

以史为线 进阶模型 宏微结合

——以“化学反应中的质量关系（第二课时）”为例

邵静超

（江苏省张家港市第七中学，江苏 张家港 215617）

摘要：“质量守恒定律”是初中化学中至关重要的定律，基于培养学生的化学学科核心素养，本节课从变化观、守恒观、微粒观等方面入手，从定量的角度认识化学变化，结合化学史实创设情境完成概念的构建及微观剖析，提高学生的实验探究和逻辑思维能力。

关键词：化学史；进阶模型；守恒观；宏微结合

“质量守恒定律”是初中化学阶段的核心定律，在整个初中化学的学习中有着举足轻重的地位，指的是在化学变化中，参加化学反应的各物质质量总和等于反应后生成的各物质质量总和。本节课的内容集化学史、化学反应、实验分析、微观剖析于一体，在初中化学教材中具有承上启下的重要功能。本节课结合九年级学生的学情，以化学史切入提出问题，开启探究之旅，用丰富的实验进行验证，重走化学家的探究之路，化学课堂上真实感受历史与科学的碰撞。

本节课教学流程见图1：

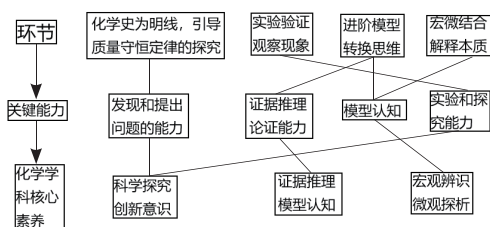


图1 教学流程

一、以史为线，引领教学

化学史实是化学课堂中重要的素材，它阐述了科学知识发展形成的背景和条件，不但能够帮助学生掌握知识形成和发展，加深对科学真理的理解，进行科学思考，还可以指导课堂教学的开展，让学生模仿或借鉴科学家探究的过程，体会真理的来之不易，有助于培养学生思维与创新能力，感受收获成果的喜悦。

【案例1】

引入：同学们，拉瓦锡是我们熟悉的化学家，他通过实验探究了空气的组成。

那么在1777年的时候，他通过精确的定量实验研究了氧化汞的分解和合成反应中各物质质量之间的变化关系，惊奇地发现化学反应前后各物质总质量没有改变。

师：同学们，这难道是巧合吗？请同学们大胆猜测化学反应前后物质总质量的关系。

生1：化学反应前后物质的总质量可能不变，可能变大，也有可能变小。

师：实验是检验真理的唯一标准，请通过实验来验证你们的猜想。
[学生实验]

A组：在敞口容器中测定硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应前后总质量的关系；

B组：在密闭容器中测定硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应前后总质量的关系；

C组：在敞口容器中测定石灰石与稀盐酸反应前后总质量的关系；

D组：在密闭容器中测定石灰石与稀盐酸反应前后总质量的

关系；

F组：在敞口容器中测定铜粉加热前后总质量的关系。

实验装置见图2：

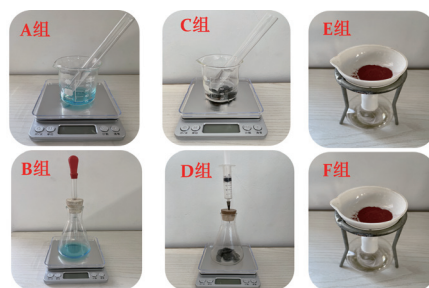


图2 实验装置

生2：实验结果：A、B组质量不变；C组变小，D组不变；E、F组变大。

师：C、D组同样的反应，为什么实验结果不同？

生3：CD装置不同，此反应有二氧化碳气体生成，在敞口容器中气体散逸到空气中去，导致称得的质量偏小。

师：同学们可以得到什么结论呢？

生4：我觉得如果化学反应中有气体生成，在探究化学反应前后总质量的关系时，应在密闭的容器中进行。

师：请同学们继续思考，E、F组为什么反应后的质量变大了？

生5：此反应为铜与氧气加热生成氧化铜，由于是在敞口容器中进行，增加的质量是参加的氧气质量。

师：同学们对于之前的结论有什么地方需要补充？

生6：我觉得化学反应中不管是有气体参与或有气体生成，在探究化学反应前后总质量的关系时，都应在密闭的容器中进行。

师：同学们，你们刚刚的探究过程其实是重走了很多年前科学家们的探究之路。波义耳、罗蒙诺索夫做了很多实验，但还是与真理失之交臂。1777年，拉瓦锡在前辈们的基础上，又进行了大量的实验，最终提出质量守恒定律。因此同学们在生活中要善于发现问题，勤于思考研究，坚持必定会有收获。

设计意图：结合质量守恒定律的发现史，引导学生开展探究性学习活动，使学生产生“我的研究历程竟然与科学家相似”的自豪感和满足感，树立“将来我也能成为科学家”的坚定信念。本节课的探究实验一共分为三个类别：无气体参与或生成的反应、有气体生成的反应、有气体参与的反应，探究装置分为敞口容器和密闭容器，一个类别的实验分别进行两种装置的探究，这样的设计覆盖面较广，而且由易到难，层层推进，学生容易接受，能自己在思维冲突中引发深刻思考得出结论，完全模拟了很多年前科学家的探究过程，这样的安排不仅让学生了解了这段化学史的全过程，而且还亲自感受到隐藏在过程的乐趣。

二、构建“模型”，转换思维

定量认识化学变化是初中化学教学的重要内容，如何让学生从定性认识转变到定量认识是每一个初中化学启蒙教师都应该思考的问题。“质量守恒定律”是初中生定量认识化学变化的第一课，本节课要让学生达到化学反应前后宏观物质质量守恒的认知阶段，并非易事，需要教师帮助他们构建初中阶段守恒观的“进阶模型”，实现从“整个体系”到“具体反应”的思维转换。

【案例2】

师：同学们，通过实验我们得出了化学反应前后质量不变。但是我们用天平称得的是反应前后整个体系的质量。接下来我们以硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应为例，分析一下具体成分之间的质量关系。

师：反应前称的质量中包括哪些物质的质量？

生1：锥形瓶、胶头滴管、单孔橡皮塞、硫酸铜溶液和氢氧化钠溶液。

师：反应过程中硫酸铜有剩余且溶液中还包含大量的水。所以可以改为锥形瓶、胶头滴管、单孔橡皮塞、参加反应的硫酸铜和氢氧化钠、剩余的硫酸铜还有水。请同学们再分析一下反应后整个体系中有哪些物质的质量。

生2：锥形瓶、胶头滴管、单孔橡皮塞、生成的氢氧化铜和硫酸钠、剩余的硫酸铜还有水。

生3：我们可以把相同物质的质量抵消掉，参加反应的硫酸铜质量和氢氧化钠质量总和等于生成的氢氧化铜质量和硫酸钠质量。

分析过程如图3：



图3 反应前后物质成分分析表

师：用相同的方法请同学们分析石灰石与稀盐酸反应前后的质量关系。

生4：C组反应前称量的质量有：烧杯、试管、参加反应的碳酸钙、氯化氢、剩余液体和固体；反应后称量的质量有：烧杯、试管、生成的氯化钙、水、剩余液体和固体。

师：同学们分析得很到位。反应后的质量为什么变小了？

生5：反应后生成的二氧化碳散逸到空气中去了。

生6：反应后加上二氧化碳的质量，化学反应前后总质量不变。请看D组的成分分析，如图4。

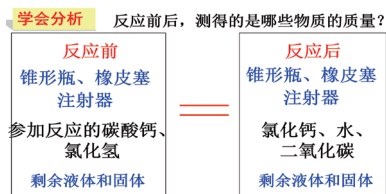


图4 反应前后物质成分分析表

生7：把反应前后相同的物质抵消掉，我们可以得到参加反应的碳酸钙和氯化氢质量等于生成的氯化钙、水和二氧化碳的质量总和。

师：科学家们通过无数的实验证明：参加化学反应的物质总质量等于反应后生成的物质总质量，即质量守恒定律。

设计意图：本节课的实验都是通过电子天平来称量反应前后

整个体系的总质量的，质量守恒定律的内容中只涉及参与反应及生成的各物质质量，但总质量中还包含装置的质量和未参与反应的物质的质量等，这是学生学习过程中的主要思维障碍。让学生自己从“整个体系”的思维转换到“具体反应”中去，存在较大的难度。因此教师选用最简单的反应例子，硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应举例，构建了初中阶段守恒观的“进阶模型”，将整个体系的质量进行拆解，反应前后相同部分抵消，实现了从“整个体系”到“具体反应”的跨越，再让学生自己分析石灰石与稀盐酸的反应，起到巩固作用，整个过程培养了学生思维逻辑的严密性和基于证据的推理能力。

三、“宏微”结合，揭示本质

宏观表象来源于微观本质。对于质量守恒的微观解释，是基于微粒原子的总体等量关系，既是微观层次，又是定量层次，是学生定量认识和构建守恒观的重要环节，教师要很好地帮助学生实现从“宏观物质质量”到“微观原子总质量”的思维转换。

【案例3】

师：同学们，在第三章我们走进了微观世界，知道很多宏观的现象可以用微粒的知识解释。同学们能否用微粒的知识来解释质量守恒定律？以高温分解水生成氢气和氧气为例，请同学们用模型模拟反应过程。

[学生实验]用水分子模型模拟反应过程。

师：请同学们以小组为单位，根据模型搭建过程，讨论反应前后质量不变的原因。

生1：反应前后都是氢原子和氧原子；反应前后都是4个氢原子和2个氧原子。反应前原子总质量： $2 \times (16+2) = 36$ ；反应后原子总质量： $4 \times 1 + 16 \times 2 = 36$ 。

生2：质量守恒定律的本质原因（微观解释）即是化学反应前后原子的种类、数目、质量不变。

师：同学们，在反应中我们发现2个水分子高温分解生成了2个氢分子和1个氧分子，如果是4个水分子高温分解呢，可以得到多少个氢分子和氧分子？ n 个水分子呢？

生3：参加化学反应的物质分子数目与反应后生成物的分子数目比值是一定的。

师：同学们归纳得很好，我们将在后面的学习中进一步探究化学反应中量的关系。

设计意图：得出定律后，教师没有满足现状，而是刨根问底，揭示微观本质。教师没有局限于让学生死记质量守恒的微观原因，而是结合高温分解水的反应，让学生搭建微观模型，进行推导和分析，得出三不变，通过此过程培养了学生从微观视角解释宏观现象的思维方式。除此之外还进行适当拓展得出化学反应中参加反应的物质分子数与反应后生成物的分子数目比是一定的，为接下来依据化学方程式的计算做铺垫，帮助学生从“质量总和”到“质量比例”的跨越，加深对定量化学的理解。

四、结语

“质量守恒定律”在初中化学中是集变化观、守恒观、定量观、微粒观于一体的重要内容，本节课改变以往应用定律的教学方式，以探究定律的方式开展。利用化学史作为教学情境主线，依次开展探究性实验，让学生沉浸其中，同时通过构建模型，实现了从整体到具体的思维转化，最后在微观上，对原子进行定量计算等，对质量守恒定律的表述有了更深的理解，且提升了学生的化学学科核心素养。

参考文献：

[1] 王宝斌. 以“据”涵“养”——《金属的性质与利用》一课教学处理[J]. 中学教育教学, 2020(4): 79-81