

围绕“化学元素观”展开深入学习

——以“水的组成”教学为例

何彩霞

(北京教育学院 北京 100044)

摘要 “化学元素观”是中学化学的核心观念之一。阐述了对初中阶段“化学元素观”的理解,分析了“水的组成”在“化学元素观”认识方面的重要价值。以“水的组成”教学为例,就如何围绕“化学元素观”展开深入学习进行了探讨。要发展学生对“化学元素观”的认识,需要立足学科整体的高度,以“化学元素观”为统领,思考具体知识的教学对物质及其化学变化等学科基本问题的渗透与落实,将化学观念教学具体化。

关键词 水的组成 化学元素观 观念建构教学

“化学元素观”是中学化学的核心观念之一^[1,2],通过初中化学的学习,学生首先应当建立起“化学元素观”^[1,3,4]。然而,学生对“化学元素观”的认识是伴随相关具体知识的学习而逐渐发展的。要在相关具体知识的教学中发展学生对“化学元素观”的认识,需要立足学科整体的高度,以“化学元素观”为统领来组织教学,思考具体知识的教学对物质及其化学变化等学科基本问题的渗透、落实和具体化。为此,笔者以初中化学“水的组成”教学为例展开讨论。

1 对初中阶段“化学元素观”的理解

化学是研究物质及其变化的科学,“化学元素观”是从元素视角对物质及其化学变化本质的深层次理解。作为化学核心观念之一的“化学元素观”具有统摄性和持久的迁移价值,不仅能促进学生把

握最有价值的化学知识,而且能为学生形成相应的认识思路提供思考框架,为学生形成化学认识指明思维方向。具体来说,物质的元素组成是化学观念的基础,依据物质的元素组成对纯净物进行分类,以元素为核心认识物质及其变化,能够为研究物质的性质和化学反应建立认识框架。因此,化学元素观包括3方面的含义:一是对元素本身的认识,包括什么是元素、元素的种类、元素的性质等;二是从元素角度看物质,即元素与物质有什么关系,具体包括元素组成与物质的分类、性质有什么关系等;三是从元素角度看化学反应,即元素与化学反应有什么关系,在化学反应中元素种类是否发生变化等。借鉴梁永平先生关于“化学元素观的基本内涵”^[2]的阐述,笔者认为,初中阶段“化学元素观”的基本理解如下,见表1。

表1 初中阶段“化学元素观”的基本理解

元素观	基本理解
对元素的认识	(1) 元素是具有相同核电荷数(即质子数相同)的一类原子的总称。 (2) 元素化合价与元素原子的最外层电子有关。
从元素角度看物质	(3) 物质是由元素组成的。 (4) 物质可以按照元素组成进行分类。 (5) 物质的性质与其组成的元素有关,组成元素不同,物质性质不同。 (6) 化学式表示物质的元素组成。
从元素角度看化学反应	(7) 在化学反应中元素原子重新组合生成新物质,元素种类不变。 (8) 由同种元素组成的不同物质之间可以相互转化。 (9) 根据化学反应前后元素种类不变,通过实验可以测定物质的元素组成。

学生“化学元素观”的形成和发展是一个循序渐进过程,在不同阶段,基于不同学习内容,学生需要发展的化学元素观不同,其认识层次也不同。如以电解水实验及生成物的检验等事实为支撑,

“水的组成”的教学可以发展学生从元素的角度认识物质及其化学变化。从物质的元素组成来认识纯净物并将其分类、归纳,是“化学元素观”的主要内容之一,为此在“水的组成”教学中,可结合水

电解前后各物质的元素组成特点,学习纯净物的分类,认识单质和化合物的概念、从水的元素组成特点认识氧化物概念,由此从物质分类的角度依次实现对水是纯净物、化合物、氧化物的认识。不仅如此,从物质的元素组成来认识物质的性质,也是初中阶段“化学元素观”的主要内容,在“水的组成”教学中还可以结合水电解前后各物质的元素组成与性质的差异,引导学生认识纯净物的性质要受到组成元素的影响,对于简单的化合物或单质,元素组成甚至起着决定性的作用^[5]。当然,物质的元素组成相同,其性质未必相同,这与物质的结构有关。因此,化学上还要依据物质的性质、结构对纯净物进行进一步的研究,这将是学生后续要学习的内容。

2 从化学元素观看“水的组成”及其教学价值

“水的组成”属于人教版教科书(2012版)第四单元课题3的内容。从“化学元素观”的角度看“水的组成”,就是把该部分内容放在物质及其化学变化等学科基本问题中去考量,思考“水的组成”与“化学元素观”的关系、“水的组成”处于什么位置,能起到什么作用,这样可以从对具体知识的理解上升到对学科基本问题的理解。

“水的组成”涉及较为丰富的事实性知识和概念性知识,这些知识与“化学元素观”之间存在的实质性联系可以用“水的组成”知识层级图来体现(见图1)。

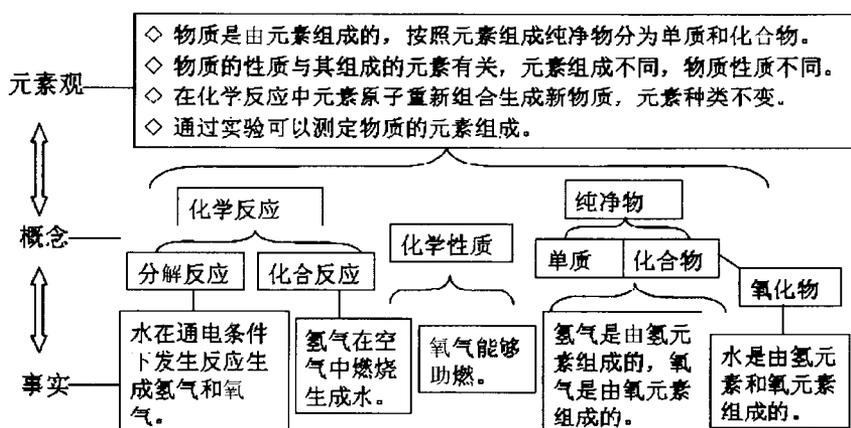


图1 化学元素观视角下的“水的组成”知识层级图

“水的组成”这部分内容,借助电解水的实验及生成物的检验等知识,重在认识电解水实验的实质和水的组成,感悟通过化学实验研究物质元素组成的科学过程与方法,并从物质元素组成角度认识纯净物的分类。显然,这部分内容不仅能发展学生从化学的视角来认识水及其变化,而且能为学生“化学元素观”的认识发展提供有力的支撑:第一,根据电解水实验以及对生成的2种气体进行检验,证明水在通电后生成了氢气和氧气,可以揭示水在通电条件下发生了化学变化;第二,根据水在通电条件下生成氢气和氧气、氢气燃烧生成水的实验事实,依据化学反应中元素不变,认识水是由氢、氧2种元素组成的;第三,根据电解水实验,比较反应物(水)和生成物(氢气、氧气)的元素组成特点,认识纯净物可依据元素组成分为单质和化合物,依据水的元素组成特点认识氧化物,发展学生对物质分类的认识;第四,比较反应物(水)和生成物(氢气、氧气)的性质差异,认识物质的性质

与其元素组成有关,组成元素不同,物质性质不同。第五,结合之前学生学习的分子和原子的知识,启发学生初步从微观角度认识化学反应的实质,即水在通电情况下发生化学反应,组成水的氢、氧元素的原子重新组合生成了新物质,加深对化学反应中原子种类不变、元素不变的认识;第六,利用电解水实验来研究水的组成,可以启发学生认识不断分解物质直至不能分解为更简单的成分为止,于是就得到了元素的游离态,即“单质”,这是人类研究和认识物质组成的经验方法,通过此实验人们进一步认识了水:水还可再分,即水不是元素;第七,通过对电解水实验中生成氢气和氧气的体积比为2:1的分析,为水的化学式—— H_2O 提供了事实依据,这为学生后续学习本单元课题4化学式与化合价打下了铺垫。可见,“水的组成”是发展学生“化学元素观”认识的重要载体。

3 如何围绕“化学元素观”展开深入学习

“化学元素观”是学生需要形成的体现学科本

质的深层次理解,围绕“化学元素观”来展开“水的组成”的学习,需要对学生知识学习与化学观念认识发展等有整体考虑^[5],让具体知识的学习为学生化学观念的认识发展提供支撑,使学生化学观念的认识伴随具体知识的学习而逐渐发展。

3.1 以“化学元素观”为统领构建教学内容主线

化学观念是指居于化学学科的核心,体现化学学科本质,对学科的性质、研究对象、研究方法和学科的价值等学科基本问题的深层次理解。要从知识教学转向化学观念教学,就需要站在学科整体的高度,思考具体知识的教学对学科基本问题的渗透

与落实,将化学观念的教学具体化,与此同时,需要兼顾课程的要求和学生的实际发展需要。为此,在“水的组成”课堂教学内容主线的设计方面,根据学生的实际和发展需要,以“化学元素观”为统领来搭建学生知识学习和观念认识发展的整体框架,把指向主要教学目标和教学重点的、能体现“化学元素观”的关键性内容具体化为教学任务,以此构建课堂教学内容的主线索,明确教学的核心所在。

基于上述考虑,“水的组成”一课的教学整体思路设计见表 2。

表 2 化学元素观统领下的“水的组成”教学思路设计

教学任务	引导性问题与主要活动设计	学生的认识与表现
任务 1: 通过电解水实验认识水的元素组成	<p>[问题 1] 我们已经知道在实验室里,常用分解过氧化氢的方法制取氧气,反应的符号表达式如下:</p> $\text{过氧化氢} \xrightarrow{\text{MnO}_2} \text{水} + \text{氧气}$ $\text{H}_2\text{O}_2 \quad \text{H}_2\text{O} \quad \text{O}_2$ <p>根据这个反应,利用已经学过的有关知识,你认为水(H₂O)是由什么元素组成的?如何通过实验来证明呢?</p> <p>[活动 1] 演示电解水实验、生成物的检验。</p> <p>根据电解水实验及生成物检验的观察,你认为水在通电条件下发生了什么变化?生成了什么物质?</p> <p>[问题 2] 根据水在通电条件下生成氢气和氧气的符号表达式:</p> $\text{水} \xrightarrow{\text{通电}} \text{氢气} + \text{氧气}$ $\text{H}_2\text{O} \quad \text{H}_2 \quad \text{O}_2$ <p>比较反应前后各物质的元素组成,并结合氢气燃烧生成水的实验事实,说明水是由什么元素组成的?为什么?</p>	<p>联系已学过的有关知识,思考物质的元素组成问题。</p> <p>经历实验的观察、分析、推理等思维过程,认识水的元素组成。</p> <p>水在通电条件下发生化学变化生成了氢气和氧气,氢气在空气里燃烧生成水,化学变化前后元素种类不变,实验证明水是由氢元素和氧元素组成的。</p>
任务 2: 从元素组成角度认识物质分类与性质	<p>[问题 3] 根据电解水实验的符号表达式,水通电分解前后各物质的元素组成如何?化学上如何将它们分类呢?</p> <p>[活动 2] 列举你所知道的纯净物,请从组成元素的角度对它们进行分类。</p> <p>[活动 3] 观察 CO₂、H₂O₂、H₂O、P₂O₅、Al₂O₃ 这些由 2 种元素组成的化合物,它们在元素组成上有什么特点?</p> <p>[问题 4] 你知道为什么要对物质进行分类吗?</p> <p>[活动 4] 根据电解水实验及生成物的检验,水分解前后各物质的性质有什么不同?从中你能获得哪些认识?</p>	<p>氢气和氧气都是由一种元素组成的,称为单质。水是由 2 种元素组成的,称为化合物。</p> <p>依据元素组成能将一些常见的纯净物进行分类。</p> <p>从元素组成的角度认识氧化物。</p> <p>氢气能够燃烧,氧气能够助燃。氢气、氧气和水,它们的元素组成不同,其性质不同。</p>
任务 3: 从元素角度认识化学反应	<p>[问题 5] 通过实验我们知道电解水生成了氢气和氧气,在微观上这个化学变化是如何发生的?</p> <p>[活动 5] 利用 Flash 演示水通电发生变化的微观过程。</p> <p>[问题 5.1] 根据上述微观过程的展示,你对化学变化有哪些新的认识?</p> <p>[问题 5.2] 有人说水在一定条件下可以变成石油,你认为可能吗?为什么?</p>	<p>在化学反应中元素原子重新组合生成新物质,元素种类不变。</p> <p>利用化学反应中元素种类不变的观点,能够分析和解释一些简单问题。</p>

3.2 围绕“化学元素观”的关键性内容设计引导性问题

教学的目的在于促进学生对知识的深层理解,发展对化学观念的认识。把教学任务转化为问题,用问题驱动学生思维,是通向理解、发展化学观念

认识的重要途径之一。为此,有必要思考应该提出怎样的引导性问题。笔者认为,在化学观念教学中,引导性问题是能激发学生思维,对达成教学目标起决定作用的、能体现化学观念的关键性问题,是统领课堂、推进教学的主线索。为此,在“水的

组成”教学中,针对学生学习的实际,把指向主要教学目标和教学重点、能体现“化学元素观”关键内容的教学任务转化为统领课堂教学的引导性问题(见表2),为学生的思维过程指引方向。在“水的组成”教学中,要利用引导性问题调动学生参与学习过程,激发学生通过问题的思考去理解所学知识,在问题分析和解决的过程中去反复认识、体验和感悟“元素与物质的分类”、“元素与物质的性质”、“元素与化学反应”等学科基本问题,从而为从元素视角认识物质及其化学变化奠定知识和方法基础。

3.3 将学习任务和引导性问题转化为“手脑并重”的学习活动

学生的学习需要通过活动体验来完成。活动设计需要注意活动的内容、方式要与教学目标、教学任务、以及引导性问题相一致,要针对教学任务和引导性问题,设计相应的手、脑并重的多样化活动。围绕“化学元素观”展开深入学习的活动设计,有以下几点考虑:

一是关注新旧知识的联系,注意调用学生的已有知识经验来学习新知识。如任务1中的问题1的设计,学生已经学过利用过氧化氢分解制取氧气,利用学生已知的这个反应可以搭建学习新知识的桥梁,启发学生思考水是由什么元素组成的,以及如何推测水的元素组成等问题。还可以借助这个反应,引导学生思考可以由水分解的产物来推测水是由什么元素组成,这样把学生的思维引向深入。

二是充分发挥实验的作用,为学生的学习和理解提供事实证据。电解水实验是学生学习“水的组成”、理解“化学元素观”的重要手段和方式。在活动设计方面,一方面通过电解水实验、电解水生成的2种气体的检验等,为学生提供丰富的感性认识,另一方面以实验事实为证据,根据实验的观察,引导学生思考:你认为水电解发生了什么变化?根据水在通电条件下生成氢气和氧气、氢气在空气中燃烧生成水的实验事实,由反应前后各物质的元素组成,说明水是由什么元素组成的?为什么?由此引导学生基于实验事实进行分析、推理并获得相应的结论,使学生的认识从感性走向理性。

三是注重在知识学习的同时,运用分析、比较、总结与概括等方法,提升学生的观念性认识。

如问题4和活动4的设计,你知道为什么要对物质进行分类吗?根据电解水实验及生成物的检验,水分解前后各物质的性质有什么不同?从中你能获得哪些认识?这样的设计,改变了以往关注具体事实的识记,重在引导学生思考物质的元素组成与物质性质关系的问题,能够促进学生把握具体知识的本质所在,为学生今后进一步从元素角度认识物质的分类与物质性质的关系打下一定的基础。

四是注重引导学生将新学知识与已有知识建立联系,并将新学知识应用到解决实际问题中去。如活动2,列举你所知道的纯净物,请从组成元素的角度对它们进行分类。又如问题5.2,有人说水在一定条件下可以变成石油,你认为可能吗?为什么?通过这些活动,促进学生把握知识间的内在联系,并将所学知识转化为自己有意义的经验、看待事物的思路方法和解决问题的能力。

总之,围绕“化学元素观”展开学习,一方面要将“化学元素观”具体化,让学生围绕“物质的元素组成与物质及其化学变化”等学科的基本问题来展开探索,这样可以将零散的事实性知识置于有逻辑结构的框架之下,帮助学生发现先前所学知识与新学知识的内在联系;另一方面要根据具体知识和学生学习的实际,围绕“化学元素观”的关键性内容设计教学任务、引导性问题及多样化的学习活动,通过问题驱动学生思维,在活动中促进学生的体验和感悟,使“化学元素观”的学习得到渗透和落实,并为学生形成相应的认识思路和方法提供支持。与基于事实性知识的简单识记学习相比,这种围绕认识物质及其化学变化等学科基本问题而展开的化学观念学习更为深入^[7,8]。

参 考 文 献

- [1] 宋心琦. 化学教学, 2011, (12): 3-6
- [2] 梁永平. 化学教育, 2007, 28 (11): 10-15
- [3] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育化学课程标准(2011年版). 北京: 北京师范大学出版社, 2012
- [4] 义务教育课程标准实验教科书: 化学(九年级, 下册). 北京: 人民教育出版社, 2001: 109
- [5] 宋心琦等. 化学教育, 2001, 22 (9): 9-13
- [6] 何彩霞. 中学化学教学参考, 2012, (6): 3-5
- [7] 梁永平. 化学教育, 2011, 32 (6): 4-7
- [8] 何彩霞. 化学教育, 2013, 34 (1): 16-18