附件目录

成果名称: 《材料科学基础》课程教学体系的重构、创新与实践

成果完成人: 杨军

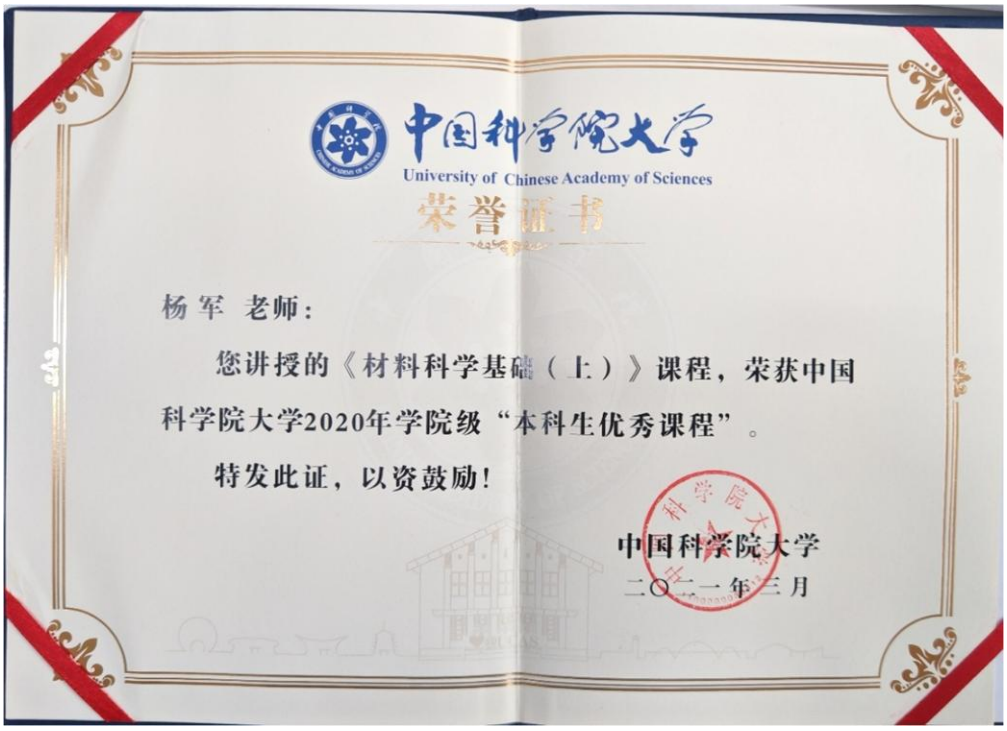
成果完成单位: 中国科学院大学

---

1. 《材料科学基础 I》教材封面
2. 院级“本科优秀课程”证书
3. 校级“本科优秀课程”证书
4. 优秀本科指导教师证书
5. 北京市课程思政示范课程证书
6. 中国科学院大学“领雁银奖-振翅奖”证书
7. 北京市优质本科教材证书
8. 教学论文首页

1. 《材料科学基础 I》教材封面

2. 院级“本科优秀课程”证书



中国科学院大学

University of Chinese Academy of Sciences

荣誉证书

杨 军 老师：

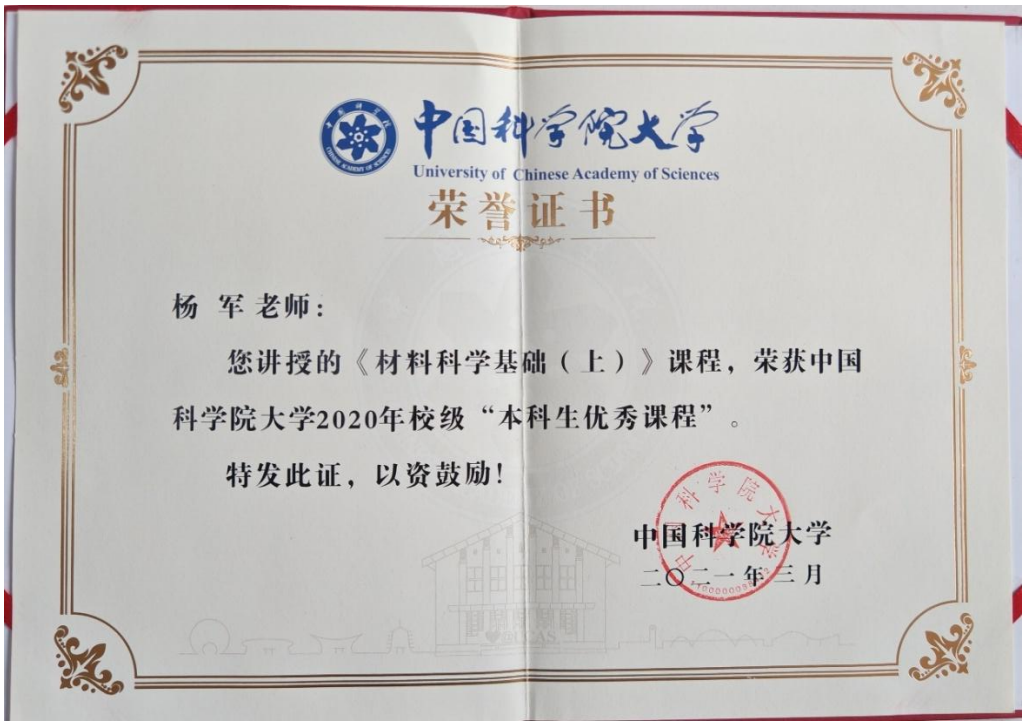
您讲授的《材料科学基础（上）》课程，荣获中国科学院大学2020年学院级“本科生优秀课程”。

特发此证，以资鼓励！

中国科学院大学

二〇二一年三月

3. 校级“本科优秀课程”证书



中国科学院大学

University of Chinese Academy of Sciences

荣誉证书

杨 军 老师：

您讲授的《材料科学基础（上）》课程，荣获中国科学院大学2020年校级“本科生优秀课程”。

特发此证，以资鼓励！

中国科学院大学

二〇二一年三月

4. 优秀本科指导教师证书

荣誉证书

杨 军 研究员：

您在中国科学院大学材料科学与光电技术学院2021届本科生毕业论文指导工作中做出重要贡献，被评为中国科学院大学材料科学与光电技术学院优秀本科生指导教师。

特发此证，以资鼓励

证书编号：MSBKDS202101

中国科学院大学材料科学与光电技术学院

2021年6月

5. 北京市课程思政示范课程证书

荣誉证书

中国科学院大学：

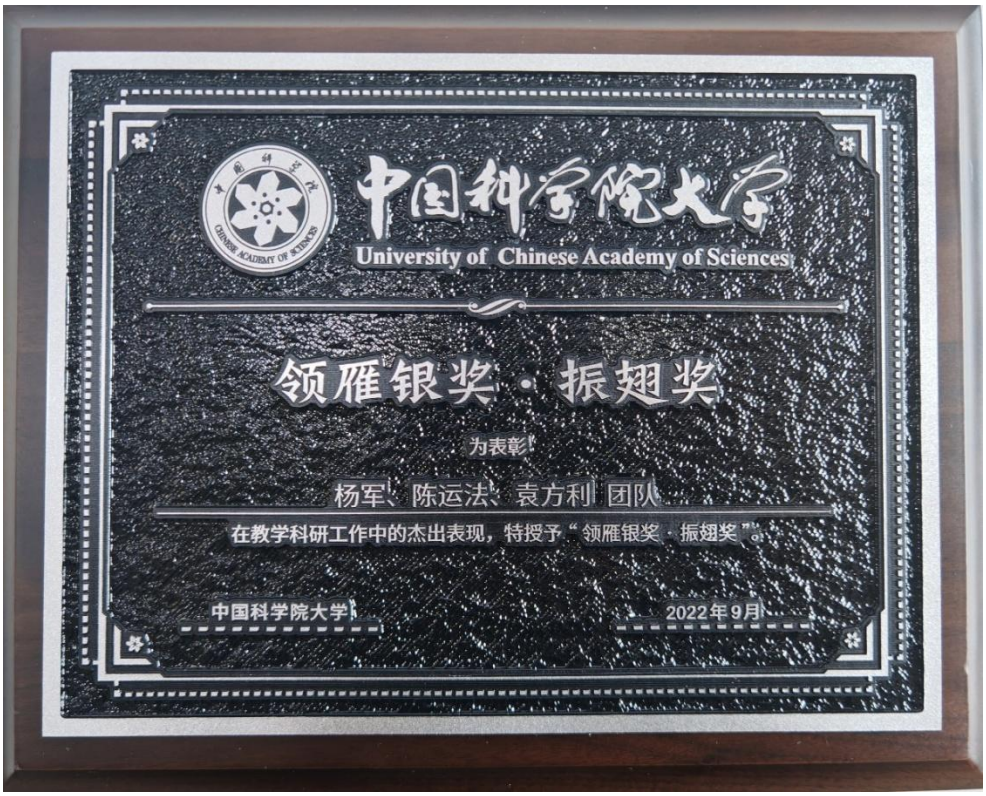
你校杨 军、陈运法、袁方利负责的“材料科学基础(上)”入选北京市课程思政示范课程，授课教师入选课程思政教学名师和教学团队。

特发此证！

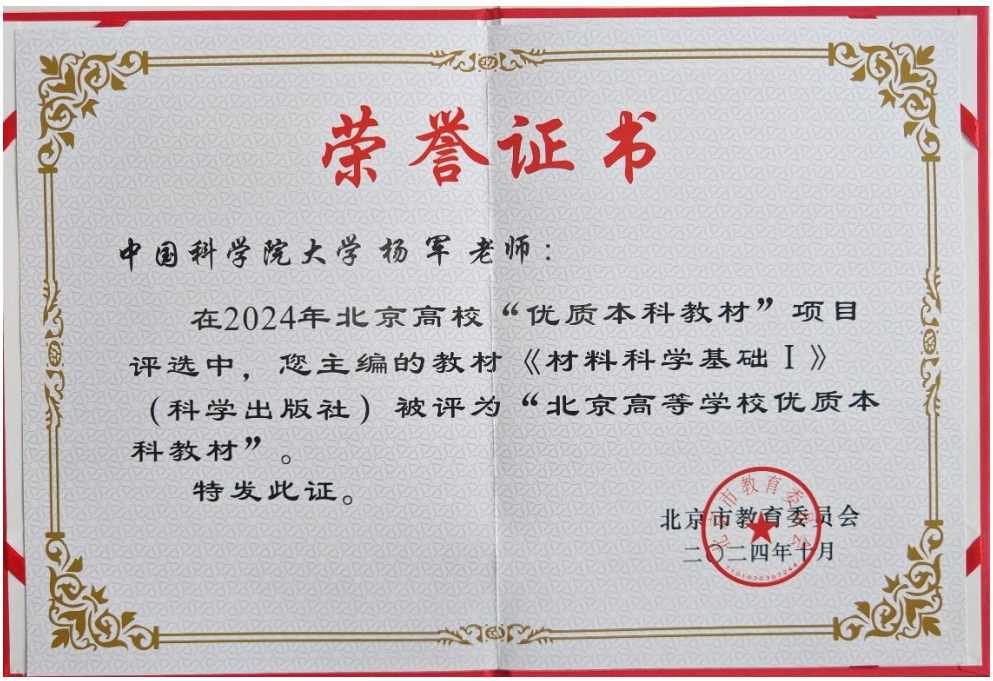
中共北京市委教育工作委员会　　北京市教育委员会

二〇二二年一月

6. 中国科学院大学“领雁银奖-振翅奖”证书



7. 北京市优质本科教材证书



荣誉证书

中国科学院大学 杨军 老师：

在2024年北京高校“优质本科教材”项目评选中，您主编的教材《材料科学基础Ⅰ》（科学出版社）被评为“北京高等学校优质本科教材”。

特发此证。

北京市教育委员会

二〇二四年十月

8. 教学论文首页

第 41 卷第 4 期
2022 年 4 月

大 学 物 理
COLLEGE PHYSICS

Vol.41 No.4
Apr. 2022

晶体结构教学中两个易困惑处的研究与探讨

杨 军[1,2]

(1. 中国科学院过程工程研究所,北京 100190; 2. 中国科学院大学 材料与光电技术学院,北京 100049)

摘要: 本文针对晶体结构教学过程中易于混淆和当前教材中模糊不清的知识点予以澄清和阐释,明确指出通过点阵变换来说明某个点阵不是新布拉菲点阵时,需要在同一晶系内进行,对称性不能改变,变换后成为另一晶系的点阵则不能否定该点阵的存在. 本文还给出了四轴指数标记晶面时附加条件的三种证明方法,简单直观,可以加深学生对这些知识点的理解,适合在教学实践中采用.

关键词: 晶体结构; 点阵变换; 四轴指数

中图分类号: O 711+.4 **文献标识码**: A **文章编号**: 1000-0712(2022)04-0002-05

【DOI】10.16854/j.cnki.1000-0712.210346

材料的晶体结构(晶体中质点在三维空间的具体排列方式)是"材料科学基础"课程的重要内容[1-8]. 不同的固体材料具有不同的晶体结构,材料的性能也通常都与其晶体结构有关,因此研究和调控材料的晶体结构,对材料的研发、制造和使用均具有重要的意义. 晶体结构章节的内容不仅是材料科学课程的要求,也是深入学习其它许多专业课程如"固体物理"、"材料分析表征"和"材料加工技术"等不可或缺的基础.

人们假定理想晶体中的实际质点都是固定不动的钢球,则可认为晶体是由这些钢球遵循一定几何规律堆积而成. 为研究方便,忽略构成晶体的实际质点的体积,将其抽象成为纯粹的几何点,并将质点排列的周期性抽象成只有数学意义的周期性的图形,称为空间点阵. 早在 1848 年,法国物理学家奥古斯塔·布拉菲就已确定空间点阵只有 14 种形式,分成 7 个晶系,分别是三斜、单斜、正交、四方、立方、六方和菱方. 在通常使用的《材料科学基础》教材中,限于课时和内容,不会从数学角度严格的论证空间点阵的 14 种形式,而是向 7 个晶系晶胞的底心、体心和面心添加等同点,得到 28 种点阵形式,再通过点阵变换的方式论证只有 14 种形式. 这种方式简单直接,易于理解和接受,但大多数教材都没有讨论变换适用的范围或者边界,教学实践和学生的理解程度之间经常会产生矛盾.

另外,针对六方晶系,人们通常使用四轴指数代替三轴指数对晶面进行标记,这样晶系中的等价晶面具有相似的指数,很容易进行识别. 但根据几何知识可知,三维空间独立的坐标轴最多不超过 3 个. 对六方晶系来讲,确定了晶面在 a_1 和 a_2 轴上的截距,它在 a_3 轴上的截距也就随之而确定. 因此四指数表示在 a_1、a_2 和 a_3 轴上截距倒数的 h、k 和 i3 个指数之间并不是相互独立的关系,其中只有两个是独立的,它们之间存在一个等量关系,即 $i=-(h+k)$. 但可能是限于课时的缘故,当前的教材在这个地方都是一笔带过[9-43],有的甚至认为这是一个人为附加的条件,有的教材中把这个等量关系联系到 a_1、a_2 和 a_3 轴的矢量关系,认为可由 $\boldsymbol{a}_3=-(\boldsymbol{a}_1+\boldsymbol{a}_2)$ 导出,但也没有给出详细说明[14]. 笔者在教学过程中发现,学生很容易在这个地方产生困惑,面对很多刨根问底的学生,不得不在课堂上花大量时间讲解这个知识点,授课进度反而受到影响. 因此,本文就这个知识点给出了三种证明方法,涉及从繁琐的余弦定理到简洁的初等几何和矢量方法,供有兴趣的学生自己阅读,也弥补当前一些教材的不足之处.

1 关于点阵变换讨论点阵类型

我们已经知道,空间点阵可以划分为 7 个晶系. 那么,这 7 个晶系中包含多少种空间点阵呢? 这就取决于每种晶系可以包含多少种点阵,或者说有多

收稿日期: 2021-07-22; **修回日期**: 2021-10-08

基金项目: 北京市教委项目"双一流"建设背景下材料专业本科生创新型人才培养模式的探索与实践资助

作者简介: 杨军(1972—),男,河北邯郸人,中国科学院过程工程研究所研究员,中国科学院大学材料与光电技术学院岗位教授,博士,主要从事"材料科学基础"课程教学和能源转化研究工作.

大学物理
(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net
http://dxwl.bnu.edu.cn