

# 高中化学与数学学科融合教学探索

## ——以“晶胞中原子分数坐标及空间利用率的计算”为例

穆青<sup>1</sup> 张杰<sup>1</sup> 顾斯扬<sup>2</sup> 宋卓<sup>3</sup>

1. 长沙市望城区长郡斑马湖中学; 2. 长沙市浏阳第三中学; 3. 长沙市麓山滨江实验中学

**摘要:** 本文通过设计并实施一系列融合化学晶体结构知识与数学空间分析技能的教学活动, 引导学生运用数学工具精确定原子在晶体中的分数坐标, 并借助数学模型计算晶胞的空间利用率。研究表明, 这种跨学科融合教学模式不仅显著提升了学生对抽象晶体结构概念的理解深度, 还增强了其运用数学知识解决实际化学问题的能力, 促进了学生逻辑思维与空间想象能力的协同发展。

**关键词:** 学科融合; 化学与数学; 晶胞; 原子分数坐标; 空间利用率

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2025.12.084

### 引言

在跨学科融合教育理念日益受到重视的背景下, 本文聚焦于高中化学与数学学科深度融合教学探索, 以“原子分数坐标及空间利用率的计算”这一具体教学内容为例展开研究<sup>[1]</sup>。化学中的晶体结构分析常涉及复杂的空间几何关系与精确的数值计算, 而数学学科在空间坐标系构建、几何图形解析及精确计算方面具有显著优势, 为高中阶段化学与数学学科融合教学的推广与实践提供了可借鉴的范例与理论依据, 同时推动学科思维融合, 为培养复合型人才提供可复制的实践路径<sup>[2-4]</sup>。

### 一、跨学科内容分析

#### (一) 教学内容分析

“晶胞中原子分数坐标及空间利用率的计算”是高中化学人教版(2019年版)选择性必修二第3章第1节第3课时内容。根据对本节课的内容分析, 笔者将本节课的学业要求与内容要求归结为: 理解原子坐标的概念及学会计算原子分数坐标及空间利用率<sup>[1]</sup>。原子分数坐

标的教学价值不仅是简单地对其概念认识, 更是能运用数学工具精确定原子在晶体中的分数坐标, 这样可以使学生对晶胞中原子的计数及原子空间利用率这些复杂的问题简单化<sup>[5-7]</sup>。通过跨学科知识的综合运用, 不仅能树立对立统一、联系发展的观点, 还能发展宏观辨识与微观探析等核心素养, 及时诊断与评价学生认知物质、分析结构的能力水平<sup>[8]</sup>。

在晶胞教学的起始环节, 教师巧妙融合化学与数学学科知识, 先展示晶胞模型, 抛出两个极具启发性的问题: 一是如何运用数学语言精确描述每个原子的位置, 二是当晶体进行旋转或缩放操作时, 坐标参数会发生怎样的变化。在分析过程中, 学生需运用数学中的空间坐标知识, 结合化学里对晶胞结构的认知, 尝试为晶胞中的钠原子“定位”, 这不仅培养了他们的抽象思维与数学建模能力, 更让他们初步体会到化学与数学在微观结构研究上的紧密联系。

#### (二) 跨学科主题选择

选择 视角	知识关联	化学晶体结构需数学工具(坐标系、几何模型)描述, 二者天然契合
	素养培育	1. 以化学问题驱动数学应用, 发展学生逻辑推理、模型建构等跨学科能力。
	现实导向	聚焦晶体材料性能优化, 以“空间利用率”为切入点解决实际问题。
选择 依据	课标契合	化学强调晶胞分析, 数学注重立体几何应用, 主题串联双学科核心目标。
	突破痛点	1. 破解化学教师数学工具不足、缺乏数学情境等问题, 协作转化建模任务。
	认知规律	2. 设计“模型—坐标—计算”递进任务, 符合从具体到抽象的学习逻辑。

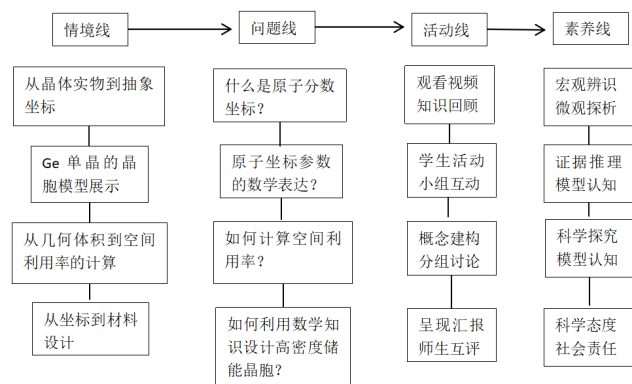
## 二、学科融合的教学设计思路

### (一) 教学目标 (见表 1)

表 1 教学目标与学科融合目标

学科	化学	数学
教学目标	知识: 理解晶胞结构、原子分数坐标及空间利用率的定义与关联。 能力: 运用化学模型分析原子排列, 计算空间利用率并解释其科学意义。 素养: 认识晶体研究对工业生产的指导价值, 增强学科应用意识。	知识: 掌握三维坐标表示、向量运算及立体几何体积计算方法。 能力: 将化学晶胞抽象为数学模型, 完成坐标转换与几何计算。 素养: 体会数学工具在自然科学中的普适性, 提升逻辑推理能力。
融合目标	整合: 构建“化学问题→数学建模→化学解释”的跨学科思维路径。 协同: 综合运用双学科知识解决复合问题(如晶胞空间利用率计算)。 素养: 培养科学探究精神与创新意识, 理解学科交叉的社会价值。	

### (二) 设计思路



## 三、学科融合教学实施策略

### [数学视角 1] 从晶体实物到原子坐标的数学表达

在晶胞教学实践中, 笔者通过播放微课《晶胞中的原子分数坐标》向学生介绍以晶胞三个棱长为单位 1, 用分数表示原子相对于晶胞原点位置的原子分数坐标概念。这一概念巧妙地将化学中晶胞原子的位置信息, 用数学的分数形式精准表达, 体现了化学结构与数学语言的完美结合。为助学生深度理解这一抽象概念, 教师采用“关键词”法, 提炼出“晶胞棱长为单位 1”“分数表示”“相对于晶胞原点”等关键词。在围绕关键词的讨论思考与举例对比中, 学生不断运用化学知识与数学逻辑, 加深对原子分数坐标的理解。

为强化学生对原子坐标参数的理解与运用, 教师先展示 Ge 单晶的晶胞模型(图 1), 并设疑求解该晶胞中“2 号”原子的坐标参数。此问题引发学生积极思考、热烈讨论, 各小组呈现答案并开展互评。教师顺势引导, 引出三维直角坐标系, 明确以晶胞边长为单位长度( $a = 1$ ), 采用分数坐标  $(x, y, z)$  表示原子位置。随后开展坐标标注挑战活动, 进一步加深学生认知。接着展示  $\text{CaF}_2$  晶胞示意图(图 2), 布置两项任务: 一是以某一顶点为原点  $(0, 0, 0)$  标注其他原子坐标; 二是小组内交换任务单, 互相验证坐标正确性。学生在互动讨论中积极输出成果。教师强调坐标范围为  $[0, 1]$ , 并解释分

数坐标的周期性特点。最后, 教师小结晶胞中原子坐标确定的解题步骤, 通过这一系列由浅入深、循序渐进的教学活动, 有效提升了学生运用化学与数学知识解决晶胞结构问题的能力。

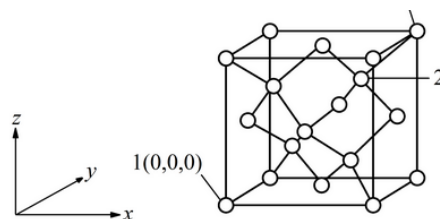


图 1 Ge 单晶晶胞图

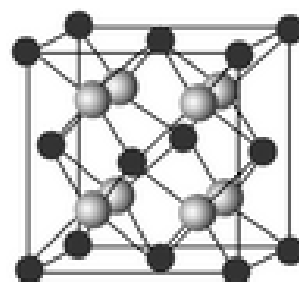


图 2  $\text{CaF}_2$  晶胞图

设计意图: 通过“实物展示——三维坐标——活动探究”的过程激发学生科学探究精神并让学生直观理解晶胞中的原子分数坐标, 帮助学生构建“宏—微—符”之认知模型。由前面所学“立体几何”迁移到“坐标参数”, 即时诊断与评价学生知识迁移的能力水平, 发展学生“宏观辨识与微观探析”的学科素养。

### [数学视角 2] 从“几何体积”到空间利用率

在晶体结构教学中, 借助 3D-max 技术对比展示金属钠(体心立方)与铜(面心立方)的晶体模型, 学生可直观观察到二者原子排列紧密程度存在差异: 金属钠体心立方结构中, 原子分布相对松散; 而铜面心立方结构里, 原子排列更为紧密。基于此现象, 教师提出问题驱动学生思考: 一是如何定量比较不同晶体的堆积紧密程度, 二是若原子半径增大, 空间利用率会怎样变化。

学生观看模型后积极思考、热烈讨论。随后教师引出空间利用率的定义，即晶胞中原子总体积占晶胞体积的百分比，并给出相应公式。接着展示铜的晶胞（图 3），布置三项任务：标注原子坐标、推导晶胞边长  $a$  与铜原子半径  $r$  的关系、计算铜原子空间利用率。学生依据模型标注坐标后，利用数学中正方体与球的体积计算公式，结合顶点原子相切的提示，推导出  $a$  与  $r$  的关系，进而算出原子总体积（1 个原子）和晶胞体积（ $a^3$ ），最终得出铜原子的空间利用率。这一教学过程实现了化学与数学知识的有机融合，有效提升了学生解决实际问题的能力。

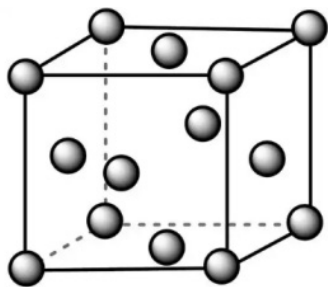


图 3 铜的晶胞图

设计意图：以“立体几何的体积计算”的数学视角，能帮助学生运用几何体积公式（球体、立方体）和坐标参数计算晶胞中原子总体积与晶胞体积，从而求出其空间利用率。在理解化学知识的同时巩固数学知识，使两门学科互促发展。即时发展与评价学生知识迁移及应用化学的能力水平。

[数学视角 3] 从坐标到材料设计——利用数学知识设计高密度储能晶胞

在“从坐标到材料设计——利用数学知识设计高密度储能晶胞”的教学实践环节中，以任务驱动学生深入探索。首先要求学生选定一种晶胞类型，涵盖简单立方、体心立方与面心立方，运用数学知识调整原子坐标参数以“压缩”晶胞，并精确计算空间利用率。这一过程促使学生将抽象的坐标知识与晶胞结构紧密相连，深入理解原子排列对空间利用的影响。学生们积极响应，从多元视角展开设计。有的学生提出引入不同半径原子，通过合理搭配大、小原子，优化晶胞内部空间填充；还有学生着眼于改变坐标分布，打破传统原子排列模式，寻求更紧密的堆积方式。教师对学生们的创新设计进行即时点评，肯定其独特思路与探索精神，同时针对设计中存在的问题给予专业指导。这一教学环节不仅锻炼了学生运用数学知识解决实际化学问题的能力，更激发了他们在材料设计领域的创新思维，为未来开发高密度储能材料提供了新的思路与方法，对推动化学与材料科学的交叉融合发展具有重要意义。

设计意图：以“坐标系、几何体积公式、代数推导”的数学视角，通过“推导公式→验证模型→设计结构”的任务链，以材料设计为终点，让学生体会“从抽象计算到实际应用”的完整科研过程。培养学生科学态度与

社会责任的学科素养，并感受物质世界的多样性。即时诊断与评价学生创新应用的能力水平，发展学生“科学探究与创新意识”的学科素养。

#### 四、教学效果与反思

课堂观察发现，在真实问题驱动下，90% 的学生能熟练运用数学中三维坐标系与几何公式完成结构化学中晶胞原子分数坐标及空间利用率的计算，化学在数学情境中的迁移应用能力显著增强。大部分学生能自主梳理“化学问题→数学建模→结果解释”的跨学科思维路径。本次教学实现了化学与数学从“知识拼接”到“思维融合”的跨越，但需进一步关注学生个体差异与评价改革。在今后的化学教学实践中可拓展至物理（晶体衍射）、计算机（分子模拟）等学科，构建更完整的跨学科教学生态。

#### 结语

跨学科教学的过程中能拓宽知识的边界与范围，在实际教学中，教师需要基于学生的知识水平和能力水平合理科学地教学，将不同学科的知识巧妙结合，在学科融合的教学设计中，教师可以适当创新、拓展，但应做到“守正出奇”，教师可以拔高、提升学生的能力，但要遵循“因材施教”的教学原则。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准（2017 年版）[S]. 北京：人民教育出版社，2018：71.
- [2] 李美玉. 核心素养培养视域下的高中化学物质结构教学策略探讨[J]. 高考，2022(20).
- [3] 周学兴，谢凡. 有关高考化学考查“选择性必修 2”的思考[J]. 中学化学，2023(05).
- [4] 付磊. 高考化学中有关晶体结构与性质题型的教学研究[J]. 数理化学学习（教研版），2024(12).
- [5] 葛秋萍，李歆瑞. 探析给定晶胞中原子分数坐标的书写方法[J]. 教学考试，2020(23).
- [6] 魏清远. 例析晶胞密度的相关计算问题[J]. 中学生理科应试，2024(12).
- [7] 贾同全. 基于数形结合的晶胞复习[J]. 中学化学，2024(03).
- [8] 李琳. 关注晶胞命题新动向，深度理解晶胞概念[J]. 高中数理化，2024(18).

作者简介：穆青，1990 年 7 月，男，汉族，湖南省湘潭市，硕士研究生，中学二级教师，研究方向：高中化学教学。张杰，1982 年 8 月，女，汉族，湖南省岳阳市，大学本科，中学一级数学教师，研究方向：高中数学教学。顾斯扬，1990 年 9 月，男，汉族，湖南省湘潭市，大学本科，中学二级教师，研究方向：高中数学教学。宋卓，1991 年 2 月，男，汉族，湖南省湘潭市，硕士研究生，中学二级教师，研究方向：高中化学教学。

基金项目：湖南省长沙市教育科学“十四五”规划 2023 年度立项教育科研课题“核心素养视域下高中化学跨学科教学的实践策略研究”（课题编号：CJK2023159）的研究成果。