



基于化学史的单元教学设计与实践研究*

——以“水的组成”为例

朱韶红¹ 谢晓春²

(1 无锡市滨湖区教育研究发展中心 江苏 无锡 214072; 2 无锡市江南大学附属实验中学 江苏 无锡 214035)

摘要:化学史教育是化学课程的重要内容之一。教师将“水的组成”这一科学发现的过程应用于本单元的课堂教学实践,通过演示氢气燃烧和水电解实验,通过科学发现史上两位化学家的实验过程对比,使学生初步了解利用化学反应研究纯物质组成的方法;教学设计中通过化学史这条主线展现人类对物质世界的认识史、发现史,通过问题链层层深入地引导学生进行科学探究,培养学生正确的科学态度和社会责任。

关键词:化学史;单元教学设计;课例研究

文章编号:1008-0546(2020)08-0046-05

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2020.08.014

一、问题的提出

化学史是化学科学产生、形成和发展及其演变规律的反映,既包括发现的化学知识、发现知识的科学方法,还包括化学家为之奋斗的忘我精神、坚忍不拔的创新过程,这是科学教育的重要资源^[1]。化学史教育意义在于从发展上把握化学知识、调动学生的学习主动性、从正误对比中深入阐述知识、从知识中吸取思想的启示以及培养学生掌握科学方法^[2]。

《义务教育化学课程标准》(2011版)的五个内容主题中,“水的组成”这部分内容从主题1至主题5都

有着或隐或明的渗透。教学过程中需要教师整合教材内容,引导学生通过科学探究的方式,运用宏微结合的观念分析氢气的燃烧和水的电解实验的宏观现象,认识其性质和变化,并能运用“宏观—微观—符号”三重表征方法来阐释分子、原子及元素等物质结构和组成,最终学会应用所学知识去认识和解决社会生活中的热点问题。

二、“水的组成”单元教学目标设计

如表1所示。

表1 单元教学目标设计

学科核心素养维度	单元教学目标
宏观辨识与微观探析	从微观视角了解电解水的实验中得到的结论是水分子的结构中氢、氧原子的个数比是1:2,并能通过宏观的实验现象进行具体的分析。
变化观念与平衡思想	了解化学物质在一定条件下可以相互转化。
证据推理与模型认知	能根据实验事实对氢气的燃烧、水的电解这两个化学反应确定其生成物,培养实证意识,初步建构元素在化学反应前后没有发生变化的学科观念。
科学探究与创新意识	通过化学史的学习和教师演示实验,对氢气的燃烧和水的电解这两个实验进行积极探究,能根据实验事实和已有知识对实验结果进行定性和定量的分析,最终得出水分子的结构,从中明确通过化学变化确定纯物质的组成的方法。
科学态度与社会责任	通过化学史的学习,让学生亲历科学发现过程的艰辛和曲折,客观评价各个历史时期化学家给人类社会做出的重要贡献;认识到“水的组成”这一重要成果对推动人类社会进步的重要影响。

三、“水的组成”单元教学流程设计

如图1所示。

*本文系江苏省中小学教学研究第十二期课题“基于学科核心素养的中学化学深度教学课例研究”(2017jyktz-L051)研究阶段成果。

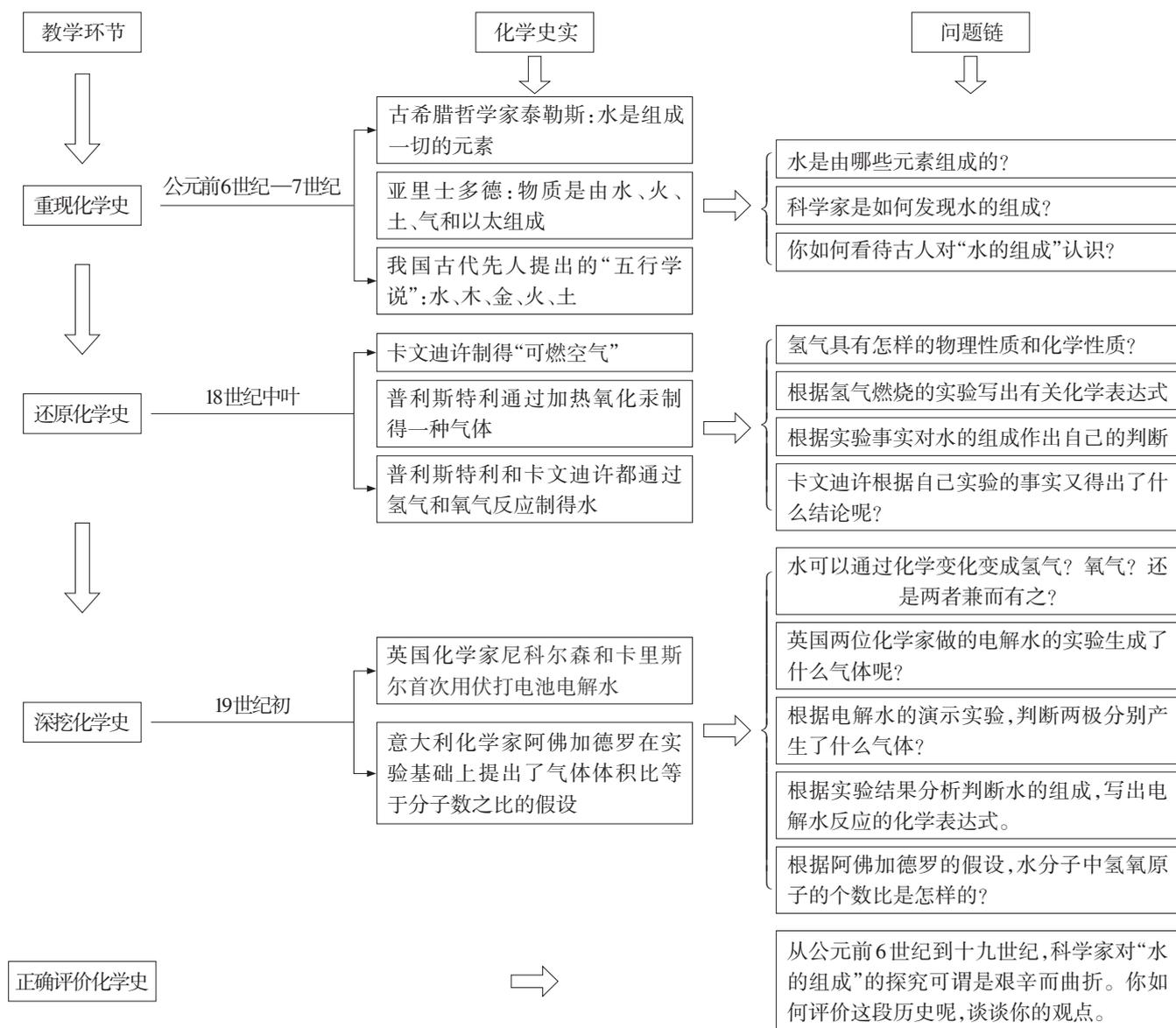


图1 单元教学流程设计

四、“水的组成”课堂教学实录

环节一:重现化学史

【师】人类对水的组成的理解经历了漫长而曲折的探索过程。

【问题1】大家知道水是由哪些元素组成的吗?

【问题2】知道科学家是如何发现水的组成的吗?

【化学史料1】古人很早就开始思考和研究水。

(1)公元前6世纪至公元前7世纪的古希腊哲学家泰勒斯认为:一切都起源于水,水是组成一切的唯一元素。

(2)亚里士多德认为,世界不是仅由水一种元素组成的,而是由水、火、土、气和以太五种元素相互作用形成的。

(3)我国古代先人提出了“五行学说”,相信世界上的一切都是由金、木、水、火和土五种基本元素的运动产生的。

【问题3】你如何看待古人对“水的组成”的认识?

【师】古人认为水是构成万物的一种元素的各种学说,并不是从实验中获得的,而是在对世界万物观察的基础上,不断摸索和想象得来的。

【化学史料2】到了1766年,人们对水的认识开始出现转变。

(1)1766年,英国科学家卡文迪许发现在稀盐酸或稀硫酸中加入锌、铁或锡会产生一种气体,它不能支持燃烧,也不能供给呼吸,但是把它和空气混在一起,遇到火星就会爆炸。他认为这是金属中含有的燃



素在金属溶于酸后放出而形成了这种“易燃空气”。

(2)1774年,英国科学家普里斯特利通过一个大凸透镜收集光来加热氧化汞产生了一种气体,它不能燃烧,但能使蜡烛燃烧更剧烈,老鼠活得更舒适。他亲自体验后,发现自己吸入这种气体后也十分舒畅。他认为这种气体具有很强的吸收燃素的能力,因此它不能燃烧。

(3)1781年,普里斯特利在干冷的玻璃瓶中装入“易燃空气”和空气的混合气,然后用电火花引爆,发现瓶壁有水珠。卡文迪许又用纯氧代替空气重复了这一实验,得出了氢和氧化合成水的结论。但他们仍坚持认为水是一种元素,并将其解释为:氧是失去燃素的水,氢是含过多燃素的水。

【师】让我来模拟这个实验,注意观察实验现象。

【演示实验】锌粒和稀硫酸反应制取氢气并用排水法收集一试管氢气。

【问题4】观察实验过程中产生的气体,描述它的物理性质。

【生】氢气是一种无色无味的气体,它难溶于水。

【演示实验】检验氢气的纯度。

【问题5】这说明了氢气有什么性质?

【生】试管口朝下说明氢气的密度小于空气,发出尖锐的爆鸣声说明氢气有可燃性,不纯时还会爆炸。

【板书】一、氢气的燃烧

【演示实验】验纯后点燃氢气,在火焰上方倒扣一个干冷烧杯。

【问题6】请根据实验现象写出相应的文字表达式。由此你可以做出什么判断?

【问题7】根据实验事实你会判断水是由什么元素组成的吗?

【生】氢气仅由氢元素组成,氧气仅由氧元素组成,它们反应又只有水生成。根据化学反应前后元素种类不变可知水是由氢元素和氧元素组成的。

【问题8】卡文迪许如何知道水是通过氢气和氧气的反应产生,而不是与空气中的其他物质反应?然而他得出了什么结论呢?

【生】他用纯氧代替了空气并得到了同样的现象。

【总结】其实普里斯特利和卡文迪许都得到了水的组成的结论,尤其是卡文迪许,用纯氧代替空气完成了氢气燃烧的实验,但是他们受当时“燃素学说”的影响太大,最终与科学史上这个重大的发现擦肩而过。

设计意图:化学学习作为一个特殊的认识过程,是学生学习前人的认识成果的过程,也应当以必然的形式重演人类认识活动的历史发展过程^[3]。重现化学史的目的就是创造问题情境,师生共同追踪知识的来源,激发学习兴趣。在本环节的教学中,引入一些科学家们探索水的组成的化学史料,利用这些化学史料创设问题情境,让学生分析卡文迪许和普里斯特利与水的组成擦肩而过的原因。在课堂教学中,学生参与课堂的主动性大大增强,他们不再局限于阅读科学故事,而是在体验科学家的探索之路中产生强烈的求知欲望,并通过教师设置的问题积极分析和评估这些科学家的实验过程和方法。

环节二:还原化学史

【问题9】氢气和氧气在点燃的条件下生成水,反之,水能通过化学变化生成氧气还是氢气,或两者兼而有之?

【化学史料3】逆向思维探究水的组成

(1)在17世纪末和18世纪初形成的燃素说,曾用于解释燃烧现象乃至整个化学。燃素是一种存在于所有可燃材料中的气态物质,燃素能在燃烧过程中从可燃物中被释放出来与空气结合形成火,含有燃素的多少决定物质燃烧的剧烈程度,并由此推广为物质的化学变化就是释放燃素或吸收燃素的过程。

(2)1774年,法国化学家拉瓦锡在研究磷、硫和一些金属燃烧的过程中发现了大量不符合燃素说的实验事实,这使他对该学说产生了怀疑。拉瓦锡在重复了普里斯特利的实验后,他确定自己发现了一种支持燃烧的气体,并将此气体命名为氧,并确认它是一种元素。

(3)1782年,拉瓦锡重复了普里斯特利和卡文迪许的实验后,他又在一根红热的枪管中通入了水蒸气也得到了“易燃空气”。因此,他得出结论:水不是元素,而是氢和氧的化合物。在1787年,他将这种“易燃空气”命名为氢,并确认它是一种元素。

设计意图:将化学史引入到教学中,向学生展示科学家的失败和错误、不同学派之间的争论、理论不断被建立和推翻的过程,既打破了传统逻辑教学给学生留下科学发展是直线前进的印象,又给予了学生正确理解科学革命性发展机制的思考方向^[4]。还原化学史,呈现科学史上解决问题的漫长的历史过程,可以使学生了解科学的蜕变,促进学生知识建构。在本环节的教学中,引入化学史料3:在燃素说流行的时代,



拉瓦锡如何击破燃素学说,他通过实验事实,先后发现了氧、氢元素,并最终确定了水的组成。通过化学史的学习引导学生阐述自己的观点,并对可能存在的问题展开思维碰撞,这样不仅有利于促进学生新知识的建构,也能使学生意识到在科学发现中科学思想和态度的重要性,使学生了解到科学认识是在曲折的、艰辛的过程中不断进步的,不断地破旧立新才能使科学研究焕发新的生命力。

环节三:深挖化学史

【化学史料4】

(1)1800年,英国化学家尼科尔森和卡里斯尔利用伏打电池对水进行通电,发现两极都有气泡产生。电解13小时后,他们只得到1.1立方米的气体,并发现负极上产生的气体体积恰好是正极的两倍。

(2)1811年,意大利化学家阿伏加德罗在大量实验的基础上提出假设:同温同压下,相同体积的任何气体都含有相同数量的分子。由此可以推知:同温同压下,气体的体积之比等于分子数之比。同时,他还认为简单气体的分子由两个原子构成。

【板书】二、水的电解

【问题10】两位化学家做了水电解的实验,产生的气体是什么?

【生】根据拉瓦锡的水分解实验,我们猜测:水电解产生的气体是氢气和氧气。

【讨论】我们如何制定计划来证明这个猜想呢?

【小结】根据学生提出的方案,让大家一起讨论,最终选取操作简便的方案:用燃着的木条来检验产生的气体。

【演示实验】电解水

【收集证据】学生记录实验现象。

两极产生气泡,正极慢、负极快,负极产生的气体体积约为正极的两倍。放在正极的小木条烧得更旺,放在负极的小木条点燃了气体,发出淡蓝色的火焰。

【问题11】从实验现象来看,两极产生的气体是什么?

【生】正极产生的是氧气,因为小木条烧得更旺了;负极产生的氢气,因为它可以燃烧,并发出淡蓝色火焰。

【问题12】写出反应文字表达式。根据该反应,水是由什么元素组成的?

【生】氢气仅由氢元素组成,氧气仅由氧元素组成,而水通电后只生成了氢气和氧气。根据化学反应

前后元素种类不变,可知水是由氢和氧两种元素组成的。

【问题13】根据阿伏加德罗的假设,你能确定水分子中氢、氧原子的个数比吗?

【生】由于生成的氢气与氧气的体积比为2:1,所以氢分子和氧分子的个数比为2:1。因为简单气体的分子是由两个原子构成的,所以反应后氢原子与氧原子的个数比也应为2:1。根据化学反应前后原子的种类和个数都不变,可推知反应前水分子中氢原子与氧原子的个数比为2:1。

【师】通过实验结果和大胆的猜测,事实正如我们推测的那样,一个水分子确实由两个氢原子和一个氧原子构成,因此水的化学式可以表示为 H_2O 。

【展示模型】水分子、氧分子和氢分子的比例模型。

【师】当水通电时,水分子分成了氢原子和氧原子。每两个氢原子又结合成一个氢分子,许多氢分子聚集成氢气;每两个氧原子结合形成一个氧分子,许多氧分子聚集成氧气。

设计意图:本环节通过深挖化学史,巧设探究活动,培养了学生的科学精神,提高了人文素养。教师巧用化学史设计探究活动,让学生重复化学家所经历的成功的研究历程,并能够模仿此过程完成自己对水组成的探究实验,这种教学活动的设计能拉近师生距离,使学生愿意参与探究水的组成的实验过程,使他们对科学本质的探究产生兴趣,从而培养他们的科学精神。

环节四:正确评价化学史

【师】从公元前6世纪到十九世纪,科学家对“水的组成”的探究可谓是艰辛而曲折。你如何评价这段历史呢,谈谈你的观点。以普里斯特利、卡文迪许和拉瓦锡这三位化学家为例,你是如何评价的?

【生1】普里斯特利已经发现了氧气,卡文迪许也已经发现了氢气,但是在确凿的实验证据面前,他们还是迷信燃素说而不肯承认。这说明他们不能做到“实事求是”,最终失去了发现新元素、水的组成以及推翻燃素说的极好机会。

【生2】拉瓦锡不迷信权威,利用大量的实验事实推翻了燃素说并发现了氧元素,并利用逆向思维,通过水分解实验的事实,再次无可争辩地推翻了燃素说并发现了氢元素和水的组成。拉瓦锡真是一位伟大的化学家。



……

【师】在燃素说流行的时代,普里斯特利差点就成为了氧气之父,而卡文迪许离氢气的最终发现也只是一步之遥,但他们迷信当时权威的影响从而错失机会。而拉瓦锡本着“实事求是”的态度,敏锐地发现了旧理论的主要弱点,将有用的事实和更正确、更全面的新理论结合起来,击破了燃素学说,先后发现了氧、氢元素,并最终确定了水的组成。

设计意图:由于科学的本质贯穿于科学的发展历史中,所以在化学课程中要进行科学本质的教学,必然难以完全避免以化学史的内容作为教育载体^[5]。正确评价化学史,引导学生对化学史进行客观评价,有助于培养学生的科学态度,了解科学发现对人类社会的贡献,理解科学本质。在教学过程中,通过向学生展示科学家们研究工作的发展历程,重现科学研究的历程,让学生知道科学是重实证的,科学的本质是一种探究活动,同时科学是不断发展和被更新的。这段化学史的展现也能使学生体现科学成果背后的付出。

五、实践反思

基于化学史进行教学设计和实践,有助于学生从现代科学更成熟更完善的角度了解化学史上那些具有里程碑意义的经典实验,理解化学科学的本质,深刻地感悟科学家解决实际问题的智慧。本单元的教学将化学发现的历史过程作为课堂的一条明线,引领着学生“用科学家的视角”体验这一历史的重演,使学生认识到掌握化学知识的必要性和重要性,鼓励学生追求更高的科学理想,帮助学生建构知识,促进化学学习的深入,同时还增强化学学科的人文魅力,使培养学生的化学核心素养的目标落地生根。

1.注重亲历知识演化,培养学习者的人文素养

化学史不仅是化学发展事件的记录,也是化学科学思想演变的再现。在“燃素说”盛行的时代,拉瓦锡本着实事求是的科学态度,通过实验事实击破了燃素学说,先后发现了氧、氢元素,并最终确定了水的组成。在教学过程中,使用这一系列的化学史给学生从内心到灵魂进行一次次的洗礼,从而培养他们为了追求真理而不惧权威、敢于质疑的人文素养。

2.合理选取化学史料,创设有价值的学习情境

初中化学大多数的知识能找到相应的化学史料,但是内容庞杂,缺乏系统性。在教学中,教师需要选取合适的、有价值的化学史料,这就要求教师能够“慧眼识珠”,选择能促进知识掌握、方法的习得、

人文素养和科学品质培养的内容。

本单元的教学中选取了“拉瓦锡发现水的组成”的内容作为指导学生提出假设、设计实验、科学探究和得出结论的来源,这些过程必然会使学生感受到科学探究并不神秘,只要在实践中仔细观察、大胆探索、缜密研究,就必将会得到科学家一样的合理结论。

“水的组成”这段化学发展史,使学生认识到科学的本质是一种永不停止的探究活动,它会随着时代的变迁发生变化,设计这种教学过程,就能促使学生从发展的高度把握知识,深入理解学科核心概念,也为他们后续的化学学习奠定基础。

3.灵活运用多种方式,挖掘化学史的丰富内涵

基于化学史的教学就是要用好化学史料来强调知识迁移和知识的价值,使学生深刻认识到每一化学发展过程中涉及的化学方法、化学思想变化以及化学知识的进步意义,在教师的引导下挖掘知识背后的过程、方法和思想等丰富内涵,灵活运用多种方式设计出科学探究活动,引导学生独立学习、探索和合作,使学生树立“任何有学术意义的研究都是从问题出发的探索而非从已有知识框架出发的学习”的科学态度。

本单元的教学设计与实践中,可以不难发现初中阶段的化学史教学,不仅可以是“包在药丸表面的糖衣”式的点缀,也可以是引领学生感受化学美妙的情景创设,更应该是以合适的方式与化学知识的教学、化学核心素养的培养无缝对接。

参考文献

- [1] 张世勇,李永红.我国初中化学教科书中化学史的演变研究[J].教育理论与实践,2013(17):40-43
- [2] 袁翰青,应礼文.化学重要史实[M].北京:人民教育出版社,1989
- [3] 毕华林.化学教材编写中几个问题的探讨[J].山东师范大学学报(自然科学版),1995(3):352-355
- [4] 孟献华.基于化学史教学的理论与实践研究[D].南京:南京师范大学,2011
- [5] 肖常磊,李赤.化学史教育价值:认识科学本质[J].广东教育,2005(7):24

