

# 《无机与分析化学》课程中晶体结构 章节课程思政元素设计

高旭昇 吴文源

南京工业大学化学与分子工程学院

**摘要:**课程思政是立德树人的根本要求和关键举措。《无机与分析化学》是大学一年级一门重要的基础课程,其中“晶体结构”章节是完善物质结构知识的总结性教学环节,理论性强、抽象度高,学生较难理解。本文在该章节的教学内容中对典型疑难问题进行凝练,挖掘相应课程思政要点,设计了三个思政元素进行案例教学,分别融入了美学教育、矛盾辩证法和科学精神三个主题,在实践中取得了良好的效果,获得学生好评。

**关键词:**课程思政;无机与分析化学;晶体结构;思政元素

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.11.151

2016年全国高校思想政治工作会议上习近平总书记强调,要把思想政治工作贯穿教育教学全过程,特别是要坚持把立德树人作为中心环节<sup>[1]</sup>。对大学课堂教学而言立德树人的根本要求和关键举措就是要实现思政课程向课程思政转变。课程思政建设内容要紧紧围绕五爱(爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体)主线坚定学生理想信念。

高中生进入大学学习,真是拔节润穗的关键时期,适应全新的学习环境、掌握良好的学习方法固然重要,但在学习过程中“学做真人”、养成端正的思想品行尤为重要,因此将思政元素融入课程教学就显得特别重要。《无机与分析化学》课程作为理工科专业学生进入大学的第一门专业基础课,承载着帮助学生树立人生理想、转变思维习惯、适应大学教育的重要职责。在课程教学中除了讲深讲透重要知识点外,还应充分挖掘思政元素,着力发挥思政育人功能,将唯物史观、辩证思维、科学家精神及爱国主义教育有机融入理论和实践教学环节,实现全员全程全方位育人,帮助学生树立正确的世界观、人生观和价值观<sup>[2]</sup>。

## 课程思政设计与实施

在《无机与分析化学》课程教学中,晶体结构这一部分内容理论性强、抽象度高,对完善学生的物质结构知识以及学生今后从事相关科研实践工作具有非常重要的意义。本文选取晶体结构章节中晶体结构的特征、离子极化理论、准晶与液晶三个章节教学内容,挖掘对称美学、矛盾辩证原理、科学家精神三个思政元素进行教学设计,并通过十余年教学实践贯彻落实,近年来结合最新文件精神不断充实完善教学方法,在学生中反响很好,获得学校好评。

### 一、“晶体结构的特征”中的对称美学教育

#### 1. 教学内容

掌握晶体结构的特征,加强对学生的对称美学教育,提高学习兴趣。

#### 2. 教学过程及课程思政元素设计

晶体是一种神奇的物质,具有三维空间点阵结构,其原子或分子在空间按一定规律周期重复排列,是科学与美学的完美统一,可以说是人类在科学界发现的美到极致的艺术品。因此在讲解晶体结构特征的时候,可以对学生进行美学教育。晶体的点阵对称元素包含镜面、对称中心以及对称轴等,受到点阵结构的制约,这些点阵对称元素通过一个公共点组合得到32个晶体学点群。按照晶体的特征对称元素或点群可将晶体分成7个晶系,根据晶胞的带心型式按对称性划分可将7大晶系分为14种空间点阵型式。将空间点阵型式、点群及平移对称操作组合在一起可得到230种空间群<sup>[3]</sup>。这些内容构成了由简入繁、层次分明的晶体对称性知识宝库。

如图1所示,NaCl晶体的晶胞是正立方体。在氯化钠晶体中,每个钠离子周围都有6个氯离子,每个氯离子周围也有6个钠离子。钠离子和氯离子就是按照正负电荷间隔排列方式向空间各个方向伸展,形成氯化钠晶体。氯化钠属立方晶系,结构中氯离子半径较大,呈立方最紧密堆积,较小的钠离子填充较大的氯离子的八面体空隙,两离子配位数均为6,配位多面体为钠氯八面体,形成了面心立方空间点阵。晶胞是能够反映“晶体对称性”的最小空间重复单元,如图1所示。晶体所满足的对称性操作可以通过晶胞图直接“看出”。NaCl立方晶系是Fm-3m空间群,F代表NaCl基元呈面心立方点阵排列,该空间群主要对称元素有对称中心(i)1个、镜像对称面(3 $\sigma_h$ , 6 $\sigma_d$ )9个、三重反演对称轴(-3)4个,此外还有对称轴(C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>)多个,形成了相互关联、逻辑严密的立体对称体系。值得一提的是,NaCl是人类历史上第一个通过X-射线衍射技术得到晶体结构的

化学物质，该项工作1913年由英国科学家W. L. 布拉格完成。W. L. 布拉格也因为在晶体结构测定中的开创性贡献于1915年被授予诺贝尔物理学奖。

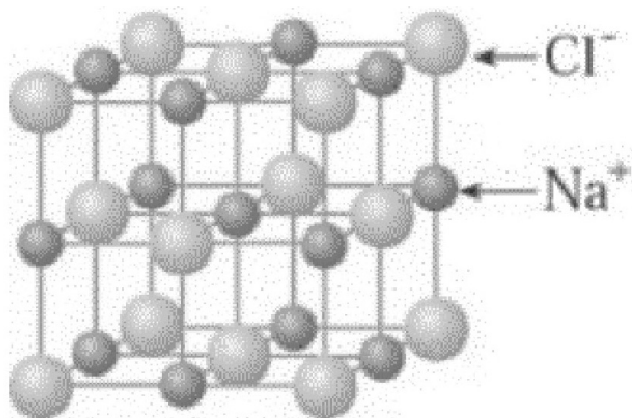


图1 NaCl的晶胞

对称性是人类社会在长期认识自然了解自然活动中产生的审美观念。爱美之心人皆有之，对称美尤其受到中国人的推崇，古往今来在大量建筑和艺术作品中经常可见，从屋堂馆所到亭台楼阁，从单门独户到大型建筑，从平民居室到皇宫贵苑……处处都可见对称美的影子。而晶体结构完美准确地遵循对称性原则，是对称性美学的一种极致体现。这种对称美不仅在生活中给人以极美的享受，也值得科学工作者深入研究宏观和微观世界物质。

## 二、“离子极化理论”中的辩证原理教育

### 1. 教学内容

掌握离子的极化作用、变形以及影响因素，通过矛盾两个对立面的认识，培养学生的辩证思维方法和能力。

### 2. 教学过程及课程思政元素设计

离子的内部有正负电荷中心，按照同性相斥异性相吸原理，当将离子置于电场中时，其原子核就会受到负电场的吸引和正电场的排斥，相反其电子则会受到负电场的排斥和正电场的吸引。当离子A靠近另一个离子B时会产生离子极化，其原因是离子A对离子B的诱导作用使离子B的电子云形状发生变化<sup>[4]</sup>，而离子极化作用又会产生离子形状改变引起离子变形。由此可见，离子的极化与变形互为矛盾，作为矛盾的对立面两者相互对立又相互依存。极化和变形阴阳离子均可能发生，但阴离子变形性强，阳离子极化能力强。极化是变形的原因，变形又是极化的结果，极化引起的变形反过来也会影响极化，典型地体现了对立统一的唯物辩证关系<sup>[5]</sup>。

唯物辩证法是马克思主义哲学重要的组成部分。唯

物辩证法认为矛盾是普遍存在的，事物越复杂其发展过程中矛盾越多。矛盾又分为主要矛盾和次要矛盾，在复杂事物矛盾体系中，主要矛盾决定和发展、规定或影响着其他矛盾的存在和发展，次要矛盾则处于从属的、对事物发展不起决定作用的地位。另一方面，主要矛盾与次要矛盾之间也互相作用、互相斗争、互相制约，而且矛盾的主要方面与次要方面在一定条件下也会互相转化。阳离子极化与阴离子变形就是极好的例证。教研组老师讨论在本章节教学中引入矛盾辩证原理分析离子极化变形现象，不仅有利于帮助学生在日常学习生活工作中树立矛盾观念和辩证思维，更能帮助学生客观认识矛盾可以相互转化，学会正确处理主要矛盾与次要矛盾的方法。

因此在本章节教学中，运用矛盾观念和辩证思维认识离子极化和变形，需要讲清楚影响极化作用和变形性强弱的主要因素是离子的电子构型、电荷数及离子半径<sup>[4]</sup>，而导致离子极化的主要原因是阳离子对阴离子的核电荷吸引产生阴离子感应偶极。在这对矛盾关系中，阳离子的电荷和半径是影响极化的矛盾主要方面，阳离子电荷越高，半径越小，极化力越强；而当阳离子相同时，阴离子的变形性又是离子极化作用矛盾的主要方面。在阴离子变形性矛盾关系中，负电荷数、离子半径，以及复杂阴离子的中心氧化数均会影响阴离子的变形性。极化和变形互为矛盾的两个方面，相互影响相互作用相互转化。

## 三、“准晶和液晶”中的科学家精神教育

### 1. 教学内容

了解准晶和液晶的结构化学，讲述科学家事迹，宣传科学家精神。

### 2. 教学过程及课程思政元素融入

液晶是介于晶体和液体之间，在一定温度区间存在的一种物质状态。在固液形态转换过程，有些物质分子结构特殊，先要经历一个中间状态。这种中间状态物质外观为流动的浑浊液体，但又具有晶体所特有的各向异性。科学界将这种能在某个温度范围内兼有液体和晶体两者特性的物质称为液晶。液晶用途广泛，技术发展迅猛。液晶显示技术是平面显示中发展最快、应用最广泛的新技术，几乎深入到信息社会的各个领域<sup>[4]</sup>。我们日常生活中常用的电子表、计算器、数字仪表、PC机终端、声像通信、智能穿戴设备都大量用到液晶技术。

按晶体的点阵结构，有些晶体轴对称性不可能存在五次或六次以上的对称轴，称为准晶体（准晶是准晶体的简称）。准晶体周期为无理数，与晶体周期为整数不

同。因此准晶体存在5次、8次、10次等旋转对称。20世纪80年代以来,各国研究者开辟了一个新的准晶体领域,其非晶体学对称的衍射实验和理论研究发现是对晶体学传统对称理论的突破,是自然科学的重大发现,它不仅使人们对合金相结构的认识不断深化,而且对晶体的认识也有了全新的提升<sup>[6]</sup>。

本章节知识点课程教学中,为激发学生的学习兴趣,传播科学家精神,将国内外科学家的故事及对理论和实验研究的贡献穿插其中,通过有机融入讲解科学家的爱国精神、创新精神、求实精神、奉献精神、协同精神、育人精神,潜移默化培养学生追求真理崇尚科学的家国情怀。以色列科学家Dan Shechtman因其在准晶体研究中的杰出贡献荣获2011年诺贝尔化学奖。但在准晶体研究领域做出重大贡献的科学家还有许许多多,特别值得一提的是中国科学家郭可信先生<sup>[7]</sup>。郭可信先生1923年出生于北平,1946年浙江大学化工系毕业,1947年留学瑞典,1956年回国后致力于用电子显微镜研究准晶及相关晶体相结构,1984年与Dan Shechtman分别发现了有些合金出现五次轴衍射图,揭示了准晶态的存在。作为我国著名的物理冶金晶体学家,其在电子显微镜学和晶体领域是国际上众望所归的领军人物。郭可信先生为我国首批科学院院士,1980年当选瑞典皇家工程院外籍院士,1993被授予第三世界科学院物理奖,1994年获何梁何利基金科学与技术进步奖。

2021年9月,党中央批准将科学家精神纳入中国共产党人精神谱系。郭可信先生一生奉行老老实实做人、认认真真治学的信条,胸怀祖国、服务人民,勇攀高峰、敢为人先,追求真理、严谨治学,淡泊名利、潜心研究,集智攻关、团结协作,甘为人梯、奖掖后学,鼓励学生大胆创新勇于超越前人超越自己,是践行科学家精神的典型代表。80年代开始郭先生带领团队执着于对科学的追求与探索,在非常艰苦的条件下在准晶体研究领域取得了举世瞩目的成绩。随着中国经济的飞速发展及综合国力的迅猛增强,近年来科学研究的物质基础及研究条件都得到大大提高和改善,但科学家精神还需要大力弘扬,特别是在青年学生中要强调“板凳坐得十年冷”的恒心和毅力。

#### 四、课程思政效果评价

南京工业大学高度重视课程思政建设工作,成立了学校课程思政教学研究中心,出台了《课程思政示范专业、示范课程建设与管理办法》,着力推进专业层面的课程思政建设,大力培育课程思政示范课程,全力布局课程思政示范专业,努力培养课程思政优秀教师,倾力

探索课程思政教育教学改革,并将特色做法和典型经验在全省高校进行推广,切实将立德树人的根本要求落细落实入脑入心见行见效。

《无机与分析化学》为南京工业大学课程思政建设示范课程,选用教材为江苏省精品教材《无机与分析化学教程》(第三版,俞斌等主编,化学工业出版社出版),课程64学时,涉及化工、材料、环境、生物工程、食品、制药、安全工程等新工科十多个专业的2000余名大一新生,受众面巨大,育人效应显著。如何将思政元素融合晶体结构章节教学,开拓学生眼界、丰富学生学识、增长学生见识,课程组全体老师精心设计教案、反复研讨教法、努力实践反馈,学生普遍反映教学内容不再艰涩难懂,通过课程学习掌握了很多马克思主义观点和方法,提高了认识世界、处理矛盾和解决问题的能力,评教满意率在99%以上。近年来本课程相关专业学生升研率达到30%以上,其中近半学生进入海内外名校继续深造,这与大一课程培育的正确思维方法和学习方法打下的坚实基础不无关系。《无机与分析化学》晶体结构章节对称美学、矛盾辩证原理、科学家精神等思政元素设计,与其他章节爱国主义教育、对立统一规律、绝对性与相对性、宏观与微观论、工匠精神、批判精神、创新思维等思政元素结合,为进一步开展科学研究不仅打下了理论基础,也种下了科学思维种子,强化了用马克思主义基本原理和方法解决科学研究和工作生活的好习惯。

#### 参考文献

- [1] 习近平. 全国高校思想政治工作会议上的讲话[N]. 人民日报, 2016-12-11(01).
- [2] 刘志莲, 崔玉, 刘思全等. 有机化学“课程思政”元素的设计[J]. 大学化学, 2020(35): 1-6.
- [3] 孟长功. 无机化学. 北京: 高等教育出版社.
- [4] 俞斌, 姚成, 吴文源. 无机与分析化学教程. 北京: 化学工业出版社.
- [5] 王红艳, 王凯, 焦桓等. 浅谈矛盾的辩证原理在离子极化理论教学中的应用[J]. 大学化学, 2021, 36(3), 2007034.
- [6] 周公度. 准晶体的结构化学[J]. 大学化学, 2020, 30(5): 32-38.
- [7] 刘平. 郭可信与2011年诺贝尔化学奖. 科技导报 2012, 30(04).

作者简介: 高旭昇(1971—), 女, 安徽桐城人, 博士, 南京工业大学化学与分子工程学院副教授, 主要从事配位化学研究和功能配合物开发。