

## 浅谈高考化学复习中知识的深化

广东省湛江市农垦实验中学 524094 郑文昌

高考是选拔性考试,决定高考部分试题“源于教材,高于教材”。高考命题的此一特征,则要求教师在高考复习中必须深化课本知识,以知识为载体,引导学生构建学科观念,提高思维能力。如何深化、提高,是值得探讨的课题,本文以案例的形式谈谈笔者在高考复习中的一点体会,以期的高考备考提供参考。

知识深化就是站在更高的层次上对知识进行认识和理解,其基本途径有如下几方面。

### 一、整合必修、选修模块中相同知识点,完善深化知识结构

高中几乎所有知识内容在必修教材中都有所涉及,在必修阶段时我们强调不能“一刀切”,不能“一步到位”。但到了高三复习阶段,由于必修模块相关知识在选修模块得到了拓展与加深,所以,在对相关知识的复习时,应引导学生打破模块的界限,从新的高度来审视相关的知识,使学生认识到知识的整体性和连贯性,完善学科知识,构建学科观念,达到深化知识的目的。

#### 案例 离子反应

离子反应是化学的核心知识,是培养学生“微粒观”、“转化观”、“平衡观”的载体。离子反应可分为复分解反应、氧化还原反应、水解反应等,反应本质其实是离子数目减少的反应,在必修1中主要是从复分解反应的角度来学习离子反应,从氧化还原反应角度来学习离子反应也是点到为止。在选修4中对溶液中离子反应进行了拓展深化,体现了教材知识体系螺旋上升的特点。所以,在高三复习时,就应站在新的高度,对必修1中的离子反应与选修模块中的离子反应进行整合深化,构建化学观念。

#### 1. 知识储备

首先引导学生按酸、碱、盐、氧化物的分类思想,从元素周期表找出常见元素对应弱酸、弱碱、难溶物、强氧化剂、强还原剂,让学生系统储备好这些知识,如第ⅦA中Cl元素对应的弱电解质常见的有HClO、HClO<sub>2</sub>等,对应的强氧化剂有HClO、

Cl<sub>2</sub>、ClO<sub>2</sub>、氯水等,第ⅡA金属元素Ba对应的难溶物有碳酸盐、硫酸盐、亚硫酸盐。

#### 2. 从宏观-微观-符号三重表征来理解离子反应的本质

引导学生系统总结离子反应的本质就是离子数目的减少,物质发生复分解反应(生成水、弱酸、弱碱、难溶物、气体)、氧化还原反应、双水解反应、形成配合物都可能导致离子数目的减少,所以都能发生离子反应。通过用离子方程来表征复分解反应、氧化还原反应、水解反应等宏观现象及离子共存、离子反应的竞争性有序性等题型的训练,让学生构建离子反应的本质。

#### 3. 从“平衡观”、“转化观”、“量变引起质变”等观念来深化离子反应

“变化观念与平衡思想”是化学核心素养之一,习题的训练与讲解是高三复习的主要模式。在离子反应复习中,可通过精选下面的题目,组织学生进行讨论,引导学生从“平衡观”、“转化观”、“量变引起质变”等观念来深化离子反应的学习。

(1) 以图表表征的形式,引导学生从沉淀溶解平衡、离子反应的角度解释大理石可溶于盐酸的过程(如图1)

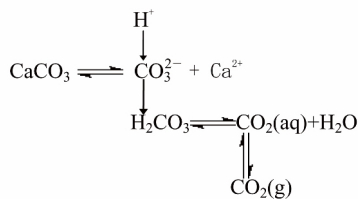


图1

(2) 在空气中,漂白粉中的次氯酸钙与水蒸气、二氧化碳发生反应,生成次氯酸与碳酸钙(2014年第6版的苏教版《化学1》第44页),为什么次氯酸钠与水蒸气、二氧化碳发生反应却生成碳酸氢钠与次氯酸,可引导学生从图2来分析。(已知:  $K_a(\text{HClO}) = 3 \times 10^{-8}$ ,  $K_a(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.3 \times 10^{-7}$ ,  $K_a(\text{HCO}_3^-) = 5.6 \times 10^{-11}$ )

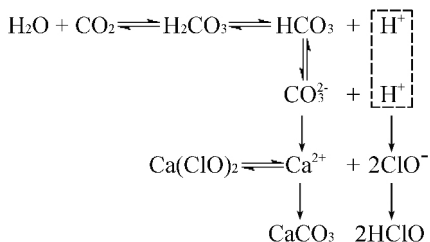


图2

(3) 侯德榜制碱工业中发生  $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$  的反应, 该反应不属于复分解反应的条件, 为什么可能进行

(4) 碳酸钡可转变为硫酸钡(难溶物可转变为更难溶物), 硫酸钡能转变为碳酸钡吗? 请从离子反应角度进行分析。已知:  $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = 1.07 \times 10^{-10}, K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3) = 2.58 \times 10^{-9}$ 。

(5)  $\text{H}_2\text{S}$  气体通入到  $\text{CuSO}_4$  溶液中, 为什么可生成  $\text{CuS}、\text{H}_2\text{SO}_4$ , 请从离子反应及平衡移动的角度加以分析。已知:  $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 1.27 \times 10^{-36}, K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) = 9.3 \times 10^{-7}, K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S}) = 5.6 \times 10^{-11}$ 。

(6) 沉钴工艺流程如图3所示, 请写出“沉钴”过程中的化学方程式(节选2013年全国新课标卷I题27第4小题)。

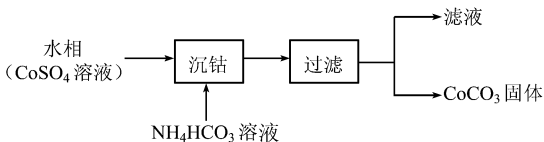


图3

该反应的微观探析过程可引导学生用图4来表征。

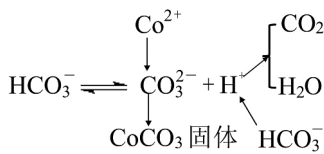


图4

(7) 往  $\text{CuSO}_4$  溶液中加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 产生的沉淀的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  还是  $\text{CuCO}_3$ , 请设计实验来验证。有同学说沉淀中可能  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ , 有可能吗? 请从离子反应的角度加以分析其的可能性。

通过上面这些问题的分析, 引导学生构建“微粒观”、“平衡观”、“转化观”、“量变引起质

变”等观念, 用这些观念来指导学生对宏观现象的微观解释, 深化离子反应的学习, 培养学生能辨证地看问题的习惯。

## 二、发挥概念和原理的工具性作用, 深化元素及其化合物的学习

高一学生在学习《必修1》中元素及其化合物相关反应时, 可能更多偏重于机械记忆, 如果在高三化学复习时还是强调学生去死记硬背这些化学方程式, 效果是可想而知。在高三复习时, 应重视理论知识对元素及其化合物学习的指导作用, 引导学生结合元素周期律、物质的类属通性、氧化还原性、微粒观、守恒观、平衡观等理论知识来进行学习, 注意总结化学反应的基本规律, 既活化了《化学反应原理》中相关知识的灵活应用, 又加深了元素及化合物相关反应的理解与记忆, 使学生温旧知新, 融会贯通。

**【案例】**氯水 氯水是必修1中重要的知识, 是氯气溶于水所得的水溶液, 存在着可逆的动态平衡反应。在复习时应注意选修模块中相关原理对其指导的作用, 可以从微粒观、守恒观、平衡转化观、氧化还原反应等多个维度来设计题目来深化知识。如可以组织学生依次讨论下面的问题, 深化学生对知识的理解。

1. 新制的氯水有哪些性质, 请从新制氯水存在哪些分子或离子来解释。

2. 在  $\text{pH} = 1$  时, 可大量共存且形成无色溶液的一组离子或分子是( )。

- A.  $\text{Ca}^{2+}、\text{CH}_3\text{COOH}、\text{Br}^-、\text{Na}^+$
- B.  $\text{NO}_3^-、\text{Fe}^{3+}、\text{Mg}^{2+}、\text{SO}_4^{2-}$
- C.  $\text{HClO}、\text{Ba}^{2+}、\text{Na}^+、\text{Cl}^-$
- D.  $\text{K}^+、\text{Cl}^-、\text{Al}^{3+}、\text{SO}_3^{2-}$

3. 图5、图6是氯水中  $\text{pH}$ 、氧气浓度随光照时间变化图, 请写出相关的化学方程式, 请从化学视角解释生活中三个小窍门: (1) 用来养金鱼的自来水要放在太阳下晒一晒, 尽量用烧开水煮饭, 烧开水多煮一会。

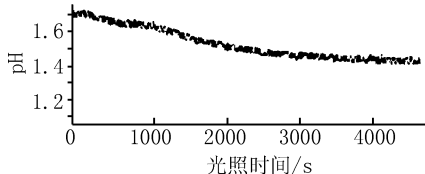


图5

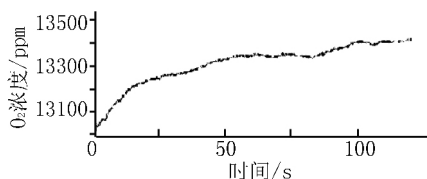


图6

4. 在海带灰浸出液中滴加淀粉和氯水,溶液变蓝,但氯水过量时,蓝色消失,用离子方程式解释其原因。

5. 某工厂排出的废水中含有氯水,为了除去废水中游离态氯,可选用的试剂是( )。

- A. 熟石灰      B. 亚硫酸钠  
C. 碳酸钠      D. 硫酸钠

6. 在某氢氧化钠溶液中滴几滴酚酞,溶液显红色,再加入氯水,溶液褪色,请分析溶液褪色的原因可能有:(1) \_\_\_\_\_, (2) \_\_\_\_\_, 请设计实验验证褪色的原因。

7. 你可以用哪些方法证明氯气与水反应是可逆的?

8. “84”消毒液与洁厕灵混合后有黄氯气体产生,写出反应的离子方程式。

9. 常温下,氯气-氯水体系中存在哪些平衡? 分别写出平衡常数表达式。

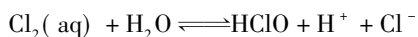
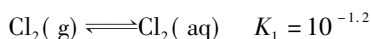
如果(1)已知氯气在 25℃、100kPa 时,在 1L 水中可溶解 0.09mol 氯气,实验室测得溶于水的氯气约有 1/3 与水反应,估算该反应的平衡常数。

(2) 用氯气处理饮用水时,夏季的杀菌效果比冬季效果好吗?

(3) 如果增大氯气的压强,氯气在水中的溶解度将如何变化,平衡将如何移动?

(4) 加入少量 NaOH 固体,平衡将如何移动?

10. 氯在饮用水处理中常用作杀菌剂,且 HClO 的杀菌能力比 ClO<sup>-</sup> 强。25℃ 时氯气-氯水体系中存在以下平衡关系:



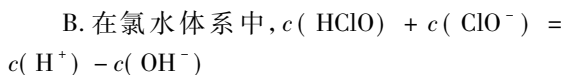
$$K_2 = 10^{-3.4}$$



其中 Cl<sub>2</sub>(aq)、HClO 和 ClO<sup>-</sup> 分别在三者中所占分数(α) 随 pH 变化的关系如图 7 所示。下列表述正确的是( )。



$$K = 10^{-10.9}$$



C. 用氯处理饮用水时,pH = 7.5 时杀菌效果比 pH = 6.5 时差

D. 氯处理饮用水时,在夏季的杀菌效果比在冬季好

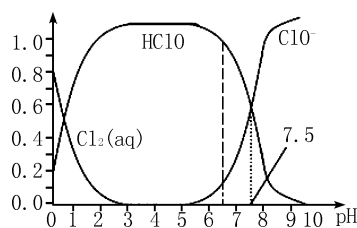


图7

11. 图 8 是“家用消毒液发生器”,以精盐与自来水为原料来制备消毒液,你觉得外接电源的正负极接对了吗? 写出制消毒液的相关化学方程式。

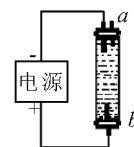


图8

12. 在 25℃ 时,氯气-氯水体系中,Cl<sub>2</sub>(aq)、HClO、ClO<sup>-</sup> 所占分数随 pH 变化的关系如图 9 所示。

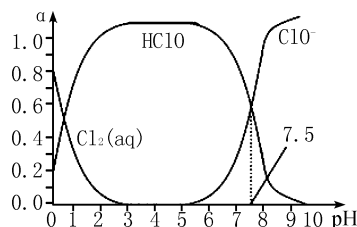


图9

(1) 求出 HClO 的电离平衡常数。

(2) 分别写出氯水中的电荷守恒、物料守恒和质子守恒式。

(3) 用氯气处理饮用水时,溶液的 pH 应控制在什么范围? (已知 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 的 K<sub>a1</sub> = 4.2 × 10<sup>-7</sup>, K<sub>a2</sub> = 5.6 × 10<sup>-11</sup>)

(4) 能否通过加入碳酸钠的方法提高氯水中 HClO 的浓度,写出相关的离子方程式。

评注 上面对氯水的复习,在题目的设计上,打破了模块间的界限,注重选修 4 相关理论知识对必修 1 中元素及其化合物学习的指导。关注整

个化学知识体系,从日常生活和生产、实验活动等维度去创设情境,引导学生在新情境中解决新问题,在解决新问题中巩固旧知识,生成新知识。从微粒观、转化观、平衡观、氧化还原反应去深化元素及其化合物的学习。

### 三、回归课本,重视知识的再认识,深化知识的应用

教育部考试中心姜钢主任认为“一体四层四翼”的高考评价体系中的“四翼”主要体现在对“基础性、综合性、应用性、创新性”四个方面的考查要求。2017年高考化学考试大纲契合课程标准的修订理念,突出应用性和创新性,体现对化学学科核心素养的考查。增加了原电池和电解池的应用、常见无机物及有机物的应用,强化对“科学精神与社会责任”的考查。可见,高考复习要回归课本,拓展对课本知识的再认识,联系生活及生产实际,深化知识应用的必要性。

#### 【案例】电化学

例 (2017年全国新课标卷I第11题)支撑海港码头基础的钢管桩,常用外加电流的阴极保护法进行防腐,工作原理如图10所示,其中高硅

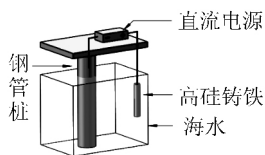


图10

铸铁为惰性辅助阳极。下列有关表述不正确的是( )。

- A. 通入保护电流使钢管桩表面腐蚀电流接近于零
- B. 通电后外电路电子被强制从高硅铸铁流向钢管桩
- C. 高硅铸铁的作用是作为损耗阳极材料和传递电流
- D. 通入的保护电流应该根据环境条件变化进行调整

此题,“源于课本,高于课本”,以外加电流的阴极保护法进行防腐的应用实例为载体,考查学生的电化学知识。外加电源的阴极保护法,教材简单介绍过,绝大多数考生并不陌生。但许多考生对该题都感到困惑和迷茫,说明考生对电化学反应原理认识的肤浅,有部分教师和学生只是停留于感性认识(被保护的金属与电源的负极相连

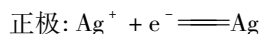
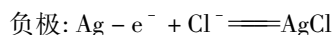
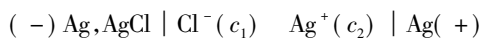
或被保护金属与电源负极相连,有较多电子提供给它,不用金属失电子,就被保护了),鲜有教师能引导学生结合生活实际,去深入理解保护原理,如外加电源的负极连接被保护的金属,那正极接什么材料,该保护装置是利用电解池原理,还是利用原电池原理,电子流动方向和电流方向如何,如何形成闭合回路,连接电源正负极的材料上发生什么反应等。这也是“一体四层四翼”的高考评价体系中“一体”对教学的导向作用:重视电化学知识的再认识,深化电化学原理的应用。所以电化学的复习,可以引导学生从下面几方面来深化化学知识。

#### 1. 对知识的再认识

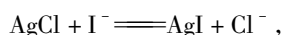
对课本或资料上构成原电池的条件探讨:

(1)原则上,任何氧化还原反应都可以设计成半电池,两个半电池连通就可以形成原电池。而两个氧化还原半反应的总反应则可以是氧化还原反应,也可以不是氧化还原反应。

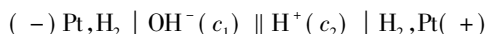
①如可将直接沉淀反应  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$  设计成原电池:



②也可将沉淀转化反应:



③中和反应  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$  是非氧化还原反应,可将其设计成原电池,氢电极时:



氧电极时,  $(-) \text{Pt}, \text{O}_2 | \text{OH}^-(c_1) \parallel \text{OH}^-(c_2) | \text{O}_2, \text{Pt} (+)$

(2)不一定要电解质溶液: 如有的是熔融状态的碳酸盐或固体的  $\text{ZrO}_2 \cdot \text{Y}_2\text{O}_3$ ;

(3)原电池的构成条件,不一定要两个活泼性不同的的电极,如燃料电池以两个活泼性相同的碳棒为电极;

(4)不一定要有“自发的氧化还原反应”才能形成原电池,如浓度差电池,温差电池;

(5)离子的放电顺序除了跟离本身性质有关外,还跟离子的浓度、溶液的酸碱性、电极材料、电压大小、是否形成络合物或形成沉淀等因素有关,

放电跟阴、阳离子没有绝对关系,电解过程中阳离子也可失去电子,如2013年高考重庆理综第11题考查了 $\text{NO}_3^-$ 在阴极放电,2013年福建理综化学第23题、天津理综化学第9题、2014年北京理综化学第28题均考查了 $\text{Fe}^{2+}$ 在阳极放电。

通过上面问题的讨论,引导学生从“电位差”“放电能力”的角度来理解电化学原理,深化知识的再认识。

2. 联系生活,深化应用

高考试题让考生面对比较复杂且陌生的情境,考查他们是否正确掌握电化学基本原理,是否具备在新情境中运用所学知识对现象做出正确解释或推测的能力。试题着眼于考查考生运用所学知识,理解、分析、解决问题的能力,测试考生的化学学科核心素养发展水平。所以,对电化学的复习,应深化知识的应用。如原电池原理及应用课的教学,教师借助展示目前电池应用及存在的问题,以单液电池→盐桥双液电池→隔膜电池为主线设置教学,用问题情境引导学生回忆巩固基础知识,激励学生评价单液电池的缺点,引导学生设计盐桥双液电池,再说明盐桥存在内阻大的问题,与学生共同设计隔膜电池。金属的腐蚀与防护可精选下面的习题加以训练,达到知识的再认识。

1. 铁及其化合物与生产、生活关系密切。(水线腐蚀问题)

(1) 图11是实验室研究海水对铁闸不同部位腐蚀情况的剖面示意图。

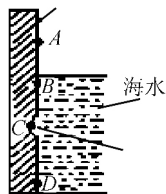


图11

- ①该电化腐蚀称为\_\_\_\_\_。
- ②图中A、B、C、D四个区域,生成铁锈最多的是\_\_\_\_\_(填字母)。
- ③写出铁闸腐蚀的电极反应与电池反应\_\_\_\_\_。

2. 将NaCl溶液滴在一块光亮清洁的铁板表面上,一段时间后发现液滴覆盖的圆周中心(a)已被腐蚀而变暗,在液滴外形成沿棕色铁锈环(b),如图12所示。导致该现象的主要原因是液滴之下氧气含量比边缘少。

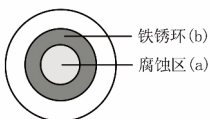
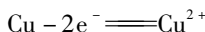


图12

下列说法正确的是( )。

- A. 液滴中的 $\text{Cl}^-$ 由a区向b区迁移
- B. 液滴边缘是正极区,发生的电极反应为:  
 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$
- C. 液滴下的Fe因发生还原反应而被腐蚀,生成的 $\text{Fe}^{2+}$ 由a区向b区迁移,与b区的 $\text{OH}^-$ 形成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,进一步氧化、脱水形成铁锈
- D. 改用嵌有一铜螺丝钉的铁板,在铜铁接触处滴加NaCl溶液,则负极发生电极反应



4. 铜板上铁铆钉处的吸氧腐蚀原理如图13所示,下列有关说法中,不正确的是( )。

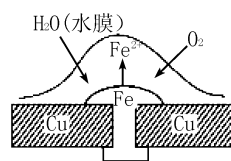


图13

- A. 负极电极反应为:  
 $\text{Fe} - 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$
- B. 此过程中还涉及反应:  
 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
- C. 此过程中铜并不被腐蚀
- D. 此过程中电子从Fe移向Cu

5. 在城市中地下常埋有纵横交错的管道和输电线路,有些地面上还铺有地铁或城轨的铁轨,当有电流泄漏入潮湿的土壤中,并与金属管道或铁轨形成回路时,就会引起后者的腐蚀。原理简化如图14所示。则下列有关说法不正确的是( )。

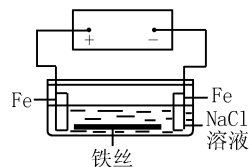


图14

- A. 原理图可理解为两个串联电解装置
  - B. 溶液中铁丝被腐蚀时,左侧有无色气体产生,附近产生少量白色沉淀,随后变为灰绿色
  - C. 溶液中铁丝左端电极反应式为:  
 $\text{Fe} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$
  - D. 地下管线被腐蚀,不易发现,维修也不便,故应将埋在地下的金属管道表面涂绝缘膜(或油漆等)
- 高考复习是知识系统和深化的过程,以上是笔者在高考复习中的一点体会,以期能为高考备考提供一点参考。

湛江市中小学教育科学“十三五”规划课题“全国卷理科综合高考备考策略研究”2017ZJYB107)成果之一。

(收稿日期:2017-11-10)