

前言

QIAN YAN

随着 2002 年我国高等学校招生全面实行“3+X”考试,新一轮高考改革的第一步目标已经实现。我国基础教育和高考改革持续深入的崭新局面,为我们编写 02—03 年新版《高中总复习优化设计》系列丛书提供了广阔的背景。在积极组织市场调查研究,认真学习高考改革精神和深入研究高考“3+X”命题特点的基础上,我们进一步加大了对本系列丛书的结构调整力度,更加突出优化、设计、新颖等基本特色和精品意识,力求新版图书在保持传统特色的同时,与时俱进,为广大考生提供更新更好的“优化设计”。

新颖:反映“3+X”考试的最新信息,从新颖、别致的角度,选择基础性、综合性、多元性的例题和试题,体现创新思维和实践能力的要求。

优化:放眼整体,全程优化,创造性地设计各分册的内容框架。既考虑讲解的启发作用,又突出训练的主体功能;既考虑本学科的系统完整,又兼顾跨学科的综合沟通。

科学:在对近年高考备考实践进行深入分析研究的基础上,全面吸收了率先实行综合考试地区的备考成功经验,以知识整合、技能演练、能力提升等为内在线索进行栏目、板块的设置、编排,体现了最新复习导向。

实用:本书的传统特色之一是“以讲带练”。本次修订从训练的方式、内容、时间控制等多角度进行综合设计、优化取舍,更适合教师整体操作和学生个体使用。

化学学科是理科综合和文理综合的考试科目。综合能力测试的根本特点是基础性,注重联系实际。因此,化学学科的基本概念、原理、方法仍是复习重点,甚至由于试题多以现实问题作背景,还一定程度上淡化了核心、主干和重点内容,曾被列为所谓非重点的内容也会因与现实问题有关联而应予充分重视。复习的广度比深度显得更重要。学科能力是综合能力的基础,同时学科能力也要向综合能力提升。这就要求我们在复习中强调将学科知识、技能与社会现实联系起来,更加注重对创新思维、实验能力与应用能力的训练,对学科思想的综合应用。

本书以“统编教材”为蓝本,以高考“更加注重对能力和素质的考查;命题遵循中学教学大纲但不拘泥于大纲;试题中增加应用性和能力性题目”的指导思想为依据,体现了化学高考能力立意方向,反映了时代特色,立足教材,编织知识网络,突出基础,蕴含化学学科思想,培养创新意识,强调应用能力。适用于 2003 年高考第一阶段备考复习。

本书主要栏目有 [知识网络] [知识梳理] [例题剖析] [能力培养]。

前三个栏目对化学学科主干知识梳理整合,意在突出基础知识与技能要求; [能力培养] 提供练习的范例、习题与解析。为了适应综合考试的要求,在夯实基础、突出学科内综合练习的同时,本次修订还增设了“热点展望与



综合创新”一节。该节由二部分内容组成 [高考热点展望] [创新思维训练]。在这些栏目中 ,读者可以对新高考可能涉及的热点近距离接触。认真研读本内容 ,读者的化学学科思想、方法、精神将会有更新、更高层次的体验与感悟 ,无论是基本理论应用能力还是化学实验设计、操作能力 ,都更能体现扎实功底和创新意识。

为了帮助教师充分把握本书的设计思想和意图 ,促进对本书的有效使用 ,本书配有《教师用书》,《教师用书》对本书中试题进行了详细解析及思路点拨 ,并附有大量备课资料和必要的教学建议 ,内容更加丰富全面 ,将会使教师的教学指导与备课更加得心应手。

本书编者身处中学化学教学第一线 ,投身实践 ,潜心研究 ,精心设计 ,集全国各地先进经验于本书 ,希望能给广大师生高三总复习提供有效、有益的参考。受编者水平和编写时间所限 ,书中难免有疏忽与不妥 ,敬请广大读者批评赐教。

编 者

2002 年 6 月

第一章 卤 素

- 一、氯及其化合物 (001)
- 二、卤族元素 (004)
- 三、氧化还原反应 (006)
- 四、热点展望与综合创新 (009)

第二章 物质的量

- 一、以物质的量为中心的各量间的关系 (011)
- 二、阿伏加德罗定律的应用 (013)
- 三、物质的量浓度溶液的配制 (015)
- 四、热点展望与综合创新 (016)

第三章 硫 硫酸

- 一、硫及其氢化物、氧化物 (019)
- 二、硫酸和硫酸盐 (020)
- 三、氧族元素 (023)
- 四、离子反应 (024)
- 五、热点展望与综合创新 (026)

第四章 碱金属

- 一、钠及其化合物 (029)
- 二、碱金属 (032)
- 三、热点展望与综合创新 (033)

第五章 物质结构 元素周期律

- 一、原子组成与结构 (036)
- 二、元素周期律与元素周期表 (037)
- 三、化学键与分子结构 (039)
- 四、热点展望与综合创新 (041)

第六章 氮和磷

- 一、氮族元素和氮气 (044)
- 二、氨和铵盐 (047)
- 三、硝酸和硝酸盐 (049)
- 四、磷及其化合物 (052)
- 五、热点展望与综合创新 (054)

第七章 碳和硅

- 一、碳族元素 (057)
- 二、碳及其化合物 (059)
- 三、硅及其化合物 (061)
- 四、热点展望与综合创新 (063)

第八章 镁 铝

- 一、金属元素概述 (065)
- 二、镁铝及其化合物 (067)



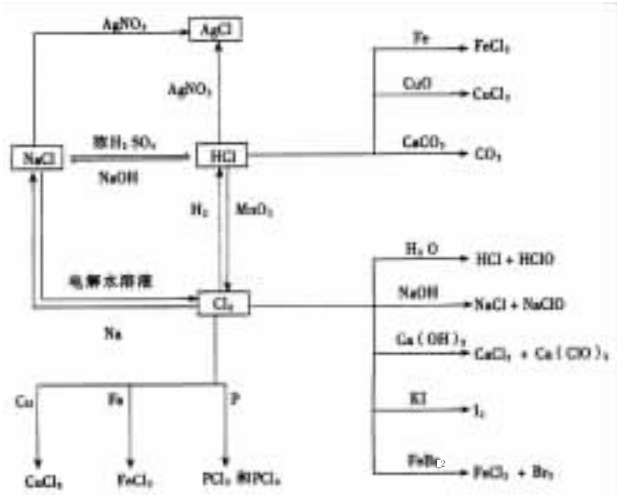
三、硬水及其软化	(069)
三、热点展望与综合创新	(070)
第九章 铁	
一、铁及其化合物	(073)
二、铁的合金及其冶炼	(076)
三、热点展望与综合创新	(078)
第十章 烃	
一、烃类概述	(080)
二、各类烃的代表物比较	(082)
三、分子式和结构式的确定	(085)
四、有机化工简介	(087)
五、热点展望与综合创新	(088)
第十一章 烃的衍生物	
一、烃的衍生物概述	(092)
二、醇和酚	(094)
三、醛	(096)
四、羧酸和酯	(098)
五、各类有机物的衍变关系及信息迁移	(101)
六、热点展望与综合创新	(105)
第十二章 糖类 蛋白质	
一、糖 类	(108)
二、蛋白质	(109)
三、热点展望与综合创新	(111)
第十三章 化学反应速率 化学平衡	
一、化学反应速率	(114)
二、化学平衡	(116)
三、合成氨工业	(118)
四、热点展望与综合创新	(120)
第十四章 电解质溶液 胶体	
一、弱电解质的电离平衡	(121)
二、水的电离和溶液的 pH	(123)
三、盐类的水解	(126)
四、酸碱中和滴定	(128)
五、电化学基础知识	(130)
六、胶体、分散系	(133)
七、热点展望与综合创新	(136)
参考答案	(139)



第一章 卤素

一、氯及其化合物

知识网络



知识梳理

1. 复习非金属单质化学性质的一般方法
单质参与的反应一般是氧化还原反应,应从下面三个方面来复习:
- (1)非金属单质的氧化性。以氯气为例:
能氧化金属单质如:钠、铜、铁;
能氧化非金属单质:氢气、磷、硅等;
能氧化还原性化合物如: HBr 、 HI 、 H_2S 、 SO_2 、 SO_3^{2-} 、 Fe^{2+}

- 等。
- (2)能发生歧化反应。产物一般为低价态的无氧酸盐和中间价态的含氧酸盐及水。
$$\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$$
$$3\text{S} + 6\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$
 - (3)非金属单质的还原性
像单质硫、碳、磷等非金属还能被更强的氧化剂氧化,而表现还原性。

2. 氯气与水的反应实际上是可逆反应,因此氯水的成分较复杂。在考虑有关氯水参与的化学反应时要注意两点:
(1)氯水成分的复杂性造成氯水性质的多样性,要能正确判断所加物质与氯水中哪些成分发生了反应(见下表)。

氯水的成分和性质

成分	表现的性质	反应实例	
Cl ₂	①氯水呈黄绿色 ②强氧化性 ③加成反应	Cl ₂ + Mg == MgCl ₂ Cl ₂ + 2KI == 2KCl + I ₂ Cl ₂ + H ₂ SO ₃ + H ₂ O == H ₂ SO ₄ + 2HCl Cl ₂ + CH ₂ = CH ₂ → CH ₂ Cl—CH ₂ Cl	
H ⁺	强酸性	2H ⁺ + CaCO ₃ == Ca ²⁺ + CO ₂ ↑ + H ₂ O	滴入紫色石蕊试液 先变红,后褪色
HClO	①弱酸性 ②强氧化性	HClO + OH ⁻ == ClO ⁻ + H ₂ O 漂白、杀菌、消毒	
Cl ⁻	沉淀反应	Cl ₂ + H ₂ O + AgNO ₃ == AgCl ↓ + HNO ₃ + HClO	

(2) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ 平衡移动的应用。

向氯水中加入的物质	浓度变化	平衡移动的方向	应用
可溶性氯化物	$c(\text{Cl}^-)$ 增大	左移	①用饱和食盐水除 Cl_2 中的 HCl ②用排饱和食盐水法收集 Cl_2
盐酸	$c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{Cl}^-)$ 增大	左移	次氯酸与浓盐酸反应制 Cl_2
NaOH	$c(\text{H}^+)$ 减小	右移	用 NaOH 溶液吸收多余的 Cl_2
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$c(\text{H}^+)$ 减小	右移	制漂白粉
CaCO_3	$c(\text{H}^+)$ 减小	右移	制高浓度 HClO 溶液
光照	$c(\text{HClO})$ 减小	右移	氯水避光保存或现用现配

3. 氯化氢及氯气的实验室制法

(1) 选取试剂的主要依据是制取气体的性质,如氯气具有氧化性,常用氧化其离子的方法来制取,因此要选用含有氯离子的物质(如盐酸)和具有氧化性的物质(如 MnO_2 、 KMnO_4 等)来制取。氯化氢气体极易溶于水,所以要选用固态物质(如 NaCl)与浓硫酸反应制取,而不能用它们的稀溶液。

(2) 选取发生装置的依据是制取气体所用试剂的状态和反应条件(加热与否)。以此分析可知,实验室制取氯化氢和氯气都是加热固体与液体的混合物,所以它们的发生装置相同。因反应都要加热,氯化钠、二氧化锰都不是块状固体,且氯化氢、氯气均溶于水,因此不能选用启普发生器。

(3) 选用收集方法的主要依据是气体的密度和水溶性。因为氯气和氯化氢都能溶于水,密度都比空气大,所以收集氯气或氯化氢时,不能用排水法,应该用向上排空气法收集。

(4) 选择气体干燥剂的主要依据是被干燥气体不能与干燥剂反应,如氯气和氯化氢都能与碱反应,所以它们都不能用碱石灰进行干燥,常用浓硫酸、五氧化二磷等进行干燥。

(5) 吸收装置:因为氯气有毒,实验室制取氯气时应在密闭系统或通风橱中进行,通常在收集装置的后面连接盛有氢氧化钠溶液的吸收装置。由于氯化氢极易溶于水,在用水吸收氯化氢时,为防止倒流,应在导管口连接一个倒置漏斗并使其刚好接近水面进行吸收。

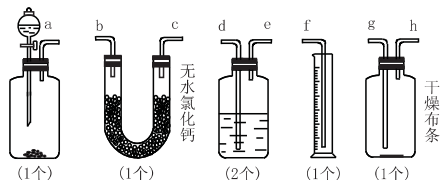


图 1—1

(1) 请用字母填写装置的连接顺序: a 接 ()、() 接 ()、() 接 ()、() 接 ()、() 接 ()。

(2) 洗气瓶中所装液体是_____。

(3) 在制氯气前,必须进行的一项操作步骤是_____。

(4) 某同学在实验中,发现量筒中未收集到液体,则失败的原因可能是_____。

解析:(1)为连接装置的题目。连接的一般顺序为:发生装置→净化装置→性质实验装置→气体测量或尾气处理装置。

(2) Cl_2 在饱和食盐水的溶解度小,(有时也用水代替)可除去氯气中的氯化氢,然后再用无水氯化钙除去水。(3)任何气体的制备实验开始之前,都要进行气密性检查。(4)最后由量筒和洗气瓶组成量气装置,可以粗略地测定氯气的体积,但仪器的连接必须是 $e \rightarrow d \rightarrow f$,否则将收不到液体。

答案:(1) d、e、c、b、g、h、e、d、f 或 d、e、b、c、g、h、e、d、f

(2) 饱和食盐水

(3) 检验装置的气密性

(4) 盐酸的浓度太小,装置漏气,e 与 g 连接。

例题剖析

[例1] 常用氯气给自来水消毒,某学生用自来水配制下列物质的溶液,不会产生明显药品变质的是

- A. 石蕊 B. 硝酸银
C. 亚硫酸钠 D. 氯化铝

解析: Cl_2 溶于水会部分发生下列反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 。 HClO 可使石蕊氧化褪色; HCl 跟 AgNO_3 反应: $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$; Cl_2 氧化 Na_2SO_3 : $\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$; Cl_2 不跟 AlCl_3 反应。

答案: D

[例2] 已知漂白粉与浓盐酸反应产生氯气。某同学为了测定产生氯气的体积并验证干燥纯净的氯气无漂白性,安装了如图 1—1 所示的装置,请回答:

能力培养

- 1. 下列对氯气的描述中不正确的是 ()
- A. 在标准状况下,氯气的密度是 $3.17 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
B. 实验室不能用排水法收集氯气
C. 液氯不导电,是非电解质;氯水能导电,是电解质
D. 不干燥的氯气遇二氧化硫其漂白性能增强
- 2. 下列氯化物中不能用金属和氯气直接反应制得的是 ()
- A. CuCl_2 B. FeCl_2 C. MgCl_2 D. KCl
- 3. 潮湿的氯气、新制的氯水、次氯酸钠及漂白粉的水溶液均能使有色布条褪色,原因是它们均含有 ()

- A. 氯气 B. 次氯酸
C. 次氯酸根 D. 氯化氢
- 4. 为防止吸进氯气中毒,可以用浸有某种物质的水溶液的毛巾捂住鼻子。该物质可以是…………… ()
A. NaOH B. Na_2CO_3
C. NH_3 D. Na_2SO_3
- 5. $\text{K}^{35}\text{ClO}_3$ 晶体与 H^{37}Cl 浓溶液反应,生成氯气、氯化钾和水,此反应生成的这种氯气的摩尔质量为…………… ()
A. $74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $73.3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $70.6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 6. 将氯气通入一定湿度的氢氧化钾溶液中,得到含有次氯酸钾、氯酸钾和氯化钾的溶液。测得该溶液中 $c(\text{ClO}^-) : c(\text{ClO}_3^-) = 2 : 1$,则溶液中 KCl 和 KClO 的物质的量之比为…………… ()
A. 1 : 1 B. 2 : 5 C. 7 : 2 D. 2 : 7
- 7. 用滴管将新制的饱和氯水慢慢滴入含酚酞的 NaOH 稀溶液中,当滴到最后一滴时红色突然褪去。试回答下列问题:
(1) 实验室保存饱和氯水的方法是……………。
(2) 产生上述现象的原因可能有两种(简要文字说明)
① 是由于……………;
② 是由于……………。
简述怎样用实验证明红色褪去的原因是①或者②:……………。
- 8. (2000 年京、皖春季)用实验室制氧气(以氯酸钾为原料,二氧化锰作催化剂)的残渣为原料,制取氯化氢气体。
(1) 某学生提出的实验步骤依次是:溶解、蒸发、结晶、制取气体。其中还缺少的必要步骤是……………。
(2) 某学生开列的实验用品为:烧杯、圆底烧瓶、蒸发皿、量筒、集气瓶、分液漏斗、酒精灯、药匙、托盘天平、铁架台、铁夹、铁圈、双孔橡皮塞、玻璃导管、橡皮管、火柴、蒸馏水。所缺少的必要试剂是……………,还缺少的必要的实验用品是(错答要倒扣分)……………。
(3) 写出本实验中制取氯化氢气体的化学方程式:……………。
(4) 本实验吸收尾气的装置所用的仪器是……………。
- 9. 如图 1—2 装置中,当浓 HCl 和重铬酸钾共热产生有色气态单质 X, X 经 A、B 两瓶后在 C 处与热的白色晶体反应,最后在 D 瓶有紫黑色晶状物,回答下列问题:

- (1) 制取 X 气体时,需要用到的玻璃仪器有……………。
(2) 若 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原成 Cr^{3+} , 写出制取 X 的化学方程式……………。
(3) 要得到纯净的 X 气体, A 瓶应盛放……………, B 瓶应盛放……………。
(4) C 处的白色晶体是……………, D 瓶的紫黑色晶体是……………, C 处加热的目的是……………。

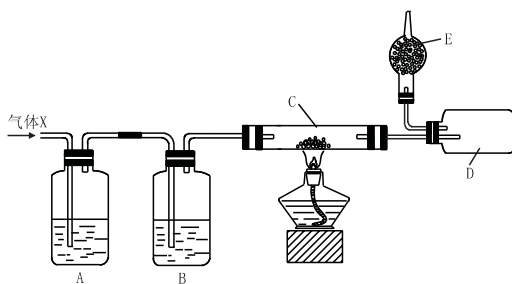
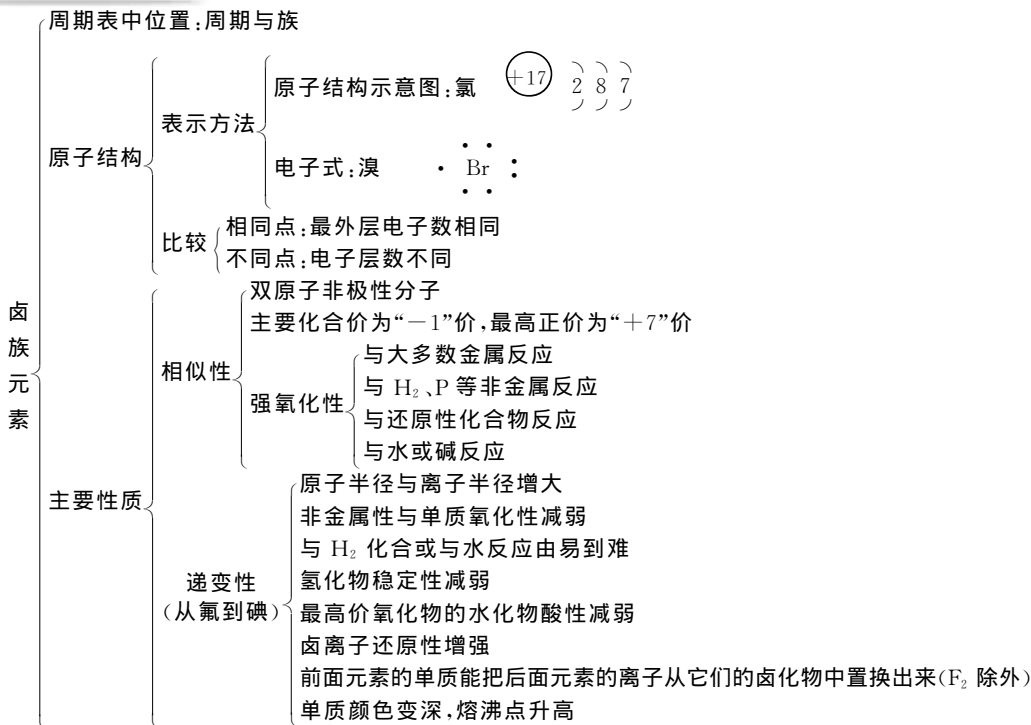


图 1—2

- (5) E 装置盛碱石灰的作用是……………。
- 10. 在氯酸钾的分解反应里,关于二氧化锰的催化问题到目前还没有肯定的解释。鉴于反应制得的氧气中有氯气的气味,生成的氯化钾又略带紫红色的客观事实,一种分析认为其反应过程如下:
① $2\text{KClO}_3 + 2\text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{A} + \text{B} \uparrow + \text{C} \uparrow$
② $2\text{A} \xrightarrow{\Delta} \text{D} + \text{MnO}_2 + \text{C} \uparrow$
③ $\text{B} + \text{D} \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl} + \text{MnO}_2 + \text{C} \uparrow$
试判断:
(1) 氯酸钾分解的总反应方程式:……………;
(2) 反应①中的氧化剂是……………;
(3) 反应③的化学方程式为……………;
(4) 按上述的反应过程,若要制取 1.5 mol 氧气,总共有…………… mol 电子转移。

二、卤族元素

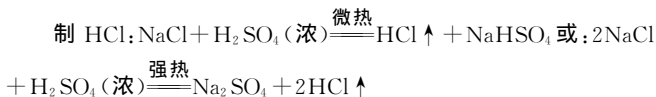
知识网络



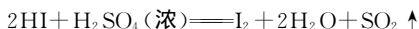
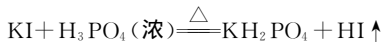
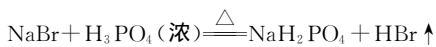
知识梳理

1. 卤化氢的制备原理与氧化还原的联系

基本原理: 利用 HX 的挥发性, 用难挥发性酸与其盐共热通过复分解反应制取 HX, 同时要考虑因 HX 中的卤素离子均有一定的还原性, 制备时须预防因发生氧化还原反应而使实验达不到应有的目的。



制 HBr、HI: 因为 HBr、HI 有较强的还原性, 所以实验室不能用强氧化性酸浓硫酸制备 HBr、HI, 而用浓 H_3PO_4 代替。同时, 也不能用浓硫酸干燥 HBr、HI 等还原性气体。



氧化剂	可被氧化的离子	实例
MnO_4^- (酸性)	Cl^- 、 Br^- 、 I^-	酸性高锰酸钾常温下氧化氯化氢制氯气
MnO_2	Cl^- 、 Br^- 、 I^-	MnO_2 可将 HCl、HBr、HI 分别氧化为 Cl_2 、 Br_2 、 I_2

氧化剂	可被氧化的离子	实例
HNO_3	Br^- 、 I^-	制 HBr、HI 不能用盐与硝酸
浓硫酸	Br^- 、 I^-	制 HBr、HI 不能用相应的盐与浓硫酸
Fe^{3+}	I^-	$2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Fe}^{2+}$

2. 萃取实验

(1) 萃取剂的选择

萃取是用萃取剂将某溶质从其溶液中分离出来的方法, 条件是: 溶质在萃取剂中的溶解度大于在原溶剂中的溶解度且萃取剂与原溶剂互不相溶; 对萃取剂的选择, 如萃取溴水中的溴和碘水中的碘, 宜选苯、 CCl_4 、 CS_2 、直馏汽油等, 不能选裂化汽油、酒精 (前者要反应, 而后者不分层)。

(2) 萃取实验的操作顺序

以用 CCl_4 萃取碘水中的碘为例, 其实验的操作可分为如下顺序:

- ① 检验分液漏斗活塞与上口的玻璃塞是否漏液;
- ② 把碘水和相当于碘水体积 $1/3$ 至 $1/4$ 的 CCl_4 加入分液漏斗中并盖好玻璃塞;
- ③ 倒转漏斗用力振荡并不断旋开活塞放气, 最后关闭活塞, 把分液漏斗放正;
- ④ 把盛有溶液的分液漏斗放在铁架台的铁圈中;
- ⑤ 将漏斗上口的玻璃塞打开或使塞上的凹槽对准漏斗口上的小孔;

⑥静置、分层；

⑦旋开活塞，用烧杯接收下层溶液；

⑧从分液漏斗上口倒出上层水溶液。

(3)几点提示(以萃取碘为例)

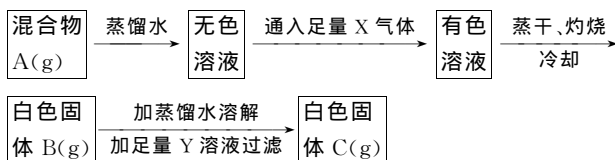
①萃取剂比水轻的，振荡萃取后上层有色，下层即有水层无色；萃取剂比水重的则相反。

②萃取实验的主要仪器是分液漏斗，萃取后必然进行分液，但分液实验可以单独用于分离互不相溶的液体混合物。

③萃取应少量多次，以萃取完全。

例题剖析

[例1]有一包含有 CaCl_2 、 NaCl 、 NaBr 三种物质的混合物粉末，按下列实验测定各成分的质量分数。



(1)气体 X 是_____，溶液 Y 中的溶质是_____，最后得到白色沉淀 C 是_____。(均填化学式)

(2)加入足量 Y 溶液的的目的是_____，过滤后，沉淀 C 必须用蒸馏水冲洗干净，其目的是_____。

(3)计算原混合物中氯化钙的质量分数的代数式是_____。

(4)计算原混合物中溴化钠的质量分数的代数式是_____。

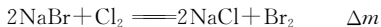
解析：本题已给出实验方案，只需选择合适的试剂，把三种混合物溶于水通入 X 气体，溶液有颜色，只有通过 Cl_2 才能把 NaBr 中 Br_2 置换出来，所以 X 为氯气；有色溶液通过蒸干、灼烧、冷却，单质溴已挥发，得到白色固体为 NaCl 、 CaCl_2 的混合物 B g，B g 白色固体加入蒸馏水溶解，再加入足量 Na_2CO_3 溶液促使 Ca^{2+} 沉淀完全，得白色沉淀 CaCO_3 C g。

答案：(1) Cl_2 ， Na_2CO_3 ， CaCO_3

(2)加足量 Y 溶液目的是促使 Ca^{2+} 沉淀完全，沉淀 C 必须用蒸馏水冲洗干净，目的是除去沉淀表面吸附的可溶性杂质。

(3)氯化钙的质量分数为： $\frac{111C}{100A} \times 100\%$

(4)在解无数数据计算题时，在题目中都隐含着质量的变化关系，用差量法是解无数数据题的一种常见方法。

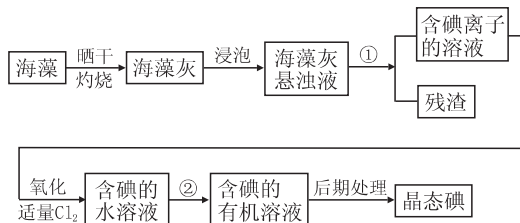


$$206 \quad 71 \quad 160 \quad 89$$

$$Z \quad A - B$$

解得溴化钠的质量分数为： $\frac{206(A-B)}{89} \times 100\%$

[例2]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。实验室里从海藻中提取碘的流程如下图：



(1)指出制取碘的过程中有关的实验操作名称：①_____，②_____。

(2)提取碘的过程中，可供选择的有机试剂是_____。

A. 甲苯、酒精

B. 四氯化碳、苯

C. 汽油、乙酸

D. 汽油、甘油

(3)为使海藻灰中碘离子转化为碘的有机溶液，实验室里有烧杯、玻璃棒、集气瓶、酒精灯、导管、圆底烧瓶、石棉网以及必要的夹持仪器、物品，尚缺少的玻璃仪器是_____。

(4)从含碘的有机溶液中提取碘和回收有机溶液，还需要经过蒸馏，观察图 1—3 实验装置指出其错误之处，并加以改正。

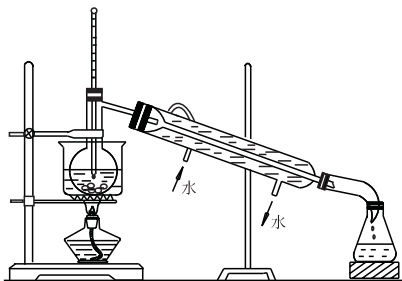


图 1—3

(5)进行上述蒸馏操作时，使用水浴的原因是_____，最后晶态碘在_____里聚集。

解析：(1)从流程图提示可知操作①是过滤，②是萃取，②中的反应是 Cl_2 将 I^- 氧化成 I_2 的反应；

(2)根据萃取原理，要从含碘水溶液中萃取碘，所选萃取剂一定要和水互不相溶或很难相溶，且溶质在萃取剂中溶解度要比在水中大得多，而选项中，酒精、乙酸、甘油皆与水互溶，因此 B 正确；

(3)按照流程图考虑每一步骤需要的仪器，还缺少漏斗和分液漏斗；

(4)①温度计插入位置不对。应使水银球在蒸馏烧瓶的支管口处。②冷凝器中水的流向不对。应后进前出。

(5)利用水浴可使被加热物质受热均匀而温度又不会超过 100°C ，最后在烧瓶中得到晶态碘。

答案：(1)①过滤 ②萃取和分液

(2)B (3)漏斗、分液漏斗

(4)①温度计的水银球不应插入液体中 ②冷凝管进出水的方向颠倒

(5)使蒸馏瓶均匀受热、控制温度不过高 蒸馏烧瓶

能力培养

►1. 大气或饮水被污染时，可能引起人们的牙齿、骨骼变酥。引起这种污染的元素是_____ ()

A. 汞

B. 氟

C. 碘

D. 硫

►2. 医生建议患甲状腺肿大的病人多食海带，这是由于海带中含较丰富的_____ ()

A. 碘元素

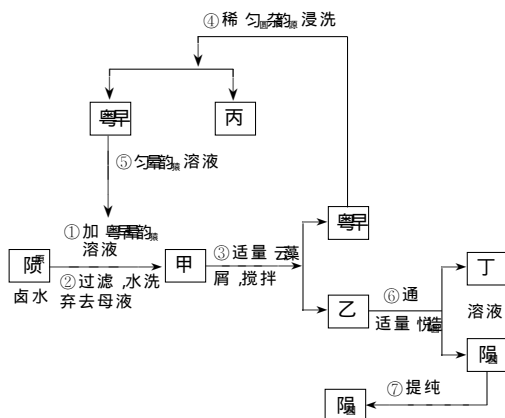
B. 铁元素

C. 钾元素

D. 锌元素

- 3. 近年来,加“碘”食盐较少使用碘化钾,因其口感苦涩且在贮藏和运输中易变质,目前代之加入的是 …… ()
- A. I_2 B. KIO
C. $NaIO$ D. KIO_3
- 4. 下列变化属于化学变化的是 …… ()
- A. 用苯萃取溴水中的溴 B. 氟化氢用于雕刻玻璃
C. 碘升华 D. 碘制成碘酒
- 5. 下列物质需要保存在棕色试剂瓶中的是
- A. 氯水 B. 盐酸
C. 氢氟酸 D. 溴化银
- 6. 下列物质中能使淀粉溶液变蓝的是 …… ()
- A. 碘化钾溶液 B. 碘化钾溶液加氯水
C. 溴化钾溶液加氯水 D. 碘酒
- 7. 将氟气通入氯化钠溶液中可以得到 …… ()
- A. 氯气和氯化钠 B. 氟化氢和金属钠
C. 氯化氢和氟化钠 D. 氢氟酸和氧气
- 8. 向盛有溴水的试管中加入某种无色液体,振荡、静置,试管内液体出现分层,上层为无色,下层为橙红色,则加入的液体是 …… ()
- A. KI 溶液 B. 酒精
C. CCl_4 D. 苯
- 9. 在 1981 年才第一次制得卤素的第五个成员元素砹,根据卤素性质的变化规律,我们可以预料到砹有下列性质:
- (1)砹在室温下的状态是 _____ 体,颜色比碘 _____,它夺电子能力比碘 _____, _____ 挥发性(有或没有),并 _____ 于四氯化碳(溶或不溶)。
- (2) $AgAt$ 的颜色比 AgI _____, _____ 溶于水。
 HAt 的稳定性比 HI _____。
- (3)单质砹是卤素中 _____ 的氧化剂,而砹离子是卤族中 _____ 的还原剂。(填最强或最弱)

- 10. 在已经提取氯化钠、溴、镁等化学物质的富碘卤水中,采取下面的工艺流程生产单质碘。



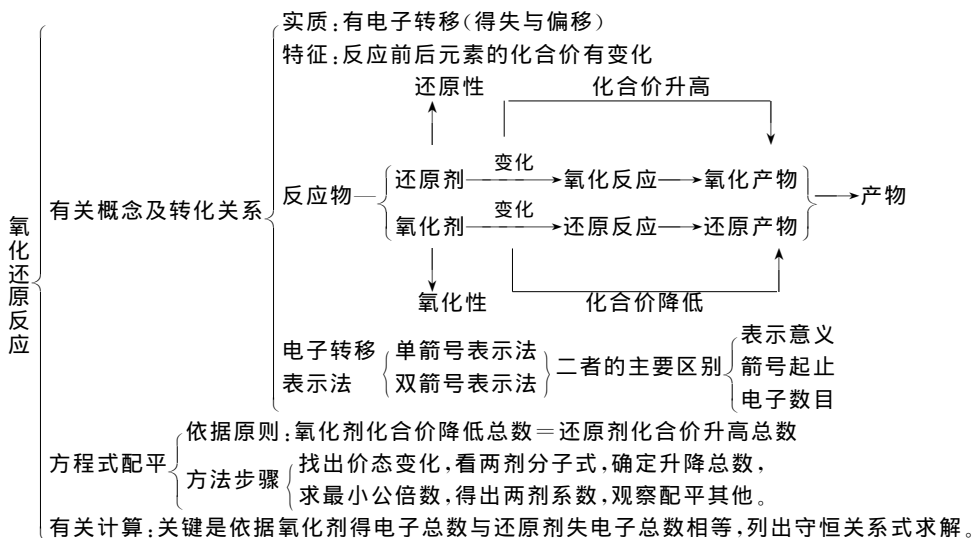
提取碘过程

试回答下列问题:

- (1)乙、丁中溶质的化学式:乙 _____,丁 _____。
- (2)第④步操作中用稀 H_2SO_4 浸洗的目的是 _____ (填写字母编号)
- A. 除去未反应的 NO_3^- B. 除去未反应的 I^-
C. 除去未反应的 Fe D. 除去碱性物质
- (3)第⑦步操作可供提纯 I_2 的两种方法是 _____ 和 _____ (不要求写具体步骤)。
- (4)实验室检验 I_2 的方法是 _____。
- (5)甲物质见光易变黑,其原因是(用化学方程式表示) _____。

三、氧化还原反应

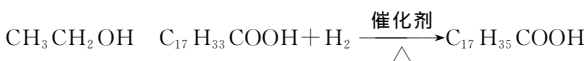
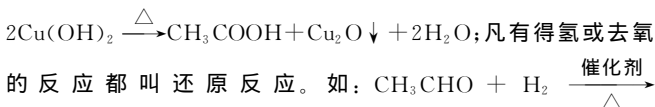
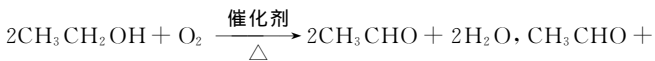
知识网络



知识梳理

1. 从氧化还原反应的角度来认识四种基本反应类型

凡有单质参加的化合反应,有单质生成的分解反应和置换反应都是氧化还原反应;复分解反应都不是氧化还原反应。在有机化学反应中,凡是有得氧或去氢的反应叫氧化反应。如:



氧化还原反应和四种基本反应类型看问题的角度不同。在实质上氧化还原反应是从有无电子得失角度看化学反应,而四种基本反应类型主要是从物质的构成形式上去划分。但四种基本反应类型并不包括所有的化学反应。如: $\text{CuO} + \text{CO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$ 。

2. 从元素价态判断氧化性或还原性的规律

元素为最高价态时,只具有氧化性,如: Fe^{3+} 、 H_2SO_4 分子中 +6 价硫元素;元素为最低价态时只具有还原性,如: Fe 、 S^{2-} 等;

元素处于中间价态既有氧化性又有还原性,如: Fe^{2+} 、 SO_2 、 S 等。

(1) 常见氧化剂: F_2 、 O_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 、 S 、 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 KClO_3 、 H_2SO_4 (浓)、 HNO_3 、 MnO_2 、 NO_2 、 Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 H^+ 等。

(2) 常见还原剂: K 、 Ca 、 Na 、 Mg 、 H_2 、 C 、 CO 、 S^{2-} 、 I^- 、 Br^- 、 H_2S 等。

(3) 既能作氧化剂,又能作还原剂的有: SO_2 、 H_2SO_3 、 H_2O_2 、 Na_2O_2 、 Fe^{2+} 等。

3. 氧化性或还原性强弱的比较

(1) 由元素的金属性或非金属性比较。

金属阳离子的氧化性随其单质还原性的增强而减弱,如下列四种阳离子的氧化性由强到弱的顺序是 $\text{Ag}^+ > \text{Cu}^{2+} > \text{Al}^{3+} > \text{K}^+$ 。

非金属阴离子的还原性随其单质氧化性的增强而减弱,如下列四种卤素离子还原性由强到弱的顺序是 $\text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{F}^-$ 。

(2) 由反应条件的难易比较。

不同氧化剂与同一还原剂反应,反应条件越易,氧化性越强,如 F_2 和 H_2 在暗处混合就能剧烈化合而爆炸,而 I_2 与 H_2 需在不断加热的情况下才能缓慢化合,因而 F_2 的氧化性比 I_2 强。

不同还原剂与同一氧化剂反应,反应条件越易,还原性越强,如有两种金属 M 和 N 均能与水反应, M 在常温下能与水反应产生氢气,而 N 需在高温下才能与水蒸气反应,由此判断 M 的还原性比 N 强。

(3) 由氧化还原反应方向比较。

还原剂 A + 氧化剂 B = 氧化产物 a + 还原产物 b , 则: 氧化性 $\text{B} > \text{a}$, 还原性 $\text{A} > \text{b}$ 。

如: 由 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$ 可知氧化性 $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$, 还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ 。

(4) 当不同的还原剂与同一氧化剂反应时,可根据氧化剂被还原的程度不同来判断还原剂还原性的强弱,一般规律是氧化剂被还原的程度越大,还原剂的还原性越强。同理当不同氧化

剂与同一还原剂反应时,还原剂被氧化的程度越大,氧化剂的氧化性就越强。如氯气、硫两种氧化剂分别与同一还原剂铁起反应,氯气可把铁氧化为 FeCl_3 , 而硫只能把铁氧化为 FeS , 由此说明氯气的氧化性比硫强。

(5) 某些氧化剂的氧化性或还原剂的还原性与下列因素有关:

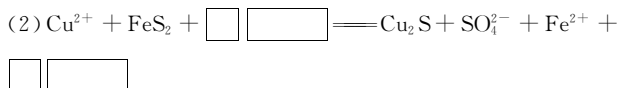
温度: 如热的浓硫酸的氧化性比冷的浓硫酸的氧化性强。

浓度: 如浓硝酸的氧化性比稀硝酸的强。

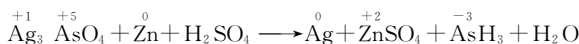
酸碱性: 如 KMnO_4 溶液的氧化性随溶液酸性的增强而增强。

例题剖析

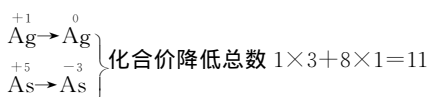
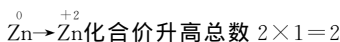
[例1] 配平下列氧化还原反应方程式。



解析: (1) 常规配平 ① 列出价态变化



② 由两剂分子式确定升降总数



③ 求最小公倍数, 得出两剂系数

2 和 11 的最小公倍数为 22

$22 \div 2 = 11$ 还原剂 Zn 的系数为 11

$22 \div 11 = 2$ 氧化剂 Ag_3AsO_4 的系数为 2



④ 用观察法配平其他物质的系数

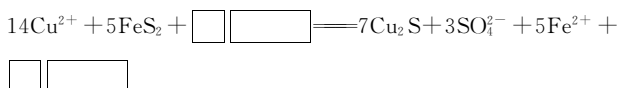
由观察法可知: 还原产物 Ag 和 AsH_3 的系数分别为 6 和 2, 氧化产物 ZnSO_4 的系数为 11, 因生成物中有 11 个 SO_4^{2-} , 则反应物中 H_2SO_4 系数为 11, 为使反应前后 H 、 O 原子个数相等, 则水的系数为 8。



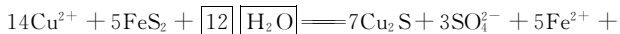
(2) 这是一种近几年高考中出现的新题型。配平这类方程式, 一般是先把含化合价变化元素物质的系数配好, 然后确定未知物, 最后配平其他物质的系数。

确定是何种未知物, 一般是在把含化合价变化元素物质的系数配好的基础上, 把反应物、生成物进行比较, 观察增加或减少了哪种元素, 是离子氧化还原反应还要比较方程式两端的电荷的增减, 若增加的元素在阴离子中, 未知物一般是相应的酸, 若增加的元素是金属, 未知物一般是相应的碱; 若反应前后元素的种类无变化, 而阴阳离子数目不等, 未知物一般是与反应物含有相同的阴阳离子的酸或碱; 若反应前后 H 、 O 原子个数不等, 则未知物一般是水。

(2) ① 用化合价升降法配平可得:



②比较方程式两边的原子、原子团及电荷数可知,生成物比反应物多了 12 mol 氧原子,少了 24 mol 正电荷,在题中条件下,要增加 12 mol 氧原子可加 12 mol 水,生成 24 mol H^+ ,则反应方程式为:



当然此题在反应物中加 24 mol OH^- ,在生成物中加 12 mol 水也平衡,只是不符合题给条件。

[例2]在含有 0.078 mol $FeCl_2$ 溶液中通入 0.009 mol Cl_2 ,再加入含有 0.01 mol $X_2O_7^{2-}$ 的酸性溶液,使溶液中的 Fe^{2+} 恰好全部氧化,并使 $X_2O_7^{2-}$ 还原成 X^{n+} ,求 n 值。

解答:由题意可知,还原剂 Fe^{2+} 失去电子总数等于氧化剂 Cl_2 、 $X_2O_7^{2-}$ 得电子总数。列出守恒关系式: $0.078 \times 1 = 0.009 \times 2 + 0.01 \times 2 \times (6 - n)$

解得 $n = 3$

能力培养

►1. 下列叙述正确的是 ()

- A. 含金属元素的离子不一定是阳离子
- B. 在氧化还原反应中,非金属单质一定是氧化剂
- C. 某元素从化合态变为游离态时,该元素一定被还原
- D. 金属阳离子被还原不一定得到金属单质

►2. (2001 年京、皖、蒙春季)下列化工生产过程所发生的反应不属于氧化还原反应的是 ()

- A. 用油脂制肥皂
- B. 用铝土矿制金属铝
- C. 用氯气和消石灰制漂白粉
- D. 用氢气和氮气合成氨

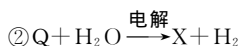
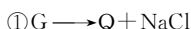
►3. 对于反应 $XeF_4 + 2CH_3-CH = CH_2 \longrightarrow 2CH_3CH_2CHF_2 + Xe$,下列说法正确的是 ()

- A. XeF_4 被氧化
- B. $CH_3-CH=CH_2$ 是还原剂
- C. 该反应是非氧化还原反应
- D. XF_4 既是氧化剂又是还原剂

►4. 从矿物学资料查得:当胆矾溶液渗入地下,遇黄铁矿(FeS_2)时,可生成辉铜矿(Cu_2S),同时还生成 $FeSO_4$ 和 H_2SO_4 。下列有关的叙述中正确的是 ()

- A. 在反应中, FeS_2 既是氧化剂又是还原剂
- B. 在反应中, $CuSO_4$ 是氧化剂, FeS_2 是还原剂
- C. 反应中 Cu^{2+} 与 FeS_2 的物质的量之比是 14 : 5
- D. 反应中每生成 1 mol Cu_2S 共得 2 mol 电子

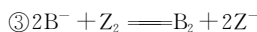
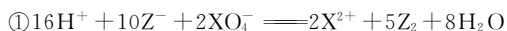
►5. 已知 G、Q、X、Y、Z 均为氯的含氧化合物。我们不了解它们的化学式,但知道它们在一定条件下具有下列转化关系(未配平):



这五种化合物中氯的化合价由低到高的顺序是 ()

- A. G Y Q Z X
- B. X Z Q G Y
- C. X Z Q Y G
- D. G Q Y Z X

►6. 已知常温下,在溶液中进行如下反应:

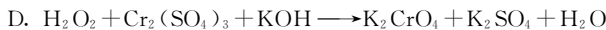
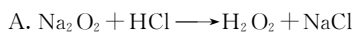


由此推断下列说法错误的是 ()

- 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+}

►7. 向含有 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 Fe^{2+} 的溶液中,加入足量的溴水,反应后溶液中离子数量明显减少的是 _____,离子数量基本不变的是 _____。

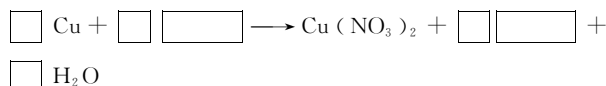
►8. 针对以下 A~D 四个涉及 H_2O_2 的反应(未配平)填写空白:



(1) H_2O_2 仅体现氧化性的反应是(填代号) _____,该反应配平的化学方程式为 _____。

(2) H_2O_2 既体现氧化性又体现还原性的反应是(填代号) _____。

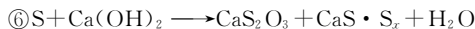
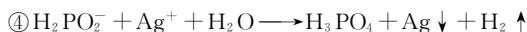
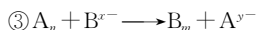
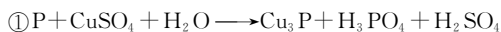
►9. (1)选择相关的一组物质完成并配平下列氧化还原反应。



- A. 浓 HNO_3 与 NO
- B. 浓 HNO_3 与 NO_2
- C. 稀 HNO_3 与 NO_2
- D. 稀 HNO_3 与 NO

(2)单质磷是由磷钙矿、石英砂和炭粉的混合物放在电弧炉中熔烧而得,产物除白磷外,还有硅酸钙和一氧化碳,写出并配平该反应的化学方程式 _____。

►10. 配平下列氧化还原反应方程式。



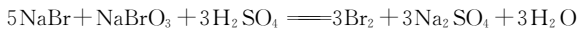
四、热点展望与综合创新

高考热点展望

卤素为整个非金属部分最典型的代表。其高考的主要热点是：①以氯气、氯化氢的实验室制法、化学性质为载体，综合其他元素及其化合物的知识，重点考查化学实验基础知识和基本技能；②给出类卤素等新的知识情境，依据卤素性质变化规律进行迁移应用；③氧化还原反应重点考查有关概念的理解判断、配平方法技巧、守恒计算等，同时因涉及知识面广，会推出新的设问方式、新的题型。

化学《考试说明》在测试目标的四种能力目标外，明确指出“考试还应力图反映考生能够初步运用化学视角去观察生活、生产和社会中的各类有关化学问题。”本章内容与现代生产、日常生活、医疗保健、科学技术等各方面有着广泛的联系，如海洋资源的开发与利用、氯碱工业、漂白粉应用、饮用水消毒、氟与人体健康、碘与甲状腺肿、碘化银与人工降雨等。这些内容既能与化学基本理论、其他元素化合物知识、化学实验和化学计算融为一体；又能与电学等物理学知识、激素调节等生物学知识密切相关，常作为进行学科间相互综合、相互渗透考查的内容载体。所以本章与实际相联系的知识必将是今后高考命题的热点之一。

[例1]从海水里提取溴的过程中，有如下反应：



与上述反应在原理上最相似的反应是

- A. $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Br}_2 + 2\text{NaCl}$
 B. $\text{AlCl}_3 + \text{NaAlO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$
 C. $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 D. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$

解析：在 $5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{Br}_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 反应中，反应物中 Br^- 被氧化， BrO_3^- 被还原，最后都生成 Br_2 ，也就是在此反应中被氧化和被还原的为不同价态的同一元素（溴），而且都被还原和氧化成同一价态物质。在 4 个答案中，只有 C 中被氧化和被还原的元素为不同价态同一元素（硫），最后都生成单质硫，两者原理最相似。

答案：C

[例2]阅读下文，对下面加横线部分作出解释。

化学上，将 SCN^- 、 OCN^- 、 CN^- 等离子称为“类卤离子”。现将 KSCN 溶液滴加到酸性 Fe^{3+} 溶液中，溶液立即变成红色。将此红色溶液分成两份：一份中加入 KMnO_4 溶液，红色褪去；向另一份中通入 SO_2 时，红色也消失，再滴加少量 KMnO_4 溶液，其紫色也褪去。试用离子方程式解释以上三部分颜色变化的原因（方程式可以不配平）。

- (1) _____
 (2) _____
 (3) _____

解析：此题解答的关键是抓住“类卤离子”的信息。 SCN^- 与 Cl^- 相似，被氧化后则生成 $(\text{SCN})_2$ 。 Fe^{3+} 与 SCN^- 形成的络离子和分子有 6 种，在书写离子方程式时，有多种写法，均属

合理答案。此题涉及的知识点有：氧化性： $\text{MnO}_4^- > (\text{SCN})_2 > \text{Fe}^{3+}$ ，所以， MnO_4^- 滴入 $\text{Fe}(\text{SCN})_2^+$ 溶液中，使血红色褪去，滴入 Fe^{2+} 的溶液中， MnO_4^- 的紫色褪去。 Fe^{3+} 可氧化 SO_2 而破坏 $\text{Fe}(\text{SCN})_2^+$ 的组成，所以， SO_2 通入 $\text{Fe}(\text{SCN})_2^+$ 后，也使血红色褪去。

答案：(1) $\text{Fe}(\text{SCN})_2^+ + \text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + (\text{SCN})_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{Fe}(\text{SCN})_2^+ + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{SCN}^- + \text{H}^+$

(3) $\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

创新思维训练

►1. 目前，科学家致力于研究高效、安全、无毒的饮用水的消毒剂。

(1) 近年来，某些自来水厂在用液氯进行消毒处理时还加入少量液氨，其反应的化学方程式为： $\text{NH}_3 + \text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_2\text{Cl}$ （一氯氨）。 NH_2Cl 较 HClO 稳定，加液氨能延长液氯杀菌时间的原因是_____。

(2) 科研人员发现在氯消毒的饮用水中，含有微量对人体有潜在危害作用的含氯化合物。世界环保联盟即将全面禁止在自来水中加氯气，推广采用广谱性高效杀菌消毒剂二氧化氯（ ClO_2 ，黄绿色气体）。目前欧洲和我国主要采用 Kesting 法（原料为氯酸钠和盐酸）制 ClO_2 ，该法的缺点是同时产生 Cl_2 （占 ClO_2 体积的一半），使产物纯度低。

①试写出该法制 ClO_2 的化学反应方程式_____。

② Cl_2 和 ClO_2 都是通过氧化作用而杀菌消毒，试计算出在同质量时， ClO_2 的氧化能力是 Cl_2 的_____倍。

►2. 含氰化物（有 CN^- ）的废水危害较大， CN^- 浓度为 $0.04 \sim 0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 就能毒杀鱼类， $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 就危害浮游生物和甲壳动物。处理它的方法之一是用氧化法使其转化为低毒的氰酸盐（含 CNO^- ），氧化剂常用次氯酸盐，且进一步可降解为常见无毒的气体。近期研究则把某些半导体性质的小粒悬浮在溶液中，在光的作用下在小粒和溶液的界面发生氧化还原反应，如二氧化钛小粒表面上可以迅速破坏氰化物有毒废物生成氰酸盐和氯化物。

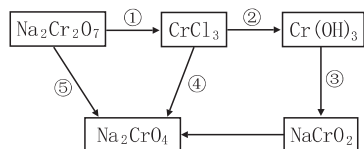
(1) 二氧化钛在上述反应中的作用是_____。

(2) 氰化物经处理后产生的无毒气体应该是_____和_____。

(3) 若用 NaClO 溶液处理含 NaCN 的废液，产生另两种盐类的化学方程式是_____。

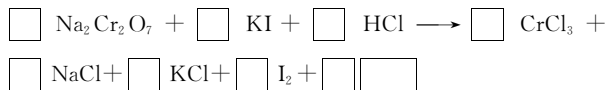
►3. 化学实验中，如使某步中的有害产物作为另一步的反应物，形成一个循环，就可不再向环境排放该种有害物质。例如：

(1) 在下述有编号的步骤中，需用还原剂的是_____，需用氧化剂的是_____（填编号）。

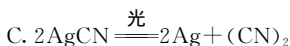
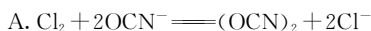


(2)在上述循环中,既能与强酸反应又能与强碱反应的两性物质是_____ (填化学式)。

(3)完成并配平步骤①的化学方程式,标出电子转移的方向和数目:



►4. $(\text{CN})_2$ 、 $(\text{OCN})_2$ 、 $(\text{SCN})_2$ 等通称为拟卤素,它们的性质与卤素相似,氧化性是: $\text{F}_2 > (\text{OCN})_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > (\text{CN})_2 > (\text{SCN})_2$,判断下列方程式中错误的是_____。



其理由是_____。

►5. 实验室里用一般的气体发生装置来制备 Cl_2 , 反应物即使在停止加热后还会继续反应一段时间, 当要收集多瓶 Cl_2 时, 常有较多的 Cl_2 逸散到空气中去, 为了避免 Cl_2 的逸散, 并对多余的 Cl_2 随时取用, 有人设计了如图 1—4 中的甲装置来制取 Cl_2 。

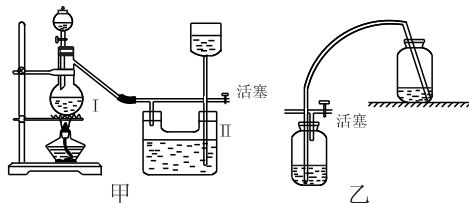


图 1—4

(1)有人设计甲装置是依据了_____ (填已学某仪器名称) 的原理。甲中装置 II _____ (填“能”或“不能”) 用乙装置来代替。

(2)甲中装置 II 中盛有的液体是_____ 该装置可看作是一个 _____ (填某仪器名称) 简述其主要原理: _____。

►6. 氧化二氯是棕黄色刺激性气体, 沸点 3.8°C , 熔点 -116°C 。制备时生成的 Cl_2O 要冷却成固态以便操作和贮存, 它与一般有机物接触会发生爆炸, 遇水极易溶解 (1: 100) 生成次氯酸溶液。制备少量固态 Cl_2O 可用干燥的 Cl_2 和 HgO 反应, 生成 Cl_2O 和 $\text{HgO} \cdot \text{HgCl}_2$ 。装置如图 1—5:

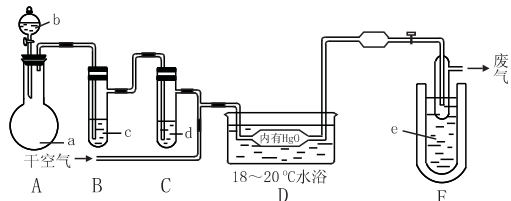


图 1—5

(1)写出 Cl_2 与 HgO 反应的化学方程式 _____。

(2)写出所盛药品的化学式: a 是 _____, b 是 _____。

(3)B 中所盛液体 c 是 _____, 其作用是 _____。

C 中所盛液体 d 是 _____, 其作用是 _____。

(4)E 为保温式冷浴, 其中应盛的致冷剂是 _____。(在干冰, 冰水, 液态空气, 液氮中选择)

(5)装置 A、B、C 的连接方式与 D 和 E 的连接方式有什么显著不同? 并叙述理由。 _____。

►7. 在图 1—6 装置中, 烧瓶中充满干燥气体 A, 将滴管中的液体 B 挤入烧瓶内, 轻轻振荡烧瓶, 然后打开弹簧夹, 尖嘴管有液体呈喷泉状喷出, 最终几乎充满烧瓶。

(1)若 A 为 HCl 气体, B 为石蕊试液, 则形成红色的喷泉。试分析红色喷泉形成的原因 _____。

(2)请你根据喷泉形成的原理, 选择适当的 A 和 B 来完成喷泉实验 (至少通过三种途径且其中一种喷泉为有色)。将你的选择填入下表

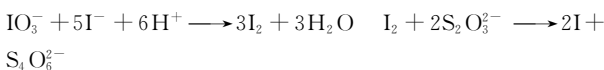
	A	B	喷泉颜色
途径 1			
途径 2			
途径 3			

(3)如果上述装置中烧瓶的体积为 250 mL, 导管长度为 35 cm, 液体 B 为水, 且胶头滴管能够挤出的水的体积约为 0.5 mL, 若烧瓶中的气体为在常压下 (101325 Pa) 收集, 且其溶解度为: 常压下 1 体积水能溶解 40 体积该气体。试通过计算判断此种情况能否形成喷泉? (已知 101325 Pa 相当于 10.34 m 水柱产生的压强)

(4)某学生利用氯化氢和水做喷泉实验 (氯化氢为该学生制备和收集), 结果未能形成喷泉, 请你替他分析实验不成功的可能原因。

(5)已知气体压强 p 、体积 V 、温度 T 、物质的量 n 之间的关系可用克拉珀龙方程式表示: $pV = nRT$ (R 为常数), 你能否根据此关系再找出能够完成喷泉实验的其他条件?

►8. 为了预防碘缺乏病, 国家规定每千克食盐中应含有 40 mg ~ 50 mg 的碘酸钾。为检验某种食盐是否为加碘的合格食盐, 某同学取食盐样品 428 g, 设法溶解出其中全部的碘酸钾, 将溶液酸化并加入足量的碘化钾淀粉溶液, 溶液呈蓝色, 再用 $0.030 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫代硫酸钠溶液滴定, 用去 18.00 mL 时蓝色刚好褪去。试通过计算说明该加碘食盐是否为合格产品。有关反应如下:

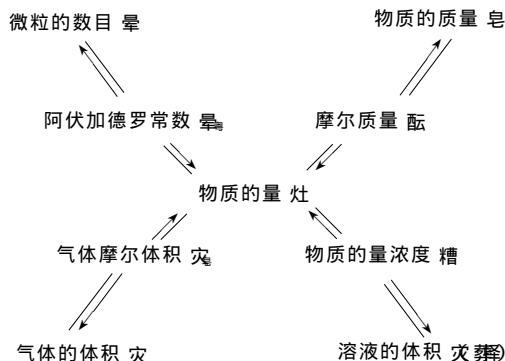


第二章 物质的量

一、以物质的量为中心的各量间的关系

知识网络

熟练掌握四种关系及各种量的符号



知识梳理

1. 正确理解五个概念

(1)物质的量:物质的量实际上表示含有一定数目粒子的集体。物质的量的符号为 n , 其单位是摩尔, 简称摩, 符号为 mol 。1 mol 任何粒子的粒子数与 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 中所含的碳原子数相同。这里的粒子指分子、原子、离子、电子、质子、中子等。摩尔的引入, 把不可见、不便称量的粒子变成了可见、便于称量的物质。

(2)阿伏加德罗常数: 1 mol 的任何粒子的粒子数叫做阿伏加德罗常数, 其符号为 N_A , 最新测定数据为 $6.0221367 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 通常使用 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 这个近似值。

(3)气体摩尔体积: 单位物质的量气体所占的体积叫做气体摩尔体积, 其符号为 V_m 。单位为 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4)摩尔质量: 单位物质的量的物质所具有的质量叫做摩尔质量, 其符号为 M , 单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 或 $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。摩尔质量以克为单位时, 在数值上都与该粒子相对原子质量或相对分子质量相等。

(5)物质的量浓度: 以单位体积溶液里所含溶质 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, 其符号为 $c(\text{B})$, 常用的单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

2. 物质的量与其他量之间存在着的关系

物质的量(n)与粒子数(N)、物质质量(m)、气体体积(V)、溶液的体积 $[V(\text{aq})]$ 的关系公式:

$$n = \frac{N}{N_A}, n = \frac{m}{M}, n = \frac{V}{V_m}, n = c \cdot V(\text{aq})$$

在标准状况下, 气体摩尔体积为 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$$n = \frac{V}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

3. 有关计算的几个导出关系

(1)求气态物质的摩尔质量或相对分子质量:

气态物质的摩尔质量 = 标准状况下气体的密度 ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) $\times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = A$ 对 B 的相对密度 $\times B$ 的摩尔质量。气体的摩尔质量去掉单位即为其相对分子质量。

(2)比较气体体积的大小或含有粒子数目的多少: 关键是比较气体的物质的量(摩尔)的大小。

注意: a. 不同物质或相同物质, 在物质的量相同时, 所含构成的粒子数必相同, 即 $n_1 : n_2 = N_1 : N_2$ (n 表示物质的量, N 表示粒子数)

b. 相同质量(用 m 表示)的不同物质(其摩尔质量分别为 $M_1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

$$N_1 : N_2 = n_1 : n_2 = \frac{m_1}{M_1} : \frac{m_2}{M_2} = M_2 : M_1$$

c. 一些包含关系, 如 $A \text{ mol } X_a \cdot Y_b \cdot Z_c$ 型的物质, 其所含 X、Y、Z 的物质的量分别为 $A \cdot a \text{ mol}$ 、 $A \cdot b \text{ mol}$ 、 $A \cdot c \text{ mol}$ 。例如 0.5

mol $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 中含 Ca^{2+} 为 0.5 mol, 含 H_2PO_4^- 为 $0.5 \text{ mol} \times 2 = 1 \text{ mol}$, 氢原子为 $0.5 \text{ mol} \times 2 \times 2 = 2 \text{ mol}$, 氧原子为 $0.5 \text{ mol} \times 4 \times 2 = 4 \text{ mol}$ 。

(3) 关于物质的量浓度的计算:

关键是从已知条件中找出溶质的物质的量(mol)和溶液体积(L), 即可求溶液的物质的量浓度。若已知溶液的密度还可进行物质的量浓度与溶液中溶质的质量分数(或饱和溶液的溶解度)之间的相互求算:

物质的量浓度(c) =

$$\frac{1000 \text{ mL} \times \text{溶液的密度}(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}) \times \text{溶质质量分数}}{\text{溶质摩尔质量}(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 1 \text{ L}}$$

$$c = \frac{1000 \rho \cdot w\%}{M}$$

因此, 在有关计算中形成解题思路一般由两个出发点:

①由“定义式”出发, 物质的量浓度定义的数学表达式为 $c = n/V$, 由此知, 欲求 c , 先求 n 及 V 。

②由守恒的观点出发:

a. 稀释前后“溶质的物质的量守恒”。

$$c(\text{浓溶液}) \cdot V(\text{浓溶液}) = c(\text{稀溶液}) \cdot V(\text{稀溶液})$$

b. 溶液中“粒子之间电荷守恒”(溶液呈电中性)。

c. 质量守恒。

(4) 溶液中粒子数目的计算:

当溶质是非电解质时, 溶解过程中不电离, 那么相同物质的量浓度、相同体积的溶液中都含有相同数目的分子。当溶质是电解质时, 情况比较复杂, 强电解质完全电离, 溶液中离子数目不仅与溶液浓度、体积有关, 还与其分子组成有关; 弱电解质部分电离, 除与上述因素有关外, 还与电离度有关。

(5) 物质的量浓度溶液的配制、稀释与混合的计算:

计算的关键是变化前后溶液中溶质的量始终不变, 根据这个原则可列出等式, 解方程后得到答案。这类题目应特别注意的是: 稀释或混合后溶液的体积是否发生了变化, 如果题目不给混合后溶液的密度, 一般不考虑体积变化(将混合的各溶液体积相加即可)。若给出了混合后溶液的密度, 则一定要考虑溶液体积的变化, 通常依据溶液的密度和质量求混合后溶液的体积。

例题剖析

[例1] 标准状况下, 将 $V \text{ L A}$ 气体(摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) 溶于 0.1 L 水中, 所得溶液密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 则此溶液物质的量浓度为 ()

A. $\frac{V\rho}{MV+2240}$

B. $\frac{1000V\rho}{MV+2240}$

C. $\frac{100V\rho}{MV+224000}$

D. $\frac{1000V\rho M}{MV+2240}$

解析: $c = \frac{\text{物质的量}(n)}{\text{溶液体积}(V)}, n = \frac{V}{22.4} \text{ mol}$

溶液质量 = $(\frac{V}{22.4} \cdot M + 100) \text{ g}$,

所以溶液体积 = $(\frac{\frac{V}{22.4} M + 100}{\rho} \times 10^{-3}) \text{ L}$

所以 $c = \frac{V}{22.4} \div (\frac{\frac{V}{22.4} M + 100}{\rho} \cdot 10^{-3}) = \frac{1000V\rho}{VM+2240}$

答案: B

[例2] 在化合物 X_2Y 和 YZ_2 中, Y 的质量分数分别约为 40% 和 50%, 则在化合物 X_2YZ_3 中 Y 的质量分数约为 _____。

解析: X_2Y 中, $m(\text{X}) : m(\text{Y}) = 3 : 2$

YZ_2 中, $m(\text{Y}) : m(\text{Z}) = 1 : 1$

所以 X_2YZ_3 中, $m(\text{X}) : m(\text{Y}) : m(\text{Z}) = 3 : 2 : 3$

所以 $w(\text{Y}) = \frac{2}{3+2+3} \times 100\% = 25\%$ 。

答案: 25%



能力培养

►1. 设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列说法中不正确的是 _____ ()

A. 1 mol 醋酸的质量与 N_A 个醋酸分子的质量相等

B. N_A 个氧分子和 N_A 个氢分子的质量比等于 16 : 1

C. 在标准状况下, 11.7 g 食盐晶体中分子数为 $0.2 N_A$

D. 在标准状况下, $0.5 N_A$ 个氯气分子所占体积约是 11.2 L

►2. 同温同压下, $x \text{ g}$ 的甲气体和 $y \text{ g}$ 的乙气体占有相同的体积, 则 $x : y$ 的值可以表示 _____ ()

A. 甲与乙的相对分子质量之比

B. 等质量的甲和乙的分子个数之比

C. 同温同压下甲与乙的密度之比

D. 同温同体积下, 等质量的甲与乙的压强之比

►3. 甲、乙两种化合物都只含 X、Y 两种元素, 甲、乙中 X 元素的质量分数分别为 30.4% 和 25.9%, 若已知甲的化学式是 XY_2 , 则乙的化学式只能是 _____ ()

A. XY

B. X_2Y

C. X_2Y_3

D. X_2Y_5

►4. V_2O_3 和 V_2O_5 按不同的物质的量之比混合可按计量发生完全反应, 今欲制备 V_8O_{17} , 则 V_2O_3 和 V_2O_5 的物质的量之比应为 _____ ()

A. 1 : 2

B. 2 : 1

C. 3 : 5

D. 5 : 3

►5. 体积为 V , 密度为 ρ 的某溶液中, 含有摩尔质量为 M 的溶质的质量是 m 。若此溶液中溶质的物质的量浓度为 c , 溶质的质量分数为 w , 则下列各表示式中, 正确的是 _____ ()

A. $c = \frac{\rho \cdot w}{M}$

B. $c = \frac{\rho \cdot M}{w}$

C. $c = \frac{M}{m \cdot V}$

D. $c = \frac{m}{M \cdot V}$

►6. 在一定条件下, 气体 A 可发生反应: $2\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g}) + 3\text{C}(\text{g})$, 若已知平衡时所得混合气体对 H_2 的相对密度为 4.25, 则可推知 A 的相对分子质量为 _____ ()

A. 34

B. 8.5

C. 17

D. 16

►7. 用足量氢气还原 $m \text{ g}$ 某金属氧化物 RO_2 , 得 $n \text{ g}$ 金属, 则 R 的相对原子质量为 _____ ()

A. $32n/(m-n)$

B. $32n/(n-m)$

C. $48n/(m-n)$

D. $48n/(n-m)$

►8. 在相同条件下, 将 Mg、Al、Fe 分别投入到质量相等且足量的浓 HNO_3 中反应, 不反应的加热使之反应, 设不考虑由于加热挥发出的水分和 HNO_3 , 则反应后, 三种溶液的质量仍然相等, 则投入的 Mg、Al、Fe 的质量关系是 (), 物质

的量关系是()

A. 无法确定

B. $\text{Fe} > \text{Mg} > \text{Al}$

C. $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Fe}$

D. $\text{Mg} > \text{Fe} > \text{Al}$

► 9. 向 $a \text{ mL } 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 AlCl_3 溶液里加入金属钾, 完全反应后, 恰好只形成 KCl 和 KAlO_2 的溶液, 加入的钾的物质的量是 ()

A. $2.5 a \times 10^{-4} \text{ mol}$

B. $5 a \times 10^{-4} \text{ mol}$

C. $7.5 a \times 10^{-4} \text{ mol}$

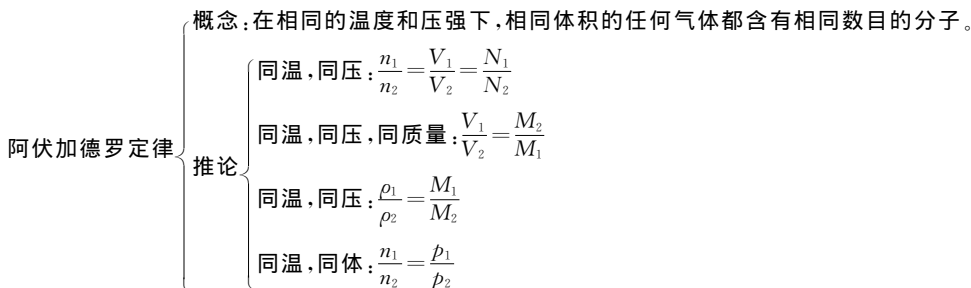
D. $a \times 10^{-3} \text{ mol}$

► 10. 三价金属 A 和二价金属 B 等物质的量混合, 取 5.1 g 混合

物, 加入 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 500 mL 的盐酸后金属恰好全部溶解。等质量的 A、B 原子个数比为 $8:9$, 通过计算确定 A、B 是什么金属。

二、阿伏加德罗定律的应用

知识网络



知识梳理

1. 气体的密度和相对密度 (M 为相对分子质量)

标准状况下, 气体的密度 $\rho = \frac{M}{22.4} (\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$

同温同压下, A 气体的密度 $[\rho(\text{A})]$ 对 B 气体的密度 $[\rho(\text{B})]$ 之比叫 A 气体对 B 气体的相对密度 $D(\text{B}) = \rho(\text{A})/\rho(\text{B}) = M(\text{A})/M(\text{B})$ 。

2. 求相对分子质量的几种方法

(1) $M = 22.4 \rho$

(2) $\bar{M} = \frac{aM(\text{A}) + bM(\text{B})}{a+b}$ [a, b 为物质的量, $M(\text{A})、M(\text{B})$ 为

摩尔质量]

(3) $\bar{M} = M(\text{A}) \cdot m\% + M(\text{B}) \cdot n\%$ ($m\%、n\%$ 为 A、B 的体积分数)

3. 确定气体分子组成

若 2 体积气体 A_x 与 1 体积气体 B_y 恰好完全反应生成 2 体积 A_2B , 由阿伏加德罗定律可知: 气体的分子数之比等于其体积比, 即 $\text{A}_x : \text{B}_y : \text{A}_2\text{B} = 2 : 1 : 2$, 所以两气体反应物为双原子分子即 A_2 和 B_2 。

4. 气体反应中的计算

同一气体反应中, 各气体的体积比等于化学方程式中气体物质的化学计量数比。列式计算时, 上下单位应一致, 左右单位相对应, 克重摩尔对应升。

5. 平均值规律及应用

(1) 依据: 若 $M(\text{A}) > M(\text{B})$, 则 $M(\text{A}) > \bar{M} > M(\text{B})$, $\bar{M}$ 代表平均相对原子质量、平均相对分子质量、平均浓度、平均含量、平

均生成量、平均消耗量等。

(2) 应用: 已知 $\bar{M}$, 可以确定 $M(\text{A})、M(\text{B})$ 的范围; 或已知 $M(\text{A})、M(\text{B})$, 可以确定 $\bar{M}$ 的范围。

解题的关键是要通过平均值确定范围, 很多习题的平均值需要根据条件先确定下来再作出判断。

例题剖析

[例1] 同温同压下测得氢气密度为 $0.089 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 某种有刺激性的气体 X 密度为 $2.927 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 又知此气体是三原子分子, 且由两种元素组成, 两元素的质量比为 $1:1$ 。则某气体 X 的化学式为_____。

解析: 本题解答要先求 X 的摩尔质量 $M(\text{X})$, 设此条件下气体摩尔体积为 V ,

$$\text{则 } \frac{\rho(\text{H}_2)}{\rho(\text{X})} = \frac{\frac{M(\text{H}_2)}{V}}{\frac{M(\text{X})}{V}} = \frac{M(\text{H}_2)}{M(\text{X})} \quad \text{即有结论: 同温同压下气体的密度比等于其摩尔质量比。}$$

$$\text{解: } \frac{\rho(\text{H}_2)}{\rho(\text{X})} = \frac{M(\text{H}_2)}{M(\text{X})}$$

$$\text{即 } \frac{0.089 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{2.927 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = \frac{2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{M(\text{X})}$$

$$\text{所以 } M(\text{X}) = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

由含二元素质量比为 $1:1$, 结合三原子分子, 知其中一种元素的相对原子质量为 32, 另一种元素的相对原子质量为 16。可知气体是 SO_2 。

答案: SO_2