

学校代码: 10285

学 号: 20184508018



# 硕士学位论文

(专业学位)



高中物理与大学物理的衔接问题研究

——以电磁学部分为例

Research on the Connection between High School Physics and College Physics

——Taking the Electromagnetics Section as an Example

研究生姓名 梁德婧

指导教师姓名 曹海霞

专业名称 学科教学(物理)

研究方向 中学物理教学

所在院部 物理科学与技术学院

论文提交日期 2020年6月

# 苏州大学学位论文独创性声明及使用授权声明

## 学位论文独创性声明

本人郑重声明：所提交的学位论文是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果，也不含为获得苏州大学或其它教育机构的学位证书而使用过的材料。对本文的研究作出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人承担本声明的法律责任。

论文作者签名： 梁德婧 日 期： 2020年5月21日

## 学位论文使用授权声明

本人完全了解苏州大学关于收集、保存和使用学位论文的规定，即：学位论文著作权归属苏州大学。本学位论文电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。苏州大学有权向国家图书馆、中国社科院文献信息情报中心、中国科学技术信息研究所（含万方数据电子出版社）、中国学术期刊（光盘版）电子杂志社送交本学位论文的复印件和电子文档，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存和汇编学位论文，可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索。

涉密论文 ☐

本学位论文属 \_\_\_\_\_ 在 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月解密后适用本规定。

非涉密论文 ☒

论文作者签名： 梁德婧 日 期： 2020年5月21日

导 师 签 名： 曹海霞 日 期： 2020年5月21日

# 高中物理与大学物理的衔接问题研究

## ——以电磁学部分为例

### 摘要

20 世纪以来,物理学不论在理论或实验方面都飞速发展,在各个领域都取得了极大的成就,推动了相关科学技术的发展与进步。时至今日,物理学仍旧是现代社会的科技发展的阶梯和导向,是各个新兴学科得以发展的理论基石,因此对于物理学的教学要求也相应越来越高。高中物理与大学物理的教学都是物理教学中的重要阶段,相关各阶段的教育研究也层出不穷,但是关于各教育阶段的衔接问题却并未得到广泛重视,直至现在,关于教育衔接的理论研究也并不充分。

目前我国高中教育正在全面推进新课程改革,这对后续的大学教育造成了相当大的冲击,传统的大学物理教学模式已经不能满足当下高中教育改革后的需求。教师如何在授课中正确把握学生的物理基础、如何更好地推进大学物理教学工作的开展、以及如何做好高中物理与大学物理教育的衔接已经成为大学物理教学工作推进过程中所必须要面对的问题,而这些问题与高中阶段的教学有莫大的联系。因此高中阶段的物理教学就要为大学物理的教学打下基础,为与大学物理更好衔接做好准备。

为进行相关研究,笔者首先在通读大量文献资料的基础上,对于国内外关于高中与大学教育衔接,尤其是与物理教育衔接相关的研究成果以及具体衔接的措施进行了整理和归纳,并从教育衔接层面比较了高中物理与大学物理在教育理念、教学方法等方面的差异与衔接现状,并以电磁学部分内容为例进行了具体探讨。然后通过学生问卷调查的方式对本校部分理工科专业低年级学生大学物理电磁学部分的学习现状以及与高中物理的衔接障碍进行调查,并对两名大学物理教师进行了访谈,从而对高中物理和大学物理的衔接问题及其产生因素进行了深入的分析与总结,并在此基础上从教师、学生等方面对高中物理与大学物理教学的衔接的思考和策略。

**关键词:** 高中物理; 大学物理; 教学衔接; 电磁学

作者: 梁德婧

指导老师: 曹海霞



# **Research on the Connection between High School Physics and College Physics**

## **——Taking the Electromagnetics Section as an Example**

### **Abstract**

Since the 20th century, physics has made rapid progress in both theory and experiment. It has made great achievements in various fields and promoted the development and progress of related science and technology. Today, physics is still the development of science and technology in modern society. Ladder and guidance are the theoretical cornerstones for the development of various emerging disciplines, so the requirements for the teaching of physics are correspondingly higher and higher. The teaching of high school physics and college physics is an important stage in physics teaching. Educational research in various stages is also endless. However, the issue of convergence between education stages has not received widespread attention. Until now, theoretical research on education convergence has also not enough.

At present, China's high school education is fully promoting the new curriculum reform, which has caused a considerable impact on subsequent university education. The traditional university physics teaching model can no longer meet the current needs of high school education reform. How do teachers correctly grasp students' physical foundation in lectures, how to better promote the development of college physics teaching, and how to make the connection between high school physics and college physics education have become the problems that must be faced in the process of college physics teaching, that have great connection with the teaching of high school. Therefore, the teaching of physics in high school should lay the foundation for the teaching of college physics and prepare for a better connection with college physics.

Firstly, based on a large amount of literature, the current status of the research on the connection between high school physics and university physics at home and abroad is summarized and organized. Taking electromagnetism as an example, the thesis compares

the differences in educational concepts and teaching methods between high school physics and university physics from the perspective of educational cohesion and the current status of cohesion. Secondly, According to the questionnaire survey on some science and engineering majors in our school, the current study status of the electromagnetism section

for the undergraduates and the barriers to the connection with high school physics have been investigated, and interview with two university physics teachers, so as to make an in-depth analysis and summary of the connection between high school physics and university physics. Correspondingly, we propose the thinking and strategies of the connection between high school physics and college physics from some aspects: teachers, students, and so on.

**Keywords:** high school physics; college physics; teaching cohesion; Electromagnetisms

**Written by:**Liang Dejing

**Supervised by:**Cao Haixia

# 目录

摘要.....	I
第一章 绪论.....	1
1.1 问题的提出.....	1
1.2 国内外研究现状.....	2
1.3 研究意义.....	8
1.4 研究方法.....	9
第二章 理论基础.....	10
2.1 教育系统论.....	10
2.2 学习阶段论.....	11
2.3 建构主义理论.....	12
第三章 高中物理与大学物理中电磁学部分的分析与比较.....	14
3.1 教育理念的分析与比较.....	14
3.2 教学方法的分析与比较.....	16
3.3 电磁学部分内容的分析与比较.....	19
第四章 高中物理与大学物理电磁学部分衔接现状调查分析.....	32
4.1 学生问卷调查.....	32
4.2 教师访谈调查.....	37
第五章 基于建构主义理论的电磁学部分教学衔接策略.....	40
5.1 影响高中物理与大学物理电磁学部分衔接的因素分析.....	40
5.2 对电磁学部分有效教学及衔接的策略分析.....	42
5.3 基于建构主义理论的教学衔接设计案例：电场 电场强度.....	47
第六章 不足与展望.....	57
6.1 本研究的不足.....	57
6.2 展望.....	57
参考文献.....	58
附录.....	62
攻读硕士期间的研究成果.....	65
致谢.....	66

# 第一章 绪论

## 1.1 问题的提出

物理学是研究物质的基本结构、物质间的相互作用及其运动最一般规律的一门学科，其研究对象宏观至宇宙，微观至构成物质最基本的粒子，是自然学科的发展基础和发展动力<sup>[1]</sup>。20 世纪以来，物理学各方面的研究成果发展飞速，无论是在宏观领域还是微观领域的理论和实验方面，都取得了举世瞩目的成就，带动了一大批新兴学科的兴起和一系列相关领域产业的发展，推动了科学技术的极大进步。时至今日，以物理学为主的自然学科依然是高新科学技术发展的基石，因此，物理学是当前教学系统中必不可少的内容，在培养学生科学素质、科学思维和科学素养等方面承担着重要的作用，相应的，这对物理学的教学也提出了更高的要求。大学物理是大学所有理工科类专业（目前也有一部分学校的非理工科类专业）低年级学生的必修基础课程，是学习其他相关专业课程的必要基础，但由于一系列的原因，学生在大学物理学习中的表现并不尽如人意。

2010 年 7 月，教育部发布了中国进入 21 世纪后的第一个教育规划《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020 年）》<sup>[2]</sup>（以下简称《纲要》）。《纲要》是在今后一个时期中指导全国各级各类教育改革的纲领性文件，当中对高中阶段提出“加快普及高中阶段教育”、“全面提高普通高中学生综合素质”、“推动普通高中多样化发展”等基本任务，而在高等教育阶段要完成“全面提高教育质量”、“提高人才培养质量”、“提升科学研究水平”、“增强社会服务能力”和“优化结构办出特色”等任务。而完善高中教育与大学教育的衔接是完成各阶段教育任务的重要举措之一。高中阶段处于承上启下的位置，是一个具有重要关联作用的教育阶段，一方面初中阶段的教育的发展会与之相互影响，另一方面高等教育的改革和发展也与其关系密切。当前国内关于教学的研究主要集中在各个阶段教学理论的研究，例如，如何对中学或大学教学内容的选取？教学理论、教学方法等如何取舍等，特别是在基础教育改革之后，高等教育不能紧跟其步伐，更是暴露出一系列问题。目前高中阶段的教育目标更多地放在了升学应试上面，忽略了其对基础教育和高等教育承上启下的作用，而高等教育更加注重专业技术人才的培养，两者之间缺乏必要的沟通交流。随着我国经济社会的快速发展和高中教育的普及化，高等教育也同时逐渐向大众化发

展,随之发生变化的还有高中阶段教育的内涵和定位,逐渐凸显出高中阶段教育的开放性与发展性。加强高中与大学教育的联系与衔接,联合培养当下社会快速发展所需要的创新型人才,逐渐成为高中教育改革和发展的方向,也成为了相当一部分高中教学的现实选择。

目前,国内外很多教育专家、相关学者和一线物理教师等都对高中物理与大学物理的教育衔接相关问题做了深入研究,从各方面影响因素探讨了高中物理与大学物理的衔接问题并提出了相应的改进策略。他们普遍认为大学物理是高中物理的进一步深入、拓展和延伸。但是由于高中物理和大学物理不仅在知识内容方面有一定的跨度,在教育理念、教学方式和学习方法上都有所差异,学生在学习的习惯和对待学习的态度等方面也有较大的区别,这些差异导致大学低年级学生在学习上有很大的不适应,例如在步入大学初期不能适应大学教师的授课方式,不能合理安排学习和娱乐的时间,原本的学习方法不适应大学知识的学习,甚至对如何完成作业,如何利用图书馆等资源帮助学习,如何协调学习和课外活动等问题,都出现了困惑,尤其在物理学这种低年级学生接触较早且相对偏难的基础课程的学习更是如此。另外,大多数学生在升入大学后自主学习能力差,学习兴趣有所下降,学习被动、依赖性强,不能很好地转变角色,大学与高中的学习出现了明显的脱节现象。因此,学生在大学物理的学习中到底遇到了什么样的问题?这些问题与哪些因素有关?学生能否通过自我协调解决这些问题?社会、学校、教师可否采取一些行之有效的方法帮助学生更好地解决这些问题,使学生尽快进入大学的学习状态?这些问题引起了笔者的关注,并进行了一系列的研究。

## 1.2 国内外研究现状

### 1.2.1 国外研究现状

国外对于教育各阶段之间衔接的问题研究比较早,高中教育与大学教育的衔接问题也属于其中重要的一部分。在 20 世纪初,著名教育学家约翰·杜威(Jhon Dewey)在其著作《学校与社会》中便指出:学校教育各个部分之间缺少严格的衔接<sup>[3]</sup>。较早注意到中等教育与高等教育之间的衔接问题的是美国学者亚伯拉罕·弗莱克斯纳(Abraharn Flexner),他提出高等教育的未来在很大程度上受到中等教育的状况的影响,因此中等教育若能够顺利过渡到高等教育并且在各方面相互保持协调一致,那么

高等教育的发展将会更加顺畅，同时也有利于建立高水平的大学<sup>[4]</sup>。

1987年5月，《Physics Today》杂志刊发了 D.F.Holcomb, R.Resink 和 S.Rigden 的论文《A new model of basic physics》（基础物理学的新模式），他们在文中指出：为了使高中物理和大学物理有效地相结合，基础物理教学改革方案要在体现物理学科自身特点，反映近代科技的成果内容和发展方向，以及考虑课程改革是否会影响高中物理课程的教学及其改革和发展的基础上制定<sup>[5]</sup>。

1989年7月22日至27日中、日、美等国家在美国夏威夷大学举行了物理讨论会。会议的主题是《Problems Related to Precollege physics Education》（大学前物理教育问题）。会议讨论了若干大学前物理教育的相关问题，作为会议讨论的专题之一，“中学物理和大学物理的衔接问题”受到了各国专家的普遍关注和讨论<sup>[6]</sup>。

前西德（G.Bron）在《课堂物理教育研究及其实施改革成就》一文中认为，在物理教育的相关研究中，从高中物理向大学物理的过渡是的一个重要的研究方向<sup>[7]</sup>。

美国发展心理学家 Fisher 等人认为，角色的转换表示着人和环境之间的关系发生了重建，这个关系重建的过程会持续一定的时间，而在这个过程中，个体可能会感受到来自各方面的不同程度的压力，身理和心理上的不协调也会随之发生。高中到大学会发生相应的角色转换，这是一个系统的、综合的过程，但这种角色转换让许多大一新生不同程度地感到来自各方面的压力，让他们一时之间无所适从，从而会产生一些负面情绪，有些甚至造成了严重的心理障碍<sup>[8]</sup>，在一定程度上造成了高中与大学教育的衔接障碍。

2003年，美国未来职业组织（Jobs for the Future）进行了一项调查，以探索有关美国教育系统的公共知识，尤其是中学后学位的完成情况，并发表了调查报告《Leaks in the Postsecondary Pipeline: A Survey of Americans》（高中后教育的疏漏：美国学生调查），报告中指出，很多学生并不能很好地完成大学学业并获得相应的学位，大多数受访者表示高中教育需要进行改进，中学和中学后教育系统不能很好地衔接，需要更好地协调以帮助学生成功地从高中升入大学并更好地完成大学学业<sup>[9]</sup>。同年，美国衔接研究项目组发表文章《Betraying the College Dream: How Disconnected K-12 and Postsecondary Systems Undermine Student Aspirations》（背离大学梦想：不衔接的 K-12 和高中后教育体系是怎样破坏学生的大学之梦的），项目组经过多年的调查研究，研

究了目前大学与高中在各方面的不衔接情况是否与大学的招生政策、入学要求、课程安排、学费情况、信息传递等方面有所关联,并通过大量的数据和图表的呈现了其研究过程及结果<sup>[10]</sup>。

日本中央教育审议会在 1999 年发表了《关于初等、中等教育与高等教育衔接的改善》的报告,在报告中,首先对不同教育阶段的不同的教育功能和教育作用加以详细的阐述和介绍,然后从中等教育与高等教育衔接的多样性角度出发,在整体上阐述了改善三者之间衔接的方式,为适应学生的多样性而探讨更好地做好各教育阶段之间的衔接<sup>[11]</sup>。

国外教育部门对大学与中学教育衔接的相关问题给予了高度的重视,并进行了全面的研究,其研究主旨有:(1)高中与大学教育的衔接问题仍比较突出,不论是在学生心理、基础课程的衔接等方面,仍需要进一步改进;(2)大学物理教育改革势在必行,对于课程内容的选择和教学方法的应用,在充分考察学生已掌握的知识技能的基础和学生认知发展规律的指导下,根据学生自身的学习基础及学习需求因材施教,让学生的学习面向专业化发展、面向学习及研究的方法、面向社会交往的相关内容;(3)提高各种现代化教学手段,例如多媒体授课、网络远程教育等,在各阶段物理教学中的具体应用,加强对物理实验教学的重视。

为了加强高中与大学的有效衔接,国外采取了一系列举措,以美国、英国为代表的发达国家为代表,通过在高中阶段安排大学预科课程等一系列方法,加强高中与大学在课程教学以及人才培养方面的连续性。

英国“国家通用职业资格”(GNVQ)证书共有 72 门大学预科课程,教育部在 2000 年公布了其中可供选择的 14 门课程,针对预科学习中成绩前 10% 的优秀学生,在 2002 年又增加了 17 门课程。基于国家规定的课程和学校学生的实际组织模块,第一年学校让学生从这些课程中选择 4 门进行学习,第二年选择放弃其中 1 门,这种数量递减式的课程学习充分体现了学生的自主性和课程的选择性,另外考虑到高中生的学习特征和课程自身的特点因素,在此阶段,学校特别加强了对学生的引导和学生自主学习能力的培养。英国 2011 年公布的《沃尔夫报告》调查结果显示:截止 2009 年,16 岁高中学生有 94% 的人在学习大学预科课程,到 17 岁这个人数比例达到 85%。在英国,大学预科教育是一种普及教育,是中等教育的重要组成部分<sup>[12~13]</sup>。英国的各学段

衔接经验指出：（1）各类型学校在入学标准上存在差异；（2）在具体衔接上也差异：崇尚学术、体现融合；（3）在学习上体现学生的自主性和选择性：英国的预科课程全部采取选修的形式。

美国学者和政府尝试通过多种途径建立“无缝教育系统”来解决由于高中与大学衔接不完善带来的一系列教育问题，从高中毕业前、高中毕业到大学入学前、大学入学后三个阶段分别采取了相应的衔接措施。

（1）高中毕业前的教育衔接。美国学校开发了大量多样化的高中与大学的衔接课程，供有能力的高中生提前修读，可以通过学分累计的形式，达到高中与大学课程的衔接学习的水平，在此过程中不同层次的学生不同的教育需求也得以满足，这种措施称为“高等学校选择计划”或“高中先修课程计划”<sup>[14]</sup>，常见的高中先修课程计划有：①“大学先修课程”（“AP”课程）；②“国际大学预科证书课程”（“IB 课程”）；③“双学分课程”（“DE 课程”）；④“天才学生学术项目”（a gifted and talented academy）。

（2）高中毕业到大学前的教育衔接。一般在高中毕业后到大学入学前有一个较长时间的假期，美国的相关教育机构通常会在这个假期提供各种形式的教育衔接服务活动供学生选择，例如教育补偿项目、学前预备项目等<sup>[14]</sup>。

（3）大学入学后的相关指导。美国大学普遍认为大学新生在入学后的第一年获得的学习经验对于他们今后在大学中的发展有尤为重要的意义。因此，美国各大高校都有系统的新生入学指导项目（New Student Orientation），例如课外入学指导活动、新生体验课程、新生发展课程等<sup>[14]</sup>。

美国高中与大学教育的衔接紧密，贯穿始终，充分体现了优秀人才培养的导向性、大学学术引领的导向性以及基础性和公平性的结合，从时间贯穿、衔接内容、服务对象、衔接形式等都值得参考学习<sup>[12~14]</sup>。

### 1.2.2 国内研究现状

早在 1984 年，《引导一年级大学生适应学习上的转变》一文中，著名物理教育学家梁昆淼先生就指出：“中学物理课程与大学物理课程对学生的要求很有些不同，刚入学的一年级大学生还保留了不少中学生的特点，不能立刻适应大学物理课程的要求<sup>[15]</sup>。”



知名教育家余立先生指出,高中与大学两个阶段衔接不够、沟通不当会导致学生在大学阶段出现诸多问题,作为《教育衔接若干问题研究》一书的主编,他在书中写道:“教育是系统工程,按照各教育阶段分别研究,写成学前教育学、普通教育学、高等教育学是必要的,是教育科学研究的巨大成果,对教育实践起了理论指导作用,这已成为共识。由于社会发展,教育实践也在发展,这些领域的科学研究的任务还很艰巨,学科建设并未完成,许多有识之士已经提出新课题继续研究。现在需要提出的各教育阶段的衔接问题,很少有人去专门研究,更未有想写一本衔接教育学,亦应作为重要的研究课题,把这方面的问题调查研究清楚,形成理性的认识,以指导实践,这是一项迫切的研究任务<sup>[16]</sup>。”顾明远先生为此书所写的序言中也指出当前大学与高中的衔接是一个重要的问题。

2013年,教育部召开了高等学校物理课程教学指导委员会,在会议中强调要重视理工科类本科专业物理基础课程教学,同时要结合文科类、医药类和农林类的各个专业的基础物理课程教学的现状,从整体上入手完善基础物理课程的教学。在工作会议中,“中学物理与大学物理的衔接问题”也是议程的一部分<sup>[17]</sup>。

近年来,我国的专家学者以及教育工作者通过对教材内容的分析对比、教学方法的对比、大学低年级学生学习情况调查等研究方法,从教学内容选取、教学方法改革、具体措施实施等方面,讨论了高中物理与大学物理衔接的一系列相关问题,也产生了一些比较丰富的研究成果,例如:

在《论大学物理教学与中学物理教学的衔接》一文中,杨建宋从物理系大学低年级学生在物理学习过程中暴露的问题入手,分析高中物理教学中的不足,从知识的传授、能力的培养、学习方法的改进和学习习惯的培养等几个方面,对大学物理与高中物理教学的衔接工作作了探讨<sup>[18]</sup>。

费金有等人在《高中、大学物理课程衔接问题实证研究》一文中,通过实地调研发现,大、中学两个学段的物理课程在总体上缺乏有效的相互了解与沟通,应当尽快落实课程标准的要求;进一步完善和落实高中的选课制度;为促进高中与大学相互交流,尽快搭建有关的平台;转变大学的管理机制,将思政工作与教学工作相结合,从而推动两个阶段物理课程的有效衔接<sup>[19]</sup>。

冯立峰等人在《浅谈大学物理与中学物理教学的衔接》一文中,首先分析了学生在物理学习过程中形成的思维定势,然后指出要使大学物理与中学物理更好衔接,应该做好以下五个方面的工作:(1)明确学习物理课程的目的;(2)一开始讲授大学物理的进度不要太快,逐步提高学生的适应性和学习积极性;(3)大学教师应当对不断发生变化的中学物理教材内容及教学改革的进展情况有所研究,了解学生的基础;(4)在教学过程中培养学生自主学习的意识和能力;(5)采用多种教学手段,激发学生的学习兴趣<sup>[20]</sup>。

苗文学在它的研究文章《大学物理与中学物理课程的衔接研究》中,从高中物理与大学物理在具体教学内容、教师教学方法、教学模式等方面的差异入手,分析大多数大学新生不能适应大学物理学习的原因,而后对大学物理教学提出了以下建议:(1)加强对物理前沿发展以及绪论的教学,加强对学生的学习方法指导;(2)在学生高中物理学习的基础上进行大学物理的教学,温故知新;(3)精选具有典型性的例题进行深入分析研究,强化所学的知识内容;(4)利用现代化教学手段激发学生的学习动机和学习兴趣;(5)注重培养学生在处理物理问题时运用高等数学工具的能力<sup>[21]</sup>。

综上所述,对于教育衔接的问题,目前在国内研究越来越深入,但相对更多的研究集中于基础教育阶段,高中与大学的教育衔接,尤其是物理方面的研究比较缺乏而且零散,没有形成系统,尤其新课改之后的研究,更显缺乏。从时代背景下的切实需要和实践角度发展状况,研究如何更好地衔接高中与大学物理的教与学,显得更为迫切和必要。

当前,高中教育与大学教育的衔接在国内的实践主要有以下两方面:(1)以大学为主开设的预科课程教育;(2)以高中为主开设的国际衔接课程和体现中国特色的衔接课程。普通高中与国际课程的衔接教育主要有:(1)国际学校的预科课程。例如上海美国人国际学校的高中阶段会提供国际大学预科证书课程(IB课程)和大学先修课程(AP课程);(2)公立高中的国际项目。例如上海与北京多所高中学校与美国高中合作办学,引进AP课程等;(3)公立高中的选修课程。普通高中与国内大学的衔接教育主要有三种形式:(1)高中与大学联合开展教改实验研究。例如在1996-2001年,南京金陵中学联合南京大学、东南大学、浙江大学、上海交通大学等高等院校开展了教改实验;上海中学从2008年起开始实施的“创新素质培养实验

项目”；（2）附中与大学的课程衔接研究。例如上海理工附中高一、高二年级的选修课中包含了上海理工大学的英语、计算机、机器人等 5 门通识课程；（3）高中与大学学术资源整合。例如同济大学与晋元高中 2010 年合作共建“结构设计创新实验班”，相互认可学分。北京市教委在 2008 年成立了北京青少年科技创新学院，启动了“翱翔计划”，为学有余力、具有创新潜质的高中生提供开放的学习空间，积极构建基础教育阶段拔尖创新人才培养的新机制<sup>[13]</sup>。

### 1.3 研究意义

#### 1.3.1 理论意义

教育是一个复杂且庞大的系统，其基本功能是为社会培养所需要的各级各类的人才，从幼儿园、小学、初中、高中到大学是一个整体，各教育阶段有不同的教育理念和教育目的，同时彼此之间也是相互联系、相互影响的，因此存在各个阶段之间相互衔接的问题。目前我国对各阶段内教育的研究已经发展已久并取得了相对成熟和完善的成果，然而对于各阶段之间教育衔接问题的相关研究还相对不够丰富，尚未形成完整的、系统的解决教育阶段之间断裂现象的理论体系。因此，开展高中物理与大学物理教育衔接的研究，对于完善教育理论、提高各阶段教学质量、解决衔接中的矛盾等都具有重要意义。本文通过系统地分析物理学中电磁学部分高中与大学的联系与区别，从教师和学生两方面入手调查在教学衔接中出现的问题，深入挖掘产生问题的本质性原因，并提出一些解决这些问题的相关策略。以期能够引起学生及教师的重视，并关注高中与大学物理的衔接问题，实现学生从高中到大学学习生活的顺利过度。

#### 1.3.2 现实意义

高中物理与大学物理的衔接并不是简单的直线式衔接，它们之间的衔接与课程的不同阶段的变化以及人的身心状态从高中到大学的转变密切联系的，高中阶段是学生形成独特个性、自主化发展、培养自主学习的态度与能力、培养探索与创新精神的重要阶段，这个阶段的教育对于提高我国的国民素质和培养创新型人才都具有非常重大的意义。而大学是培养专业化人才、形成完备人才体系的重要阶段。当前我国高中教育在改革发展过程中面临很多问题，如应试教育倾向严重、培养模式单一、不够重视对学生的创新精神和实践能力的培养等，实现高中与大学教育的高效衔接可以推动

人才培养体制的创新、有效提高人才培养质量。大学物理是学生大学学习中极为重要的基础性通识课程，为了使学顺利地适应大学物理学习，不但要求学生适应课程，课程也应该更好地适应学生，从而促进学生的和谐发展。通过对高中物理和大学物理教学衔接的研究，提出解决相关衔接问题的有效策略，即教师和学生怎样通过更加科学合理的教学方式和学习方式来让学生适应大学物理的教学，更好地进行学习。通过本论文的分析研究，希望能够给高中物理教师、大学物理教师以及大学学生提供参考意义，从而帮助学生更好地快速适应大学学习生活，促进其身心的全面发展。

## 1.4 研究方法

### (1) 文献研究法

通过大量阅读网络资料和纸质书籍资料，全面搜集和整理国内外有关教育衔接的研究成果，尤其关注当前物理教学衔接相关的研究动态，对相关研究成果进一步进行系统的归纳、分析和整理，在掌握了有关理论研究和实践发展的最新动态上开展相关研究。

### (2) 比较研究法

比较研究法就是对物与物之间或者人与人之间的相似程度或相异程度的研究与判断的方法，即根据一定的标准，对两个或两个以上有关联的事物进行系统和全面的考察，寻找其相同点和不同点，以探求普遍规律与特殊规律的方法<sup>[22]</sup>。本文通过对高中物理与大学物理教育理念、教育内容、教育方法等的比较分析，探求影响两个阶段衔接的因素。

### (3) 问卷调查法

问卷法调查法是研究者通过一定具有控制性的测量问题，对一定范围的样本进行有针对性的调查，获取对所研究的问题的度量，从而搜集到比较可靠的资料的一种方法。本文采取网络问卷的方式了解当前学生对当前高中物理与大学物理衔接的认知以及电磁学部分的学习情况，并以此发现高中与大学衔接的问题并提出相应策略。

## 第二章 理论基础

### 2.1 教育系统论

所谓系统,是多个相互制约的单元或元素共处的统一体,系统科学最显著的特性是整体性、综合性和最优化,教育系统论是以教育科学和系统科学为基础的理论,教育系统是为达到一定的教育目的、实现一定的教育教学功能的教育组织形式的整体<sup>[23]</sup>。根据从社会角度的对教育的定义来看,广义的教育包括一切增进人的知识与技能、发展人的智力与体力、影响人的思想观念的活动。一个国家应当拥有各级各类的教育,形成一个完整的教育系统,其中就包括学校教育系统、校外儿童教育系统和成人文化教育系统等几部分。在这个完整的系统中,学校教育系统是国家对受教育者进行教育的最严密,也是最有效的组织,集中体现整个国家教育的面貌,包括初等教育、中等教育、高等教育等各级学校以及普通教育和专业教育等各类学校<sup>[24]</sup>。

教育系统的思想最早在教育家夸美纽斯的著作《大教学论》中有所体现,他提出把人的整个受教育期分为四个阶段,即婴儿期、儿童期、少年期和青年期,每个阶段6年,并分成了相应的四类在教学方法及课程上均有区别的学校,即母育学校、国语学校、拉丁语或高等学校以及大学教育。

#### 2.1.1 教育系统的功能

教育系统最基本的目的和功能就是育人。在育人的过程中有两个方向,其一是促进个体的社会化,其二是促进个体的个性化。具体来讲,教育系统育人为满足其以下三方面的需要:(1)个体通过受教育后,能够获取前人在不断生产实践过程中积累起来的知识技能,具备参加社会生产的能力,进而促进生产力的发展,即培养生产力;(2)个体通过受教育后,获得一定的社会文化、思想观念、意识形态、道德规范等,使个体养成符合社会要求的行为习惯,具备参加社会生活的精神准备,促进社会精神文明的发展;(3)通过教育满足人类身心发展的需要,即个体主体意识和能力的形成与发展、个体差异的发展以及个体价值的实现及提升。教育系统功能实现是否实现的标准是看它是否能满足社会的需求。具体到学校教育系统来说,各级各类学校培养的人才,能否满足当下社会主义建设的需要,是教育功能是否实现的具体标准。

#### 2.1.2 教育系统的基本特点

(1) 教育系统是一个规模庞大、层次结构复杂的系统，其复杂性具体表现为非线性、不可还原性、不确定性、自组织性等；(2) 育系统是一个开放性系统；(3) 教育系统是一个以人的集合为主的系统；(4) 教育系统是一个信息系统；(5) 教育系统是一个动态系统；(6) 教育系统是一个时滞系统<sup>[25]</sup>。

综上所述，教育是一项复杂的整体性系统工程，系统的复杂性决定了教育的规划、组织和管理都必须按照教育系统自身的特点及运行规律进行，使系统功能达到最佳效果。其中就包括做好各级各类教育之间、各学科相互之间的衔接工作。

2.2 学习阶段论

学习阶段理论是国内外众多教育及心理学专家学者研究的一个重要方向，在不断研究与实践的过程中形成了一套比较完备的理论体系，其中以埃里克森的人格发展理论为代表，不仅进一步完善了学习阶段理论，对于现代素质教育的顺利实现也发挥了极其重要的促进作用。

关于人格发展的阶段理论，有古典精神分析和新精神分析两个流派之分，古典精神分析流派以弗洛伊德为代表，其人格发展阶段理论以性心理为主线，埃里克森是新精神分析的代表人物，认为人格发展取决于各种社会文化因素，由此加以深入研究并提出了人格发展阶段理论。在埃里克森的人格发展理论中，详细介绍了人格发展贯穿终生的八个阶段，并提出每个阶段中的一种核心对立过程，并且阐明了在这个对立过程中存在的心理社会危机，最后分析了是否成功解决危机所造成的不同后果<sup>[26]</sup>。

表 1 埃里克森的心理社会发展阶段论

年龄	阶段	心理危机
0-1 岁	婴儿期	信任-不信任
1-3 岁	儿童早期	自主感-羞怯和疑虑
3-6 岁	学前期	主动感-内疚感
6-12 岁	学龄期	勤奋感-自卑感
12-18 岁	青年期	同一感-同一感混乱
18-25 岁	成年早期	亲密感-孤独感
25-50 岁	成年中期	繁殖感-停滞感
50 岁-死亡	老年期	完善感-失望感

埃里克森的人格发展理论所做的贡献主要有三个方面：（1）强调在人格发展的过程中心理基础和生理基础发挥出同样重要的作用，同时也注重社会文化等对人格发展的影响；（2）强调人格发展的终生性，将人格发展扩展到了人的一生，并分析了每个阶段所要面对的主要问题，符合人的发展实际；（3）将人的发展看作是一个整体的过程，并不是孤立的看待各方面发展，在考察个体心理发展的过程同时也研究了人的社会性发展和道德的形成与发展。

因此，在教学中不仅要注意学生在各个阶段内的发展需求，同时也要注意各个阶段间的相互联系，更好地促进学生的全面发展。

## 2.3 建构主义理论

最早提出建构主义的是瑞士著名的儿童心理学家皮亚杰，他认为儿童的认知结构是通过与周围环境不断地相互作用建立起的，即通过不断地与周围环境发生同化与顺应的过程，使自己的认知结构得到发展、提高和完善。在皮亚杰的理论基础上，科尔伯格、斯滕伯格、维果斯基等人又进一步深入研究，使建构主义理论的内容得到了进一步的丰富，其系统结构也更加完善，之后逐步应用到实际的教学过程中<sup>[27~29]</sup>。

### 2.3.1 建构主义的知识观

建构主义强调知识是具有动态性的，认为知识不是独立于人存在，而是在不断的学习过程中由学习者主动建构起来的，其不仅取决于知识本身的特点、性质等，还受到学习者原有知识背景的影响<sup>[27~29]</sup>。建构主义的知识观具有以下特点：（1）建构性；（2）社会性；（3）情境性；（4）复杂性；（5）多元性；（6）动态性；（7）隐性；（8）内发性；（9）意义价值观。例如高中物理和大学物理有很多知识点的内容具有重复性，但这并不是简单无脑的机械性复制，而是要求对一些物理概念和规律有一个新的认识，为后续进一步深入学习奠定基础。

### 2.3.2 建构主义的学习观

学习是一个获取知识的过程。建构主义理论认为，学生是学习的主体，知识不是由别人单方面灌输给学生的，是在一定的认知情境下，由学生自己在教师等人的给予一定的帮助下，利用必要的学习资料、学习工具和学习方法，通过自己的有意义的主动建构获得的。因此，情境、协作、会话、意义建构是学习情境中的四大要素<sup>[27~29]</sup>。

学生要成为知识的主动建构者，在学习过程中就要发挥积极探索的精神，主动发现并分析相关资料，并且在学习过程中将要学的知识尽量与已有的知识建立联系

### 2.3.3 建构主义的教学观

由于建构主义理论强调以学生为中心，学生是信息加工的主体、知识的主动建构者，因此，教师就要从知识的灌输者、传授者，转变为学生主动建构的引导者、促进者。这种转变同时意味着教师必须采取全新的教学模式、教学方法以满足学生的需要<sup>[27~29]</sup>。其主要教学原则有：（1）强调学生的主体性原则；（2）强调情境的设计原则；（3）强调互动合作的重要性；（4）强调过程性评价。

在建构主义理论的指导下，已经开发出许多比较成熟完善的教学方法，例如支架式教学、抛锚式教学、随机进入教学等。

基于上述这些理论可知，整个教育系统属于一个整体，高中教育与大学教育同属这一整体，但按照学生心理发展等影响因素，属于两个不同的教育阶段，都有各自的特点和侧重的方向。但高中教育是大学教育的必要基础，大学教育是在高中教育基础上的拓展与延伸，为了顺应学生的心理发展、符合学生的学习特点、满足学生的发展需求，应当充分做好做好教育衔接工作。



## 第三章 高中物理与大学物理中电磁学部分 的分析与比较

### 3.1 教育理念的分析与比较

#### 3.1.1 高中物理的教育理念

党的十九大报告明确指出,“要全面贯彻党的教育方针,落实立德树人根本任务,发展素质教育,推进教育公平,培养德智体美全面发展的社会主义建设者和接班人。”

在《普通高中物理课程标准(2017年版)》(以下简称《新课标》)中,对于高中物理的课程目标,是在义务教育阶段,物理教育的基础上,进一步培养和发展学生的物理核心素养,重视知识与技能、过程与方法、情感·态度·价值观三方面在培养学生时的同等重要的地位,为学生的终身学习和发展以及应对未来风险和挑战奠定坚实的基础<sup>[30]</sup>。

《新课标》中指出,高中物理教育的基本理念,应当注重体现物理学科的学科本质,培养并发展学生的物理核心素养;应当注重物理课程的基础性和选择性,充分满足不同学生终生发展的需求;应当注重物理课程的时代性,关注物理学科的前沿进展以及科技进步,关注社会发展的需求;应当注重培养学生自主学习的意识和能力,倡导学生学习方式的多样化;应当强调评价方式的多样化,注重过程化评价,从多方面评价学生的学习,促进学生物理核心素养的发展<sup>[30]</sup>。

由此可以看出,高中物理的教育理念强调物理基础知识的学习以及知识建构的过程,秉承“从生活走向物理,从物理走向社会”的教学思想,注重培养学生通过物理实验进行科学探究的能力,保护和发展学生对未知的好奇心与求知欲,增强其创新意识,以及培养学生主动学习的习惯和能力。注重过程与方法相结合,学习科学探究的方法,养成良好的思维习惯,能运用物理科学知识和方法解决在学习过程和实际生活中遇到的一些问题。另外,高中物理的教育理念还注重培养学生形成正确的价值观,强调学科的渗透。

#### 3.1.2 大学物理的教育理念

大学物理作为高校理工科类专业(近年来一些学校的非理工科类专业也在逐步开设)的一门基础通识课程,承担着重要且特殊的教学职能和社会职能。另外由于高等

院校在科技发展、人文创新和社会服务等方面都有重要作用，大学物理的教育理念一方面要发挥其专业基础课程的重要性与必要性，另一方面要与社会生态的现状相适切，并与社会发展潮流相适应<sup>[31]</sup>。

同其他基础学科一样，物理学的研究也具有两重性：一是物理教育的学术目的，即在理论层面对物理学知识体系的建构与完善；二是物理教育的社会目的，即在技术层面对已掌握的物理规律的挖掘与应用。

大学物理的课程目标，是学生学习课程后，能够掌握物理学中的一些基本原理、定理、定律和物理学研究相关问题的基本思路和方法，获得后续专业学习所必需的物理基础知识，奠定坚实的理论、方法基础，同时在此过程中，学生的物理建模能力、问题分析能力、计算能力、独立获取知识的能力、理论联系实际等能力获得同步的提高与发展。在大学物理的教学过程中打开学生的视野和思路，激发学生的探究精神和创新精神，增强环境适应性，提升学生的整体科学素养。同时，使学生掌握与自己适恰的学习方法，培养良好的学习习惯，运用辩证唯物主义的世界观和方法论去看待和解决问题<sup>[31]</sup>。

目前，国内高校大学物理的教育理念，多强调物理教育的社会目的，大力倡导大学服务社会的目的，填补我国由于生产力迅速增长出现的人才缺口，为社会的平稳发展培养各级各类人才。但是由于教育资源总量有限，以理论物理专业为代表的物理学知识体系的建构与完善，因其在短期内无法实现具体的社会效益，难以得到有效的关注与各方面的投入，物理教育的学术目的暂时难以达成。大学物理的教学理念，减少了对与高中内容重复的部分的赘述，重点强调物意义及物理方法的传授，强调近代物理知识与物理学的发展过程以及前沿进展，重视物理学在各领域的具体应用，增加物理学在交叉学科、工程技术领域和现代生活中应用的实例，使物理课程面向社会发展、面向科技进步、面向人们的生活<sup>[32]</sup>。

### 3.1.3 高中与大学物理的教育理念的比较和分析对其衔接问题的思考

从上面的分析不难看出，国内高中物理与大学物理教学的教育理念，总体来说做到了比较好的衔接。首先，二者都强调了物理学的学术目的。高中物理与大学物理的教育都要求学生掌握基本的物理知识，对物理学的整个知识体系有一个比较系统的认识，主要区别在于大学物理知识的深度、广度、难度都更上升了一个层次；其次，二

者都重视对物理能力的培养。“新课标”中要求的物理学科核心素养主要包括“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”，其中“科学思维”和“科学探究”都包含了对物理相关能力的重视与培养要求，在大学物理教育理念中同样对此作出了要求；再次，二者都对学生的学习能力有所要求。高中物理教育理念提倡引导学生自主学习，并且倡导学生学习方式多样化，而大学物理由于教学方式等的不同，更加需要学生有良好的学习习惯与自学能力，这样才能更好地完成学习任务。另一方面，由于大学的学习资源，比如图书馆、实验室、计算机教室等，比高中要丰富许多，而要让这些学习资源的更好地发挥其作用，也要求学生有良好的学习习惯与自学能力。因此从对学习能力的要求这一方面来看，大学物理的教育理念很好的衔接了高中物理的要求。最后，二者对于“科学态度与责任”的要求，也做到了一脉相承。高中物理与大学物理的教育理念中，都要求学生能够正确认识科学的本质，保持严谨认真、实事求是、持之以恒的科学态度，并能够正确认识科学与技术、社会、环境的关系，培养学生的社会责任等。而高中物理与大学物理的教育理念的不同，主要在于高中物理重视学科的基础性，而大学由于已经按专业分流，所以大学物理的学习，除了以后学习必备的基础性知识，更多地加入了对本专业所要求的物理知识，更加强调了对物理学社会目的的重视，这也是由于高中与大学的教育目的所决定的，从这一方面看，大学物理教育理念也很好的衔接了高中物理，对学生的培养根据不同阶段的要求是一个连续性的过程。

同时，虽然整个教育过程是一个完整的体系，但是由于教育体制和培养目标的的不同，高中物理和大学物理在各自的教学目标、教学内容、教学方法和评价体系等方面都有所区别，这在一定程度上也说明了高中教育与大学教育是不同的教育阶段，具有相对独立性，从而对学生从高中物理学习步入到大学物理学习产生了一定的影响。

### 3.2 教学方法的分析与比较

为实现教育目的和完成教学任务要求，教师和学生在教学活动过程中所采取的所有行为方式统称为教学方法，其中包括了教师教的方法和学生学的方法，具有多样性、综合性、发展型和补偿性。

#### 3.2.1 高中物理的教学方法

对于高中物理的教学，在《新课标》中给出的建议是<sup>[30]</sup>：（1）基于物理学科的

核心素养确定教学的目标和内容；（2）在教学设计和教学实施的过程中重视情境的创设；（3）重视科学探究能力的培养和信息技术的应用；（4）通过问题解决促进物理学科核心素养的达成。

高中物理中常用的教学方法有讲授法、谈话法、讨论法、实验法、练习法、自学法、演示法、启发式教学、探究式教学等，但在现实情况下，尤其是在高考升学的压力下，课时短、学业重，很多高中教师将重点放在如何讲解好课本知识内容，进行更多的解题训练，因此相对较多采取讲授法进行教学。讲授法主要依靠教师的语言表达，同时辅助以演示实验和直观道具等来传递信息和知识。讲授法注重内容的严谨性、科学性和逻辑性，若教师使用得当，条理清晰、顺序井然、详略得当、语言有感染力，那么能使学生快速有效地获得知识；若教师使用不当，则很容易变成“填鸭式”教学，教师一味分析讲解，忽视学生理解与思考的过程，会使课堂变得枯燥乏味，降低学生学习兴趣和学习效率，严重影响教学质量。新课改以来，国家非常重视基础教育的改革，关注教师的成长和学生的成长，倡导学生主动参与、乐于探究、勤于动手的学习方式，注重培养学生搜集和处理相关信息的能力、主动有效地获取新知识的能力、分析和解决问题的能力以及交流与合作的能力。经过十多年的改革历程，越来越多的教师开始注重培养学生的物理学科核心素养，在教学方法上也有了转变，启发式、探究式教学也成为目前常用的教学方法。启发式教学由来已久，国内最早由孔子提出的“不愤不启，不悱不发”、国外苏格拉底的“产婆术”等都属于启发式教学，它强调教学方法的运用要遵循学生的认知发展规律，激发学生的求知欲以及学习兴趣，引导学生积极主动开展思维活动，并最终获得知识。探究式教学旨在让学生通过探究活动，经历探究过程，学习科学探究的方法，在此过程中养成一定的科学态度和探究精神，体会物理概念、规律的深层内涵。其主要步骤有：（1）创设物理情境；（2）提出猜想和假设；（3）理论论证及实验探究，检验假设；（4）回顾反思，评价结论。这种方法体现了学生的主体性，也能够增强学生主动学习的能力。在课堂中，教师与学生的交流互动也比较频繁，绝大多数的内容能够在课堂教学中消化。

高中学生由于课程多、任务重、压力大，学习方法也常常是“听课+题海”战术，往往只是记住了概念规律，学会了解题方法，但没有学习到背后蕴含的物理方法、物理思想和物理观念，这样做的结果是影响了后期的深入学习研究、创新性培养和自我

持续发展。经过新课改,现在学生的学习方法也发生了一些转变。首先是自主学习的方式更加受到重视和培养,学生作为学习的主体,自己根据自身的实际情况制定学习计划,通过自主阅读、听讲、研究、观察、实践等手段获取知识、培养方法等,具体体现为“自立”“自为”“自律”三个特性。其次是探究学习(也称研究性学习),学生通过积极的探究活动,自己动手做,从做中学,主动发现问题、进行实验操作,培养收集处理信息、表达交流、团结协作、解决问题的能力。

### 3.2.2 大学物理的教学方法

在大学物理的教学过程中,应注重培养学生在知识、能力、素质、思想等方面的协调发展,应当遵循学生的认知发展规律以及心理转变过程,强调理论联系实际的重要性,注重培养学生的科学素养和创新意识,引导学生自主学习,鼓励学生的个性发展,因此大学教师的教学方法多采用启发式教学、讨论法等。由于当前大学本科学生数量多,大学教师的教学量大、讲课速度相对较快,基本上采取“课件+板书”的讲授方法,鉴于物理学的学科性质,讲授过程强调严谨,对于公式、定理的推导也很严密,导致课堂容量较大,很多知识点需要学生课下自己努力解决,以期增强学生的自学能力以及独立解决问题的能力,强化科学思维的训练。另外鼓励利用网络资源教学、开展专题讲座、探究性实践、计算机辅助教学、小课题研究等方式开展探究式教学。

大学生课后自由时间多,除了把握课堂学习主渠道,课前课后的自主学习也必不可少。大学里图书馆、计算机室、实验室等学习资源充分,如果利用得当,学生能够受益匪浅,自学效果也会大大提高。

### 3.2.3 高中与大学物理的教学方法的比较和分析对其衔接问题的思考

目前对于教学方法的使用,不论是高中还是大学,都提倡使用启发式、探究式的教学方法,这些方法强调了学生在学习中的主体地位以及教师的主导作用,将教师放在了引导者的位置,让学生能够更加深刻地理解、应用知识,学生的学习方式,也是强调以自主学习为主,能够自己运用适当的学习工具,解决学习过程中的相关问题。

但是其中也有一些差异,首先,高中课堂每节课的内容量相对较少,在讲课过程中教师与学生有较多的互动问答或者讨论环节,学生的注意力比较集中,对于知识点的认识理解也比较透彻;而在大学课堂上,几乎是教师整节课在讲,学生听,偶尔有集体问答,很多学生在课堂学习中注意力分散,课堂学习效率大打折扣。其次,高中

阶段教师与学生的联系比较紧密,在教师的带领下,课堂上基本能够解决本节课的相关内容,即使有一些难点没有完全搞懂在课后也很容易找到教师解答;而在大学课堂本身知识密度较大,大量知识充斥一节课,很多教师甚至没有时间得到学生的学习接受度反馈,又要进入下一部分内容,而很多教师也是基本上只有在课堂上能够见到学生,若学生在课后不积极主动与教师沟通,那么学习困难点容易累积,导致越到后面越学不会。再次,高中课堂中,教师对于教学内容的处理极致细致化,而且在不断的联系、复习中又会进一步深化;而在大学课堂中教师对内容的讲解一般是点到为止。最后,在教学手段的运用上,高中教师的教学手段更加多样化,各种教具的使用、根据课堂需求调整教学方法、物理实验的充分穿插,课堂教学精彩纷呈,学生的学习兴趣也比较高;相较而言,大学教师往往将更多精力放在科研上,对于教学方法的多样化应用、教学手段的不断改进等的关注较少,导致大学课堂教学的气氛略显压抑和枯燥,学生的学习积极性也不高。

这些教学方面的差异,再加上物理学科本身的难度等,导致学生在升入大学后并不能及时适应大学物理课堂,对于物理学习兴趣不高,很多学生甚至会因此产生厌学情绪,得过且过,大学物理的学习成效低、教学效果不尽人意,因此在高中物理与大学物理的教学方法的衔接方面,需要进一步的工作。

### 3.3 电磁学部分内容的分析与比较

#### 3.3.1 高中物理中电磁学部分内容分析

根据《新课标》的要求,通过高中物理的学习,学生应当能够学习物理学的基础知识、基本观点和物理思想;应当重视实验在物理学中的地位,掌握一定的仪器操作知识,能够独立进行一些实验;应当对物理学史的发展有一定的了解,并且关注物理前沿发展及其对社会的影响;应当对物理学与其他学科之间的联系有所了解,并运用所学知识解释一些现象和解决一些问题<sup>[30]</sup>。

教材是教学内容的重要载体。高中物理教材是根据高中物理课程标准编写的有关高中物理所必须掌握的知识的材料,是教师进行课堂教学和学生学习的重要依据。在本研究中,选取的研究对象是根据《普通高中物理课程标准(2017年版)》编制,2019年经国家教材委员会专家委员会审核通过,由人民教育出版社出版的《普通高中教科书 物理》<sup>[33~34]</sup>中的电磁学部分,包括必修第三册以及选择性必修第二册。

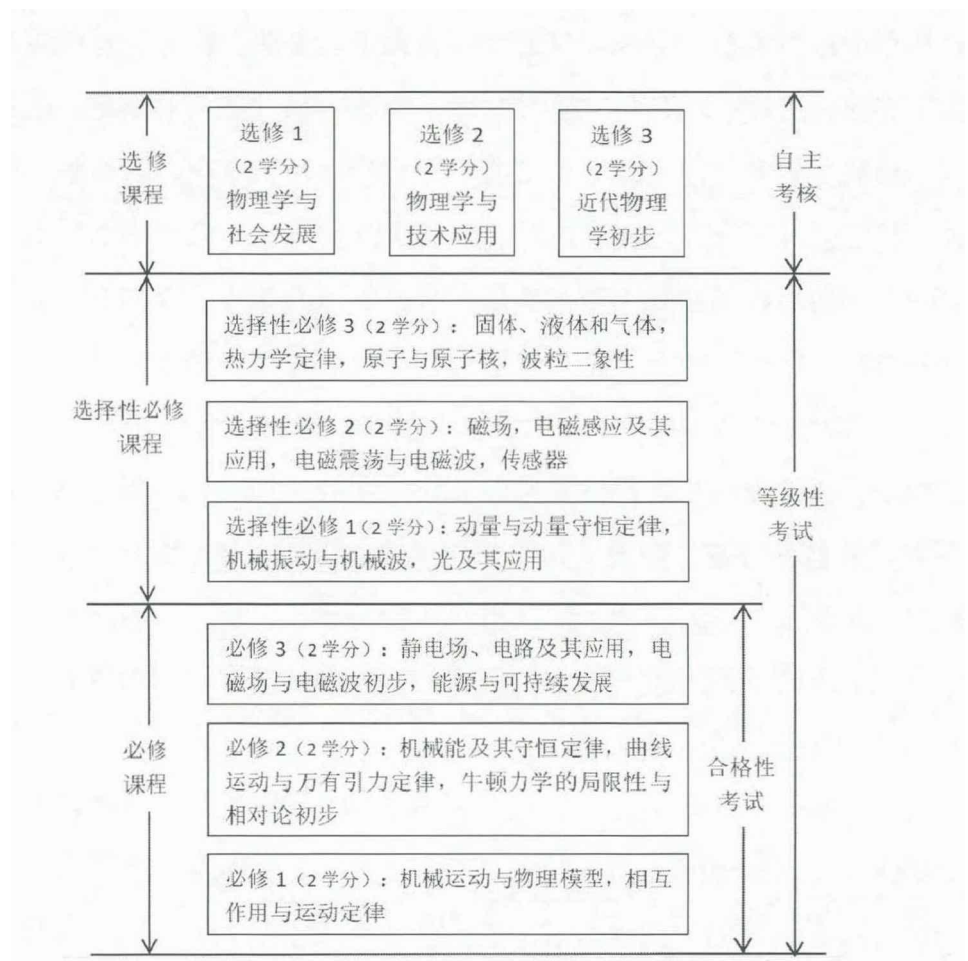


图 1 高中物理课程结构

必修 3 模块由“静电场”、“电路及其应用”、“电磁场与电磁波初步”、“能源与可持续发展”四个主题组成。选择性必修 2 由“磁场”、“电磁感应及其应用”、“电磁振荡与电磁波”、“传感器”四个主题组成。整个电磁学体系相对完整。

表 2 高中物理电磁学部分内容

必修 3	选择性必修 2
<b>第九章 静电场及其应用</b> 1. 电荷 2. 库仑定律 3. 电场 电场强度 4. 静电场的防止与利用  <b>第十章 静电场中的能量</b> 1. 电势能和电势 2. 电势差 3. 电势差与电场强度的关系 4. 电容器的电容 5. 带电粒子在电场中的运动  <b>第十一章 电路及其应用</b> 1. 电源和电流 2. 导体的电阻 3. 实验：导体电阻率的测量 4. 串联电路和并联电路 5. 实验：练习使用多用电表  <b>第十二章 电能 能量守恒定律</b> 1. 电路中的能量转化 2. 闭合电路的欧姆定律 3. 实验：电池电动势和内阻的测量 4. 能源与可持续发展  <b>第十三章 电磁感应与电磁波初步</b> 1. 磁场 磁感线 2. 磁感应强度 磁通量 3. 电磁感应现象及应用 4. 电磁波的产生及应用 5. 能量量子化	<b>第一章 安培力与洛伦兹力</b> 1. 磁场对通电导线的作用力 2. 磁场对运动电荷的作用力 3. 带电粒子在匀强磁场中的运动 4. 质谱仪与回旋加速器  <b>第二章 电磁感应</b> 1. 楞次定律 2. 法拉第电磁感应定律 3. 涡流、电磁阻尼和电磁驱动 4. 互感和自感  <b>第三章 交变电流</b> 1. 交变电流 2. 交变电流的描述 3. 变压器 4. 电能的输出  <b>第四章 电磁振荡与电磁波</b> 1. 电磁振荡 2. 电磁场与电磁波 3. 无线电波的发射和接收 4. 电磁波谱  <b>第五章 传感器</b> 1. 认识传感器 2. 常见传感器的工作原理及应用 3. 利用传感器制作简单的自动控制装置

新版高中物理教材中，为了使学生更好地学习，设计了以下栏目：

**问题——**在每节开始创设一个情境性问题，引发学生们对将要学习内容的主动思考，培养学生的问题意识及提出问题的能力。

**实验——**学生自己动脑、动手的实践活动。

**演示——**由教师展示、供学生观察的实践活动。

**思考与讨论——**用于引发学生思考、展开交流等设计的问题。

**做一做——**用于引发学生思考、体验和感悟，让学生自己动手操作的小型活动。



科学方法——物理学中常用的和重要的科学思想、方法，在相应的正文和旁批中有更多的体现。

拓展学习——属于选学、选做的内容，主要是知识的拓展和延伸，或者是用设备自动记录和处理数据的实验，供有条件的学校选用，体现了内容的弹性。

STSE——属于选学内容，主要介绍和探讨科学·技术·社会·环境间相互关联的一些问题。

科学漫步——属于选学内容，介绍重要的物理学史或者物理学最新的前沿进展，以期开阔学生的视野，引发学生的自主思考和学习。

练习与应用——针对每节内容设计所的练习题，用于巩固所学的概念、规律和方法。

复习与提高——针对整章内容所设计的练习题，分 A、B 两组，用于巩固及提高。A 组相对容易，属于共同提高；B 组相对难，属于选学内容。A、B 组形式满足学生差异化培养需求。

电磁学部分相关理论渗透于物理学各方面，是近代物理学发展的重要基石，其理论和规律有着极其广泛的应用，对于现代科技的发展起到了至关重要的作用。但是由于电磁学部分比力学部分更加抽象和错综复杂，导致其一直是物理教学的重点和难点，也是学生学习的困难所在。

教材中选取的内容基本涵盖了整个电磁学体系，同时增加了很多科学技术发展及社会应用相关的内容，更加突出了基础性、时代性和选择性，强调物理的基本概念和横向广度，对纵向知识点的深度不做过多深究。首先，每章开始以紧扣章节内容和科技发展的丰富多彩的图片以及问题导入，在每节内容开始时设置的问题，都紧贴本节知识点，并且配上相应的实物照片或者示意图，这样既能很好的引入课题，也能更好引发学生们的学习兴趣和思考。例如在第九章第一节“电荷”中，教材设置的问题是“摩擦可以使物体带电。摩擦过的琥珀能够吸引羽毛。为什么有的物体容易带电，而有的物体很难带电呢？”配图是琥珀吸引羽毛的照片。另外，在科学漫步栏目中有很多的物理学前沿进展的相关内容以及用与本节内容相关的物理知识去解释生活中一些自然现象的内容，例如在第九章第四节“静电的防止与利用”中，介绍了“雷火炼殿”奇观，既拓展了学生的知识面，也能够让学生更加深刻地感受物理的魅力，提高学习兴趣。

其次,在教材中安排了非常丰富的物理实验内容。物理学是以实验为基础的科学,电磁学部分的实验不仅丰富而且有很高的趣味性和观赏性。教材不管是在正文中,还是在“实验”“演示”“做一做”栏目中,都呈现了大量的有趣的实验,不仅能激发学生的学习兴趣,而且能使枯燥的理论知识变得有趣和易于理解。另外,实验材料也不仅仅局限于实验室,很多生活中的材料也被用于实验,例如在第九章第三节“电场强度”演示栏目中“模拟电场线”,将碎头发悬浮在蓖麻油里,加上电场,碎屑就按电场强度的方向排列起来,显示出电场线的分布情况。以生活中易于得到的材料来做实验,大大提高了实验的可操作性。实验的设置更加注重学生的探究过程,有些实验会给出一定的参照范本,不再是直接写出实验过程,让学生按部就班操作验证。对于一些常用的实验仪器、工具的原理、操作方式等,教材都放在了正文中,对学生认识、掌握实验仪器的操作也有很大的作用,例如第九章第一节“电荷”,做一做栏目中的验电器、第十一章第三节“实验:导体电阻率的测量”中介绍了游标卡尺、螺旋测微器,等。

再次,新教材中重视物理学史在学生学习过程中的重要作用,引入了丰富的物理学史内容。物理学史是物理学在历史进程中发生、发展的过程,涵盖了所有物理知识发现和物理体系建构过程,集中体现了物理学家们的物理研究思想和研究方法。例如在“电荷”一节中,关于电荷的发现,从公元前 600 年左右古希腊学者泰勒斯发现摩擦的琥珀吸引轻小物体的现象,到公元 1 世纪我国学者王充在《论衡》一书中的记录,再到 16 世纪英国科学家吉尔伯特创造“electricity”一词,再到美国科学家富兰克林发现雷电的性质与摩擦产生的电的性质相同,基本上完整地阐述了电荷的发现过程。在教材中引入物理学史的内容,有助于学生更容易理解概念、原理、定律的由来与发展,利于教师开展启发式教学,同时说明实践的重要性,培养学生的辩证唯物主义认识论和方法论,通过科学家身上宝贵品质的介绍,也能够培养学生献身科学、顽强攻坚的精神,达到教书育人的效果。

另外,根据“新课标”中关于学科核心素养的要求中“科学思维”的要求,教材中增加了更多科学思想与科学方法相关的显性内容,例如在库仑定律建立的过程中,“类比思想”发挥了重要的作用:由于实验中观察到电荷之间的作用力与距离变化的规律,类比万有引力定律,猜想电荷之间的作用力会不会与万有引力具有相似的形式,

最后经过试验研究得到库仑定律。还有用物理量之比定义新物理量的比值定义法中包含的“比较”思想,例如密度、速度、电场强度等等,在定义一个新的物理量的同时,也确定了新的物理量与原有物理量之间的关系。另外还有建立理想化模型的思想,例如点电荷模型等。这些物理学中科学思想与方法的渗透与学习,有助于学生后期知识的学习与研究,同时可以拓展到其他学科中。

最后,教材中设置了大量的例题、习题让学生更好地整合理解、巩固知识以及培养应用所学到的内容去解决问题的能力。教材中的例题一般设置在重点知识讲解之后,以帮助学生更好地理解和应用物理概念和规律,对于例题的应用,不是单纯地套用公式解决问题,而是一个帮助学生知识建构的过程,例题的呈现方式多种多样,解题过程清晰明了。在给出问题之后,首先会对问题进行一个详细的分析,分析是抽象思维的基本方法,从中提取题目中的关键、有效的信息,引导学生思考,得出问题解决方案,对于解题格式也有严格要求,例如公式规范、用字母表达方程不能掺有数字、各个物理量的字母符号要规范等,同时配有详尽的文字说明,这一方面说明了物理学科的严谨性。另一方面也着重培养了学生的解题书写规范性。对于习题的设置,教材在每节后设置了“练习与应用”栏目,每章内容后还有“复习与提高”栏目,题型多样化,题量相对充足。习题的设置贴近生活,图像表征丰富,包含大量以自然现象、日常生活、科学技术和物理学史为来源的情境创设题目,强调解决问题的具体过程和寻找证据进行解释,鼓励一题多解,增加了实验探究类型题目。这样的设置,激发了学生的学习兴趣,同时培养了学生自主进行科学探究的能力,也能够促进学生形成物理科学观念和培养科学态度。

### 3.3.2 大学物理电磁学部分内容分析

在教育部制定的《非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求》<sup>[35]</sup>(以下简称《基本要求》)中,对大学物理课程的地位、作用和任务、教学内容基本要求、能力培养基本要求、素质培养基本要求、教学过程基本要求等做了详尽的表述,其中关于大学物理电磁学部分的教学内容基本要求如表3。

表 3 教学内容基本要求

内容	类别	说明和建议
库仑定律、电场强度、电场强度叠加原理及其应用	A	1. 对中学物理介绍得比较多的电力、磁力、静电感应及电磁感应现象等内容，讲述中应注意与中学教学的衔接，减少不必要的重复。
静电场的高斯定理	A	
电势、电势叠加原理	A	
电场强度和电势的关系、静电场的环路定理	A	
导体的静电平衡	A	2. 电磁学的重点在于通过库仑定律、高斯定理和环路定理、毕奥—萨伐尔定律、法拉第电磁感应定律等，学习电磁场的概念以及场的研究方法。
电介质的极化及其描述	B	
有电介质存在时的电场	A	
电容	A	
磁感应强度：毕奥萨伐尔定律、磁感应强度叠加原理	A	3. 突出介绍以点电荷的电场和电流元的磁场为基础的叠加法。强调电场强度、电场力、磁感应强度、磁场力的矢量性。并加强学生应用微积分解决物理问题的训练。
恒定磁场的高斯定理和安培环路定理	A	
安培定律	A	
洛伦兹力	A	
物质的磁性、顺磁质、抗磁质、铁磁质	B	4. 重点讲述法拉第电磁感应定律以及麦克斯韦关于涡旋电场和位移电流的基本假设，并阐明麦克斯韦方程组的物理思想，帮助学生建立起统一电磁场的概念以及认识电磁场的物质性、相对性和统一性。
有磁介质存在时的磁场	A	
恒定电流、电流密度和电动势	A	
法拉第电磁感应定律	A	
动生电动势和感生电动势、涡旋电场	A	5. 电路是处理电磁问题的一种常用方式，有很重要的实际意义，应说明用“路”或“场”处理电磁问题的前提条件。对于后续课程没有电工或电路课的学生，应当把列为B类有关电路的内容作为核心内容（A类）处理；对其他专业学生，这部分内容可以删去，以免与后续课程重复。
自感和互感	A	
电场和磁场的能量	A	
位移电流、全电流环路定律	A	
麦克斯韦方程组的积分形式	A	5. 电路是处理电磁问题的一种常用方式，有很重要的实际意义，应说明用“路”或“场”处理电磁问题的前提条件。对于后续课程没有电工或电路课的学生，应当把列为B类有关电路的内容作为核心内容（A类）处理；对其他专业学生，这部分内容可以删去，以免与后续课程重复。
电磁波的产生及基本性质	A	
麦克斯韦方程组的微分形式	B	
边界条件	B	
超导体的电磁性质	B	5. 电路是处理电磁问题的一种常用方式，有很重要的实际意义，应说明用“路”或“场”处理电磁问题的前提条件。对于后续课程没有电工或电路课的学生，应当把列为B类有关电路的内容作为核心内容（A类）处理；对其他专业学生，这部分内容可以删去，以免与后续课程重复。
直流电：闭合电路和一段含源电路的欧姆定律、基尔霍夫定律、电流的功和功率	B	
交流电：简单交流电路的解法（矢量图解法和复数解法）、交流电的功率、三相交流电	B	
暂态过程、谐振电路	B	

注：A类内容构成大学物理课程教学内容的基本框架，是核心内容；B类是扩展内容，它们常常是理解现代科学技术进展的基础，讲述这些内容可以使学生对大学物理的基本规律的理解更加深刻和充实。

由于近年来众多物理学研究学者以及大学物理教师都在大学物理课程上做了很多的探索和研究，出版了多种不同版本的大学物理教材，虽然在系统和内容上都各具特色，但基本的结构框架和内容都大致相同，其中比较受欢迎的教材有：马文蔚主编

的《物理学》<sup>[36]</sup>，程守洙、江之永主编的《普通物理学》<sup>[37]</sup>，张三慧主编的《大学物理学》<sup>[38]</sup>，吴百诗主编的《大学物理》<sup>[39]</sup>等，这四套教材都经过不断的修订出版，成为许多大学选用的大学物理教材。本研究出于研究样本的考虑，选取的研究对象是晏世雷、钱铮、过祥龙编著，苏州大学出版社出版发行的《基础物理学》<sup>[40]</sup>（第三版）中的第2篇电磁学部分，主要包含了静电场、静电场中的导体和电解质、直流电路、恒定磁场、电磁感应、物质的磁性、交变电流、麦克斯韦方程组和电磁波等内容，基本涵盖了《基本要求》中对于电磁学部分要求的全部教学内容。

电磁学的内容主要有“场”和“路”两部分，物理学发展前沿以及许多新课题在教材中也有体现。教材在每章开始部分先用一段文字的内容提要论述本章主要知识点和重点要使用到的一些数学及物理方法。正文文字严谨，内容简明扼要，力求用简洁的文字语言描述清楚所讲述的知识，有不同层次的编排，便与师生在学习过程中按需求进行取舍。注重物理基本概念和基本规律的阐述，理论推导所占篇幅相对较大，数学计算能力要求高，内容系统性强，逻辑推理严密，具有一定的深度，和中学物理拉开距离，去掉了与中学内容重复的部分。教材采用的图像都是简洁的示意图，力求使问题更加明确简单化。内容讲解中穿插了一小部分物理学史的内容，但并不多，通常只是简洁带过。可能是由于大学中的物理实验单独出来成为一门课程，教材中基本没有实验相关的具体内容。在每一章内容结束之后，有一个“内容提要”模块，是本章主要的公式、定理、定律的一个总结。教材中选用的例题和习题数量丰富，题型多样化，有层次区分以适应不同需求，包含了一定数量用计算机演示或数值计算的习题，例题的讲解条理清晰，表述简单，但并没有太多的分析内容，多是直接陈述计算过程。习题基本是对概念、定理、定律的理解以及模式化的计算类问题，取材范围较窄，脱离生活实际，没有具体的针对性。

### 3.3.3 高中与大学物理中电磁学部分内容的比较和分析对其衔接问题的思考

高中物理与大学物理中电磁学部分内容均可划分为四个大的模块：静电场、磁场、电磁感应、电路。

#### （1）静电场部分

相同的知识内容主要包括：电荷及库仑定律、电荷守恒定律、电场及场强、电势和电势能及其与电场强度的关系、带电粒子在电场中的运动、电容器相关内容、静电屏蔽等。

大学在高中学习的基础上进行了延伸和拓展，通过库伦定律和场强叠加原理，从电场强度通量概念出发，推导出了高斯定理和静电场的环路定理，增加了静电场中电介质的相关内容、电场能量及能量密度、电容器的串并联等。高中对于电荷的研究集中于单个点电荷或两个点电荷电场的叠加，而大学则扩展到多个点电荷以及连续带电体；相对于高中对于静电场的研究停留在真空中、连续的、均匀的电场，大学的研究则更加深入和复杂。

### （2）磁场部分

相同的知识内容主要包括：磁场及磁感线、磁感应强度及磁通量、安培力及应用、洛伦兹力及应用等。

大学阶段较高中多出了毕奥-萨伐尔定律、磁场的高斯定理及安培环路定理、磁场对电流的作用等。与电场部分类似，大学除了研究真空环境中带电体的磁场分布情况，还探讨了物质的磁性相关理论，包括磁介质的磁化、磁化电流、磁导率、磁化机制、有磁介质时的安培环路定理和高斯定理等内容。

大学物理中研究的磁现象和相关模型相较于高中更加复杂抽象，但其结构和研究方法与静电场部分相类似，因此只要熟练掌握静电场部分的学习，便能顺利过渡到磁场部分的学习。

### （3）电磁感应部分

相同的知识内容主要包括：电磁感应现象及应用、楞次定律、动生电动势和感生电动势、自感和互感、涡流、电磁波相关内容等。

高中物理对电磁感应现象的介绍是从定性的角度出发，并对法拉第电磁感应定律进行了简单的数学推导，而大学则是通过更加严谨的数学推导，得出电磁感应相关的定律，并将法拉第电磁感应定律、楞次定律通过数学形式连接起来，进一步解释电磁感应现象的实质。

高中物理对于电磁波相关内容初步的、科普性质的介绍，并未深入挖掘，而大学物理这部分内容通过位移电流概念讨论非稳恒情况下电流的连续性问题，继而给出麦

克斯韦方程组的积分形式,将电磁现象的实验规律归纳总结成为体系完整的电磁场理论。

#### (4) 电路部分

高中物理和大学物理中对直流电路相关概念的表述基本上同,大学物理略作深化。在大学物理此部分中,电源中的非静电力产生的电动势、电路中的功能关系是重点内容,另外还介绍了复杂电路的分析方法——基尔霍夫定律。

对于交流电路部分,高中物理教材中仅介绍了一些基本概念及简单的关于交流电路中电流、电压、功率的计算。大学物理中对于这部分内容进行了更加深入的定性及定量分析,包括电阻、电感、电容元件在交流电路中的交流阻抗与相位关系,以及RLC谐振电路。只从内容量上来看,大学物理电路部分并不比高中物理多很多,主要是因为大学中,电路被单独作为一门专业技术课来学习,内容的操作性和实用性相对都较高,在作为基础通识课的大学物理中,仅将电路基础概念和知识加以简单表述。

#### (5) 具体案例分析

##### ①高中物理与大学物理中关于库仑定律的教学

关于库仑定律内容的表述,在高中物理和大学物理中是没有差别的,在高中物理中,通过库仑扭秤实验得出库仑定律的表达式:  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ , 式中的  $k$  是比例系数,叫做静电力常量。在应用这个表达式进行计算时,带入的是电荷量的绝对值,并利用“同种电荷相斥,异种电荷相吸”来判断静电力的方向,这种表述的实质是利用了牛顿第三定律,两个点电荷之间的静电力是沿着电荷连线方向的。在大学物理中,直接

给出了库仑定律的矢量表达形式:  $\vec{f}_{12} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r_{12}^2} \vec{r}_{12}^0$ , 引入了真空介电常数  $\epsilon_0$  代替  $k$ ,

更加突出了物理量的矢量性原则。对于电力的叠加原理,高中教材中仅做文字表述,并用一道例题利用库仑定律和平行四边形定则分析了三个点电荷的受力情况,在大学物理中,推广至若干个点电荷,并给出了相应的矢量表达式  $\vec{F} = \sum_{i=1}^n \frac{q_0 q_i}{4\pi\epsilon_0 r_{i0}^2} \vec{r}_{i0}^0$ 。因此在高中教学时,教师应该强调静电力的矢量性并对其方向判断的实质略作延伸,而大学教师在讲授这节内容时可以从高中库仑定律公式出发,在深入理解各物理量的意义

后,引入新的恒量 $\varepsilon_0$ ,并将之改写成矢量表达形式,顺利由高中过渡到大学的知识结构。

### ②高中物理与大学物理中关于电势能和电势的教学

在高中物理中,首先研究了静电力做功的特点,并利用静电力和重力类比,通过电荷在匀强电场中的运动,推导出静电力所做的功与电荷经过的路径无关,只与电荷的起始和终止的位置有关的结论,在此过程中再一次运用到了微元法(电荷沿曲线运动,将曲线分割成无数小段进行分析),虽然说明此结论对非匀强电场也适用,但未做具体证明。利用静电力做功研究了电势能的问题,再进一步得出电势的表达式:

$\varphi = \frac{E_p}{q}$ 。在大学物理中,从库仑定律和场强叠加原理出发证明了静电场力做的功与路

径无关,并推导出了静电场的环路定理: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$ ,表明静电场是保守场,进而引

进电势能概念,同样由做功出发,推导得出一般的电势计算公式: $U_p = \int_p^\infty \vec{E} \cdot d\vec{l}$ ,另外

增加了电势叠加原理的相关内容。这部分的教学要充分衔接,一方面,在高中教师要对频繁出现的微元思想的应用以及“通过某种力做的功来研究与它相关的能量的问题”的方法,加以强调和深化,同时对于静电力做功的特点的数学证明、静电场的环路定理等虽不加以讲解,但一定要做到心中有数,而在大学教学过程中,则要加强物理公式、定理的数学推导。

### ③高中物理与大学物理中关于元电荷的教学

高中物理教材中对于元电荷的表述为:迄今为止,电子所带的电荷量是实验发现的最小电荷量。质子、正电子所带的电荷量与它相同,电性相反。人们把这个最小的电荷量叫做元电荷,用 $e$ 表示。实验还发现所有带电体的电荷量都是 $e$ 的整数倍。这就是说,电荷量是不能连续变化的物理量。而在大学物理的教材中,它的表述为:实验表明,微小粒子带电荷量的变化是不连续的,它是某个基元电荷 $e$ 的整数倍,这个基元电荷就是电子电荷量的绝对值。自然界中,电荷量总是以一个基元电荷 $e$ 的整数倍出现,这就是电荷的量子化。但是由于 $e$ 的值非常小,宏观上电荷的量子性不突出,带电体的电荷量仍可看做连续改变。

在大学物理中提出了电荷量子化的概念,指出元电荷的实质就是电荷的量子化,而高中已经提出电荷量是不能连续变化的物理量,并且在后续还会学到相关量子化的



概念,例如在“电磁感应与电磁波初步”一章中的“能量量子化”,所以教师在讲述元电荷概念时可以适当涉及量子化的概念,加深学生对元电荷本质的认知。

### (6) 总结

从上述分析来看,对于电磁学部分的内容,高中侧重于让学生了解电磁场相关现象、知识及其应用,而大学更加侧重于对现象本质的把握以及其相关的研究方法。贯穿于整个电磁学部分内容的主线便是“场”的概念,以此统一电磁现象。高中阶段,“场”仅仅是作为描述电荷间相互作用的辅助手段,而在大学阶段则要从空间分布入手,从整体上理解和把握“场”的实质。

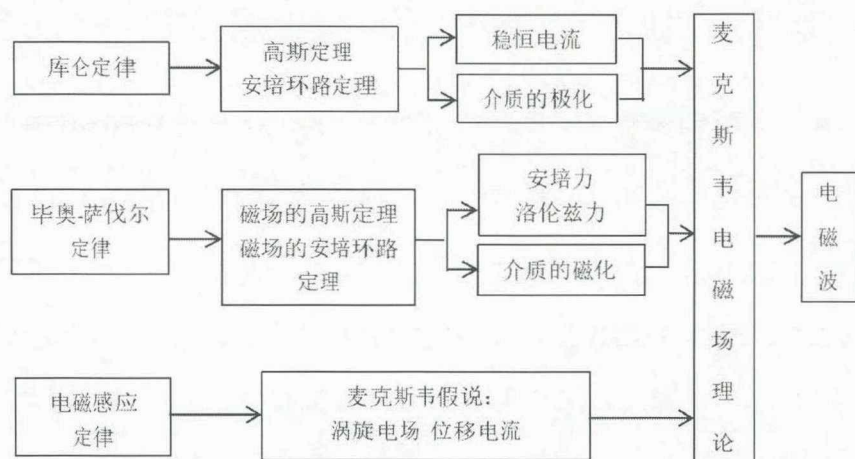


图2 大学电磁学知识结构体系

总体上来说,高中物理与大学物理的电磁学部分内容在体系和结构上大体类似,并且有一定的重复,呈螺旋上升、循序渐进、逐步扩展加深的趋势,高中物理是大学物理学习的坚实基础,大学物理是高中物理进一步的深入完善和扩展。高中物理以基础性和归纳总结性为主,注重对具体现象或实验的定性描述,并从中通过一定的理论论证或数学推导总结归纳得出物理结论,另外要求可以运用初等数学的知识进行一定的定量计算,对实验探究操作等也有一些基础性的要求。大学物理的内容理论体系更加完善,相比而言更加注重物理的普适性及其本质的探索,与其他学科的交叉性也更加广泛和深刻,尤其与高等数学微积分相关知识更加联系紧密,在现象的描述以及表征中,注重运用高等数学工具对定律、规律等进行公式的表述、推导论证以及检验验证。在内容的表述方式上,大学物理更加注重学术的严谨规范,相较而言略显枯燥乏味,几乎不含阅读趣味性更高的物理科学史、生活中的物理现象及应用、课外探究

性实验等内容，在人文、社会、科技发展相关的内容上面也略显薄弱。在例、习题的应用上，两者不论题型、数量都略有差别。高中物理对定量计算的要求比大学物理要低，因此例题的讲解并不多；高中物理习题的题型多，包括了简答、论述、选择、作图、计算等，分散在每节以及每章后，大学物理的题型基本是计算题，集中在每章后。

表 4 电磁学部分例、习题数量统计

	高中物理电磁学部分	大学物理电磁学部分
习题	305	212
例题	12	50

从内容的衔接上来看，大学物理相比高中物理的内容安排，符合学习的阶段性发展、知识的建构过程以及学生心理的发展。另外，虽然大学物理与高中物理有一定的重复性，但是内容的难度与深度跨度略大，尤其电磁学部分本身比较抽象难懂，对学生要求比较高，处理不好学生容易陷入学习困难。内容的呈现方式及表述形式都有很大的区别，对一部分学生来说可能一时难以适应。

## 第四章 高中物理与大学物理电磁学部分衔接现状 调查分析

### 4.1 学生问卷调查

#### 4.1.1 调查方法和工具

本调查以苏州大学光电工程与科学学院 2018 级，测控技术与仪器、光电科学与工程、电子信息科学与技术等专业学生为样本一，采用自编网络调查问卷“高中物理与大学物理电磁学部分衔接情况调查问卷”（附录）为工具，回收问卷 59 份，其中有效问卷 59 份，有效率为 100%；苏州大学文正学院 2018 级车辆工程专业学生为样本二，采用同样调查问卷，回收问卷 26 份，其中有效问卷 26 份，有效率为 100%。在这两份样本中，苏州大学学生为本一批次招生，苏州大学文正学院学生为本二批次招生。

本问卷共包含 9 道题目，包含选择题、评分题以及问答题，其中 1~3 题了解学生对大学物理电磁学部分学习的感受，以及对高中物理和大学物理衔接的认知情况，第 4 题让学生对影响大学物理电磁学部分的学习的一些与大、中学衔接有关的影响因素进行评分，第 5~9 题考查了学生“电场强度”一节内容的学习情况，其中第 5、7、8 题为高中物理要求水平，第 6、9 题为大学物理低要求水平。

#### 4.1.2 调查结果分析和讨论

##### （1）学生问卷调查结果分析

①从调查结果我们可以看到，不论是样本一还是样本二的学生，对于“高中物理电磁学内容的学习，对于大学物理该部分的影响”，大部分都认为“两者之间存在联系，且高中的学习对大学的学习有影响”，样本一该比例达到 83.05%，样本二该比例达到 76.92%。

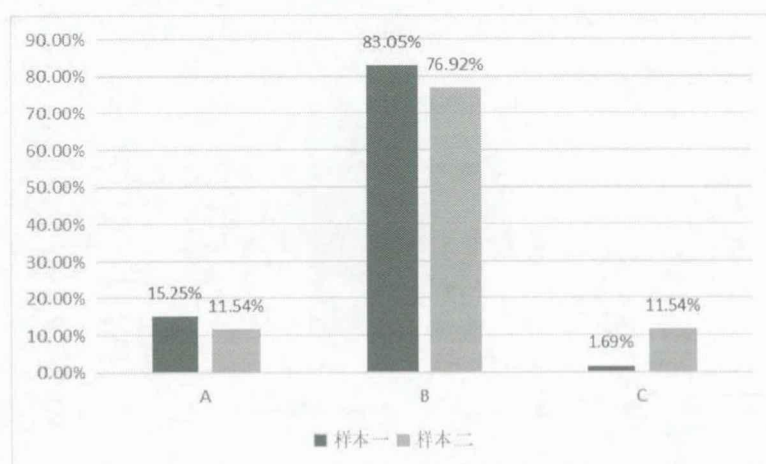


图 3 学生调查问卷题 1 各选项的比例分布

②对于学生学习大学物理电磁学部分的感受,大多数学生认为电磁学部分学习有一定的困难,样本一该比例达到 83.05%, 样本二该比例达到 88.46%。在样本一中有少部分学生 (15.25%) 认为很困难,认为没有困难的学生非常少。

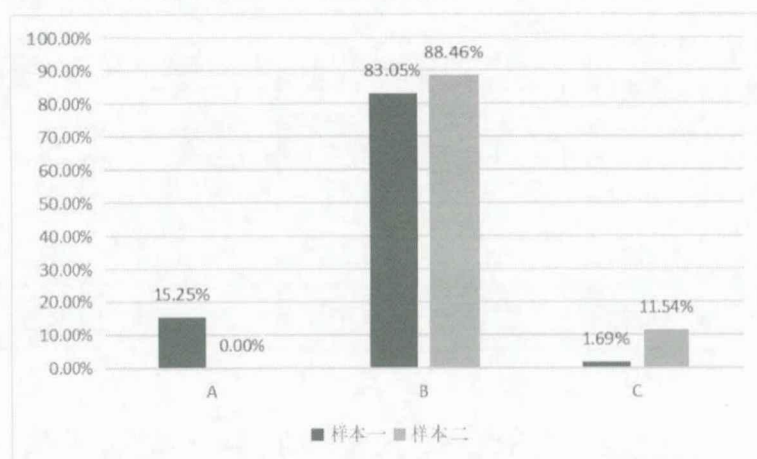


图 4 学生调查问卷题 2 各选项的比例分布

③对于大学物理电磁学部分中常用的一些物理、数学思想在高中阶段的学习情况,大部分学生表示“有过一定了解,但不是很熟悉”,这样在高中物理与大学物理的教学衔接也相对容易。在样本一中甚至有部分学生“有深入的了解和学习”,但是样本二中并没有,这可能表明,在高中成绩比较好的学生,在关于物理、数学思想方面的渗透学习也比较好。另外也有少部分学生表示在高中并没有接触过这部分思想,这对于衔接大学物理的学习可能会有一定的影响。

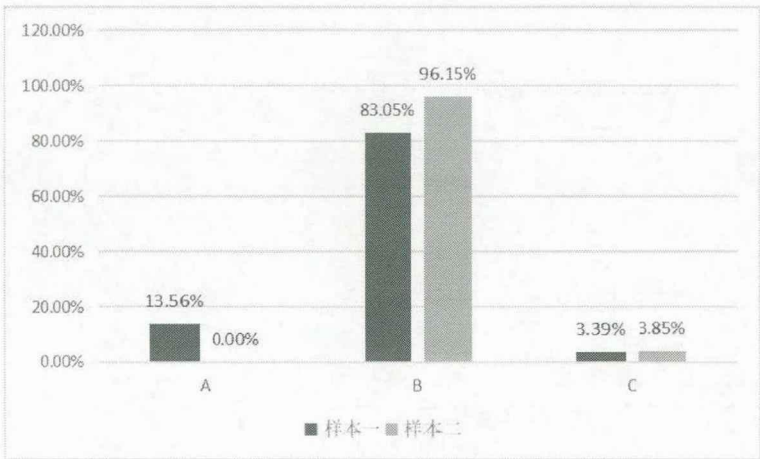


图 5 学生调查问卷题 3 各选项的比例分布

④笔者将一些可能影响高中物理与大学物理电磁学部分的衔接学习的变化因素罗列，要求学生对其影响程度评分（1~5 分影响程度由低到高），得到表 5。

表 5 影响大、中学电磁学部分的衔接学习的变化因素

	课程内容的跨度	数学工具的应用	学习方法的转变	教师教学方法的转变	教师对学生的关注程度	学习兴趣学习目的的变化	课程评价方式的不同
样本一	3.46	3.85	3.49	3.49	3.2	3.46	3.12
样本二	3.23	3.35	3.35	3.31	3.42	3.38	3.23
总体	3.39	3.70	3.45	3.43	3.27	3.44	3.15

从表中我们可以看出，对于学生学习大学物理电磁学部分影响最大的因素是“数学工具的应用”。高等数学对于很多学生来说也是相对偏难的一门学科，而在电磁学部分的学习中，微积分的应用尤其广泛和重要，一般高等数学课程比大学物理课程早开设一学期或者一学年，以便学生掌握好数学工具再进行物理的学习，但是很明显部分学生仍不能达到要求，因此在大学物理的教学过程中需要教师对数学工具的应用内容多加注意。

样本一和样本二调查结果最大的不同是，对于样本一的学生来说，“教师对学生的关注程度”对他们学习的影响并不是很重，但是对于样本二的学生来说，这是影响他们学习的最重要的因素，这可能说明，高中成绩略差的学生，升入大学后需要老师

更多的引导和关注。

⑤第5题考察了学生对电场强度概念及公式的理解,属于高中水平的问题,难度较低,正确答案是B选项。从学生的作答情况来看,样本一的学生正确率明显高于样本二的学生,仍有一部分学生对电场强度的概念问题理解不够透彻。

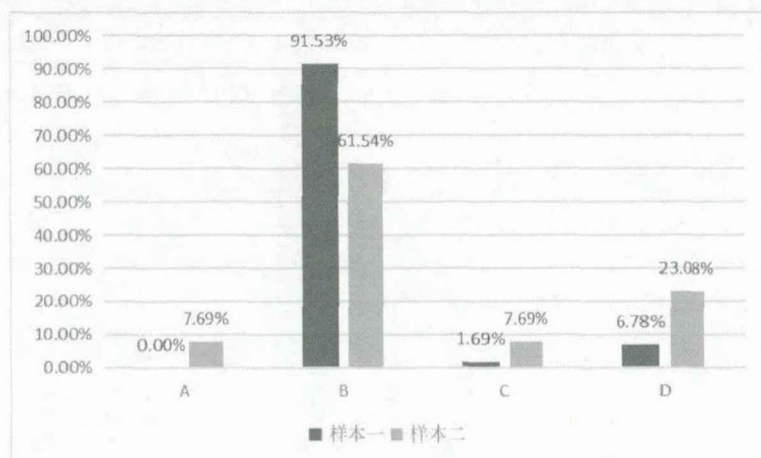


图6 学生调查问卷题5各选项的比例分布

⑥第6题考察了连续带电体电场强度的计算问题,属于大学水平的问题,难度较低,正确答案是C选项。从学生的作答情况来看,两样本的正确率都不是很高,学生对这部分内容仍存在一定的问題,但样本一情况略好。连续带电体电场强度的计算的问题,需要学生对物理量矢量性深刻理解以及掌握运用微积分进行计算的能力。

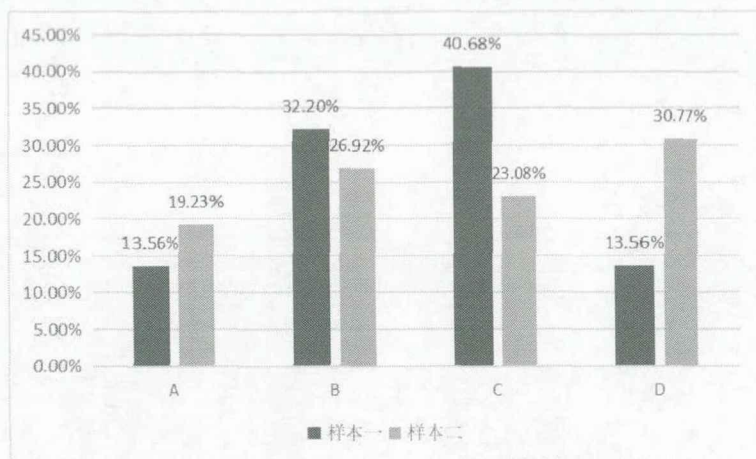


图7 学生调查问卷题6各选项的比例分布

⑦第7题考察了学生电场线及其特点的相关知识(电场线从正电荷或无限远出发,终止于无限远或负电荷;电场强度较大的地方电场线较密,电场强度较小的地方



电场线较疏），属于高中水平的问题，难度较低，正确答案是选项 C。学生的作答情况如图 8。电场线是描述电场的基本方法，是电磁学部分的基础性知识。高中阶段的学习已经对其特点及运用做了详细的表述和学习，对后面的学习有非常重要的作用，是要求学生重点掌握的知识点，但学生的答卷不尽如人意。

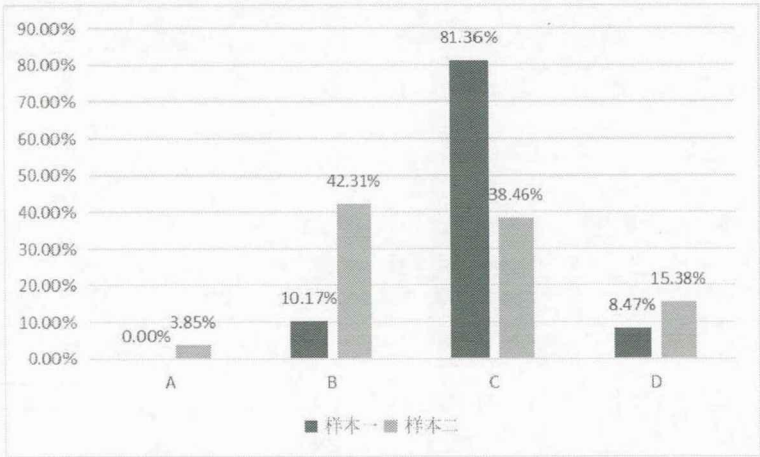


图 8 学生调查问卷题 7 各选项的比例分布

⑧第 8 题考察了学生对于试探电荷概念的理解，属于高中水平的问题，难度较低，正确答案是选项 C。试探电荷是电磁学部分非常重要的物理模型，是为了研究源电荷电场的性质而引入的，它的引入不能改变源电荷的电场，因此要求电荷量和提及都要很小。它的引入再一次反映了物理学中建模的思想。学生的作答情况如图 9（样本二中有 3 名学生未作答）。

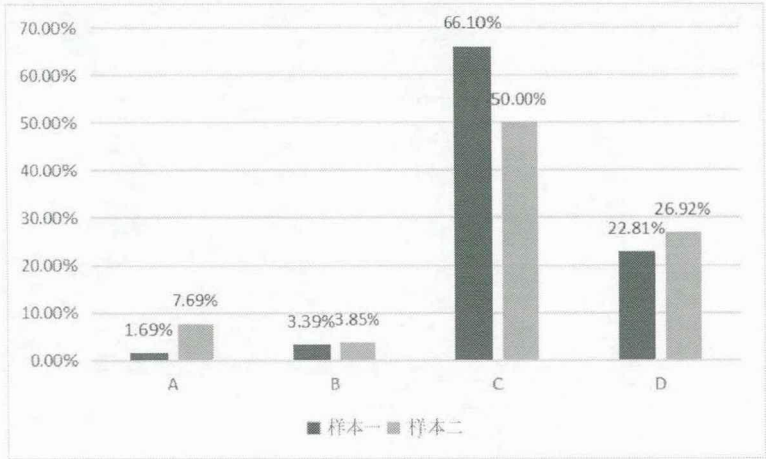


图 9 学生调查问卷题 8 各选项的比例分布

⑨第 9 题考察了学生对于连续带电体电场计算的具体方法的掌握情况，高中阶段

对于这点内容只略作介绍，而大学阶段会作详细讲解及深入学习，是需要熟练掌握的方法。笔者将学生的作答情况划分为三个水平，如表 6。

表 6 学生调查问卷题 9 作答水平划分

水平 0	水平 1	水平 2
未作答/不知道/答错	微分/积分	微元法/微积分/详细介绍微元法的应用步骤

然后将两份样本的作答情况及处于哪个水平进行统计，具体情况如表 7。

表 7 学生在各水平上的比例分布

	水平 0	水平 1	水平 2
样本 1	55.93%	18.65%	25.42%
样本 2	69.23%	15.38%	15.38%

有一部分学生未进行作答，但是有答案的这部分答卷看来，大多数学生可能会计算这类问题，但对其中蕴含的具体的物理思想和数学方法等并不是很了解。物理思想的培养和数学工具的使用也是物理教学中的重要内容，从教育理念的分析我们知道，通过这门课程的学习，更重要的是培养学生的物理思维、掌握研究物理问题的基本方法，而且电磁学是物理中矢量性与微元思想渗透始终的一部分内容，学生的学习不应仅仅局限于会解物理题。

(2) 学生问卷调查结果讨论

综合上述调查情况，我们不难看出，学生目前在高中物理与大学物理电磁学部分的衔接学习仍存在的问题，其中数学工具的应用更是学生衔接困难的重要影响因素，教师在教学过程中应把握好这部分内容。另外，对于一些物理思想方法的培养，应当引起教师的足够重视，贯穿于整个物理的教学过程，渗透于物理教学的各个方面。此外，通过两个样本调查情况的对比可以发现，高中阶段的学习成果对于大学阶段的学习仍有非常大的影响，高中阶段表现较好的学生在大学阶段的表现仍相对较好。

4.2 教师访谈调查

4.2.1 调查对象及工具



(1) 访谈对象：苏州大学物理科学与技术学院大学物理教师 2 名

(2) 访谈时间：2020 年 4 月 6 日

(3) 访谈方式：网络访谈

(4) 访谈提纲

问题一 您认为高中物理电磁学与大学物理电磁学之间有什么关系？

问题二 对于目前学生学习大学物理电磁学部分，您认为有哪些难点？

问题三 您认为要让学生从高中物理电磁学顺利过渡到大学物理电磁学，大学物理教师在上课时应该进行怎样的处理？

问题四 关于电磁学部分，对高中物理老师有什么教学建议？

#### 4.2.2 教师访谈记录

(1) 教师 1

问题一 您认为高中物理电磁学与大学物理电磁学之间有什么关系？

高中物理电磁学是入门、是基础，大学物理电磁学是提高和升华。高中物理电磁学部分一方面是大学物理电磁学的基础部分，另外一方面高中物理受限于高中生数学知识的影响，一般只处理一些特殊情形、理想情形；大学物理电磁学则由于利用高等数学表述，可以处理一般情形，所以适用范围更广，同时也能处理更加接近实际生活和工作的情形。

问题二 对于目前学生学习大学物理电磁学部分，您认为有哪些难点？

目前学生在学习大学物理电磁学部分，最大的难点是习惯性使用初等数学的方法，不适应利用高等数学的表述和方法处理问题。此外，学生在处理碰到的问题时，缺乏整体性的考量，过分拘泥于细节的分析。

问题三 您认为要让学生从高中物理电磁学顺利过渡到大学物理电磁学，大学物理教师在上课时应该进行怎样的处理？

在高中物理电磁学的学习过程中，由于已经具有了完整的力学学习过程，可以强化学生对整体电磁学规律和力学规律的类比、等效等整体方法上的理解和体会；可以强调研究对象在整个过程中运动整体上的规律和能量转化与守恒定律上的整体关系的理解和应用。

问题四 关于电磁学部分，对高中物理老师有什么教学建议？

对电磁学部分的教学，高中物理教师如果能在学生理解基本知识和规律的基础上，再将规律、应用与力学体系进行类比，求同存异，抓住主要特征，强化训练学生整体观、全局观，对学生学习电磁学部分应该会有很大帮助。

## (2) 教师 2

问题一 您认为高中物理电磁学与大学物理电磁学之间有什么关系？

高中物理电磁学已经建立起一定的物理思想和基础。大学物理电磁学是高中物理电磁学的延伸，是从一般性角度去分析问题，与高等数学微积分结合非常密切。

问题二 对于目前学生学习大学物理电磁学部分，您认为有哪些难点？

难点一：让学生用“数学”的思维方式去分析物理问题，感悟出微积分的思想在电磁场具有空间分布的具体应用；

难点二：“通量”和“环流”两个概念的理解。

问题三 您认为要让学生从高中物理电磁学顺利过渡到大学物理电磁学，大学物理教师在上课时应该进行怎样的处理？

基于电磁学的基础知识学生在高中物理都学习过，上课时会从实例入手让学生回答一些问题，在回答问题的过程中指出高中物理仅从特殊的角度去解决了某些问题，有一定的局限性，进而引导学生如何从一般性的角度去分析问题，以及用“微积分”的思想去解决物理问题。

问题四 关于电磁学部分，对高中物理老师有什么教学建议？

高中物理教师应强化学生对基本概念的理解和认知，即使是用题海战术，但应培养学生在解题时要有详细的推理过程，也就是物理思想和清晰的思路要展示出来，而不是背一个定理，瞬间得到一个答案。

## 第五章 基于建构主义理论的电磁学部分 教学衔接策略

### 5.1 影响高中物理与大学物理电磁学部分衔接的因素分析

#### 5.1.1 电磁学部分内容因素分析

高中物理和大学物理的电磁学部分就内容而言,各自所要求掌握的知识都基本完全覆盖了电磁学的体系框架,在知识的认知水平、物理思维的训练、研究探讨的方法上都呈螺旋上升、层层递进的关系,如果在高中教学中能够达到教学目标的要求,大学教学中教师再给予适当的教学支架,那么学生将比较容易从高中物理过渡到大学物理的学习,因此从物理知识内容的衔接的角度来讲,从高中物理到大学物理做到了一个比较好的水平。

另外,解决物理问题需要用到大量的数学知识,高中物理中用到的基本是初等数学的知识,而在大学物理中,尤其是电磁学部分,高等数学的应用更加深刻和广泛,例如矢量的运用:物理公式由标量形式转化为矢量形式,方向更容易判断;坐标系的变化:不拘泥于平面直角坐标系,引入极坐标、球坐标、柱坐标等,使得问题的解答更加方便;微积分的应用:连续带电体场强、电势的计算等。部分学生可能由于数学学习的障碍导致物理学习的衔接困难,如果大学物理教师在这部分内容中对于数学工具的应用娴熟细致,讲解到位,学生会产生新鲜感,更加理解抽象的数学知识在解决生活实际问题中的应用,对于物理和数学的学习都有助力。如果运用不好数学工具,会让学生觉得这部分内容更加难学,学生容易因为受挫丧失学习兴趣,影响后续教学工作的展开。

最后,物理是一门对学生抽象性要求比较高的学科,实验在物理学科的发展中占据了相当重要的地位。电磁学部分较为抽象,因此实验内容比较丰富。例如摩擦起电实验、库仑扭秤实验、静电屏蔽实验等,用到的仪器也相较于力学部分更加精密,操作要求也更高。在高中物理电磁学的学习中,学生实验一般是教师课堂演示、验证性实验、相对容易的探究实验,用到的实验器材操作简单,实验现象直观清楚,结论会对应将要学习或已经学过的知识。大学物理电磁学中的实验在教材中的体现相对较少,实验作为一门独立的课程存在,在时间安排上不一定与所学理论内容一一对应,

因此在课堂中对于学生的抽象性思维的要求就比较高,并且在大学物理实验中,更加注重培养学生独立思考、独立操作、创新设计的能力,不论是对理论的掌握程度或者是仪器的操作方面,实验现象的描述以及实验结果的总结、数据的分析,难度都较高中大大增加,有些学生一时可能无法适应。

### 5.1.2 教师因素分析

#### (1) 教育理念

高中学生的学习与教师的教学活动基本都是在高考的指挥棒下进行,即使新课改后越来越强调素质教育、核心素养的养成,但是高考的地位在学生和教师眼中仍不可动摇,一考定终身的现状并没有大的改变,因此高中的教育理念是以知识的学习为基础。对于电磁学部分,尤其是选修部分的内容,由于在有些省份的高考中不做要求,这部分内容并不会被纳入教学计划中,将会导致学生这部分的知识结构不太完整。但在大学中,学生来自五湖四海,教师并不一定了解每个学生的知识基础,因此会导致有些学生出现知识的断层,造成衔接困难。在现代教育中,教师更应该以终身教育的思想去看待教学任务,所以在高中物理电磁学的教学中,教师应该在完成高考要求的基础上,注重知识的系统性和学生未来的学习,适当加以补充讲解。

#### (2) 教学方法

高中物理内容相对较少、课时长,教师有充足的时间将知识内容“掰碎揉烂”教给学生,并反复巩固训练。课堂教学时的导入、演示、讲解、板书都精心设计,公式的推导也是每一步尽可能详细。近几年多媒体的引入,使得原本略显刻板的课堂也生动活泼起来,一些不便现场演示的实验、比较复杂的图像、对抽象思维要求较高的物理过程等也可以借由多媒体在课堂中呈现。电磁学部分由于内容多、课时相对较短,大学教师更加倾向于用多媒体演示 PPT,板书时间有所减少,课堂节奏比较快,一般是着重讲重难点,导致学生一时难以适应。

#### (3) 评价方式

在现代教育评价的理念中,发展性评价和激励性评价更应当被重视。要以学生自身的发展为基础,重视学生发展的起点和发展过程中的遇到的各种问题,促进学生的终身发展,从学生过去的基础出发,重视学生的发展现状,更要看到学生未来的发展。

高中物理中,教师在一学期或一单元开始之前会有诊断性评价;在一节课或一个

课题的教学中会有形成性评价,包括课堂口头提问、课后作业、小测验等;在一个大的学习阶段、一个学期结束时,会有总结性评价,即期中考试、期末考试等。这些评价方式有利于学生在各个阶段、从各个方面了解自己的学习成果,强化、敦促以及修正自己的学习,辨别学习困难的原因并及时加以改正,帮助学生更加了解自己;也有利于教师时刻关注学生学习动态,接受教学反馈,调整教学方式,采取一定手段帮助学生更好地学习等。

在大学物理的学习中,学业评价基本集中于期末成绩,在平时的课堂中,课堂提问、课后作业、小测验等都比较少,期末成绩一般是期末考试成绩、期中考试成绩、平时分各占一定比例,这种评价方式倾向于对知识与技能的考察,忽略了学生的实践操作能力、问题解决能力以及创新性的考察。而学生为了能取得好成绩,往往是在考试前“临时抱佛脚”死记硬背式复习,但是最终成绩并不一定比刻苦学习一学期差。学生的学习成了应付考试,知识的掌握、能力的提升等都成了不重要的因素,尤其电磁学部分是处于大学物理中间部分的知识,有些学生经过一段时间的学习,由于各种因素已经对这门课产生了厌烦的情绪,开始不认真对待,更加不利于这部分内容的衔接。若此时不以一定的评价方式来督促学生的学习,那么学生不了解自己的学习状况,将会更加不重视,教师也不能接受到自己的教学反馈。

### 5.1.3 学生因素分析

由埃里克森的心理社会发展阶段论我们知道,从高中到大学,学生的心理处于不同的发展阶段,所要应对的冲突和矛盾也有所不同,从观念到角色都要发生转变。大学物理电磁学部分的学习一般处于大一下半学期或大二上半学期,部分学生进入大学度过一开始的适应期,学习动机、学习兴趣、学习信心等开始丧失。此外由于高中在高考压力之下,学生的学习是在家长、教师的不断监督下,在教师的带领下,不断进行反复练习的成果,并未形成良好的自学方法以及培养学习迁移的能力,对于电磁学这类偏难的知识,在大学中教师的教学方法改变,学生一时不能跟上进度,自学又无从下手,导致高中与大学未能良好衔接,学生学习成绩下滑严重。

## 5.2 对电磁学部分有效教学及衔接的策略分析

要顺利完成高中物理电磁学部分的有效教学及其与大学物理良好的衔接,应当重视以下几方面:

### (1) 从大学物理高度看待中学物理教学

相较于高中物理,大学物理涵盖的内容更加广泛,大学物理所研究的规律更深层次、更普遍,通过大学物理的系统学习后,教师对物理知识体系以及物理基本理论会有更加深入的理解,不论是物理教师的专业知识技能、物理科学素养或是物理思想等都会有大的提升。尤其是现在高中新教材中的拓展学习部分,一些知识如果教师的储备不够,会让学生觉得听不懂又没兴趣。由于知识的深度、难度的加深,教师要想更加深入理解知识,对于发散思维、逻辑推理、抽象思维等物理思维的要求也会更高。大学物理中对于一些知识点的讲解会从不同的角度研究,让人的思维更加发散,理解问题也会更加全面深刻,而在教学中,教师的思维的发散也会影响到学生,对于一些概念知识的讲解会突破高中物理的思维定式,让学生在学习到知识的同时,能走的更远一些。学生也会想如何去建立物理知识之间的联系,将自己所学到的知识归纳形成自己的体系,这样也更有利于他们的今后的创新和发展。另外大学物理的学习会让教师的物理科学素养进一步完善提高,有助于教师物理知识结构更新、科学世界观的形成、科研能力的提升。这些都会在教学中传达给学生,相当于学生在高中物理的学习中已经接触到很多大学物理的东西,而且这些东西是教师在教学过程中潜移默化的影响,并不会加重学生的学习负担,却会让学生在大学物理的学习中自然而然地发挥它们的作用,让学生感觉大学物理并不是很难学,是从高中物理自然而然过渡来的。

### (2) 建构完整的电磁学知识体系

整个高中电磁学部分的知识体系本身就相对完整,电场和磁场在分析方法上有很多的相通之处,各部分内容之间联系紧密。例如在静电场中电势—电势差—电势能知识结构的设计,始终贯穿着“通过做功研究能量变化”的思想,学生学习新的知识要以原有的知识结构为基础,教师要帮助学生搭建新旧知识之间的桥梁,串联起整个电磁学部分的知识点,形成一个系统的知识结构。在学习方法上也要有整体性意识,例如对于“场”的概念的学习,高中阶段可以借助学生已经熟悉的重力场,以电场强度、磁场强度的共性和差别为突破口,借助电场线和磁场线来描述“场”,让学生更容易理解“场”的概念。在此基础上,大学阶段分析物质形态的电磁场,整体空间分布入手,进一步了解其特征,再通过引入通量、环流等概念,正确描述矢量场,并以此串联起整个电磁场部分的内容。

### （3）适当扩展高中阶段教学内容

对于电磁学部分的教学，教师要站在大学物理的角度上看待高中物理，对于大学与高中知识点相同，教学要求也相近的内容，教师在高中阶段要在教学要求的指导下，讲全讲透，例如点电荷、电荷守恒定律、库仑定律等知识点，在高中阶段已然是教学重点，要让学生吃透这部分内容；而对于大学与高中知识点相同，教学要求不同的内容，教师要在高中阶段的讲解中适当进行拓展，让学生对未来的学习有所准备，例如在“电场 电场强度”一节内容中，学习完电场强度的叠加后，教材中已经提及在计算不能看作点电荷的连续带电体的电场时，可以将之分成若干小块，进而在可以看成点电荷的情况下，再利用点电荷电场强度叠加原理，计算整个连续带电体的电场，之后证明均匀球形带电体与点电荷的等效。这已经涉及了“取微元与积分”的思想和方法。如果这部分内容学生充分理解，对于后续大学阶段学生学习这部分内容进而计算其他形状连续带电体的电场更容易理解和应用。对于大学与高中不同的知识点，在高中阶段的教学，教学应该走在学生发展的前面，即教师要在学生原有的发展基础上，促进学生的最近发展区发展，例如对于电场线的内容，高中阶段的要求只是将它作为形象地了解和描述电场的一种方式，并且在同一幅图中可以利用它来比较两点电场强度的大小并判断方向等等，更加倾向于在平面内理解和应用。而在大学阶段，更加强调电场线的空间分布状态及其方向性，由此提出电场强度通量等概念，进而推导出高斯定理、安培环路定理等。因此，只要对高中阶段知识点做一定的延伸，教师在大学教学中在此基础上再给以适当的支架，学生就可以在原有的认知基础上建构新的认知。

### （4）注重实验在电磁学部分教学中的应用

电磁学部分的内容对于学生来说比较抽象，尤其对于抽象思维相对薄弱的学生来说更加难以理解，因此一定要通过实验让学生有一定的感官上的认识，使抽象的知识有一个具体的形象的认识，之后再通过一定的理论分析、数学推导等建立正确的物理知识。例如在学习库仑定律这一节时，可以还原库仑扭秤实验，对电荷之间的作用力开展研究。因此，在高中阶段，对于教材中的必做实验（包括演示实验、分组实验和探究实验）一定要在课堂教学中演示和让学生亲自动手操作和观察，另外基于教材也可以开发一些课外物理实验，培养学生设计实验、观察并描述实验现象、熟悉仪器操

作、撰写实验报告等能力。在大学阶段,物理实验单独成为一门课程,教师可以将一些用于丰富学生感性认知的实验放在理论教学之前,对于加深学生理论认知理解的实验放在理论教学之后,合理安排实验操作和理论学习的进行,充分发挥实验在电磁学部分教学中的重要作用。这样即使有些实验在大学教学中没有及时开展,在高中实验教学的成效也会让学生依然对一些基础的实验现象有深刻的印象,有利于大学教学的展开。另外在课堂中若不能操作实验,也要准备相应的图片或视频来加深学生的感性认识。

### (5) 培养学生主动解决问题的能力

能够运用所学知识解决问题是学习最基本的要求,电磁学部分是整个高中物理学习的重点和难点,与大学物理的学习连接紧密。在教学过程中普遍存在着学生在课堂上能够听懂教师所讲知识,在课后却不能充分利用以解决实际问题的现象,而导致这种现象产生的深层次原因是学生并没有真正理解和掌握知识,要想解决个问题,就要培养学生主动探究的能力。

①正确分析和理解物理问题。要能够正确理解问题所要表达的意思,确定问题中需要研究的对象,分析题目中的已知条件和未知条件,以及研究对象所受的外界影响情况和运动情况,用图表等方式表示出来,进而运用正确的方式解决问题。例如在电磁学部分中经常遇到的一粒子先通过电场运动,再垂直进入磁场的问题,在个问题中隐含的条件便是可以用动能定理确定粒子离开电场时速度的大小,再进行运动方向的判断,综合粒子的运动情况后,在磁场中的运动情况便很容易分析。

②运用数学工具解决物理问题。在具体解决物理问题的时候,我们可以先将它转化为数学问题,然后再利用数学工具进行相关的推理运算。相对于学生较早接触的力学来说,电磁学部分对于相关数学工具运用的要求要更高一些,因此教师要尽早培养学生使用数学工具解决物理问题的能力,在教学过程中,教师要不断引导学生利用所学的物理知识和物理方法,将复杂的物理问题简化为简单的物理模型,然后利用相关的数学公式表示出来,进而解决问题。一些公式定理的数学推导,也可以让学生尝试自己进行。例如由库仑定律推导得出电场强度的定义式,可以在教师的指导下由学生自己完成。再者,一些定理、定律的数学表达式在高中与大学也有一定的区别,其区别建立在初等数学与高等数学的基础上,大学物理的学习以高等数学为基础,教师要



引导和训练学生将已经学到的高等数学知识应用到解决物理问题中来,关注取微元和积分、矢量运算能力的应用。例如连续带电体的电场强度及电势的计算、变化的电场力做功的计算等。另外对于坐标系的建立,高中基本建立在平面直角坐标系上,而在大学中,球坐标、柱坐标等空间坐标系的应用在电磁学部分更加广泛,在高中阶段教师就要对此部分知识做一定的扩展,防止学生思维固化。

③培养学生典型问题解法的迁移能力。很多学生能够看懂例题的讲解,却无法解决相应的习题,很重要的原因是学生不具备典型问题解法的迁移能力。因此,需要教师有意识地锻炼学生的该项能力,在高中阶段教学过程中应当运用多样化的教学方法,让学生尝试用不同方式、从不同角度去理解问题,在例、习题的教学中也可以尝试一题多解的方式。这样潜移默化的影响下,能够使学生对于知识的理解更加深刻,同时能拓宽学生的思维,学会“举一反三”,在此过程中学生的知识迁移能力、逻辑思维能力等也会逐步形成和提高,对于大学阶段的教育也会产生积极的影响。例如,通过之前的统计我们已经知道,大学物理电磁学部分的习题数量非常多,教师也会做一定的习题扩充。这些习题教师不一定会一一讲解,但这对于公式定理的应用、概念的深入理解都有不可或缺的作用,因此学生要具备从例题“举一反三”的能力,更好地适应大学物理的习题教学。

④注重评价的作用。从对学生的调查中我们可以看出,很多学生认为电磁学部分难学,并且自主学习、分析总结的能力较弱。学生的自我评价是对自己所学知识和能力的认识,通过学生的自我评价和反思可以查漏补缺,及时解决学习中的各种问题,因此在教学过程教师要引导学生进行自我评价,例如在一个章节结束后,教师可以就某个知识点的深入理解做一个小的检测,让学生评价反思自己的学习成果,并深化内容的理解。在整个电磁学部分结束后,教师也可以让学生通过思维导图等总结方式,让学生利用“场”或“力”,尝试将所有内容自己自己串联起来,强化知识结构的建立,并对自己的学习做到心中有数。

#### (6) 提高学生物理建模能力

通过一定的物理、数学思维方式,可以抽象化地处理系统的物理问题,使之形成相关的理想化模型,这样能够发现所要研究的问题的本质,这个过程就是我们所说的物理建模。物理问题的解决离不开物理模型的建立,其具体步骤为:审题——确定研

研究对象,明确要解决的问题,找到相关影响因素;分析——对研究对象进行受力分析及运动情况分析;建立模型;解决及反思——在问题解决中不断应用及反思,并修改物理模型。例如在高中阶段,电磁学部分最重要的理想化模型——点电荷,该模型充分体现了物理学科的研究方法和逻辑结构,在大学阶段的学习中仍占有重要地位,学生要充分理解这种模型的建立思想及其应用。这样到大学阶段就更容易学习在点电荷体系中静电力、电场强度、电势等的计算和理解应用电偶极子等模型。

### 5.3 基于建构主义理论的教学衔接设计案例: 电场 电场强度

#### (1) 教材分析

本节课是人教版新版物理必修三教材第九章第三节内容,包含的主要知识点有电场、电场强度、点电荷的电场、电场强度叠加原理、电场线以及匀强电场。本节内容是静电场部分教学的重要内容,是对电荷之间的作用力及其本质的进一步理解,是后续学习其他电磁学内容的基础。教材首先通过人体通过起电机带电使头发竖起散开的现象引起学生思考,然后介绍了电场的概念,引入试探电荷的概念,利用库仑定律进行进一步的推理和计算,运用比值定义法给出了电场强度的概念和定义式。通过库仑定律和电场强度的定义式推导出了点电荷的电场强度的表达式,并通过推理得出电场强度的叠加原理,证明了球形带电体与点电荷的等效。基于形象思维使学生建立电场线的物理模型,来形象地描述电场。最后介绍了匀强电场的概念。

#### (2) 衔接分析

在本研究所选取的大学物理教材中,本节课是第八章第三节内容,包含的知识点与高中阶段类似,主要有电场、电场强度、点电荷的电场、电场的叠加原理以及电场强度的具体计算等。与高中教材相比,概念基本相同,这节内容多出了电场强度定义式的矢量表达形式以及电场强度叠加原理的微积分表达形式,并利用它以例题的形式计算了均匀带电直线、均匀带电细圆环均匀带电平面等连续带电体的场强分布情况,给出了电偶极子模型并计算了它各处的电场强度。如果高中阶段这节内容的要求能够全部达到,那么在知识基础、物理方法以及物理思想等方面都能够顺利衔接到大学物理本节内容。

#### (3) 学情分析

学生刚开始接触高中物理电磁学部分的内容,通过静电场及其应用前两节内容:

电荷、库仑定律的学习,已经知道自然界只有两种电荷,了解了利用静电感应现象使物体带电的方法,掌握了物理学中又一守恒思想的具体体现——电荷守恒定律,知道元电荷的概念。通过实验知道电荷之间有相互作用力即静电力,并能够通过库仑定律计算静电力。已经掌握理想化模型的建构思想和平面内矢量运算的平行四边形法则,具有一定的物理类比、逻辑推理、实验探究和物理模型建构的能力。这些知识的储备和能力的掌握有助于本节内容的学习。但是电场是一种特殊物质,学生之前并没有接触到相类似的内容,由于其本身具有较高的抽象性,学生可能一时难以理解,因此应该加强对电场概念的深入和透彻的分析。

#### (4) 教学目标

##### ①知识与技能

知道电场具有能量,是电荷周围客观存在的一种特殊物质,电场可以通过与电荷的相互作用表现出自己的性质;理解电场强度的概念,知道电场强度的物理意义及其定义式、单位、方向;会计算点电荷周围的电场强度,掌握电场强度的叠加原理,理解球形带电体与点电荷的等效;学会运用电场线描述电场,能够画出几类点电荷产生的电场的电场线;知道匀强电场的概念。再次加深运动与相互作用的物理观念。

##### ②过程与方法

引导学生运用类比的方法,通过电场与引力场的类比,建立电场的概念,并进一步利用实验探究和数学推导得出电场强度的定义式,掌握运用比值定义法定义新物理量的方法,使“比较”的思想在学生头脑中更加深刻;在掌握电场强度的叠加的和计算的基础上,进一步理解物理量的矢量性以及矢量计算的方法,初步接触“取微元”的计算思想在物理学中尤其是在电磁学部分的运用,从而理解均匀带电球体与点电荷的等效;通过形象思维建立电场线的物理模型,会利用电场线的分布情况分析电场强度的大小及方向。培养学生模型建构、科学推理、科学论证的科学思维及提出问题、猜想假设、设计实验并验证、对过程和结果进行交流反思等的科学探究能力。

##### ③情感·态度·价值观

在实验探究电场性质和特点的过程中,激发学生探究物理规律的兴趣,培养团结合作的精神;通过对电场和引力场的类比分析,逐步建立自然界物理规律的多样性和统一性的观念;通过电场线模型的建立过程,使学生感受到物理学中的对称之美。培

培养学生严谨认真、实事求是的科学态度及责任。

### (5) 教学重难点

教学重点：电场、电场强度、电场线。

教学难点：电场强度。

### (6) 教学过程

#### ① 电场概念的建立

创设情境，提出问题：

观看短视频：通过起电机使人体带电，看到人的头发会竖起散开。

教师：为什么会出现这样的现象呢？通过今天内容的学习，我们就能解释这一现象产生的原因。

样本情境：让学生闭上眼睛，教师在讲台上打开一台小太阳取暖器，让学生感受取暖器的热量，然后移动取暖器，让学生感受到热量的不同。

目标情境：准备两个乒乓球，在每个乒乓球上面系一根 30cm 左右的细线，将乒乓球在衣服上摩擦使之带电，将细线一端连接并悬空挂起来，引导学生观察实验中乒乓球分开一定角度的现象。

教师：利用之前所学的知识，同学们分析一下，为什么这个小实验中的两个乒乓球会分开一定的角度？

学生：因为它们是同种材料，摩擦会使它们带有同种电荷，相互排斥，由于静电力使它们分开一定角度。

教师：之前我们学习摩擦力、弹力等发生相互作用都要两个物体相互接触，但是这两个乒乓球并没有接触，那么静电力是通过什么发挥力的作用的呢？

（设计意图：首先通过人体带电的短视频引入课题，之后利用演示实验创设问题情境，在引导学生观察实验现象的基础上提出本节课要探究的问题，引发学生的思考，激发学生探究静电力相互作用的本质的兴趣，并利用师生互动具象化的热场加深学生对电场的理解。）

明确目标，猜想假设：

教师：在物理学的发展过程中，有很多科学家都研究过这个问题，比如安培曾经就认为，静电力是一种超距作用，并不需要任何媒介就能发生相互作用，但是后来这

种观点被否定了，那么同学们猜想一下，静电力发生作用的媒介是什么呢？

教师提示：之前我们也学习过一种力，它发生作用就不需要两个物体相互作用，这就是万有引力，接下来我们将这两种力做一个比较，看看他们之间有什么相似之处。

表 8 万有引力和静电力的对比

	作用对象	关系式	常量	作用媒介
万有引力	两个质点	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	万有引力常量	引力场
静电力	两个点电荷	$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$	静电力常量	？

学生：通过对比可以发现，万有引力和静电力在作用对象、关系式等方面都有很多的相似之处，因此猜想静电力的作用媒介可能是电场。

（设计意图：通过引力场与电场类比的方法引发学生的思考，引导学生对静电力的作用媒介进行猜想，降低了理解难度，为学生电场概念的建立提供了支架，让学生能从已有的认知经验中“生长”出新的概念，同时认识到物理规律的多样性与统一性。）

合作探究，形成结论：

教师：19 世纪 30 年代，英国科学家法拉第提出了一种新的观点，他认为电荷的周围存在着由它产生的电场，静电力是通过电场发生作用的。对于电场，同学们能提出一些问题吗？

学生：电场到底是什么？怎样研究电场？电场有哪些性质？怎么表示和计算电场？ . . .

教师：电场由电荷产生并存在于电荷周围的一种客观存在的物质，场跟实物粒子一样，是具有能量的，是物质存在的一种形式。它的其中一个性质就是对放入其中的电荷有静电力的作用。接下来同学们是否能够更加全面地解释，为什么在之前的实验中两个乒乓球分开了一定的角度呢？

（设计意图：学生通过简单的讨论得出探究的结论，教师利用物理学史的发展进一步帮助学生建立电场的概念，鼓励学生提出关于电场的一些问题，帮助学生建立问题意识，培养学生主动学习的习惯和利用已经学到的物理知识解决相关的问题的能力，加深对电场概念的理解。）

②电场强度概念的建立

创设情境，提出问题：

教师：我们已经知道电荷周围存在着电场，但是电场是一种看不见、摸不着的物质，那我们用什么方法来检验周围是否存在电场？怎样研究它的性质呢？请同学们相互讨论，设计方案并进行探究。

明确目标，猜想假设：

教师提示：一开始我们做了取暖器的小实验，同学们并没有看到，是怎么知道老师有没有打开取暖器呢？是怎么判断取暖器是放在哪边的呢？

学生：根据电场对放入其中的电荷有静电力的作用的性质，可以在空间放一个带电的物体，就可以判断是否存在电场。

教师：能进一步说说这样判断的原因吗？

学生：带电物体受到电场的作用，它的运动状态就会发生改变，由此我们就可以判断是否存在电场。

教师：激发电场的带电体所带的电荷叫做场源电荷或源电荷，为了研究源电荷电场的性质而引入的电荷叫做试探电荷。试探电荷应该怎样选取呢？请同学们再次相互讨论。

学生：因为我们要研究的是源电荷在某一点的电场，但是试探电荷自身也会产生电场，会影响到源电荷的电场，所以试探电荷应该很小，可以看做点电荷，并且电荷量也很小，否则对原来的电场带来比较大的影响。

教师：总结一下，试探电荷应该选取电荷量和体积都很小的点电荷。

（设计意图：通过取暖器类比的方式启发学生设计出检验电场的方案，并通过一系列问题引发学生思考，为学生搭建理解问题的支架，同时再一次运用了物理学中理想模型的建立。）

合作探究，形成结论：

教师：电场的强弱不能直接用试探电荷所受到的静电力来表示，因为处于电场的同一位置的带电量不同的试探电荷，所受到的静电力是不同的，那么我们用什么物理量来描述电场的强弱呢？

教师：场源电荷所带电荷量为  $Q$ ，试探电荷  $q_1$  在电场的某一点受到的静电力为  $F_1$ ，那我们推测，假如有一个电荷量为  $2q_1$  的电荷放在这里，它受到的静电力就是  $2F_1$ 。

以此类推，电荷量为  $3q_1$  的电荷放在这里，它受到的静电力就是  $3F_1 \cdots$

由此我们可以推测，试探电荷在电场中某点受到的静电力  $F$  与试探电荷的电荷量  $q$  成正比。这样的推测是否正确呢？同学们可以用我们前面已经学过的知识验证一下，稍后请几位同学为我们展示一下。

（学生思考并讨论）

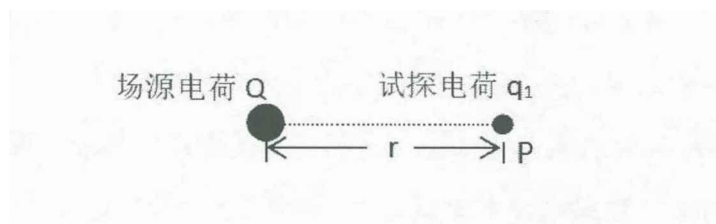


图 10 场源电荷和试探电荷

学生：如图 10，在点电荷  $Q$  的电场中的  $P$  点，放一个试探电荷  $q_1$ ，它在电场中受到的静电力是  $F_1$ ，根据库仑定律， $F_1 = k \frac{Qq_1}{r^2}$ ；若将试探电荷换成  $q_2$ ，它在电场中受到的静电力是  $F_2$ ，即  $F_2 = k \frac{Qq_2}{r^2}$ ；由上面两个式子我们可以看出， $\frac{F_1}{q_1} = \frac{F_2}{q_2} = k \frac{Q}{r^2}$ 。

教师：（总结学生发言并补充）从上述数学推导我们可以看出，试探电荷受到的静电力与它的电荷量之比，跟该试探电荷的电荷量无关，只与产生该电场的场源电荷的电荷量及试探电荷所处的位置有关。可见它是描述电场自身性质的物理量，在物理学中我们称之为电场强度。这种定义物理量的方式我们成为比值定义法。下面请同学们讨论并解决以下问题：

- ① 电场强度的概念如何表述？
- ② 电场强度的定义式是什么？单位、符号是什么？
- ③ 电场强度是标量还是矢量？如果是矢量，它的方向是什么？
- ④ 电场强度有何物理意义？

学生：① 在电场中，试探电荷所受的静电力与它的电荷量之比，叫做电场强度，常用  $E$  来表示；

② 定义式： $E = \frac{F}{q}$ ，单位：牛每库，符号为 N/C；

③电场强度是矢量，在物理学中规定，电场强度的方向为正电荷在该点所受的静电力的方向；

④电场强度是反映电场本身性质的物理量，对静电场来说由场源电荷决定，与试探电荷本身无关。

教师：点电荷是最简单的场源电荷，根据库仑定律和电场强度的定义式我们可以知道，一个电荷量为  $Q$  的点电荷，在与之相距  $r$  处的电场强度  $E = k \frac{Q}{r^2}$ 。

根据这个表达式我们知道，如果以电荷量为  $Q$  的点电荷为中心作一个球面，那么球面上各点的电场强度大小相等。同学们可以判断一下，对于正/负点电荷，电场强度的方向应该是怎样的呢？

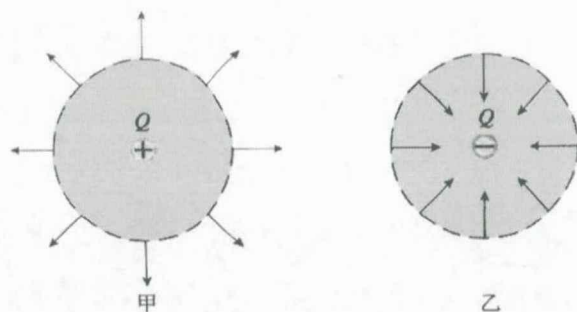


图 11 与点电荷相距  $r$  的球面上各点的电场强度

教师：之前我们在学习库仑定律的时候已经知道，两个或两个以上的点电荷对某一个点电荷的静电力，等于各点电荷单独对这个点电荷的静电力的矢量和。那如果场源电荷是由多个点电荷组成的点电荷系，我们应该如何计算电场中某一点的电场强度呢？

学生：可以推理得出，点电荷系的在某点的电场强度，等于各个点电荷单独在该点产生的电场强度的矢量和。



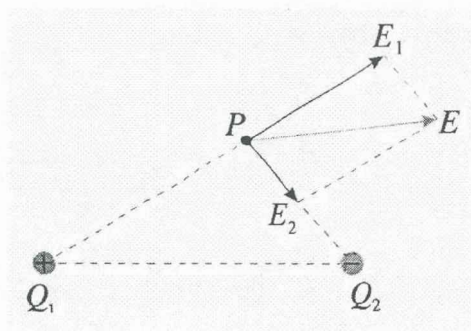


图 12 电场强度的叠加

教师：我们将多个点电荷组成的点电荷系所产生的电场，在某点的电场强度等于各点电荷单独存在时在该点所产生的电场场强的矢量叠加，叫做电场强度的叠加原理。根据这个原理，如果有一个比较大的连续带电的物体，这种情况下我们不能将它当做点电荷处理，如果要计算它的电场强度，就可以把它分成若干个足够小的、可以看成点电荷的小块，进而计算整个带电体的电场，这种将一个复杂的物理问题分解成若干微小的单元，并且每个单元遵循的物理规律相同，之后分析各个单元然后利用一定的数学方法或者物理思想处理进而解决问题的方法我们叫做微元法。微元法在我们物理学习的过程中非常重要，同学们在以后学习了高等数学之后，我们会有进一步的应用。接下来同学们利用这种方法计算一下一个半径为  $R$  的均匀带电球体（或球壳）在球的外部产生的电场。

学生： $E = k \frac{Q}{r^2}$ ，式中的  $r$  是球心到该点的距离（ $r > R$ ）， $Q$  为整个球体所带的电量。

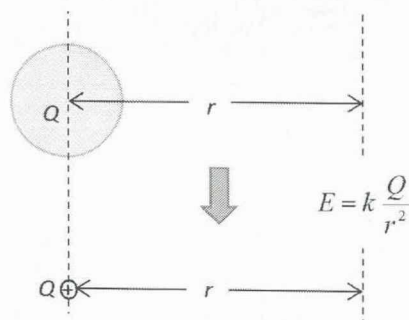


图 13 球形带电体与点电荷的等效

教师：我们发现，在这个球的外部产生的电场，与一个电荷量相等且处于球心位

置的点电荷在同一点产生的电场相同，它们是可以等效的。

（设计意图：学生在教师的引导下，通过数学推导建立起电场强度的概念以及表达式，强调了数学工具在分析物理问题中的作用，并且再一次巩固了比值定义法定义物理量的科学方法，同时培养了学生合作交流和逻辑推理的能力。在讲解电场强度的叠加内容时，强调了物理量的矢量性，而对于连续带电体电场的计算，渗透了“微元”思想，有利于之后大学物理电磁学部分的学习。）

理解深化，学以致用：

学生练习教材课后习题 1、2 题，深化对电场强度概念理解，巩固并运用所学知识。

### ③电场线模型的建立

创设情境，提出问题：

教师：电场是一种看不见摸不着的特殊物质，除了用数学公式描述外，我们如何更加形象地了解和描述电场呢？

教师提示：描述力，我们可以用力的作用线，初中时，描述磁体产生的磁场，我们可以用磁感线。

合作探究，形成结论：

学生：可以在电场中画一些曲线来描述电场。

教师：最早采用了画电场线的方式来描述电场的物理学家是法拉第。电场线是在电场中的一条条有方向的曲线。请同学们思考一下：电场线是否是真实存在的线？电场线有什么特点？电场线如何表示电场强度呢？电场线是否可以相交呢？请同学们认真阅读课本并回答问题。

学生：电场线不是真实存在的线；在同一幅图中，我们可以用电场线的疏密程度比较电场强度的大小，电场线较密的地方表示电场强度较大，电场线较疏的地方表示电场强度较小；电场线切线方向与该点的电场强度方向一致；电场线有以下两个特点：①电场线从正电荷或无限远出发，终止于无限远或负电荷；②同一电场的电场线在电场中不相交，因为在电场中任意一点的电场强度不可能有两个方向。

教师：有一种特殊情况的电场，它各点的电场强度大小相等、方向相同，这样的电场叫做匀强电场。匀强电场中的电场线是平行的，疏密程度也是相同的。例如相距

很近的一对带等量异种电荷的平行金属板，它们之间的电场除边缘外，就可以看做匀强电场。

（设计意图：学生在教师的引导下，建立电场线的物理模型，并带着问题学习知识，培养学生自主学习的能力）

课后拓展提升：

教师：①请同学们画出几种常见电荷的电场线，并总结其特点。

②请同学们回忆一下我们还学过哪些用比值定义法定义的物理量。

③请设计一个小实验模拟电场线。

（设计意图：课后拓展提升让学生自己总结知识点，并对相关内容进行了发散学习，巩固了学生的知识结构，锻炼了学生的自学能力，课后小实验的设计也培养了学生自己动手设计实验、验证规律的能力。）

### （7）教学反思

本节课通过实验创设情境，引入课题并引发学生思考问题“电荷间的静电力是通过什么媒介起作用的？”并通过类比的方法建立电场的概念；再通过问题“怎样描述电场”，启发学生通过实验探究和理论分析得出电场强度的概念，强化了数学推导在物理问题解决中的作用，并通过讲述电场叠加原理以及较大带电体电场强度计算方法，初步渗透“微元”思想，最后以“如何形象地描述电场”问题来引导学生建立电场线模型。

在教学过程中，强调了实验在研究物理问题中的重要作用，通过层层递进的问题来引发学生思考，适时提供给学生相应的支架，帮助学生在原有的认知基础上建立新的知识结构。在此过程中，培养了学生自主学习的能力以及合作探究的精神。另外对于理想化模型的建立、类比思想的运用、比值法定义方式、“微元”思想等的渗透，有助于学生之后的学习。

## 第六章 不足与展望

### 6.1 本研究的不足

(1) 本研究中对学生的调查采用的是自己编制的问卷, 因此难免会有偏颇, 对所研究的问题调查不够全面、精准度不够等。另外由于条件和时间的限制, 样本数量不够多, 范围也比较窄。

(2) 本研究的方向是高中物理与大学物理的衔接教学, 但仅选取了电磁学部分作为研究的案例, 仍不够全面和系统, 所得出的结论有一定的局限性, 后续可以在相关研究中将其他部分也做深入的分析。

(3) 本研究提出的策略仅局限于理论研究, 并未进行深入的实践, 教学设计也并未在课堂进行具体实施, 策略的有效性还有待考察。

### 6.2 展望

(1) 大学物理的体系中包含五部分, 电磁学只是其中一部分, 教育衔接问题存在于整个物理学体系, 因此后续也应该在力学、热学、光学、原子物理等部分展开相似的教学衔接研究。同时在后续的研究中应当扩大研究的样本数量和范围, 以期获得更加可靠的结论。

(2) 后期可将研究理论及衔接策略运用于实际课堂教学中, 进行进一步的改进和完善, 形成体系化、结构化的衔接过程。

(3) 影响教学衔接的因素有很多, 包括环境影响、心理因素、社会因素等, 本研究基于建构主义理论, 着重从教学方面入手进行了衔接研究, 后续可对其他因素的影响做深入的研究。

## 参考文献

- [1] 周光召主编. 中国大百科全书·物理学(第二版)[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2009.
- [2] 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)[J]. 福建教育:德育(F版), 2011.
- [3] 赵祥麟, 王承绪编译: 杜威教育论著选[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1981.
- [4] [美] 亚伯拉罕·弗莱克斯纳(Abraham Flexner) 著, 徐辉, 陈晓菲译: 现代大学论: 美英德大学研究[M]. 杭州: 浙江教育出版社, 2001.
- [5] Holcomb, Resnick, Ridgen. New approaches to introductory physics [J]. Physics Today, 1987, 5(40): 87.
- [6] 张继恒供稿. 1989年中、日、美物理教育讨论会[J]. 国际物理教学通讯, 1989(4): 43.
- [7] G. Bron. 课堂物理教育研究及其实施改革成就[J]. 国际物理教育通讯, 1989, (1).
- [8] 刘蕊. 探析大学生从中学到大学的角色转换[J]. 出国与就业: 就业教育, 2011.
- [9] Forfuture J, & S M; L S P, Inc, et al. Leaks in the Postsecondary Pipeline: A Survey of Americans.[J]. 2003.
- [10] Andrea Venezia, Michael W. Kirst, Anthony L. Antonio. Betraying the College Dream: How Disconnected K-12 and Postsecondary Systems Undermine Student Aspirations. 2003.
- [11] 张德伟. 国际后期中等教育比较研究[M]. 北京: 人民教育出版社, 2006.
- [12] 徐文娜. 加强普通高中与大学有效衔接的研究综述[J]. 课程教育研究, 2012, 000(027): 22.
- [13] 蔡春霞, 周慧. 高中教育与大学教育的衔接: 国际经验与本土实践[J]. 教育学报, 2014, 010(004): 26-33.
- [14] 龚雪, 余秀兰. 美国高中与大学衔接的经验及对我国的启示[J]. 教育科学, 2015(1): 90-96.
- [15] 梁昆森. 引导一年级大学生适应学习上的转变[J]. 大学物理, 1984(01): 25-28.
- [16] 余立. 教育衔接若干问题研究[M]. 上海: 同济大学出版社, 2003.
- [17] 2013—2017年教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会成立暨第一次工作会议纪要[J]. 物理与工程, 2013, 23(04): 65.
- [18] 杨建宋. 论大学物理教学与中学物理教学的衔接[J]. 浙江师大学报(自然科学版),

- 2000(04):88-89.
- [19] 费金有, 王佳慧. 高中、大学物理课程衔接问题实证研究[J]. 现代教育科学:高教研究, 2014.
- [20] 冯立峰, 吕菁华. 浅谈大学物理与中学物理教学的衔接[J]. 牡丹江师范学院学报(自然科学版), 2006,(4):72-73.
- [21] 苗文学, 李若平, 杨铎, et al. 大学物理与中学物理课程的衔接研究[J]. 物理通报, 2012, 40(8):19-22.
- [22] 王思琪. 比较研究方法概述[J]. 卷宗, 2018(14):283-284.
- [23] 高峡, 王东辉. 知识窗——教育系统论[J]. 北京成人教育, 1984(05):33.
- [24] 顾明远. 教育大辞典[M]. 上海: 上海教育出版社, 1998.
- [25] 颜泽贤, 张铁明. 教育系统论[M]. 上海: 河南教育出版社, 1991.
- [26] 郭婷. 浅谈埃里克森的人格发展阶段理论[J]. 理论导报, 2010(06):26-27.
- [27] 何克抗. 建构主义——革新传统教学的理论基础(上)[J]. 电化教育研究, 1997(03):3-9.
- [28] 何克抗. 建构主义——革新传统教学的理论基础(中)[J]. 电化教育研究, 1997(04):25-27.
- [29] 何克抗. 建构主义——革新传统教学的理论基础(下)[J]. 电化教育研究, 1998(01):30-32.
- [30] 教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2008.1.
- [31] 谢柏林. 论“大学物理学”教学理念与方法[C]. 全国高等学校物理基础课程教育学术研讨会, 2007.
- [32] 张杨, 张立彬. 中美一流大学物理教育理念之比较——中美物理专业研究生课程比较[J]. 世界教育信息, 2012, 25(10).
- [33] 普通高中教科书 物理 必修 第三册[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.
- [34] 普通高中教科书 物理 选择性必修 第二册[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.
- [35] 教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会. 非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求(正式报告稿). 2004年12月3日.
- [36] 马文蔚, 周雨青, 解希顺. 物理学(第六版 上、下册)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2014.

- [37]程守洙,江之永.普通物理学(第六版)[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [38]张三慧.大学物理学(第二版)[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [39]吴百诗.大学物理(新版)[M].北京:科学出版社,2001.
- [40]晏世雷等.基础物理学(第三版)[M].苏州:苏州大学出版社,2014.
- [41]时蓉华.现代社会心理学[M].上海:华东师范大学出版社,2000.
- [42]郭振芳郭振芳.归因理论研究综述[J].科技信息(科学教研),2007(32):215.
- [43]宫晨.试论大学物理与高中物理教学的衔接[J].现代职业教育,2018(28).
- [44]涂丽华.美国高中与中学后教育之间的衔接[J].世界教育信息,2006(01):58-60.
- [45]杨建宋.论大学物理教学与中学物理教学的衔接[J].浙江师大学报(自然科学版),2000(04):88-89.
- [46]张永忠,林卫,凌水明,林麟,简琦.心理健康视角下的高中与大学衔接教育实证研究[J].长春教育学院学报,2011,27(08):11-12.
- [47]崔光成.发展心理学[M].北京:人民卫生出版社,2007.
- [48]于军,朱伟玲,吴登平.从电磁学内容探讨高中与大学的物理教学衔接[J].物理通报,2013(2):19-21,24.
- [49]李玉强,鹿桂花.大学物理和中学物理教学内容衔接的探讨——以静电场为例[J].物理与工程,2016,026(001):76-79.
- [50]朱文霞,李宝臣,王乐新.大学物理教学与高中新课改的衔接研究[J].黑龙江教育(理论与实践),2017(4).
- [51]孙红霞.大学物理与高中物理衔接研究[J].辽宁师专学报(自然科学版),2013(04):13-15+110.
- [52]高敏,龚沙,杜承意,et al.大学物理与中学物理教学的衔接研究与实践[J].物理通报,2018(A01):9-13.
- [53]李倩,黄素君.大学新生学习适应障碍研究——从高中与大学衔接的角度[J].新西部旬刊,2011(05):211+213.
- [54]先国兰.大学与高中生物学教育内容与方法的衔接研究[J].大家健康(学术版),2016,10(14):283-284.
- [55]刘欣欣 苏丽.从“向量”内容谈高中大学数学教学衔接[J].赤峰学院学报:自然科学版,2017(33):19.

- [56]张登玉,叶蕾,游开明.大学与高中物理教学中电磁学内容的衔接[J].教育教学论坛,2014(49):123-124.
- [57]黄虹霞.大学与中学物理教学衔接问题的探讨[J].物理之友,2018(9).
- [58]周丽,董莲芝,隽琨.独立学院大学物理教学与高中物理的衔接[J].读写算:教育教学研究,2012(69).
- [59]付玉红.俄罗斯高中与大学衔接的教育模式探析[J].现代中小学教育,2014,30(12).
- [60]陈国华.高中与大学衔接的现状反思与改进路径[J].当代教育科学,2016(6):3-6.
- [61]王乐新,朱文霞.新课标下大学物理与中学物理的衔接研究[J].高师理科学刊(8):83-85.
- [62]叶晓莉.基于新高考改革的大学与高中衔接模式研究[J].开封教育学院学报,2016,036(005):225-226.
- [63]王琳媛,张弦.加强基础教育与高等教育有效衔接的研究——基于高中与大学的视角[J].佳木斯职业学院学报,2016, No.161(04):290+292.
- [64]许迈进,肖军.建立高中教育与大学教育衔接机制——德国洪堡大学案例研究[J].比较教育研究,2017,039(001):80-84.
- [65]唐淑君.新课程标准下高中物理与大学物理的衔接研究[D].山东:山东师范大学,2011.
- [66]马书云.新课程下大中学物理教学衔接问题的研究[D].江苏:东南大学,2008.
- [67]李小丽.高中物理课程内容与物理专业普物课程内容的适切性研究[D].湖南:湖南师范大学,2015.
- [68]冯哲.新课改下大学物理与高中物理的衔接问题研究[D].山东:山东师范大学,2012.
- [69]牛敏.中学物理与大学物理在教材内容上的衔接研究[D].江西:江西科技师范大学,2018.
- [70]曹琼方.中学与大学有效衔接的策略研究[D].山东:曲阜师范大学,2008.



## 附录

### 高中物理与大学物理电磁学部分衔接情况调查问卷

亲爱的同学，你好！本问卷是想了解大学物理电磁学部分的学习以及与高中物理该部分的衔接情况。请你拿到问卷后，主观选择题，按实际情况选出最符合自己情况的一项；客观选择题，选出你认为正确的一项；填空题，请描述你的看法。如果我们有没有考虑到的情况请在后面的填上你的想法。此次调查不作为你的学习记录，只作研究用，请不要有顾虑。谢谢你的支持与合作！

年级：\_\_\_\_\_ 专业：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

1. 你认为高中物理电磁学内容的学习，对于大学物理该部分的影响是（）
  - A. 两者之间存在联系，但高中的学习对大学的学习没有帮助
  - B. 两者之间存在联系，且高中的学习对大学的学习有影响
  - C. 两者完全独立，高中的学习不会对大学的学习造成影响
2. 你对大学物理电磁学学习的总体感觉是（）
  - A. 很困难
  - B. 有一定困难
  - C. 没有困难
3. 对于大学物理电磁学部分中常用的一些物理、数学思想（如物理量的矢量性、类比的思想、取微元的思想、坐标系的变换等），你在高中是否有过学习？
  - A. 有深入的学习和了解
  - B. 都有一定的了解，但不是很熟悉
  - C. 完全没有接触过
4. 你认为从高中到大学这些因素的变化，对你学习物理电磁学部分的影响程度是（①~⑤由低到高）

课程内容的跨度

① ② ③ ④ ⑤

数学工具的应用

① ② ③ ④ ⑤

学习方法的转变

① ② ③ ④ ⑤

教师教学方法的转变

① ② ③ ④ ⑤

教师对学生的关注程度 ① ② ③ ④ ⑤

学习兴趣、学习目的的变化 ① ② ③ ④ ⑤

课程评价方式的不同 ① ② ③ ④ ⑤

5. 以下关于电场强度的认识, 你认为正确的是 ( )

A. 若在电场中的 P 点不放试探电荷, 则 P 点的电场强度为 0

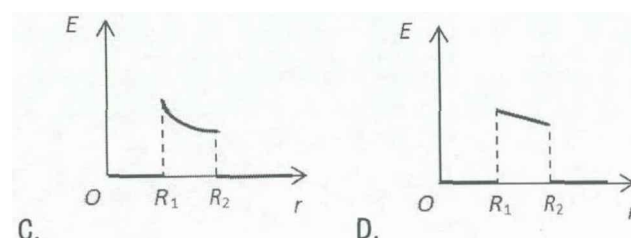
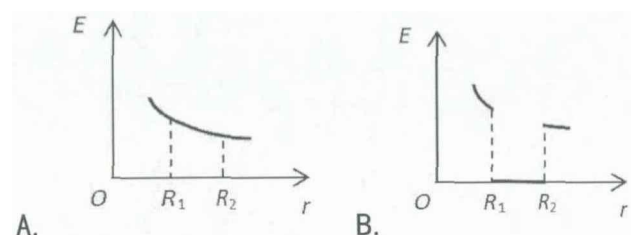
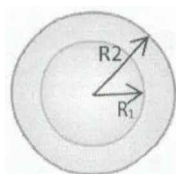
B. 点电荷的电场强度公式  $E = k \frac{Q}{r^2}$  表明, 点电荷周围某点电场强度的大小, 与该点到场源电荷距离  $r$  的二次方成反比, 在  $r$  减半的位置上, 电场强度变为原来的 4 倍

C. 电场强度公式  $E = \frac{F}{q}$  表明, 电场强度的大小与试探电荷的电荷量  $q$  成反比, 若  $q$

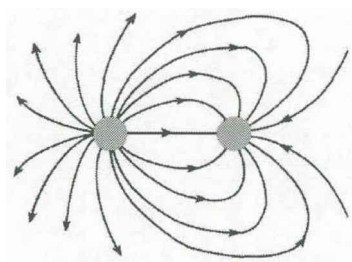
减半, 则该处的电场强度变为原来的 2 倍

D. 匀强电场中电场强度处处相同, 所以任何电荷在其中受力都相同

6. 两个均匀带电的同心球面, 半径分别为  $R_1$ 、 $R_2$  ( $R_1 < R_2$ ), 小球带电  $Q$ , 大球带电  $-Q$ , 下列各图中哪一个正确表示了电场的分布 ( )



7. 如图所示的电场线分布, 相当于 ( )



- A. 两相等的正电荷
  - B. 两电荷分别为 $+Q$ 和 $-Q$
  - C. 两个符号不同的电荷，且正电荷电荷量大些
  - D. 两个符号不同的电荷，且负电荷电荷量大些
8. 你认为关于试探电荷的选取，应满足哪些条件（）
- A. 电荷量足够小
  - B. 几何线度充分小
  - C. 电荷量足够小且几何线度充分小
  - D. 看问题的具体情况
9. 对于连续带电体，计算其电场强度的基本思想是什么？

## 攻读硕士期间的研究成果

[1]梁德婧, 曹海霞. 浅谈地源热泵技术及其应用[J]. 物理教师, 2019(9).

## 致谢

时光荏苒，转眼间两年的硕士生涯接近尾声。临近毕业，回想起这两年经历的点点滴滴，思绪万千。在这近一年撰写毕业论文的过程中，我遇到了很多的困难，也收获了很多的支持和帮助。忆起初入校园之时，激动紧张而又充满憧憬与向往，一切仿佛发生在昨天，而夏日的骄阳与蝉鸣提醒着我，我即将毕业，离开校园，踏入新的人生征程。在此，我向所有在读研期间帮助过我的老师、同学、朋友、家人表达衷心的感谢！

感谢我的导师曹海霞老师！学术上，曹老师知识渊博、认真严谨；生活中，曹老师平易近人、和蔼可亲，是良师亦是益友。由于我的本科就读并非师范类专业，在几乎全新的领域学习，难免磕磕绊绊，承蒙先生不弃，不仅教导我专业相关的知识，还指导我教师教学方面的技能，让我受益匪浅，进步斐然，为我未来的工作打下了良好的基础。对于我的论文撰写，曹老师也是费尽心思，从选题、开题、收集资料、撰写、修改直至定稿，曹老师尽心尽力指导，令我收获颇丰。

感谢桑芝芳老师、袁海泉老师，以及本专业其他老师在学习上的指导！

感谢本专业所有的同学！两年来，无论是在学习还是在生活上，都受到同学们颇多照顾，大家相亲相爱，共同进步！

感谢我的家人！谢谢家人对我读研的支持，感谢他们愿意相信我、鼓励我，让我成为更好的自己！

梁德婧

2020年5月