

基于学科能力构建的高中化学教学设计

——以“分子的结构与性质”高三主题复习为例

文 | 韦 辉

一、基于学科能力构建的高中化学教学实施的意义

一是可以引领学生跨越知识的浅滩,深入化学知识的浩瀚海洋。这一过程中,教学不再仅仅是知识的传授与记忆,而是成为一场引领学生探索未知、理解本质、应用创新的奇妙旅程。

二是能培养学生的科学素养与创新能力,助力学生全面发展,使科学素养这一现代公民不可或缺的品质,在高中化学课堂上得到生动的诠释。

三是核心素养下基于学科能力构建的高中化学教学符合新课改的教学要求,有助于转变课堂价值取向,实现分数至上向能力提升的顺利过渡。

二、学科能力

化学学科能力极具学科特质,是一种复杂的心理结构,是基于学科特性延伸出来的能力要素,具有个体差异性、层次性、阶段性、连续性的特征。它不仅仅局限于对化学概念、原理的深刻理解,更是一种科学探究方法的掌握、科学态度的培养以及科学精神的传承。

三、高中化学教学设计

(一)教学目标、主要问题和学习目标

1.教学目标

(1)提升学生的微观结构认知能力,即理解分子内部原子、离子间的相互作用(如离子键、共价键、配位键等)及其如何决定分子的空间构型和性质。通过复习,学生能够正确识别不同类型的化学键,分析其对分子稳定性的影响,以及预测未知分子的可能结构。

(2)学生参与实验设计、数据分析和结论推导等科学探究活动,通过亲手操作加深对分子结构与性质之间关系的理解,培养学生的观察力、科学态度、实验技能,为他们未来的科研活动打下坚实基础。

(3)能用化学原理和方法解释生活中的化学现象,如药物分子的作用机制、材料的性质与结构关系等,培养学生的化学应用意识和创新意识。

2.主要问题

(1)基础差异

高三学生虽已学习一定的化学基础知识,但由于学习时间长、知识点多且复杂,学生之间在基础知识的掌握上存在差异。

(2)理论与实践脱节

“分子的结构与性质”这一主题涉及大量的化学理论和概念,如化学键、分子间作用力、分子构型等,学生难以将抽象的理论知识与具体的实验现象或生活实际联系起来,在实际学习中也存在理论与实践脱节的问题。

(3)知识深度与广度的平衡

在高三复习阶段,学生需要在有限的时间内掌握大量的知识点,同时还需要对部分内容进行深入理解和拓展。然而,在实际教学中,教师往往难以平衡知识的深度与广度,导致学生不是知识面过窄,就是对某些知识点理解不够深入。

3.学习目标

第一课时:化学键与分子间作用力

(1)理解力

能够准确理解化学键(离子键、共价键、配位键)

作者简介:韦辉(1990—),男,布依族,贵州罗甸人,本科,中小学一级教师,研究方向:化学教学。

的定义、特征及其形成过程,掌握分子间作用力(范德华力、氢键)的类型及其对物质性质(如熔点、沸点、溶解度)的影响。

(2)分析力

能够分析不同物质中化学键的类型及其与物质性质的关系,识别并解释分子间作用力在物质宏观性质中的具体表现。

(3)综合应用能力

能够将化学键和分子间作用力的知识应用于解释日常生活中的化学现象,如水的高沸点与氢键的关系。

第二课时:分子的空间结构与价层电子对互斥理论

(1)理解力

深入理解分子的空间结构,包括直线形、V形、平面三角形、三角锥形和正四面体形等常见构型。掌握价层电子对互斥理论(VSEPR)的基本原理,能够解释其如何决定分子的空间结构。

(2)分析力

分析其稳定性与构型的关系。分析孤电子对的存在对分子构型的影响,理解孤电子对增加了电子对间的排斥力,从而影响分子构型。

(3)综合应用能力

通过实际例题练习,提高学生运用VSEPR理论解决实际问题的能力,如预测未知分子的构型。

第三课时:杂化轨道理论与配合物

(1)理解力:理解杂化轨道理论的基本概念,包括s、p轨道的混杂及杂化轨道的形成过程。掌握常见原子(如C、N、O等)的杂化方式及其对分子构型的影响。了解配合物的基本概念、组成及命名规则,理解配位键的形成及其特性。

(2)分析力:分析不同杂化方式下分子的空间构型及其稳定性。通过具体配合物的例子,分析配体、中心原子及配位数等因素对配合物性质的影响。

(二)教学过程

▲第一课时:化学键与分子间作用力

1.教学导入

教师用多媒体设备播放时长2分30秒的《水分子循环》纪录片片段,画面为冰川融水形成溪流的场

景时暂停视频,用激光笔指向投影幕布上放大标注的H₂O分子结构示意图,向全班提出核心问题:“液态水蒸发为水蒸气时,破坏的是分子内作用力还是分子间作用力?”教师将问题书写于黑板右侧,组织四人小组进行3分钟的讨论,要求各小组结合九年级物理相变知识及高一化学键概念展开辩论,并指定第二组记录员将“分子间作用力影响物质状态变化”的结论誊写在教室侧边白板上。

2.新课讲授

①化学键:教师取出离子键演示教具,将贴有Na标识的黄色泡沫球与Cl标识的绿色泡沫球分别置于磁力白板两侧,移动小球展示电子转移过程时同步解说:“钠原子失去电子形成Na⁺,氯原子获得电子形成Cl⁻,阴阳离子通过静电作用形成离子键。”

在讲解共价键时,教师调取三维分子模型软件,将H₂O分子中氧原子的红色电子云与氢原子的白色电子云重叠区域用闪烁光效标注,对比展示O₂分子中均等的电子云分布,引导学生观察极性键与非极性键的电子对偏移差异。针对配位键的特殊性,教师用不同颜色的磁贴代表NH₃的孤对电子和H⁺的空轨道,在黑板上动态演示NH₄⁺的形成过程。

②分子间作用力:教师将装有正己烷、正庚烷、正辛烷的三个试剂瓶置于讲台,引导学生观察室温下液面高度差异,同步在黑板绘制烷烃熔沸点随碳原子数增加而升高的折线图。

讲解氢键时,教师将两支温度计分别插入水和乙醇中加热,当水温升至98℃时,对比乙醇78.5℃的沸腾现象,用磁吸式分子模型拼接水分子间的氢键网络,强调氢键对水异常高沸点的作用。为强化认知,教师要求学生在笔记本上绘制邻硝基苯酚分子内氢键与间硝基苯酚分子间氢键的对比示意图,随机抽取两名学生到黑板前用彩色粉笔完成图示。

活动设计一:化学键类型判断

活动目的:巩固学生对化学键类型的理解,提高判断能力。

活动步骤:

教师向各小组分发印有NaCl、H₂O、CO₂、NH₄Cl等10种化合物结构式的学习单,要求学生在5分钟内用蓝色记号笔圈出离子键、红色笔标注共价键、绿

色笔标记配位键。

第三组学生在判断 NH_4Cl 时出现争议,教师取出晶体结构模型,指出铵根离子与氯离子间为离子键,而铵根内部 N-H 键包含三个普通共价键和一个配位键。

活动结束后,教师选取第五组完成的学习单进行实物投影展示,用黄色荧光笔标出该组将 CO_2 中的双键误判为两个单键的错误,并重新播放碳氧双键形成过程的慢速动画加以纠正。

活动设计二:分子间作用力影响实验

活动目的:直观感受分子间作用力对物质性质的影响。

活动步骤:

教师在实验台上摆放两组装置:A组为装有甲烷、乙烷、丙烷气体的球胆,配套低温浴槽;B组为水和乙醇的混合溶液。

学生操作:A组实验时,教师巡回指导第三组调整浴槽至 -100°C ,观察丙烷首先液化现象,并记录各物质相变温度。

处理B组数据时,教师用电子天平称量等体积水与乙醇的质量,引导学生发现氢键对密度的影响。实验结束后,教师将第四组测得的水沸点数据与文献值偏差过大的情况作为案例,带领学生排查温度计校准、加热均匀性等误差来源,培养实证研究思维。

▲第二课时:分子的空间结构与价层电子对互斥理论

1.教学导入

教师在黑板中央绘制甲烷、氨气、水分子结构简式,用彩色粉笔标出各分子键角数据,抛出问题:“同为 AX_4 型分子, CH_4 键角 $109^\circ28'$,而 NH_3 为 107° , H_2O 为 104.5° ,这种差异源于何种理论?”在学生回忆 VSEPR 理论后,教师展示 1957 年吉列斯比发表该理论的原始论文封面图片,强调理论发展与结构化学研究的关系。

2.新课讲授

①分子的空间结构:教师操作 3D 全息投影仪展示甲烷正四面体结构,逐帧旋转模型使学生观察四个 C-H 键的等同性。讲解氨分子三角锥形结构时,教师用可变形分子模型将其中一个 N-H 键向下弯

曲,模拟孤对电子对分子构型的影响。为加深理解,教师分发透明胶片,要求学生用油性笔描绘 CO_2 直线形、 BF_3 平面三角形、 CH_2O 平面三角形等典型结构,完成后将胶片叠加在投影仪上验证准确性。

②价层电子对互斥理论:教师用磁贴构建理论公式:价层电子对数=(中心原子价电子数+配位原子提供电子数 $\pm$ 电荷数)/2,结合实例分步演算。讲解 SO_4^{2-} 时,教师用红色磁扣代表硫的 6 个价电子,蓝色磁扣表示每个氧原子提供的 0 个电子(视为配位原子),黄色磁扣补充 2 个负电荷电子,最终得出 $(6+0+2)/2=4$ 对,对应正四面体结构。为检验理解程度,教师突然擦去 PO_3^- 的电荷符号,要求学生现场计算并引发关于负电荷影响的深度讨论。

活动设计一:VSEPR 理论应用练习

活动目的:加深学生对 VSEPR 理论的理解和应用能力。

活动步骤:

教师发布包含 SO_2 、 SF_4 、 ICl_3 等 10 个分子的练习题,要求学生在 20 分钟内完成价层电子对数计算及构型预测。

巡视过程中,教师发现第七组学生在计算 ICl_3 的孤对电子数时出现错误,及时用电子式板书演示:碘原子价电子数 $7+3\times1=10$,电子对数 $=(10+0)/2=5$,其中 3 对成键电子,2 对孤对电子,对应 T 形结构。

练习结束后,教师用智能平板展示 NH_4^+ 的四面体结构动态演化过程,特别标注配位键不影响 VSEPR 理论的应用原则。

活动设计二:分子模型构建

活动目的:加深学生对分子空间结构的直观认识。

活动步骤:

教师分发包含不同尺寸泡沫球(代表原子)和弹簧棍(代表化学键)的模型套件,要求第六组搭建乙炔分子模型时特别注意碳碳三键的线性特征。

在模型展示环节,教师发现第二组搭建的乙烯分子存在键角偏差,立即用激光测角仪测量实际模型键角为 118° ,与理论值 120° 对比后,引导学生分析泡沫球体积差异对空间排布的影响。

活动尾声,教师将苯分子凯库勒模型与现代离域 π 键模型并置展示,组织学生讨论 VSEPR 理论在

复杂分子中的适用边界。

▲第三课时 杂化轨道理论与配合物

1.教学导入

回顾前两课时学习的内容,引导学生思考:“除了价层电子对互斥理论外,还有哪些因素会影响分子的空间结构?”从而引出本节课的主题——杂化轨道理论与配合物。

2.新课讲授

杂化轨道理论:介绍杂化轨道的概念及其形成过程,强调杂化轨道对分子空间结构的影响。通过实例(如碳原子的 sp^3 、 sp^2 、 sp 杂化)讲解不同杂化方式下分子的空间结构特点。

配合物:介绍配合物的基本概念、组成及命名规则。详细讲解配体、中心原子、配位数等概念及其在配合物中的作用。通过实例(如铁离子与氰根离子的配合物)展示配合物的形成过程及性质特点。

活动设计一 杂化轨道类型判断与空间结构预测

活动目的:提高学生判断杂化轨道类型并预测分子空间结构的能力。

活动步骤:

①教师提供一系列中心原子及其配体信息,要求学生判断中心原子的杂化类型并预测分子的空间结构。

②学生独立完成练习后,分组讨论答案并交流解题思路。

③教师总结,强调杂化轨道类型与分子空间结构的对应关系。

活动设计二 配合物性质探究

活动目的:通过实验或案例分析探究配合物的性质特点及其影响因素。

活动步骤(以案例分析为例):

①教师提供几个典型的配合物实例(如血红蛋白中的铁配合物、催化剂中的过渡金属配合物等),介绍它们的结构和功能。

②学生分组讨论这些配合物的性质特点及其在实际应用中的作用。

③每组选代表汇报讨论结果,其他学生提问或补充。

④教师总结,强调配合物在生物、医药、材料科

学等领域的重要性及其研究价值。

(三)基于学科能力构建的高中化学教学的评价设计

1.评价内容

(1)知识掌握情况

注重学生对“分子的结构与性质”主题核心知识点的掌握情况。这包括化学键(离子键、共价键、配位键)的类型、特征及其形成过程;分子间作用力(范德华力、氢键)对物质性质的影响;分子的空间结构及其与价层电子对互斥理论的关系;杂化轨道理论的应用;以及配合物的基本概念、组成及性质特点等。

(2)学科能力发展

关注学生在化学学科能力方面的发展。这包括理解能力(准确理解概念、原理及其相互关系)、分析能力(运用所学知识分析化学现象和问题)、综合能力(将所学知识综合应用于解决复杂化学问题)以及科学探究能力(能进行简单的化学实验或案例分析,提出假设并验证)。

2.评价方式

(1)形成性评价

在教学过程中,采用形成性评价方式,通过课堂观察、提问、小组讨论、作业练习等多种手段,及时了解学生的学习情况和问题,并给予及时反馈和指导。这种评价方式有助于教师调整教学策略,帮助学生及时纠正错误,巩固所学知识。

(2)总结性评价

在教学结束后,采用总结性评价方式,通过考试、测试、项目报告等形式,全面评估学生对“分子的结构与性质”主题的掌握情况。这种评价方式有助于教师了解教学效果,发现教学中的不足,并为后续教学提供参考。

(3)表现性评价

此外,还可以采用表现性评价方式,通过学生在实验操作、案例分析、小组讨论等活动中的表现来评价其学科能力。这种评价方式更加注重学生的实践能力和创新能力,有助于培养学生的科学探究精神和解决实际问题的能力。

(作者单位:贵州省望谟民族中学)

编辑 蔚慧敏