

利用高考试题提升学科理解 ——以2023年江苏高考化学第7题为例

董拥军

(南京师范大学附属扬子中学 江苏 南京 210048)

摘要:充分挖掘高考真题的素养教学功能,可以充分发挥高考对日常教学的指导作用。从化学学科理解的角度,深度剖析高考真题蕴含的“核心价值、学科素养、关键能力、必备知识”,并将之与日常的教学工作联系起来,真正实现“以考促教”和“以考促学”。从本原性和结构化两个层面深入挖掘高考真题的素养教育功能,才能更好地培养学生的学科核心素养,学生才能通过化学学科的学习逐步形成正确价值观、必备品格和关键能力。

关键词:高考;引导作用;素养教学功能;以考促教;学科理解

文章编号:1002-2201(2024)04-0063-04

中图分类号:G632.479

文献标识码:C

《普通高中化学课程标准(2017年版)》^[1](下称“新课标”)要求开展基于学生化学学科核心素养发展的课堂教学实践,对化学教师的专业素养提出了更高的要求,要求教师进一步增进化学学科理解,提升课堂教学能力。“化学学科理解是指教师对化学学科知识及其思维方式和方法的一种本原性、结构化的认识,它不仅仅只是对化学知识的理解,还包括对具有化学学科特质的思维方式和方法的理解。”

从中可以看出“化学学科理解”是一种认识,认识“化学学科理解”的方式是“本原性”和“结构化”;认识“化学学科理解”的内容是“化学知识”“化学学科特质的思维方式”和“化学学科特质的思维方法”。具体如图1所示。

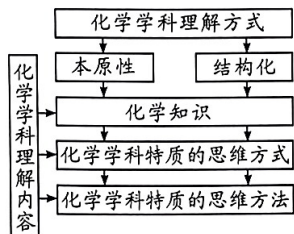


图1 化学学科理解方式与内容关系

以某一化学知识点为例,一方面要考查对该知识点的本原性理解,另一方面要考查该知识点与其他知识点的关联,即该知识在某一个知识网络中所处的位置和作用,方能深入发挥高考题的引导作用。

一、试题及分析

1. 试题

(2023年江苏高考7题)下列物质结构与性质或物质性质与用途具有对应关系的是()。

- A. H_2 具有还原性,可作为氢氧燃料电池的燃料
- B. 氨极易溶于水,液氨可用作制冷剂
- C. H_2O 分子之间形成氢键, $H_2O(g)$ 的热稳定性比 $H_2S(g)$ 的高
- D. N_2H_4 中的 N 原子与 H^+ 形成配位键, N_2H_4 具有还原性

2. 深度剖析

(1) 往年高考考情分析。

2020年江苏卷3题、2021年江苏卷4题、2022年江苏卷7题中常见元素及其化合物性质与用途的对应关系判断考情分析:物质与性质对应关系判断是江苏高考的必考内容,属于热点问题,以元素及其化合物为知识载体,考查常见物质的性质和用途,解题的关键是熟悉常见物质的重要性质,理解性质决定用途以及性质与用途之间的对应关系。在化学学习中,要重视对物质的“结构—性质—用途”关系的理解,能将物质的宏观性质和用途与物质的微观结构建立联系,进而确定解决这类问题的方向。

(2) 相应考点的变革。

2020—2022年高考都是考查“有关物质的性质

与用途”是否具有“对应关系”,关于“物质的性质”和“物质的用途”的叙述有没有科学性错误,考查的是这两者之间是否具有内在的逻辑关系,即能否从“物质的性质”推导出“物质的用途”,或能否从“物质的用途”倒推出该物质的性质。物质的性质具有多样性,这也决定了物质用途的多样性,但物质多样性的性质是如何一一决定物质多样性的用途?这里面的逻辑推理才是学生关键能力的重要组成部分。

2023年江苏高考第7题题目变成了“物质结构与性质或物质性质与用途”,包括了“物质结构”与“物质性质”的对应关系、“物质性质”与“物质用途”的对应关系,题目变得相对较难。

题目中的A、B选项呈现相同的特征:前半句表述“物质的性质”,后半句表述“物质的用途”;C、D选项呈现相同的特征:前半句表述“物质的结构”,后半句表述“物质的性质”。

整个题目所考查的知识点共有7个:还原性、燃料电池、氨气的溶解性、制冷剂、氢键、气态氢化物的稳定性、配位键。

二、本原性理解

化学学科的本原性理解首先要求学生知道这些知识点在教材中是如何表述的(以人教版2019年版为例)。

1. 还原性

在人教版化学必修第一册23页是这样描述的:还原剂具有还原性,反应时本身被氧化。可以从两个方面理解:什么物质有还原性?如何判断该物质在反应中体现还原性?

还原剂具有还原性,那么还原剂又是什么?同页中有这样的叙述:在反应时,所含元素的化合价升高,即失去电子(或电子对偏离)的物质是还原剂。综合上文的说法可以得出:所含元素化合价升高体现的性质就是还原性。而在化学必修第一册22页中这样描述:元素的化合价升高,物质被氧化。

要判断一个物质是否具有还原性,在反应过程中要看该物质本身能否被氧化,也就是说,该物质中是否有元素的化合价可以升高。

2. 燃料电池

首次出现在人教版选择性必修1《化学反应原

理》98页,是这样描述的:①燃料电池是一种连续地将燃料和氧化剂的化学能直接转化为电能的化学电源;②氢氧燃料电池以氢气为燃料,氧气为氧化剂,铂作电极材料,电解质溶液可以是酸性的,也可以是碱性的。

将人教版教材关于“还原性”和“燃料电池”的叙述联系起来看:氢氧燃料电池中氧气为氧化剂,氢气为燃料,是还原剂,可以被氧气氧化,利用了氢气的还原性。

3. 氢键

在人教版选择性必修2《物质结构与性质》57页提道:常见的物质中,水是熔、沸点较高的液体之一;冰的密度比液态水的小。为了解释水的这些奇特性质,人们提出了氢键的概念。氢键是除范德华力之外的另一种分子间作用力,它是已经与电负性很大的原子形成共价键的氢原子(如水分子中的氢)与另一个电负性很大的原子(如水分子中的氧)之间的作用力。氢键的存在,大大加强了水分子之间的作用力,使水的熔、沸点较高。后来证明,氢键普遍存在于已经与N、O、F等电负性很大的原子形成共价键的氢原子与另外的N、O、F等电负性很大的原子之间。例如,不仅氟化氢分子之间以及氨分子之间存在氢键,而且它们跟水分子之间也存在氢键。

4. 氨气的溶解性

相关叙述出现在人教版必修第二册14页:氨是一种极易溶于水的气体,在常温常压下,1体积水大约可溶解700体积氨。

在人教版选择性必修2《物质结构与性质》59页提道:从分子结构的角度看,存在“相似相溶”的规律。通过对许多实验的观察和研究,人们得出一个经验性的“相似相溶”的规律:非极性溶质一般能溶于非极性溶剂,极性溶质一般能溶于极性溶剂。水是极性溶剂,根据“相似相溶”,极性溶质比非极性溶质在水中的溶解度大。由此可以推出,因为氨是极性分子,所以易溶于水。

如果存在氢键,则溶剂和溶质之间的氢键作用力越大,溶解性越好。因氨分子会与水分子形成分子间氢键,这也是氨极易溶于水的原因之一。

5. 制冷剂

相关描述在人教版化学必修第二册 14 页:氨很容易液化,液化时放热。液氨汽化时要吸收大量的热,使周围温度急剧降低。因此,液氨可用作制冷剂。

基于学科本原,物质的微观结构决定了物质的宏观性质,那么物质体现的宏观性质应该在物质的微观结构上找到解释,微观上到底是物质的什么结构决定了该物质在宏观上体现这样的性质?所以还可以进一步追问:为什么液氨汽化时要吸收大量的热?

综合上面关于氨和氢键的表述,可以这样解释:液氨在汽化时不但要破坏分子间作用力,还要破坏分子间氢键,从而要吸收大量的热,使周围温度急剧降低。因此,液氨可用作制冷剂。这样才体现了微观上的结构决定了宏观上的性质,宏观上的性质在微观上才能找到对应结构的解释。

人教版化学选择性必修 2《物质结构与性质》63 页练习与应用第 8 题第(4)小题:同样是三角锥形的氢化物,氨气在水中极易溶解,并且很容易液化(常用作冷库中的制冷剂),而同主族的磷化氢(PH_3)却没有这些性质。

6. 气态氢化物的稳定性

人教版化学必修第一册 97 页提道:一般情况下,元素的非金属性强弱可以根据其最高价氧化物的水化物酸性强弱,或与氢气生成气态氢化物的难易程度及氢化物的稳定性来判断。从中得出的规律是元素的非金属性越强,则气态氢化物越稳定。

在人教版选择性必修 2《物质结构与性质》25 页提道:电负性的大小也可以作为判断金属性和非金属性强弱的依据。24 页提道:电负性的概念是由美国科学家鲍林提出的,用来描述不同元素的原子对键合电子吸引力的大小。电负性越大的原子,对键合电子的吸引力越大。

由上面的叙述得出,元素的非金属性越强,电负性越大,对键合电子的吸引力越大。52 页提道:共价键有极性共价键和非极性共价键。由不同原子形成的共价键,电子对会发生偏移,是极性键。54 页提道:键的极性对物质的化学性质有重要影响。三氟乙酸的酸性强于三氯乙酸,这是由于氟的电负性大于氯

的电负性, $\text{F}-\text{C}$ 键的极性大于 $\text{Cl}-\text{C}$ 键的极性,使 $\text{F}_3\text{C}-$ 的极性大于 $\text{Cl}_3\text{C}-$ 的极性,导致三氟乙酸羧基中羟基的极性更大,更易电离出氢离子。

在人教版选择性必修 3《有机化学基础》7 页提道:由于不同的成键原子间电负性的差异,共用电子对会发生偏移。偏移的程度越大,共价键极性越强,在反应中越容易发生断裂。

由上面的叙述只能得出:元素的非金属性越强,该元素与氢形成共价键的极性越强,并不能得出气态氢化物越稳定的结论。看样子影响气态氢化物稳定性的并不是共价键的极性,而是别的原因。

人教版选择性必修 2《物质结构与性质》37 页提道,共价键的强弱可用键能来衡量。键能是指气态分子中 1 mol 化学键解离成气态原子所吸收的能量。经查, $\text{O}-\text{H}$ 的键能为 $462.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{S}-\text{H}$ 的键能为 $364 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{O}-\text{H}$ 的键能大于 $\text{S}-\text{H}$ 的键能。综合上面叙述,无论是从键能的定义,还是 $\text{O}-\text{H}$ 的键能与 $\text{S}-\text{H}$ 的键能大小比较的事实,都能得出“从键能的相对大小来比较气态氢化物的稳定性”比较合适。

$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的热稳定性比 $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 的高,并不是因为水分子间会形成氢键,而是由于“ $\text{O}-\text{H}$ 的键能大于 $\text{S}-\text{H}$ 的键能”。由于“ $\text{O}-\text{H}$ 的键能大于 $\text{S}-\text{H}$ 的键能”这样的结构决定了“ $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的热稳定性比 $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 的高”这样的性质,这样才形成了严密的逻辑认知。

人教版选择性必修 2《物质结构与性质》62 页练习与应用第 7 题第(6)小题: H_2O 比 H_2S 稳定是因为水分子间存在氢键。

7. 配位键

在人教版选择性必修 2《物质结构与性质》95 页提道:铜离子与水分子之间的化学键是由水分子提供孤电子对给予铜离子,铜离子接受水分子的孤电子对形成的,这类“电子对给予—接受”键被称为配位键。由此可知,形成配位键的双方,一方有孤电子对可提供,另一方可接受孤电子对。由于这一对键合电子都来自提供孤电子对的一方,并不影响形成配位键双方的化合价。

N_2H_4 中的 N 原子有孤电子对可提供, H^+ 可接受

孤电子对, N_2H_4 与 H^+ 可形成配位键, 但这一对键合电子都来自 N_2H_4 , 并不影响 N_2H_4 中各元素的化合价, 两者作用时并没有发生氧化还原反应。

三、结构性理解

化学知识是解决实际问题、完成测试任务不可或缺的工具, 应注重考查学生灵活运用结构化知识解决实际问题的能力。开展“素养为本”的教学要重视教学内容的结构化设计, 要注重引导学生在化学知识结构化的自主建构中理解化学核心观念。

知识结构就是知识之间的“亲缘关系网”, 联系性是知识结构的一种特征, 任何知识都处在联系之中, 都可以与其他知识因“近亲”或“远亲”而形成一个“亲缘关系网”。而结构化就意味着联系、关联。从认知加工过程来看, 知识结构化主要包括两个过程: 一是将累积的知识进行关联并形成具有良好层次结构的知识体系(原有的知识结构); 二是从具体知识中抽提出认识思路和基本观念, 再用获得的认识思路、基本观念将更多具体知识关联起来, 形成良好的知识结构(用结构化的知识去关联更多的知识)^[2]。

知识的结构化, 意味着知识之间的关联。有一大类的解题错误, 是对不同知识之间建立了错误的关联。“结构决定性质”包括三个方面的内容: 原子结构决定原子(元素)的性质; 分子结构决定分子的性质; 晶体的结构决定晶体的性质。“性质决定用途”包括的内容也至少有三个方面: 原子(元素)的性质, 决定了原子(元素)的用途; 分子的性质决定了分子的用途; 晶体的性质决定了晶体的用途。但这些“结构—性质—用途”之间并不是任意匹配的, 而是有着严密的对应关系。如 NH_3 分子间存在氢键, 液氨汽化时需要吸收大量的热, 液氨可用作制冷剂(见图2)。但对 NH_3 分子而言, 在结构上, 除了“分子间可形成氢键”这一特征外, 还是“极性分子”, 还有“孤电子对, 可用于形成配位键”。但能决定“液氨汽化时需要吸收大量的热”的只能是“ NH_3 分子间存在氢键”, 而不是其他。同理, 氨的性质有很多: 物理性质、酸碱性、氧化还原性等, 但能决定“液氨可用作制冷剂”的只能是“液氨汽化时需要吸收大量的热”这一性质。

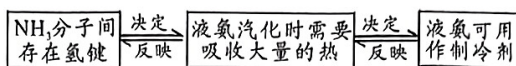


图2 “结构—性质—用途”结构上的对应关系

要减少匹配错误的发生, 一方面应要求学生自主建构相关知识的结构化体系, 另一方面应要求学生建构这些知识点之间的正确关联, 两者不可偏颇。以氨为例显示“结构—性质—用途”的关系如图3所示。

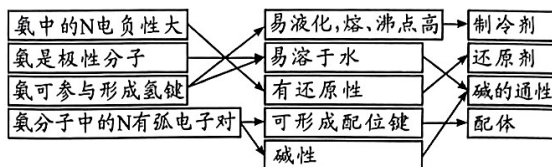


图3 以“氨”为例显示“结构—性质—用途”的匹配关系

同时, 也要注意这三者之间的层级关系, “结构 $\xrightarrow{\text{决定}}$ 性质 $\xrightarrow{\text{决定}}$ 用途”中存在两层关系: “结构 $\xrightarrow{\text{决定}}$ 性质”“性质 $\xrightarrow{\text{决定}}$ 用途”。若出现“结构 $\xrightarrow{\text{决定}}$ 用途”的表述, 如“ NH_3 分子间存在氢键”决定了“液氨可用作制冷剂”就会显得突兀而不便于理解, 更不严密, 甚至会产生错误。因为“ NH_3 分子间存在氢键”还可以“使得氨易溶于水”, 而“氨易溶于水”的性质并不能推导出“液氨可用作制冷剂”的用途。同样, “用途 $\xrightarrow{\text{反映}}$ 性质 $\xrightarrow{\text{反映}}$ 结构”中存在两层关系: “用途 $\xrightarrow{\text{反映}}$ 性质”“性质 $\xrightarrow{\text{反映}}$ 结构”。若出现“用途 $\xrightarrow{\text{反映}}$ 结构”的表述, 如“液氨可用作制冷剂”反映了“ NH_3 分子间存在氢键”, 也会显得突兀而不便于理解, 也同样不严密, 甚至会产生错误。因为用作制冷剂的物质, 不一定有氢键。这种表达上的越级, 显示思维的跳跃和不连续, 一样也显得不严密, 甚至会产生错误。

基于化学学科理解的角度深入剖析高考真题, 从本原性和结构化两个层面深入挖掘高考真题的素养教育功能, 才能更好地培养学生的学科核心素养, 学生也才能通过化学学科的学习逐步形成正确价值观、必备品格和关键能力。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017年版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2018: 76.
- [2] 陈进前. 知识结构化的涵义、表达和功能[J]. 中学化学教学参考, 2022(2): 4-7.

(本文编辑: 文 丰)