

化学新课标新增知识点进入高考学生答题情况 对高中教学的启示

董诗洋, 许利闽*

(福建师范大学化学与材料学院, 福建 福州 350007)

摘要:2009 年高考福建理综卷化学新增知识点——“盖斯定律”和“沉淀溶解平衡”学生得分率不高. 通过抽样, 分析研究了学生答题过程中错误的主要原因是概念迷思、概念含糊, 提出了概念教学中要重视概念的建立过程; 准确理解概念意义与适用条件; 不断迁移应用发展概念.

关键词:高考; 新增知识点; 答题分析; 教学启示

中图分类号:G 420

文献标志码:B

文章编号:0438-0479(2011)S-0152-04

2009 年普通高等学校招生全国统一考试福建省理科综合考试说明(化学)在必考内容部分新增了“盖斯定律”、“难溶物溶解平衡”两个知识点^[1], 并明确了考试要求, 既“了解热化学方程式的含义, 能正确书写热化学方程式, 能用盖斯定律进行有关反应热的简单计算”、“了解难溶电解质的溶解平衡”. 这些内容对学生从理论高度认识化学学科、从定量角度认识化学反应中的物质变化和能量变化、了解化学学科研究方法、提升学生化学科学素养等具有相当重要的作用.

2009 年高考福建理综卷化学试题, 对新增知识点盖斯定律知识的考查以能力测试为主导, 注重对学科能力和学科思想、方法应用的考查. 盖斯定律主要通过 23 题呈现元素周期表的相关信息, 从中考查学生对盖斯定律知识的掌握与应用, 重点考查学生获取与处理信息的能力、应用基本的热化学知识分析问题, 以及在分析、综合基础上解决问题的能力, 并能应用盖斯定律计算反应热; 而沉淀溶解平衡则通过 24 题铝土矿中提取氧化铝的工艺流程, 来考查学生通过读懂流程图, 转化关系图应用溶解平衡关系来解决生产工艺问题.

1 2009 年高考福建理综卷化学新增 知识点答题情况

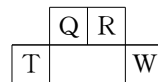
1.1 新增知识点“盖斯定律”

收稿日期: 2011-04-22

* 通信作者: xulimin321@163.com

1.1.1 考点分析

[试题(2009 年高考福建理综卷第 23 题)] 短周期元素 Q、R、T、W 在元素周期表中的位置如下图所示, 其中 T 所处的周期序数与主族序数相等, 请回答下列问题:

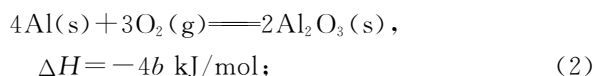
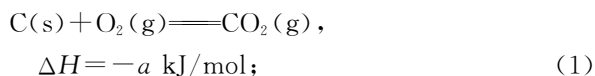


- 1) T 的原子结构示意图为_____.
- 2) 元素的非金属性为(原子的得电子能力): Q _____ W(填“强于”或“弱于”).
- 3) W 的单质与其最高价氧化物的水化物浓溶液共热能发生反应, 生成两种物质, 其中一种是气体, 反应的化学方程式为_____.
- 4) 原子序数比 R 多 1 的元素是一种氢化物能分解为它的另一种氢化物, 此分解反应的化学方程式是_____.
- 5) R 有多种氧化物, 其中甲的相对分子质量最小. 在一定条件下, 2 L 的甲气体与 0.5 L 的氯气相混合, 若该混合气体被足量的 NaOH 溶液完全吸收后没有气体残留, 所生成的 R 的含氧酸盐的化学式是_____.
- 6) 在 298 K 下, Q、T 的单质各 1 mol 完全燃烧, 分别放出热量 a kJ 和 b kJ. 又知一定条件下, T 的单质能将 Q 从它的最高价氧化物中置换出来, 若此置换反应生成 3 mol Q 的单质, 则该反应在 298 K 下的 $\Delta H =$ _____ (注: 题中所设单质均为最稳定单质)

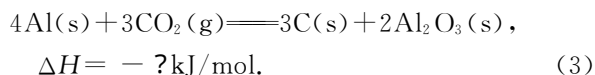
[分析] 本题中的(6)小题为新课程的新增知识点,主要考查对盖斯定律本质的理解及意义的应用,热化学方程的正确书写、计算等.将本知识点的化学过程进行分解,可分为4个阶段:

- 1) 从T在元素周期表的位置与族序数相等这一条件推断出T、Q是什么元素;
- 2) 写出热化学方程式;
- 3) 准确标出“吸”、“放”热过程;
- 4) 依据盖斯定律计算反应热.

从该题给予的信息Q、R、T、W为短周期元素,以及T在元素周期表的位置与族序数相等这一条件,可以推出T为Al(铝元素),Q为C(碳元素).那么在298 K下,Q、T的单质各1 mol完全燃烧,分别放出热量a kJ和b kJ,这里要注意1 mol对应的分别是a kJ和b kJ并且是放出热量应为“-”,故可写出热化学方程式:



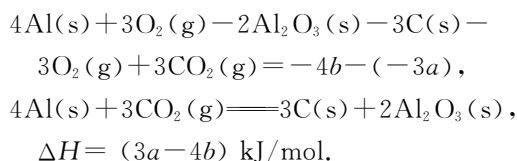
再根据T的单质能将Q从它的最高价氧化物中置换出3 mol Q的单质,求该反应在298 K下的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$ 可写出:



依据盖斯定律^[2](这里要注意置换出3 mol Q的单质):

$$(3) = (2) - 3 \times (1),$$

得:



尽管该题对新增知识点所考察过程较为简单,而考生的答题情况却并不理想,从2009年福建省理综高考阅卷情况来看,该题平均分为0.787分(满分为3分),得分率仅为26.23%,该题得满分的考生数仅20.00%,得0分的考生数高达70.67%.

1.1.2 考生答题出错点分析

1) 对热化学方程式含义不理解

在对答卷抽样分析中发现,70.67%未得分的考生中,有45.32%的考生的答案为(3a-b)说明这些考生对热化学反应方程式的含义理解有误,使得对热化学反应方程式中焓变与系数的相对应概念缺失,题目中

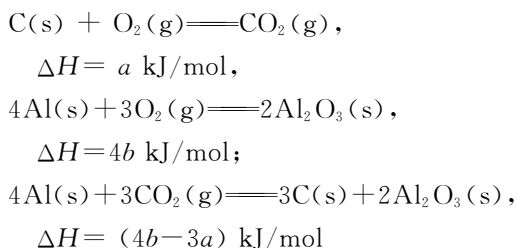
明确指出“Q、T的单质各1 mol完全燃烧,分别放出热量a kJ和b kJ.”考生作答过程中对热化学方程式表示的是反应已完成的数量, ΔH 与反应完成物质的量有关,所以方程式中化学式前面的化学计量数必须与 ΔH 相对应没有概念,导致错误的将反应 $4\text{Al(s)} + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}); \Delta H = -4b \text{ kJ/mol}$;写成 $\Delta H = -b \text{ kJ/mol}$.

2) 混淆“吸”“放”热概念

在70.67%未得分的考生中,有48.48%的考生答案为(4b-3a) kJ/mol或(b-3a) kJ/mol,从这个错误答案中不难看出考生对于“放热”和“吸热”这两概念理解不充分.题目中明确地说“Q、T的单质各1 mol完全燃烧,分别放出热量a kJ和b kJ”,也就是说这两个反应的 ΔH 分别为-a kJ/mol和-b kJ/mol,考生只要知道“放热”时规定 ΔH 为负就可以轻松地得到正确答案.

3) 对用字母标示具体数据理解迷茫

对于(4b-3a) KJ/mol或(b-3a) kJ/mol错误答案,考生可能还存在另外一种错误的理解,题目中有这样的表达:“分别放出热量a kJ和b kJ”,考生将其错误认为“放出热量”所要表达的“-”的含义已经包含在了字母“a和b”里,符号弄错,导致得出:

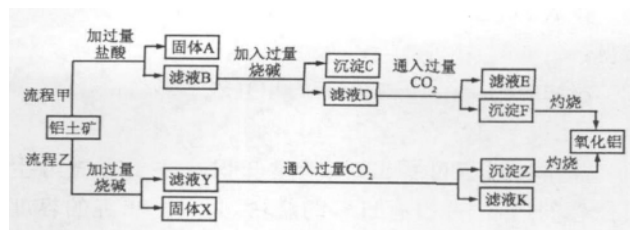


的错误结果.

1.2 新增知识点“沉淀溶解平衡”

1.2.1 考点分析

[试题(2009年高考福建理综卷第24题)] 从铝土矿(主要成分是 Al_2O_3 ,含 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 MgO 等杂质)中提取氧化铝的两种工艺流程如下:



请回答下列问题:

1) 流程甲加入盐酸后生成 Al^{3+} 的方程式为

2) 流程乙加入烧碱后生成 SiO_3^{2-} 的离子方程式为_____.

3) 验证滤液 B 含 Fe^{3+} , 可取少量滤液并加入_____ (填试剂名称).

4) 滤液 E、K 中溶质的主要成份是_____ (填化学式), 写出该溶液的一种用途_____.

5) 已知 298 K 时, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶度积常数 $K_{\text{sp}} = 5.6 \times 10^{-12}$, 取适量的滤液 B, 加入一定量的烧碱达到沉淀溶解平衡, 测得 $\text{pH} = 13.00$, 则此温度下残留在溶液中的 $c(\text{Mg}^{2+}) =$ _____.

[分析] 本题中的第(5)小题是新课程的新增考点沉淀溶解平衡问题, 该题的考点包含了对 pH 的认识与理解、溶度积常数的理解. 主要考查考生对 pH 、浓度积概念的理解程度. 要解答该题只要考生对 pH 、溶度积概念清楚即可轻松作答.

从题意“加入一定量的烧碱达到沉淀溶解平衡, 测得 $\text{pH} = 13.00$ ”以及“ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶度积常数 $K_{\text{sp}} = 5.6 \times 10^{-12}$ ”可将本题的化学过程分解为:

1) 根据达到沉淀溶解平衡 $\text{pH} = 13.00$, 可求得 $[\text{H}^+]$ 、 $[\text{OH}^-]$;

2) 写出 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶度积表达式: $K_{\text{sp}} = c(\text{Mg}^{2+})c^2(\text{OH}^-) = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$;

3) 将 K_{sp} 、 $[\text{OH}^-]$ 代入 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶度积表达式计算出 $[\text{Mg}^{2+}]$;

解决问题时可根据题意利用 $\text{pH} = 13.00$ 得出:

$$[\text{H}^+] = 10^{-13} \text{ 推得 } [\text{OH}^-] = 10^{-1}.$$

从 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶度积常数 $K_{\text{sp}} = 5.6 \times 10^{-12}$ 出发, 依据溶度积、溶度积常数概念(在一定温度下, 难溶电解质在它的饱和溶液中达成溶解平衡时, 离子浓度(严格说应为离子活度)的幂乘积, 叫溶度积, 习惯上用 K_{sp} 表示.^[2])可得:

$$K_{\text{sp}} = c(\text{Mg}^{2+})c^2(\text{OH}^-) = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2,$$

$$c(\text{Mg}^{2+}) = [\text{Mg}^{2+}] = K_{\text{sp}}/[\text{OH}^-]^2,$$

$$\text{已知: } K_{\text{sp}} = 5.6 \times 10^{-12} \quad [\text{OH}^-] = 0.1,$$

$$\text{代入 } c(\text{Mg}^{2+}) = [\text{Mg}^{2+}] = K_{\text{sp}}/[\text{OH}^-]^2,$$

求得:

$$c(\text{Mg}^{2+}) = [\text{Mg}^{2+}] = K_{\text{sp}}/[\text{OH}^-]^2 = 5.6 \times 10^{-12}/10^{-2} = 5.6 \times 10^{-10}.$$

从解题过程可看出, 该新增知识点主要考查考生对概念的理解, 并没有过多的绕弯, 是一个单纯的溶度积常数计算题. 但从阅卷情况来看, 该题平均分很低仅为 0.441 分(满分为 2 分), 得分率仅为 22.05%, 该题得满分的考生数仅 19.55%, 得 0 分的考生数高达

75.45%.

1.2.2 考生答题出错点分析

从对试卷抽样统计结果来看, 学生错误答案主要有两种:(i) 溶度积概念迷思, (ii) 不理解 pH 的含义.

1) 溶度积概念迷思

对抽样样本分析发现 41.23% 的错误为:

$$[\text{Mg}^{2+}] \cdot 2[\text{OH}^-] = K_{\text{sp}},$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = K_{\text{sp}}/2[\text{OH}^-] =$$

$$5.6 \times 10^{-12}/2 \times 10^{-1} =$$

$$2.8 \times 10^{-11}$$

和

$$[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-] = K_{\text{sp}},$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = K_{\text{sp}}/[\text{OH}^-] = 5.6 \times 10^{-12}/10^{-1} =$$

$$5.6 \times 10^{-11}.$$

而溶度积指的是在一定温度下, 难溶电解质在它的饱和溶液中达成溶解平衡时, 离子浓度(严格说应为离子活度)的幂乘积. 学生在学习概念时受到前面知识的影响, 如: 离子方程式的书写要电荷平衡等, 因此, 一开始就有了先入为主的最初的想象及看法和观点, 使得学生概念迷失.

另外, 有些参考书对溶度积是这样表述的“溶度积是微溶解的固相与溶液中相应离子达到平衡时的离子浓度的乘积, 只与温度有关.”像这样字意造成的混淆, 也是造成学生概念迷失的一个因数.

2) 不理解 pH 的含义

还有 50.17% 的考生, 对 $\text{pH} = 13$ 的含义模糊, 也不知道其与 $[\text{H}^+]$ 、 $[\text{OH}^-]$ 之间存在着何种关系. pH (hydrogen ion concentration) 氢离子浓度指数^[2], 即 pH 值, 与 $[\text{H}^+]$ 之间存在着 $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$. 当 $\text{pH} = 13$ 时 $[\text{H}^+] = 10^{-13}$. 又在 298 K (25 °C) 的时候, 水的离子积 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$, 那么就有 $\lg K_w = \lg[\text{H}^+] + \lg[\text{OH}^-]$, 此时 $\text{pOH} = 14 - \text{pH}$. 当 $\text{pH} = 13$ 时就有 $\text{pOH} = 1$, 此时 $[\text{OH}^-] = 10^{-1}$.

2 学生答题情况对高中教学的启示

2009 年新增知识点考察过程就本身而言都较为简单, 应该说中等水平的学生一般都应该做对, 但实际情况并非如此, 失分率远远高于预想的情况. 值得思考?

2.1 准确理解概念意义与适用条件

准确理解化学概念是学好化学的前提, 化学概念不仅是建立化学科学体系和进行化学学习的基础性知

识,而且是用来进行推理、判断等思维活动的最基本工具. 概念的学习,不应是简单的字义解读与平铺直叙,也不是靠知识的堆积与背出来的,即使记住了,但不理解其含义,照样不会运用. 从高考学生答题的情况可以看出,准确理解化学概念的含义是解决化学问题的关键.

2.2 重视概念建立过程

教学中要提供尽可能充足的化学事实,帮助学生建立概念;注意应用准确、简明、逻辑性强的语言抽象化学事实与化学现象的本质属性,通过正反例的分析及概念范围、条件的讨论,引导学生理解概念并自己给概念下定义,及时通过概念的应用巩固概念.

2.3 不断迁移应用发展概念

教师应把课堂上传授知识的过程转变为学生主动

学习的过程,引导学生从“学会”到“会学”,为学生提供尽可能广泛的思维和想象空间,让学生充分体会到概念的涵义、思维方法在社会生活及科学研究中的应用,并在后续的应用中发展概念.

参考文献:

- [1] 福建省教育厅高考考试说明编写组. 2009 年普通高等学校招生全国统一考试福建省理科综合考试说明[M]. 福州:福建教育出版社,2008:26-28.
- [2] 北京师范大学无机化学教研室. 无机化学(上)[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社,2008.