反应的实质以及离子反应中量的关系 ,要区别 Mg^{2+} 、 Al^{3+} ,可利用其与强碱反应生成沉淀 ,一种能溶解 ,一种不溶。

题型3 离子共存题

例3 :某无色透明溶液与铝反应放出 H_2 ,该溶液中可能含有大量的 : H^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 OH^- 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 等离子 ,试推断 :

第一种情况 :一定有 _____ ,可能有 _____ 。

第二种情况 :一定有 _____ ,可能有 _____ 。

【析】 铝既能和酸反应放出氢气 ,也能和碱反应放出氢气 ,只要分析在有大量 H^+ 存在时可能共存的离子和有大量 OH^- 存在时可能共存的离子 ,并要求含有该离子的溶液无色即可。

【答案】 第一种情况 : H^+ K^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^-

第二种情况 : OH^- K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-}

点评 能与铝反应放出 H_2 的无色透明溶液,可能是酸溶液,也可能是碱溶液,但必须注意的是,硝酸与铝反应不能放出 H_2 。

【教考动向·应用】

- 除去镁粉中的少量铝粉,可选用的试剂是
A. 稀盐酸 B. 稀硝酸 C. NaOH 溶液 D. 氯化钠溶液
- 可用于分离 Fe^{3+} 和 Al^{3+} 两种离子的试剂是下列的
A. 盐酸 B. 氢氧化钠溶液 C. 氨水 D. 硫氰化钾溶液
- 下列各组混合物中,不能进行铝热反应的是
A. 铝和五氧化二钒 B. 铝和二氧化锰
C. 铝和氧化镁 D. 铝和四氧化三铁
- 将 Na_2O_2 和 Al 的混合物,放入足量的水中,反应完毕后得到澄清的溶液,产生 8.75 g 气体,向反应后的溶液里逐滴加入 7 mol/L 的盐酸,反应中有沉淀产生,最后沉淀恰好溶解,共耗盐酸 250 mL,求原混合物中 Na_2O_2 和 Al 粉的质量各是多少?
- 2 个烧杯中各加入相同体积,浓度均为 3 mol/L 的硫酸溶液,置于天平的左右两个托盘上,调节天平使之平衡,向一个烧杯中加入 10.8 g 镁,另一个烧杯中加入 10.8 g Al,问反应完毕后,天平可能会发生怎样的变化?试根据计算分析。

▲综合创新型

题型 1 创新应用

例 1 不用任何试剂来鉴别 Na_2CO_3 、 NH_4Cl 、 $AgNO_3$ 三种固体。

【研析】把三种固体各取少许于试管中加热,固体全部消失,管口附近有白色固体者为 NH_4Cl ,无外观现象者为 Na_2CO_3 ,留有褐色固体,生成红棕色气体者为 $AgNO_3$ 。

点评 本题考查的是各固体受热分解的现象。

【教考动向·应用】

- 现有① Na_2CO_3 ② Na_2SO_4 ③ $FeCl_3$ ④ KCl ⑤ $Ba(NO_3)_2$ 五种溶液,不另用任何试剂,用最简便的方法鉴别,下列鉴别物质的顺序正确的是
A. ③①②⑤④ B. ③①⑤②④
C. ①③⑤②④ D. ⑤①③②④
- (2002 年苏豫)等体积、等物质的量浓度的硫酸、氢氧化钠溶液分别放在甲、乙两烧杯中,各加等质量的铝,生成氢气的体积比为 5:6,则甲、乙两烧杯中的反应情况可能分别是
A. 甲、乙中都是铝过量
B. 甲中铝过量、乙中碱过量
C. 甲中酸过量、乙中铝过量
D. 甲中酸过量、乙中碱过量

④ 开拓学习新视野

▲ 教材知识拓展

[思想方法]

极限法在化学解题中的应用

当某两种金属共 m g 与足量的酸反应放出 V mL (SPT) H_2 求两种金属的物质的量之比时,可用极限法讨论。

例:有 Mg、Al、Fe、三种金属共 20 g,与足量酸反应生成 11.2 L H_2 (标准状况下),问肯定有哪种金属。

[研析] $n = 11.2 \text{ L} / 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.5 \text{ mol}$

取极限,若 0.5 mol H_2 完全是 Fe 与酸反应生成的,需 28 g

若 0.5 mol H_2 完全是 Mg 与酸反应生成的,需 12 g

若 0.5 mol H_2 完全是 Al 与酸反应生成的,需 9 g

所以肯定有 Fe。

极限法用于混合物的计算可达到事半功倍的效果。

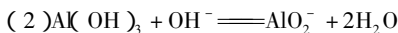
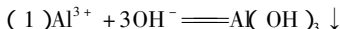
[专题放送]

计算氢氧化铝质量的简便方法

$Al(OH)_3$ 既可由 Al^{3+} 和 OH^- 反应生成,又能由 AlO_2^- 和 H^+ 反应而得。

一、由 Al^{3+} 和 OH^- 反应生成的 $Al(OH)_3$ 沉淀的质量

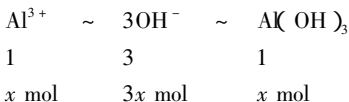
当 OH^- 过量时, Al^{3+} 与 OH^- 混合时会发生以下反应:



求 $Al(OH)_3$ 沉淀质量的常规法是:①由 Al^{3+} 算出完全生成 $Al(OH)_3$ 沉淀的质量;②由 OH^- 的总量减去生成 $Al(OH)_3$ 所消耗的 OH^- 的量,得到用于溶解 $Al(OH)_3$ 的 OH^- 的量;③由余下的 OH^- 的量求出溶解的 $Al(OH)_3$ 的质量;④生成的 $Al(OH)_3$ 质量减去溶解的 $Al(OH)_3$ 质量。这样计算既费时,又易出错。为简便起见,可采用现成的公式,其公式为:

$$m_{Al(OH)_3} = (4c_{Al^{3+}} + V_{Al^{3+}} - c_{OH^-} - V_{OH^-}) \times 78$$

上式的推导过程是:设 Al^{3+} 的物质的量为 $c_{Al^{3+}} + V_{Al^{3+}} = x \text{ mol}$, OH^- 的物质的量为 $c_{OH^-} - V_{OH^-} = y \text{ mol}$, 用于溶解 $Al(OH)_3$ 的 OH^- 的物质的量为 $z \text{ mol}$ 。由离子方程式(1)可知:



由离子方程式(2)可知:



$$\text{故 } m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = (x - z) \times 78 = [x - (y - 3x)] \times 78 = (4x - y) \times 78 = (4c_{\text{Al}^{3+}} + V_{\text{Al}^{3+}} - c_{\text{OH}^-} - V_{\text{OH}^-}) \times 78$$

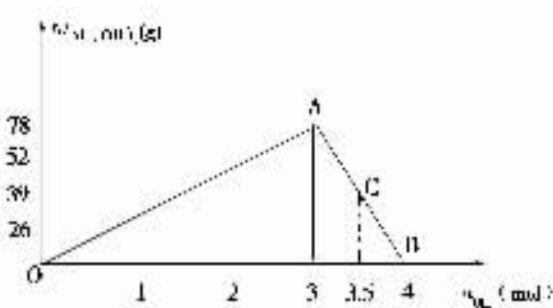
利用上式时需注意:① $\text{Al}^{3+} : \text{OH}^- > 1 : 3$ 时, Al^{3+} 过量,用 OH^- 的量直接计算 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀的质量不能用该公式;②当 $\text{Al}^{3+} : \text{OH}^- \leq 1 : 3$ 时,可用该公式计算,若计算结果等于或小于零,则说明反应完毕后无沉淀存在。

例:向500 mL 2 mol/L AlCl_3 溶液中加入1 000 mL 3.5 mol/L NaOH 溶液,使之充分反应。求反应体系中 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀的质量。

[研析] 因 $\text{Al}^{3+} : \text{OH}^- = 2 \times 0.5 : 3.5 \times 1 < 1 : 3$ 故

$$m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = (4 \times 2 \times 0.5 - 3.5 \times 1) \times 78 = (4 - 3.5) \times 78 = 39(\text{g})$$

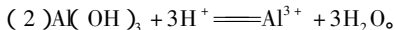
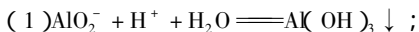
上述例题中的整个反应过程的坐标图象可用下图表示:



图中,OA表示随 OH^- 的增加,生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的量增加,A点表示当加入 OH^- 为3mol时生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的质量最多,是78g。AB表示当继续加入 OH^- 时, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀逐渐溶解,直至 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 全部转变为 AlO_2^- ,B表示 OH^- 为4mol时,没有 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀。C点表示 OH^- 为3.5mol时, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为39g。

二、由 AlO_2^- 和 H^+ 反应生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀的质量

当 H^+ 过量时, AlO_2^- 和 H^+ 反应如下:



简便计算的公式如下:

$$m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = (4c_{\text{AlO}_2^-} - V_{\text{AlO}_2^-} - c_{\text{H}^+} + V_{\text{H}^+}) \times 26$$

推导过程:设 $c_{\text{AlO}_2^-} - V_{\text{AlO}_2^-}$ 为 $x\text{mol}$, $c_{\text{H}^+} + V_{\text{H}^+}$ 为 $y\text{mol}$,溶解 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的 H^+ 的物质的量为 $z\text{mol}$,则

由离子方程式(1)知 $\text{AlO}_2^- \sim \text{H}^+ \sim \text{Al(OH)}_3$
 $x \text{ mol} \quad x \text{ mol} \quad x \text{ mol}$

由离子方程式(2)知 $\text{Al(OH)}_3 \sim 3\text{H}^+$

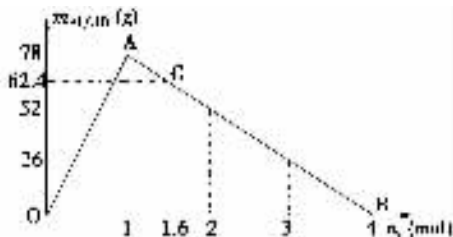
$$\frac{1}{3} z \text{ mol} \quad z \text{ mol}$$

故 $m_{\text{Al(OH)}_3} = (x - \frac{1}{3}z) \times 78 = [x - \frac{1}{3}(y-x)] \times 78 = \frac{1}{3}(4x-y) \times 78 = (4c_{\text{AlO}_2^-} V_{\text{AlO}_2^-} - c_{\text{H}^+} V_{\text{H}^+}) \times 26$, 当计算结果大于0时,说明有 Al(OH)_3 沉淀的存在;当小于或等于0时,说明无 Al(OH)_3 沉淀存在, Al(OH)_3 全部变成 Al^{3+} 而存在于溶液中。

例:向2 L 含 AlO_2^- 为 0.5 mol/L 的溶液中加入 4 L 0.4 mol/L 的 H^+ , 求最后生成的 Al(OH)_3 的质量。

【研析】 因为 $\text{AlO}_2^- : \text{H}^+ = 2 \times 0.5 : 4 \times 0.4 < 1 : 1$, 故 $m_{\text{Al(OH)}_3} = (4 \times 0.5 \times 2 - 4 \times 0.4) \times 26 = (4 - 1.6) \times 26 = 62.4 \text{ (g)}$

上题可用下图表示整个反应过程中 Al(OH)_3 沉淀质量的变化:



图中,OA 表示随着 H^+ 的加入, Al(OH)_3 逐渐增多。A 点表示当 H^+ 为 1 mol 时, AlO_2^- 全部变成 Al(OH)_3 1 mol。AB 表示 H^+ 继续增加, Al(OH)_3 沉淀逐渐溶解。B 点表示 H^+ 为 4 mol 时, Al(OH)_3 全部溶解成 Al^{3+} 。C 表示 H^+ 为 1.6 mol 时 2 L 含 AlO_2^- 的溶液中生成了 Al(OH)_3 沉淀为 62.4 g。

▲ 考题在线搜索

考题 1 (2004 上海高考)将表面已完全钝化的铝条,插入下列溶液中,不会发生反应的是

- A. 稀硝酸 B. 稀盐酸 C. 硝酸铜 D. 氢氧化钠

【研析】 钝化的实质是浓硫酸或浓硝酸在 Fe、Al 的表面形成了一层致密的氧化物保护膜。由于 Al 的氧化物 Al_2O_3 是一种两性氧化物,既可以和强酸反应又可以和强碱反应,故 ABD 答案皆不符合题意,只有 C 选项中的 $\text{Cu(NO}_3)_2$ 因不与 Al_2O_3 反应,故不可能与钝化的铝条反应。答案为 C。

点评 此题考查的是铝钝化后的产物氧化铝是一种两性氧化物,既可以和强酸反应又可以和强碱反应。

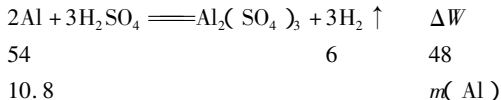
考题 2 (2004 上海高考)两个烧杯加入同体积的浓度为 2 mol/L 的硫酸,置于天平

的两端,调节天平平衡后分别加入 10.8 g 的 Al 和 Mg。则反应完毕后,天平

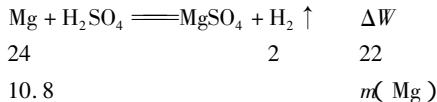
- A. 可能加 Mg 一端下倾 B. 可能加 Al 一端下倾
C. 可能仍保持平衡 D. 无法判断

【研析】 此题未说明稀硫酸的体积,分下列 3 种情况讨论:

(1)若稀硫酸过量,Al、Mg 都已经反应完毕,按化学反应方程式计算,加入 Al、Mg 每端增加的重量:



$$m(\text{Al}) = 9.6 \text{ g}$$



$$m(\text{Mg}) = 9.9 \text{ g}$$

加入 Mg 的一端增加的质量多,往下倾。

(2)稀硫酸对 Al 和 Mg 都不足,两金属都有剩余。因稀硫酸物质的量一定,则产生的 H_2 的量也相同,故天平保持平衡。

(3)若稀硫酸量能使 Mg 完全反应,产生 H_2 后,溶液增重 9.9 g,使 Al 不能完全反应,Al 有剩余,产生的 H_2 的量由硫酸决定,因此与前相同,投入量与产出量相等,故天平平衡。答案为 AC。

点评 此题考查的是天平平衡的问题。天平净增重的质量应为加入的金属的质量与产生的气体的质量的差,先计算天平两端的净增重,然后确定是否平衡。

【拓展·应用】

1. 要除去 Cu 片上附着的 Al,可用哪种酸

- A. 浓硝酸 B. 浓硫酸 C. 盐酸 D. 稀硝酸

2. 某无色溶液中放入铝片后有氢气产生,则下列离子在该溶液中肯定可以大量存在的是

- A. Na^+ B. Mg^{2+} C. S^{2-} D. HCO_3^-

▲多彩化学漫步

[科学前沿]

超导与超导材料

金属材料的电阻通常随温度的降低而减小,20 世纪初,科学家发现汞冷却到低于 4.2 K 时,电阻突然消失,导电性几乎是无限大的,当外加磁场接近固态汞随之又撤去后,电磁感应产生的电流会在金属汞内部长久地流动而不会衰减,这种现象称为超导现象。具有超导性质的物体称为超导体。超导体电阻突然消失的温度称为临界温度。在临界

温度以下时,超导体的电阻为零,也就是电流在超导体中通过时没有任何损失。

目前,已发现近三十种元素的单质、八千多种化合物和合金具有超导性能。

1988年,中国科学院获得了最高超导转变温度为120 K的钛钡钙铜氧化物。这充分显示出我国在超导材料的研究方面,已跻身于世界先进行列。

超导材料可制成大功率发电机、磁流发电机、超导储能器、超导电缆、超导磁悬浮列车等。用超导材料制成的装置,具有体积小、使用性能高、成本低等优点。

[生活百科]

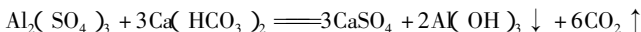
明矾的净水作用

天然水中常含有很多细小的悬浮物(细菌、藻类、原生动动物、泥沙、黏土及其他不溶性物质)、胶体物质(如腐殖质胶体等)和一些可溶性的盐类、气体等。在除去悬浮物时,常用明矾或硫酸铝等凝聚剂,使这些杂质聚集起来,形成较大的颗粒而沉淀。

明矾 $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ 是硫酸钾和硫酸铝的复盐,它的凝聚作用主要是由 $Al_2(SO_4)_3$ 产生的。当明矾溶于水后, $Al_2(SO_4)_3$ 因水解作用而产生 $Al(OH)_3$ 。



硫酸铝还会和水中含有的碳酸氢钙作用,生成氢氧化铝和硫酸钙。



天然水中的那些杂质,大部分都是带负电荷的胶粒,而氢氧化铝胶粒是带正电荷的,因此,带正电荷的氢氧化铝胶粒能中和水中胶状杂质所带的负电荷,于是这些杂质很快地就会跟氢氧化铝絮状物一起凝聚而下沉。

由于明矾中的 K_2SO_4 对净化水不起作用,而 K_2SO_4 又是一种原料,因此,现在一般都改用硫酸铝作净水的凝聚剂。工业上使用的净水凝聚剂,除硫酸铝外,还有氯化铝、氯化铁、硫酸铁等。

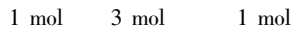
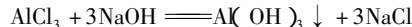
用明矾净水,只能除去水中的悬浮杂质,对溶解在水中的大部分盐类则不能除去。

[答案与解析研读]

【教考动向·演练】

1. BD 沉淀物可以肯定是 $Al(OH)_3$,而溶液中的铝元素可能有两种存在形式。

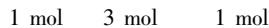
(1)若 $AlCl_3$ 过量,而 $NaOH$ 的量不足,溶液中的铝元素应是以 Al^{3+} 形式存在



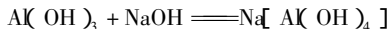
依据题意,溶液中还有1 mol $AlCl_3$

$$\therefore c(AlCl_3) : c(NaOH) = (1 + 1) : 3 = 2 : 3$$

(2)若 $AlCl_3$ 的量不足, $NaOH$ 过量时,溶液中的铝元素以 $[Al(OH)_4]^-$ 形式存在



依题意溶解了 0.5 mol $\text{Al}(\text{OH})_3$, 设此时又消耗了 NaOH x mol



$$x = 0.5 \text{ mol}$$

$$\therefore n(\text{AlCl}_3) : n(\text{NaOH}) = 1 : (3 + 0.5) = 2 : 7.$$

2. C 金属的物理性质通性是大多数金属共有, 如有金属光泽, 有延展性, 是电和热的良导体, 而金属易失电子是金属的化学性质。

3. A 对② B 对③ C 对④ D 对①

4. C 合金是指一种金属与其他一种或几种金属或非金属形成的具有金属特性的物质。合金的特性有①熔点较各成分金属的熔点低②有特殊的性能: 合金比各成分金属具有更好的硬度和强度、机械加工性能如耐腐蚀性、硬度大等。

【教考动向·应用】

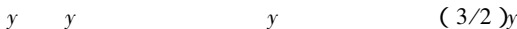
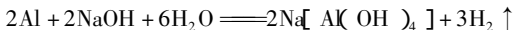
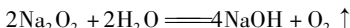
1. C

2. B

3. C

4. Na_2O_2 为 39 g, Al 为 6.75 g

析 设原 Na_2O_2 为 x mol, Al 粉为 y mol



列方程组:

$$\begin{cases} x/2 \times 32 + (3/2)y \times 2 = 8.75 \\ 2x - y + 4y = 0.25 \times 7 \end{cases}$$

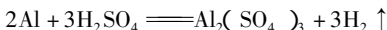
$$\text{解得: } \begin{cases} x = 0.5 \text{ mol} \\ y = 0.25 \text{ mol} \end{cases}$$

所以 $m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 78 \times 0.5 = 39(\text{g})$, $m(\text{Al}) = 27 \times 0.25 = 6.75(\text{g})$ 。

5. **析** 由题意知, 两烧杯中硫酸浓度为已知, 而体积未知, 即硫酸溶液中溶质的物质的量是个定值, 可能过量也可能耗尽, 也可能对一种金属而言耗尽, 而对另一种金属过量。故应分 3 种情况进行讨论。

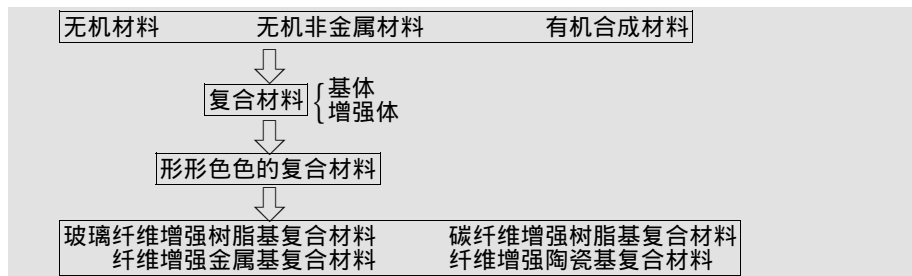
设 10.8 g Al 可从足量的酸中置换出 x mol H_2

10.8 g Mg 可从足量的酸中置换出 y mol H_2



2. 使学生体会物质的元素组成与材料性能的关系。
3. 使学生能列举几种常见的复合材料及其在生产、生活中的重要应用。

▲教材脉络梳理



▲学习背景探索

人们是怎样想到制造复合材料的

木材坚固、耐用,可作为建筑材料。它由木质长纤维组成,靠被称为木质素的物质黏结起来。木质长纤维比较柔软,木质素较脆,它们各自都不能承受重压,但这两种物质复合后就构成了强壮的树干。

人们做泥砖时,往泥中掺入禾秸,这样可以提高泥砖的强度。将沙子、砾石与水泥混在一起,其强度比单纯水泥的强度大得多。人们还把钢筋嵌入混凝土中,制成了更为坚固的钢筋混凝土,用来建造高楼。

其实,人们正是根据这种将不同性质的材料合在一起有可能获得性能更佳的材料的想法来制造复合材料的。

摘自《中教育星》

② 研习教材重难点

研习点 1 复合材料

【温故·知新】

在前面我们学习了金属材料、无机非金属材料,也在日常生活中见识和利用了各种有机合成材料,请结合具体实例,讨论各种单一材料的优缺点,完成下表。

材料	实例	优点	缺点
金属材料	钢铁		
无机非金属材料	普通玻璃		
有机合成材料	塑料		

1. 什么是复合材料

在撑杆跳项目中,运动员使用的撑杆的材料,既不是金属材料、无机非金属材料,也不是有机合成材料。这种材料是将两种或两种以上性质不同的材料经特殊加工而制成的,像这样的材料称为复合材料。复合材料由两部分组成,一部分称为基体,在复合材料中起黏结作用;另一部分称为增强体,在复合材料中起骨架作用。

2. 复合材料的优越性能

复合材料一般具有强度高、质量轻、耐高温、耐腐蚀等优越性能,因而宇航工业就成为复合材料的重要应用领域。

3. 形形色色的复合材料

(1) 玻璃钢

玻璃钢是一种以玻璃纤维做增强体、合成树脂做基体的复合材料。

①玻璃本身是易碎的脆性材料,由它制成的玻璃纤维却异常柔软,具有很高的强度。除了普通玻璃纤维(主要成分为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 MgO 、 Na_2O 等)外,还可以根据需要使用耐化学腐蚀、耐高温或强度高的特种玻璃纤维做玻璃钢的增强体。

②在制造玻璃钢时,可以将玻璃纤维制成纱或织物加到合成树脂中,也可以把玻璃纤维切成短纤维加到合成树脂中。

③玻璃钢的强度可以达到甚至超过合金钢的强度,而密度只有钢铁的 $1/5$ 左右;同时,这种材料保持着较好的耐化学腐蚀性、电绝缘性和机械加工性能,而且又不像普通玻璃那样硬脆。

④玻璃钢已大量用于游乐车、水上滑梯、运输罐、电话亭、餐桌椅等产品的生产,这些产品充分发挥了玻璃钢重量轻、强度高、耐水、耐磨、耐撞、产品美观及制造方便等特点。玻璃钢在排水管道工程中也得到了广泛的应用。最近几年,越来越多的废水处理系统的管道用玻璃钢制造,一个重要原因是废水所含的腐蚀物质种类在不断增加,腐蚀作用在不断增强,这就要求管道材料具有更好的耐腐蚀性,玻璃钢便是一种理想材料。

(2) 碳纤维增强复合材料

在合成树脂的基体中加入碳纤维做增强体的复合材料叫做碳纤维增强复合材料。

①特点是韧性好,强度高,质轻。

②碳纤维增强复合材料广泛应用于制造高尔夫球杆、网球拍、羽毛球拍、钓鱼竿、赛车、赛艇、滑雪板和冲浪板等体育用品,也广泛应用于纺织机械和化工机械的制造,以及医学上人体组织中韧带的制作等。

(3) 航空、航天领域中的复合材料

①飞机、火箭的机翼和机身以及导弹的壳体、尾翼中的复合材料。大多是以纤维为增强体、金属为基体的复合材料。这些材料具有耐高温、强度高、导电性好、导热性好、不

吸湿和不易老化等优点。作为增强体的纤维是碳纤维、硼纤维、碳化硅纤维和氧化铝纤维等耐热性能好的纤维,其中应用最广泛的是碳纤维,作为基体的金属用得较多的是铝、镁、钛等密度小的轻金属。

②航天飞机机身上使用的隔热陶瓷瓦是由纤维和陶瓷复合而成的材料制成的。在这种复合材料中,增强体多为碳纤维、碳化硅纤维或氧化硅纤维,基体的主要成分有 Al_2O_3 陶瓷、 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 陶瓷、 SiO_2 陶瓷、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{ZrO}_2$ 陶瓷、 Si_3N_4 陶瓷、 SiC 陶瓷等。纤维增强陶瓷保持了陶瓷耐高温的特性,增加了陶瓷的韧性,使航天飞机能安全地穿越大气层返回地球。

现在,材料的复合正向着精细化方向发展,出现了诸如仿生复合、智能复合等新方法,使得复合材料大家族中增添了许多性能优异、功能独特的新成员。随着科学技术的进步,复合材料展现出不可估量的应用前景。材料专家普遍认为,当前人类已经从合成材料时代进入复合材料时代。

【迁移·体验】

例1:复合材料的优点是

①强度高 ②质量轻 ③耐高温 ④耐腐蚀

A. 仅①④ B. 仅②③ C. 除③外 D. ①②③④

[研析] 复合材料既能保持或发展原来材料的长处,又能弥补它们的不足,具有强度高、质量轻、耐高温、耐腐蚀等特性。答案为D。

例2:复合材料中往往由一种作为基体,另一种材料作为

A. 增强体 B. 发泡剂 C. 防老剂 D. 增强剂

[研析] 复合材料是将两种或两种以上性质不同的材料经特殊加工而制成的材料。其中一种做基体,另一种材料做增强体。答案为A。

【发散·探讨】

碳纤维

碳纤维从外观上看呈暗黑色,具有许多优异而奇特的性质。它的化学稳定性好,耐酸碱腐蚀,在空气里加热到 $400\text{ }^\circ\text{C}$ 无明显氧化,在没有氧气的环境里加热到 $1\ 500\text{ }^\circ\text{C}$,强度也不会下降,有良好的耐低温性能,在 $-200\text{ }^\circ\text{C}$ 时也不会发脆。碳纤维大多是用聚丙烯腈纤维为原料制得的,首先将聚丙烯腈原丝置于 $200\sim 300\text{ }^\circ\text{C}$ 的温度下进行预氧化处理,这一步处理使原丝中的链状分子环化脱氢。随后在惰性气体中继续加热碳化,碳化温度逐步升高,慢慢达到 $1\ 400\text{ }^\circ\text{C}$ 。最后在 $2\ 000\text{ }^\circ\text{C}$ 以上的温度下进行石墨化处理,从而获得石墨纤维。

【教考动向·演练】

1. 1999年3月至5月,以美国为首的北约以维护人权为幌子,出动了数千架次飞机,使用了包括石墨炸弹、贫铀炸弹等在内的多种高科技武器,对主权国家南联盟进行了疯狂的轰炸,使南联盟人民的生命财产受到巨大的损失。

(1)石墨炸弹也叫断电炸弹、轻炸弹,专用于破坏敌方的电力设施。这种炸弹爆炸后会喷出大量经化学方法制成的石墨丝(碳纤维),其直径仅有几千分之一英寸。这种石墨丝非常轻,在目标上空可飘浮较长一端时间,形成较大范围的“碳纤维云”,它们粘上电力设施时,即会破坏电力系统。简述石墨炸弹能够破坏电力系统的原因:_____。

(2)目前世界上生产和销售的碳纤维绝大部分都是用聚丙烯腈纤维的固定相碳化制得的。其生产步骤为 a. 预氧化:在空气中加热,在 $200 \sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下维持数十至数百分钟。预氧化的目的是使聚丙烯腈的线形分子链转化为耐热的梯形结构,使其在高温碳化时不熔不燃而保持纤维形状;b. 碳化:在惰性气体中加热至 $1\ 200 \sim 1\ 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 维持数分钟至数十分钟,就可以生成碳纤维;c. 石墨化:再在惰性气体中加热至 $2\ 000 \sim 3\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 维持数秒种至数十秒种,这样生成的碳纤维也称石墨纤维。

①b、c 两步为何要在惰性气体中加热?答:_____。

②上述三个步骤中,属于化学变化的是_____。

2. 下列材料的特征及用途说法不正确的是

- A. 玻璃纤维柔软如丝,可像棉纱一样纺织,但拉伸强度低
- B. 光导纤维传导光的能力很强,是非常好的通讯材料
- C. 氮化硅陶瓷耐高温且不易传热,可用于制造柴油机
- D. 玻璃钢强度高、密度小、耐腐蚀,可用于制造废水处理系统的管道

▲教材【练习与活动】答案

1.

举例	复合材料	合金
成分	纤维和陶瓷	铝、铜等
用途	航天飞机的隔热陶瓷瓦	铝合金门窗

2. 玻璃钢 玻璃纤维做增强体,合成树脂做基体。

隔热陶瓷瓦 碳纤维、碳化硅纤维或氧化硅纤维为增强体, Al_2O_3 陶瓷、 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 陶瓷、 SiO_2 陶瓷、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{ZrO}_2$ 陶瓷、 Si_3N_4 陶瓷、 SiC 陶瓷为基体。

3. 学生动手题,无固定答案。

③ 开拓学习新视野

▲ 教材知识拓展

新型复合材料

所谓复合材料是将两种或两种以上具有不同性质的材料,用某种工艺方法均匀地合为一体而形成的一种新的材料。复合材料是当今实现材料性能设计的一个重要途径,通过材料的“复合”,可以使新的复合材料在性能上不仅兼备原来材料各自的优点,而且在某些性能上会远远超出原有组成材料的性能,这将适应当今新技术革命对新材料所提出的更多更高的要求。

复合材料的应用,在人们生活中并不少见,如工程建设中钢筋混凝土结构材料,其中混凝土有保温、耐磨等性能,但不能承受弯曲、剪拉等负荷,而钢筋则具有良好的各种抗机械负荷的性能;“复合”后取长补短,综合了两者的优点,从而得到广泛的应用。

新型复合材料通常是指近代各种高性能的复合材料,它是当今新一代的动力机械、航空和航天等高新技术中发挥突出贡献的新一代材料。通常以40年代开始出现的以玻璃纤维与树脂复合而成的所谓玻璃钢复合材料为起点,经过四十多年的发展,新型复合材料在品种、性能和应用上均取得了可喜的成果。

复合材料是由基体材料和增强体材料两部分组成。(1)基体材料主要有高分子聚合物、金属及陶瓷,而以高分子聚合物的应用最广。高分子聚合物包括人工合成分子聚合物,如环氧树脂、聚酯、酚醛树脂、聚酰亚胺等,天然高分子聚合物,如沥青、天然橡胶、泥炭等,以人工合成高分子聚合物应用最广。(2)增强体材料主要有纤维增强体和颗粒增强体,以纤维增强体应用最广。纤维增强体有玻璃纤维、碳纤维、硼纤维、氧化铝纤维、碳化硅纤维、芳纶纤维等。颗粒增强体有二氧化钛、二氧化硅等。

当今复合材料的研究,着重于结构和功能两个方面,而以前者所取得的应用成果更为突出,下面将主要介绍树脂基体复合材料。

(一)玻璃纤维复合材料。利用玻璃纤维做增强体与合成树脂经一定制造工艺形成的玻璃纤维增强塑料(简称玻璃钢)是最早出现的第一代纤维增强复合材料,它以强度高、重量轻、耐腐蚀、成型简单、价格低廉等综合优异性能而闻名于世,得到广泛应用。

(二)碳纤维复合材料。用碳纤维代替玻璃纤维做增强体的树脂基复合材料被认为是第二代纤维增强复合材料。碳纤维具有比玻璃纤维更轻的比重和更高的模量,是一种性能更为优良的增强体,用它和树脂形成的复合材料,其比重只有钢的 $1/4 \sim 1/3$,而强度则比钢要高出 $3 \sim 4$ 倍,较玻璃钢则高出6倍,它为汽车、航空以及宇航等事业的发展开辟了良好前景。

当前使用的碳纤维主要是聚丙烯腈,但聚丙烯腈碳纤维的原料价较高,降低碳纤维

的成本是该项技术的一个努力方向。目前除了寻找更新纤维材料外,已经研究采用碳纤维与玻璃纤维、开普纶纤维合用的混杂纤维增强复合材料,具有良好的经济效果。

(三)芳纶纤维复合材料。芳纶纤维树脂复合材料是继碳纤维后新开发的第三代纤维复合材料,因为它较碳纤维价格便宜、制取容易,同时具有高强度、低比重、耐热、耐腐蚀等优异性能,目前已开始应用于航空及宇航等工业。

[答案与解析研读]

【 教考动向 · 演练 】

1.(1) 石墨有导电性,可以使电力设施由于短路而受损

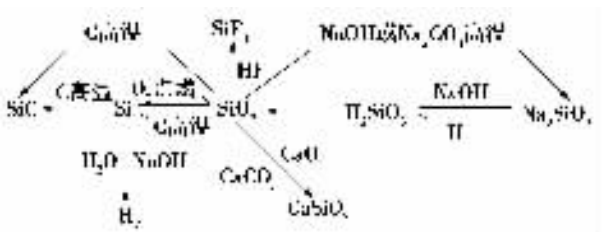
(2) ①防止氧化燃烧 ②a、b、c

2. A

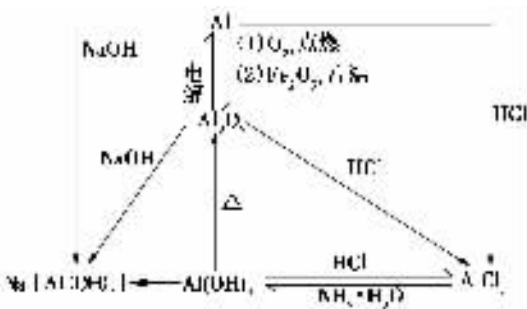
▲ 章末知识回顾

[结构图表]

1. 硅及其化合物的知识网络



2. 铝及其化合物间的相互转化



[知识归纳]

一、硅及其化合物

1. Si 的性质稳定, 常温下只能与强碱溶液、HF、F₂ 反应。
2. 最早使用的半导体为 Ge, 使用最广的为 Si。
3. SiO₂ 是酸性氧化物中为数不多的难溶于水的固体, 它有酸性氧化物的通性, 能与强碱溶液、碱性氧化物反应, 但不溶于水, 能和氢氟酸反应。

二、铝及其化合物

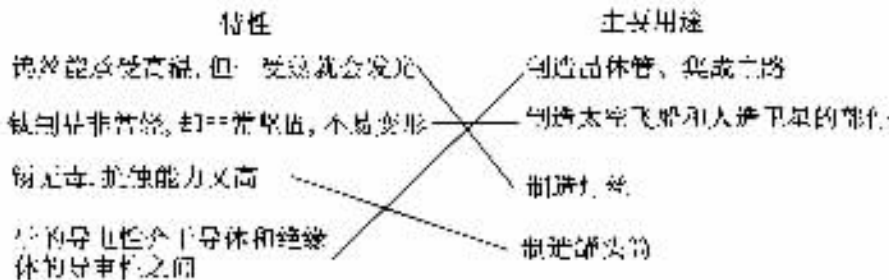
1. 铝这种金属, 既能和强酸溶液反应, 又能和强碱溶液反应, 但实质上都是被 H⁺ 氧化, 且等量的 Al 与足量的酸、碱溶液反应放出的气体体积相同。
2. Al₂O₃、Al(OH)₃ 都是两性化合物, 既能和强酸反应生成盐和水, 又能和强碱溶液反应生成盐和水。
3. Al³⁺、Al(OH)₃、[Al(OH)₄]⁻ 这三者能相互转化, “铝三角”是这部分的重点。

▲教材【本章自我评价】答案

1. B 2. C 3. C

4. ACE 是金属单质, 因导电性好且导热性好。BD 是非金属单质, 因不导电。

5.



6. (1) 罐内的二氧化碳气体与 NaOH 溶液反应后, 使罐内气压明显降低, 在大气压的作用下, 罐壁凹而瘪 $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2) 过一段时间后, 铝与氢氧化钠溶液反应, 生成了氢气, 罐内气压由小变大, 瘪了的罐壁又重新鼓起来 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$

7. (1) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$ $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

(2) 3.75 kg

(3) 2:5

8. 青铜是铜和锡的合金。因为合金的机械强度高、耐腐蚀、极耐磨。将纯金属制成合金, 可以保持甚至强化单一金属的长处, 克服其不足, 使得合金的性能一般优于纯金属, 如强度、硬度比单一金属大, 抗腐蚀能力一般比单一金属强。

9. (1) 钛因其表面容易形成致密的氧化物保护膜使它不易跟其他物质反应, 而具有一定的抗腐蚀能力, 而且其密度小, 还是一种“亲生物金属”。

(2) BC

10. 略

11.

	普通玻璃	普通钢	玻璃钢
主要组成元素或物质	Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 、 SiO_2	Fe、C	玻璃纤维、合成树脂

材料类别	传统无机非金属材料	金属材料	复合材料
性质特点	抗腐蚀、 玻璃态物质、质脆	强度高、韧性好、 易锈蚀	质量小、强度高、 耐腐蚀
用途	建筑材料、 制化学仪器	建筑材料、 制钢轨、钢丝等	生产游乐车、 运输罐、餐桌等

12. 略

综合能力探究演练

一、选择题(每小题只有一个选项符合题意)

1. 在常温下,下列物质能与硅起反应的是

- A. 浓硝酸 B. 氯气 C. 盐酸 D. 苛性钠溶液

2. 二氧化硅是酸酐的原因是

- A. 它溶于水得相应的酸
B. 它对应的水化物是可溶性强酸
C. 它与强碱溶液反应只生成盐和水
D. 它是非金属氧化物

3. 能用带橡胶塞的玻璃瓶盛放的是

- A. 液溴 B. 氢氟酸 C. 烧碱溶液 D. 汽油

4. 下列关于硅的说法不正确的是

- A. 硅是非金属元素,但它的单质是灰黑色有金属光泽的固体
B. 硅的导电性能介于金属和绝缘体之间,是良好的半导体材料
C. 硅的化学性质不活泼,常温下不与任何物质起反应
D. 当加热到一定温度时,硅能与氧气、氢气等非金属反应

5. 有关普通玻璃的叙述,错误的是

- A. 玻璃是混合物
B. 制玻璃的原料是纯碱、石灰石、石英、黏土
C. 玻璃不是晶体
D. 玻璃无一定的熔点

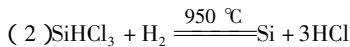
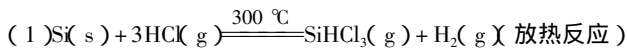
6. 下列材料不是传统材料的是

- A. 水泥 B. 陶瓷
C. 玻璃 D. 光导纤维

7. 光纤因其传导光的能力非常强而广为普及,其主要优点以下论述不正确的是
- A. 质量小而且细
B. 耐腐蚀
C. 抗干扰性能好
D. 不易损坏
8. 下列性质既属于传统无机非金属材料也属于新型无机非金属材料的是
- A. 在高温下,仍具有很高的强度
B. 具有电学特性
C. 具有光学特性
D. 能承受高温
9. 以下说法正确的是
- A. 纳米材料是指一种称为“纳米”的新物质制成的材料
B. 绿色食品是指不含任何化学物质的食品
C. 钢铁属于无机非金属材料
D. 光纤是以二氧化硅为主要原料制成的
10. 铝对大脑发育有不良影响,厨具中铝制品已逐渐被不锈钢代替,不锈钢的组成为
- A. 含镍、铬的合金
B. 含硅、锰的合金
C. 含铬、钨的合金
D. 普通钢表面镀铬

二、选择题(每小题有1~2个选项符合题意)

11. 有科学家认为“硅是21世纪的能源”“未来的石油”,下列有关硅可能成为新型能源的论述不正确的是
- A. 自然界存在大量硅单质
B. 自然界的硅易开采,且可再生
C. 硅燃料便于运输、贮存,从安全角度考虑,硅是优质燃料
D. 硅燃料燃烧放出的热量多,其燃烧产物为 SiO_2 ,容易有效控制环境污染
12. 制造太阳能电池需要高纯度的硅,工业上制高纯硅常用以下反应实现:



对上述两个反应的叙述,错误的是

- ①两个反应都是置换反应 ②反应(2)是放热反应
③两个反应互为可逆反应 ④两个反应都是氧化还原反应
- A. ①②
B. ②③
C. ①④
D. 全部
13. $\text{SiO}_2 + 3\text{C} \xrightarrow{\quad} \text{SiC} + 2\text{CO}$ 中氧化剂与还原剂的质量比为
- A. 36:60
B. 60:36
C. 1:2
D. 1:3

各多少克？

27. 在标准状况下进行下列实验：甲、乙、丙各取 300 mL 同浓度的盐酸，加入不同质量的同一镁铝合金粉末，有关数据列表如下：

实验序号	甲	乙	丙
合金质量(mg)	510	765	918
气体体积(mL)	560	672	672

问(1)盐酸的物质的量浓度是多少？

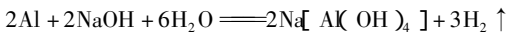
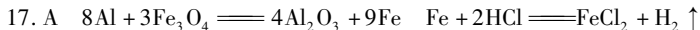
(2)求合金中镁、铝的质量分数。

(3)在丙实验之后，还需向容器中加入 $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液多少毫升才能使剩余合金中的铝全部溶解？(设剩余合金与原合金成分相同)

[答案与解析研读]

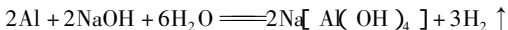
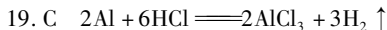
1. D 常温下，Si 不能与强酸、强氧化性酸反应，只能与氟气、氢氟酸和烧碱等物质反应。
2. C 酸酐是能与强碱反应生成盐和水的氧化物。
3. C 液溴能与橡胶反应，橡胶溶于汽油，氢氟酸能与玻璃中的二氧化硅反应。
4. C 常温下，Si 性质稳定，不能与强酸、强氧化性酸反应，只能与氟气、氢氟酸和烧碱等物质反应。
5. B 制玻璃的原料是纯碱、石灰石、石英。
6. D 传统的无机非金属材料包括：陶瓷、水泥、玻璃。
7. D 光导纤维的主要成分是二氧化硅，容易损坏。
8. D
9. D
10. A 不锈钢是在普通钢的基础上，加入铬、镍等多种元素炼成的钢材。
11. A 硅虽然性质稳定，但自然界不存在游离态的硅，而以二氧化硅、硅酸盐等形式存在。
12. B 反应(2)是吸热反应。
13. C $\text{SiO}_2 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{SiC} + 2\text{CO}$ 中氧化剂和还原剂均为 C，质量比为 1:2。
14. B ACD 现象均为有沉淀生成。B 中向 NaOH 溶液中逐滴加入 AlCl_3 溶液现象是先无现象，后产生沉淀，如果向 AlCl_3 溶液中逐滴加入 NaOH 溶液现象是先产生沉淀，后沉淀溶解。
15. C 加入盐酸，Al 和 Mg 反应产生气体，不溶物为 Si、Mn、Cu，继续加入浓 NaOH 溶液，Si 反应产生气体，不溶物为 Mn、Cu。
16. C 要使 $1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 中 SO_4^{2-} 恰好沉淀完全，需加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 3 mol，此时溶液

中有 2 mol Al^{3+} 和 6 mol OH^- ,恰好完全反应生成 Al(OH)_3 沉淀。



由上述关系式可知前后两种情况下生成的气体在相同状况下的体积比是 3:4。

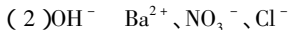
18. D



由方程式可知生成的气体的体积比为 1:1。

20. D

21. 略



23. 1:2:3

$$\frac{1}{23} : \frac{1}{12} : \frac{1}{9}$$

3:2:2

24. 4 5 6 硬化 密封

25. ①A d ②C a ③D d f

26. 若硅过量, Na 3.1 g, Si 2.9 g;

若硅不足或恰好反应, Na 4.6 g, Si 1.4 g。

27. (1) 0.2 mol/L (2) Mg 47.1% Al 52.9% (3) 66 mL