

高考冲关丛书

江苏科学技术出版社

附2001年高考题型分析

3+X

化学

大综合

主编 龚国祥

新大纲
新标准
新思路

大综合
大演练
大冲关

高考冲关丛书

江 苏 科 学 技 术 出 版 社

化学

3+X 大综合

主编 龚国祥

编者 周琦峰 韩宏斌 龚国祥

王 静 周劲梅 周 慧

苗 阳 王 明 周 伟

(000015, 隔轴, 号 33 街南随市京南)

告社学教省苏江

信公期官编印批照重京南

同公期官委印等精藏古冠金

787 mm × 1092 mm 1/16

25.24

384.000

2001年8月1002

2001年8月1001

1—12 000册

023-012-7112-2122-7 4821

18.40元

新编教材出版集团江苏出版集团, 江苏出版集团, 江苏出版集团

图书在版编目(CIP)数据

3+X大综合·化学 / 周琦峰等编写. —南京: 江苏科学技术出版社, 2001.8

(高考冲关丛书/龚国祥主编)

ISBN 7-5345-3417-8

I.3... II.周... III.化学课—高中—升学参考资料 IV.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 048785 号

高考冲关丛书

3+X大综合·化学

主 编 龚国祥
责任编辑 马桂琴

出版发行 江苏科学技术出版社
(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

经 销 江苏省新华书店
照 排 南京展望照排印刷有限公司
印 刷 金坛古籍精装印务有限公司

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 15.75
字 数 387 000
版 次 2001 年 8 月第 1 版
印 次 2001 年 8 月第 1 次印刷
印 数 1—15 000 册

标准书号 ISBN 7-5345-3417-8/G·689
定 价 18.40 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

前言

2002 年高考,国家将采用新的 3+X 大综合的考试方式,高考的主要方向已越来越强调综合能力,越来越强调理论联系实际,越来越强调学以致用。为了帮助考生们复习迎考,我们特聘南师附中等名校的多位特级教师,精心编撰了这套《高考冲关丛书》。

“丛书”内容涉及高考新标准中要求的基本点和重点,既有各学科内的小综合、大综合,又有跨学科的大综合。“丛书”着重训练考生们分析、理解、解决问题的能力,通过分析、破解 100 多道有代表性的例题,使考生们在有限的时间内就能将中学要求掌握的各学科的核心知识、核心思想、典型题型以及主要的解题方法等作一重点回顾,以起到温故知新、使思维能力与综合能力更上一层楼的作用,发挥以一当十、以一当百的功用,达到举一反三、熟练应用的效果。

本书作者均为长期从事高三年级教学、具有丰富迎考复习经验的特级和高级骨干教师,经他们培养出来的学生步入清华、北大等名校的数量之多令人们惊叹不已!“丛书”倾注了他们多年教学研究的心血,他们把成功的经验毫无保留地传播出来,为广大考生提供实实在在的帮助。考生们通过剖析、领悟“丛书”100 多道具有代表性的典型例题的精妙解答,认真演练“丛书”提供的综合习题、模拟试卷,必能坦然走进考场,并一举冲关成功!

由于编写时间仓促,错误不当之处恳请读者提出宝贵意见。

编者

2001 年 7 月

在古城南京，有一所校龄近百年的历史名校，该校毕业的学生中产生了38位院士；每年的高考升学率接近100%；名牌大学的录取率在70%以上，这就是全国知名的中学——南京师范大学附属中学（简称南师附中）。常言道：名师出高徒，以南师附中特级教师、高级骨干教师为主精心编撰的《高考冲关丛书》，必能使更多像您这样的学子得到名师的指导，最终助您冲关成功！

目 录

第一章 基本概念	1
第二章 基本理论	13
第一节 物质结构	13
第二节 化学反应速率和化学平衡	23
第三节 电解质溶液	31
第三章 元素及其化合物	46
第一节 卤素	46
第二节 硫 硫酸	50
第三节 氮族	53
第四节 硅	58
第五节 碱金属	61
第六节 镁 铝	64
第七节 铁	68
第八节 元素化合物综合	73
第四章 有机化学	83
第一节 有机物的组成、结构	83
第二节 有机物官能团与类别、性质的关系	100
第三节 有机化合物的反应类型	113
第四节 有机合成和推断	128
第五节 有机物的燃烧规律及简单计算	145
第五章 化学计算	153
第六章 化学实验	174
第一节 常用实验仪器和实验基本操作	174
第二节 物质的鉴别和检验	179
第三节 物质分离和提纯	183
第四节 物质的制备	188
第五节 实验习题和实验设计	193
第七章 3+X 大综合应用	207
化学综合试卷(Ⅰ)	213
化学综合试卷(Ⅱ)	220
化学综合试卷(Ⅲ)	227
理科综合试卷(Ⅳ)	235
2001 年高考理科综合能力测试试卷·化学	242

第一章 基本概念

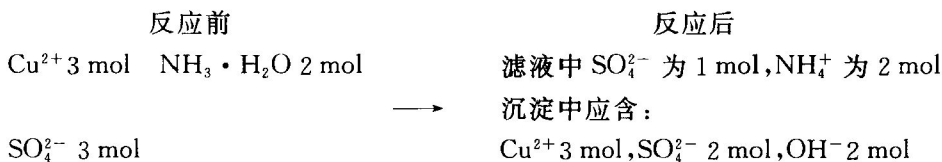
● 典型例题导析

【例题 1】 向硫酸铜溶液中加入某种浓度的氨水,形成沉淀(已知该沉淀不含结晶水,且不含氮元素)。滤出沉淀后,经检验滤液中不含 Cu^{2+} , SO_4^{2-} 的浓度为反应前浓度的 $1/3$, $c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$ (设加入氨水后过滤所得滤液体积与硫酸铜溶液体积相同, NH_4^+ 的水解也不考虑)。试确定: (1) 该沉淀的化学式 _____; (2) 形成沉淀的化学方程式 _____

【分析】 书写正确完整的化学方程式,首先要能准确地判断出反应物与反应产物。

根据题目所给信息可知: 反应物为 CuSO_4 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 产物存在于沉淀和滤液中, 因滤液中 $c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$, NH_4^+ 的水解不需考虑, 可知滤液为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 至此, 解答本题的关键在于对沉淀化学式的确定。

根据滤液中 SO_4^{2-} 浓度是反应前的 $1/3$, 可知有 $2/3$ 的 SO_4^{2-} 以沉淀形式存在。设反应前 CuSO_4 为 3 mol, 则滤液中的 SO_4^{2-} 为 1 mol, NH_4^+ 为 2 mol, 由此可知参加反应的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 为 2 mol。根据反应前后微粒守恒的关系, 可分析出沉淀的成分。



则沉淀组成应为 $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2$ 。

确定了反应物与生成物, 可根据反应前后的守恒关系写出完整的化学方程式。

【解答】 (1) $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2$



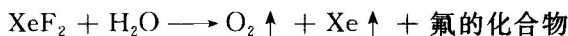
【例题 2】 氯、溴、碘同属于周期表中 VII A 族。在 20 世纪, 人们很早就制得了高碘酸及其盐, 但却未能得到含 +7 价溴的化合物。1968 年化学家用发现不久的 XeF_2 和 KBrO_3 反应, 首先检验出 BrO_4^- 离子, 而后又制得了纯净的 KBrO_4 晶体。

(1) 已知 XeF_2 与水反应放出氧气和氙气, 氟则以化合态留在水溶液中, 其化学方程式为 _____。该反应的氧化剂是 _____, 被氧化的元素是 _____。

(2) 写出 XeF_2 和含 KOH 、 KBrO_3 的水溶液反应得到 KBrO_4 的化学方程式 _____

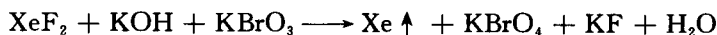
【分析】 本题中涉及的是一个氧化—还原反应。含 Xe 化合物的化学性质大家不熟悉, 要写出反应方程式, 必须根据氧化—还原反应的规律, 结合题目的提示, 确定反应物和反应产物。

(1) 氙气为单原子分子, 由题意:



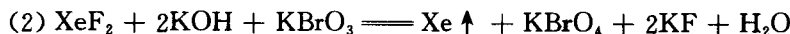
由元素守恒可知氟的化合物为 HF,再由得失电子法配平此氧化—还原反应方程。

(2) XeF_2 与含 KOH 、 KBrO_3 的水溶液反应可理解成 XeF_2 先与水反应,生成 O_2 、 Xe 、 HF ,然后 O_2 氧化 KBrO_3 为 KBrO_4 , HF 与 KOH 反应生成 KF 和 H_2O ,故反应为:



再配平可得完整的方程式。

【解答】(1) $2\text{XeF}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{Xe} \uparrow + 4\text{HF}$,氧化剂为 XeF_2 ,被氧化的元素是 -2 价的氧。



【例题 3】热重分析法是通过在一定程序控制的温度下,测定物质的质量与温度关系的一种实验技术。该技术使用的关键仪器是热重分析仪,其基本构造如图 1-1 所示,记录仪画出质量—炉温曲线,又称热重曲线。

近年来有人对 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的加热分解作了进一步研究,发现 CuSO_4 分解为 CuO 之前还有一黄色物质 A 产生,A 的相对分子质量为 239。3 mol A 与 4 mol 水反应生成 1 mol 蓝色固体 B 和 2 mol CuSO_4 ,B 的化学式可表示为 $3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。将物质 B 进行热重分析,其结果如图 1-2 所示。

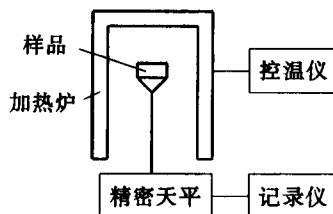


图 1-1

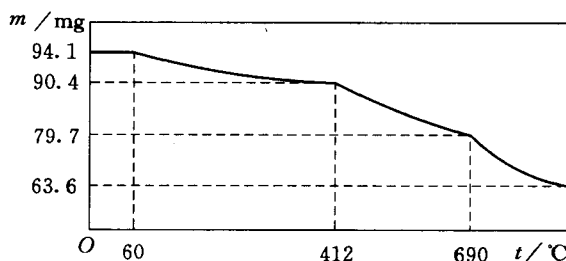


图 1-2

(1) 取一定质量的试样进行实验,即使质量不变,当温度升高时,天平显示出的试样质量也有微弱的增加,这种现象称为“表观增重”,其原因是温度升高,_____。

- A. 样品体积增大,密度减小
- B. 气体密度减小,浮力减小
- C. 地球对样品的吸引力增大

(2) 如果图中的质量数据未经估读,则该精密天平的精度是托盘天平(最小刻度为 0.1 g)精度的_____倍。

(3) 黄色物质 A 的化学式(写成氧化物的形式)是_____

(4) 蓝色固体 B 在 60°C 之前质量不变,这一现象说明_____;
蓝色固体 B 在 412~690°C 之间发生反应的化学反应方程式为_____

【分析】前面两道例题的反应过程基本清晰,但当试题将反应过程隐藏在数据、图像等抽象信息中时,解题难度增加。此时应特别注意分析数据、图像,从中获取信息,并可作出合理的推断,再通过相关的计算加以确认。

【解答】 (1) B

(2) 从质量数据可知该精密天平的最小刻度是 0.1 mg 。 $\frac{0.1 \text{ g} \times 1000 \text{ mg/g}}{0.1 \text{ mg}} = 1000$

(3) 根据原子守恒: $3A + 4\text{H}_2\text{O} = \text{B} + 2\text{CuSO}_4$

$A = \frac{3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CuSO}_4 - 4\text{H}_2\text{O}}{3} = \text{CuO} \cdot \text{CuSO}_4$ 写成氧化物的形式为 $2\text{CuO} \cdot \text{SO}_3$ 。

(4) B 在 60°C 之前质量不变,说明在 60°C 以前蓝色固体 B 没有分解。在 $60 \sim 412^\circ\text{C}$ 之间 B 质量减轻是由于失去了 H_2O ,在 $412 \sim 690^\circ\text{C}$ 之间发生的反应为: $3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4 \xrightarrow{\Delta} 3\text{CuO} \cdot \text{CuSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

【例题 4】 0.3 mol 气态高能燃料乙硼烷(B_2H_6)在氧气中燃烧,生成固态三氧化二硼和液态水,放出 649.5 kJ 热量,其热化学方程式为:

又已知: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g}) - 44 \text{ kJ}$, 则 11.2 L (标准状况)乙硼烷完全燃烧生成气态水时放出的热量为 kJ 。

【分析】 热化学方程式是表示化学反应和热效应关系的化学方程式。由于化学反应的热效应跟反应物、生成物的状态有关,所以书写热化学方程式时应注明各物质的状态。

【解答】 $1 \text{ mol B}_2\text{H}_6$ 燃烧(生成液态水)放出热量为 $649.5 \text{ kJ} \times \frac{1}{0.3 \text{ mol}} = 2165 \text{ kJ/mol}$ 。因此热化学方程式为 $\text{B}_2\text{H}_6(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = \text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2165 \text{ kJ}$ 。

若反应生成的 3 mol 水全部变成气态水将吸收热量 $44 \text{ kJ} \times 3 = 132 \text{ kJ}$, 则 $0.5 \text{ mol B}_2\text{H}_6$ 放出热量: $(2165 \text{ kJ} - 132 \text{ kJ}) \times 0.5 = 1016.5 \text{ kJ}$ 。

【小结】 正确书写化学方程式是化学基本技能之一。

1. 分析此类题的关键主要是寻找、确定反应物和生成物。确定反应物和生成物的一般方法是: 将反应前后各微粒进行定量分析,遵循质量守恒定律,逐步确定各物质所含微粒及相应的物质的量,从而确定产物的组成,进而写出化学式。若是氧化还原反应,还可结合化合价升降关系确定产物中元素的化合价,从而确定产物。此外,还可以从题目中所给的信息(如现象、有关量的关系)结合元素守恒、电子得失守恒等进行判断。

2. 此类习题的信息分析可用图示法,这样可以将复杂的文字信息简洁明确地呈现为符号信息,使过程清晰明了。

【例题 5】 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 ,则乙的化学式可能是()。

A. XY B. X_2Y C. X_2Y_3 D. X_2Y_5

【分析】 本题的常规解法是,根据元素质量分数的概念,设乙的化学式为 X_nY_m ,由甲、乙的化学式列出 X 元素质量分数的计算式,得两个联立方程,求解出 n/m 的值,即可推断乙的化学式。但因本题是选择题,还可利用估算法巧解。

【解答】 解法一 设乙的化学式为 X_nY_m 。

$$\begin{cases} \frac{X}{X+2Y} \times 100\% = 30.4\% \\ \frac{nX}{nX+mY} \times 100\% = 25.9\% \end{cases} \Rightarrow n/m = 2/5$$

所以乙的最简式为 X_2Y_5 。

解法二 因为甲 XY_2 中, X、Y 原子数之比为 1 : 2, 含 X 30.4%; 乙中含 X 为 25.9%, 小于甲, 则乙中 X、Y 的原子个数之比必定小于 1 : 2, 故应选 D。

【小结】 在本题的常规解法中, 若把 X 的相对原子质量设为 1, 则可简化计算。对于计算型的选择題有的看似复杂, 其实若细加分析, 往往隐藏着妙法巧解, 这要求解题者广开思路, 灵活运用各种技巧。

【例题 6】 由乙炔、苯、乙醛组成的混合物, 经测定其中碳的质量分数为 72%, 则氧元素的质量分数为_____。

【分析】 这类題的求解往往需要用特殊的方法, 要找到正确的思路, 需要对各组成成分的分子式进行仔细的分析和对比, 从中找出规律和关系。将乙醛的化学式作如下变形: $C_2H_4O \rightarrow C_2H_2 \cdot H_2O$, 则该混合物的组成可表示为: C_2H_2 、 C_6H_6 、 $C_2H_2 \cdot H_2O$, 可见黑点上面的物质(或原子团)的最简式相同, 则方框内 $m(C) : m(H) = 12 : 1$, 则混合物中方框内 $H\% = \frac{1}{12} \times 72\% = 6\%$, 方框外 $H_2O\% = 1 - 72\% - 6\% = 22\%$, 则 $O\% = \frac{16}{18} \times 22\% \approx 19.6\%$ 。

【解答】 19.6%

【小结】 与化学式有关的计算主要分为:

1. 关于化学式的计算:

- (1) 求算物质的式量。
- (2) 根据化学式求算某元素或有效成分的质量分数。
- (3) 根据化学式求算某元素的化合价。
- (4) 根据样品中某元素质量分数计算样品的纯度或确定样品中所含的杂质。
- (5) 根据混合物中某元素的质量分数求算另一种元素的质量分数。

2. 确定物质化学式的计算:

- (1) 根据元素的质量分数或质量比和式量确定化学式。
- (2) 根据有机物的通式确定有机物的化学式。
- (3) 根据化学方程式, 通过计算推理确定化学式。

理解化学式的书写规则和涵义是解关于化学式问题的前提, 注意运用化学式的拆分和变形技巧, 挖掘題目中的隐含条件和设置的台阶是解题的关键。

【例题 7】 X、Y、Z、W 4 种主族元素, 若 X 的阳离子与 Y 的阴离子具有相同的电子层结构, W 的阳离子的氧化性强于等电荷的 X 阳离子的氧化性, Z 的阴离子半径大于等电荷的 Y 的阴离子的半径, 则 4 种元素的原子序数由大到小的顺序是_____。

【分析】 本题中条件抽象, 信息隐藏较深, 题眼较难把握, 我们可以采用图示的方法将抽象问题形象化, 从而化难为易、化繁为简。因为“X 的阳离子与 Y 的阴离子具有相同的电子层结构”, 故 X、Y 在周期表中的位置如下图所示:

第 n 周期 _____ Y
第 $n+1$ 周期 X _____

又因为“W 的阳离子与 X 的阳离子等电荷”, 可知 W 与 X 在同一主族, “W 阳离子的氧化性强于 X 阳离子的氧化性”, 可知 W 单质的还原性弱于 X 单质, 故 W 应在 X 的上方, 可与 Y 同一周期, 也可能在 Y 的前几周期。

根据“Z 的阴离子半径大于等电荷的 Y 阴离子的半径”, 可知 Z 与 Y 在同一主族, Z 应在 Y 的下方, 可能与 X 同一周期, 也可能在 X 的后几周期。

至此可知原子序数排列顺序为 $Z > X > Y > W$ 。

【解答】 $Z > X > Y > W$

【小结】 元素周期律和元素周期表是学习化学知识的重要工具。要掌握这一工具，必须很好地掌握以下知识点：

1. 掌握元素与同位素的概念，理解同位素相对原子质量、元素的相对原子质量以及元素的近似相对原子质量的计算方法。

2. 了解原子半径和离子半径大小比较的某些规律。常用的有：

(1) 同周期的主族元素原子半径，随原子序数递增而逐渐减小，稀有气体元素除外。

(2) 同主族元素原子半径随电子层数增多，半径逐渐增大。

(3) 同种元素的原子半径与离子半径比较：阳离子半径比原子半径小，而阴离子半径比原子半径大得多。同种元素的不同价态的阳离子，价态越高，半径越小。核外电子层结构相同的离子，核电荷大的半径就小。

3. 掌握元素周期律的实质及元素周期表的结构。理解元素的性质、在周期表中的位置与原子结构的关系。“性质、位置、结构”的统一关系，是极为重要的知识间的内在联系。“结构”决定“性质”，也决定了其在周期表中的“位置”，从而使我们可以从“性质”推断“位置”和“结构”，也可以从“位置”推断“性质”和“结构”。

【例题 8】 有 A、B、C 3 种一元碱，它们的式量之比为 $3 : 5 : 7$ 。如果把 7 mol A、5 mol B、3 mol C 混合均匀，取混合碱 5.35 g，恰好中和含 0.15 mol HCl 的盐酸。试求 A、B、C 的式量。

【分析】 本题是关于物质的量和式量方面的计算，表面看起来好像很复杂，但若从求混合物的平均式量的思路去考虑，不仅步骤简单，而且运算简便。一般计算平均式量的关系式有： $\bar{M} = M(A) \times a\% + M(B) \times b\% + M(C) \times c\% + \dots$ 式中百分含量为组分的物质的量的百分含量或气体的体积百分含量（同温、同压），而不是质量百分含量。 $\bar{M} = \frac{W(\text{总})}{n(\text{总})}$ 式中 $W(\text{总})$ 为混合物的总质量， $n(\text{总})$ 为各组分的物质的量之和。

设 A、B、C 的式量分别为 $3x$ 、 $5x$ 、 $7x$ ，由题意可知： $n(\text{HCl}) = n(\text{碱}) = n(\text{A}) + n(\text{B}) + n(\text{C}) = 0.15 \text{ mol}$

$$\bar{M}(\text{混碱}) = \frac{W(\text{混碱})}{n(\text{混碱})} = \frac{5.35 \text{ g}}{0.15 \text{ mol}} = 35.67 \text{ g/mol}$$

$$\text{而 } \frac{3x \times 7 \text{ mol} + 5x \times 5 \text{ mol} + 7x \times 3 \text{ mol}}{7 \text{ mol} + 5 \text{ mol} + 3 \text{ mol}} = 35.67 \text{ g/mol}$$

解得 $x = 8 \text{ g/mol}$

【解答】 $M(\text{A}) = 3x = 24 \text{ g/mol}$

$M(\text{B}) = 5x = 40 \text{ g/mol}$

$M(\text{C}) = 7x = 56 \text{ g/mol}$

【小结】 有关这类混合物的计算，一般会提供以下几个量：① 混合物的质量（或物质的量）；② 生成的混合物之一的质量或体积；③ 反应混合物中各物质的物质的量之比；④ 相对原子质量或式量之比。

【例题 9】 化合物 A 是一种不稳定的物质，它的分子组成可用 O_xF_y 表示。10 mL A 气体能分解生成 15 mL O_2 和 10 mL F_2 。（同温、同压）

(1) A 的化学式是_____，推断理由是_____。

(2) 已知 A 分子中 x 个氧原子呈 $\cdots\text{O}—\text{O}—\text{O}\cdots$ 链状排列, 则 A 分子的电子式是 _____, A 分子的结构式是 _____

【分析】 同温、同压下, 气体的物质的量之比等于气体的体积之比。因此, 可通过体积关系确定 A 分解反应方程式中的系数关系。

【解答】 (1) 根据阿伏加德罗定律, 推知反应方程式为: $2\text{A} = 3\text{O}_2 + 2\text{F}_2$ 。再根据质量守恒定律, 推知 A 为 O_3F_2 。

(2) A 的电子式为 $\text{:}\ddot{\text{F}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{F}}\text{:}$, 结构式为: $\text{F}—\text{O}—\text{O}—\text{O}—\text{F}$ 。

【例题 10】 常温下, 向 20 L 真空容器中通入 a mol 硫化氢和 b mol 二氧化硫(a, b 都是正整数, 且 $a \leq 5, b \leq 5$), 反应完全后, 容器内气体可能达到的最大密度约是()。

A. 24.5 g/L B. 14.4 g/L C. 8 g/L D. 5.1 g/L

【分析】 由于反应在常温下进行, 生成固态硫和液态水: $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) = 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 可知, 当摩尔质量较大的气体剩余最多时, 容器内的气体密度就能达到最大。因此, 该气体应在初始时通入量最大, 而反应中消耗量又最小。

【解答】 当 $a = 1 \text{ mol}, b = 5 \text{ mol}$ 时, SO_2 可剩余 4.5 mol, 此时容器内气体的密度达到最大值, 约为 $4.5 \text{ mol} \times 64 \text{ g/mol} \div 20 \text{ L} = 14.4 \text{ g/L}$, 选 B。

【拓展】 本题是一道有关气体密度计算的题。若改变题中的设问, 此题可变为一系列新的问题。

1. 若容器内气体密度达到最大值时, $a:b$ 是()。

A. 1:2 B. 2:1 C. 1:1 D. 1:5

【解答】 D

2. 若容器内剩余的二氧化硫气体密度为 6.4 g/L 时, $a:b$ 是()。

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

【解答】 A、D

3. 若容器内剩余的硫化氢气体密度为 5.1 g/L 时, $a+b$ 是()。

A. 6 B. 7 C. 8 D. 9

【解答】 A

【小结】 1. 气体摩尔体积和阿伏加德罗定律:

(1) 气体摩尔体积: 单位物质的量的气体所占的体积叫做气体摩尔体积。常用单位: L/mol。在标准状况下, 气体摩尔体积为 22.4 L/mol。使用气体摩尔体积“22.4 L/mol”时应注意以下问题:

① 必须在标准状况下($0^\circ\text{C}, 101 \text{ kPa}$)使用。因为气体的体积与温度、压强密切相关。

② 气体摩尔体积只适用于标准状况下以气体形式存在的物质。如水、三氧化硫等不能用 22.4 L/mol 进行物质的量和体积的换算。

③ “1 mol”“标准状况”“气体”这些条件都满足时, 其体积才约为 22.4 L。上述条件缺一不可。

2. 阿伏加德罗定律: 同温、同压条件下, 同体积的任何气体所含分子数相同。在使用这一定律时应注意: 同温、同压(相同状况下)是使用定律的条件, 相同体积是原因, 而分子数相同或组成微粒的物质的量相同则是结果。根据该定律的含义可有以下推论:

① 同温、同压下, 同体积的任何气体:

$$\frac{M_1(\text{g/mol})}{M_2(\text{g/mol})} = \frac{m_1(\text{g})}{m_2(\text{g})} = \frac{\rho_1(\text{g/L})}{\rho_2(\text{g/L})}$$

其中, M 为摩尔质量, m 为气体质量, ρ 为气体密度。

② 同温、同压下, 不同体积的任何气体:

$$\frac{n_1(\text{mol})}{n_2(\text{mol})} = \frac{V_1(\text{L})}{V_2(\text{L})}$$

其中, n 为气体的物质的量, V 为气体体积。

以上关系在有关气体的计算中非常重要, 需牢固掌握, 灵活运用。

3. 化学量计算中的常见关系:

① 以“物质的量”为中心的关系:

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

$$\begin{array}{c} \times \parallel \div \\ V_m \downarrow V_m \\ V \end{array}$$

其中: m 为质量, 单位: g; n 为物质的量, 单位: mol; M 为摩尔质量, 单位: g/mol; $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; N : 微粒数目; V 是标准状况下气体的体积, 单位: L; V_m 标准状况下气体的摩尔体积, 单位: L/mol。

② 气体物理量的关系:

标准状况下: $\rho = \frac{M}{V_m}$

非标准状况下: $\rho = \frac{m}{V}$

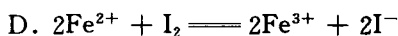
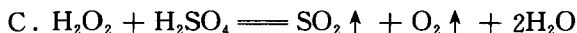
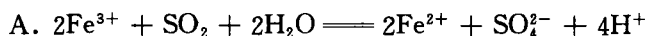
气态方程: $pV = nRT$

混合气体的平均相对分子质量

$$\bar{M} = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}} = \frac{M_a \cdot n_a + M_b \cdot n_b + \dots}{n_{\text{总}}} = \frac{M_a \cdot V_a + M_b \cdot V_b + \dots}{V_{\text{总}}} = M_a \cdot a\% + M_b \cdot b\% + \dots$$

其中: ρ 为密度, 单位: g/L; p 为气体的压强, 单位: Pa; T 为温度, 单位: K; R 为常数, 为 $8.31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/(\text{mol} \cdot \text{K})$; $a\%$ 、 $b\%$ 为物质的量分数或体积分数。

【例题 11】已知 I^- 、 Fe^{2+} 、 SO_2 、 Cl^- 和 H_2O_2 均有还原性, 它们在酸性溶液中的还原性强弱的顺序为 $\text{Cl}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{H}_2\text{O}_2 < \text{I}^- < \text{SO}_2$ 。则下列反应不能发生的是()。



【分析】依据氧化还原反应规律:

氧化剂 + 还原剂 = 还原产物 + 氧化产物

氧化性: 氧化剂 > 氧化产物, 还原性: 还原剂 > 还原产物

即“氧化剂的氧化性大于氧化产物, 还原剂的还原性大于还原产物”。

A 中还原性 $\text{SO}_2 > \text{Fe}^{2+}$, 所以 A 能发生反应;

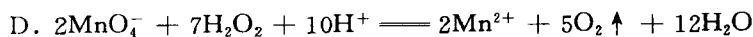
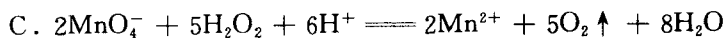
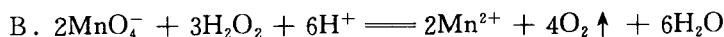
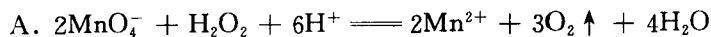
B 中还原性 $\text{SO}_2 > \text{I}^-$, 所以 B 能发生反应;

C 中还原性 $\text{H}_2\text{O}_2 > \text{SO}_2$, 与已知条件不符, 所以 C 反应不能发生;

D 中 Fe^{2+} 还原性 $> \text{I}^-$ 还原性, 与已知条件不符, 所以 D 反应不能发生。

【解答】 C、D

【例题 12】 下列氧化还原反应方程式正确的是()。



【分析】 氧化还原反应方程式的配平, 必须遵循得失电子数守恒的原则, 不能仅仅满足等式两边的原子个数及电荷数相等。题中 A、B 选项中 MnO_4^- 离子里 +7 价锰, 得到的电子数都大于 H_2O_2 中 -1 价氧失去的电子数; D 选项中不仅得失电子数不相等, 且两边电荷总数也不平衡。

【解答】 C

【例题 13】 硫酸铵在强热条件下分解, 生成氨、二氧化硫、氮气和和水, 反应中生成的氧化产物和还原产物的物质的量之比是()。

A. 1 : 3

B. 2 : 3

C. 1 : 1

D. 4 : 3

【分析】 本题的一般解题思路是先写出配平的化学反应方程式 $3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 4\text{NH}_3 + 3\text{SO}_2 \uparrow + \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, 氧化产物是 N_2 , 还原产物是 SO_2 , 根据系数可得 1 : 3。若能很好地掌握电子得失守恒原理, 本题可直接求解氧化产物和还原产物之间的物质的量之比: 由题意 $2 \overset{-3}{\text{N}} \xrightarrow{\text{失 } 6\text{e}^-} \text{N}_2(\text{氧化产物})$, 应有 $3 \overset{+6}{\text{S}}(\text{SO}_4^{2-}) \xrightarrow{\text{得 } 6\text{e}^-} 3 \overset{+4}{\text{S}}(\text{SO}_2)(\text{还原产物})$, $n(\text{氧化产物}) : n(\text{还原产物}) = 1 : 3$ 。

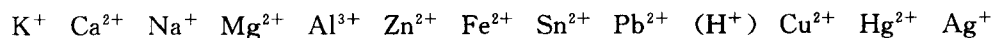
【解答】 A

【小结】 氧化还原反应是重要的化学反应类型, 其特征是反应前后元素的化合价发生了变化。

1. 氧化性及其强弱的比较: 凡在反应中能得到电子的物质, 都具有氧化性, 得电子能力越强, 氧化性越强。物质氧化性的强弱主要由其本身性质决定, 但也与外界条件有关。

(1) 非金属单质的氧化性强弱, 可由其原子结构和在周期表中的位置推断: $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{S} > \text{C}$ 。

(2) 金属离子的氧化性依次增强的顺序为:



(3) 浓 H_2SO_4 不能氧化 Cl^- , 却能部分氧化 Br^- , 很容易氧化 I^- 和 S^{2-} 。稀硫酸氧化性较弱, 主要是 H^+ 的氧化性。

(4) 浓 HNO_3 比稀 HNO_3 氧化性强, 也比浓 H_2SO_4 氧化性强。

(5) 硝酸盐和高锰酸钾都具有氧化性, 它们在酸性溶液中氧化性更强。

3. 还原性及其比较: 凡在反应中能失去电子的物质, 都具有还原性, 越容易失电子的物质, 还原性越强。

(1) 金属单质的还原性, 可以从其在元素周期表中的位置或金属活动性顺序表推断。

(2) 简单阴离子的还原性顺序为 $\text{S}^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{F}^-$ 。

(3) 其他具有显著还原性的物质有 H_2S 、 HI 、 SO_3^{2-} 、 SO_2 、 Fe^{2+} 、 P 、 C 、 H_2 、 CO 等。

4. 氧化还原反应方程式的配平:

氧化还原反应方程式的配平是中学化学必须掌握的基本技能之一,其配平方法主要是化合价升降法,以得失电子总数相等为基础进行配平。

5. 关于氧化还原反应的计算:

在解答时要做到审题仔细,看清要求,分析电子得失关系,从电子得失守恒原理中获得巧解。

【例题 14】 硫酸银的溶解度较小,25℃时,每 100 g 水中仅能溶解 0.836 g。

(1) 25℃时,在烧杯中放入 6.24 g 硫酸银固体,加 200 g 水,经充分溶解后,所得饱和溶液的体积为 200 mL。计算溶液中 Ag^+ 的物质的量浓度。

(2) 若在上述烧杯中加入 50 mL 0.026 8 mol/L BaCl_2 溶液,充分搅拌,溶液中 Ag^+ 的物质的量浓度是多少?

(3) 在第一题烧杯中需加多少升 0.026 8 mol/L BaCl_2 溶液,才能使原溶液中 Ag^+ 浓度降低至 0.020 0 mol/L?

【分析】 (1) Ag_2SO_4 属微溶物质,但其溶解部分是完全电离的。分析 6.24 g Ag_2SO_4 在 200 g H_2O 中的溶解情况,若不能溶解完全,说明形成饱和溶液,则由溶解度概念可求 Ag^+ 浓度。

(2) 加入 BaCl_2 溶液既可与溶液中的 Ag_2SO_4 反应又可与未溶解的 Ag_2SO_4 反应(可从溶解平衡移动理解),根据反应方程式求出剩余 Ag_2SO_4 ,然后再求 Ag^+ 浓度。

(3) 根据 Ag_2SO_4 的消耗量,由方程式可求出所需加入 BaCl_2 溶液的体积。

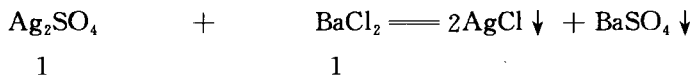
【解答】 (1) 200 g H_2O 中 25℃时最多能溶解 Ag_2SO_4 $2 \times 0.836 \text{ g} < 6.24 \text{ g}$,故此时为饱和溶液。溶解的 Ag_2SO_4 : $n(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 2 \times 0.836 \text{ g} \div 312 \text{ g/mol} = \frac{2 \times 0.836}{312} \text{ mol}$,

$$n(\text{Ag}^+) = 2n(\text{Ag}_2\text{SO}_4), \text{ 所以 } c(\text{Ag}^+) = \frac{\frac{0.836 \times 2}{312} \times 2 \text{ mol}}{200 \times 10^{-3} \text{ L}} \approx 0.053 6 \text{ mol/L}。$$

(2) 反应 $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = 2\text{AgCl} \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$, 加入的 BaCl_2 消耗 Ag_2SO_4 为 $0.026 8 \text{ mol/L} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L} \times 312 \text{ g/mol} \approx 0.418 \text{ g}$, 仍剩 Ag_2SO_4 为 $6.24 \text{ g} - 0.418 \text{ g} = 5.822 \text{ g} > 0.836 \times 2.5 \text{ g}$ (将 50 mL BaCl_2 稀溶液中近似看作含 50 g H_2O), 可知溶液中 Ag_2SO_4 仍饱和。 $c(\text{Ag}^+)$ 仍为 0.053 6 mol/L。

(3) 设需加入 V 体积的 0.026 8 mol/L 的 BaCl_2 溶液

参加反应的 Ag_2SO_4 : $\left[\frac{6.24}{312} - 0.020 0(V + 200 \times 10^{-3}) \times \frac{1}{2} \right] \text{ mol}$



$$\left[\frac{6.24}{312} - 0.020 0 \times (V + 200 \times 10^{-3}) \times \frac{1}{2} \right] \quad 0.026 8 \times V$$

解之, $V \approx 0.489 \text{ L}$

● 思维拓展训练

1. 用某物质的量浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液去滴定 $V \text{ mL}$ 相同物质的量浓度的明矾溶液, 请写出下列化学方程式:

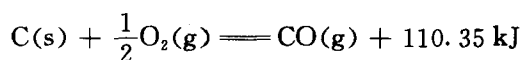
(1) 当 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 滴入 1.5 V mL 时, _____

(2) 当 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 滴入 2 V mL 时, _____

2. 将 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 Na_2CO_3 的混合物一同溶于氢氟酸可制得电解法炼铝必需的熔剂冰晶石, 试写出此化学方程式 _____

3. 在含有 Mn^{2+} 的溶液中加入 HNO_3 , 再加入 PbO_2 , 则反应体系显紫红色。如果将硝酸改为盐酸则不显紫红色, 而产生黄绿色、有刺激性气味的气体, 写出两者的离子方程式 _____

4. 在 100 g 碳不完全燃烧所得气体中, CO 占 $1/3$ 体积, CO_2 占 $2/3$ 体积, 且



与这些碳完全燃烧相比, 损失的热量是()。

A. 392.92 kJ B. 2489.44 kJ C. 784.92 kJ D. 3274.3 kJ

5. 充分燃烧一定量的丁烷气(C_4H_{10})放出的热量为 y , 经测定完全吸收它生成的 CO_2 需消耗 5 mol/L KOH 溶液 100 mL 恰好生成正盐, 则燃烧 1 mol 丁烷放出的热量为()。

A. $4y$ B. $5y$ C. $8y$ D. $16y$

6. 硫酸铁和硫酸亚铁的混合物中, 若硫元素的质量分数为 $a\%$, 则铁元素的质量分数为()。

A. $(100-a)\%$ B. $(100-2a)\%$
C. $(100-3a)\%$ D. $(100-4a)\%$

7. 由实验测得, 把同物质的量浓度的氢氧化钠溶液滴入硫酸铜溶液中, 当两者的体积比为 $1.5:1$ 时(残留在溶液中的 Cu^{2+} 极少, 可认为全部转入沉淀中), 所生成的沉淀的化学式为()。

A. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ B. $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4$
C. $2\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4$ D. $3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4$

8. 吗啡和海洛因都是严格查禁的毒品。吗啡分子中含 C 71.58% 、H 6.67% 、N 4.91% , 其余为 O。已知其化学式式量不超过 300。

(1) 吗啡的式量是 _____, 化学式是 _____

(2) 已知海洛因是吗啡的二乙酸酯, 则海洛因的式量是 _____, 化学式为 _____

9. A、B、C、D 均为短周期元素, A、B 可形成两种液态化合物, 其最简式分别为 BA 和 B_2A 。A 和 D 可形成气态化合物 DA、 DA_2 。A、B、D 可组成离子晶体, 该晶体的化学式为 $\text{B}_4\text{A}_3\text{D}_2$, 其水溶液显弱酸性。B 与 D 组成一种极易溶于水的碱性气体 X, B 与 C 能形成极易溶于水的酸性气体 Y。已知 X 分子与 B_2A 分子中的电子数相等, Y 分子中的电子数与实验式为 BA 的分子的电子数相等。试推断 A、B、C、D 各是什么元素。

10. 下列叙述正确的是()。

A. 相同质量的甲醛和乙烷, 在任何条件下含有的分子个数一定相同
B. 等物质的量的不同物质, 在同温同压下一一定占有相同的体积
C. 甲气体的相对分子质量比乙气体的相对分子质量大, 则甲气体的密度也一定比乙气体密度大

D. 等体积、等物质的量浓度的强酸溶液,其 $c(\text{H}^+)$ 必然相同

11. 一容器中 X 元素构成的气态单质 X_2 分子有 3 种,式量分别为 32、34、36。又知容器中 3 种分子数之比为 15:4:1,由此可以确定的是()。

A. 若容器中 X_2 全部转化为它的同素异形体 X_3 ,那么 X_3 的式量有 4 种

B. 质量数为 16 的一种同位素在此容器中的原子个数百分比为 85%

C. 只要容器中同位素组成不变,X 原子在任何条件下发生重新组合,最后得 3 种 X_2 ,分子数之比总是 15:4:1

D. 此容器中 X_2 的平均式量是 34

12. 假设 A 元素不存在同位素, A^{2-} 阴离子的原子核内有 x 个中子,A 元素的质量数为 m ,则 $n \text{ g } \text{A}^{2-}$ 阴离子所含电子的物质的量为()。

A. $\frac{n(m-x-2)}{m} \text{ mol}$

B. $\frac{n(m-x+2)}{m} \text{ mol}$

C. $\frac{m-x+2}{mn} \text{ mol}$

D. $\frac{m-x-2}{mn} \text{ mol}$

13. 下列反应在常温下可以发生:(1) $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KCl}$, (2) $6\text{FeCl}_2 + 3\text{Br}_2 = 4\text{FeCl}_3 + 2\text{FeBr}_3$ 。下列判断正确的是()。

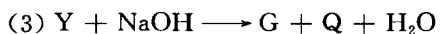
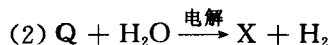
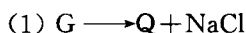
A. 氧化性: $\text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{Fe}^{3+}$

B. 还原性: $\text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Fe}^{2+}$

C. 氧化性: $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$

D. 还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$

14. 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如下的转换关系(未配平):



这 5 种化合物中氯的化合价由低到高的顺序为()。

A. QGZYX

B. GYQZX

C. GYZQX

D. ZXGYQ

15. 某强氧化剂 $\text{XO}(\text{OH})_2^+$ 被亚硫酸钠还原到较低价态。如果还原 $2.4 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{XO}(\text{OH})_2^+$ 的溶液到较低价态,需用 30 mL 0.2 mol/L 的 Na_2SO_3 溶液,则 X 元素的最终价态为()。

A. +2

B. +1

C. 0

D. -1

16. (1) 1986 年,化学上第一次用非电解法制得氟气,试配平该反应的化学方程式:



还原。

(2) 氰 $(\text{CN})_2$ 、硫氰 $(\text{SCN})_2$ 的化学性质和卤素 (X_2) 很相似,化学上称为拟卤素[如: $(\text{SCN})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSCN} + \text{HSCNO}$]。它们阴离子的还原性强弱为: $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{CN}^- < \text{SCN}^- < \text{I}^-$ 。

试写出:① $(\text{CN})_2$ 与 KOH 溶液反应的化学方程式 _____

② NaBr 和 KSCN 的混合溶液中加入 $(\text{CN})_2$,反应的离子方程式 _____

17. 要使 $w \text{ g } 10\% \text{ NaCl}$ 溶液浓度增大一倍,可采用的方法是()。

A. 再加入 $\frac{w}{10} \text{ g NaCl}$

B. 蒸发浓缩成 $\frac{w}{2} \text{ g NaCl}$ 溶液

C. 蒸发掉一半溶剂

D. 再加入 $2w \text{ g } 25\% \text{ NaCl}$ 溶液