

精讲精练系列

高中化学难题新题

精讲精练

300例

主 编 瞿 兵

编 写 瞿 兵 马啸波

李惠玉 孙运利

孙先辉 孙美华

上海交通大学出版社

前言

高中化学是高考的重要学科,而如今的高考,更多意义上已成为考入重点高校的竞争,要想在高考中脱颖而出,除具有扎实的基础知识外,还必须具备解析难题新题的能力.每年高考试卷上都会有几道为拉开考分而设置的难题新题,一般即指高考试卷中的中高档试题,它的特点是:难度大、综合性强、渗透多种思想和方法.为了使广大学生深入了解新高考命题趋势,培养学生的高考应试能力,本书编委会约请了具有丰富教学经验及对新高考有深入研究的知名教师共同编写.本书通过对近几年高考难题新题的深入细致、分门别类的研究,追寻高考难题突破方法,有效地指导考生备考复习,培养考生理性的、逻辑的思维方式,掌握高考应试的方法和答题技巧.通过常见失误分析,排除考生答题中可能遇到的思维障碍;通过相关难题新题精练,促使考生转换固有的、陈旧的思维方式,拥有全面、严谨、灵活的思维品质,提升综合的发散思维能力.

本书并不是为了训练而训练,而是有的放矢,注重内容的针对性和实用性,切实从尖子生的角度出发,做到难点分析与知识梳理相结合,题型精解与专项训练相结合,使同学们在最短的时间内不仅对各门科目核心内容有全面系统的掌握,而且学会高效、科学的应试技巧,具有可读性、启迪性和实用性.

本书设置如下板块:

- **考点精讲** 将每一专题中的重要考点与常考难点勾勒出来,进行专项梳理,并作出科学的命题预测,使同学们融会贯通.

- **难题新题详解** 精选近年高考试题中的“难题”、“新题”,分类编排,对题目进行详解精析,指点迷津,使学生打开思路,找到解决问题的方法,迅速提升能力.

- **方法总结** 全面、系统地总结本专题各种难题新题突破的方法技巧,指导考生找到突破难题新题的切入口,有效提升解题的能力.

- **难题新题精练** 为切实满足学生拓宽拔高的特殊需要,每专题后都配备了一定量的题意新颖、内容丰富、贴近学生实际的训练题,为学生冲刺高考架设桥梁.

本书有如下特点:

权威性 以国家教育部考试中心颁布的《考试大纲》为依据,由长期参与高考阅卷的知



名教师执笔,由全国著名的教育专家和特高级教师审定书稿.

新颖性 本书根据教育部颁布的高中课程标准编写,体现了高考改革和新课程改革的新思路,突出了新高考的“知识、能力、素质”三元合一的命题模式,启迪方法,侧重应试技巧的指导.

前瞻性 通过对近几年高考难题新题深入细致的研究,把握了高考改革的方向,为今后高考备考复习提供了可资借鉴的预测.本书突出了新高考的能力要求,充分挖掘考生潜能,以提升其发散思维能力.

实用性 本书既有资深一线教师的精辟分析和指导考生应试技巧,又有精选精编的针对性很强的综合能力训练和高考模拟训练,使考生方便有效地进行自测,参考答案中对难度较大的试题均有提示点拨,便于考生核对.

科学性 本书的编写按高考复习规律和思维能力培养规律循序渐进,突出了能力升级的五步递进——考点分析、命题预测、难题新题详解、方法总结、难题新题精练,对学生进行科学的指导,有效培养学生思维的科学性、敏捷性和发散性.

本书由姜启时、卢大中策划,在策划、编写、审稿过程中,我们得到了上海师范大学、中国科协教育专家委员会有关专家的支持和指导,在此一并致谢.我们真诚地希望本书能成为同学们的良师益友,在这收获的季节,我们会感到我们的每一滴汗水都没有白流,更希望本书能够伴随着你一起成长!

编 者

目 录

专题一	化学反应及其能量变化	1
● 考点精讲	1	
● 难题新题详解	2	
● 方法总结	10	
● 难题新题精练	12	
专题二	物质结构与性质	17
● 考点精讲	17	
● 难题新题详解	18	
● 方法总结	28	
● 难题新题精练	30	
专题三	化学反应速率和化学平衡	35
● 考点精讲	35	
● 难题新题详解	36	
● 方法总结	47	
● 难题新题精练	48	
专题四	电离平衡与水解平衡	52
● 考点精讲	52	
● 难题新题详解	53	
● 方法总结	62	
● 难题新题精练	63	
专题五	电化学原理及其应用	67
● 考点精讲	67	
● 难题新题详解	67	
● 方法总结	73	
● 难题新题精练	74	



专题六	常见的化学物质	79
	● 考点精讲	79
	● 难题新题详解	80
	● 方法总结	92
	● 难题新题精练	93
专题七	有机合成与推断	101
	● 考点精讲	101
	● 难题新题详解	102
	● 方法总结	114
	● 难题新题精练	115
专题八	化学实验设计	123
	● 考点精讲	123
	● 难题新题详解	124
	● 方法总结	135
	● 难题新题精练	137
专题九	化学计算	142
	● 考点精讲	142
	● 难题新题详解	142
	● 方法总结	153
	● 难题新题精练	154
专题十	解答高考化学试题的几种技法和策略	159
	I 解化学题的几种常用技法	159
	II 化学解题中的以退求进策略	163
参考答案		166

化学反应及其 能量变化



考点精讲

考点分析

1. 理解氧化剂和还原剂、氧化产物和还原产物等。命题多以选择题或填空题的形式出现。
2. 综合应用化合价变化和电子转移的观点分析判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目,配平氧化还原反应方程式。命题常以填空题的形式出现,有时还需要判断反应物或生成物。
3. 会比较物质氧化性或还原性的强弱,其主要依据是:氧化(或还原)剂的氧化(或还原)性强于氧化(或还原)产物的氧化(或还原)性。
4. 理解离子反应的概念,掌握离子反应发生的条件,会判断离子在溶液中能否大量共存。命题主要以选择题的形式出现,是高考中的常见题型和必考知识点。
5. 正确书写离子方程式。依据题目所给信息,运用书写规则书写典型反应的离子方程式;或结合具体反应,依据书写规则对所给离子方程式进行正误判断。命题主要以填空题和选择题形式出现。
6. 了解化学反应中的能量变化、吸热反应和放热反应,理解反应热、燃烧热和中和热等有关概念。
7. 掌握热化学方程式的书写与应用。命题主要以选择题或填空题的形式出现,题型特征主要为判断热化学方程式是否正确或给出已知条件正确书写热化学方程式,或比较不同状态时热量的大小等。

命题预测

氧化还原反应在生产实践中应用极为广泛,它贯穿于中学化学的全过程,是高考命题



的热点之一。在命题中经常涉及的知识及题型有：①从氧化还原反应的角度来分析反应类型。②判断化学反应中的氧化剂和还原剂、电子转移方向和数目。③比较氧化性或还原性的强弱，判断氧化还原反应的可能性及反应产物。④配平氧化还原反应方程式。⑤氧化还原反应的有关计算。氧化还原反应试题的解法规律性较强，也有一定的技巧，同时因涉及知识面广，会推出新的设问方式、新的题型，特别是与工农业生产、科研等实际相结合的知识，解题时要灵活作答。离子共存问题是高考中的常见题型，也是每年必考的题型。今后命题的发展趋势是：①增加限制条件，如强酸性、无色透明、碱性、 $\text{pH}=1$ 、甲基橙呈红色、发生氧化还原反应等。②定性中有定量，如“由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中，……”。离子方程式的书写正误也是历年高考必出的试题。考查离子方程式的目的主要是了解学生使用化学用语的准确程度和熟练程度，具有一定的综合性，预计今后的考题还会保留。化学反应中的能量变化在教材中的篇幅较少，但在高考中经常涉及的内容有：书写热化学方程式或判断热化学方程式的正误；有关反应热的计算；比较反应热的大小等。最近又出现反应热与能源结合起来进行考查。能源问题是涉及人类生活和世界发展的社会热点，随着社会的发展和人们生活水平的提高，对能源的需求量越来越大，而它对周围的环境也产生越来越大的影响。从能源问题切入，可引出多学科的知识要点，以不同的角度设问，形成综合试题，考查学生的基础知识和运用多学科知识分析问题的能力。



难题新题详解

★【难题 1】 某化学反应的反应物和产物如下：



(1) 该反应的氧化剂是_____。

(2) 如果该反应方程式中 I_2 和 KIO_3 的化学计量数都是 5。

① KMnO_4 的化学计量数是_____。② 在下面的化学式上标出电子转移的方向和数目。



(3) 如果没有对该方程式中的某些化学计量数作限定，可能的配平化学计量数有许多组。原因是_____。

【考点要求】 本题考查氧化还原反应中的基本概念和分析方法以及氧化还原反应的配平方法等，考查了学生对氧化还原反应方程式出现多组化学计量数的原因分析能力。

【思路点拨】 (1) KMnO_4 中的 Mn 元素由 +7 价降低为反应后的 +2 价， KMnO_4 为氧化剂，KI 中的 I 元素化合价升高，为还原剂。

(2) 如果 I_2 和 KIO_3 的化学计量数都是 5，则反应中失去电子总数为 $2 \times 5 + 6 \times 5 = 40$ ，根据得失电子数相等，可确定 KMnO_4 的化学计量数是 8。

(3) 该方程式可由下列两个单独的氧化还原反应按比例叠加而成： $2\text{KMnO}_4 + 10\text{KI} + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 5\text{I}_2 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ ， $6\text{KMnO}_4 + 5\text{KI} + 9\text{H}_2\text{SO}_4 = 6\text{MnSO}_4 + 5\text{KIO}_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 9\text{H}_2\text{O}$ 。叠加时的比例不同，所得方程式的化学计量数不同。根本原因是 KI 的氧化产物有两种，两种氧化产物的比例可以不同。


 $40e^-$

【答案】 (1) KMnO_4 ; (2) ① 8 ② KMnO_4 KI ; (3) 该反应式含有两种氧化产物,两者的比例和氧化剂的用量都可发生变化

【方法导析】 出现配平化学计量数多重性的原因之一是:这些反应实际上是由两个独立反应组成的总氧化还原方程式。如 KClO_3 和 HCl 的反应,实际上是由两个配平了的独立反应式组成: $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}_2 \uparrow$, $5\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = 5\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{ClO}_2$ 。这两个反应式可按各种比例混合而形成总的反应方程式: $(x+5y)\text{KClO}_3 + 6(x+y)\text{HCl} = (x+5y)\text{KCl} + 3(x+y)\text{H}_2\text{O} + 3x\text{Cl}_2 \uparrow + 6y\text{ClO}_2$

★【难题 2】 已知 Co_2O_3 在酸性溶液中易被还原成 Co^{2+} , Co_2O_3 , Cl_2 , FeCl_3 , I_2 的氧化性依次减弱。下列反应在水溶液中不可能发生的是

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

【考点要求】 本题考查了氧化还原反应中氧化性和还原性的判断方法。要求学生根据氧化性和还原性的强弱顺序判断氧化还原反应能否发生,对学生的逆向的思维能力要求较高。

【思路点拨】 Co_2O_3 , Cl_2 , FeCl_3 , I_2 的氧化性依次减弱,则 Co^{2+} , Cl^- , Fe^{2+} , I^- 的还原性逐渐增强。 Cl_2 和 FeI_2 反应时, Cl_2 应优先氧化 I^- ,所以 A 选项的反应错误而 B 选项的反应正确。根据氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性,还原剂的还原性强于还原产物的还原性,可判断 C、D 两选项的反应均正确。

【答案】 A

【方法导析】 对于氧化还原反应:还原剂 A+氧化剂 B=氧化产物 a+还原产物 b,则有:氧化性 $B>a$,还原性 $A>b$ 。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 $\text{Fe}^{2+}>\text{Br}^-$ 。反之,若有氧化性 $B>a$,还原性 $A>b$,则氧化还原反应:还原剂 A+氧化剂 B=氧化产物 a+还原产物 b 则能正向进行。

★★【难题 3】 Cu_2S 与一定浓度的 HNO_3 反应,生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, CuSO_4 , NO_2 , NO 和 H_2O ,当 NO_2 和 NO 的物质的量之比为 1:1 时,实际参加反应的 Cu_2S 与 HNO_3 的物质的量之比为

- A. 1:7
- B. 1:9
- C. 1:5
- D. 2:9

【考点要求】 本题考查了氧化还原反应中的物料守恒和得失电子守恒的原理。要求考生能够将两个原理有机结合进行定量计算,能力层次要求较高。

【思路点拨】 设 NO_2 和 NO 的物质的量均为 1 mol,则根据 $\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NO}_2 + \text{NO}$,作氧化剂的 HNO_3 为 2 mol,且 HNO_3 得到电子数为 4 mol,根据 $\text{Cu}_2\text{S} \xrightarrow{-10e^-} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{CuSO}_4$,结合得失电子数相等可求得 $n(\text{Cu}_2\text{S}) = 0.4 \text{ mol}$,则 $n(\text{CuSO}_4) = 0.4 \text{ mol}$,



$n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = 0.4 \text{ mol}$, 作酸用的 HNO_3 为 0.8 mol , $n(\text{HNO}_3)_{\text{总}} = 2.8 \text{ mol}$, $n(\text{Cu}_2\text{S}) : n(\text{HNO}_3)_{\text{总}} = 0.4 \text{ mol} : 2.8 \text{ mol} = 1 : 7$ 。

【答案】 A

【方法导析】 氧化还原反应中必须遵循: 原子个数守恒; 反应前后同种元素的原子个数相等, 这也是所有化学反应必须遵循的。电子守恒: 失电子总数等于得电子总数, 氧化还原反应才遵守且必须遵守。

★★【难题 4】 某一反应体系有反应物和生成物共五种物质: O_2 , H_2CrO_4 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, H_2O , H_2O_2 。已知该反应中 H_2O_2 只发生如下过程: $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2$ 。

- (1) 该反应中的还原剂是_____。
- (2) 该反应中, 发生还原反应的过程是_____ $\longrightarrow$ _____。
- (3) 写出该反应的化学方程式, 并标出电子转移的方向和数目
_____。
- (4) 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_____。

【考点要求】 本题考查氧化还原反应氧化剂和还原剂的判别, 氧化还原反应电子转移方向和数目的分析以及简单计算。题中给了反应物和生成物, 要求考生进行识别和判断, 考生必须根据氧化还原反应的本质特征方可进行解题。

【思路点拨】 根据 $\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{-2e^-} \text{O}_2$ (氧化反应) 可知 H_2O_2 作还原剂, 根据所列物质的化合价变化可得另一个半反应为: $\text{H}_2\text{CrO}_4 \longrightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$ (还原反应)。由此可得: $\text{H}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{O}_2 \uparrow$, 根据得失电子相等可配平为: $2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{O}_2 \uparrow$, 根据元素守恒可得产物中应还有 $2\text{H}_2\text{O}$, 即: $2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。分析方程式中的氧化还原关系, 可得 $2e^- \sim \text{O}_2 \uparrow$, 现反应转移了 0.3 mol 电子, 则 $n(\text{O}_2) = 0.15 \text{ mol}$, $V(\text{O}_2) = 0.15 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.36 \text{ L}$ 。

【答案】 (1) H_2O_2 ; (2) $\text{H}_2\text{CrO}_4 \longrightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$; (3) $2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; (4) 3.36 L

【错解剖析】 不能根据氧化还原反应的本质进行解题, 在氧化还原反应中有元素化合价升高, 必有元素化合价降低, 在分配物质时必须遵循这一原则。

★【难题 5】 下列反应离子方程式正确的是

- 向氯化铝溶液中加入过量氢氧化钠溶液: $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- 向苯酚钠溶液中通入二氧化碳: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- \longrightarrow 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_3^{2-}$
- 向小苏打溶液加入醋酸溶液: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 向溴化亚铁溶液中通入过量氯气: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 = \text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$

【考点要求】 本题考查了离子方程式的正误判断, 综合考查了铝的化合物、碳酸盐、苯酚、铁的化合物等元素化合物和有机化合物的知识。

【思路点拨】 B 项错在产物不是 CO_3^{2-} 而是 HCO_3^- ; C 项错在醋酸是弱酸, 不能拆成离子的形式; D 项错在电荷没有守恒, 正确反应式为: $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$



6Cl^- 。

【答案】 A

【延伸总结】 由于电离能力: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{HCO}_3^-$, 因此 CO_2 通入 $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ 中即使 CO_2 少量也不会生成 HCO_3^- , 因 $\text{CO}_3^{2-} + \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{HCO}_3^-$; 同样由于电离能力: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO} > \text{HCO}_3^-$, 因此 CO_2 通入 NaClO 溶液中也不会生成 Na_2CO_3 。由于还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, 因此当少量的 Cl_2 分别通入 FeI_2 , FeBr_2 溶液中, 首先被氧化的离子分别是 I^- , Fe^{2+} ; 如 Cl_2 通入 FeI_2 溶液中, 当 I^- 被氧化后, Fe^{2+} 可能部分被氧化, 也可能全部被氧化。

****【难题 6】 下列各组离子一定能大量共存的是**

- A. 含大量 Fe^{3+} 的溶液中: NH_4^+ , Na^+ , Cl^- , SCN^-
- B. 碱溶液中: Na^+ , K^+ , AlO_2^- , CO_3^{2-}
- C. $c(\text{H}^+) = 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中: NH_4^+ , Al^{3+} , SO_4^{2-} , NO_3^-
- D. $\text{pH}=1$ 的溶液中: K^+ , Fe^{2+} , Cl^- , NO_3^-

【考点要求】 本题考查了各种情况下的离子共存问题, 结合了离子的检验、水的电离和溶液的 pH 等知识, 综合性较强。离子共存是高考的热点, 解题过程中要注意隐含的条件, 如溶液的酸碱性、颜色、多种离子的相互作用等的挖掘, 防止解题时疏漏。

【思路点拨】 Fe^{3+} 与 SCN^- 反应生成 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 而不能共存; 因 $c(\text{H}^+) = 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $c(\text{OH}^-) = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 项溶液显碱性, 因此 NH_4^+ , Al^{3+} 都不存在; $\text{pH}=1$ 的溶液显酸性, NO_3^- 在酸性溶液中氧化性大大增强, 能把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 。所以 A, C, D 三项都不正确。

【答案】 B

【易错提醒】 对离子共存问题, 注意 NO_3^- 在酸性条件的强氧化性, 如溶液中有 Fe^{2+} (或 I^-) 与 NO_3^- , 一定要认真审题, 看看溶液中是否有 H^+ 。如有 H^+ , 则 Fe^{2+} (或 I^-) 与 NO_3^- 是要反应的。如本题不注意这一点易多选 D。

*****【难题 7】 目前, 科学家致力于研制高效、安全、无毒的饮用水消毒剂。**

(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。加入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), 使产物的纯度降低。

① 试写出 Kesting 法制 ClO_2 的化学方程式_____。

② Cl_2 和 ClO_2 都是通过氧化作用而杀菌消毒, 试计算出在等质量时, ClO_2 的杀菌能力是 Cl_2 的_____倍。

【考点要求】 本题考查了平衡移动原理和氧化还原反应的计算, 并要求根据信息书写化学方程式, 学生必须根据题中提供的量的信息和氧化还原反应原理方能正确书写。



【思路点拨】 (1) 加入液氨后,使不稳定的 HClO 部分地转化为较稳定的 NH_2Cl ,该反应是一个可逆反应,当 HClO 消耗后,平衡会发生移动。

(2) ① 由题意有: $\text{NaClO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$,判断其他反应产物为 NaCl 和 H_2O ,然后利用化合价升降法结合观察法配平。② 根据题中所说“ Cl_2 和 ClO_2 都是通过氧化作用而杀菌消毒”,可从 Cl_2 和 ClO_2 等质量时得电子数的关系求得杀菌能力倍数。设质量均为 67.5 g (ClO_2 的摩尔质量为 $67.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

根据 $\overset{+4}{\text{ClO}_2} \xrightarrow{+5e^-} \overset{-1}{\text{Cl}}$,可求得 67.5 g ClO_2 能得到 5 mol 电子;根据 $\overset{0}{\text{Cl}_2} \xrightarrow{+2e^-} 2 \overset{-1}{\text{Cl}}$ 可求得 67.5 g Cl_2 ,得到电子的物质的量为 $\frac{67.5 \text{ g}}{71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2$ 。等质量的 ClO_2 的杀菌能力是 Cl_2 的倍数: $\frac{5 \text{ mol}}{\frac{67.5 \text{ g}}{71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2} = 2.63$ 。

【答案】 (1) 加入液氨后,使不稳定的 HClO 部分地转化为较稳定的 NH_2Cl ,当 HClO 开始消耗时,下面的平衡又向左移动: $\text{NH}_3 + \text{HClO} \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$,又生成了 HClO 起杀菌作用; (2) ① $2\text{NaClO}_3 + 4\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

② 2.63

【方法导析】 ① 解题关键点是需灵活应用平衡移动原理以及理解题给杀菌能力倍数的含义。② 解题捷径是巧妙将 Cl_2 和 ClO_2 的质量设成其中一个的相对分子质量,这样可简化计算。③ 解题易错点是在书写化学方程式时漏掉 Cl_2 ,而错写成 $5\text{NaClO}_3 + 6\text{HCl} \longrightarrow 5\text{NaCl} + 6\text{ClO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

★★★ **【难题 8】** 磷在氧气中燃烧,可能生成两种固态氧化物。 3.1 g 的单质磷(P)在 3.2 g 的氧气中燃烧,至反应物耗尽,并放出 $x \text{ kJ}$ 热量。

(1) 通过计算确定反应产物的组成(用化学式表示)是_____,其相应的质量(g)为_____。

(2) 已知单质磷的燃烧热为 $y \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 1 mol P 与 O_2 反应生成固态 P_2O_3 的反应热 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 写出 1 mol P 与 O_2 反应生成固态 P_2O_3 的热化学反应方程式:_____。

【思路点拨】 (1) P 的价态有 +3 和 +5 价,故生成的氧化物有 P_2O_3 , P_2O_5 ,设 P_2O_3 , P_2O_5 物质的量的分别为 x , y ,则由 P 和 O 原子守恒有:

$$2x + 2y = 0.1 \text{ mol} \quad 3x + 5y = 0.2 \text{ mol}, \text{解得: } x = 0.025 \text{ mol}, y = 0.025 \text{ mol}$$

$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = 0.025 \text{ mol} \times 142 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.55 \text{ g}$$

$$m(\text{P}_2\text{O}_3) = 0.025 \text{ mol} \times 110 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.75 \text{ g}$$

(2) 3.1 g 磷其物质的量为 0.1 mol 。其中 0.05 mol P 生成了 P_2O_5 ,另外 0.05 mol P 生成了 P_2O_3 。单质磷的燃烧热为 $y \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 0.05 mol P 生成 P_2O_5 时放出的热量为 $0.05y \text{ kJ}$, 0.05 mol P 生成 P_2O_3 时放出的热量为 $(x - 0.05y) \text{ kJ}$,则 1 mol P 与 O_2 反应生成固态 P_2O_5 放出的热量为 $\frac{(x - 0.05y) \text{ kJ}}{0.05 \text{ mol}} = (20x - y) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) 由(2)问可得热化学方程式。



【答案】 (1) P_2O_3 P_2O_5 2.75 3.55; (2) $-(20X-Y)\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; (3) $\text{P}(\text{s}) + \frac{3}{4}\text{O}_2(\text{g}) = \frac{1}{2}\text{P}_2\text{O}_3(\text{s}); \Delta H = -(20X-Y)\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【方法导析】 (1) 对于同样的反应物由于相互间量的不同而生成两种不同产物的计算,可用原子守恒法列式求解,而不必依据化学方程式求解。

(2) 在书写热化学方程式注意:①标出物质的状态。②反应物前的化学计量数要与反应热的数值相符合。

*****【新题 1】** 在图 1-1 液体导电性的实验装置中(C 为石墨电极),滴定管中所盛液体为 A,烧杯中所盛液体为 B。实验时用滴定管向液体 B 中逐滴滴入 A,当观察到如下现象时,请推测对应的 A 和 B 分别为什么物质?尽可能多地列出你所知道的答案,写出相应的离子方程式,并分析这些列出的答案,找出其中的规律。

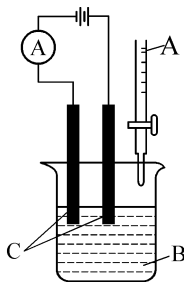


图 1-1

(1) 未滴入 A 时,电灯较亮。随着 A 的滴入,电灯渐渐变暗,滴至一定量时,电灯完全熄灭。继续滴入 A 时,电灯又会逐渐亮起来。

(2) 未滴入 A 时,电灯较暗。随着 A 的滴入,电灯渐渐变亮,滴至较多量时,电灯又变暗但不会完全熄灭。

(3) 如果拆去滴定管,用一导管向烧杯中的液体 B 通入气体 A,根据你所学的知识,不同的 A 和 B 可能会使电灯的亮度产生怎样的变化?

【考点要求】 本题考查了离子反应的本质,溶液的导电性的本质。着重考查了考生根据实验现象进行分析、处理并得出结论的能力和联想、开放型思维。

【思路点拨】 (1) 未滴入 A 时,电灯较亮,说明 B 为电解质溶液(离子浓度较大)。随着 A 的滴入,电灯变暗,说明 A 和 B 反应使溶液中离子浓度减小。当 A 滴入一定量时,电灯完全熄灭,说明此时溶液中离子浓度接近于零,只有两者反应的生成物均为难溶物或极难电离物(如水)才会有此情况。继续滴入 A 时,电灯又变亮,说明当 A 过量时,离子浓度又增大,只有 A 为较强电解质的溶液才符合题意。或者也可以是过量的 A 能够与生成的难溶物反应生成了易溶物。

从上面的分析可知,欲与题中现象吻合,A 和 B 均为电解质溶液,且两者反应生成物全部为难溶物或极难电离物。

(2) 未滴入 A 时,电灯较暗,说明 B 为弱电解质的溶液。滴入 A 时,电灯渐渐变亮,说明两者反应生成了强电解质。当滴入较多量的 A 时,电灯又变暗,说明 A 中自由移动的离子浓度很小,滴入 A 相当于在稀释生成的强电解质溶液。

从上面的分析可知,欲与题中现象吻合,B 应为弱电解质的溶液,A 也应为弱电解质的溶液(或其中自由移动离子的浓度很小),且两者反应必须生成强电解质。

(3) 解答本问题时,读者可自由联想。因为很多气体通入液体的反应都伴随着离子浓度的变化,而离子浓度的变化必然伴随着导电性的变化。下面提供了一些范例,请自己分析其原因。

将 CO_2 或 SO_2 通入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中,电灯亮度的变化:亮——暗——熄灭——亮;



将 CO_2 或 SO_2 通入氨水中,电灯亮度的变化:较亮——亮——亮度基本不变;

将 HCl 气体通入 NaOH 溶液中,电灯亮度的变化:亮——通入 HCl 一段时间内亮度基本不变—— HCl 气体过量时会渐渐变得更亮。

【答案】 (1) 如表

A	B	离子方程式
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	H_2SO_4	$\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	$3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- + 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} \longrightarrow 3\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$
CuSO_4	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$
MgSO_4	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{Mg}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	$2\text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{CaHPO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 如表

A	B	离子方程式
CH_3COOH	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	H_2SO_3	$2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_3 \longrightarrow \text{SO}_3^{2-} + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$
氯水	H_2SO_3	$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^-$
溴水	H_2S	$\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{Br}^- + \text{S} \downarrow$

【方法导析】 本题是一道条件、结论和思维策略均开放的试题。解题的基本出发点是:溶液的导电性强弱决定于自由移动的离子浓度的大小。由此可得解题线索为:电灯亮→导电性强→溶液中自由移动的离子浓度大。以此展开联想,可获得多个结论。

★★【新题 2】 在量热计中(如图 1-2)将 100 cm^3 , $0.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液与 100 cm^3 , $0.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液混合,温度从 289.16 K 升高到 300.71 K 。已知量热计的热容常数(量热计各部件每升高 1 K 所需的热量)是 $150.5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, $0.250 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液的比热容为 $4.03 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 溶液的密度为 $0.963 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

(1) 试求 CH_3COOH 与 NaOH 的中和热。

(2) CH_3COOH 与 NaOH 的中和热的文献值为 $56.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 你认为(1)中测得的实验偏差可能是什么原因造成的?

(3) 你认为 CH_3COOH 与 NaOH 的中和热和 HCl 与 NaOH 的中和热相比,哪个大?为什么?

【考点要求】 本题结合物理方法考查了学生反应热测定过程中的有关问题。试题要求考生具有灵活的数据处理和分析问题能力。

【思路点拨】 (1) CH_3COOH 与 NaOH 溶液反应放出的总热量:

$$Q = 4.03 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 200 \text{ cm}^3 \times 0.963 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times (300.71 \text{ K} - 289.16 \text{ K}) +$$

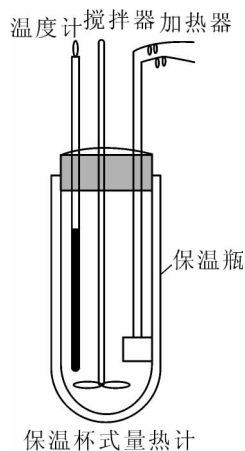


图 1 2



$$150.5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \times (300.71 \text{ K} - 289.16 \text{ K}) = 2363 \text{ J} = 2.36 \text{ kJ}$$

$$\text{CH}_3\text{COOH 与 NaOH 的中和热: } \frac{2.36 \text{ kJ}}{0.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100 \times 10^{-3} \text{ L}} = 47.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(2) 本实验方法测得的 CH_3COOH 与 NaOH 的中和热的实验值比文献值小, 出现这种偏差的原因可能是量热计的保温瓶绝热效果不好, 使部分热量散失, 也可能是温度计测温不够精确导致的。

(3) CH_3COOH 与 NaOH 的中和热比 HCl 与 NaOH 的中和热小, 因为弱酸电离出 H^+ 的过程需要吸收热量。

【答案】 (1) $47.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; (2)(3) 见解析

【方法导析】 ①解题关键点是能够迁移物理学知识和抓住弱电解质的电离是吸热的这一关键知识。②解题易错点是忽略量热计本身温度的升高以及对中和热实验掌握不牢而导致实验误差分析失误。

★★【新题 3】 氧化还原反应中实际上包含氧化和还原两个过程。下面是一个还原过程的反应式: $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。 KMnO_4 , Na_2CO_3 , Cu_2O , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 四种物质中的一种物质(甲)能使上述还原过程发生。

- (1) 写出并配平该氧化还原反应的方程式: _____。
- (2) 反应中硝酸体现了_____、_____性质。
- (3) 反应中若产生 0.2 mol 气体, 则转移电子的物质的量是_____ mol 。
- (4) 若 1 mol 甲与某浓度硝酸反应时, 被还原硝酸的物质的量增加, 原因是: _____。

【考点要求】 本题考查了氧化还原反应的基本概念, 方程式的配平, 转移电子数的计算以及被还原硝酸增加的原因分析等。

【思路点拨】 题给四种物质中, 只有 Cu_2O 可做还原剂, 将方程式配平后可以发现反应中硝酸部分被还原生成 NO , 体现了硝酸的氧化性, 而另一部分硝酸生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 体现了其酸性。由电子得失守恒可知生成 0.2 mol NO 转移了 0.6 mol 电子。第(4)问中硝酸浓度未知, $1 \text{ mol Cu}_2\text{O}$ 在反应中提供的电子是 2 mol , 要还原更多的硝酸, 只能是还原产物 NO_x 中 N 的化合价高于 $+2$ 价, 因此可能是使用了浓硝酸。

对于多数物质来说, 都可以从化合价去分析物质的氧化性、还原性。在氧化还原反应题目中三大守恒(质量守恒、电荷守恒、电子得失守恒)的灵活运用, 往往能使解题既快速又准确。

【答案】 (1) $14\text{HNO}_3 + 3\text{Cu}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$; (2) 酸性 氧化性; (3) 0.6 mol ; (4) 使用了较浓的硝酸, 产物中有部分二氧化氮生成

★★【新题 4】 氮化硅(Si_3N_4)是一种新型陶瓷材料, 它可由石英与焦炭在高温的氮气流中, 通过以下反应制得: $\square \text{SiO}_2 + \square \text{C} + \square \text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \square \text{Si}_3\text{N}_4 + \square \text{CO}$

- (1) 配平上述反应的化学方程式(将化学计量数填在方框内)。
- (2) 该反应的氧化剂是_____, 其还原产物是_____。
- (3) 该反应的平衡常数表达式为 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



(4) 若知上述反应为放热反应,则其反应热 ΔH _____ 0(填“大于”、“小于”或“等于”);升高温度,其平衡常数数值 _____ (填“增大”、“减小”或“不变”)。

(5) 若使压强增大,则上述平衡向 _____ 反应方向移动(填“正”或“逆”)。

(6) 若已知 CO 生成速率为 $v(\text{CO}) = 18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,则 N_2 消耗速率为 $v(\text{N}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

【考点要求】 本题考查了化学方程式的配平、氧化还原反应中的基本概念、化学平衡常数表达式、平衡移动原理、化学反应速率计算等。

【思路点拨】 (1) 利用观察法配平或利用氧化还原反应中的电子守恒来配平。配平后的化学方程式为 $3\text{SiO}_2 + 6\text{C} + 2\text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}_3\text{N}_4 + 6\text{CO}$ 。

(2) 分析各物质的化合价变化情况:C 元素由 0 价升高为 +2 价,在反应中作还原剂被氧化;N 元素的化合价由 0 价降低为 -3 价,在反应中作氧化剂被还原。因此,此反应的氧化剂为 N_2 ,还原产物为 Si_3N_4 。

(3) 因 SiO_2 , C, Si_3N_4 均为固体,只有 N_2 和 CO 为气体,存在平衡浓度(或平衡分压),因此根据化学平衡常数的表达式可以得出此反应的平衡常数表达式为 $K = \frac{c^6(\text{CO})}{c^2(\text{N}_2)}$ 。

(4) 放热反应的 $\Delta H < 0$,升高温度,此平衡向左移动,使 $c(\text{CO})$ 减小、 $c(\text{N}_2)$ 增大,因此平衡常数 K 值减小。

(5) 由于此反应的正反应为气体体积增大的反应,因此增大压强,此平衡将向逆反应方向移动。

(6) 根据同一反应在同一时间段内,各物质的反应速率之比等于各物质在化学方程式中对应的计量数之比。则有 $\frac{v(\text{N}_2)}{v(\text{CO})} = \frac{2}{6}$,所以 $v(\text{N}_2) = \frac{1}{3}v(\text{CO}) = \frac{1}{3} \times 18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = 6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

【答案】 (1) 3 6 2 1 6; (2) N_2 Si_3N_4 ; (3) $K = \frac{c^6(\text{CO})}{c^2(\text{N}_2)}$; (4) 小于 减小; (5) 逆; (6) 6

【易错提醒】 忽略化学方程式中各物质的状态(SiO_2 , C, Si_3N_4 均为固体)而将化学平衡常数的表达式写错;对化学反应的热效应和焓变的关系掌握不透彻,而导致 ΔH 的正负弄反了,致使升温时化学平衡的移动方向判断错误;忽略物质的状态而致使增大压强对平衡的移动方向判断错误。



方法总结

1. 氧化性或还原性强弱比较规律

(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 混合在暗处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 $\longrightarrow$ 氧化产物 a + 还原产物 b, 则: 氧化性 $B > a$, 还原性 $A > b$ 。

如: 由 $2Fe^{2+} + Br_2 \longrightarrow 2Fe^{3+} + 2Br^-$ 可知, 氧化性 $Br_2 > Fe^{3+}$, 还原性 $Fe^{2+} > Br^-$ 。

(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。

2. 氧化还原反应方程式的配平方法技巧

(1) 原则及顺序 ① 电子得失守恒。② 离子电荷守恒。③ 原子个数守恒。

(2) 方法和技巧 ① 顺配法: 先从氧化剂或还原剂开始配平。适用范围: a. 分子间的氧化还原反应; b. 所有元素参与的氧化还原反应; c. 生成物中物质既是氧化产物, 又是还原产物。② 逆配法: 先从氧化还原反应产物开始配平。适用范围: a. 自身氧化还原反应(含歧化反应); b. 反应物中某一部分被氧化或还原。

(3) 几类反应配平的技巧。① 缺项类: a. 可能缺的项: 一般是反应介质, 通常是酸、碱或水, 它们参与反应, 但其中元素化合价不变; b. 确定方法: 先配出氧化还原系数, 后根据离子电荷守恒和原子个数守恒确定。② 多变类: a. 有两种以上元素价态改变; b. 存在一种物质, 其中两种元素价态均同时升高或降低。

配平技巧: 整体 + 零价法(即: 把有多种元素价态改变的分子作为整体或把整体中各元素化合价当做 0)。

3. 怎样判断离子方程式的正误

(1) 判断离子方程式的正误首先要注意反应原理的正确性, 也就是要遵循反应事实。

(2) 非水溶液中进行的反应不能写成离子方程式。

(3) 书写离子方程式的关键在于“改写”。我们必须掌握哪些物质应保留原来的化学式形式, 哪些物质应该写为离子形式。

(4) 微溶物要看其存在形式: 若为澄清溶液, 则写成离子形式, 若为悬浊液, 一般写成化学式。如澄清石灰水与盐酸的反应, 离子方程式为: $OH^- + H^+ \longrightarrow H_2O$; 石灰乳与盐酸的反应为: $Ca(OH)_2 + 2H^+ \longrightarrow Ca^{2+} + 2H_2O$ 。



(5) 离子方程式中各离子前的系数应为最简。

(6) 书写离子方程式在注意质量守恒的同时还要注意电荷守恒。

(7) 书写离子方程式必须注意反应物或生成物之间的比例关系,如 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 H_2SO_4 的反应,若写成: $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,即是忽略了离子之间的配比关系,正确的应为: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(8) 试剂的加入的量以及顺序的不同,写出的离子方程式也不同。如 CO_2 通入澄清石灰水,若澄清石灰水过量,离子方程式为: $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$;若 CO_2 过量,离子方程式则为: $\text{CO}_2 + \text{OH}^- = \text{HCO}_3^-$ 。

(9) 还要注意一种物质中可能有多种离子参加反应的情况,不能遗漏其中的离子反应。如 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 CuSO_4 溶液的反应,反应物中的四种离子均参加了反应,有的学生在书写时易犯只写出其中两种离子反应而忽略另两种离子的反应的错误。

4. 离子不能大量共存的原因有哪些

(1) 离子之间反应生成弱电解质,如 H^+ 与 OH^- 结合生成 H_2O , H^+ 与 CH_3COO^- 结合生成 CH_3COOH 等。

(2) 离子之间反应生成气体,如 H^+ 与 CO_3^{2-} , HCO_3^- 反应生成 CO_2 等。

(3) 离子之间反应生成难溶物,如 Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} 生成 CaCO_3 沉淀、 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 生成 BaSO_4 沉淀、 Ag^+ 与 Cl^- 生成 AgCl 沉淀等。

(4) 离子之间的氧化还原反应,如 Fe^{3+} 与 I^- , S^{2-} , Fe^{2+} 与 NO_3^- (H^+ 存在), ClO^- 与 S^{2-} 等。

(5) 离子之间发生互相促进水解的反应,如 Al^{3+} 与 AlO_2^- , HCO_3^- , S^{2-} 等。

5. 书写热化学方程式应注意下列几点

(1) 要注明反应的温度和压强,若反应是在 298 K 和 1.013×10^5 Pa 条件下进行,可不予注明。

(2) 要注明反应物和生成物的聚集状态或晶型。常用 s, l, g 分别表示固体、液体、气体。

(3) ΔH 与方程式计量系数有关,注意方程式与对应 ΔH 不要弄错,计量系数以“mol”为单位,可以是小数或分数。

(4) 在所写化学反应计量方程式后写下 ΔH 的数值和单位,方程式与 ΔH 应用分号隔开。

(5) 当 ΔH 为“-” $\Delta H < 0$ 时,为放热反应,当 ΔH 为“+”或 $\Delta H > 0$ 时,为吸热反应。例如: $\text{C}(\text{石墨}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$, $\Delta H = -393.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示体系在 298 K, 1.013×10^5 Pa 下,反应发生了 1 mol 的变化(即 1 mol 的 C 与 1 mol 的 O_2 生成 1 mol 的 CO_2)时,相应的热效应为 $-393.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,即放出 393.6 kJ 的热。

$2\text{C}(\text{石墨}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g})$; $\Delta H = -787.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示体系中各物质在 298 K, 1.013×10^5 Pa 下,反应发生了 1 mol 的变化(即 1 mol 的 2C 与 1 mol 的 2O_2 完全反应生成 1 mol 的 2CO_2)时的热效应为 $-787.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,即放出 787.2 kJ 的热。



难题新题精练

1. 将 $V_1 \text{ mL } 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ HCl}$ 溶液和 $V_2 \text{ mL}$ 未知浓度的 NaOH 溶液混合均匀后测量并