

创设类比故事情境，从计量角度理解物质的量概念的教学设计与实践

韦吉崇¹ 林宇静²

1. 海南师范大学教师教育学院，中国·海南 海口 571158; 2. 海南省海口中学，中国·海南 海口 571158

【摘要】为了帮助学生理解好物质的量概念，在从计量角度解读物质的量概念基础上创设类比故事情境，引导学生从计量角度来理解物质的量概念。把该情境植入教学设计并对两个不同学习水平的高一班级进行实践，通过课堂观察、随堂练习和后期访谈评价教学效果。

【关键词】故事情境；物质的量；类比方法；高中化学

【基金项目】2020年海南省高等学校教学研究与改革课题“基于卓越教师培养的 chemistry 专业硕士教育实践模式的研究与实践——以海南省教师教育改革与创新试验区（儋州市）为例”（Hnjg2020-51）。

上世纪七十年代末，国内科学界开始采用物质的量这一国际物理量，当时的专家们在认识物质的量概念时就存在一些分歧，这从刘立寿^[1]、姜友陆^[2]和周宁怀^[3]等前辈的文章中可窥一斑。时至今日，一线教师仍然在研究该概念，思考如何把它更好地教给学生。如代飞^[4]、陈家晓^[5]和王新文^[6]等人分别从概念形成史、核心素养和概念建构引导学生理解该概念。有的如洪文慧^[7]则从教学实际出发，向课程专家提出物质的量内容的教材编写建议。而最新人教版化学必修1教材中编者把物质的量内容延后到第二章第三节来介绍。这充分说明物质的量是个天然、长期的教学难题。

物质的量从字面自然理解，即物质的量化，是个笼统概念，在没有说明计量单位前不能明确其物理量。如问水的量是多少时，只有回答18毫升、18克或1摩尔才能明确其描述的物理量分别为质量、体积或 XX （假设与摩尔对应的物理量叫 XX ）。但是，这个名词被化学家规定（但也有道理，后面会有解释）以为摩尔为计量单位的物理量，这与学生自然理解相抵触，造成认知别扭和障碍。此外，按照最新人教版教材的定义，“物质的量是一个物理量，它表示含有一定数目粒子的集合体。”它不像长度这种不需定义的物理量，也不像速率这种从算式能理解其“单位时间通过的路程”定义的物理量，它只是表示含有一定数目粒子的集合体，未说明物质的量与粒子集合体如何联系。这两点给教学带来困难。

为了解决物质的量教学难题，本文中笔者尝试从计量角度对物质的量概念进行解读，在此基础创设类比故事情境，把情境植入教学设计并进行实践，通过课堂观察、随堂练习和后期访谈评价教学效果。

1 从计量角度来解读物质的量概念

生活中人们对有形物品一般从质量、体积和数量三方面来计量。对于连续的固体或大小不均的不连续固体，人们倾向从质量来计量，如一块石头或一堆石子等；对于无定形的连续液体，则倾向从体积来计量，如水和汽油等；而对于大小一样的多个固体物品，则倾向从数量来计量，如乒乓球和纸张等。狭义数量的单位为“个”（这里“个”是个、只、头、条和张等个体性量词的统称），广义数量的单位则包括含有固定个数的集体型单位，如打、包、盒和箱等。总之，人们从哪种物理量来计量，使用哪个

计量单位遵循合理和方便的原则。相比生活中的计量，科学的计量虽然更加丰富和复杂，但同样遵循合理和方便的原则。在微观化学层面，物质不再是宏观样子，失去大小、形状、颜色和状态等宏观性质，只是一定数目微观粒子的集合体。对于大小一样、互有间隔的微粒集合体，从数量来计量是最自然合理的方式。但由于以“个”为单位计量时数值太大，使用不方便，因此化学家“创造”了集体型单位摩尔及它的物理量物质的量。规定一摩尔含有的粒子数为阿佛加德罗常数，目的是方便物质的量与质量的换算。从这个意义来讲，物质的量是一定数目微观粒子集合体最科学的计量方式，它的产生是人们深入探索微观世界的必然结果。

摩尔是否数量单位？按姜友陆^[2]先生的解释，摩尔的定义没有指明一个真实的粒子数目， mol 只是说明微粒数目是阿佛加德罗常数的 x 倍，它没有指明微粒的真实数目（一般也不需要），所以不能说是数量单位。对于该解释，刘立寿^[1]先生并不赞同，笔者也认为有待商榷。虽然摩尔定义不指明具体数目，但也体现了数量涵义，再说近似值当真实值使用也是科学的习惯做法。因此，把摩尔当成广义数量的单位之一未尝不可。不过数量毕竟是个宏观色彩较浓且有众多单位的笼统物理量，把摩尔委身其单位之一不能体现摩尔的先进微观意义，不能象征化学研究进入微观层面，更不能彰显化学家在微观计量学方面所做的努力。因此，化学家有必要专门为摩尔单位设立一个物理量，并把它指定为国际物理量以凸显其重要地位。

物质的量是个微观物理量，其英文名称为“amount of substance”。在微观化学层面，以摩尔为单位来计量物质是唯一可靠且最方便的方式。微观粒子以波性和粒性运动着，其运动的空间（体积）是时刻变化的。此外，相对论认为粒子的质量与运动速度有关，质量也不再恒定。由于化学变化中微观粒子（静止质量不为零）不可湮灭，因此只有数量才保持稳定。当以“个”为计量单位时，数量明确为粒子数（ N ）；当以“摩尔”为计量单位时，数量明确为物质的量（ n ）。两者可通过关系“ $n = N/N_A$ ”相互转化。

2 类比故事情境的创设

由于以上解读超出高一新生的认知水平，因此笔者必须在此基础上进行通俗化和简化。方法是创设与生活经验相关的情境，用类比的方法让学生去理解与之对应的知识。图1是情境与知识的类比图。

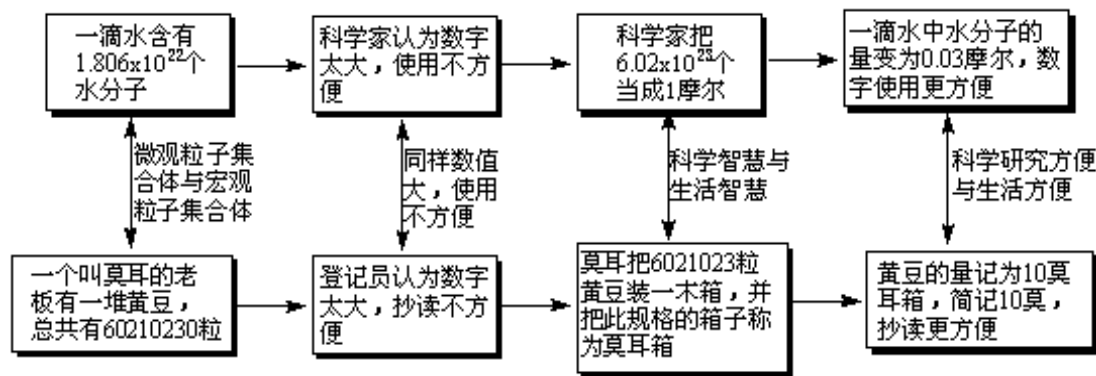


图1 情境与知识的类比图

借鉴代飞老师的方法^[4], 建立了从摩尔(单位)到物质的量(物理量)的认知顺序。图1中的情境是让学生理解摩尔单位产生原因及它的本质。情境中, 有一个叫莫耳老板想知道他的一堆黄豆有多少粒, 登记员用机器人帮他数出结果为 60210230 粒。由于使用该数字过程中登记员抱怨抄读不方便, 因此莫耳想了个办法把 6021023 个黄豆装一木箱, 并把这样的木箱称为莫耳箱(即规格为 6021023 个, 该数字与 6.02×10^{23} 有联系), 这样黄豆的量可描述为 10 莫耳箱, 简称 10 莫。虽然这个故事情境不现实, 但它说明的生活经验是学生能理解的, 即生活中人们描述数目太大的物品时, 一般不采用“个”单位而采用集体型单位, 如盒、袋、包和箱等。把这个经验应用在科学上, 学生容易理解科学家为何要提出“摩尔”这个微观“箱子”, 同时也理解摩尔的微观集体型单位本质。

故事能引起学生的兴趣, 且是知识回忆的一个有效线索。情境中, 有清晰的类比关系。黄豆堆积成黄豆“山”, 水分子堆积成水; 黄豆数目大, 水分子数目更大; 莫耳箱与“摩尔箱”(摩尔单位); 生活智慧与科学智慧; 等等。这样的类比故事情境比常见的一打鸡蛋、一盒粉笔等简单比喻更能让学生深刻理解摩尔概念。当学生理解好摩尔概念后, 引出它的物理量物质的量水到渠成。

3 教学实践效果

给本地一所普通高中高一一个平行班和一个重点班分别授课, 作为对比研究。以下分别从学生上课状态、练习情况和课堂印象等三方面评价教学效果。

由于学生不能看课本, 课堂上两个班的学生都全神贯注, 跟着笔者的思路在走。设计时预想的学生反应都能如期呈现。比如当提问科学家如何借鉴生活作法去解决微粒数目太大使用不方便问题时, 学生都能想到一个能装大量微粒的箱子。课堂氛围良好, 笔者传递的教学信息学生都能接收得到。只有学生都在听, 教师才能有效对学生的思维进行牵引, 从而促进他们对知识产生思考。

从练习完成情况上看, 重点班能达到良以上的平均水平, 而平行班为中等左右。从笔者课后与学生的交流中发现, 其实两班学生在理解上相差无几, 只是平行班学生的计算能力稍差。这说明此设计可适用于不同学习水平的学生, 这是联系生活经

验的故事情境的作用。

授课后的一个月, 笔者再回到两个班级访谈学生的课堂印象。结果表明重点班学生不但对故事情境印象深刻, 而且很好理解故事与知识的联系; 平行班学生虽然也对故事情境印象深刻, 但对两者的联系

的理解相比原来有所退化。不过在笔者稍微点拨下, 他们很快恢复之前的理解水平。在和学生交流中发现, 相比该内容, 学生对前面学过的其他内容印象不深, 这说明一个有效记忆线索对复习的重要性。此外, 两个班的学生都能理解阿佛加德罗常数 N_A 不等于 $6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$, 表明后面任课教师把概念精确化后能消除原先设计中的不严谨的影响。

4 小结

高中化学中的微观概念是教学难点之一, 而且教材中对这些抽象概念的介绍一般遵循科学、专业、严肃和严谨的理论知识标准, 在学生看来未免枯燥和欠亲切。对于这样的知识, 照本宣科地教不是好方法, 虽然这不影响学生熟练掌握应试练习, 但学生仍然对概念一知半解, 限制了他们的发展空间。因此教师应该抱着终身学习的态度, 跳出应试教育的窠臼, 加强微观理论化学的学习, 能站在较高理论层次审视高中化学微观概念, 在教学中大胆创新, 做到深入浅出, 化抽象枯燥为形象生动, 帮助学生克服学习障碍, 提高他们的理论化学素养。

参考文献:

- [1] 刘立寿. 关于摩尔的概念及其应用的意见——兼与有关同志商榷[J]. 化学教育, 1980, 总 141 (3): 45-47.
- [2] 姜友陆. 物质的量及其单位摩尔的概念和应用[J]. 化学通报, 1978, (9): 34-37.
- [3] 周宁怀. 试论“物质的量”及摩尔的若干问题[J]. 化学教育, 1982, (6): 49-53.
- [4] 代飞. 基于概念形成史的教学——“物质的量的单位——摩尔”教学设计[J]. 化学教育, 2018, 39 (13): 16-19.
- [5] 陈家晓, 覃浩然. 证据推理与模型认知维度下的“物质的量”教学研究[J]. 化学教与学, 2018, (8): 69-72.
- [6] 王新文. 立足学生建构的物质的量的概念教学的分析与实践[J]. 化学教与学, 2017, (6): 57-61+92.
- [7] 洪天慧. 对高中化学教材中“物质的量”内容的编写建议[J]. 化学教学, 2019, (10): 91-97.

作者简介:

韦吉崇 (1977.05—), 男, 汉族, 籍贯: 海南乐东, 职称: 副教授, 研究方向: 学科化学教学法。