

高中化学必修课程中“物质的量”概念教学难点突破策略探讨

张丹

十堰市郧阳区第一中学

摘要: 高中化学必修课程中“物质的量”概念教学难度较大,可从三方面突破。剖析科学定义、微观与宏观桥梁作用、基本单元指向及关联概念逻辑,化解抽象认知障碍;创新教学方法与工具,设计阶梯式环节、运用类比法、借助可视化教具、设置问题链,优化概念建构;强化与化学方程式计算、溶液浓度计算的关联,构建转化网络,开展针对性练习,促进概念深度内化。

关键词: 物质的量; 高中化学; 概念教学; 教学策略; 计量体系

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.12.087

引言

“物质的量”是高中化学必修课程核心概念,连接微观粒子世界与宏观物质计量,对学生构建化学定量思维体系至关重要,其抽象性及关联概念的复杂逻辑,让教学中常出现学生理解困难、应用混淆等问题。突破这些难点,帮助学生准确把握概念本质、熟练运用相关知识解决化学问题,是教学实践中需要深入探索的内容。

一、深入剖析概念本质,化解抽象认知障碍

(一) 阐释“物质的量”的科学定义与内涵

物质的量是国际单位制中7个基本物理量之一,符号为 n ,单位是摩尔(mol),定义为系统中包含的特定基本单元数的量度,1摩尔精确包含 $6.02214076 \times 10^{23}$ 个基本单元,数值即阿伏伽德罗常数(N_A)。基本单元可以是原子、分子、离子、电子,或这些粒子的特定组合,1 mol H_2O 中,基本单元是水分子,包含2mol氢原子和1mol氧原子,物质的量不是物质的质量或数量,构建了微观粒子与宏观物质之间的定量联系,是化学学科独特的计量方式,为定量研究化学反应奠定基础。

(二) 解析“物质的量”作为微观与宏观桥梁的作用

在化学世界里,微观粒子如原子、分子、离子极其微小,难以直接计数和测量,化学反应却需要精准知晓粒子间的数量关系,物质的量概念的出现,巧妙解决了这一难题,氢气与氧气反应生成水,微观上2个氢分子与1个氧分子反应生成2个水分子;宏观上无法直接数清参与反应的分子个数,借助物质的量可知1mol任何粒子集合体都含有阿伏伽德罗常数个粒子,计算物质的量就能清晰掌握宏观物质间的反应比例。4g氢气(物质的量为2mol)完全反应需要1mol氧气(32g),生成2mol

水(36g),实现了从微观粒子到宏观可称量物质的转化,为化学研究与生产实践提供了关键的计量桥梁。

(三) 明确概念内涵中“基本单元”的特定指向

在运用物质的量时,明确基本单元至关重要,基本单元的确定需依据具体研究对象与化学情境,研究氯化钠($NaCl$)的晶体结构与化学反应,关注离子间相互作用,基本单元可能是1个 Na^+ 与1个 Cl^- 组成的离子对;计算一定质量 $NaCl$ 中所含粒子数,以单个 $NaCl$ “单元”来计量物质的量,1mol $NaCl$ 中含1mol Na^+ 和1mol Cl^- 。分析硫酸(H_2SO_4)参与的酸碱中和反应,基本单元是 H_2SO_4 分子,1mol H_2SO_4 能提供2mol H^+ 用于反应,精准界定基本单元,才能正确运用物质的量进行化学计算与分析,避免因概念模糊导致的错误。

(四) 梳理“物质的量”与关联概念的内在逻辑

物质的量与阿伏伽德罗常数、摩尔质量等概念紧密相连,形成严密的逻辑体系。阿伏伽德罗常数作为物质的量与微粒数之间换算的关键常数,关系式为 $n=N/N_A$ (n 为物质的量, N 为微粒数目),通过它能将微观粒子的具体数量转化为物质的量^[1]。例如,若已知某物质含有 3.011×10^{23} 个分子,根据阿伏伽德罗常数,可算出其物质的量为0.5mol。摩尔质量(M)则是单位物质的量的物质所具有的质量,单位g/mol,数值上等于该物质的相对原子质量或相对分子质量,如铁(Fe)的相对原子质量约为56,其摩尔质量就是56g/mol,利用公式 $n=m/M$ (m 为物质质量),能够实现物质质量与物质的量的相互转换。在化学方程式计算中,各物质的物质的量之比等于化学计量数之比,如 $2H_2+O_2=2H_2O$,表明氢气、氧气、水反应时物质的量之比为2:1:2,将物质的量概念贯穿于化学计量的各个环节,有助于学生构建系统的化学定量思维。

二、创新教学方法与工具，优化概念建构过程

(一) 设计阶梯式教学环节契合学生认知进程

在高中化学教学中，构建符合学生认知规律的阶梯式教学环节至关重要，起始阶段，以学生熟悉的宏观物质计量为切入点，日常生活里购物时对物品数量的计量，购买铅笔会按“盒”来计数，一盒通常为12支，在此基础上，逐步引导学生深入微观领域，引入“物质的量”概念，先阐述其作为连接微观粒子与宏观物质的关键物理量地位^[2]。讲解物质的量的单位“摩尔”，介绍1摩尔粒子集合体所含粒子数与0.012kg碳-12中所含碳原子数相同，约为 $6.02214076 \times 10^{23}$ 个，后续教学，设置从已知一定质量的某纯净物，引导学生先计算其物质的量，再换算出所含微观粒子数的练习，分步骤、有层次地推进学生对概念的理解，由浅入深搭建知识阶梯，契合学生从宏观到微观、从具体到抽象的认知顺序。

(二) 运用类比法搭建概念理解桥梁

类比法能有效将抽象的“物质的量”概念具象化，“物质的量”可与生活中常见计量方式类比，像“打”这样的单位，1打明确表示12个物品，不管是铅笔、鸡蛋还是乒乓球，都能用“打”来计量它们的数量集合，与之相类似，“摩尔”专门用于计量微观粒子的集合，1mol任何一种粒子集合体都含有约 $6.02214076 \times 10^{23}$ 个粒子，再看日常购买饮料，大包装商品常会以“箱”为单位，每一箱内都包含固定数量的瓶数，比如一箱可乐通常有24瓶。类比到化学领域，“物质的量”就是将数量极其庞大且难以直接计数的微观粒子，以“摩尔”作为单位进行“打包”计量的方式，通过这些生动又形象的类比，学生能够更好地理解“物质的量”作为一种计量微观粒子集合的物理量的本质，切实降低对这一陌生概念的理解难度，让抽象的概念变得通俗易懂，在熟悉的生活场景与陌生的化学概念之间建立起稳固的理解桥梁。

(三) 借助可视化教具直观呈现概念内涵

可视化教具为学生理解“物质的量”提供直观视角，利用粒子模型时，选取不同颜色小球分别对应原子、分子、离子等微观粒子，搭建分子模型过程中，构建水分子(H_2O)模型可选取两个白色小球对应氢原子，一个红色小球对应氧原子进行组合，学生能直观观察到1个水分子由2个氢原子和1个氧原子构成，进而延伸理解1mol水分子中氢原子和氧原子的物质的量分别为2mol和1mol，同时，绘制计量关系示意图，采用数轴形式，一端精准标注宏观物质的质量、体积等物理量，另一端明确标注微观粒

子数目，中间部分通过“物质的量”及相关公式($n=m/M$ 、 $n=N/N_A$ 等)建立紧密联系，清晰呈现从宏观可称量物质到微观粒子数目的完整转化路径^[3]。比如从56g铁(Fe)出发，依据铁的摩尔质量56g/mol这一数值，精确算出物质的量为1mol，再结合阿伏伽德罗常数的数值，最终得出所含铁原子数约为 $6.02214076 \times 10^{23}$ 个，切实帮助学生从直观层面深入理解抽象的概念及其中的转换关系。

(四) 设置问题链驱动学生主动探究概念

问题链教学能有效引导学生主动参与“物质的量”概念的推导与应用，教学起始抛出问题：“已知一滴水中大约含有 1.67×10^{21} 个水分子，如此庞大的数字，怎样才能更方便地计量微观粒子数量呢？”引发学生思考引入新计量方式的必要性，引出“物质的量”概念，随后提问：

“1mol物质的质量在数值上有什么特点？”促使学生探究摩尔质量概念及相关计算，发现1mol任何物质的质量以克为单位时，数值上等于该物质的相对原子质量或相对分子质量。化学方程式计算环节提问：“氢气与氧气反应生成水，已知4g氢气完全反应，需要多少克氧气？”引导学生利用物质的量概念，根据化学计量数之比等于物质的量之比进行计算，一系列层层递进的问题形成问题链，贯穿“物质的量”概念教学全程，激发学生主动思考、推导与应用概念，加深对知识的理解与掌握。

三、强化知识体系关联，促进概念的深度内化

(一) 剖析“物质的量”在化学方程式计算中的核心纽带作用

化学方程式不仅呈现了反应物与生成物的种类，更揭示了它们之间精确的定量关系。从微观视角出发，各物质微粒数目之比等于化学计量数之比；而通过“物质的量”概念，可将这一微观比例拓展到宏观物质的计量。以氢气与氧气燃烧生成水的反应为例，化学方程式为 $2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2H_2O$ ，这表明2个氢分子与1个氧分子反应生成2个水分子，从物质的量角度解读，即2mol氢气与1mol氧气完全反应生成2mol水。基于此，已知某一反应物或生成物的物质的量，依据化学计量数之比，能精准计算出其他物质的物质的量。如已知有4g氢气(物质的量 $n = \frac{m}{M} = \frac{4g}{2g/mol} = 2mol$)，根据化学计量数之比，完全反应所需氧气物质的量为1mol，进而可算出氧气质量 $m = nM = 1mol \times 32g/mol = 32g$ 。在各类复杂化学反应计算中，“物质的量”作为关键桥梁，串联起微观粒子反应比例与宏观物质的质量、体积等物理量，是解决化学方程式计算问题的核心工具。

(二) 阐明“物质的量”与溶液浓度计算的紧密联系

溶液浓度是描述溶液组成的重要物理量, 其中物质的量浓度 ($c = \frac{n}{V}$, c 为物质的量浓度, n 为溶质物质的量, V 为溶液体积) 在化学实验与化工生产中应用广泛。“物质的量”在溶液浓度计算中起着基石作用^[4]。在配制一定物质的量浓度溶液时, 需依据所需溶液浓度与体积, 利用物质的量计算出所需溶质质量或体积。例如配制 0.5mol/L 的氯化钠溶液 500mL , 根据 $n = cV = 0.5\text{mol/L} \times 0.5\text{L} = 0.25\text{mol}$, 再由氯化钠摩尔质量 $M = 58.5\text{g/mol}$, 可算出所需氯化钠质量 $m = nM = 0.25\text{mol} \times 58.5\text{g/mol} = 14.625\text{g}$ 。在溶液稀释、混合等操作的浓度计算中, 同样遵循物质的量守恒原理。如将 $100\text{mL} 2\text{mol/L}$ 的硫酸溶液稀释至 500mL , 稀释前硫酸物质的量 $n_1 = c_1V_1 = 2\text{mol/L} \times 0.1\text{L} = 0.2\text{mol}$, 稀释后溶液体积 $V_2 = 0.5\text{L}$, 由于稀释前后溶质物质的量不变, 所以稀释后硫酸物质的量浓度 $c_2 = \frac{n_1}{V_2} = \frac{0.2\text{mol}}{0.5\text{L}} = 0.4\text{mol/L}$ 。

“物质的量”贯穿溶液浓度相关计算的始终, 是理解与解决溶液问题的关键要素。

(三) 构建“微观粒子数目—物质的量—宏观质量/体积”转化网络

在化学计量体系中, “物质的量”构建起微观粒子世界与宏观物质领域沟通的桥梁, 形成完整的转化网络。从微观粒子数目角度, 通过阿伏伽德罗常数 ($N_A \approx 6.02214076 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}$) 可将微粒数 (N) 与物质的量 (n) 相互转换, 关系式为 $n = \frac{N}{N_A}$ 。例如, 若某物质含有 3.011×10^{23} 个分子, 其物质的量 $n = \frac{3.011 \times 10^{23}}{6.02214076 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}} = 0.5\text{mol}$ 。在宏观与物质的量联系方面, 对于固体和液体, 利用摩尔质量 (M , 数值上等于该物质相对原子质量或相对分子质量, 单位 g/mol), 通过公式 $n = \frac{m}{M}$ 实现物质质量 (m) 与物质的量换算, 如 18g 水 (H_2O , $M = 18\text{g/mol}$) 的物质的量 $n = \frac{18\text{g}}{18\text{g/mol}} = 1\text{mol}$ 。对于气体, 在标准状况 (0°C , 101kPa) 下, 借助气体摩尔体积 ($V_m \approx 22.4\text{L/mol}$), 依据 $n = \frac{V}{V_m}$ (V 为气体体积) 完成气体体积与物质的量转换, 如标准状况下, 11.2L 氧气物质的量 $n = \frac{11.2\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.5\text{mol}$ 。这一全方位转化网络, 使学生能在不同化学计量情境中灵活运用“物质的量”概念, 实现微观与宏观数据的自如切换。

(四) 开展针对性练习强化“物质的量”概念应用场景

为助力学生深刻理解“物质的量”概念在化学定量研究中的工具价值, 需设计多样化针对性练习。如给出一系列化学反应, 要求学生根据已知物质质量或体积, 运用“物质的量”相关知识计算其他物质的量、质量或体积, 像在 $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ 反应中, 已知加热分解 31.6g 高锰酸钾 (KMnO_4 , $M = 158\text{g/mol}$), 学生需先算出高锰酸钾物质的量 $n = \frac{31.6\text{g}}{158\text{g/mol}} = 0.2\text{mol}$, 再依据化学计量数之比, 得出氧气物质的量为 0.1mol , 进而求出标准状况下氧气的体积 $V = nV_m = 0.1\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 2.24\text{L}$ 。还可设置溶液浓度相关综合练习, 如将一定质量的氢氧化钠 (NaOH) 固体溶于水配制成 250mL 溶液, 已知溶液物质的量浓度为 0.4mol/L , 求所需氢氧化钠质量^[5]。学生要先根据 $n = cV$ 算出氢氧化钠物质的量, 再结合摩尔质量求出质量。通过此类丰富且具针对性的练习, 让学生在不同应用场景中反复运用“物质的量”概念, 加深对其理解, 从孤立记忆概念转变为系统掌握并灵活运用, 切实巩固概念学习效果。

结语

突破“物质的量”概念教学难点, 要以概念本质剖析为基础, 借创新教学方法与工具搭建认知桥梁, 靠强化知识体系关联促进深度内化, 三者相互衔接, 能帮学生厘清抽象概念的内涵与逻辑, 提升具体情境中运用知识的能力, 为构建系统的化学定量认知框架奠定基础, 助力掌握化学学科的计量思维与研究方法。

参考文献

- [1] 姜显光, 王明月. 促进“物质的量”概念本质理解的教学设计研究 [J]. 化学教学, 2023, (09): 51-55.
- [2] 张艺馨. 高中生的“物质的量”概念认知结构研究 [D]. 辽宁师范大学, 2023.
- [3] 徐曼玲, 朱永飞. 高中化学“物质的量”项目式教学设计 [J]. 南宁师范大学学报(自然科学版), 2021, 38(01): 168-172.
- [4] 刘秀琳. 高中化学“物质的量”有效性教学策略实践研究 [D]. 绍兴文理学院, 2023.
- [5] 巴德玛. 中蒙化学教科书中“物质的量”内容比较研究 [D]. 内蒙古师范大学, 2021.

作者简介: 张丹(1995-11), 女, 河南浙川人, 汉族, 本科学历, 研究方向: 高中化学教育。