基于元素观的教学:“水的组成”教学实录*

符爱琴[1] 李 军[2]

(1 常州市北环中学;2 常州市教育科学研究院 江苏 常州 213017)

摘要:以水的生成和分解为主线,从宏观和微观层面来分析化学变化本质,促进学生对三重表征(宏观表征、微观表征和符号表征)的一致性认识,引导学生从表层学习进入深层学习,从定性到定量了解化学变化中“元素守恒”,呈现了一则化学元素观教学的具体课例。

关键词:元素观;水的组成;水电解;微粒观;三重表征

文章编号:1008-0546(2015)01-0051-05 **中图分类号**:G632.41 **文献标识码**:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2015.01.022

一、教学分析

1. 对教学内容的分析

本课对水的认识进入到分子层面,因此,“水的组成”蕴含着丰富的知识价值和方法论价值。主要体现在:

第一,可以帮助学生初步形成基本的化学元素观念。人教版教材以人类认识水的组成的史实引入对水的研究,从水的生成和分解两个方面展开,体现了研究物质组成的一般方法,物质间的转化本质是元素原子间的重新组合,凸显了化学变化前后元素种类不变的思想方法,元素具有守恒性,从而帮助学生初步形成基本的化学元素观念。帮助学生形成基本的化学观念是化学学科的一个重要教学目标[1]。

第二,可以帮助学生进一步理解三重表征的一致性。水是一种重要的化合物,通过水的生成和水的分解,可以引导学会从宏观和微观层面来分析化学变化本质,通过球棍模型和动画等教学手段,让学生加深对分子、原子等微粒的概念及化学变化本质的理解,有助于学生进一步了解化学微观概念,即抽象化、本质化的微观化学知识。

第三,可以帮助学生进一步理解“元素守恒”。质量守恒定律是物质科学中的一条重要规律,它帮助我们认识化学反应实质的重要理论。质量守恒定律与原子的概念、化学变化的微观实质之间存在着内在联系,因此,可以用下列线索去理解质量守恒定律的实质:原子概念→化学变化的微观实质→化学变化前后物质总质量守恒。这一线索体现在人教版化学教材中的具体内容是:原子是化学变化中的最小粒子,因此,化学变化的过程,实质上是反应物的原子重新构成新物质的分子或直接构成新物质的过程,在这一过程中,原子的种类、数目、质量都没有发生变化,所以参加化学反应的各物质的质量总和等于反应后生成的各物质的质量总和。因此,教材在第五单元“化学方程式”之前已经安排了 3 次机会来帮助学生“螺旋式上升”地理解质量守恒定律,本节课就是其中第 3 次认识“元素守恒”的机遇,从定性到定量了解化学变化中“元素守恒”。

2. 学情分析

水是学生非常熟悉的物质。学生对水的物理性质和用途等已经有了较多的认识,对水参与的如光合作用的物质转化规律有了浅层次的认识。学生在第二单元“我们周围的空气”已经学过氧气的性质,学会了带火星的木条检验氧气。在第三单元已经学过物质构成的奥秘,对分子、原子和元素等概念有了一定的了解,对“化学变化中元素种类不变”有了初步的认识,但对“物质”、“元素”、“宏观”与“微观”概念的理解还不到位。在第四单元已经学习了水存在、用途、物理性质及净化等知识,因此本节课可以直接切入探究水的组成。学生对化学实验的好奇心强,对化学学科学习物质的一般思路(组成与结构、性质与变化、制备与用途)有基本认知,同时对化学的兴趣除了直觉兴趣和操作兴趣外,还有掌握一些概括性的知识或规律的渴望。学生已初步具备了收集、分析、提取有用信息的能力,也初步具备了与人合作、交流、分析、解决问题的能力。

鉴于以上对教学内容和学情的分析,笔者将球棍

*江苏省 333 拔尖人才培养工程资助项目;江苏省教育科学“十二五”规划 2013 年度初中专项重点课题《基于个性化学习的初中化学微课程研究》(E-b/2013/010)的研究成果之一;2014 年江苏省中青年化学教师优秀课评比一等奖。

模型用于水组成的微观分析,让学生更深层次地体会化学反应中原子和元素的守恒,学会从宏观和微观层面来分析化学变化本质,引导学生从表层学习进入深层学习建立学科观念,为学生理解化学变化的实质打下良好的基础,为学生后续将要学习的质量守恒定律扫清理解障碍。

二、教学目标

1. 知识与技能

(1)通过氢气燃烧的实验,感知氢气的相关性质,初步了解氢气验纯的方法。

(2)通过水电解的实验现象,推断水的组成,掌握相关化学方程式。

2. 过程与方法

(1)通过球棍模型直观演变,促进对三重表征(宏观表征、微观表征和符号表征)的一致性认识,加深对宏观现象背后的微观成因的理解。

(2)通过定性和定量推断水的元素组成,初步了解验证物质组成的多种原理和方法。

3. 情感态度与价值观

感受学习的乐趣,在体验物质变幻之魅中,初步建立包括元素观、微粒观和转化观等在内的学科观念。

三、教学实录

环节一 实验激趣:导入课题

[师]水是生命之源,同时水还能发生很多神奇的反应。这是一瓶纯净水,用玻璃棒蘸取一滴水,去点燃酒精灯。

[演示实验]滴水点灯。

[师]大家很惊讶吧?

[生]老师用的是水吗?

[师]同学们对我产生信任危机了。我喝一口给大家看一下。

[生]是水。

[师]就是我们非常熟悉的水,它对于我们的生命活动是不可或缺的,而且还具有一些很神奇的性质。要想揭开这层神秘的面纱,我们得先研究它的组成。

设计意图:课堂伊始便以“滴水点灯”的演示实验引发学生的思考,激发学生的好奇心,激活学生的求知欲,提出问题,重新认识水,自然地导入本节课——以水为背景而展开教学。

环节二 实验感知:水的电解

[师]水是由什么元素组成的呢?关于这个水的组成,曾经困扰了人们几百年,在几代科学家的共同努力下,才有了你们现在的答案。今天我们就将科学家的研究历程走一遍。

[师] 我们首先用电解水的方法来验证水是由氢氧元素组成的。请同学们注意观察实验所加反应物、实验所需的条件、电源的正负极。你观察到什么现象?

[生]有气泡产生。

[师]注意观察气泡,气泡聚集到玻璃管上端,两边的体积是怎样的?

[生]一多一少,大约是 2:1。

[师]同学们推断产生的气体可能是什么?如何检验生成的气体?

[生 1]可能是氧气和氢气。

[生 2]可以用带火星的木条来检验氧气。

[生3]可以用点燃的方法检验氢气是否具有可燃性。

[演示实验] 用带火星的木条检验电源正极产生的气体,木条复燃。点燃负极产生的气体,发现气体能燃烧,在火焰上方罩上一只干而冷的小烧杯,有水珠生成。

[师]我们一起来小结一下实验现象。正负两极都有气泡产生,产生的气体体积之比约为 2:1,正极气体能使带火星的木条复燃,负极气体能燃烧,有水珠生成。我用 8 个字小结,那就是正氧负氢,氧 1 氢 2。

[师]水通电能得出什么结论?

[生 1]水通电生成了氢气和氧气。

[生 2]水是由氢元素和氧元素组成的。

[师] 同学们写出反应的文字表达式和符号表示式,并判断基本反应类型。

设计意图:循着科学家的足迹来研究水的组成,一步步引导学生猜想、假设、提出方案,实验和观察,通过电解水的实验来形成研究物质的思路和方法,分析判断得出实验结论,验证水是由氢氧元素组成的,感知水的奥秘。

环节三 实验感知:水的生成

[师]我们再来研究一下氢气的燃烧。通过刚才的实验,除了知道氢气的可燃性,同学们还感知到了氢气的哪些性质呢?

[生]如图 1。

	颜色	气味	状态	是否溶于水	密度(与空气比)
氢气	无色	无臭	气体	难溶	最轻

图 1 感知氢气

设计意图:生活处处是化学。通过“回放”检验氢气的实验可以帮助学生提升观察和思考的品质,氢气

的5点物理性质便能总结出来了。

[师]这些性质都属于氢气的物理性质。接下来我们用一套装置和药品来制取氢气。

[演示实验]启普发生器制取氢气,检验氢气的纯度并点燃。

[师] 当氢气混有空气或氧气遇到明火可能发生爆炸,因此需要检验氢气的纯度。同学们注意验纯的方法。纯净的氢气在空气中燃烧有什么现象?

[生]纯净的氢气能安静燃烧,放热,罩在火焰上方的U形管的另一端有水珠出现。

设计意图:从细节培养学生的科学探究品质,U形管不易烫手,而且这头的水蒸气难以观察,但到另一头便会冷凝成水珠,容易观察实验现象。

[师]是的。但是还有一个现象不能忽略,氢气燃烧发出了淡蓝色火焰,但由于玻璃管中某些物质影响,导致我们看到的是黄色火焰。这个实验的反应物是氢气和氧气,生成物是水。请写出此反应的文字表达式和符号表示式并判断反应类型。

[生]氢气+氧气$\xrightarrow{点燃}$水 $H_2+O_2\xrightarrow{点燃}H_2O$ (化合反应)

设计意图:引导学生学会观察实验现象,并利用实验现象推断实验结论。以水为载体,根据水在通电后生成了氢气和氧气,氢气燃烧生成水的实验事实,依据化学反应中元素不变,认识到水是由氢、氧两种元素组成的。

环节四 宏观分析:元素守恒

[师]科学家认为,氢气燃烧生成水和水通电分解这2个实验都能证明水中含有氢元素和氧元素,这是为什么?

[生1]我讲一下水通电分解,在化学变化前后,生成物中的元素均来自于反应物,而反应物只有一种,因此氢氧元素均来自于水。

[师]利用化学变化前后元素不变,来证明水的组成。

[生2]在氢气燃烧生成水的化合反应中,氢气与氧气反应,氢气中的氢元素、氧气中的氧元素反应后全部到了一种生成物中。因此这种生成物中就含有氢氧元素。

[师]也是利用化学变化前后元素不变,来证明水的组成。只不过一个是化合反应一个是分解反应。同学们,18世纪的时候英国普利斯特里、卡文迪许都做了这个实验,可惜当时他们没有意识到水是由氢氧元素组成的。他们认为水是由水元素组成。在他们这个实验的基础上,法国科学家拉瓦锡发现了水的组成,课本81页有相关介绍。

设计意图:对物质组成的分析,是形成化学元素观的基础。初步建立元素观之后,也就有了下面这些认识物质的思路和基础。

[师]联系我们前面学过的知识,能否证明过氧化氢中含有氧元素?证明二氧化碳中含有氧元素?

[生1] 通过过氧化氢分解的实验就可以证明,$H_2O_2\xrightarrow{MnO_2}H_2O+O_2$,只要验证生成物中含有使带火星的木条复燃的氧气,就可以证明反应物中含有氧元素。

[生2]证明二氧化碳中含有氧元素,可以通过已知物C和O_2反应,只要证明生成物是二氧化碳,就可以证明二氧化碳中含有氧元素。

[师] 刚才两位同学分别从反应物的视角和生成物的视角来验证物质的组成,这是二种常用的方法:一是让未知物发生分解反应,如果生成物中有某元素就可以证明;二是让已知的反应物发生化合反应,生成物中的元素都来自于反应物。

设计意图:通过本课的学习,不止是要在知识层面了解水的组成,而且在能力方法上了解验证物质组成的多种原理和方法,培养学生的物质转化观,感受化学世界探寻规律的乐趣和师生共同探究的情趣。

[师]大家用到的化合和分解2种方法都是利用了元素在化学变化前后不变。其实利用元素守恒,我们还可以计算出氢氧元素质量比。我们已经知道氢气、氧气的体积比为2:1,氢气、氧气的密度分别为0.0899g/L和1.429g/L。推断水中氢氧元素质量比。

[生]氢气质量=水中氢元素质量,氧气质量=水中氧元素质量,水中氢元素与氧元素质量之比=$2\times0.0899/1\times1.429\approx1/8$。

[师] 同学们推出的结论是水中氢氧元素质量之为1:8。根据元素质量比和相对原子质量,就能求出水的化学式是H_2O。

设计意图:在定性分析水的组成的基础上,从定量角度研究水中氢氧元素质量比,让学生能够理解水中的氢氧原子个数比是在实验的基础上计算出来的,而不是凭空想象捏造出来的,以此帮助学生从定量角度建立元素质量观。

环节五 微观分析:原子守恒

[师] 水是由水分子构成,每个水分子由2个氢原子和1个氧原子构成。利用元素守恒可以证明物质的元素组成,利用元素守恒可以进行定量计算,但是同学们有没有想过,为什么反应前后元素种类不变?

[师]以电解水为例。我们来从微观角度来剖析化学变化的实质。结合桌上的球棍模型,同学们依次说出微粒的名称和符号,如图 2。

微粒示意图	微粒名称	微粒符号
○	1个氢原子	H
○ ○	2个氢原子	2H
	1个氢分子	H_2
	2个氢分子	$2H_2$
○	1个氧原子	O
○ ○	2个氧原子	2O
	1个氧分子	O_2
	2个氧分子	$2O_2$
	1个水分子	H_2O
	2个水分子	$2H_2O$

图 2　微粒名称、示意图与符号

设计意图:用球棍模型搭建微粒模型,用直观的方式理解微粒结构,促进对微粒的多重表征的认识和理解。

[师] 同学们对微观粒子的符号、微观粒子的名称、微观粒子的模型,有了一致性的认识!那你们能否利用手上的球棍模型,搭建出氢分子、氧分子和水分子,并演示水电解的微观过程。

[生]如图 3。

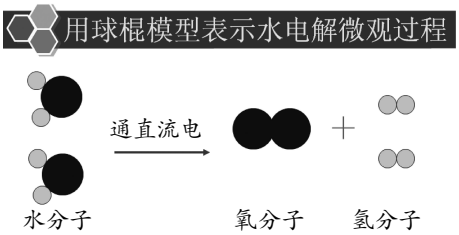

图 3　用球棍模型表示水电解

设计意图:学生动手操作球棍模型,直观演变水电解的微观过程,认识反应的中间过程,认识分子和原子在化学变化中的“行为”,促进对化学反应微观过程的理解,有助于微粒观的建立。

[师]在拆拆装装过程中,你们体会到化学变化是怎样的一个过程?

[生]就是把原子重新组合一下。

[师]化学变化的实质就被你们揭示出来了,化学变化就是分子变成原子,原子重新组合的过程。在这个化学变化过程中,有哪些微观粒子发生了变化?哪些粒子没有发生改变?

[生 1]分子变,原子不变。

[生 2]原子的种类没有变、原子的数目没有变。

[师]在化学变化中,由于原子没有发生变化,所以元素在反应前后也不变。因为元素是同一类原子的总称,原子不变,元素也不变。分子改变,宏观物质就改变。

设计意图:微粒的“直观呈现”加深学生对宏观现象背后的微观成因的理解,为学生理解化学变化的实质打下良好的基础,通过一句话“微观的改变导致宏观的变化”小结了物质转化的根本原因,让学生从微观又回到宏观。

[师]回过头来,我们再来看符号表示式,如何体现原子总数不变?

[生]$2H_2O \xrightarrow{通电} 2H_2+O_2$

[师]我们再来体会一下化合反应,用球棍模型建模,演示氢气燃烧的微观过程。

[生]如图 4。

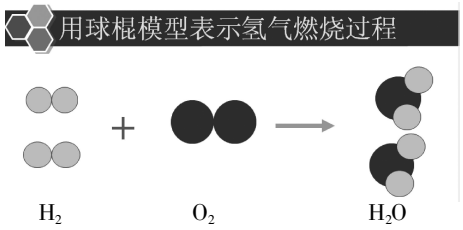

图 4　用球棍模型表示氢气燃烧

[生]重写符号表示式 $2H_2 + O_2 \xrightarrow{点燃} 2H_2O$

[师]通过微观分析,我们明白了化学反应前后为什么元素会守恒,原来是因为原子不变。带着我们的理解,我们来应用一下这些原理和方法。

设计意图:将球棍模型用于水组成的微观分析,让学生更深层次地体会化学反应中原子和元素的守恒,学会从宏观和微观层面来分析化学变化本质,引导学生从表层学习进入深层学习,为学生后续将要学习的质量守恒定律扫清理解障碍。

环节六　方法应用:石蜡组成

[师] 你们能否利用我们今天所学知识来证明石蜡的元素组成。大家可以分小组讨论,各种方案的可行性,然后选择一种方案进行交流汇报。

[生] 我想可以通过石蜡分解或者有什么物质可以生成石蜡,进而再推断石蜡的组成,但是要查阅资料后才知道,现在我还不太清楚。

[师]运用化合反应、分解反应或者仪器分析法等方法都有可能,但也不是每种方法都万能的。大家还可以从学过的一些反应入手。

[生]通过石蜡燃烧,验证生成物,进而推断反应物的元素组成。我们讨论后认为石蜡一定含有碳元素

和氢元素,可能含有氧元素。

[师]如果要确定氧元素究竟有没有,需要通过具体的测定和计算才能确定。

设计意图:通过石蜡组成的探究,巩固与应用今天所涉及到的原理和方法,有助于学生更深刻地理解“质量守恒定律”的内涵即元素守恒。

[师]这节课以水为载体,我们了解了水电解、氢气在空气中燃烧的实验过程,从中总结出确定物质元素组成,可以采用化合、分解等方法,同时挖掘了这个宏观现象背后的原理,是微观粒子在发生着作用。对于我们课堂上提到过的物质,你们能否让它们发生一个神奇的转化。其中 ABCD 全部由氢氧元素组成的纯净物,如图 5。ABCDE 是什么物质? 这个问题和课前“滴水点灯”的谜底,留给大家课后再思考。

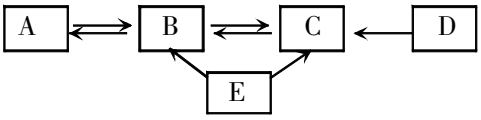

图 5　物质转化

四、教学反思

本课时学完后,笔者对学生作了一个访谈,多数学生表示对三重表征一致性认识的印象太深刻了,他们认为以水为例,从宏观和微观层面来分析化学变化本质,加深了对化学变化中“元素守恒”,从而也了解了研究物质组成的常见方法。回顾和反思本课,有二点值得借鉴和思考:

1.要适切渗透化学元素观教学

化学元素观是中学化学学习中的核心观念。化学元素观的建构有利于中学生对物质世界形成有序的认识,有利于中学生形成化学的思维方法。梁永平认为,化学元素观建构的基本策略是在专题性学习中建构化学元素观,在元素观指导下的应用性学习中丰富元素观[2]。

而学过元素概念不代表就形成了化学元素观,吴俊明等认为“化学元素观与化学元素概念不是一回事,化学元素观的形成要晚于化学元素概念,它们不应该同步形成。由于化学元素观的基础知识、基本概念是分散安排的,化学元素观的形成应该是逐步充实,逐步强化的,切忌急于求成,一步到位[3]。”质量守恒定律能否理解与应用的前提也是化学元素观的形成。

因此,笔者遵循教材循序渐进的内容安排,利用水的组成这一课时充分展开化学元素观的教学,引导学生根据化学反应前后元素种类不变,通过实验确定物质的元素组成,帮助学生应用“化学反应中元素原子重新组合生成新物质,元素种类不变”这一规律解释、解决有关问题,在深化理解、强化体验中提升对化学元素观的认识。

2. 要适切运用模型教学策略

模型教学可以有效地展示化学反应过程,可以帮助学生更好理解微观结构和微观反应本质[4]。在本节课教学中,笔者以微粒观为主线,充分借助学生已有的知识经验, 设计了许多具有一定思维容量、难度密度适宜、有思考价值的问题,凸现了化学学科的特点[5],将球棍模型用于水组成的微观分析,模型教学将微粒的多重表征等抽象难懂的知识变得形象直观,让学生更深层次地体会化学反应中原子和元素的守恒,学会从宏观和微观层面来分析化学变化本质,引导学生从表层学习进入深层学习, 帮助学生掌握知识的生成过程,从而突破难点[6]。

在本节课教学中, 笔者充分利用问题导向教学,运用模型教学渗透元素观等学科教学观念,增强教与学的交互性和趣味性, 增强学习的自主性和探究性,有计划、有步骤地进行了化解难点、突破难点,为学生理解化学变化的实质打下了良好的基础,为学生后续将要学习的质量守恒定律扫清了理解障碍。

参考文献

[1] 胡巢生. 构建初中化学元素观的基本视角及教学价值[J].中学化学教学参考,2013,(12)

[2] 梁永平. 论中学生化学元素观的建构[J].化学教育,2007,(11)

[3] 吴俊明,吴敏. 元素概念的演变与化学元素观的教学——关于科学观念和科学观念教育的思考之三[J].化学教学,2014,(6)

[4] 李娟,钱扬义. 采用模型教学策略实现“分子和原子”概念辨析的实践研究——以“氧化汞分子、水分子、氯化氢分子”球棍模型为例[J].中学化学教学参考,2014,(9)

[5] 王国峥. 例谈化学课堂教学设计的“主线”与“暗线”[J].中学化学教学参考,2014,(5)

(上接第 47 页)

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部制定.普通高中化学课程标准(实验)[S].北京:人民教育出版社,2003

[2] 宋心琦,胡美玲.对中学化学的主要任务和教材改革的看法[J].化学教育,2011,(9)

[3] 毕华林,卢巍.化学基本观念的内涵及其教学价值[J].中学化学教学参考,2011,(6)