

# 大学物理量子理论内容课程思政设计

孙红辉, 李爱君, 许佳婷

火箭军工程大学基础部, 陕西 西安

收稿日期: 2024年10月14日; 录用日期: 2024年11月12日; 发布日期: 2024年11月19日

## 摘要

结合大学物理教学内容, 教师可以挖掘梳理量子理论第一节内容中的相关思政元素, 基于物理思想、定理、模型等知识内容, 开展科学素质教育, 基于物理学史等相关资料内容, 开展人文素质教育。本文基于相关教学内容设计了课程思政教育案例, 为思政元素与教学内容的具体结合和隐性融入提供教学思路和方法。

## 关键词

课程思政, 大学物理, 教学方法

# The Ideological and Political Design Based on the Content of Quantun Theory Chapter in College Physics

Honghui Sun, Aijun Li, Jiating Xu

The Foundation Department of The Rocket Force University of Engineering, Xi'an Shaanxi

Received: Oct. 14<sup>th</sup>, 2024; accepted: Nov. 12<sup>th</sup>, 2024; published: Nov. 19<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Combined with teaching contents of college physics, the related ideological and political elements of the first section of Quantun Theory chapter can be excavated and combed by teachers, the scientific quality education is carried out based on the contents of physical thoughts, physical theorems and models etc., and the humanistic quality education is carried out based on the contents of the history of physics and related information. The ideological and political cases based on the concrete teaching contents are designed in this paper, the cases can provide the ideas and methods for the specific combinations and recessive binding of ideological and political elements and teaching

---

contents.

## Keywords

Ideological and Political Courses, College Physics, Teaching Design

---

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## 1. 引言

教育部在 2020 年 5 月发布了《高等学校课程思政建设纲要》，明确提出了立德树人是检验高等院校一切工作的根本标准，要求高等教育必须要把知识传授、价值塑造和能力培养相结合融为一体[1]。教育部长吴岩进一步指出：“高校思想政治教育的最终目标是要让学生有信仰，课程思政与思政课程是实现它的途径”。大学物理中有大量辩证唯物主义的认识论、方法论和科学思想，物理学史中也蕴含着丰富的人文教育资源，所以，大学物理是开展课程思政教育的优质课程。研究大学物理课程中思政元素的挖掘和提取、思政元素与相关知识内容的有机融合以及课堂教学中课程思政的具体实施，对于实现高校人才培养目标以及推进课程思政建设具有重要的理论与实践意义。大学物理的近现代物理部分的量子理论是整个大学物理教学内容比较前沿、抽象复杂，也是学生难学难懂的章节内容。授课教师要想让学生顺利学习掌握这部分内容，并调动学生的学习积极主动性，好的课程思政教学设计至关重要。下面以量子理论第一节课“热辐射、普朗克假设”的课堂教学为例，对大学物理课程思政进行教学设计。

## 2. 教学总体思路

以探寻热辐射规律和量子理论解释为导向，教学内容从热辐射现象到基本概念、黑体模型，进而总结实验规律，再由经典理论的困难，最后引出普朗克量子化假设和公式，层层递进，遵从学生的认知规律。采用启发式、探究式教学方法，引导学生体验物理学家思想和理论的形成过程，培养学生的科学思维和创新意识，引进物理学史相关资料，融入爱国主义和文化自信等思政元素，实现大学物理课程思政教育功能。

## 3. 课程思政教学设计

### 3.1. 学情分析

教学对象是大学一年级本科学生，在学习心理上，他们对物理兴趣较高，由于物理量子内容抽象复杂，一些学生还存在畏难情绪；在学习习惯上，许多学生还有中学的惯性思维，喜欢记公式、练习题掌握知识，缺少主动探究精神和创新思维；青年学生正处于“三观”形成的关键期，结合教学内容融入思政教育是非常有必要的。

### 3.2. 教学目标

- 1) 了解热辐射现象、辐出度等基本概念及其相关应用情况；
- 2) 掌握黑体模型、斯特藩 - 玻尔兹曼定律、维恩位移定律等热辐射规律；
- 3) 理解经典理论的困难，掌握普朗克的量子假设提出过程、公式及其意义。

### 3.3. 教学重点难点

重点：黑体辐射规律和量子化概念；难点：普朗克能量量子化假设的提出过程。

### 3.4. 教学内容与过程

#### 3.4.1. 引入

基于物理学史时代背景引入，在 19 世纪末期，物理学在力、热、电、磁等各个领域里都取得了很大的成功，可以说以经典力学、电磁学、热力学和统计物理为基石的经典物理学大厦已经建成。英国物理学家开尔文男爵在物理新年年会上发表讲话时说：“物理学的大厦已经落成，后续的物理学家只需要做一些修补工作就可以了……但是，物理学晴朗的天空中还飘着两朵小小的乌云” [2]。第一朵乌云指的是 1887 年迈克尔孙 - 莫雷实验，它涉及光速传播和“以太”参考系的问题，第二朵乌云就涉及到本节要学习的内容——热辐射、普朗克假设。

思政点 1：19 世纪末物理学界普遍存在一种骄傲自满情绪，当时许多物理学家认为物理学已经发展到头了，然而，后续物理学的研究和发展表明，正是这两朵所谓小小的乌云，为物理学界带来了一场狂风暴雨，几乎摧毁了整个物理学大厦的根基。我国古语讲“谦受益，满招损”，引导学生任何时候都要保持一种谦虚谨慎的学习态度，学无止境、学海无涯，只有谦虚谨慎才能让我们取得进步和胜利。

过渡环节：所幸的是风雨之后见彩虹，物理学家们以实事求是的科学态度和勇于创新的精神，克服了困难，从而产生了相对论和量子理论。量子理论的提出首先是从热辐射的研究取得突破的，引出第一小节内容——热辐射。

#### 3.4.2. 热辐射

在介绍热辐射时，采用视频资料，展示铁块持续加热，火焰从暗红色变成赤红色、黄白色的情境。引导学生观察热辐射与温度和波长关系，总结热辐射特点，给出热辐射的定义：它是由物体中分子、原子受到热激发而发射电磁辐射的现象，并与物体温度有关。根据辐射谱得到热辐射的基本规律：热辐射电磁波能量按频率(波长)的分布随温度不同而不同，表现为连续谱，其分布随温度变化，温度越高辐射越强，辐射谱分布与材料有关。

为定量描述热辐射的基本规律引入两个物理量单色辐出度与辐出度[3] [4]。单色辐出度  $M_{\lambda}(T)$ ：从温度为  $T$  的物体单位面积上，单位时间内，在波长  $\lambda$  附近单位波长范围内所辐射的电磁波能量，公式表示如下：

$$M_{\lambda}(T) = \frac{dE_{\lambda}}{d\lambda} \quad (1)$$

辐出度  $M(T)$ ：单位时间内，从温度为  $T$  的物体单位面积上所发射各种波长的总辐射能，可表示为：

$$M(T) = \int_0^{\infty} M_{\lambda}(T) d\lambda \quad (2)$$

根据定义，辐出度可由单色辐出度对所有频率(波长)积分求得。研究表明：物体在发射辐射能的同时，也吸收周围的辐射能。如果在任一时间间隔内，物体向外发射的能量与从外界吸收的能量正好相等，则物体温度保持恒定，这种状态称为平衡热辐射[3] [4]。

1860 年，基尔霍夫提出：当达到平衡热辐射，物体温度不变，不同物体对于同一波长的单色辐出度与单色吸收比之比值都相等，可表示为一个只与温度和波长有关的普适函数！

$$\frac{M_{\lambda 1}}{\alpha_{\lambda 1}} = \frac{M_{\lambda 2}}{\alpha_{\lambda 2}} = \dots = I(T, \lambda) \quad (3)$$

基尔霍夫定律表明：好的吸收体也是好的辐射体！不同材质物体，其表面情况不同、粗糙程度颜色不同、吸收系数不同，进而热辐射谱线也不同，非常复杂，但是基于基尔定律，存在一个普适函数，只与温度和波长有关，与材料无关，如何得到这个函数呢？如果找到一个吸收系数为 1 的物体，那么它的单色辐出度等于普适函数，且与材质无关，这有助于寻找热辐射的普遍基本规律。吸收系数为 1 的物体，就称为黑体。其定义：物体在任何温度下，能把一切外来电磁波都完全吸收，而不反射与透射。显然，黑体的单色辐出度就是普适函数，它只与温度和波长有关，而与材料无关！

思政点 2：理想模型。分析问题，要区分主要因素和次要因素，基于主要因素建立理想模型，使问题简化，模型法是物理领域常用的重要研究方法，特别是在研究新领域、新事物的过程中更是必不可少，在量子理论后续章节中，还将学习卢瑟福的原子行星模型、康普顿的散射碰撞模型。通过建立黑体模型，不用考虑不同材料物质的影响，有助于寻找热辐射的基本规律。

过渡环节：定义黑体模型，在此基础上开展黑体辐射的实验研究，得到单色辐出度随波长和温度变化的实验曲线，分析实验结果，得到两条重要的实验定律：

1) 斯特藩 - 玻耳兹曼定律：1879 年，斯特藩从实验中总结出：随着温度的升高，总辐出度与黑体温度的四次方成正比。

$$M(T) = \sigma T^4 \quad (4)$$

玻耳兹曼于 1884 年从热力学理论上也得出了这一结论[3][4]。

2) 维恩位移定律：1893 年维恩从实验中得出：随着黑体温度的升高，每一条单色辐出度曲线的峰值波长  $\lambda_m$  与温度关系式为：

$$\lambda_m T = b \quad (5)$$

其中  $b = 2.897 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$  为常量，即：每条曲线的峰值波长与温度成反比。

理论联系实际：这两条定律是黑体辐射的基本定律，在温度测量、红外遥感和红外跟踪等现代技术中都有着广泛的应用。比如社会生活中的疫情防控测温枪；军事应用方面的侦测红外夜视仪、响尾蛇导弹；科技前沿领域的太阳、北极星等恒星有效温度的测量。引导学生了解物理学是从实践中来，又到实践中去的一门学科，注意理论联系实际，学以致用。

思政点 3：唐朝药王孙思邈《四言诗》中提到“炉火纯青”这个成语，意思是炼丹时炼到炉发生纯青色的火焰时就算成功了，后用来比喻某种能力水平达到了纯熟完美的境界，其物理原理就是维恩位移定律，当炉中火焰发出短波纯青色时，火焰温度更高，更易产生化学反应使炼丹成功，唐朝时的古人就已掌握了这一奥秘。借此展现宣扬中华民族的聪明智慧和优秀传统文化，激发同学们的民族自豪感、增强文化自信。

过渡环节：以上两个定律都是根据单色辐出度实验数据总结出来的，但是都没有得到单色辐出度公式。19 世纪末，许多物理学家希望基于经典热力学和电磁学理论，得到与实验曲线相吻合的单色辐出度公式，从理论上完美解释黑体辐射规律，其中比较有代表性的研究有维恩公式和瑞利 - 金斯公式。

### 3.4.3. 经典理论的困难

1896 年，维恩基于经典统计物理学，假定谐振子的能量按频率的分布类似于麦克斯韦速率分布率，分析导出了半经验公式——维恩公式：

$$M_\lambda(T) = \frac{c_1}{\lambda^5} \exp(-c_2/\lambda T) \quad (6)$$

公式(6)中  $c_1$  和  $c_2$  为两个经验参量，需用实验来确定。1900 年前后，鲁本斯和克鲍姆进一步研究发

现，维恩公式在短波波段与实验曲线比较符合，而在长波波段与实验曲线有比较明显的偏离[4]-[6]。

1900年，瑞利基于统计物理学与经典电动力学理论，利用能量自由度均分定理得到了单色辐射度公式，后来金斯对一个数值因子进行了修正，最终得出瑞利-金斯公式：

$$M_{\lambda}(T) = \frac{2\pi c}{\lambda^4} kT \quad (7)$$

其中  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  为玻尔兹曼常数。瑞利-金斯公式在长波段与实验曲线相符合，在短波段(紫外波段)则完全不能适用，在短波段的理论值是上升的，而实验值是下降的，计算结果与实际不符，而理论上却找不出错误，在物理学史上，这一事件被称为“紫外线灾难”，这像“一朵乌云”遮住了物理学晴朗的天空。

过渡环节：两个理论公式计算结果都与实验不符合，实践检验真理的唯一标准，这一事实表明传统经典物理学在热辐射领域存在困难和缺陷，不能解释黑体辐射现象，需要新的思想和方法来突破和创新！

### 3.4.4. 普朗克公式和假设

1900年10月，普朗克利用数学上的内插法，把适用于高频的维恩公式和适用于低频的瑞利-金斯公式衔接起来，得到一个半经验公式，即普朗克黑体辐射公式：

$$M_{\lambda}(T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/k\lambda T} - 1} \quad (8)$$

其中  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  为普朗克常数。研究表明普朗克公式理论上得出了与实验相一致的黑体辐射频谱分布。1900年12月14日普朗克于德国物理学会提交论文《关于正常光谱中能量分布定律的理论》[7]，论文中，他提出一个与经典物理概念不同的新假设：黑体辐射空腔壁上电子振动可视为一维谐振子，它吸收或发射的电磁辐射能量是不连续的，其能量可取值只能是某一最小能量单元  $\varepsilon$  数倍，即：

$$E = nh\nu \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (9)$$

$\varepsilon$  量子， $n$  只取正整数，称为量子数，公式表明：能量是量子化的。

进一步研究发现，基于普朗克公式可导出维恩位移定律、斯特藩-玻耳兹曼定律，维恩公式以及瑞利-金斯公式[4][8]。由微分运算  $\frac{dM_{\lambda}}{d\lambda} = 0$  可得到维恩位移定律，积分运算  $\int_0^{\infty} M_{\lambda}(T) d\lambda = \sigma T^4$  得到斯特藩-玻耳兹曼定律，当波长  $\lambda \rightarrow 0$  公式转化为维恩公式，而当  $\lambda \rightarrow \infty$  公式就变成了瑞利-金斯公式。

这表明普朗克量子假设与普朗克公式可以从理论上完美解释黑体辐射能量按波长的分布规律。

思政点 4：继承和创新。1) 继承：重大理论的创立，都是在继承和总结前人成果的基础上，加以完善发展的，没有继承就不会有发展；2) 创新：创新是科学研究的灵魂，普朗克在前人成果的基础上，研究维恩公式和瑞利-金斯公式，提出了大胆的假设，对能量的吸收和发射有了创造性的新认知，从而获得了成功。创新精神有以下三个要素。一要有创新意识，不墨守成规。二要有创新勇气：在新的事实面前敢于质疑旧理论，提出新问题。三要敢于想象：许多创造性理论和假设与大胆想象是分不开的。爱因斯坦认为：想象力比知识更重要，因为知识是有限的，而想象力是无限的，创造性的想象力促进科技进步，也是知识进化的源泉。

同学们在学习量子理论时，一方面增长物理学知识，开阔视野，这就是继承；另一方面，当面对新事物，新问题，也要有创新思维，做到敢于质疑、善于想象、勇于创新。

重大意义：普朗克大胆质疑和抛弃了经典物理中能量可连续变化的旧理论，提出能量量子化和能量子的新思想。普朗克理论不仅成功地清除了热辐射引发的“一朵乌云”，也为物理学开创全新的研究领域，标志着人类对自然规律的认识已经从宏观领域进入微观领域，为量子力学的诞生奠定了基础。爱因

斯坦评价这一物理新思想的发现成为 20 世纪整个物理学的基础,从那时起,几乎完全决定了物理学的发展!

知识拓展:我国近年来在量子科技领域已经取得突出成就和成果。我国发射的量子科学实验卫星“墨子号”,在世界上首次实现了卫星与地面之间的量子通信,我国科研人员已成功研制了量子计算原型机“九章”,“九章”的命名就是向我国西汉时期的数学专著《九章算术》致敬,也体现了我国科研人员对传统文化的尊重和传承。量子理论引发的科技浪潮正向我们袭来,必将极大地推进和提升我国的科研水平和科技实力。

思政点 5: 这些振奋人心的事件可激发学生的爱国热情和民族自豪感,激励学生的社会责任感和使命感,树立为民族谋复兴的信念,践行新时代奋斗观,面对新征程,努力学习,用实干担当书写自己的人生华章。

### 3.4.5. 课后作业

预习下节内容“光电效应”,进一步学习感悟“光量子模型”的建立过程以及物理学家的创新思维。

## 4. 结束语

结合大学物理具体教学内容,研究课程思政设计,充分发挥大学物理课程的育人功能,有助于全面贯彻落实课程思政的理念。通过热辐射规律的实际应用、“炉火纯青”、“紫外线灾难”等事例突出了本节课的重点内容,引入物理学史中瑞利、金斯等人经典理论的探索过程和普朗克在继承下的创新过程化解了难点内容,实现本节课的教学目标。教学设计中的思政点 1、3、5 增强文化自信、民族自豪感和爱国热情,体现了人文素质教育,通过思政点 2、4 讲解物理模型法和相关理论的继承创新,开展了科学素质教育,最终实现知识传授、素质养成与精神价值教育的多重功能,使课程思政在教学过程中自然融入教学内容,使思政教育落到实处。

## 参考文献

- [1] 胡蝶. 高校专业教师课程思政的实施现状与提升策略研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2022.
- [2] 郭奕玲, 沈慧君. 物理学史[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [3] 李云宝, 李钰. 大学物理学教程[M]. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 2022.
- [4] 张世全. 文科物理教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [5] 康颖, 刘家福, 朱霞, 等. 大学物理 下[M]. 第 4 版. 北京: 科学出版社, 2019.
- [6] 许瑞珍, 贾谊明, 吕团孙. 大学物理 下[M]. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [7] 马文蔚. 物理学[M]. 第六版. 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [8] 张三慧. 大学物理学[M]. 第 4 版. 北京: 清华大学出版社, 2018.