

初中化学“原子、分子”教学要求探讨

王云生

(福建教育学院化学教学研究所, 福建福州 350000)

摘要: 初中化学课程有关原子、分子的教学,是帮助学生认同、接受构成物质的微粒——原子、分子的初步概念,建立元素观、微粒观的知识基础。一些学校在理解和把握原子、分子的教学目标和教学要求上偏高、偏难,增大了学习难度,影响了学生的学习积极性。要依据课程标准规定的学习标准确定“原子、分子”的教学目标,从化学家对物质元素组成和微观结构认识的发展过程了解原子、分子概念的形成过程,依据学生的知识基础和认知发展水平来思考和确定合理的教学目标和教学要求,合理地设计和组织教学。

关键词: 原子和分子; 教学目标; 课程标准; 知识基础; 认识规律

文章编号: 1005-6629(2018)5-0025-05

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

九年义务教育化学课程中关于物质由元素组成,物质由原子、分子、离子等微粒构成的教学内容,是帮助学生认同接受原子、分子的初步概念,了解物质微观结构,形成元素观、微粒观的入门知识,是非常基础而又非常重要的学习内容。

虽然初中学生在日常生活中会听到、看到,甚至用到“原子、分子”“元素”等词语。八年级物理课中,学生也曾接触到分子的概念,某些八年级的物理教科书还给出了“分子是保持物质化学性质的最小微粒”的说法。但是,他们在日常生活中很少接触到物质微观世界的问题。微观粒子的存在、运动和变化难以直接观察,也难以通过实验来展示。因此,在初次学习原子、分子的知识时,学生会感到困难。按传统的教学要求,刚开始学习原子、分子、元素的概念,就要认识“物质是由元素组成的”、“元素是具有相同核电荷数的同一种原子的总称”,理解“分子是保持物质化学性质的最小微粒”的含义,接受“原子是化学反应中的最小微粒”等知识。对于大多数学生而言,有一定的难度,让他们对化学的学习感到畏惧。在初学阶段,合理确定元素、原子、分子的教学要求和深广度,确定合理的学习进程,选择适当的教学方式和手段,让学生顺利地跨入微观世界的大门,就显得十分重要。

2011年修订的九年义务教育化学课程标准,在制定有关原子、分子、元素的学习标准上,十分注意控制难度,要求明确合理。例如:“认识物质的微粒性,知道分子、原子、离子等都是构成物质

的微粒”、“能用微粒的观点解释某些常见的现象”、“知道原子是由原子核和核外电子构成的”、“知道原子可以结合成分子,同一元素的原子和离子可以互相转化,初步认识核外电子在化学反应中的作用”^[1]。然而,在实际的教学中,一些学校往往沿袭传统的教学习惯,原子、分子的教学要求被拔高。例如,要求学生认识“分子是保持物质化学性质的一种微粒”、“原子是化学变化中的最小微粒”,“能结合实例通过分析、推理,认识在化学变化中分子能分,原子不能分,原子可以结合成分子”,“能说明认识原子和分子的相同和不同之处,能区分原子和分子”。这些要求使不少学生感到难懂、难学、难以理解。一位教师通过教学后测的统计分析,指出“一个班级中有87.6%甚至更多的学生在学习(原子、分子知识)之后仍对分子和原子的概念不理解”^[2]。有的教师认为,学生感到难是因为传统的教学方式不科学,只运用微观结构图式和动画辅助讲解原子和分子的概念、原子和分子的关系,学生只能被动接受,机械记忆。一些教师还提出应当变革这种“浅层次”的学习方式,要运用情景创设、模型图式、实验方法,引导学生做分析、推理,进行深度学习,让学生自己建构原子、分子的概念。

在九年义务教育阶段,在学生刚开始学习原子、分子的入门知识,是否应该要求学生“通过多种教学手段建构分子和原子的概念”、认识“分子是保持物质化学性质的一种微粒”、“原子是化学

变化中的最小微粒”?在教学中通过教学方式和手段的变革,确实能达成这些学习目标吗?教学的设想和实际效果的反差,需要我们做分析、探讨。

1 课程标准是确定原子、分子教学要求的依据

课程标准是教学的依据。教什么、怎么教,都应以课程标准的学習标准为依据。

九年制义务教育化学课程标准,关于原子、分子学习内容的学習标准的规定,是在一级主题“物质构成的奥秘”下的二级主题(“微粒构成物质”)中陈述的(所规定的学習标准见上)。这些学習标准,除了“认识物质的微粒性”、“初步认识核外电子在化学反应中的作用”外,认知目标水平的行为动词都是“知道”。按课程标准规定,“知道”属于认知性学習目标的最低水平^[3],低于“认识”、“理解”的要求。“知道”意即能记住、说出、列举就行。因此,对原子、分子的最初的学習要求,应以“知道分子、原子、离子等都是构成物质的微粒”“能用微粒的观点解释某些常见的现象”“知道原子可以结合成分子”为准。

由课程标准研制组编写、上海教育出版社出版的九年义务教育化学教科书,编写的有关原子、分子的教学内容基本上体现了义务教育化学课程标准的学習标准。这些内容是在教科书上册^[4]第3章“物质构成的奥秘”中讲授。该书的第1章指出,化学在研究物质性质的同时,用各种方法、手段研究物质的组成和微观结构,简洁地说明“人们不断地探索物质的组成,终于发现世间万物仅仅由100多种元素组成”。第2章中,介绍了常见的“身边的化学物质”。第3章才讲解“物质构成的奥秘”。在这章中,只用第1节讲授构成物质的基本微粒。先后介绍微粒的性质、分子、原子和离子。在介绍了微粒的性质后,结合实例直接指出构成物质的基本微粒有分子、原子、离子。在介绍分子的一段,一开始就指出“不同的物质具有不同的性质,这是由于构成物质的微粒不同”。以氧气、氢气、水、二氧化碳等物质为例,说明大量的分子聚集在一起形成我们能感知的物质。简单地介绍了分子的大小、体积、质量分子之间存在空隙、分子处于不停的运动后,即转入原子的介绍。介绍原子的段落,开门见山地指出“大量研究结果表明,分子是由原子结合而成的”。而后利用

原子、分子结构图式显示水分子的分解与生成,让学生思考水分解过程,什么微粒发生变化,什么微粒不发生变化。最后指出“原子不但可以结合成分子,还能直接构成物质”。接着介绍原子大小、体积,通过“拓展视野”栏目简介有关原子概念提出的史料,说明现代科学技术条件下,可以用隧道显微镜观察、移动某些物质表面的原子。再接着转入离子及其形成的简单介绍。该教科书编写的原子、分子的教学内容,十分简洁,通俗明了,学习的顺序与认知的结构吻合。这部分的教学内容中没有“分子是保持物质化学性质的一种微粒”“原子是化学变化中的最小微粒”等内容,也没有要求使用原子、分子模型图式绘制的氧化汞分解示意图来讲解氧化汞分解实验,从中分析推理得出分子在化学变化中可以分成原子,原子可以构成分子的知识。

当代的初中学生,通过各种信息渠道,知道物质是由微粒构成的,对元素、原子、分子等名词也不陌生。参照上述教科书编写的内容和顺序,可以直接简明地向学生说明,许多科学家经过多年的研究,发现世界万物是由100多种元素组成的,各种元素的最小单位是原子,原子是难以观察到的微观粒子的一种。而后结合原子、分子等微粒的模型图式,举例说明同种元素的原子可以直接构成某种物质(如金属和稀有气体);相同或不同元素的原子还可以相互结合,形成“分子”,形成的分子聚集起来形成了宏观可见的物质(如2个氧元素的原子结合,可以构成氧分子,无数的氧分子集聚形成氧气;氢元素的2个原子和氧元素的1个原子可以结合形成一个水分子,水就是无数水分子集聚而成的)。这样的说明,通俗、简明,学生并不会感到抽象、难懂,听懂了也就记住了,达成课程标准的学習要求并不难,也不影响后续更深入的认识。

反之,若仍然沿袭传统的教学习惯,超越课程标准规定的教学目标,多数学生必然觉得抽象难懂。因为他们刚跨入化学科学的门槛,既缺少物质构成的感性知识,也没有足够的事实,可以让他们自己领悟到分子、原子各是具有什么样特性的微粒。要求他们理解为什么都是构成物质的微粒,又有原子和分子之别,懂得“保持化学性质”是怎么回事,“化学变化中的最小微粒”又是什

么意思,懂得怎么判别某种微粒是原子还是分子,显然是困难的,这些不应该是入门知识。一些教科书引用氧化汞分解变化过程的模型图式,是运用原子、分子学说对氧化汞的分解做解释。用这个图式做分析、推理的依据,发现分子可以分为原子,原子可以结合形成分子,显然是违背逻辑推理的基本原则的,是用结论来论证结论。

在学生缺乏足够的基础知识和分析推理能力的情况下,一味地强调让学生思考、探索没有条件来解答的问题,学生感到迷茫、困惑,是必然的。诚如孔夫子所说“思而不学,则罔”。

2 从原子、分子概念的形成发展过程看原子、分子的教学要求

人类思考物质组成和结构的过程中,最早提出的概念是元素。认为世界万物都是由若干元素组成的。究竟什么是元素,有哪些元素,看法并不一致,也没有科学依据。到了中世纪,元素的概念有了发展,人们认为元素是那些原始的、简单的或是丝毫没有混杂的物质。17世纪中叶,英国化学家 Boyle R 继承了古代元素思想,并接受了当时的微粒哲学,用物质微粒及其运动的观点对化学现象做出机械论的解释。他认为,元素并不是水、火、土等复杂物质或现象,更不是亚里士多德所说的冷、热、干、湿等性质,或柏拉图所强调的理念等非物质的精神,他依靠科学实验来剖析物质,寻找和确定元素,建立起科学的元素观。18世纪中叶化学家 Lavoisier A L 在化学实验分析的基础上终于确定了 Au, Ag, Cu, Fe, Sn, O, H, S, P, C 等 33 种简单物质为化学元素,并列出了化学上第一个元素系统分类表。把 Boyle R 的抽象元素概念具体化了,并有力地推动了化学家到具体物质中去寻找、发现化学元素的工作。19世纪中叶,俄罗斯化学家 Mendeleev 又把看来似乎是互不相干的化学元素,依照原子量的变化联系起来,发现了自然界的重要基本定律——化学元素周期律,从而把化学元素及其相关知识纳入到一个严整的自然序列规律之中,既提高了人们学习、掌握化学知识的效率,又从理论上指导了化学元素的发现工作。到19世纪末,已经发现的化学元素达 79 种。到现代,人们已经知道,从宏观的天体到微观的分子,从有生命的动植物到无生命的矿物都是由化学元素组成的。到 20 世纪 40 年代,人们已经发现了

自然界存在的全部 92 种化学元素。与此同时,人们又开始用粒子高能加速器来人工制造化学元素。这样到 2017 年已发现的元素总数达到 118 种。

另一方面,人们在探索物质构成的过程中,逐渐建立了物质可分、物质由微粒构成的观念,先后提出了原子、分子、离子的概念。原子概念是古希腊哲学家留基伯最先提出的。他的高徒德谟克利特更明确地表述了万物由“原子”产生的思想。限于当时的历史条件,这一思想只是一种缺乏实验事实依据的猜想,并流传了 2200 年。19 世纪,在拉瓦锡的影响下,化学家普遍重视了物质及其相互作用时的重量关系研究。1801 年道尔顿 (J. Dalton) 在气体实验中,总结出混合气体的分压定律。对气体问题的思考研究,让道尔顿得出了各种物质都是由某种可数的最小单位构成的结论。由此,他通过分析、总结、概括,于 1803 年提出了原子学说:(1)所有物质都不能无限分割,都要达到一个最后的极限。这个极限的微粒,依照自古以来的说法,就叫原子。(2)原子的种类很多。同一元素的原子,性质完全相同,质量相等。不同元素的原子,性质不同,质量不同。(3)化合物是由其组成元素的原子聚集而成的“复杂原子”。在构成一种化合物时,其成分元素的原子数目保持一定,而且保持着最简单的整数比。原子论本身所具有的合理性,运用原子论能解释许多化学现象,使得它为化学界所普遍接受。

1808 年法国化学家 J. L. 盖-吕萨克 (J. L. Gay-Lussac) 在气体化合的试验中,发现“各种气体在彼此起化学作用时常以简单的体积比相结合”;气体化合后,气体体积的改变(收缩和膨胀)与发生反应的气体体积间也有简单的关系。由此他提出一个推论:“在同温同压下,相同体积的不同气体都含有相同数目的原子”。但是,用道尔顿的原子论解释这个推论,却遇到一个大问题——会产生存在“半个原子”的问题。例如,氧气和氢气化合成水蒸气,若 1 个体积氧气相当于含有 n 个氧原子,则 2 体积的氢气就含有 $2n$ 个氢原子,生成的 2 个体积的水蒸气就含有 $2n$ 个水的复杂原子。这样,1 个水的复杂原子也就必然是由 1 个氢原子和半个氧原子所构成的。“半个原子”的概念与原子论中原子不可分是相违背的,在化学反应中也是不可能的。与此相似,凡是

1 体积的气体能够生成 1 体积以上的气体产物的,都会碰到这种矛盾。是盖-吕萨克的实验和推论错了,还是道尔顿的原子学说有问题?此后,化学家们的一系列精确实验,证明气体化合实验定律正确无疑,表明道尔顿的原子论必须加以补充和修正。科学家阿伏伽德罗(Amedeo Avogadro)考察了盖-吕萨克的实验,研究盖-吕萨克与道尔顿的学术争执,发现了矛盾的焦点。认为只要将道尔顿的原子论稍加发展,在物体和原子这两种物质层次之间再引进一个新的可以分割微粒层次,引入一个新概念——分子(相当于由几个相同或不不同的原子组成的“复杂原子”),就可以使二者统一起来。把气体定律表述为:在相同温度、压力下,同体积的任何气体中都含有相同数目的分子。这样,便可以用原子论圆满的解释气体作用定律,不致发生反应的化合物分子中出现半个原子的困境。1811 年阿伏伽德罗发表论文,以盖-吕萨克的实验为基础,通过合理的推理,引入了“分子”的概念,创造性地提出了分子论,继承和发展了原子论。1858 年意大利化学家康尼查罗(Stanislao Cannizzaro)对原子-分子论做了进一步的论证和总结。1860 年又在国际化学会议上发言,宣传阿伏伽德罗的假说。原子-分子论在一些化学家的支持、宣传下,终于得到化学界的认可。

现代,化学科学的发展、研究手段和技术的进步,人们也认识到原子是由更小的微粒电子、质子、中子构成的,还具有复杂的结构,在化学变化中元素的原子没有发生质的改变(即原子核的组成、结构没有改变),是不可分的。原子间可以通过化学键作用结合形成共价分子或离子化合物。科学家还能运用隧道扫描显微镜,观察移动铁、铜、硅晶体表面的原子,可以拍摄苯等物质分子的图像。人们还发现两个或更多的共价分子或离子间可以通过非共价键作用,通过分子识别、分子的自组装,形成具有特定功能的超分子体系。这一发现,颠覆了传统的“分子是保持物质化学性质的最小微粒”的观念。

上述史实告诉我们:(1)人们在探索物质组成、构成过程中,首先形成了万物是由有限的元素组成、物质是可分的,是由很小的微粒(原子)构成的朦胧、模糊的认识。而后逐渐形成了科学的元素概念,形成了比较清晰的原子、分子概念,并

把原子概念和元素的概念联系起来,把原子和分子概念联系起来,通过化学键等理论模型,从微观层次说明了物质的构成。(2)原子、分子概念的形成、修正,最终能被人们所接受,是因为它是建立在实验事实的基础之上,是通过严密的推理、归纳,基于事实证据的推理形成的科学结论。(3)人类建构元素、原子、分子概念的过程,反映了人们对看不见、摸不着,难以直接从实验中获得的微观结构的认识,需要人们具有一定的知识基础和逻辑思维能力,具有运用假设、想象、依据实验和事实,进行分析、推理,归纳和论证的能力和创造性思维能力。如果没有盖-吕萨克的气体化合实验和气体定律的发现,阿伏伽德罗没有从盖-吕萨克实验与道尔顿的原子学说的矛盾中,发现问题的核心,没有提出存在“分子”这种微粒的创造性设想,就不可能有原子—分子论的建立。(4)元素、原子、分子的概念,是随着科学技术的发展,人们认识的发展逐渐发展的。

基于上述的基本认识,确定初中化学有关原子、分子的教学目标和教学要求,要考虑学生的知识基础和逻辑思维能力。所确定各相关概念的教学顺序,要符合认识的逻辑顺序和知识的结构。不能超越学生的知识基础和认知能力的发展水平,拔高教学要求,提高学习难度和深度,要求学生自己“建构”原子、分子的概念。这与深度学习无关。违背认识规律,揠苗助长,只会适得其反。原子、分子,尤其是分子的概念,是随着人们认识的发展而发展的,初学阶段,概念介绍要通俗、简明,不宜用僵化、死板,貌似严密的定义把概念讲死,在认识上给学生今后的学习造成障碍。

3 正确认识教学策略、方式、手段在概念原理教学中的作用

概念、原理教学难度大。在教学中,制定正确的教学策略、创设教学情景、灵活地采用多种教学方式和手段,有助于激发学生的学习求知欲望和学习积极性,有利于促进学生的思考、发现和提出问题,活跃课堂气氛,有助于突破难点、提高教学效果。但是,教学方式、手段运用能否提高教学效果,并不仅仅决定于方式、手段本身,而是决定于策略、手段、方式与所要解决的教学问题,与学生学习水平的契合性。例如,运用香水气味在空气中的扩散、品红在水中的扩散、浓氨水可以隔空使

附近的含酚酞的水变红的实验,激发学生的想象力,可以帮助学生认识物质是由微粒构成的,微粒处于不断运动中,但无法帮助学生依据这些现象判断微粒是分子还是原子。有的教师通过对比二氧化碳与石灰水作用、二氧化碳的灭火作用,要求学生通过分析思考,得出“分子是保持物质的化学性质的微粒”的结论。学生该作怎样的分析?学生的知识储备能满足这种分析思考的需要吗?有的教师认为让学生自己用球棍模型搭建表示水分解生成氢气、氧气的过程,可以领悟到“化学变化中分子可变而原子不变”“分子是由原子构成的”。事实上,学生只有在知道了这些知识的基础上才能完成这个活动。这一活动的价值在于通过活动来应用所学的知识,而不在于知识的建构。上文提到,有些教师希望学生从氧化汞的分解图式的分析、思考中能领悟到“分子是由原子构成的”。这种看法和做法存在同样的问题。还有的教师依据1811年阿伏伽德罗提出的物质由分子构成的假说,用1体积氢气和1体积氧气完全反应可生成2体积水蒸气的例子,要求学生知道可以通过对变化的分析和推理,证明氢气和氧气不是由1个氢原子或1个氧原子构成的,至少是由2个氢(或氧)原子构成的,以此可以建构分子的概念。实际上,初三学生不会懂得,也不理解阿伏伽

德罗定律(同温同压下,相同体积的气体中含有相同的分子个数),对教师的启发讲解,只能一知半解、囫圇吞枣,谈不上能促进基于证据的推理能力的发展和知识的建构。

教学情景创设、多种教学方式和手段的选择运用,可以促进教学效果、教学效率的提高,但不可能帮助学习者超越自己的学习基础和认知水平,达到原本无法达成的学习目标。依据学生的学习基础和认知能力,确定适合的教学目标,应该是最基本的教学原则和策略。倡导深度学习、让学生自己建构知识,都是对的。但是不能脱离或超越学习者的学习基础、认知水平。否则,学习负担加重了,学习目标却没有达成,还会损害学生的学习自信心。

参考文献:

[1][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)[S].北京:北京师范大学出版社,2012:24.

[2] 朱雪琴,龚颖潮.建构新知,形成概念——九年级化学“分子和原子”教学设计与实践反思[J].中学化学教学参考,2015,(5):16~19.

[4] 中学化学国家课程标准研制组.义务教育课程标准实验教科书·化学(九年级上册)[M].上海:上海教育出版社,2012:62~67.

《化学教学》投稿须知

各位读者,欢迎您向《化学教学》投稿。在投稿时,请您务必注意以下几点:

- (1) 文章必须配有中文摘要和关键词(100~200字)。
- (2) 文章篇幅要求3000~6000字。
- (3) 插图须用绘图软件绘制,要求清晰、准确、规范。在插图的正下方必须标明图序号和图题文。在表格正上方也必须标明表序号和表题文。
- (4) 量和单位符号的书写要符合国家标准,注意大小写、正斜体和角标等,如物理量符号均为斜体,单位符号均为正体。注意运算过程中物理量单位的正确表示。
- (5) 若为基金项目,请在文章第1页的下方注明项目名称、项目编号及基金来源。
- (6) 参考文献格式要规范,应在文中引用文献处标

注文献序号。例:

[1][法]埃德加·莫兰著.陈一壮译.复杂性理论与教育问题[M].北京:北京大学出版社,2004:14~15,24~25.

[2] 吴俊明.“学案”的基本任务、编制及其他[J].化学教学,2011,(1):3~5.

(7) 必要时,本刊对来稿要作适当的删改,如不同意删改,务请在来稿时说明。

(8) 本刊严禁一稿多投,严禁抄袭。一经发现,将在本刊网站上予以公示。

(9) 本刊不接收纸质稿件及电子邮件投稿,所有来稿请一律通过本刊网站(<http://www.chemedu.cn>)登陆“在线投稿”系统进行投稿。