

学校代码: 10270

分类号: G633.7

学号: 182502802

上海师范大学

硕士专业学位论文

初中与高中物理实验教学的 衔接问题研究

学 院: 数理学院

专业学位类别: 教育硕士

专 业 领 域: 学科教学(物理)

研 究 生 姓 名: 凌宇飞

指 导 教 师: 赵立竹教授

完 成 日 期: 2020 年 3 月

论文独创性声明

本论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。论文中除了特别加以标注和致谢的地方外，不包含其他人或机构已经发表或撰写过的研究成果。其他同志对本研究的启发和所做的贡献均已在论文中做了明确的声明并表示了谢意。

作者签名： 凌宇飞 日期：2020.6.2

论文使用授权声明

本人完全了解上海师范大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文的复印件，允许论文被查阅和借阅；学校可以公布论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其它手段保存论文。保密的论文在解密后遵守此规定。

作者签名： 凌宇飞 导师签名： 赵立华 日期：2020.6.2

摘要

在中学物理教学的过程中，实验教学起着举足轻重的作用。笔者在实践教学中发现高中生在初中所习得的物理实验内容、实验技能与方法、形成的操作习惯以及思想观念，会直接影响高中物理实验学习。

鉴于此，本文以物理实验教学理论、布鲁纳的结构-发现教学理论、奥苏贝尔的认知同化理论以及“最近发展区”理论为依托，从初高中物理实验教学衔接角度展开研究。首先选取沈阳市 S 高中和 D 初中的部分学生以及部分初高中物理教师为主要研究对象，采用问卷调查的形式对初中与高中物理实验教学的现状进行调查，发现当前初高中物理实验教学衔接过程中存在一些比较突出的问题：1)初中物理教师不注重对学生数学工具运用能力的培养；2)学生的实验能力参差不齐，部分学生的实验基础有待加强；3)初高中物理教师交流机会较少，对彼此实验教学的了解程度较低；4)对于初高中相似乃至重复的实验内容，部分高中物理教师的教学目标定位不够明确。

根据调查的结果，并结合初高中物理课程标准与物理教材，本文从实验教学内容难度的差异、对学生能力要求的变化和教学方式变化三个方面分析了初高中物理实验教学衔接问题的成因。(1)实验内容的难度差异主要体现在实验测量仪器结构和原理、实验分析要求、实验教学目标、实验数据处理方法的变化上；(2)对学生的能力水平要求差异主要体现在对学生的数学能力、思维能力、科学探究能力以及操作水平的要求变化上；(3)实验教学方式的差异主要体现在学生由观察的主体变为了操作的主体。

最后基于对衔接问题产生原因的深入分析，针对现阶段物理实验教学衔接中存在的问题，结合具体教学案例，从初中和高中两个角度提出如下衔接优化建议：(1)初中教师可以巧妙地利用实验课程中的“意外现象”，适时适度的引入高层次知识；在实验教学中增设过渡性实验，适当地渗透定性与半定量的分析方法。(2)高中教师可引导学生亲历探究过程，有针对地破除认知误区；根植学生学情，找准实验教学的生长点，完善学生的认知结构。(3)此外本文还分别从教师、教材、学校三个角度对初高中物理实验衔接提出了参考建议。

关键词：初中物理实验；高中物理实验；实验教学；衔接

Abstract

In the process of high school physics teaching, experimental teaching plays a pivotal role. In experimental teaching, the author found that the contents、 skills and methods、 operating habits and ideas of physics experiment acquired by senior high school students in junior high school will directly affect the physics experiment learning in senior high school.

Based on the above background, this article relied on the theory of physics experiment teaching, Jerome Seymour Bruner's structure-discovery teaching theory, David Pawl Ausubel's theory of cognitive assimilation, and the theory of "recent development zone", this paper studied from the angle of the connection of physics experiment teaching in junior and senior high school. First of all, some students from S senior high school and D junior high school in Shenyang and physics teachers from some high school were selected as the main research objects. The questionnaire survey was used to investigate the current situation of junior and senior high school physics experiment teaching. There are some prominent problems in the connection process: 1) Junior high school physics teachers do not pay attention to the cultivation of students' ability to use mathematical tools; 2) The experimental abilities of the students are uneven, and the experimental basis of some students needs to be strengthened; 3) Physics teachers in junior and senior high schools have less opportunities to communicate with each other and have a low understanding of each other's experimental teaching; 4) For the similar and even repeated experiment contents in junior and senior high schools, the teaching objectives of some physics teachers in senior high schools are not clear enough.

According to the results of the investigation, and combined with the physical curriculum standards and physics textbooks of junior and senior high schools, this paper analyzed the causes of the problems in the connection of physics experiment teaching in junior and senior high schools from the differences in the difficulty of experimental teaching content, the changes in students' ability requirements, and the changes in teaching methods. (1) The differences in the difficulty of the experimental contents are mainly reflected in the changes in the structure and principle of the experimental measurement instruments, the requirements of the experimental analysis, the experimental teaching objectives, and the experimental data processing methods; (2)

The changes in students' ability requirements are mainly reflected in the changes in the requirements for students' mathematics ability, thinking ability, scientific inquiry ability and operation level; (3) The changes in teaching methods are mainly reflected in the change of students from the subject of observation to the subject of operation.

Finally, based on an in-depth analysis of the causes of the connection problems, aiming at the problems in the current physics experiment teaching connection, through the specific teaching cases, from the perspectives of junior high school and senior high school, the paper put forward the following suggestions for connection: (1) Junior high school teachers can use the "unexpected phenomena" in the experimental curriculum skillfully and introduce high-level knowledge in a timely and appropriate manner; Add transitional experiments in the experimental teaching to properly penetrate qualitative and semi-quantitative analysis methods. (2) Senior high school teachers can guide students experience the process of inquiry to eliminate the cognitive misunderstanding; Based on the actual situation of students' learning, find out the growth points of experimental teaching, and improve students' cognitive structure. (3) In addition, this paper also put forward some suggestions on the connection of physics experiments in junior and senior high schools from the perspectives of teachers, textbooks and schools.

Key words: Junior High School Physics Experiment; High School Physics Experiment; physics of High school; Experimental teaching; Connection

目录

摘要.....	I
Abstract	III
第 1 章 引言.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究现状.....	2
1.3 研究意义.....	4
1.4 研究思路与方法.....	4
第 2 章 理论基础.....	6
2.1 相关概念的界定.....	6
2.1.1 物理实验教学.....	6
2.1.2 “衔接”	6
2.2 课题研究的理论依据.....	7
2.2.1 物理实验教学理论.....	7
2.2.2 布鲁纳的结构-发现教学理论.....	10
2.2.3 奥苏贝尔的认知同化理论.....	11
2.2.4 最近发展区理论.....	12
第 3 章 初中与高中物理实验教学衔接问题的调查研究.....	13
3.1 初中物理实验教学现状调查	13
3.1.1 初中生物理实验学习现状的调查.....	13
3.1.1.1 调查目的	13
3.1.1.2 调查对象	13
3.1.1.3 调查问卷的编制及施测	13
3.1.1.4 调查结果统计	14
3.1.2 初中物理实验教学现状的调查.....	22
3.1.2.1 调查目的	22
3.1.2.2 调查对象	22
3.1.2.3 调查问卷的编制及施测	22
3.1.2.4 调查结果统计	22
3.2 高中物理实验教学现状的调查	26
3.2.1 高中生物理实验学习现状的调查.....	26

3.2.1.1 调查目的	26
3.2.1.2 调查对象	26
3.2.1.3 调查问卷的编制及施测	27
3.2.1.4 调查结果统计	27
3.2.2 高中物理实验教学现状的调查	32
3.2.2.1 调查目的	32
3.2.2.2 调查对象	32
3.2.2.3 调查问卷的编制及实施	32
3.2.2.4 调查结果统计	33
3.3 初中与高中物理实验衔接教学现状调查结果讨论与总结	37
第 4 章 初中与高中物理实验衔接问题产生原因的探究	40
4.1 初中与高中实验教学内容分析	40
4.1.1 实验测量仪器结构和原理由简单变化为复杂	41
4.1.2 实验由定性延伸到定量	43
4.1.3 教学目标从低层次变化为高层次	44
4.1.4 实验数据处理方法的变化	45
4.2 对学生能力要求的变化	46
4.2.1 数学能力要求	46
4.2.2 思维能力要求	47
4.2.3 操作要求	47
4.2.4 科学探究能力要求	49
4.3 教学方式的变化	50
第 5 章 初中与高中物理实验教学衔接问题的优化建议	51
5.1 巧用课堂生成性资源, 适当对实验知识进行拓展与延伸	51
5.2 增设过渡性的半定量实验, 提高学生的量化分析意识	54
5.3 引导学生亲历探究实践过程, 破除认知误区	56
5.4 根植学生学情, 准确把握实验教学的生长点	57
5.5 对初高中物理衔接的建议	58
5.5.1 中学物理教师应立足课本, 加强“跨学段”研讨	58
5.5.2 物理教材的编写应体现数学与物理的密切联系	59
5.5.3 高中阶段开设预备实验室, 为基础较差的学生补短板	59
第 6 章 研究结论与展望	61
6.1 研究结论	61

6.2 研究不足	63
6.3 研究展望	63
参考文献.....	65
附录一 初中生物物理实验学习现状的调查问卷.....	67
附录二 初中物理教师实验教学现状的调查问卷.....	70
附录三 高中生物物理实验学习现状的调查问卷.....	72
附录四 高中物理教师实验教学现状的调查问卷.....	74
附录五 人教版初中物理教科书实验内容统计表.....	76
附录六 人教版高中物理教科书实验内容统计表.....	79
附录七 初高中物理实验衔接内容统计表.....	82
致谢.....	86

第1章 引言

物理学是一门以实验为基础的精密科学，它的根基在实验。物理学发展的进程中物理现象的发现、物理概念的建立、物理规律的验证，其背后都有着坚实的实验基础，可以说实验是物理学发展的决定性因素。作为物理科学的最高奖项——诺贝尔物理学奖，从首届伦琴射线的发现至2019年在太阳系外绕着类太阳恒星公转的行星的首次发现，118年中的获奖项目无一不与实验有关，即使是理论项目也大多是在实验中获得一定证实。正如著名物理学家丁肇中教授所言：“事实上，自然科学理论不能离开实验的基础。特别是物理学更是从实验中产生的。”

1.1 研究背景

物理实验教学，从感性到理性、从具体到抽象、从简单到复杂适合学生的身心发展特点，符合学生的认识规律。^[1]教学实践表明，在物理教学中运用实验手段，不仅可以更好地帮助学生理解抽象复杂的物理知识，还可以培养学生的观察能力、操作能力和实践探究能力。因此无论是初中、高中或是大学，实验教学都是物理教学内容不可或缺的组成部分。

为此，在2018年1月教育部发布了《普通高中物理课程标准（2017年版）》，本次修订加强了物理实验内容，首先强调通过实验学习物理内容，另外在必修和选择性必修课程中特别设置了21个学生必做实验，彰显了物理实验的重要地位。^[2]此外，在2019年11月教育部还发布了《关于加强和改进中小学实验教学的意见》，在意见中明确提出了实验教学是国家课程方案和课程标准规定的重要教学内容，是培养创新人才的重要途径，同时对实验教学工作提出了总体要求和主要举措。^[3]可见，物理实验教学已获得了国家层面的极大关注。

现阶段，随着教学改革进程的不断推进，我国绝大多数的初中学校和校内教师认识到了实验教学的重要性，开始加强实验基础设施建设并逐渐在物理课堂中渗入实验教学环节。但是在应试教育背景的影响，部分初中物理教师在实验教学中过于追求教学效率，在实验操作中过多地干预，导致学生缺乏独立解决问题能力、实验素质较差。而与初中阶段的物理课程相比，高中物理实验在教学内容上有较大的变化，对学生的要求提高，教师教学方法的改变，学生自身心理发展的变化等等，加之我国初中与高中的多数物理教师对于当前的高中与初中的物理实验的教学内容，教学要求，实施与评价等方面不甚了解，初中与高中之间缺乏有效的沟通与交流，导致实验基础较差的学生在升入高中后表现出以下不良现象：对于实验现象和实验结果拙于表达；缺乏良好的实验学习习惯，实验操作不规范；

不敢大胆尝试，遇到问题不愿自己思考，更希望得到他人的帮助，依赖性强；实验基础较差，在实验学习中茫然无措而丧失了高中阶段物理实验学习的热情和信心。

因此，如何让高中学生对物理实验树立起正确的学习心态，科学实现初中与高中物理实验在知识层面和学生能力层面上的有效衔接，是摆在初高中物理教师面前的一个现实而又无法避免的问题。

1.2 研究现状

近年来，教学衔接逐渐成为教育界普遍关注的问题。单独就物理教育而言，越来越多的一线教师和物理教育研究者都意识到了物理衔接教学问题的必要性。在万方学术数据库中，依次以“物理衔接教学”、“初高中物理衔接教学”、“物理实验教学衔接”、“初高中物理实验教学衔接”为关键词或主题检索词检索期刊论文，检索范围为2000年至2019年，数量如表1-1所示。

表1-1 期刊论文检索结果

	全部	近一年	近三年	近五年	近十年
物理衔接教学	2148	97	450	873	1863
初高中物理衔接教学	755	37	161	321	677
物理实验教学衔接	314	15	71	137	261
初高中物理实验教学衔接	77	5	22	42	70

在检索到的期刊文献中，与“物理衔接教学”相关的期刊论文2148篇，足以见得物理教育研究者们在这一问题上给予了一定的重视。其中与“初高中物理教学衔接”相关的期刊论文数目高达755篇，如曹义才在“基于核心素养导向的初高中物理衔接教学建议”一文中主要在初、高中教材研究分析的基础上，基于新课程标准核心素养导向的教学理念，提出寻找知识衔接的深化点、探究难点问题的突破点、弥补数学知识的空白点、搭建物理思维的断层点等四点建议。^[4]侯贵民在“关于初高中物理教学衔接的思考”一文中，主要从教材方面、教学方面、心理方面和思维方面四个角度分析了初、高中物理在衔接方面存在的问题，并提出了解决这些问题的建议。^[5]许安涛在“初高中物理教学衔接障碍与对策”一文中，指出导致衔接障碍的原因有(1)教材内容不对称；(2)教师之间缺乏沟通交流；(3)学生思维能力和心态的制约，并分别从教师和学生两个角度提出了相应的解决对策。^[6]

在检索到的期刊文献中,对“物理实验教学衔接”研究的相关期刊论文共 314 篇,其中与“初、高中物理实验教学衔接”研究相关的期刊论文数目为 77 篇。研究内容主要涉及以下几个方面:(1)以某一实例来研究初高中物理实验教学的衔接,例如:沈文炳、李育军、左金辉的“基于认知负荷理论的电学实验衔接——“测绘小灯泡的伏安特性曲线”教学思考”一文以“测绘小灯泡的伏安特性曲线”实验为例,从认知负荷理论的角度利用“前试验”、“模拟实验”、“实验手册”来帮助学生跨越电学实验的台阶。^[7](2)研究初高中物理实验教学衔接的策略,例如:范成法在“重视实验教学顺应初高中物理衔接”一文中,主要从改进演示实验、落实分组实验、拓展指导课外实验三个方面来完善初中与高中物理实验教学的衔接工作。^[8](3)不同视角下的衔接教学研究。例如:黄绪学在“浅谈初中物理探究实验中的初高中衔接”一文中明确指出了做好初、高中探究实验衔接的重要性,并从初中教学角度从教师教法、学生学法两个角度就做好初、高中探究实验的衔接提出建议。^[9]

在万方学术数据库,分别以“物理衔接教学”、“初高中物理衔接教学”、“物理实验教学衔接”“初高中物理实验衔接教学衔接”为关键词或主题检索词检索学位论文,检索范围 2000 年至 2019 年,数量如表 1-2 所示。

表 1-2 学位论文检索结果(全部硕/博/博士后)

	全部	近一年	近三年 17、 18、19	近五年 16、 15、	近十年
物理衔接教学	208	4	25	64	150
初高中物理衔接 教学	67	3	10	28	55
物理实验教学衔 接	4	0	1	1	4
初高中物理实验 教学衔接	1	0	1	0	0

在以上检索的学位论文检索结果(全部硕/博/博士后),以“物理衔接教学”为主题词进行检索,检测到相关论文 208 篇,其中 67 篇研究的是“初高中物理教学衔接”。在初高中物理衔接教学的主要内容有:(1)衔接问题研究,如梅正峰的“新课标下初高中物理教学衔接问题研究”(2)衔接策略研究,例如,林霞的“初高中物理教学衔接的策略研究”(3)教学衔接中某一具体问题的研究,如贾梦晨的“初、高中物理教学衔接中运动和力问题的研究”(4)不同视角下的衔接教学研究,如蒋守霞的“基于初中物理教学角度下的初高中物理衔接教学的策略研究”

以“物理实验教学衔接”为主题词进行检索时,检测到相关论文仅有 4 篇,其中只有 1 篇是以初、高中物理实验衔接为研究对象。尼梦飞从中学生实验能力

衔接的角度分析了初、高中物理实验教学衔接,调查了中学生实验能力现状、中学生实验兴趣现状、中学物理教师教学理念,并从教师、学生、学校以及教育行政部门的角度提出建议。^[10]

从文献检索结果来看,初、高中物理教学衔接研究者们主要从教材内容、某一具体问题、学生心理和思维变化等进行了多个方面的探讨,提出了优化教学衔接的策略和对策,然而专门以实验教学为切入点的研究却并不多,但是这些研究成果都为本研究提供了一定的参考。由此看来,目前对初中与高中物理实验教学的衔接问题研究以及如何实现二者的有机衔接的研究还不够丰富,成果还不够全面。

1.3 研究意义

现代认知心理学揭示出学生已经掌握的低级知识、智力、技能和学习高级知识、智力、技能的先决条件。^[11]初中物理是物理的基础教学,主要要求学生能够通过物理现象了解浅层的物理基础知识、具有初步的科学探究能力、基本的物理实验技能以及有学习物理的兴趣等等。而高中物理是在初中义务教育基础上实施的更高层次的物理教学,要求学生透过实验现象深入挖掘事物的本质。高中物理不论是知识的难度、对学生的实验能力的要求还是对学生的自主学习能力都提出了更高的要求,这也导致许许多多高中生难以适应高中阶段的物理实验学习。如何在教学中将这些不利的因素降到最低,是我们教学工作者不得不面对的问题。许多学者对于初高中物理衔接问题已探讨多年,但目前从实验角度研究衔接教学的少之又少。实验既是物理教学中的重要组成部分,又是物理教学的重要手段,加强对初高中物理实验教学衔接的研究对提高中学物理实验教学质量、完善中学物理实验的系统性具有重要意义。笔者希望通过此研究弥补这一部分研究的空白,为完善物理教学衔接的完整性做出贡献。

本课题将对比初高中物理课程标准和物理教材,从实验内容与要求、对学生的能力要求、教学方式三个角度对初高中两个阶段的实验教学进行对比分析,进而提高中学物理教师对于实验教学的衔接意识。并基于初中阶段的物理实验教学现状,为高中阶段的教学内容和教学策略的选择提供参考依据。同时也立足于高中阶段的物理实验教学现状,为初中阶段实验教学的深度和广度提供参考,也为学生升学后的顺利过渡提供有利的支持。

1.4 研究思路与方法

本研究主要通过文献分析了解研究现状及从宏观的角度了解实验教学的发展趋势；从初高中物理实验教学衔接角度出发展开研究，通过对初、高中一线物理教师、初高中学生的问卷调查，掌握初中与高中的物理实验教学现状和实验学习情况，分析当前物理实验教学衔接中存在的不足；结合初高中物理课程标准与物理教材，分别对初高中物理实验教学内容、教学要求、学生的能力要求以及教师教学方式进行了差异性分析，深入分析出初高中实验教学衔接问题的成因；并分别从初中与高中两个角度提出改善衔接问题的教学建议。在此，笔者将详细论述本课题采用的具体研究方法：

（1）文献研究法：根据论文研究问题的需要，查阅了近几年有关物理实验教学和初高中物理实验教学衔接的相关期刊论文，硕博论文，作为论文写作及调查问卷编写的基础和参考，同时也对初高中物理实验课程的教学现状有一个粗略的了解。

（2）比较研究法：针对初中物理实验和高中物理实验分别从教学内容的特点与要求、学生的能力要求以及教师教学方式进行了差异性分析，提出研究初中与高中物理实验教学衔接的必要性。

（3）问卷调查法：采用自编问卷，拟选择沈阳市H区和城郊的初高中师生进行问卷调查统计，了解学生的实验学习情况及对物理实验教学衔接的看法以及初高中物理实验教学现状及衔接情况。

第2章 理论基础

宏观的学习理论和教学理论为物理教育教学实践提供了坚实的理论支撑,因此本章节主要对本文涉及的相关概念进行界定同时也详细阐述了课题研究依托的理论依据。

2.1 相关概念的界定

在研究物理实验衔接教学问题之前有必要对“物理实验教学”、“衔接”进行概念界定。

2.1.1 物理实验教学

物理实验是根据一定的研究目的,运用仪器、设备和一定的手段,在人为的控制条件下,重现或模拟某些物理现象和物理过程,排除次要因素,突出主要因素,在尽可能减少干扰地情况下进行定性或定量的观察与研究,以探究物理现象及物理过程变化规律的一种方法手段。

物理实验是物理学习的重要途径,物理实验的仪器原理、操作方法、设计思想和实验现象的观察、记录、处理都是物理实验的学习心理及思维特征的具体表现。所以,在中学物理实验教学中,物理实验的教与学是及其重要的一部分。因此笔者将物理实验教学的概念界定为:在物理教学中有选择地运用实验给学生创设一个简化的、典型的、良好的物理情境,使学生能够在实验过程中根据实验现象,积极思考、主动获取知识、感悟实验中的物理思想与科学方法、培养探究能力以及思维能力。但要注意的是,物理实验课并不是物理实验教学,而是属于物理实验教学内容之一,二者不可混淆。

2.1.2 “衔接”

“衔接”一般指事物首尾连接或指用某个物体连接两个分开的物体,在写作中指诗文上下文之间取得连接与过渡的一种写作技法。而在教育中,指不同教学阶段在维持自身独立性的前提下又不失连贯性和结构性的连接关系及其结合方式。用“衔接”一词来描述不同学段之间的相互连接,最早出现于1996年由国家教育委员会基础教育司颁布的《关于现行高中数学、英语两学科教学内容与初中义务教育课程方案衔接处理意见的通知》中。

李永在论文《新课程背景下初高中物理衔接的实践研究》中,对初高中物理课程衔接界定为:弥补初中物理教育与高中物理教育的脱节问题以利于高中物理有效教学开展的物理教学过程。这种课程衔接不仅仅指初高中物理课程的学科知识衔接,抑或初高中物理教学衔接,更主要地是基于学生认知结构和知识储备层面地衔接。

张晓霜在论文《基于初高中衔接的物理教师教学策略研究》中,对初高中物理衔接界定为:是指针对中考后刚升入高中的学生,对初高中学生在学习内容、教学方式和思维方式等方面所存在的差异进行有效的“连接”,以此来消除初高中物理学习“台阶问题”。

尼梦飞在论文《初高中物理实验教学的衔接》中,对初、高中物理实验教学的衔接界定为:挖掘初中与高中物理课程中实验内容的相同点与不同点、找出学生实验的断层,在整个教学过程中找到恰当的切入点,根据学生实际情况选择教学方式对两阶段的知识内容进行承上启下的教学,使学生更轻松、快速的适应高中物理课程的学习。

综合其他研究者的观点并结合笔者自身的认识,认为初高中物理实验教学的衔接的实质是把握初中与高中物理实验的区别与联系,降低由于实验内容、内容要求、对学生的能力要求、教学方式、思维方式等方面的变化而产生的初高中物理实验的台阶,尽量减小由于初高中实验衔接不当给学生带来的困扰,进而影响了学生在高中阶段的实验学习效率。这种衔接不应该是高中知识的提前告知,而是应着眼于学生的发展,让学生在已有知识的基础上自然而然地“生长”。

2.2 课题研究的理论依据

在新课改的背景下,布鲁纳的结构教学观在教材编排中受到极大认可,其发现教学模式更是在物理课堂中得到广泛的应用,而奥苏贝尔的认知同化理论为初高中实验知识的相互作用提供了必要的理论支撑,维果斯基的最近发展区理论中的核心是发展,这也恰好是我们实验衔接教学的着眼点,物理实验教学理论更是中学物理实验教学的根基,因此本文就主要依据这四个理论展开研究。

2.2.1 物理实验教学理论

实验教学是中学物理教学不可或缺的一部分内容。无论从物理教学的目的和任务,还是从物理学科的特点、中学生的年龄特征等方面考虑,实验教学在物理教学中都占有非常重要的地位,对提高物理教学质量,培养创造性人才具有积极重要的作用和意义。^[12]

1. 物理实验教学的地位与作用

(1) 实验教学能为学习物理概念与规律创设符合认识规律的情境

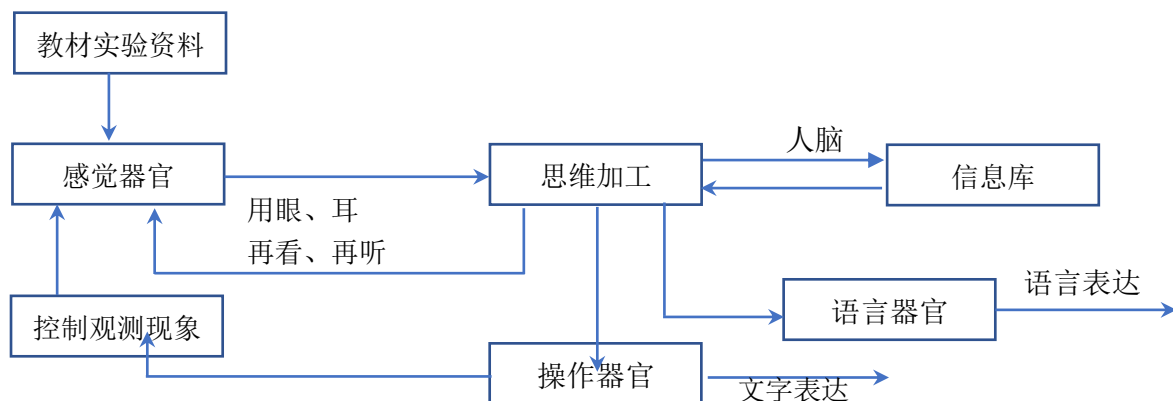
从认知心理学角度来看,人的认识一般是从实物、图形到数字符号的系统过程。实验能为学生提供丰富的感性素材,形成鲜明的表象,使抽象的物理过程具体化、形象化,使学生在头脑中形成物理图像,对物理现象和规律形成明确、具体的认识,使得一些抽象的物理概念和规律为学生所接受。例如,在初中阶段大气压强是相对比较抽象的物理概念,看不见,摸不到。但是覆杯实验便可以给学生创设一个直观、生动的物理情境,在此情境中学生便可以探究得出大气压强的存在及方向性。

(2) 实验教学可以激发学生学习物理的兴趣与求知欲望

兴趣是人认识某种事物或从事某种活动的心理倾向,并带有情绪色彩。就学习而言,兴趣是最好的老师,是推动学生认识事物、探索真理的重要动机。而实验具有直观、真实、形象、生动的鲜明特点。有些实验现象极其明显,容易唤起学生的直觉兴趣;同时有些实验现象与学生原有的知识经验相矛盾,从而有效地激起学生的认知冲突,形成良好的学习动机。新奇的现象、精彩的过程、意料之外的结果,都可以使学生保持高度的注意力,提升对物理学习的兴趣,激发他们的求知欲望。例如,在自由落体运动的教学中,在学生们通常认为同时释放轻、重物体,重物体一定先落地。针对学生的这种认知,教师引入同时释放某重物 and 一张纸片的实验,证实了学生们的“预言”。这时教师顺势将那张纸片揉成纸团,与原来的重物同时释放,令学生意外的时,两者竟同时落地。该实验使学生对物体下落原有的认知遇到了强烈的认知冲突,同时也激起了学生重新探究不同物体下落快慢的思索。

(3) 实验教学是发展学生能力和技能的重要途径

实验是一种综合的能力培养过程。由图 2-1 给出的实验教学信息流程图可知,在实验教学前,学生要对实验进行预习,阅读实验资料,熟悉实验器材,这培养的是学生独立获取信息,初步分析信息的能力。在实验过程学生要通过感官观察实验现象,通过思维加工,不断调整仪器,使现象达到最佳,这培养的是学生的思维能力、观察能力和动手操作能力。最后学生对获得的数据进行分析处理,得出实验结论,并进行交流和表达,这培养的是学生的数据处理能力、归纳能力以及语言文字能力和口头表达能力。而实验中的诸多不确定因素,又是对学生的判断思维、分析思维和思维灵活性的全面锻炼,手脑协调互动的实践过程是理论授课所不及的。可以说,实验是培养学生创新精神和实践能力极好的平台,更是创造能力得以产生的基础。

图 2-1 实验教学信息流程图^[13]

（4）实验教学有利于使学生掌握科学研究的方法

实验能够创造“最确实、最少受干扰”的物理环境，是理论与联系实际最密切的过程。它不仅能够活化学生所学到的物理知识，而且还能引导学生用实验的手段去观察事物，发现事物的变化、联系与规律，让学生从中学习科学的研究方法。

（5）实验教学有利于培养学生良好的科学作风和道德素养

实验本身就是一个严格的科学过程。要想得出科学的结论，就必须严肃认真，一丝不苟，这对培养学生求真求实的科学态度和严谨的科学作风具有重要意义。实验过程中充满了偶然性和多种可能性，它需要学生具有一定的应变能力和不惧困难，坚持到底的意志和毅力，只有专心、耐心、精心，才可获得实验的成功。

2. 物理实验教学的基本形式

（1）演示实验

演示实验是以教师为主要操作者向学生展示所要研究物理现象的表演示范实验。演示实验的目的在于辅助教学，为突出某种因素的作用，使单一的、直观的实验可以重复演示，促进学生更好地理解和掌握物理概念和规律。它有几个主要地作用：引入课题，激发学生的求知欲望；为学生提供必要的、丰富和感性材料，帮助学生建立概念和认识规律；对学生进行观察和思维训练，巩固并利用物理知识；提供示范，为学生训练实验技能创造条件。

（2）学生分组实验

学生分组实验是指在教师的指导下，学生利用整节课的时间，在实验室分组进行实验的教学形式。在实验过程中，学生自己动手使用仪器、观察测量、记录数据、分析数据、得出结论，这使学生学习物理知识，培养学生实验技能和良好品德素质的重要环节。按照实验课程的教学目的，学生分组实验可以划分为：基本操作实验、测量性实验（直接测量性实验和间接测量性实验）、验证性实验、探究性实验、设计性实验。

（3）边学边实验

边学边实验是指根据教学需要，穿插在课堂教学过程中的，学生在教师的指导下自主选择实验器材进行探究的一种实验教学类型，也称为课内小实验。边学边实验，比较小型灵活，有助于教师在课堂上变换教学方式，调节课堂气氛，同时还能够提供更多的机会训练学生的实验技能和科学研究方法。

（4）课外实验

课外实验是指学生在教师的指导下，利用课外时间，通过一些简单的器材或自制教具独立进行的观察和实验活动，是课内物理教学的有效延伸和补充。通过课外实验的研究，不仅可以加深学生对所学知识的理解，扩大学生的知识领域，还可以激发学生的创造意识。

2.2.2 布鲁纳的结构-发现教学理论

布鲁纳（J·S·Bruner）是美国当代认知心理学的主要代表人物，也是一位在西方教育界和心理学界都享誉盛名的学者。

布鲁纳认为学习是类目化过程，学习者通过类目化活动对学习资料所揭示地规则、现象、事物正确地进行类目化，把输入地刺激归为某一类别，并根据这一类别及其他相关地类别作出推理，以便在具体知识地基础上形成一般编码系统。布鲁纳还进一步提出，为了让学生有效地进行类目化活动以形成类目编码系统，这种类目化过程应该是自下而上的，应该向他们提供较低层次地类目或事物，让学生“发现”高层的类目编码。根据自己的学习理论，布鲁纳还提出了在世界范围内都很有影响力的结构-发现教学理论。

1. 结构教学观

学科结构使布鲁纳结构教学理论的核心部分，他认为学科知识教学的最终目的时促进“学科结构的一般理解”。所谓学科的基本结构是指一个学科围绕其基本概念、基本原理以及基本态度和方法而形成的整体知识构架和思维构架。学生形成了具有内在联系的知识结构体系就可更好的理解事物间的关联方式。故布鲁纳提倡将学科的基本结构放在编写教材和设计课程的中心位置，并采用“螺旋式”的形式呈现学科的基本结构是编排教材的最佳方式，这样不仅可以帮助学生在有限的学习时间里掌握学科知识，还有利于学生认知结构的形成。

2. 发现法教学模式

发现法教学模式，是指教师要为学生提供一定的材料，创设问题情境，引导学生独立地发现解决问题的方法，从中发现事物之间的联系和规律，获得相应的知识，形成或改造认知结构的过程。从上述定义中可以看出其有以下几个基本特点：第一，教学围绕一个问题情境而不是某一个知识项目展开。第二，教学中以

学生的“发现”活动为主，教师起引导作用。第三，没有固定的组织形式，能最大限度地发挥学生在学习中的主体性和创造性。发现法教学模式能够开发学生的智慧，发掘学生的潜力；能使學生产生内在的学习动机，增强学生的自信心；能使学生学会发现的试探方法，进而培养学生提出问题、解决问题的能力 and 创新精神；由学生自己理清知识的结构和系统性，所以可以更好地理解和巩固学习的内容并融会贯通。

布鲁纳的发现学习与教学理论中的关于引导学生独立发现并提出问题、大胆猜想、进而独立解决问题的教学模式，与我国初高中物理实验课程中提倡的探究式实验教学模式有很多契合之处，为物理实验教学中实施探究式教学提供了理论支撑，同时在初高中物理实验衔接教学中发挥着积极地指导作用。

2.2.3 奥苏贝尔的认知同化理论

奥苏贝尔，美国当代著名的认知派教育心理学家。奥苏贝尔在教学心理学中的一个重要贡献，就是对有意义学习的实质、条件、机制、类型等作了精细的分析。他认为有意义学习就是学习者所学新知识、新概念对学习者知识结构所同化的过程。

奥苏贝尔认为，同化是意义学习的心理机制。他在1963年出版的《意义言语学习心理学》中提出了他的“同化理论”这一概念。同化理论的核心是：学生习得新信息，主要取决于他们认知结构中已有的有关概念；意义学习是通过新信息于学生认知结构中已有的有关概念相互作用才得以发生的，这种相互作用的结果是新旧知识的同化。奥苏贝尔非常重视认知结构在有意义学习中的重要作用，将其视为影响学生知识学习的最重要因素。他认为认知结构对有意义学习的影响主要取决于原有观念和新知识的可辨别性、原有知识的稳定性和清晰性以及原有认知结构中已有观念的可利用性。可辨别性是指新学习的内容与原有旧知识间的可区别程度，若两者相似而不相同时，那么新旧知识之间就极易造成混淆，更容易先入为主，新知识被旧知识取代。原有知识的稳定性和清晰性是指学生原有的知识越清晰、越稳定，就越有利于学生新知识的掌握。而可利用性是指学习者已有的认知结构中存在可以同化新知识的原有观念。就实验教学内容来说，学生初中习得的实验基础知识是原有观念，而高中将会学习的实验内容则是新知识，而初中习得的实验知识对理解高中实验内容起着固定作用，即为两者之间提供一个契合点，帮助学生理解掌握高中阶段的新知识。

因此，学生在初中阶段所掌握的物理实验技能、实验知识，所形成的物理实验习惯及对实验的态度、情感等是他们进入高中继续物理实验学习的基础，会直接影响他们在高中物理实验的学习效果。

2.2.4 最近发展区理论

前苏联杰出的心理学家维果斯基以马克思主义哲学为指导,创立了著名的社会历史学派,被公认为当今学习理论种社会建构主义和情境学习理论的先驱。他在研究“教学与关系时,提出了著名的最近发展区理论。该理论认为,教学要想取得效果,必须考虑儿童已有的水平,并要走在儿童发展的前面。所以,在教师教学时,必须考虑儿童的两种发展水平:一种时儿童现有的发展水平;另一种是在他人尤其是在成人指导的情况下可以达到的比较高的解决问题的水平。这两者之间的差距就叫做“最近发展区”。在维果斯基看来,最近发展区的出发点和落脚点在于发展,即强调学生从现有层次水平到潜在层次水平的发展过程。^[14]同时也要求,在教学活动中,教师不仅要发现儿童的最近发展区,设置恰当地教学支架,即在学生试图解决超过他们当前知识水平地问题时给予支持和指导,帮助学生者尽可能地跨越最近发展区,发挥其潜能,不断地将其“最近发展区”转化为“现有发展水平”。

实验是探索物理规律的过程,学生是探究的主体,实验教学的本质特征不在于“训练、强化”学生已形成的思维、技能和任务(即“现有发展水平”),而在于激发形成目前还不存在的心理机能(即“潜在发展水平”),而后者往往具有复杂性和动态性。^[15]这也恰好是我们实验衔接教学的着眼点。例如在沪科版物理高中一年级第一学期第三章 B 节“用 DIS 研究加速度与力、质量的关系”,从生活经验出发,学生很容易猜想出加速度 a 与作用力 F 、物体质量 m 的关系,加上学生在初中已经掌握了“控制变量法”,初步掌握了探究多个物理量之间关系的研究方法,这些学生的现有发展水平,学生在实验中如何设计方案?怎样设计记录采集数据的表格及相关的图像坐标?如何自主进行误差分析?这才是学生的潜在发展水平,因此在该节的实验教学中,教师应准确把握学生的最近发展区,为学生搭好脚手架,引导其逐步接近潜在发展水平。

第3章 初中与高中物理实验教学衔接问题的调查研究

实验教学是物理教学的重要组成部分,学生对实验原理的理解和对实验研究方法的掌握都会影响对物理知识的理解和物理问题的解决。但鉴于初高中学生所处年龄阶段不同,教学目标不同,中高考选拔要求不同,使得物理实验的综合难度有了很大提高。但由于初高中物理实验教学的衔接不当,使得部分学生实验兴趣衰减、情绪抵触,进而导致实验教学效率的较低。为弄清现阶段初高中物理实验教学衔接中所存在的问题,笔者采用问卷形式,并以初高中学生及一线物理教师为调查对象,对初高中物理实验教学现状展开调查。

3.1 初中物理实验教学现状调查

根据心理学中“凡是存在皆可测量”^[16]原理,为详细了解初中物理实验教学现状,笔者分别从初中生实验学习和初中教师教学两方面展开调查。

3.1.1 初中生物理实验学习现状的调查

3.1.1.1 调查目的

一方面从学生的角度了解现阶段初中学校的物理实验教学开展情况和教师的实验教学衔接情况;另一方面了解学生在初中阶段物理实验学习情况,包括学习习惯、内容掌握情况等,为完善初中物理实验教学来实现实验教学的平稳衔接提供参考依据。

3.1.1.2 调查对象

本问卷的调查对象随机抽取了来自沈阳市H区S高中的部分高一新生和城郊D初中的部分初三毕业生,由于高一新生尚未经过系统的高中实验课程学习,他们的实验经验和学习习惯仍处在初中水平,另外初三学生已在初中经历了两年的学校生活,对学校设施及实验教学模式非常熟悉。因此,从他们的调查结果可了解现阶段初中生的实验学习状况。

3.1.1.3 调查问卷的编制及施测

问卷的编制:

基于调查目的,笔者根据在教学实践的观察并参考了国内相关研究的问卷内

容^{[17][18]},编制了第一版问卷,随后根据校内、校外指导教师的反馈意见对问卷进一步修改,最终确定问卷内容。问卷共 20 道选择题(包含单选题和多选题),主要涉及学校、教师和学生三方对物理实验的态度、学生学习状况以及教师对高中相关知识的渗透情况等方面,调查问卷明细表如下表 3-1 所示。(详见附录)

表 3-1 初中物理实验教学现状学生调查问卷明细表

一级指标项目	二级指标项目	题号
学校类型		1
学校实验室建设情况	物理实验室器材配备情况	2.3
教师实验教学情况		5.6.8.9.19.20
学生实验学习情况	实验态度情况	4.7
	实验学习习惯情况	10.11.12
	实验基本素养情况	13.14.15.16. 17.18

问卷的施测:

2019 年 10 月,对沈阳市区 S 高中部分高一新生及城郊 D 初中的部分初三学生进行了问卷调查。对高一新生发放问卷 80 份,回收有效问卷 72 份;对初三学生发放问卷 74 份,回收有效问卷 67 份。在此次调查中城市生源共 60 人,农村生源 79 人。

3.1.1.4 调查结果统计

1.“学校实验室建设情况”维度结果统计

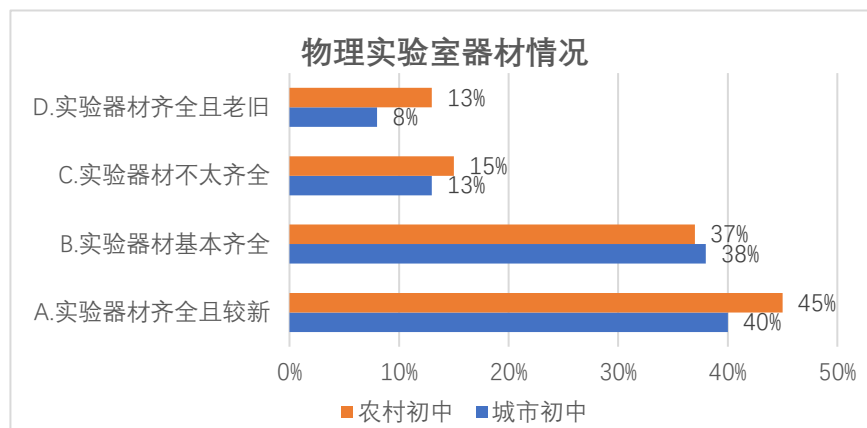


图 3-1-1 物理实验配备器材情况的数据条形图

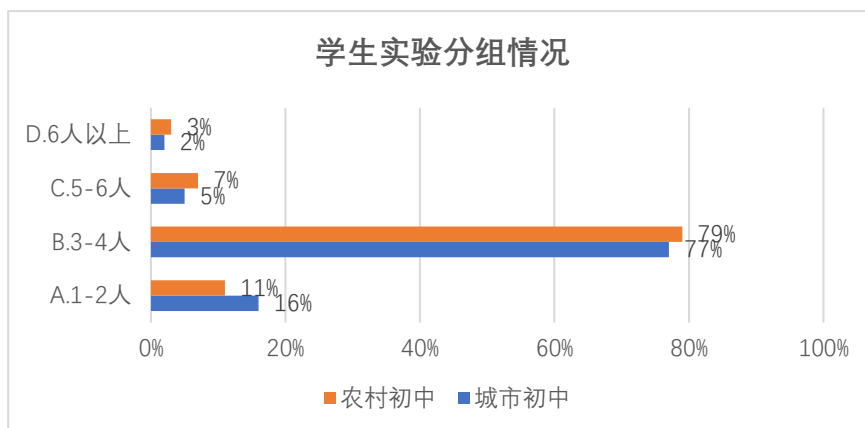


图 3-1-2 学生实验分组情况的数据条形图

由图 3-1-1 和图 3-1-2 中我们可以看到，在实验室仪器设备情况上，半数以上学生都认为实验器材还是基本齐全的，但实验器材能实时更新的学校占比很小，而且部分初中学校实验器材不太齐全且老旧，存在器材更新速度较慢的情况，农村初中的实验室完善情况更为糟糕。在学生实验分组情况上，大部分学生是 3-4 人一组，但仍有 7%~10% 的学生是 5 人及以上为一个小组。这也反映出无论是农村初中还是城市初中都比较重视实验室建设，但在后期的完善及发展情况欠佳。

2.“教师教学情况”维度结果统计

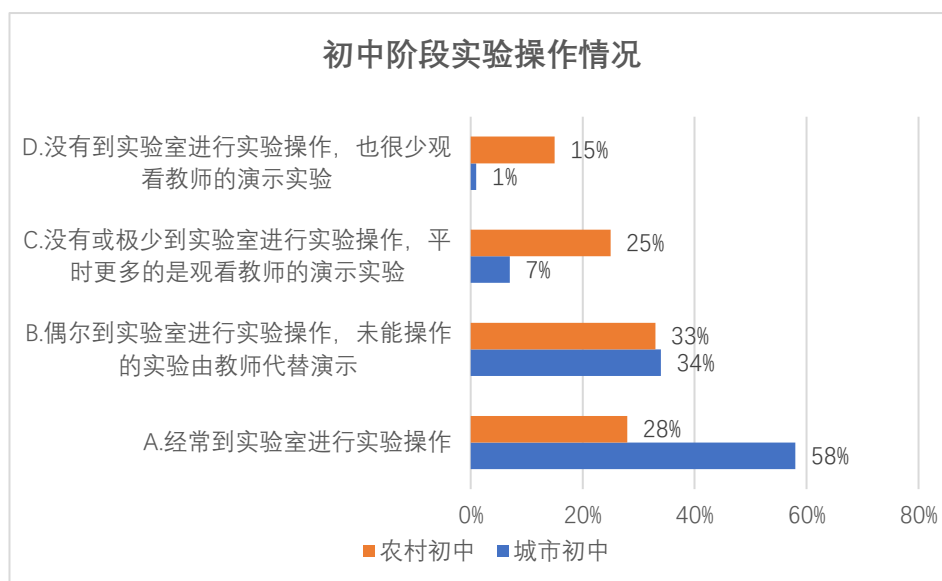


图 3-1-3 初中学生实验操作情况的数据条形图

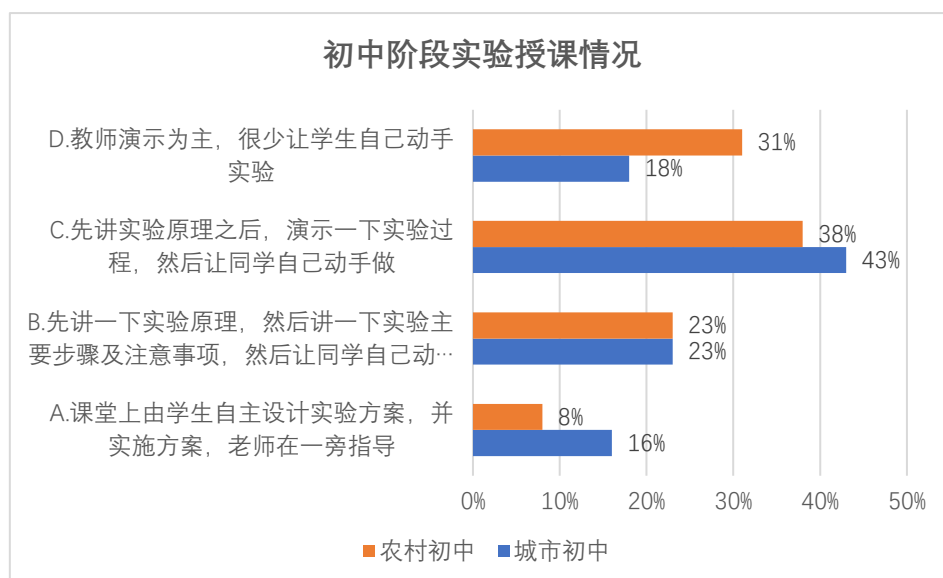


图 3-1-4 初中实验授课情况的数据条形图

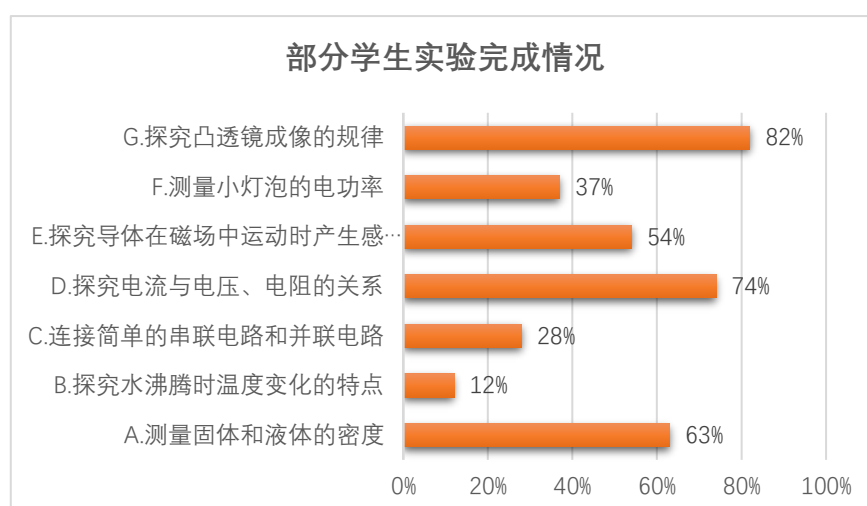


图 3-1-5 部分学生实验完成情况的数据条形图

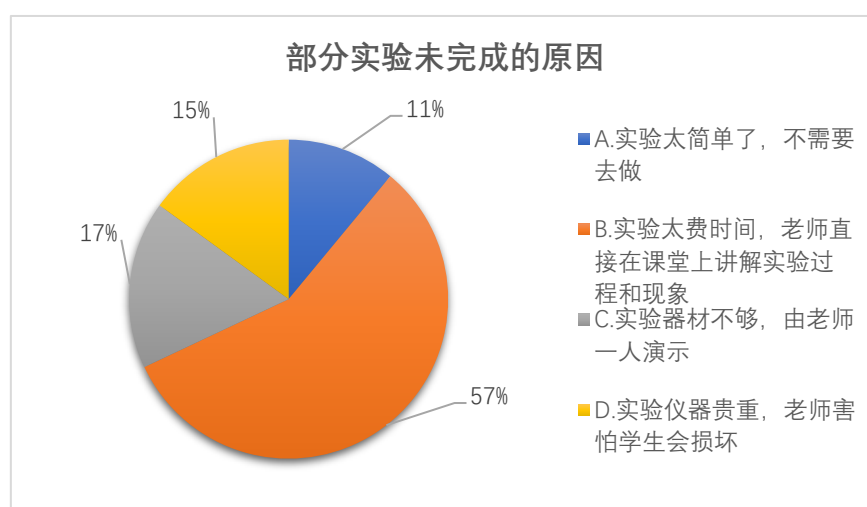


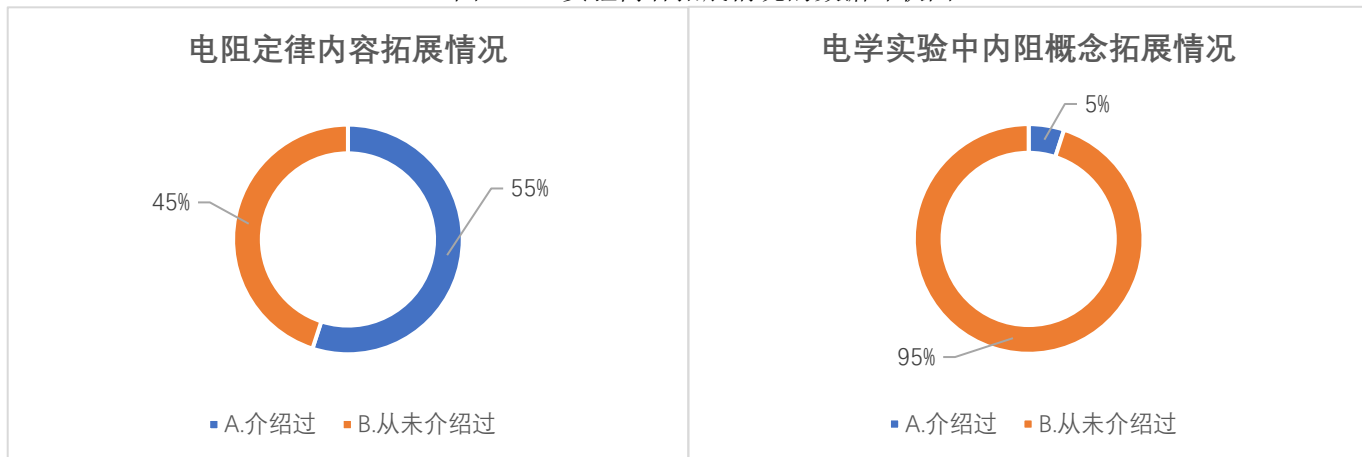
图 3-1-6 部分学生实验未完成原因的数据饼状图

在教师的实验教学情况上(见图 3-1-3、图 3-1-4), 农村初中与城市初中的实

实验教学情况存在显著差异。在学生的实验操作情况上,城市初中有超半数的学生表示会经常到实验室进行实验操作;而农村初中仅有 28% 的学生表示在初中阶段会经常到实验室进行实验操作,取而代之的是教师的演示实验。此外在实验授课过程中,初中阶段多为教师先讲解实验原理后演示实验过程,最后再由学生动手操作。在城市初中物理实验课堂上完全由学生自主设计实验方案,并实施方案,老师在一旁指导的情况仅占 16%,农村初中则仅占 8%。

对部分学生实验完成情况的调查结果(图 3-1-5)显示部分初中的学生实验完成情况并未达到课程标准的要求。例如“测量固体和液体的密度”、“探究电流与电压、电阻的关系”、“探究导体在磁场中运动时产生感应电流的条件”以及“探究凸透镜成像的规律”实验,超半数以上的学生表示在初中阶段进行过上述这些实验操作,而对于“探究水沸腾时温度变化特点”、“连接简单的串联电路和并联电路”以及“测量小灯泡的电功率”实验的完成率均不高,其中“探究水沸腾时温度变化特点”实验仅 12% 的学生表示进行过该实验。在未完成实验的原因调查结果中(见图 3-1-6),57% 的学生认为是由于动手实验太浪费时间,因此教师更愿意在课堂上讲解或演示实验;也有 17% 的学生认为原因是实验器材不充足;还有 15% 的学生认为是由于实验器材比较贵重,担心学生会损坏器材所以才由教师进行演示。笔者看来虽然演示实验在课堂教学时具有省时且效率高的优势,但这也导致学生亲身参与实践的机会较少,不利于学生实验操作能力的培养。

图 3-1-7 实验内容拓展情况的数据环状图



在实验内容的拓展情况上(见图 3-1-7),我们可以看到,在“探究影响导体电阻大小的因素”实验中,半数以上的教师都会将电阻定律的相关内容为学生进行拓展,但关于高中电学中电阻的概念仅 5% 的教师曾向学生有过介绍。可见,初中物理教师对于初高中实验内容的衔接点把握不够准确,对于实验内容的拓展工作还不够全面。

3.“学生实验学习情况”维度结果统计

(1) 实验态度情况

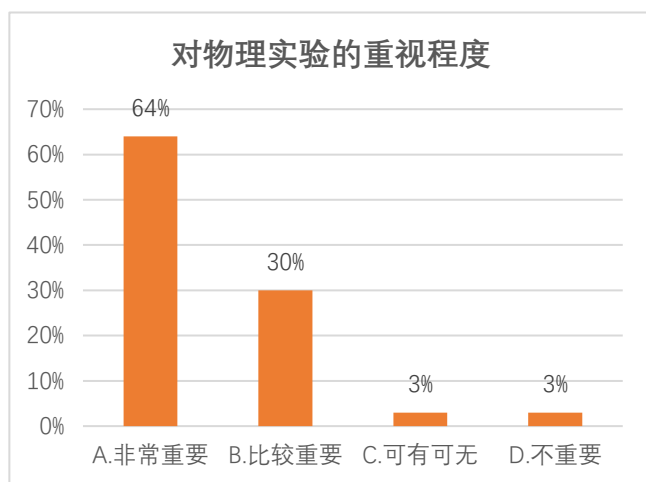


图 3-1-8 实验重视情况的数据条形图

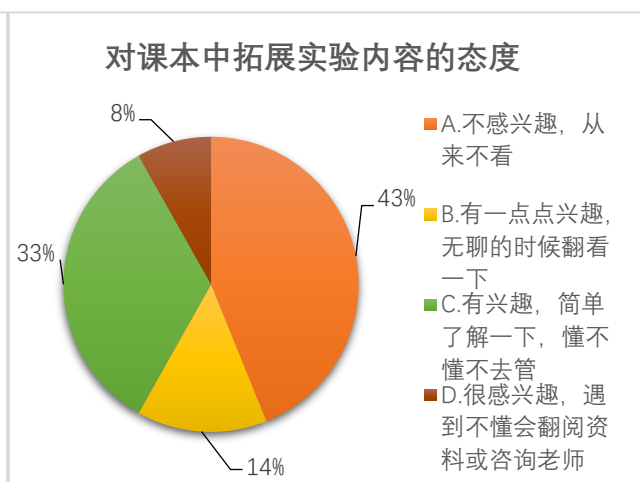


图 3-1-9 实验态度情况的数据饼状图

对初中生看待实验的态度问题的调查结果显示(见图 3-1-8、图 3-1-9), 64%的初中生表示物理实验在物理学习的过程起着十分重要的作用, 自己也非常喜欢上实验课。这些结果能够反映出大部分初中学生在物理学习过程中能够正确认识物理理论知识与物理实验的关系, 这为高中进行实验教学奠定了良好的认知基础。但其中也有 6%的学生对物理实验的重要性缺乏认识, 不太喜欢物理实验。此外对于课本中实验拓展内容, 43%的学生表示并不感兴趣, 也很少去关注; 也有 41%的学生对拓展内容有兴趣, 愿意去了解、去学习; 还有 14%的学生对拓展内容有一点兴趣, 但并未有进一步研究学习的欲望。这也从侧面体现了当前的物理实验教学模式并没有完全吸引学生, 学生并未树立起积极的实验学习态度, 物理实验教学仍需进一步改进。但调查结果也反映了大部分学生愿意并乐意学习物理实验相关拓展内容, 这为教师进行初高中实验衔接教学提供了心理基础。

(2) 实验学习习惯情况

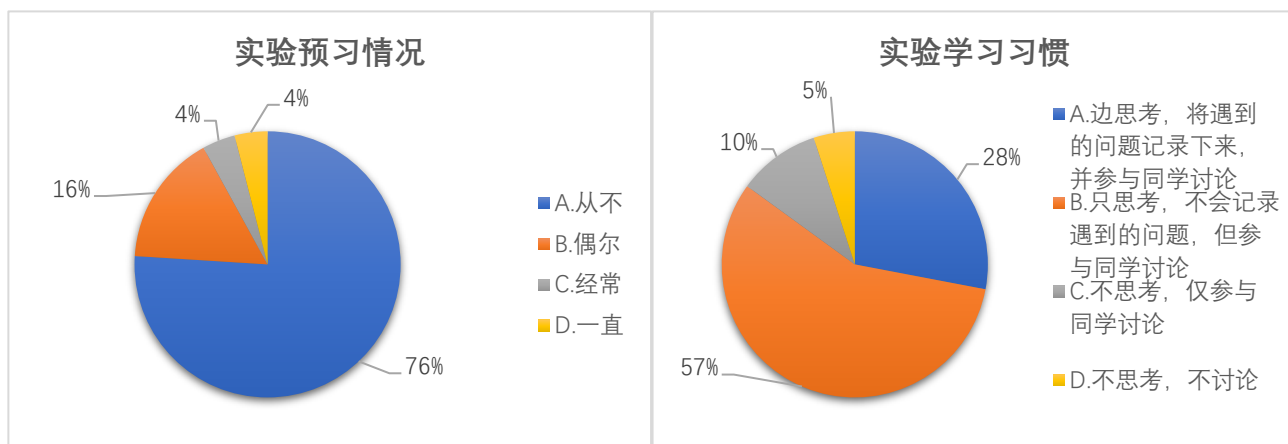


图 3-1-10 实验预习情况的数据饼状图

图 3-1-11 实验学习习惯情况的数据饼状图

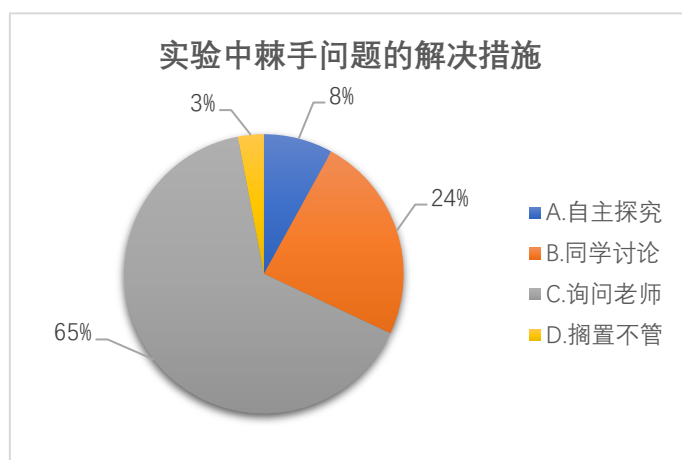


图 3-1-12 实验中棘手问题的解决措施的数据饼状图

参看上面三幅饼状图（图 3-1-10、图 3-1-11、图 3-1-12），会发现大部分初中学生在良好的物理实验学习习惯养成情况上存在问题。在实验预习情况上，只有 8% 的学生表示自己具有实验课前经常或一直预习的习惯，而大部分学生的选择则表示他们并未能对实验预习给予足够的重视。在实验学习的过程中仅有 28% 的学生能够边思考，边将遇到的问题记录下来，并参与同学讨论；而大部分学生在实验中只思考，不会记录遇到的问题，但会同学之间相互讨论；还有 5% 的学生既不思考又不参与讨论。而且在实验过程中学生对教师的依赖程度较高，在遇到棘手问题时，超半数以上的学生选择会等待教师的讲解，24% 的学生表示会首选同学之间探讨解决，还有 3% 的学生则表示会采取消极的应对措施。由此可见，初中学生在进入高中前没有养成良好的实验预习习惯并且仍习惯于被动式的实验学习，遇到困难时寄希望于教师的帮助，这就需要中学物理教师能够加强对学生的实验学习习惯的引导与培养，并采取针对性的教学策略以提高学生的实验自主性与合作意识。

(3) 实验基本素养情况

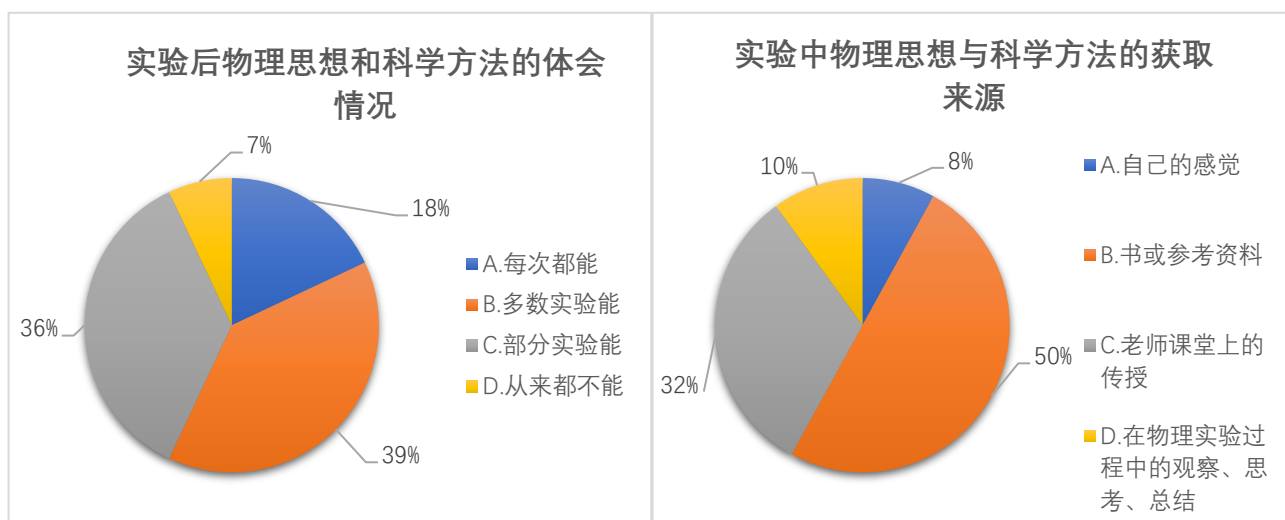


图 3-1-13 物理思想体会情况的数据饼状图

图 3-1-14 物理思想获得情况的数据饼状图

在学生对实验中物理思想与科学方法的体会及获取来源情况的调查中,数据表明(见图 3-1-13、图 3-1-14):在每次实验后都可以了解物理实验中所蕴含的物理思想与科学方法的学生占到 18%左右,39%的学生在大部分实验后能体会到其中的物理思想与方法,36%的学生仅在少部分实验后能体会其中的物理思想与方法,更有 7%的学生从未了解过实验中的物理思想与方法,可见大部分学生对实验中物理思想与科学方法的感悟情况较差。同时在实验中物理思想与方法获得的来源上,半数的学生是通过书籍或参考资料,32%的学生是通过教师的传授,还有 18%的学生是通过自己的思考或感觉。这一结果也反映出,大部分初中物理教师在实验教学的过程中对于物理思想与科学方法未能给予足够的重视,渗透工作做的还不到位。

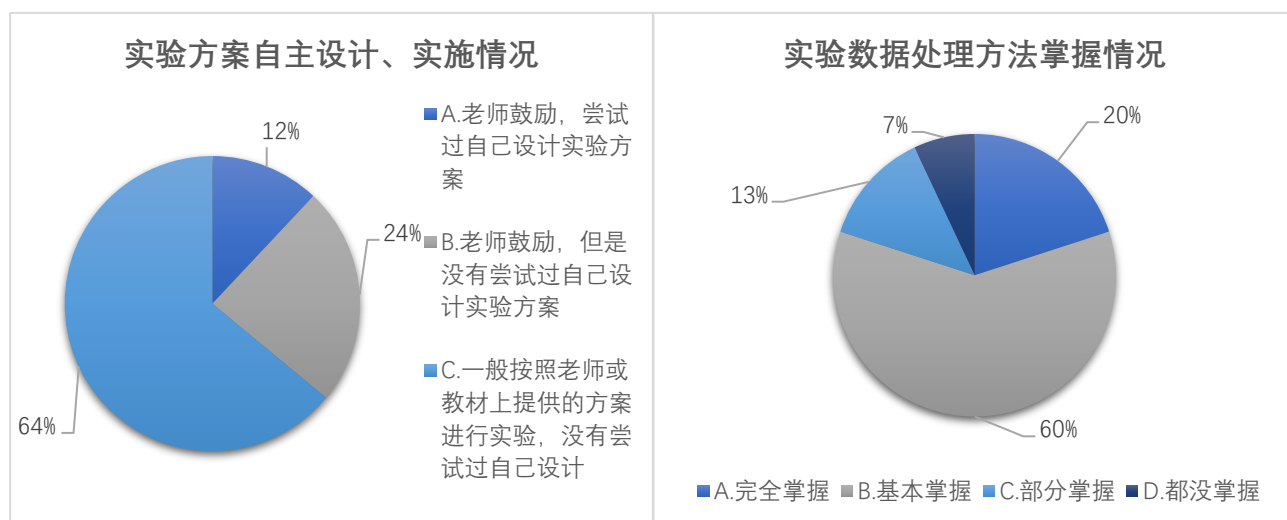


图 3-1-15 实验自主设计情况的数据饼状图

图 3-1-16 实验数据处理情况的数据饼状图

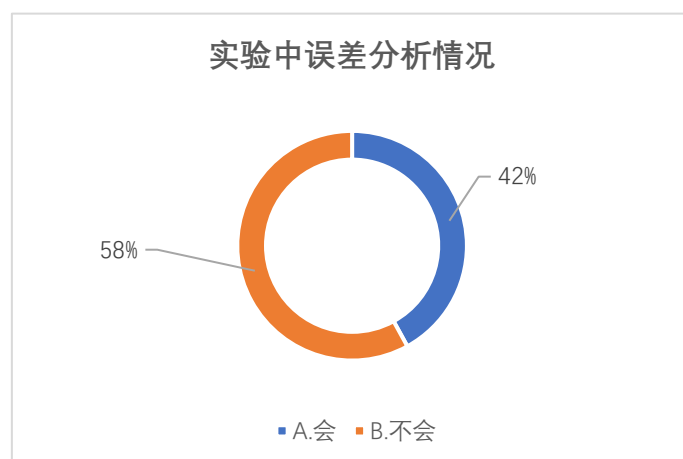


图 3-1-17 实验误差分析情况的数据环状图

参看图 3-1-15、图 3-1-16 和图 3-1-17，会发现初中学生的物理实验基本素养较差主要体现在：实验设计环节对教师和课本的依赖性较大（占比为 64%）、实验数据处理能力较差，能够熟练使用数据处理方法的学生仅占 20%、在实验中有意识考虑实验误差的同学比例不到半数（为 42%）。这也侧面反映出部分初中物理教师对学生实验基本素养的培养不到位，仍需进一步加强。

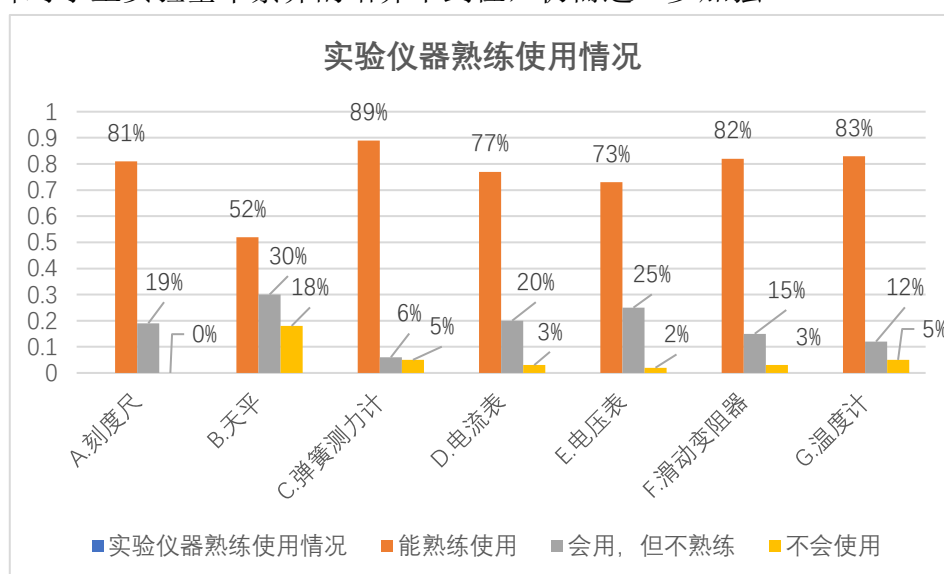


图 3-1-18 实验仪器熟练使用情况的数据环状图

上面所列出的都是进行初中物理实验时最常用的实验仪器，是学生进入高中物理实验学习前应该熟悉应用的仪器，从初中学生们的回答情况以及答题情况看，80%以上的学生都能熟练使用刻度尺、弹簧测力计、温度计以及滑动变阻器；能熟练使用电流表、电压表 and 天平的学生人数比例略有下降，分别占比为 77%、73% 和 52%；同时还有一小部分学生表示还不具备熟练使用上述仪器的能力。可见对于个别实验器材的选用和使用，部分初中生对于实验仪器的使用还没有达到高中实验需要的熟练掌握的程度。

3.1.2 初中物理实验教学现状的调查

3.1.2.1 调查目的

了解现阶段初中物理实验教学的开展情况以及教师对实验教学衔接的看法及做法，以期揭示初中物理实验教学衔接过程中存在的问题。

3.1.2.2 调查对象

本调查所选择的研究对象为沈阳市 H 区 G 初中、H 初中和城郊 D 初中的部分一线初中物理教师，教龄均在 5 年以上，具有一定的实验教学经验。

3.1.2.3 调查问卷的编制及施测

问卷的编制：

笔者首先对 2 位初中物理一线教师进行简单访谈，了解他们对初高中物理实验教学衔接的看法及意见，并初步确定了影响实验教学衔接的主要因素，编制了初始问卷。在根据指导教师的反馈意见加以打磨后，形成了此问卷。问卷调查内容涉及到了被试教师的基本信息和学校实验室建设概括以及初高中实验教学衔接情况等三个维度及相应项目。学校实验室建设概括维度的项目主要包括实验室器材配备情况、实验教学课时安排情况；教师对实验教学衔接情况维度的项目包括对初中物理教师的衔接意识情况、对高中物理实验内容的了解情况、高中相关实验内容及方法渗透情况以及初高中教师教学交流情况等。问卷包含 14 道选择题，结构如表 3-2 所示。（详见附录）

表 3-2 初中物理实验教学现状教师调查问卷明细表

一级指标项目	二级指标项目	题号
教师基本信息情况		1.2.3
学校实验室建设情况	物理实验室器材配备情况	4
	物理实验课时安排情况	5
实验教学衔接情况	对高中实验内容及要求的了解情况	6.7
	物理实验教学衔接的意识情况	8.10
	实际衔接教学情况	9.11.12.13
	初高中教学研讨活动开展情况	14

问卷的施测：

2019 年 11 月对沈阳市 H 区 G 初中、H 初中及城郊 D 初中的一线物理教师发放网络调查问卷，回收有效问卷共 62 份，其中农村初中物理教师 30 人，城市初中物理教师 32 人。

3.1.2.4 调查结果统计

1.“学校实验室建设概况”维度结果统计

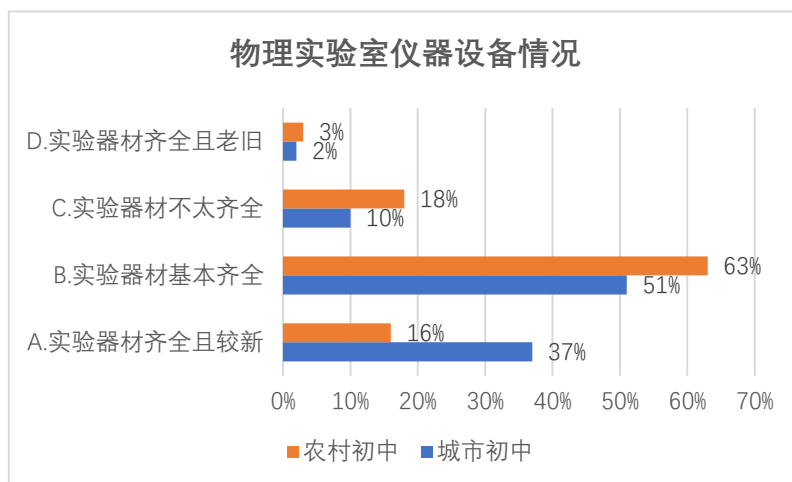


图 3-2-1 实验器材配备情况的数据条形图

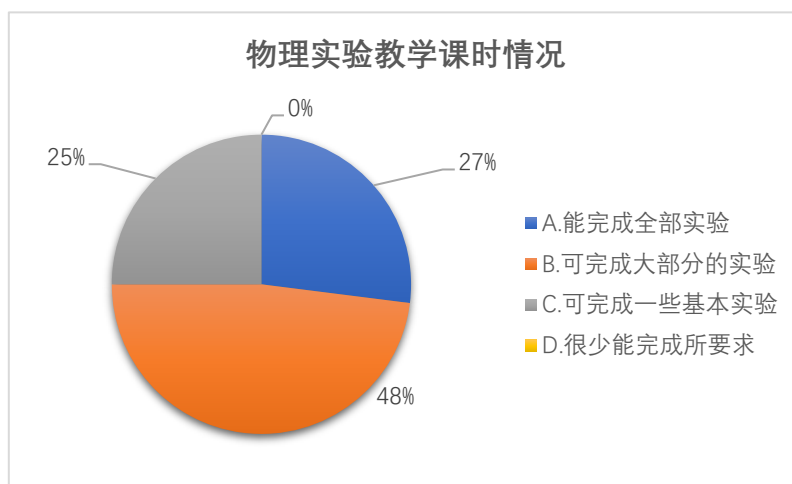


图 3-2-2 实验教学课时安排情况的数据饼状图

在学习实验室实验器材配备情况上（见图 3-2-1），与初中学生的反映情况大体一致，器材基本充足，但城市农村初中学校存在差异。

在实验教学安排情况上，根据教师的调查问卷结果显示（见图 3-2-2），27%的老师反映学校安排的实验教学课时很充足，能完成全部实验，48%的老师反映所安排实验教学课时能完成大部分的实验，而剩下 25%的老师反映实验教学课时能完成一些基本实验。可见，大部分初中越来越重视实验课程，对物理实验教学课时安排是比较合理的。

2.“实验教学衔接情况”维度结果统计

(1) 对高中实验内容及要求的了解情况

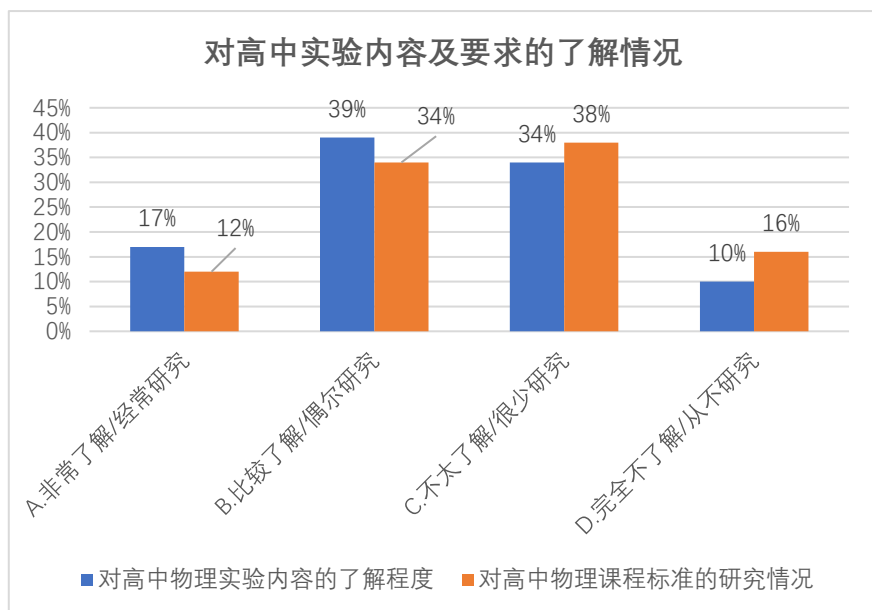


图 3-2-3 高中物理实验内容了解情况的数据直方图

在对高中物理实验内容的了解程度情况上，根据初中物理教师的调查问卷结果（见图 3-2-3），数据统计显示形势比较可观，大部分初中物理教师对高中物理实验内容都有所了解。但在对高中物理课程标准中实验要求的了解情况上，仅 12% 的初中物理教师表示经常研究高中物理课程标准，38% 的物理教师表示很少研究高中物理课标，还有 16% 的物理教师表示从未研究过高中物理课标。可见大部分初中物理教师对于高中物理实验内容的处于表层了解，并没有深入研究。

（2）物理实验教学衔接的意识情况

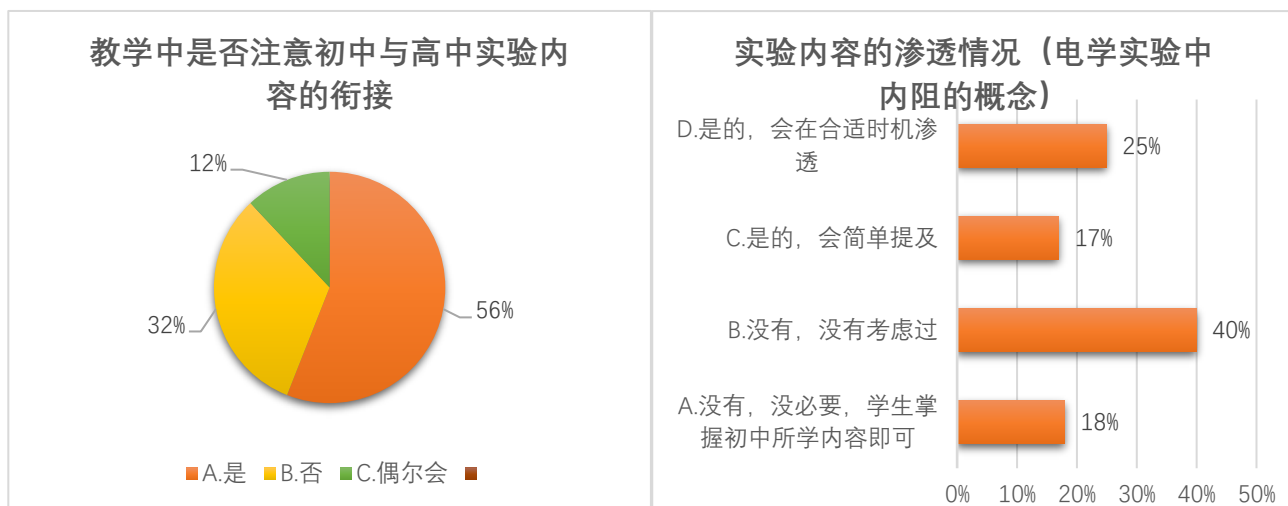


图 3-2-4 初中物理教师实验衔接意识情况的数据统计图

在初中物理教师对于实验教学的衔接意识情况上（见图 3-2-4），调查结果显示：有近 56% 的初中物理教师在平时的物理实验教学中注意到了初中于高中在物理实验内容上的衔接，但是在一些实验内容和知识的渗透力度不够。例如电学

实验中,内阻是初高中电学内容的主要区别之一,对于内阻概念的简要讲解一方面有利于学生理解现阶段的实验现象,另一方面又为学生后续的深入学习做好铺垫。但根据调查结果显示,40%的教师从未考虑过此问题,还有18%的教师认为内阻问题属于超纲问题,学生没有必要掌握,因此没有必要向学生渗透。

(3) 实际衔接教学情况

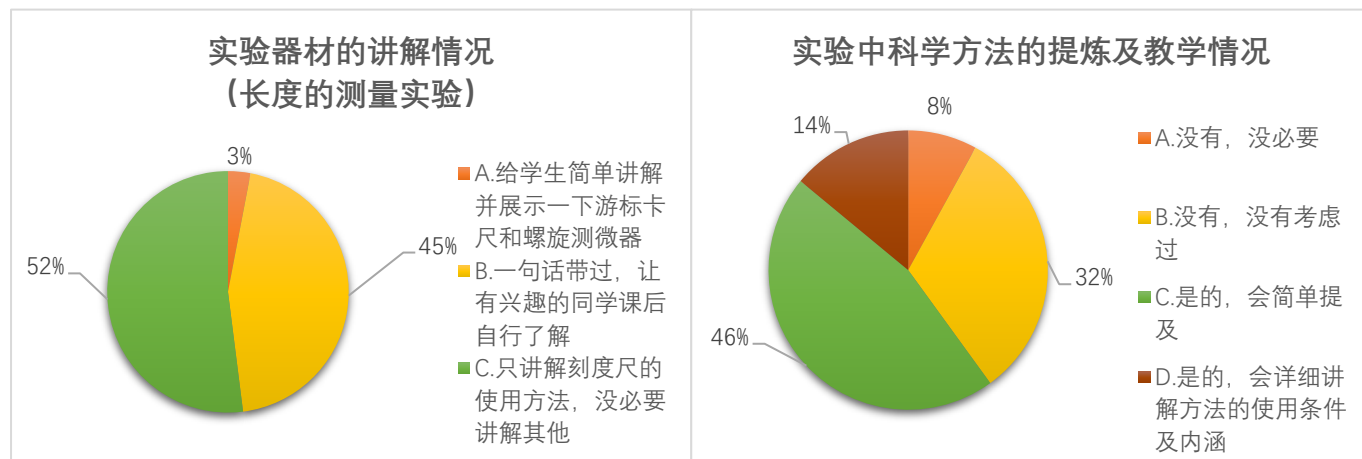


图 3-2-5 实验器材讲解情况的数据饼状图

图 3-2-6 实验科学方法教学情况的数据饼状图

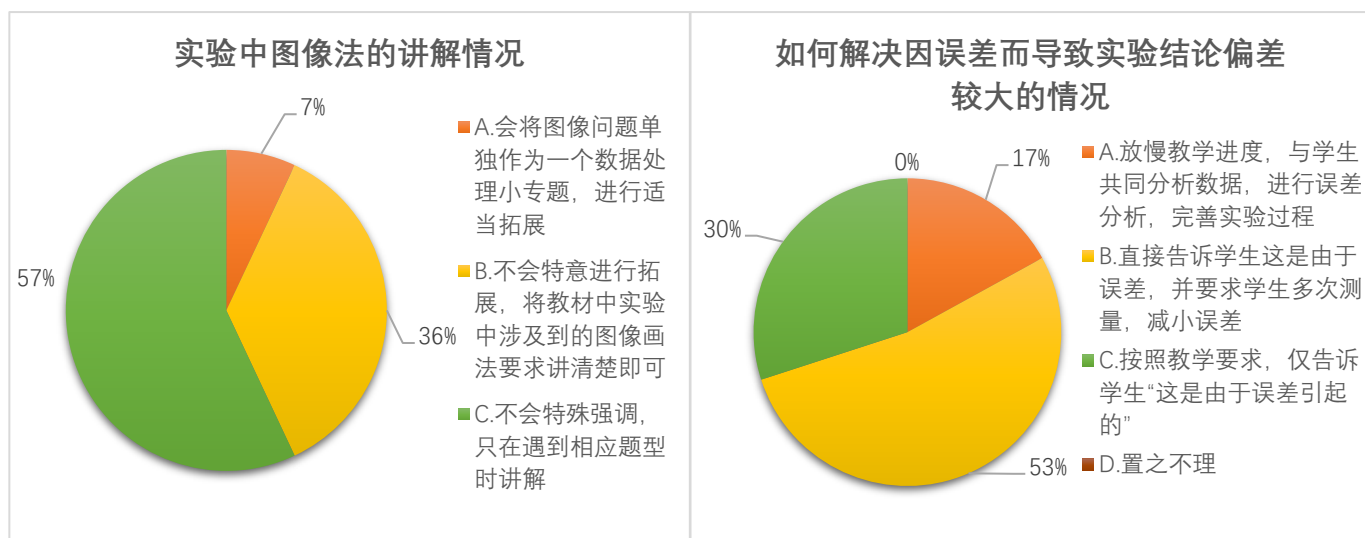


图 3-2-7 图像法讲解情况的数据饼状图

图 3-2-8 关于误差教学情况的数据饼状图

虽然大部分物理教师具有初高中物理实验衔接教学的意识,但是在实际教学中,实行情况却并不常见(见图 3-2-5、图 3-2-6、图 3-2-7、图 3-2-8)。在对实验器材内容的拓展情况上,仅 3%的物理教师会对高中常用的测量工具进行适当讲解或展示;在对实验中的科学方法的讲解情况上有 14%的物理教师会向学生具体讲解实验中科学方法的使用条件及内涵;在对实验处理中图像法的讲解情况,仅 7%的物理教师会将图像法作为实验数据处理的小专题,进行适当拓展;在实验过程中遇到因误差而导致实验结论偏差较大的情况时,有 17%的物理教师选择会放慢教学进度,与学生共同分析数据,进行误差分析,完善实验过程。这些

数据也印证了当下初中与高中物理实验教学衔接工作仍不到位,有待进一步加强。

(4) 初高中教学研讨活动开展情况

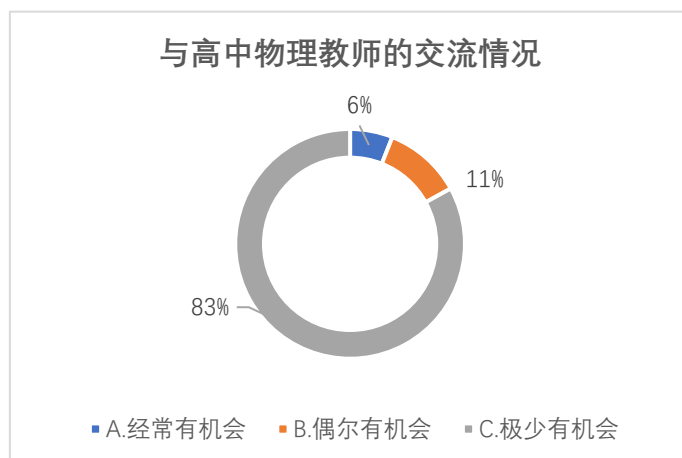


图 3-2-9 初中与高中物理教师交流情况的数据环状图

由图 3-2-9 我们可以看到,初中物理教师和高中物理教师之间交流情况不佳,其中有 83%的初中物理教师表示自己极少有机会与高中物理教师讨论有关实验教学,偶尔有机会与高中教师讨论实验教学的初中教师比例占 11%,经常有机会与高中教师讨论实验教学的相关内容的初中教师仅占 6%。这也反映出学校与相关教育行政部门并未对两学段物理教师之间的交流提供便利,初中与高中物理教师鲜少有机会能够相互研讨,这样一来更容易造成初高中物理实验教学衔接不当。

3.2 高中物理实验教学现状的调查

为了解初中物理实验教学对高中物理实验学习的影响以及高中物理教师的衔接教学情况,笔者对高中学生的实验学习情况和高中物理教师的实验教学现状分别展开调查,旨在发现学生在初高中实验学习过渡过程中所面临的困难以及衔接教学过程中存在的问题。

3.2.1 高中生物理实验学习现状的调查

3.2.1.1 调查目的

学生是反馈教学效果的最佳发言人,因此调查目的一方面为从学生的角度了解现阶段初高中实验教学衔接情况;另一方面是了解学生对初中与高中物理实验的看法以及实验学习情况等,进而为优化实验衔接教学提供参考依据。

3.2.1.2 调查对象

由于高一新生入学时间尚短,对高中实验学习情况了解不足,因此本问卷的调查对象选择的是沈阳市 S 高中的高二学生,他们经过一学年的高中学习,比较了解初中与高中实验衔接教学情况,对初高中实验教学的差别与联系更是深有体会。因此,从他们的调查结果可了解现阶段高中生的实验学习状况。

3.2.1.3 调查问卷的编制及施测

问卷的编制:

为实现调查目的,笔者首先与高二物理成绩分别为优秀、良好、中等和较差的 4 名学生进行访谈,以期了解学生对于物理实验的态度及对初高中实验差异的看法,初步掌握影响学生高中实验学习不适应的因素。并在此基础上完善了问卷的调查内容,调查内容涵盖了高中的物理实验室建设情况、教师的实验教学状况、学生对于初高中物理实验差异的看法以及初中物理实验经验对高中实验学习的影响情况等方面,共 14 道选择题,学生在 10 分钟内作答完成,调查问卷明细表如下表 3-3 所示。(详见附录)

表 3-3 高中物理实验学习现状学生调查问卷明细表

一级指标项目	二级指标项目	题号
学校的实验室建设情况	物理实验室器材配备情况	1.2
教师教学情况		4.5
学生实验学习情况	实验态度情况	3
	初高中实验对比情况	6.7.8.9
	实验学习习惯情况	10.11.12
	对实验衔接教学的看法	13.14

问卷的施测:

2019 年 11 月对沈阳市 S 高中高二学生进行了问卷调查,发放问卷 150 份,回收 130 份,回收率为 86%,去掉不符合标准的问卷 8 份,有效问卷共 122 份。

3.2.1.4 调查结果统计

1.“学校实验室建设情况”维度结果统计

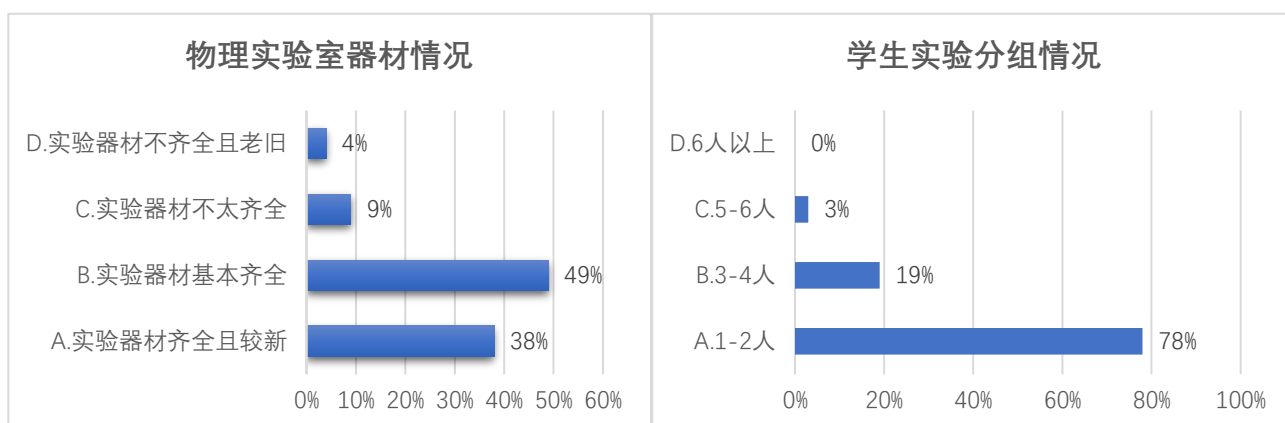


图 3-3-1 高中物理实验室器材情况的数据统计条形图

由图 3-3-1 可以看出，高中的物理实验建设情况明显优于初中，实验器材不齐全、老旧的情况明显下降；而且在学生实验分组情况上，与初中相比，小组人数更少，大部分为 1~2 人一组，基本每名学生都有机会亲自动手实验，同时这也考验着学生的实验操作基础。

2.“教师教学情况”维度结果统计

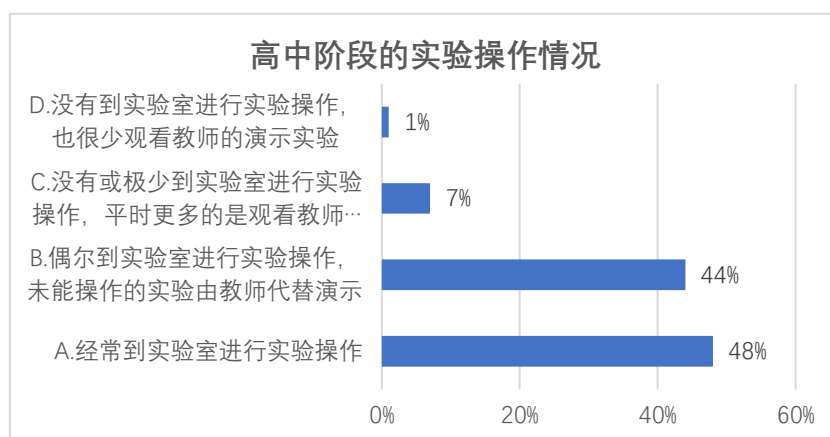


图 3-3-2 高中阶段的实验操作情况的数据条形图

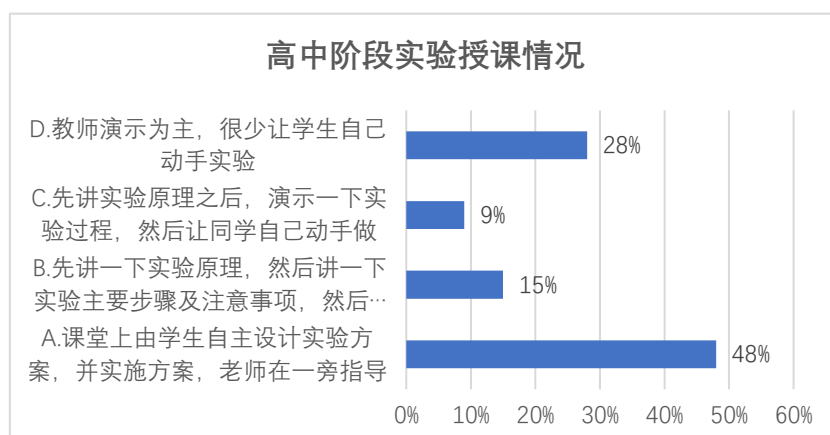


图 3-3-3 高中阶段的实验授课情况的数据条形图

在对高中物理实验教学情况的调查结果显示（见图 3-3-2、图 3-3-3），初高中物理实验教学差异较大。在高中阶段，学生动手机会更多，有 48% 的学生表示经常会到实验室进行操作，也有 44% 的学生表示偶尔会到实验室进行实验，由于某些原因未能进行操作的实验也会有教师进行演示；而且高中实验教学活动中，教师不再像初中教师那样会详细演示实验过程，并反复叮嘱注意事项，调查中 48% 的学生反映在高中物理实验活动中多为学生自主设计实验方案、并实施，教师仅作为引导者、指导者，对学生实验活动不会过多干预。因此，如果学生在初中未能有足够的自主实验经历，在高中的物理实验课堂中可能会比较吃力。

3.“学生实验学习情况”维度结果统计

（1）实验态度情况

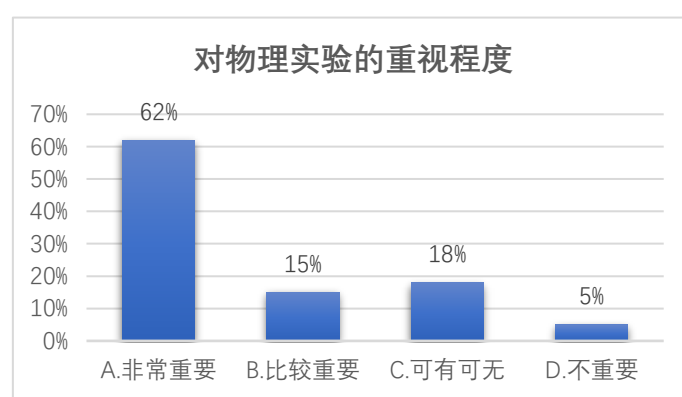


图 3-3-4 高中生实验态度情况的数据直方图

图 3-3-4 的统计情况反映出：高中生对实验的态度参差不齐。其中 62% 的学生认为物理实验非常重要，但仍有 23% 的学生认为物理实验不重要，是可有可无的。可见，大部分高中生能够正确认识物理实验在物理课程中的地位，这是值得肯定的，但仍有一部分学生受到应试教育思想的束缚，对物理实验缺乏全面的认识。

（2）初高中实验对比情况

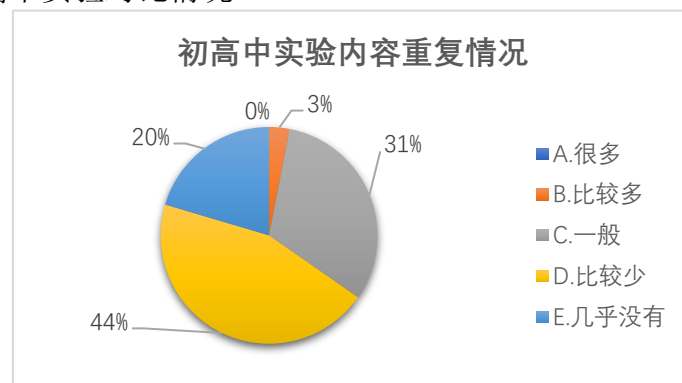


图 3-3-5 初高中实验内容重复情况的数据饼状图

根据奥苏贝尔的认知同化理论,学生所学的新知识与头脑中已有旧知识具有一定的联系,学生更容易接受新知识。因此初中与高中物理实验内容上有一定的联系,在一定程度上有利于学生实验学习的过渡。从上图可以看(见图 3-3-5),认为初中与高中在实验内容上有重复部分的学生大体占 34%,认为二者在内容衔接较少的学生占到了近 44%,更有 20%的学生认为两个学段间的实验内容几乎没有重复、相衔接的部分。可见,从学生角度来看,初高中物理实验内容衔接情况较差,学生没能找到平稳过渡的平台。

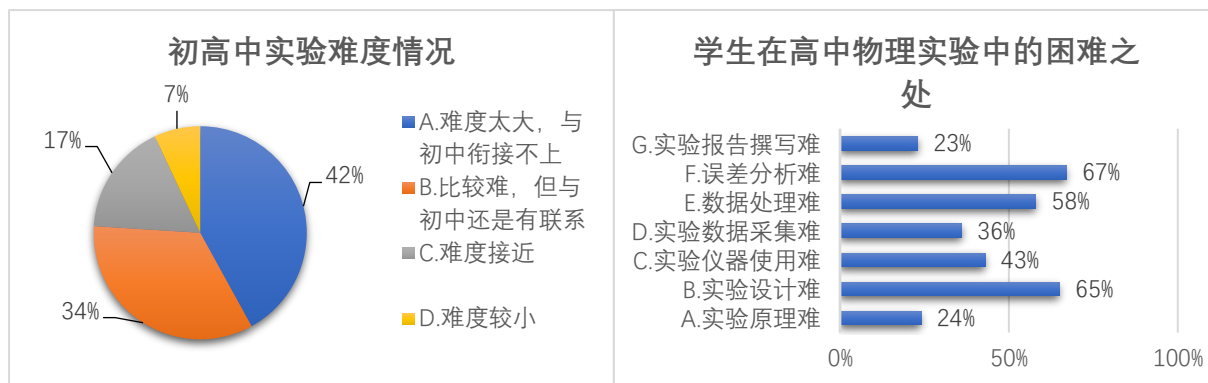


图 3-3-6 高中物理实验难度情况的数据饼状图

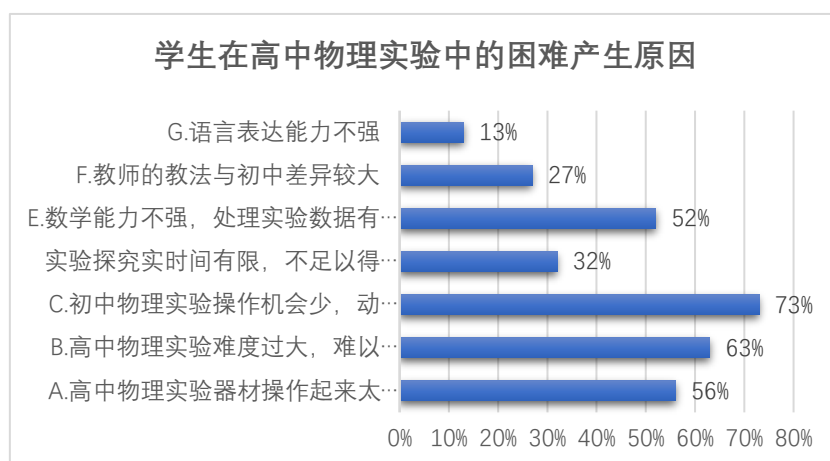


图 3-3-7 高中物理实验学习难度影响的数据饼状图

在初中与高中物理实验的难度对比上(见图 3-3-6), 42%的学生认为高中物理实验的难度与初中实验相比有较大的提升, 而且两者的内容衔接不上; 也有 34%的学生认为高中物理实验虽然较难, 但是与初中实验还是有一定的联系; 对于实验学习的困难之处的调查结果显示 (见图 3-3-7): 在众多选项中, 被选项前三位是误差分析难、实验设计难和数据处理难, 紧随其后的是实验仪器的使用难与实验数据采集难, 最后还有近 23%的学生选择了实验原理的理解难和实验报告的撰写难。究其原因, 根据图 3-3-7 的统计结果, 除高中物理实验自身的难度外, 近 73%的学生认为是由于初中实验操作机会少, 动手能力不强, 也有 56%的学生

认为是由于实验器材操作起来过于复杂, 还有 52% 的学生是由于数学能力不强, 导致实验数据的处理存在困难。在这些因素的共同影响下导致学生在高中快节奏、高难度的学习环境下很难适应, 由此影响学生学习的积极性, 使学生的实验学习兴趣下降。

(3) 实验学习习惯情况

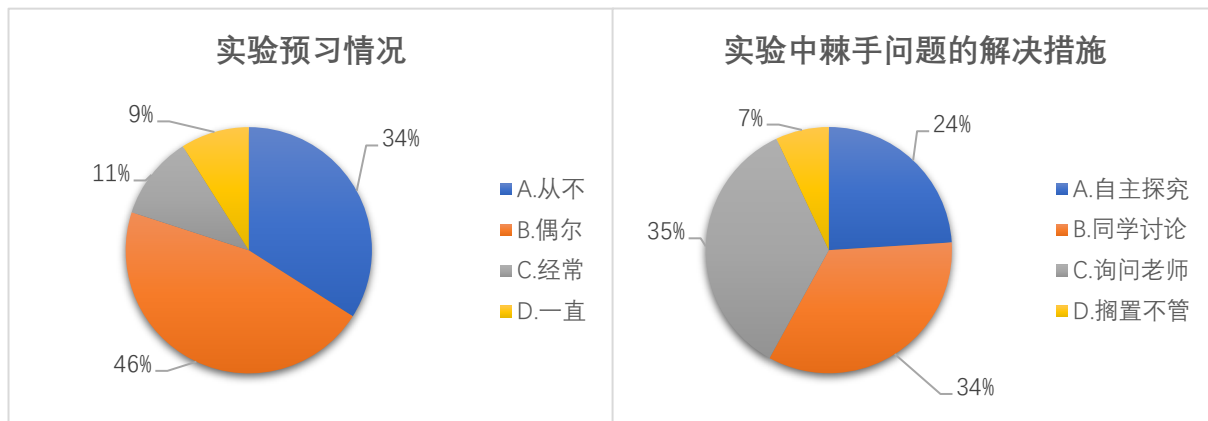


图 3-3-8 实验预习情况的数据饼状图

图 3-3-9 实验中棘手问题解决情况的数据饼状图

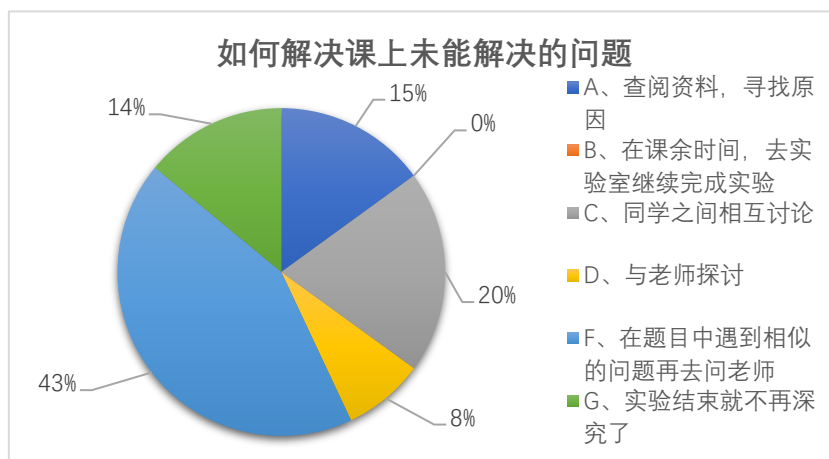


图 3-3-10 课上未解决问题的处理情况的数据饼状图

参看上三幅统计图(见图 3-3-8、图 3-3-9、图 3-3-10), 会发现大部分高中学生的学习习惯与初中相比并无太大区别, 课前预习的学生人数比例有所提升, 但仍占少数; 在实验过程中出现一些困难时, 35% 的学生还是会第一时间寻求教师的帮助, 习惯上依赖教师; 而且随着实验课的结束, 未解决问题一并搁置的情况更是占到 57%, 可见高中生的实验学习习惯仍存在一定问题。由于在初中养成了课前不预习, 课上靠教师, 课后不反思的实验习惯, 而进入高中后, 随着实验教学要求及教学方式的变化, 更容易导致学生一时难以适应。

(4) 对实验衔接教学的看法

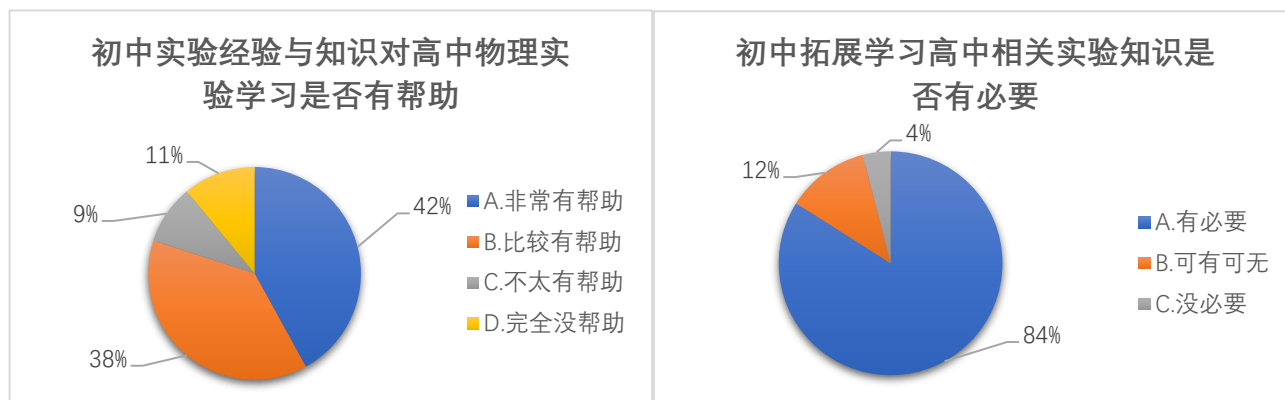


图 3-3-11 对初高中实验衔接教学看法情况的数据统计图

在对初中与高中实验的看法上（见图 3-3-11），84%的学生认为在初中阶段初步了解高中实验的相关内容是非常有必要的，而且还有 80%的学生认为初中的实验经验与知识有助于高中阶段的学习。由此可见，在大部分学生看来，初中的实验基础对学生高中阶段的后续学习大有裨益的，实验教学的衔接是有必要的。

3.2.2 高中物理实验教学现状的调查

3.2.2.1 调查目的

通过对高中物理教师的调查了解高中实验室建设情况，教师的实验教学情况、学生的实验基础以及对初高中实验衔接的看法及做法等。

3.2.2.2 调查对象

本调查所选的研究对象为沈阳市 H 区内三所高中一线物理教师（三所高中均为普通高中，生源水平差异不大），其中既有教龄 5 年以下青年教师，也有教龄 20 年以上的资深教师，他们常处于教学一线，对初高中实验教学衔接问题更有发言权。

3.2.2.3 调查问卷的编制及实施

问卷的编制：

先期笔者对沈阳市 S 高中的 3 位物理教师进行了访谈，了解他们对初高中物理实验衔接教学的看法，并以此为依托确定调查内容，搭建了问卷的基本框架，初步形成了问卷的维度和项目。问卷内容第一部分为被试者的基本信息。第二部分内容分为学校实验室建设概括和实验教学衔接意识两个维度及相应项目。学校实验室建设情况维度主要包括实验室器材配备情况以及物理实验教学的课时安排情况；物理教师对初高中物理实验的衔接意识维度的项目涉及对初中课程标准、实验内容等方面的认识情况、对初高中物理实验教学衔接的意识情况、学生实验

基础对高中实验教学的影响情况、初高中教学研讨活动情况等。调查问卷的明细表见表 3-4。（详见附件）

表 3-4 高中物理实验教学现状教师调查问卷明细表

一级指标项目	二级指标项目	题号
教师基本信息情况		1.2.3
学校实验室建设情况	物理实验室配备情况	4
	物理实验课时安排情况	5
实验教学衔接情况	对初中物理实验的了解情况	6.7.8
	学生实验基础情况	9.10.13
	实际教学衔接情况	11.12.14
	初高中教学研讨活动开展情况	15

问卷的实施：

2019 年 11 月对沈阳市 H 区的 S 高中、Y 高中、F 高中三所普通高中一线物理教师进行网络问卷调查，回收有效问卷 32 份。

3.2.2.4 调查结果统计

如前文所述，对高中教师的调查问卷总数为 32 份，样本虽然不大，但由于他们工作在物理实验教学的最前沿，他们对物理实验衔接教学有着较为深刻的感悟，他们的数据及意见同样可以说明一些实际问题。

1.“学校实验室建设情况”维度结果统计

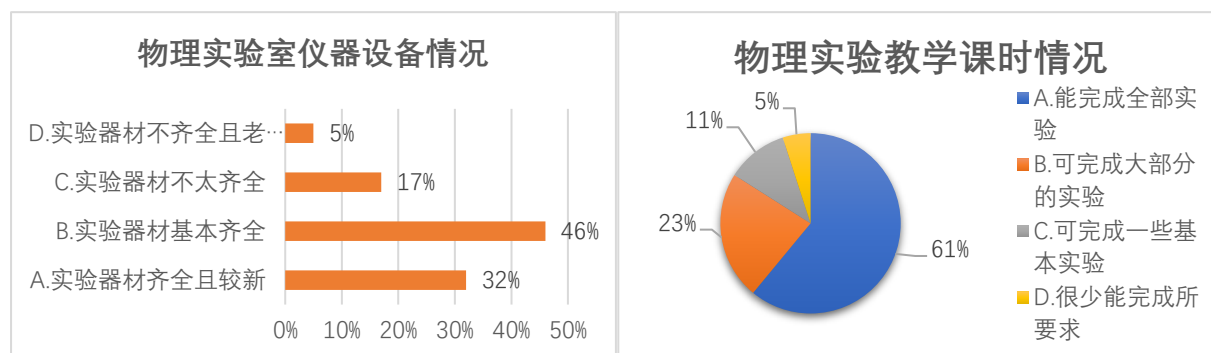


图 3-4-1 实验室器材配备情况数据条形图 图 3-4-2 物理实验教学课时情况数据饼状图

从教师对于学校实验室建设情况的反映结果来看(见图 3-4-1、见图 3-4-2)，大部分高中都比较重视对于物理实验的教学，物理实验室器材的配备情况较好，但也有 22%的教师反映所在高中也存在器材老旧、不充足的情况。可见部分高中学校还需继续充足实验室的实验资源。在物理实验课程情况上，高中物理实验教学课时安排基本能够满足学生实验的实际需求。其中 61%的高中物理教师反映学校安排的实验教学课时能完成全部实验，23%的高中物理教师反映实验教学课时能完成大部分的实验。

2.“实验教学衔接情况”维度结果统计

(1) 对初中物理实验的了解情况

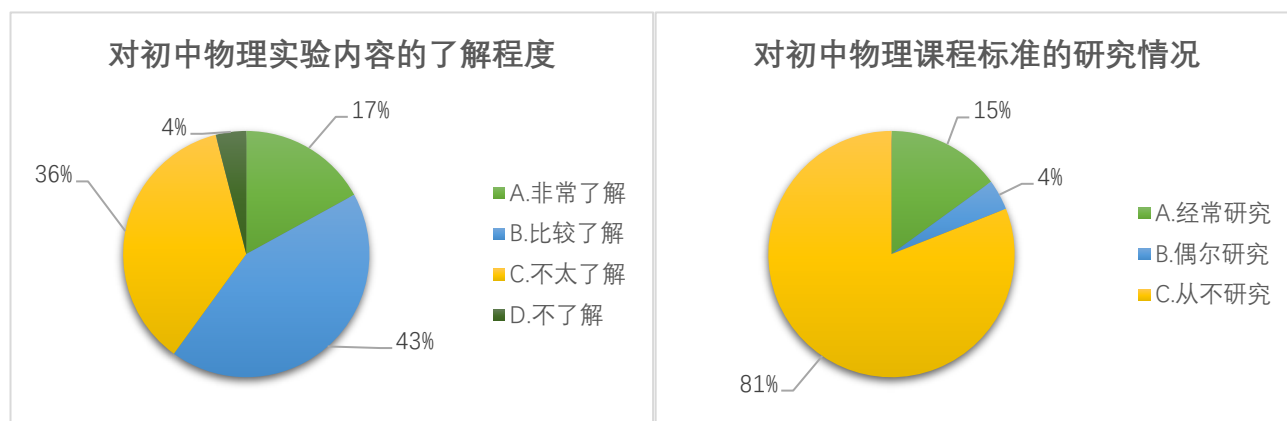


图 3-4-3 初中实验内容及课程标准了解情况的数据统计图

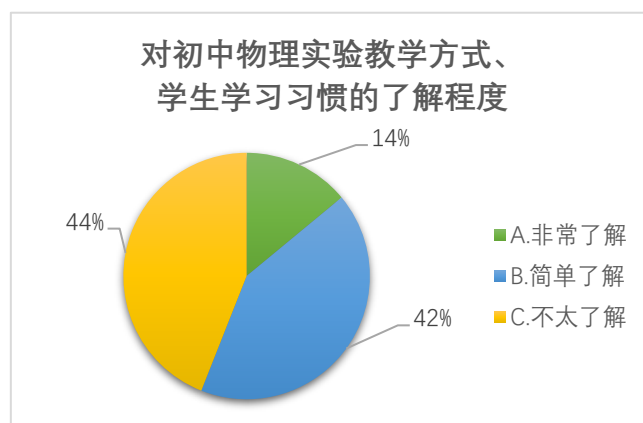


图 3-4-4 对初中物理教学方式及学生学习习惯的了解情况的数据饼状图

为更好的进行初高中物理实验教学的衔接,高中教师对于初中物理实验教学内容 and 教学要求的研究和了解是必不可少的。统计结果显示有 60% 的高中物理教师对初中物理的实验内容比较了解或非常了解,但也有 36% 的物理教师不太了解初中物理的实验内容。因此总体来看,高中物理教师对初中的实验内容还是比较熟悉的。但在对初中物理实验部分的课程标准要求的研究情况上,数据显示有近 81% 的高中物理教师从不研究初中物理课程标准,能经常研究或偶尔研究的高中物理教师总数仅占 19%。此外在对初中物理实验教学情况及学生实验学习习惯的状况的了解上,根据图 3-4-4 的数据显示,其中有 42% 的高中物理教师对其仅是简单了解,44% 的高中物理教师表示还不太了解初中的实验教学方式和学习学生的学习习惯。因此大体来看,高中物理教师对于初中物理实验教学的实际教学情况、实验要求的研究以及对学生的学习习惯的了解不充分,仍需进一步加强重视程度。

(2) 学生实验基础情况

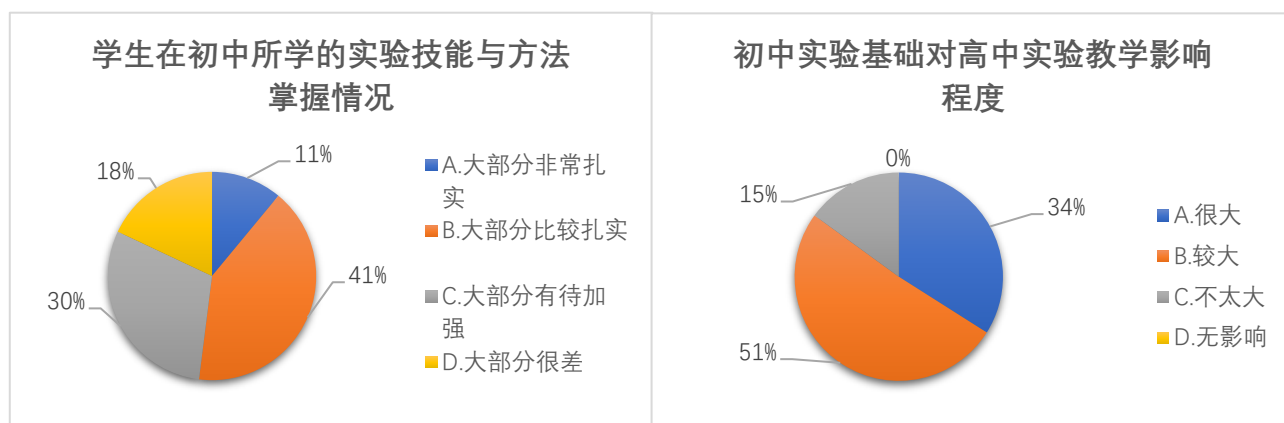


图 3-4-5 初中学生实验基础情况的数据统计图

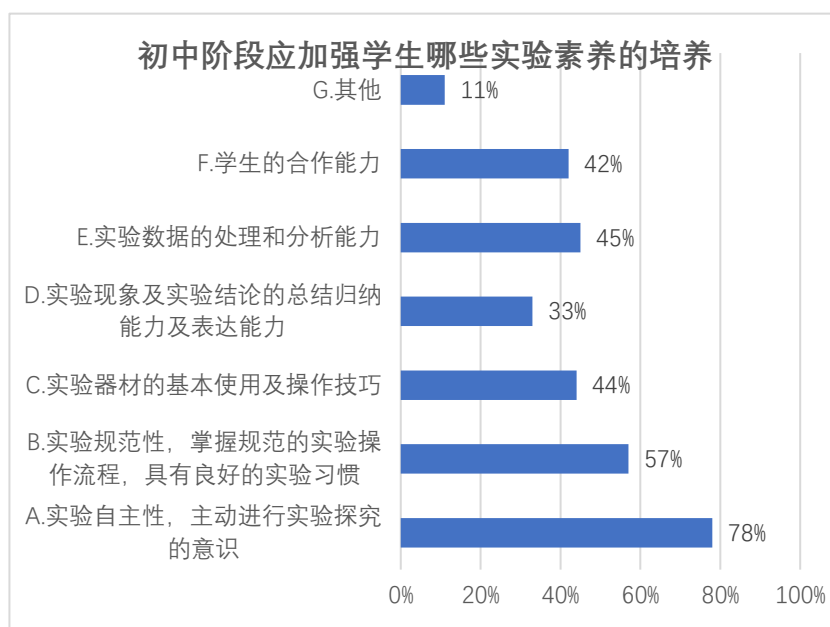


图 3-4-6 高中教师对初中生实验素养的基本要求的数据条形图

由图 3-4-5 中可以看出,超半数以上的高中物理教师认为学生在初中习得的实验技能与知识对高中的后续学习影响很大,但学生在初中的实验基础水平良莠不齐。调查结果显示:仅有 11% 的高中物理教师反映所教的大部分学生对于初中物理的实验技能与方法的掌握较好,非常扎实,41% 的教师认为大部分学生的初中物理实验技能与方法的掌握比较扎实,剩余近 48% 的高中物理教师均认为大部分学生的初中实验基础有待加强,甚至非常差。那么在初中阶段应进一步加强学生哪些实验基本素质?从高中物理教师的角度来看(见图 3-4-6),位于第一位是加强学生实验自主性的培养,提高学生的独立思考的能力;紧随其后的是应加强培养学生的实验操作的规范性,养成良好的实验操作习惯;位于第三位是增强学生的实验数据的处理和分析能力、实验器材的基本使用和操作技巧以及学生的

合作能力。这些数据也正说明了当下初中阶段的物理实验教学仍有待完善，还不满足高中阶段对学生实验能力的基本需求，有必要进一步加强对学生实验基本素养的培养，帮助学生更好地适应高中实验学习。

(3) 实验教学衔接实际情况

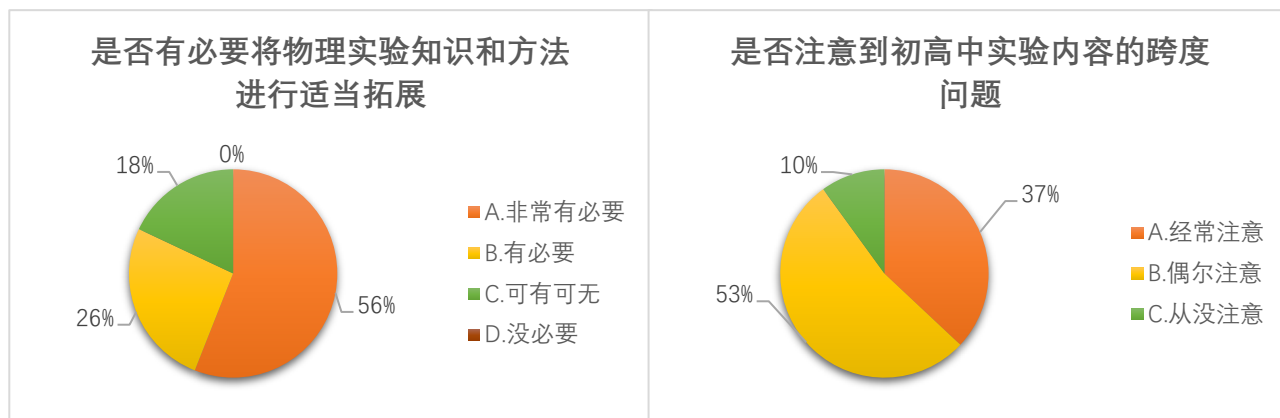


图 3-4-7 物理实验教学衔接意识情况的数据统计图

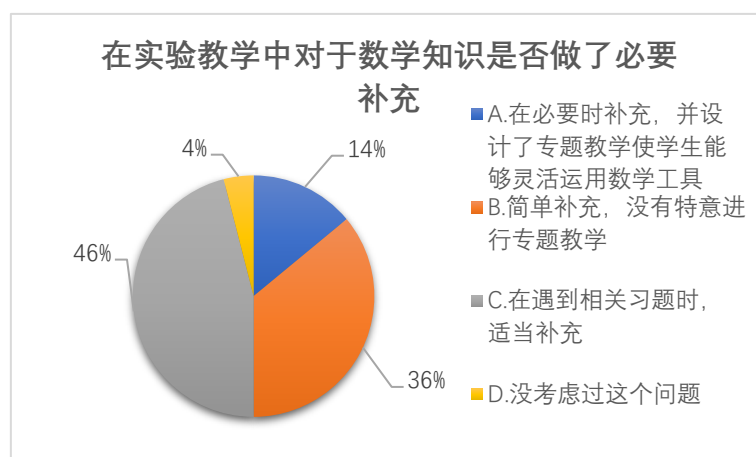


图 3-4-8 对数学知识在物理实验中应用的重视情况的数据饼状图

在对于实验教学衔接的看法上（见图 3-4-7），有 80%以上的高中物理教师认为初中阶段适当地对物理实验知识和方法进行拓展是十分有必要的，可见绝大多数高中物理教师均对初中阶段的适当拓展与渗透给予肯定的态度。但在实际教学中对于初高中实验内容的跨度，37%的教师能够经常注意，具有教学衔接的意识，有 53%的教师偶尔注意该问题，也有 10%的教师从未注意该问题，在教学中从未考虑这一情况。此外在对物理实验中涉及的数学知识的讲授情况中，有 14%的物理教师比较重视学生数学工具的运用，在必要时会及时补充相关数学知识，但其中很多物理教师仅是简单补充或是在遇到相关习题时，才会适当补充。可见，大多数高中物理教师忽视了学生的数学知识在实验数据处理中的应用能力，对其重视程度不够。

(4) 初高中物理教师的交流情况

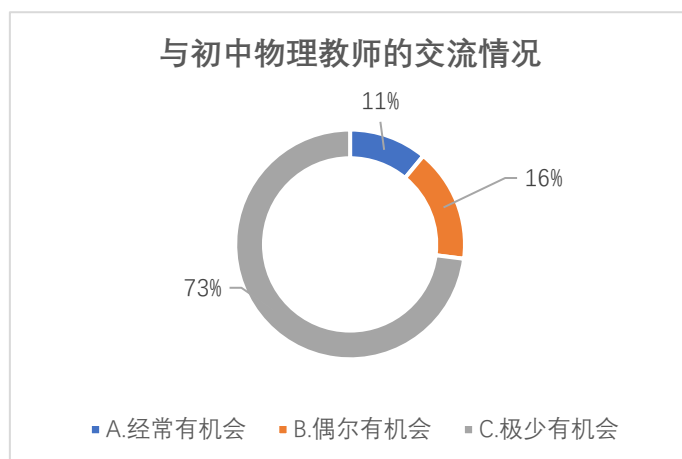


图 3-4-9 初高中物理教师交流情况的数据环状图

同样地，在初高中物理教师的交流、研讨方面（见图 3-4-13），根据统计结果：只有 11% 的高中物理教师反映能经常有机会与初中教师讨论物理实验教学的相关内容，16% 的高中物理教师表示偶尔有机会能够与初中教师交流，而有近 73% 的高中物理教师极少有机会与初中物理教师交流讨论。高中物理教师的调查结果情况与初中物理教师反映的情况一致，彼此之间缺乏交流与沟通，对双方的实际教学情况知之甚少，这为初高中物理实验教学的对接造成了一定的阻碍。

3.3 初中与高中物理实验衔接教学现状调查结果讨论与总结

根据以上对部分初高中学生和物理教师的调查结果以及笔者的教育实习经历，笔者对现阶段初中与高中物理实验衔接教学中存在的问题总结如下：

第一点是部分初中物理教师对于学生数学工具运用能力的培养缺乏重视。数学工具是物理研究中最基本、最重要的工具之一，数学公式、方程或图像都是描述物理现象与规律的基本语言。根据高中师生的反映：近半数的高中物理教师反映学生的实验数据的处理和分析能力较差，同时也有超半数的学生认为数学能力是制约实验学习效果的重要因素。笔者在与初高中学生交谈的过程中也发现在初中阶段对于实验结果的要求多为定性描述，对实验数据处理的要求较低，教师也并未对此加以强调与专项教学。而进入高中后，大多数实验都需要对实验数据进行定量的细致严谨的分析与处理，学生对实验数据的处理方法缺乏认识，一时之间无从下手。

第二点是学生的实验能力参差不齐，部分学生的实验基础有待加强。学生进入高中前就读于不同的初中，各个初中对物理实验的重视程度和教学情况有着一定的差异，因此导致学生在实际的实验操作中，对实验器材使用的熟练度有所不

同。例如托盘天平和刻度尺的使用方法虽然简单,但是根据对学生的调查结果显示部分学生对于它们的操作方法和使用注意事项没有完全掌握,还需加强练习。而高中阶段所使用的实验器材无论是测量原理还是使用方法,难度进一步加大,这无疑更加重了实验基础较差学生的学习负担。其次,高中物理实验更要求实验者操作的严谨性,因此学生只有掌握了有效的实验方法与技巧,规范实验操作,方可更加顺利地完成实验。但根据调查结果,大部分高中物理教师反映初中学生缺乏良好的实验习惯,初中阶段的物理实验教学中也应着重加强学生的实验规范性的培养。同时笔者在实际教学中也发现,部分高中生在进入实验室后急于操作,对器材的使用随意性大、操作顺序安排不恰当、实验结束后对器材的整理不规范、由于操作不规范损坏实验器材等现象时有发生。若学生之间的实验基础素养差异大,教师在实验教学过程中很难做到对不同层次的学生面面俱到,在高中快节奏的教学中,学生会逐渐感到实验学习跟不上、所学知识不能及时消化、积累的问题越来越多,学生的实验学习兴趣会因此而消退,实验热情也会逐渐冷却,最终造成学习上的掉队。

第三点是初高中物理教师交流机会较少,对彼此实验教学的了解程度较低。我国的中学多为初中、高中分别设立,只有少部分的学校初高中合并。在此情况下,初高中教师往来机会非常少,加上学校教育行政部门未能为教师创造研讨的交流平台,导致两学段的教师之间缺乏有效的沟通,对彼此的实验教学内容和课程要求仅是简单了解或者完全都不了解。若初中物理教师不知晓所教授的实验内容在高中的教学要求如何,也不知道是否需要进一步拓展,更不清楚拓展到什么程度,此外也不了解初高中物理对于同一内容阐释的不同之处,更容易使学生产生有出入的片面认识,为学生高中的深入学习造成困扰。若高中物理教师缺乏对学生初中实验内容要求及教学程度的了解,在遇到与初中实验相关联的知识点时,要么不了解学生已经掌握的知识深度,抓不准学生的最近发展区,无意识地对所教内容进行拔高;要么担心学生掌握地不够透彻,反复强调,白白浪费了有限的实验时间,从而不能准确把握教学起点。

第四点是对于初高中相似乃至重复的实验内容,部分高中物理教师的教学目标定位不够明确。我国初高中物理课程的设计采用螺旋式结构,但螺旋式课程设计并非简单地重复知识内容,而是利用学生认知能力的增强不断拓展与加深。^[19]而大部分教师未能认识到螺旋式课程设计的价值,没能对初高中的重复性内容有一个准确的把握,普遍存在着教学目标定位不清的问题。这就使得许多物理教师(特别是青年教师)对待初高中相似或者重复性的实验内容要么仅是简单的复习教学,要么则是忽略了学生对旧知识的实际掌握程度,直接对学生讲授高层次的知识内容,以上两种方式都未能将初高中的实验内容进行有效的对接,无法使学

生体会初高中实验内容的有机联系,由此导致大部分学生认为两学段之间的实验内容没有关联性,在从初中到高中实验的过渡学习过程中存在一定困难。

通过以上分析,可以得出这样的结论:目前初中阶段对学生的实验基本素养的培养与高中对于初中学生的能力期望存在一定差距,而且两个学段的物理教师之间缺乏沟通,对彼此的实验教学方式、教学要求、知识点讲授程度了解度不够,中学物理实验教学的过渡工作做到还不到位,这就导致了初中生在进入高中不能快速适应高中后续的实验学习,造成了初中物理实验教学与高中物理实验教学衔接的缺失。

第 4 章 初中与高中物理实验衔接问题产生原因的探究

经过对物理实验教学衔接相关文献的研读，并依据对初高中师生的调查结果，笔者总结出初高中物理实验内容差异、对学生能力的要求差异和初高中物理教师的教学方式的变化是影响高中学生实验学习的主要因素，因此本章便深入研究这三方面的联系与差异，以期揭示初中与高中物理实验衔接问题的产生原因。

4.1 初中与高中实验教学内容分析

本部分主要以人教版初中物理教科书和人教版高中物理必修系列、选择性必修系列教科书为研究文本，将其中包含的主要物理实验内容，依据力学、电磁学、光学、热学主要学科类别进行统计(见表 4.1)，对比初中与高中的实验教学内容，我们可以明显地看出高中物理实验的难度。

表 4.1 初高中物理主要实验教学内容

学科内容		初中物理	高中物理
力学	长度的测量	1.用刻度尺测量长度	1.长度的测量及测量工具的选用
	运动学	1.用停表测量时间 2.误差的内容 3.测量物体运动的平均速度	1.练习使用打点计时器 2.测量纸带的平均速度和瞬时速度 3.探究小车速度随时间变化的规律 4.研究自由落体运动的规律 5.探究单摆周期与摆长之间的关系 6.用单摆测量重力加速度
	动力学	1.用天平测量固体和液体的质量 2.探究同种物质的质量与体积的关系 3.测量盐水和小石块的密度 4.练习使用弹簧测力计 5.探究重力的大小跟质量的关系 6.探究二力平衡的条件 7.测量滑动摩擦力 8.研究影响滑动摩擦力大小的因素 9.探究影响压力作用效果的因素	1.探究弹簧弹力与形变量的关系 2.用弹簧测力计探究作用力和反作用力的关系 3.探究两个互成角度的力的合成规律 4.探究加速度与力、质量的关系 5.误差和有效数字的内容 6.研究平抛运动的特点 7.探究向心力大小的表达式 8.验证机械能守恒定律 9 验证动量守恒定律

		10.探究流体压强与流速的关系 11.探究浮力的大小跟哪些因素有关 12.探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系 13.探究物体的动能跟哪些因素有关 14.探究杠杆的平衡条件 15.研究定滑轮和动滑轮的特点 16.测量滑轮组的机械效率	10.研究小车碰撞前后的动能变化
电磁学		1.连接串联电流和并联电路 2.练习使用电流表 3.探究串联电路中各处电流的关系 4.探究并联电路中干路电流与各支路电流的关系 5.练习使用电压表 6.探究串联电路中用电器两端的电压与电源两端电压的关系 7.探究并联电路各支路用电器两端的电压与电源两端电压的关系 8.探究影响导体电阻大小的因素 9.练习使用滑动变阻器 10.探究电流与电压的关系 11.探究电流与电阻的关系 12.伏安法测电阻 13.测量小灯泡的电功率 14.研究磁场的方向 15.探究通电螺线管外部的磁场分布 16.探究什么情况下磁可以生电	1.观察静电感应现象 2.观察电容器的充、放电现象 3.研究导体电阻与长度、横截面积及材料的定量关系 4.金属丝电阻率的测量 5.练习使用多用电表 6.电池电动势和内阻的测量 7.探究感应电流产生的条件 8.探究影响感应电流方向的因素 9.探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系 10.观察光敏电阻特性 11.观察热敏电阻特性 12.利用传感器实现简单自动控制的实验
光学		1.探究光反射时的规律 2.探究平面镜成像的特点 3.探究光折射时的特点 4.探究凸透镜成像的规律	1.测量玻璃的折射率 2.用双缝干涉测量光的波长
热学		1.用温度计测量水的温度 2.探究固体熔化时温度的变化规律 3.探究水沸腾时温度变化的特点 4.比较不同物质吸热的情况	1.用油膜法估测油酸分子的大小 2.探究气体等温变化的规律 3.观察玻璃和云母片上石蜡融化区域的形状 4.观察肥皂膜和棉线的变化 5.观察毛细现象

4.1.1 实验测量仪器结构和原理由简单变化为复杂

初中物理实验中主要的测量仪器共有八种,可分为两类:一类是直读式测量仪器,包括刻度尺、停表、温度计、量筒、弹簧测力计、电流表、电压表,只要能够正确使用这些仪器便可通过直接读数获取实验数据。^[20]另一类是比较式测量仪器,例如天平。在这些测量工具(量筒除外)中,其相邻的刻度之间的长度与相关物理量之间都成线性关系,^[20]工具的使用与读数难度较低;而高中实验在初中基本测量仪器的基础上又新增了若干实验器材,例如打点计时器、数据传感器、螺旋测微器、游标卡尺、多用电表等,这些实验测量仪器的精确度提高的同时,与信息技术手段结合的更加紧密,其内部构造和使用方法也更为复杂,对学生的操作要求显著提升。

例如,初中的主要长度测量工具是刻度尺,结构简单,仅可测量规则的物体,且测量的准确度较低。在高中的长度测量工具是游标卡尺和螺旋测微器,测量准确度提升的同时,结构也更为复杂。游标卡尺由主尺和能在主尺上滑动的游标尺构成,既可测物体的长度,又可以测物体的内外径和深度,最高精度可达 0.02mm。螺旋测微器是一比游标卡尺更为精密的测量工具,精度可达 0.01mm,其结构主要包括小砧、测微螺杆、固定刻度和可动刻度,读数依据螺旋放大的原理,测量的范围大大提升。再如在初中电学实验中的测量主要依靠电流表与电压表,仅可测出直流电路中的电流与电压,可间接测量出导体电阻。在高中电学实验中又增添了多用电表(见图 4-4),又名万用表,它是一种集测量电阻、直流电流、直流电压、高压交流电和交流电压等功能于一身的综合测量仪器,功能强大的同时操作难度也较大。学生不仅需要看懂复杂的表盘,还需要掌握电表内部复杂的电路结构,在操作规范的基础上才能准确读数。在测量直流电流时,其功能与电流表相同,多用电表串联在电路中;在测量电压时,其功能与电压表相同,多用电表并联在待测电路两端;在测量电阻时,首先需要两电笔短接,进行欧姆调零,然后再将两表笔与电阻两端相接,并且在每次换档后,都需要重新进行欧姆调零。而且表盘刻度并不均匀,增加了读数的难度。

由此看来,从初中到高中的实验仪器工作原理更为复杂,使用难度显著增加。



图 4-1 刻度尺



图 4-2 游标卡尺



图 4-3 螺旋测微器



图 4-4 多用电表



图 4-5 多用电表表盘

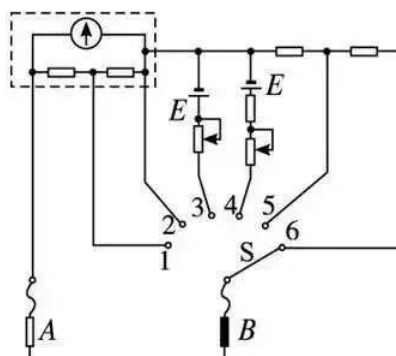


图 4-6 多用电表内部电路图

4.1.2 实验由定性延伸到定量

初中阶段考虑到学生的认知能力和思维能力的发展水平,物理实验以定性分析实验居多,即使部分实验需要学生进行进一步定量分析,一般来说也只是进行简单的公式计算。高中阶段的物理实验对学生的实验分析要求进一步加深,不单单是对实验现象作定性分析,而且还需要学生对实验数据进行较为复杂定量计算,其中数学工具与技巧的应用较多。据统计初中物理的学生实验中定量实验仅占比27%,而高中则高达80%。因此升入高中后的学生不能适应高中的物理实验教学也是在所难免。例如在“探究导体电阻大小的影响因素”实验中,初中阶段要求学生通过控制变量,对比不同情况下通过导体电阻的电流大小,探究得出影响电阻

大小的因素。而高中在该实验中则要求学生在探究出导体电阻影响因素的基础上,探究出导体电阻与各因素之间的定量关系,进而得出电阻定律。再如在“探究光的折射特点”实验中,初中阶段仅要求学生通过实验,观察光的折射现象,探究出光的折射特点。而高中阶段则要求学生通过光的折射现象的实验,测量多个入射角和折射角,找出实验数据之间的关系,进而总结出光的折射定律。

由此看来,从初中到高中的物理实验难度提升,也体现在实验分析从定性到定量的变化。

表 4.2 初高中物理定性实验与定量实验个数的对比

	定性研究	定量研究
初中	19	7
高中	3	12

4.1.3 教学目标从低层次变化为高层次

高中物理实验是初中物理的拓展与延伸。不仅实验分析要求上有了显著的提高,实验内容的结构层次也在不断地递进,教学目标逐步从低层次转变为更高层次。如在运动学部分,初中的实验内容只涉及匀速直线运动,而在动力学部分实验中,也需要利用物理做匀速运动这一条件来进行测量,可见在初中阶段在运动学和动力学实验中仅限研究至匀速直线运动层面。而在高中运动学实验内容则由初中的匀速直线运动直接过渡到匀变速直线运动,不仅研究匀变速直线运动的特点和规律,还要分析物体运动发生的原因、探究加速度与力、质量的关系。并由直线运动逐步递进至曲线运动研究,包含平抛运动、匀速圆周运动等,实验的综合程度明显提升,对学生思维能力要求也不断攀升。再如初中“探究二力平衡的条件”实验中,教学目标为:经历二力平衡条件的实验过程,归纳总结出二力平衡的条件。而高中在“探究力的合成规律”实验中,教学目标由初中的“探究同一直线上力的合成”变化为更高一层次的“利用实验探索出互称角度的两个共点力的合成规律,归纳总结出力的合成的平行四边形法则”。

此外对于初高中均具有的重复性实验内容,看似仅是简单的重复再现,但他们的呈现方式、教学侧重点也绝不相同。例如欧姆定律在初、高中物理中均属于重要的知识内容,是一系列电学问题得以解决的纽带和桥梁。初中阶段主要是对部分电路欧姆定律的实验研究,教学目标更侧重于对通过实验帮助学生掌握欧姆定律。高中阶段则是在学生对部分电路欧姆定律的理解与掌握的基础上,建立电源电动势和内阻的概念,从功能关系的角度来深入研究闭合电路欧姆定律,完善对欧姆定律的认识。

4.1.4 实验数据处理方法的变化

实验数据及其处理方法是分析和讨论实验结果的基本依据,在初高中时期涉及到的物理实验数据处理的难易程度有很大的不同。

虽然初中物理实验对于实验数据处理的要求较低,一部分实验仅通过观察实验现象便可得出实验结论,其中并没有涉及到数据的处理。但在大部分实验中仍要求学生运用一些处理方法对实验数据进行处理。据统计(见图4-7和表4.3),在初中物理实验中数据处理时使用频率最多的是列表法。列表法,顾名思义就是在记录和处理实验数据时,将数据列成表格的形式,这样不仅可以简单明了地找出有关物理量之间规律性的联系,还可以及时检查出数据的合理性,减少和避免错误。此方法是实验数据处理中最基本的处理方法,其他实验数据处理方法的大多是建立在列表法的基础上。例如在“研究影响滑动摩擦力大小的因素”实验中,通过列表格直观清晰地比较出在不同情况下的弹簧测力计的示数,进而找到影响滑动摩擦力大小的因素。其次是图像法,图像法是将两组数据之间的关系以图线的形式表示出来,可以直观地显示物理量的变化规律,也能准确确定物理量的量值或求出有关常数。例如在“探究固体熔化时温度的变化规律”实验中,将实验数据以温度-时间图像的形式呈现,通过分析图线的变化趋势便可得出固体熔化过程中温度变化的特点及各个时间点的固体温度;在“探究电流与电压的关系”实验中通过计算I-U图像的斜率便可发现它们的比例关系。除列表法和图像法外,解析法、平均值法及公式法在初中物理实验数据处理中也有运用。

在高中物理实验中涉及的实验数据处理方法更加多样、也更加繁琐。经统计(见图4-7和表4.3),除最基本的列表法外,对数据处理的方法使用最多却是初中阶段使用较少的是公式法。公式法,顾名思义就是充分利用数据,将多组数据代入公式求解的方法。例如在“研究匀变速直线运动”的实验中要利用纸带来分析物体的运动,而逐差法是纸带问题处理的重要方法之一,因此需要学生通过逐差法公式计算处理数据,才能得出物体运动的加速度。其次是图像法,可见图像法在初高中物理实验中均有普遍运用。但对比来看,高中阶段的图像法更像是初中图像法的进阶版:初中的实验数据图线基本是直线,作图的步骤和要求没有高中物理教学中的严谨与规范。而高中的多数实验图线为曲线,作图规则、布局设置、描点、连线等处理过程对学生的协调能力要求较高。此外学生不仅需要能通过图像弄清楚两个物理量之间的对应关系,还要明确图像所反映的物理内涵,包括图线曲直、函数单调性、图像的“轴”、“斜率”、“面积”、“截距”等特征量所表示的物理意义。例如在“测定电池电动势和内阻”的实验中,U-I图像延长线与纵轴、横轴的交点分别表示电源电动势E和短路电流 $I_{短}$,斜率的绝对值表示内阻,某一点的水平延长线、竖直延长线与横轴、纵轴围成的面积表示电功率。此外随着

高中定量实验逐渐占据主导地位,解析法的使用频率也明显攀升,需要学生运用解析法来定量地确定函数关系。例如在“探究平抛运动的特点”实验中,除了要用到图像法外,还要根据小球下落过程的位置坐标,利用解析式来分别判断水平方向和竖直方向的运动情况。

表 4.3 初高中物理实验数据处理方法频数统计

	列表法	平均值法	图像法	解析法	公式法
初中阶段 (共 34 个)	34	5	10	8	4
高中阶段 (共 25 个)	19	4	10	9	12

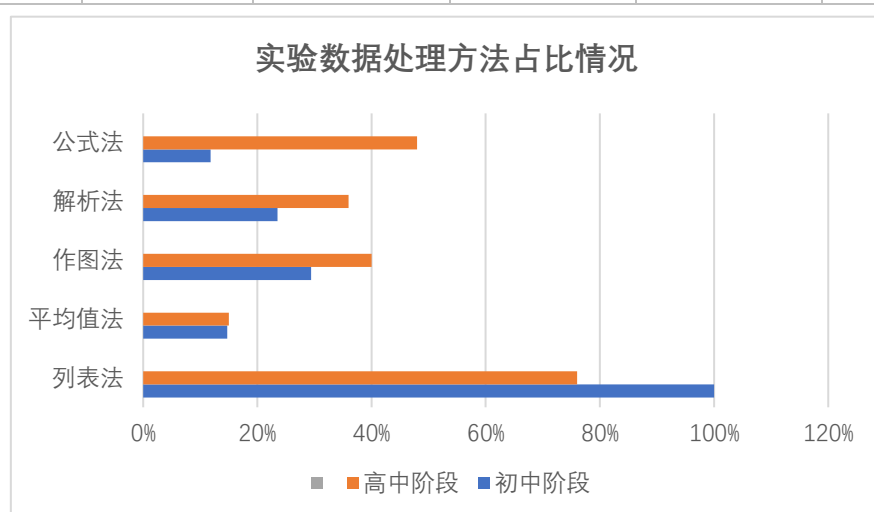


图 4-7 初高中物理实验数据处理方法占比统计

4.2 对学生能力要求的变化

初高中物理教材实验部分的知识内容是依据学科特点和学生的认知发展规律来编排的,知识难度逐层提升、逐步升华,因此高中物理实验对学生各方面的能力提出了更高的要求。

4.2.1 数学能力要求

物理学有高度的抽象性、严密的逻辑性和丰富的辩证性,这些特点决定了数学不仅是物理学习的表现形式,更是学习和掌握物理的主要工具。^[21]在上文的分析中我们发现初中物理实验研究偏重于实验现象的观察和定性分析,运用数学工具处理数据在实验中并不突出,仅是通过公式简单计算或对图像简单分析来处理数据。而在高中阶段,对实验内容也由浅层的定性分析逐渐深入到定量的研究,数学工具的灵活运用已经成为能否得出实验结果的至关重要的手段。要想获得更

为严格的定量结论,就需要对数据进行严谨的数学处理,要求学生具备数形结合的能力,运用数学工具详细处理、分析数据。例如在物理实验中经常使用模型法来简化、直观化物理过程和物理实体。在“油膜法测分子直径”实验中,为了使学生更加理解实验,便将油酸分子看作是一个个紧密排列的球体模型,进而通过测量单分子油膜的厚度,求出油酸分子直径。

4.2.2 思维能力要求

在初中物理实验研究中,对学生的思维能力要求较低,学生往往仅通过观察实验或简单的数据处理便能得出实验结论,其中静态思维多于动态思维。而高中物理实验除了要求学生能够熟练地运用数学知识、图像来分析实验数据之外,一般还需要学生具有发散思维、逆向思维、转换思维等,对学生的思维品质要求较高。例如在“探究加速度与力、质量的关系”实验中,无论是探究 a 与 F 的关系还是探究 a 与 m 的关系,对于实验数据的处理都可以采用图像法来研究,画出 a - F 图像和 a - m 图像(见图 4-8、图 4-9)。 a - F 图像为一条过原点的直线,说明了质量一定的情况下,加速度与外力成正比;而 a - m 图像是一条曲线,如果 a - m 图像是双曲线,可猜想其间存在反比关系,但仅通过该图像直接检验该曲线是否满足反比例函数关系并非易事,这就要求能够转换思想,发散思维,化曲为直:将探究加速度 a 与质量 m 的关系转换成探究加速度 a 与质量倒数 $1/m$ 之间的关系,将双曲线转变成直线来验证猜想,作出 a - $1/m$ 图像(见图 4-10),如果图线是一条过原点的直线,那么就可以证明 F 一定时,加速度 a 与质量 m 成反比。这一化曲为直的处理方法无疑对学生思维的灵活性提出了一定的要求。

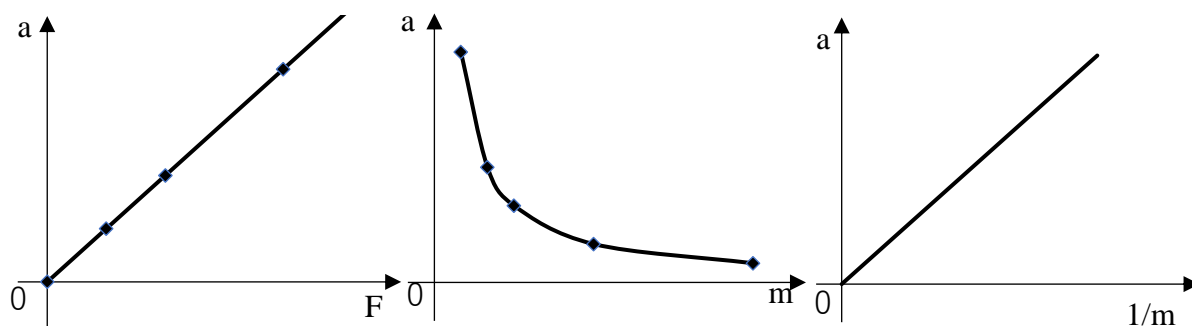


图 4-8 a - F 图像

图 4-9 a - m 图像

图 4-10 a - $1/m$ 图像

4.2.3 操作要求

实验操作能力是指在一定的实验任务或目标的驱动下,调用所有已知信息,借助于实验装置,运用适宜的实验手段完成计划任务、达成预期目标的能力。^[22]具体来讲实验操作主要就是指对实验数据采集的过程,主要包含实验器材的识别与选取、实验器材的安装与调试、实验装置的操作与观察、数据的读取与记录。考虑到初高中学生的认知水平和能力的差异,因此对学生的实验操作能力的要求也大不相同。初中物理实验更注重学生对于实验基础的掌握,要求学生具有初步的实验操作技能,相比之下高中物理实验更注重学生对于实验操作手段的灵活运用,要求学生在熟练掌握实验基本操作技巧的基础上不断地提高自身的科学素养。

在实验仪器的识别与选取上:初中物理要求学生阅读简单器材的说明书,了解器材的名称、使用方法、读数方法及注意事项,具体做到“会学”、“会接”、“会调”、“会读”;能够将文字与原理图与实物图像相对应,并能按照实验目的和要求,选择相匹配的实验仪器。而高中阶段则进一步要求学生能够熟练并规范使用基本仪器完成测量;而且对于实验器材的选取更加注重合理性及灵活性,并要求学生能够以控制实验误差作为基本的选择依据,尽可能地提高实验测量的精确性。

在实验器材的安装与调试上:除了已经成型的仪器不需再额外组装外,物理实验中仍有很多器材需要重新组装,才能进行实验操作。在此环节中,初中阶段要求学生根据实验步骤及实验要求能够按照一定的次序进行正确组装与连接,并将实验器材摆放合理,便于观察、读数与操作。高中阶段在此基础上还要求学生具有对实验器材与实验装置进行预备性调试的意识,减少实验仪器的损坏。此外高中的物理实验操作过程中还要求学生具有误差意识,在实验器材的组装过程中秉承减小误差原则,对于组装模式进行慎重考虑。例如在伏安法测电阻的电路连接方式的选择上,为使测量结果更加准确,应根据不同的实际情况选择最佳的电路连接方式。当待测电阻远小于电压表内阻时,应选用外接法;当待测电阻远大于电流表内阻,则选用内接法。

在实验装置的操作与观察上:此环节是实验过程的关键环节,初中物理实验过程中该环节注重对实验现象的观察与归纳,要求学生在教师的指导下能按照操作要求使用简单实验仪器进行操作;能够按照既定的实验步骤,有针对地对实验现象进行观察;同时还应能够排除简单的实验故障,具备安全操作的意识。而高中物理实验的操作环节更注重对实验数据的测量与采集,要求学生能够按照合理地实验步骤与正确的操作规范,熟练、自主、有序、安全地进行实验的观察、测量与读数。

在实验数据的读取与记录上:初中阶段对于数据读数的要求较低,只有在用刻度尺进行长度测量时需要对数据进行估读,其余测量仪器在无特殊说明外一律

不要求估读。而随着实验研究对于数据的精确度要求的提升,高中物理实验要求学生掌握有效数字概念,同时也能够按照有效数字的读数规则来读取实验数据。

4.2.4 科学探究能力要求

初中物理中的科学探究,主要借助实验现象,引导学生通过观察、操作、体验等方式,经历科学探究过程,并能通过简单的数据处理,总结归纳出实验结论,初中科学探究侧重于经历体验;而高中物理的科学探究,首先要求学生明确实验原理,然后经过合理的方案设计、严谨的实验操作、准确的记录数据,接着利用数学工具科学地处理实验数据,并进行误差分析,最终归纳总结出物理规律,全方位地培养学生的科学探究能力,高中物理实验探究侧重于能力的培养。而且高中物理中的科学探究不全是实验探究,其研究手段更加丰富多彩,科学探究侧重于理解与运用物理学的思想和研究方法。^[23]因此从初中到高中,科学探究要实现由经历、体验向设计、探究的转变。

对比初高中物理课程标准,可以发现在对科学探究的具体能力上,高中阶段对学生的要求明显高于初中。初中阶段主要从七个方面对学生的科学探究能力提出要求,包括提出问题、猜想与假设、设计实验与制定计划、进行实验与收集证据、分析与论证、评估、交流共七个要素。^[24]高中则在其基础上进行细微调整,主要从问题、证据、解释、交流四个要素方面提出了具体要求。在问题层面上,初中阶段要求学生能在对日常或实验现象的观察中发现并提出与物理相关的问题,高中则要求学生具备科学探究的意识,能从不同角度提出并准确表述可探究的物理问题并提出合理的猜测;在证据层面上,初中阶段只要求学生经历设计实验与制订计划的过程,会使用简单仪器进行实验并按要求完成操作、记录,而高中则要求学生能制订出具有可操作性的科学探究方案并能灵活选用合适的器材使用各种科技手段和方法获取数据;在解释层面上,初中阶段要求学生知道简单的数据记录和处理方法、能进行简单的因果推理并尝试运用自己的语言对探究结果进行描述与解释,还能会写简单的实验报告。而高中则在尝试的基础上要求学生能运用各种方法与手段分析、处理数据,总结规律,并能使用科学术语准确表述探究过程与结果,除此之外还应能够撰写完整规范的科学实验报告;在交流层面上,初中要求学生能陈述探究的问题、过程和结果,而高中阶段不仅要求学生具有交流的意识,还要求学生能够反思实验探究过程与结果。^[25]可见,高中物理科学探究对于学生并不是一道可以轻松跨越的门槛,这就要求初高中物理教师能准确把握科学探究的广度和深度,实现初中与高中的顺利“接轨”。

4.3 教学方式的变化

初中阶段的学生刚刚接触物理,对物理有着强烈的求知欲望,但遇到较为抽象的物理概念与规律时,学习的积极性便会逐渐消散。因此初中物理实验更加贴近生活,更注重实验的趣味性和可操作性,例如隔空喝水实验、水倒流实验、会拐弯的水柱实验、浮沉子实验等等。初中物理教学活动主要是通过教师讲授与演示,学生是观察的主体。即使在学生动手实验中,由于学生缺乏实验经验,实验活动中依然需要教师的引导和示范,学生更多的是按照既定步骤或在教师的指导下操作并观察记录现象,因此学生多处于被动学习地位。而在高中物理实验学习中,多数实验需要进行定量分析,如探究加速度与力、质量的关系、探究向心力大小的表达式、用单摆测量重力加速度等等,对于学生的实验的设计、实验操作、数据处理能力有了更高标准的要求,物理实验的趣味性随之降低,教师不再是教学的中心,在实验教学活动教师主要采用启发导学、自主探究的教学方式,更注重学生的自主学习能力、实践能力、创新能力、合作能力的培养,即使是演示实验也往往师生协同完成。

由此可见从初中到高中的实验教学中教师由引导示范的教学方式转变为协同配合的教学方式,学生逐渐由观察的主体转变为操作的主体,学生的实验主体地位显著提高。

第5章 初中与高中物理实验教学衔接问题的优化建议

从前面章节的分析中我们可以看出：初高中物理实验的内容及要求之间存在较高的台阶，中学物理教师不加注意和调试，很容易使升入高中学习的学生出现物理实验学习不适应的局面。

物理实验是中学物理教学的重要组成部分，初高中物理实验学习的平稳过渡对学生高中物理学习起到积极的促进作用。做好初高中物理实验“衔接”工作，不是简单地为学生进行实验知识的“查漏补缺”，而是需要多方面合作、统筹安排的系统工程。^[26]既要从高中物理实验教学的角度考虑如何降低台阶，又要从初中物理实验教学角度考虑如何垫高台阶；既要从学校、教材方面进行改善；也要从教师教法角度进行优化，只有全方位地采取针对措施，才能帮助学生顺利迈过高中物理实验的高台阶。本部分将依托以上章节对初高中师生的调查结果分析和对衔接问题产生原因的深入探究，结合具体教学案例，从初中和高中两个角度提出以下几点衔接优化建议。

5.1 巧用课堂生成性资源，适当对实验知识进行拓展与延伸

考虑到学生的认知发展规律，初中阶段物理问题的研究大多会受到一些特定条件的制约，对物理概念、规律的阐释比较粗浅，不像高中阶段对于物理问题的研究那么深入、细致，由此导致两阶段在对某些问题教学上存在“分歧”。而这种分歧势必会给学生高中物理实验的学习造成一定的阻碍，但又不能将高中知识生硬地搬入初中物理实验课堂，加重学生的学习负担。因此笔者提出初中物理教师可以巧妙地利用实验过程中的生成性资源。

在新课程教学改革实施以来，课堂教学已经开始由封闭性的传统课堂向开放性的创新课堂转变，课堂中出现非预设性的意外因素是非常普遍的现象。而在物理实验教学中更容易出现各种各样的意料之外的学生问题及现象，而这些生成性问题又恰恰是燃起学生探索欲望的天然催化剂。叶澜教授曾提出：“学生在课堂活动中的状态，包括他们的学习兴趣、积极性、注意力、学习方式和思维方式、合作能力与质量、发表的意见、建议、观点、提出的问题及争论乃至错误的回答等，无论是以言语，还是以行为、情感方式的表达，都是教学过程中的生成性资源”。^[27]同样地，对于物理教师而言，捕捉并科学地利用这些生成性的教学资源，不仅可以帮助学生解决心中疑虑，还可以适当地对所学知识进行拓展与延伸，为学生将来的深入学习奠定坚实的基础。

下面笔者就以人教版初中物理“探究电流与电阻的关系”和“探究并联电路中电压的规律”实验的教学片段为例，来探讨如何利用课堂生成性问题，加强初高中物理实验的衔接教学。

教学片段 1：初中物理“探究电流与电阻的关系”实验教学片段^[28]

师：我们现在要探究电流与电阻的关系，在实验中应该控制哪一因素不变？改变哪些因素？

生：控制电阻两端电压 U 不变，改变电阻 R 的大小。

师：那具体应该怎么操作呢？

生：我们小组认为保持干电池的节数，电压就不会改变了，可以将不同的已知阻值的电阻接入电路中，记录下电阻的阻值和对应的电流表的示数。

师：想法不错，你能将你们小组设计的电路图向同学们展示一下吗？

该生将小组内设计的电路图画在黑板上，如图 5-1 所示。

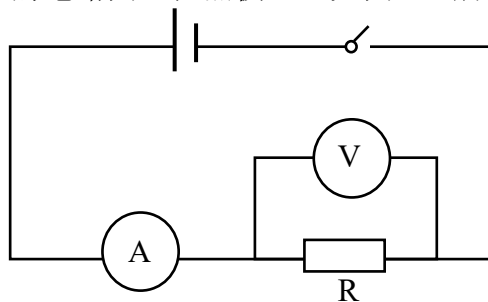


图 5-1 电路图

师：这个设计思路我们听起来非常合理，那究竟能不能成功呢？我们一起来看看（教师在讲台上进行实验演示，电源由两节新的干电池组成，按照上图连接电路，闭合开关，并要求学生仔细观察电表的示数变化，结果依次将 5Ω 、 10Ω 、 15Ω 的电阻接入电路时，对应的电压表的示数变化分别为 $2.5V$ 、 $2.7V$ 和 $2.8V$ ）

学生质疑：并没有改变电池节数，为什么电压表的示数不断变化呢？

教学片段 2：初中物理“探究并联电路中电压的规律”实验教学片段

师：经过我们刚刚的探究得出：串联电路中小灯泡两端的电压之和等于电源两端电压，那么将两个灯泡并联在电路中呢？会出现什么现象？具有什么规律呢？

（教师将两个小灯泡并联，闭合开关，同学们纷纷提出，两个灯泡一样亮，两端的电压应该是相等的）

师：啊，有的同学猜想：并联电路中小灯泡两端的电压相等，那么如果我将其中一个小灯泡取下来，那么另一个小灯泡的亮度应该如何？

生：应该不变。

师：好，那我们就一起来看一看。

教师在讲台上演示，将其中一个小灯泡取下来，结果发现仍然连在电路中的灯泡变得更亮。

上述两个教学片段均出现了一些初中生无法用已学知识解释,甚至与课本中给出的实验结论不一致的实验现象,学生难免会感到困惑:为什么电阻两端的电压不等、为什么灯泡的亮度会变化?而这些问题都与高中阶段的“内阻”知识有关,有的教师认为初中考试中不涉及“内阻”知识,因此没有必要教授给学生,或是即使讲了,学生也不一定能理解,反而加重了学生的学习负担。但笔者认为,如果教师对“内阻”问题采取回避或模糊处理,学生通过实验现象仅是粗略地得到了实验结果,强行接受了这个结论,而对于实验现象出现的原因仍旧不清不楚,学生反倒是越发困惑。

因此笔者认为可以进行“过度教学”,但有几点注意事项。首先要把握好引入高层次知识的时机,要在“意外”的实验现象出现之后,在学生疑惑不解之际,再适时地引入相关的拓展性知识。其次要着重考虑学生的学情,注意引入高层次知识“度”的把握,不宜盲目拔高。例如在“探究并联电路中电压的规律”实验中,学生头脑中还没有电阻的认知结构,这时候如果引入内阻的概念,未免有些强人所难。而在“探究电流和电阻的关系”实验中,学生已经具备了对于电阻的认知,因此这时“内阻”问题对于初中生而言并非难度过高的问题,学生根据生活经验和已有知识可以理解“电阻对电流会有阻碍作用,故而电流通过消耗电源提供的一部分的能量转化为其他能量”,加之生活中充电器等电源插头也会发热的现象,很容易迁移到“电源内部也存在着电阻”,内阻的概念就呼之欲出了。因此教师可以在学生发现了电压示数不一致的矛盾现象时,首先要引导学生自己思考原因,提高学生学习的积极性和主动性,在学生思考无果时,再适当引入“电源内阻”的概念即可。接下来教师不妨再在学生设计的电路图 5-1 的基础上作“等效替代”处理(如图 5-2),相当于在理想条件下又串联了一个定值电阻,这样电压变化的问题便迎刃而解,不仅不会增加学生的学习负担,反而拓展了学生的视野,有利于学生电学知识的螺旋式上升,为高中进一步学习内阻知识以及设计测量电源内阻的实验方案埋下伏笔。

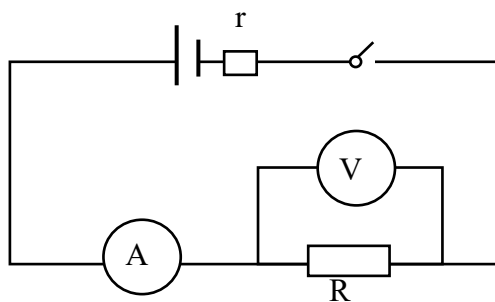


图 5-2 等效电路图

5.2 增设过渡性的半定量实验，提高学生的量化分析意识

由于学生认知能力的制约，初中阶段的物理实验研究主要以定性分析为主，实验过程中学生的参与仅停留在基础操作、实验观察和对现象的归纳，对数据的科学处理与深入分析涉及较少。但相比于初中，高中物理实验研究逐步由定性实验为主体转变为定量实验为主体，对数据的分析更加深入，实验数据的处理方法更加多样、更加复杂，在研究问题、分析问题的深度和广度上都有了明显的提高，加之目前初中物理实验教学中对实验数据的处理和分析的教育重视不够，导致学生在面对较多实验数据时无从下手，这在很大程度上为学生高中阶段物理实验学习带来障碍。因此这就需要初中物理教师在平时的实验教学中能够有意识地培养学生灵活处理数据、分析数据的能力，促进初高中物理实验衔接教学。

笔者认为初中物理实验中可以适当增设过渡性的半定量实验，适时地渗透定性与半定量的分析方法，使学生逐步具备量化分析的意识。下面笔者就以八年级物理“物体的浮沉条件及应用”一节中的“盐水浮鸡蛋”实验为例，对实验教学衔接进行优化处理。

在教材中通过呈现鸡蛋在不同密度的液体中的不同位置来描述物体的漂浮、悬浮和下沉三种状态，并结合二力平衡条件和力与运动的关系来描述物体的浮沉条件。笔者认为教师不妨尝试在教材原有实验的基础上，对实验要求进行适当改造，将单纯的定性演示实验合理地改造为半定量探究实验，挖掘学生的思维潜能。

拓展一：变定性演示实验为半定量探究实验

教材中的实验器材主要包括：透明容器、盐、水、生鸡蛋。在教学中，教师仍可以利用这些器材进行内容拓展，鼓励学生自行设计实验方案，采用不同的方式来实现鸡蛋从沉底-上浮-悬浮-漂浮的运动过程（见图 5-3），但在要求上有所变化，不仅要求学生分析在此过程中浮力的变化情况，还要并作出浮力变化的图像，进而总结归纳出物体的浮沉条件。



图 5-3 鸡蛋的浮沉过程

在教师的引导下，学生可形成初步的实验思路：

思路 1：由于鸡蛋本身的重力并不会改变，而根据 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$ 可知，若改

变液体的密度,鸡蛋所受的浮力也会随之改变,因此通过加盐便可实现沉浮过程,同时记录下不同状态下添加食盐的质量,通过公式运算便得出浮力的变化值。

在具体操作过程中,可能会存在部分学生没能控制好食盐的添加量,导致鸡蛋没能悬浮在盐水中,而直接漂浮在溶液表面上。这时教师可以利用此情境或创设此情境,来引导学生逆转实验过程,达到实验目的,进而锻炼学生思维的变通性和创造性。

通过学生的自主思考和教师的适当引导,学生完全可以提出另两种实验思路:

思路 2: 既然改变液体的密度能实现鸡蛋的沉浮过程,那么除了添加食盐,增大溶液的密度外,还可以在浓盐水中添加水,减小溶液的密度,便可使鸡蛋不断下沉,同时还需记录下添加水的质量。

思路 3: 使鸡蛋悬浮在溶液中是此实验中的关键,而处于悬浮状态的鸡蛋, $F_{\text{浮}} = G$,再根据 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}} = \rho_{\text{盐水}} g V_{\text{鸡蛋}}$ 可知,只要知道溶液密度便可知道添加食盐的质量,因此可以先通过理论推理得出确切的食盐添加量,再应用到实验中,便可省去不断尝试的过程,做到事半功倍。

拓展二: 拓展数据处理方法

在实验操作结束后,教师进一步要求学生根据记录的实验数据,作出浮力随食盐或水的加入而变化的图像(见图 5-4、图 5-5),教师也可根据实际教学情况来适当补充图像法的制图标准,力求从定量的角度拓展学生的思维,并结合图像的绘制与分析,增强学生的数据处理与表达能力。

在拓展一中对实验要求的稍加改造以及拓展二中对数据处理方法的拓展,可有效地将学生的注意力从单纯地观看实验现象转化到实验方法的发散和实验数据的处理等方面上来,充实了原有实验的内容,使学生在层层深入的实验过程中,不仅分析出物体的沉浮条件,还提升了学生的量化意识,更加深了对科学探究过程的了解,可谓一举三得。

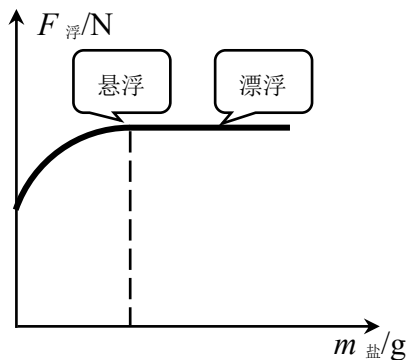


图 5-4 $F_{\text{浮}}-m_{\text{盐水}}$ 图像

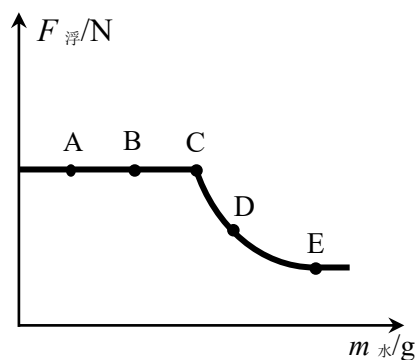


图 5-5 $F_{\text{浮}}-m_{\text{水}}$ 图像

5.3 引导学生亲历探究实践过程，破除认知误区

在物理学习过程中，学生往往会因为先前的知识、经验、习惯等而形成固定认知倾向，对分析、判断物理问题造成影响，形成思维定势。^[29]积极的思维定势能够使学生举一反三，促进学生高效地获取新知识，而消极的思维定势则会使学生囿于原有的不严谨的或错误的认知中，对后续的学习产生一定的干扰或前摄抑制作用。考虑到初中生的认知水平，初中实验对于实验器材、实验过程、实验条件均作“理想化”设定，对物理本质的研究不够深入细致，加之学生的辩证思维还不够发达，考虑问题更倾向于表面化，因而在高中物理实验学习中更容易先入为主，给学习带来负迁移。因此这就要求高中物理教师在平时的实验教学中能够重视并有效地破除学生的认知误区。

接下来笔者以“串联电路和并联电路”一节中的电表改装部分内容为例探讨如何有针对性地破除学生的认知误区。

（1）创设认知冲突,纠正思维定势

在转化思维定势的消极影响中，创设认知冲突是重要前提，它能够充分调动学生的求知欲望，提高学生学习的积极性与主动性。因此高中物理教师应充分了解学生的认知误区，才能有针对性地消除其负向迁移。

电表的改装是高中物理电学部分的主要考点，同时也是学习的难点。电表的改装究其根本其实是串并联电路规律的实际应用，但学生对电流表和电压表的认知还停留在通过电表的表盘示数读出电流和电压大小这一层面，对于内部的结构及测量原理知之甚少；加上受初中理想化模型的影响，具有电流表连入电路相当于导线接入、电压表连入电路等同于电路开路、电流表只能测电流、电压表只能测电压的思维定势，对于电流表和电压表之间的改装心存芥蒂。针对以上认知误区，笔者认为教师可从学生认知上的冲突“电流表可以测电压”出发，激发学生的好奇心和探究欲望，然后引导学生对电流表和电压表的内部结构进行观察、比较与分析，得出电表内部都有一个相同的元件，随后教师再详细介绍表头，并对表头的工作原理做好适当引申，为之后的教学埋下伏笔。学生在经历亲自探查后，不仅更容易摆脱固有思维的限制、接受新知，更为之后的科学探究搭建了支点。

（2）以系列问题为驱动，纠正思维路径

问题是激发学生进行探索的源动力，只有在不断解决问题的过程中，学生才能逐渐的纠正原有的思维路径，完成对新的知识建构。

问题 1：如何将表头改装为一个电压表

学生根据欧姆定律 $U = IR$ ，很容易可以得出只要将电流表的刻度与电压表的示数进行对应，便可将表头看成是一个电压表，但由于表头自身的电阻很小，因此改装后的电压表的量程也很小。

问题2：如何增大改装后的电压表的量程

学生有了前面分析的基础并通过观察电压表内部的电路连接方式，学生经过小组讨论可以顺利分析得出：由于表头可测的最大电压为 $U_g = I_g R_g$ ，而表头的满偏电流 I_g 不可改变，因此若想增大表头可测的最大电压，需要再串联一个电阻，来分担部分电压。

（3）实践验证，巩固新知

纸上谈兵不如实际操作改装更具有说服力，因此教师可增设实验验证环节。考虑到学生还尚未学习多用电表的使用，因此教师可提前测好微安表的满偏电流与内阻，要求学生利用合适的器材自制一个量程适宜的电压表。此设计不仅能使学生对新知的印象更加深刻，还可以完善学生对于电表理想化处理的认知。

5.4 根植学生学情，准确把握实验教学的生长点

我国现行的中学物理实验课程采用“螺旋式上升”的教学结构，高中物理实验内容既涵盖了初中的部分知识，又在其基础上进行了延伸与拓展，如“探究二力平衡的条件”与“探究两个互成角度的力的合成规律”、“探究影响导体电阻大小的因素”与“研究导体电阻与长度、横截面积及材料的定量关系”、“光的折射现象”与“光的折射定律”等等。这样的设计虽然会大大降低学生对新知识的陌生感，但无疑是对高中物理教师的实验衔接教学提出了较高的要求。如若将已学知识再按初中的程度进行复习教学，有重复累赘之嫌，很难调动学生的学习兴趣；但若直接进入深层次知识的学习，学生的遗忘将会阻碍新旧内容的衔接，给新知识的学习带来一定困难。^[30]因此笔者建议教师应抓住学生的课前预习时间，引导学生自主梳理并整合旧知识，这样在正式的实验教学中便可大大提高教学的高效性。

下面笔者就以高中物理“研究导体电阻与其影响因素的定量关系”实验为例，基于学生的认知起点，对本堂课的教学设计进行新的尝试。

（1）设置预习学案，唤醒学生对已有知识的记忆

奥苏贝尔的同化理论的核心观点：意义学习是通过新旧知识的同化才得以发生的。因此在正式教学之前应唤醒学生认知结构中对已有知识的记忆，引导他们对其进行梳理与整合，而课前预习学案便是一个绝佳选择，不仅可以帮助学生整合所学的旧知识，还可以充分利用学生的课前时间，督促学生养成良好的预习习惯。预习学案的内容可以结合实验方案设计、实验结论的总结归纳等初中实验内容和相关高中知识，以实验分析题、填空题等形式要求学生课前独立完成，旨在为接下来的实验学习进行预热。

（2）实验探究，培养实验能力

关于本实验的研究内容,学生并不陌生,学生在初中就曾探究过影响导体电阻大小的影响因素的定性实验,具有一定的实验基础。因此无论是设计电路、连接电路还是记录数据都可完全交给学生自主完成。相对比而言,本实验的数据处理环节对于学生来说却是一个全新的内容,尤其是对电阻与半径的定量关系的处理,可能会是一个潜在的障碍。对此教师可根据学生的实际情况选择一个恰当的时机来引导学生类比“探究加速度与力、质量的关系”实验中“化曲为直”的转换思想,运用图像法得出: $R \propto L$ 、 $R \propto 1/d^2$ 或 $R \propto 1/S$ 。

(3) 理论探究,培养逻辑推理能力

物理学不仅是一门定量的精密科学还是一门逻辑严密的理论科学,因此仅利用一种材料通过有限的几组数据所得到的结论还不足以说明实验结论的普遍性,还需要经过进一步严密的逻辑推导,因此在实验探究后,可增设理论探究环节。学生根据串并联电路的电阻规律很容易便可推导出实验结论,随后再引导学生将比例关系转化数学表达式,这样一来电阻率的概念自然而然便会浮出水面。这样的处理不仅可应从理论和实验两个角度来验证实验结果的正确性,还有利于培养学生严谨认真的科学态度。

5.5 对初高中物理衔接的建议

本部分依托对初高中物理教师与学生的调查问卷结果分析并结合对初高中物理教材内容的对比分析,从教师、教材、学校三个角度对初高中物理实验衔接提出建议。

5.5.1 中学物理教师应立足课本,加强“跨学段”研讨

从第4章的分析可以看出,初中到高中物理实验教学的内容从广度、深度及对抽象思维程度的要求上都有了极大的提升,因此为帮助学生顺利完成实验学习过渡,中学物理教师不应仅考虑自身教学阶段的教学内容,应带有全面发展的眼光来钻研初高中物理教材及相应的课程标准,力求找出它们在知识内容、探究方法、操作技能等目标要求的区别与联系,这样才能在课堂教学开展的过程中抓准学生实验学习的提升点,帮助学生实现知识内化,学力完善。^[31]除此之外,在条件允许的情况下,初高中物理教师还应尽可能参与双方课堂交流活动。让初中教师走进高中的实验教学课堂,了解高中阶段对学生能力的需求,进而在自身的实验教学中适当提高教学要求,提高学生的综合实验能力;同时让高中教师走进初中的实验教学课堂,了解初中的教学情况及学生的实验基础。只有初高中教师通力合作,充分了解对方的实际教学情况,才能在自身的教学中做到有的放矢,从

而逐步完善初高中实验教学的衔接工作。(关于初高中实验的衔接内容,笔者在附录七中罗列出来,供教师教学参考)

5.5.2 物理教材的编写应体现数学与物理的密切联系

实验数据处理环节是实验活动的重要组成部分,数据处理方法的选取是否得当、数据是否得到科学处理都会直接影响实验结论的准确性。而数学方法又是物理实验数据处理的基础,在数据处理中具有独特的作用,这就需要学生做到将数学与物理学科巧妙地融合,掌握并灵活运用数学工具。

初中物理实验多要求进行定性分析,需要对实验数据进一步加工处理的实验较少,因此学生仅需具备正比例函数知识即可。而到了高中需要数据处理的定量实验明显增多,涉及到的数学方法也愈加复杂,如逐差法、反比例函数、二次函数、三角函数等等。虽然其中有些知识学生在初中就已经学习过,但教师并未对数据处理教学给予足够的重视,导致大部分学生并不清楚数学方法如何应用于数据处理中,缺乏使用数学工具的意识,更不具备灵活运用能力,加之还有些数学知识与高中物理课程在教学安排上彼此脱节,在这无疑是为初高中物理实验衔接又增加了一道门槛。

因此笔者建议在初中物理教材中应增设关于数学方法在高中物理实验中应用的小专题,充分体现出数学方法与物理实验的联系,帮助学生了解这些数学工具。例如在初中物理中探究同种物质的质量与体积的关系、探究重力的大小与质量的关系或其他要求使用图像法处理数据的实验中可以增设图像法相关知识小专题,具体包括作图的基本步骤、基本原则、注意事项、图形意义等等,培养学生良好的作图习惯,这样学生进入高中后,在研究匀变速直线运动的特点、弹簧弹力与形变量的关系等实验时再次运用图像法,就能更加运用自如。此外,高中物理教材也应适当增加“数学知识加油站”等类似栏目,及时地为学生补充欠缺的数学知识,降低其对实验学习的消极影响。

5.5.3 高中阶段开设预备实验室,为基础较差的学生补短板

由于刚进入高中的学生来自不同的初中,物理实验基础水平参差不齐,若以同一标准要求全体同学,无疑增大了部分学生的学习负担和教师的教学负担。为使实验基础较差的学生也能顺利迈过初高中物理实验的台阶,笔者建议高中学校可将老旧的但仍能继续使用的实验器材集中在一起,开设预备性实验室。在新生入学的初期,教师可对学生进行简单的实验操作水平摸底测试,了解学生实验的薄弱项,有针对地强化学生的基本实验技能,如良好的实验习惯、规范的仪器操

作技能、完整规范的科学研究报告书写等训练。此外,在实验教学初期也应对学生进行必要的实验安全教育。但若仅是口头强调实验规范操作的重要性,缺乏一定的说服力。因此笔者认为,教师可在操作行为后果可控的范围内向学生演示破坏性操作的不良后果,并及时地教给学生如何处理实验事故,提高学生安全意识的同时减轻学生对实验操作的恐惧心理,从而在后续的实验操作中养成严谨规范的实验操作习惯。在正式的实验教学展开后,预备性实验室可逐渐向学生开放,在课余时间学生可以通过阅读仪器的使用说明书和其他实验材料来熟悉高中实验所需仪器的基本功能和使用方法。在实验室条件允许的情况下,还可允许学生拆卸组装某些仪器,帮助学生进一步了解仪器的内部构造和测量原理,并鼓励学生进行科技小发明,提高学生物理学习兴趣的同时培养学生的实践能力和创新能力。

预备性实验室的开设不仅能够充分提高闲置实验器材的利用率,还能为实验技能基础较差的学生提供了补齐短板的机会,帮助他们快速进入高中物理实验学习状态。

第6章 研究结论与展望

6.1 研究结论

本文研究结论如下:

1.根据对沈阳市部分初高中师生的物理实验教学情况的调查结果,可以发现目前初高中物理实验衔接教学过程中确存在一些比较突出的问题。一表现为初中物理教师不注重对学生数学工具运用能力的培养;二表现为学生的实验能力参差不齐,部分学生的实验基础有待加强;三表现为初高中物理教师交流机会较少,对彼此实验教学的了解程度较低;四表现为对于初高中相似乃至重复的实验内容,部分高中物理教师的教学目标定位不够明确。

2.初高中物理实验内容的难度差异较大,是造成实验教学衔接台阶的主要因素之一。通过对初高中物理教材中的实验内容及物理课程标准中的实验教学目标和内容要求的对比发现,初高中物理实验内容的难度差异主要体现在“实验测量仪器结构和原理由简单变化为复杂”、“实验分析要求由定性分析延伸到定量分析”、“实验教学目标从低层次变化为高层次”、“实验数据处理方法也由简单单一到复杂多样”四项难度因素上。

3.初高中物理实验对学生能力要求的差异,也是造成实验教学衔接台阶的主要因素之一。随着实验教学内容难度的提升,高中物理实验对学生的综合能力要求也显著提高,其中能力要求差异主要体现在“数学能力”、“思维能力”、“科学探究能力”、“操作水平”四项能力要求变化上。

4.初高中物理教师的实验教学方式的差异,也是造成实验教学衔接台阶的主要因素之一。初中物理教学活动主要是通过教师讲授、实验演示和学生实验,学生是观察的主体,多处于被动地位;而在高中物理实验教学中,教师多采用启发导学、自主探究的教学方式,学生的主体地位更加突出。这一变化无疑会给自主探究经历较少的高中新生造成较大的困扰,进而无法快速适应高中的物理实验学习。

为了降低由于上述原因导致的实验教学台阶,本文结合一线教师和笔者的授课经验,根据学生的认知发展规律、布鲁纳的结构-发现教学理论、奥苏贝尔的认知同化理论以及维果斯基的最近发展区理论,结合具体的衔接教学案例,提出如下衔接优化建议:

(1) 初中物理教师应适当对物理知识进行拓展与延伸。初中阶段对一些物理概念和物理规律的研究与表述不够严谨,导致初高中物理教学间存在“分歧”,

这种矛盾势必会给学生高中的物理实验学习带来一定的阻碍,但又不能将高中知识生硬地加入到初中物理实验教学中,因此笔者认为初中物理实验需要“过度教学”,但要把握好引入高层次知识的时机。笔者建议教师可以巧妙地利用实验过程中的“意外现象”,当实验中出现一些学生无法解释的现象时,适时地引入相关高层次知识。同时还要根据学生的学情,注意引入高层次知识“度”的把握,不宜盲目拔高。

(2) 在初中物理实验教学中增设过渡性实验,适当地渗透定性与半定量的分析方法。由于学生认知能力的制约,初中阶段的物理实验研究主要以定性分析为主,而高中物理实验研究逐步由定性实验为主体转变为定量实验为主体,对数据的分析更加深入,实验数据的处理方法更加多样、更加复杂,在研究问题、分析问题的深度和广度上都有了明显的提高,加之目前初中物理实验教学中对实验数据的处理和分析的教育重视不够,导致学生在面对较多实验数据时无从下手,这在很大程度上为学生高中阶段物理实验学习制造障碍。因此笔者提出初中物理教师可在教材原有实验的基础上,对实验要求上适当改造,将单纯的定性实验合理地改造为半定量分析的新实验,适当地渗透定性与半定量的分析方法,提升学生的思维潜能。

(3) 高中物理教师可引导学生亲历探究过程,有针对地破除认知误区。初中阶段对于实验器材、实验过程、实验条件均作“理想化”设定,对事物本质的研究不够深入细致,加之学生考虑问题更倾向于表面化、固定化,造成学生对物理知识具有错误的理解,给学生的后续实验学习带来负面影响。因此笔者提出高中物理教师在实验教学设计上应从学生的认知冲突出发,注重引导学生由浅入深地进行实验探究,学生在经历亲自探查后,不仅更容易摆脱固有思维的限制、接受新知,还能加深学生对物理本质的深刻理解。

(4) 高中教师应根植学生学情,找准实验教学的生长点。奥苏贝尔的认知同化理论提出:有意义学习是新知识与学生认知结构中原有的相关旧知识之间相互作用才得以发生的,这种相互作用的结果是新旧知识的同化。高中物理实验内容既包括初中已学知识,又在其基础上进行了延伸与拓展,因此高中物理教师应清楚地掌握学生的学情,避免对学生已学知识的简单再现,造成教学成效低下。笔者建议:可充分利用课前预习时间,以预习学案的形式唤醒学生认知结构中已有知识的记忆,并对其进行梳理和整合,为接下来的实验学习进行预热。在正式的实验教学中找准实验教学的生长点对学生提出更高层次的要求,提升学生的实验能力。

(5) 此外笔者还分别从教师、课本、学校三个角度对初高中物理实验衔接提出建议。

在教师方面：初高中物理教师都应该深刻理解初高中物理课程标准，充分研读初高中物理教材。在条件允许的情况下加强彼此的沟通，准确把握初中与高中物理实验的衔接点，做好衔接教学工作。

在物理教材的编写方面：增设关于数学工具介绍的栏目，及时地对学生欠缺的数学知识进行补充，提高学生利用数学工具的能力。

在学校方面：高中学校可以开设预备实验室，有针对地为基础较差的学生弥补短板，同时便于学生了解实验仪器，提高学生的实验学习兴趣。

6.2 研究不足

本文研究主要针对人教版初高中物理教材中实验内容，由于笔者的能力、认知方面的局限，课题研究仍存在一些不尽人意之处，具体如下：

调查问卷覆盖面不全面。本研究所采用的调查问卷虽然参考了大量相关文献并征求了有关专家和部分一线教师的意见，保证了问卷的针对性，但是问卷设置的问题没能覆盖本课题要研究的全部内容，调查结果难以量化，主观性较大，仍需要进一步修订。

研究样本量不充分。本次研究选取的样本仅来自沈阳市，样本具有地域局限性，加之本研究调查的师生数量不够多，调查的结论仅是依据参与本研究的学生与教师而得出的，不能代表全部学生群体的实验学习和教师群体的实验教学情况，因此可能会对研究结果的普遍性产生一定的影响。

研究内容范围小，案例比较零散。本研究仅选取了人教版初高中物理教材中的典型衔接内容进行案例分析，没有对整个初中物理实验教学和高中物理实验教学中存在的可衔接内容进行系统分类，因此，本研究中的案例选择范围过小，案例选取略显不足，也不够系统化。

研究周期短。受实际情况所限，并考虑到学校的正常教学进度和课程安排，本次研究的时间周期较短，而且没能对提出的实验教学衔接的教学策略进行教学实践，只是进行了理论分析，其在教学实践中的可操作性和有效性有待进一步考证。

6.3 研究展望

基于上述不足，再加上本课题仍处于研究初期，笔者认为关于本课题还存有很大的研究空间和值得深入探讨之处，故提出以下研究建议：

- 1.进一步完善调查问卷。此次调查问卷所命制的问题覆盖面仍不全，需要进

一步修订,并需对问卷进行信度和效度分析。首先,在对教师的调查问卷中问题设置过于固定化,不能全面地了解教师的具体做法,可辅以教师访谈,详细了解教师对于衔接问题的处理方式和真实看法;其次对于学生的实验学习情况,本研究仅以主观题的形式进行调查,可适当增设一些客观题,来进一步判断学生的实验学习情况。

2.扩大研究的范围。扩大研究的范围,一方面是指增加问卷调查的师生数量,更加详细真实地了解中学生在实验学习过渡过程中存在的困难和广大一线教师对物理实验衔接内容的处理情况;另一方面是指扩大调查对象的地区范围,从而得出更具有普适性的研究结论。

3.对衔接问题产生原因进行系统分类。受精力所限,本研究未能对初高中物理实验教学中的衔接问题进行系统分类,进而导致选取的教学案例比较零散。因此笔者认为在后续研究中可将衔接问题的成因进行细致分析,系统分类,并提供相应的衔接教学优化策略,此外也可将影响物理实验综合难度的因素进行赋值,以量表的形式呈现初高中物理实验的难度差异,使研究成果更加直观且有权威性。

4.延长研究时间周期。延长课题的研究时间,使衔接教学优化策略应用到初高中物理实验教学中,进一步考证其在教学实践中的可操作性和有效性,若条件允许,还可对学生进行跟踪调查,深入挖掘实验教学衔接中的问题。

初高中物理实验的衔接教学是长期、持续、循序渐进的过程,但是由于本人的理论水平有限,教学经验不足,对于实验教学衔接问题的研究还不够深入透彻,望各位专家批评指正。在今后的研究中,笔者将继续深入学习,进一步提升教学和科研水平,并对本研究进行更深层次的研究与探索,以期能为物理教育的衔接添砖加瓦。同时也期望本文的研究可以起到“抛砖引玉”的作用,有更多的物理教育研究者能够对物理实验衔接问题不断挖掘,探索出更系统化的、更富有创造性的实验教学衔接策略。

参考文献

- [1] 陶洪.物理实验论[M].南宁:广西教育出版社,2007.
- [2] 廖伯琴.以学生发展为本改进普通高中物理课程——《普通高中物理课程标准(2017年版)》解读[J].人民教育,2018,(10):43-46
- [3] 教育部发布《关于加强和改进中小学实验教学的意见》.教基〔2019〕16号
- [4] 曹义才.基于核心素养导向的初高中物理衔接教学建议[J].教学与管理,2016(25):46-47.
- [5] 侯贵民.关于初高中物理教学衔接的思考[J].大连教育学院学报,2010,26(02):22-24.
- [6] 许安涛.初、高中物理教学衔接障碍与对策[J].教学与管理,2009(33):105-106.
- [7] 沈文炳,李育军,左金辉.基于认知负荷理论的电学实验衔接——“测绘小灯泡的伏安特性曲线”教学思考[J].中学物理,2014(19):10-11
- [8] 范成法.重视实验教学顺应初高中物理衔接[J].中学理科园地,2015(1):53-54.
- [9] 黄绪学.浅谈初中物理探究实验中的初高中衔接[J].新课程学习·上旬,2014(5):76-77.
- [10] 尼梦飞.基于初高中物理实验教学的衔接[D].苏州大学,2018.
- [11] Roberte.slavin,姚梅林等译.教育心理学:理论与实践[M].北京:人民邮电出版社,2004
- [12] 杨薇.物理课程与教学论[M].北京:北京师范大学出版社,2012.
- [13] 郭云文.中学物理教学理论与方法[M].北京:北京邮电大学出版社,2017.
- [14] 李刚,侯恕,唐恩辉.最近发展区理论指导下的中学物理实验追问式教学[J].物理教师,2015,36(7):7-9.
- [15] 徐卫华.最近发展区理论的高中物理实验教学[J].物理教师,2014,35(3):6-7.
- [16] Thorndike. 精神与社会测验学导论 [M]. 北京:人民教育出版社,1981.
- [17] 和建伟.对中学与大学在物理实验教学内容衔接问题上的分析研究[D].华东师范大学,2010
- [18] 王宇辰.新课程标准下高中物理实验教学现状的调查研究[D].华中师范大学,2015.
- [19] 马亚鹏,伏雅洁.科学论证取向的高中物理欧姆定律教学研究[J].中学物理教学参考,2019,48(3):8-11.
- [20] 谭龙飞.以高中知识为背景的中考试题对初、高中物理教学衔接的启示[J].中学物理,2011,29(01):17-19.
- [21] 王文君,许英.初高中物理力学教学内容的衔接策略探讨[J].湖南中学物理,2019,(11):42-44.
- [22] 李春密.物理实验操作能力的结构模型初探[J].学科教育,2002,(6):39-40.
- [23] 李民春,周长春.刍议高中物理与初中物理中的科学探究[J].湖南中学物理,2010,(4):4-7.
- [24] 中华人民共和国教育部制定.义务教育物理课程标准[M].北京:北京师范大学出版社,2011.
- [25] 中华人民共和国教育部制定.普通高中物理课程标准[M].北京:人民教育出版社,2017.
- [26] 蒋守霞.基于初中物理教学角度下的初高中物理衔接教学的策略研究[D].苏州:苏州

大学,2013.

[27] 叶澜.重建课堂教学过程*——“新基础教育”课程教学改革的理论与探究之二[J].教学研究,2002,(10): 24-30.

[28] 卢义刚,殷正徐,程万美.基于初高中衔接的物理教学案例——如何向初中学生解释与“电源内阻”有关的问题[J].物理教师,2016,37(9):32-34.

[29] 姜美珍.如何克服初中物理教学中的思维定势[J].湖南中学物理,2017,(8):6-7.

[30] 陈娥.以“串联电路和并联电路”教学为例引导探究学习[J].湖南中学物理,2015,(12):58-59.

[31] 余颖,袁芳.《电流的磁场》教学反思——兼谈对初高中重复性内容教学的研究[J].中学物理教学参考, 2016, 44(6):41-43.

附录一 初中生物理实验学习现状的调查问卷

亲爱的同学：

感谢你在紧张的学习之余接受我们的调查问卷。此次调查的目的是了解初中阶段你的物理实验学习状况。本调查采用匿名方式，你的回答仅作研究统计之用，不会影响学校教师对你的评价，为了保证调查结果的真实性与可靠性，真切希望你能如实地填写以下问题。你的宝贵意见将为本课题的研究提供重要参考，衷心感谢你的参与。

性别_____ 年级_____

1. 你初中所在的学校属于（ ）

A、城市 B、农村

2. 初中物理实验室器材配备情况（ ）

A、实验器材齐全且较新 B、实验器材基本齐全

C、实验器材不太齐全 D、实验器材老旧

3. 在实验室做实验时，你通常是几个同学一个小组？（ ）

A、1-2人 B、3-4人 C、5-6人 D、6人以上

4. 你认为物理实验对物理课程来说（ ）

A、非常重要 B、比较重要 C、不太重要 D、不重要

5. 你在初中阶段的实验操作情况（ ）

A、经常到实验室进行实验操作

B、偶尔到实验室进行实验操作，未能操作的实验由教师代替演示

C、没有或极少到实验室进行实验操作，平时更多的是观看教师的演示实验

D、没有到实验室进行实验操作，也很少观看教师的演示实验

6. 老师在上实验课时，通常的做法是（ ）

A、课堂上由学生自主设计实验方案，并实施方案，老师在一旁指导

B、先讲实验原理，再讲实验主要步骤及注意事项，然后让同学自己动手

C、先讲实验原理之后，演示一下实验过程，然后让同学自己动手做

D、教师演示为主，很少让学生自己动手实验

7. 对于书本上中涉及到的拓展物理实验内容或仪器，你通常（ ）

A、不感兴趣，从来不看

B、有一点点兴趣，无聊的时候翻看一下

C、有兴趣，简单了解一下，懂不懂不去管

D、很感兴趣，遇到不懂会翻阅资料或咨询老师

8. 下列实验中, 哪些实验你曾经在实验室里做过? (多选)()

- A、测量固体和液体的密度
- B、探究水沸腾时温度变化的特点
- C、连接简单的串联电路和并联电路
- D、探究电流与电压、电阻的关系
- E、探究导体在磁场中运动时产生感应电流的条件
- F、测量小灯泡的电功率
- G、探究凸透镜成像的规律

9. 对于上题所列举的而你没做过的实验, 原因是 ()

- A、实验太简单了, 不需要去做
- B、实验太费时间, 老师直接在课堂上讲解实验过程和现象
- C、实验器材不够, 由老师一人演示
- D、实验仪器贵重, 老师害怕学生会损坏

10. 你在物理学生分组实验课前, 进行课前预习吗 ()

- A、从不
- B、偶尔
- C、经常
- D、一直

11. 你在实验过程的学习习惯是 ()

- A、边思考, 将遇到的问题记录下来, 并参与同学讨论
- B、只思考, 不会记录遇到的问题, 但参与同学讨论
- C、不思考, 仅参与同学讨论
- D、不思考, 不讨论

12. 你怎样处理实验过程中碰到的棘手问题 ()

- A、自主探究
- B、同学讨论
- C、询问老师
- D、搁置不管

13. 下列常用的物理实验仪器, 你现在能够熟练使用吗?

(1) 刻度尺 ()

- A、能熟练使用
- B、会用, 但不熟练
- C、不会使用

(2) 天平 ()

- A、能熟练使用
- B、会用, 但不熟练
- C、不会使用

(3) 弹簧测力计 ()

A、能熟练使用 B、会用，但不熟练 C、不会使用

(4) 电流表 ()

A、能熟练使用 B、会用，但不熟练 C、不会使用

(5) 电压表 ()

A、能熟练使用 B、会用，但不熟练 C、不会使用

(6) 滑动变阻器 ()

A、能熟练使用 B、会用，但不熟练 C、不会使用

(7) 温度计 ()

A、能熟练使用 B、会用，但不熟练 C、不会使用

14. 每次物理实验结束后，你是否能了解本次实验的物理思想和方法 ()

A、每次都能 B、多数实验能 C、部分实验能 D、从来都不能

15. 你获得物理实验的物理思想与方法的来源是 ()

A、自己的感觉 B、书或是参考资料

C、老师课堂上的传授 D、在物理实验过程中的观察、思考、总结

16. 在初中阶段，你是否曾自己独立设计实验方案进行实验探究 ()

A、老师鼓励，尝试过自己设计实验方案

B、老师鼓励，但是没有尝试过自己设计实验方案

C、一般按照老师或教材上提供的方案进行实验，没有尝试过自己设计

17. 你在实验过程中是否会考虑实验误差 ()

A、会 B、不会

18. 通过初中物理实验课的学习，你对实验数据处理所采用的基本方法（如列表法、作图法等）的掌握情况是 ()

A、完全掌握 B、基本掌握 C、部分掌握 D、都没掌握

19. 在初中物理实验学习中，老师是否提到过高中实验的相关内容？例如在“探究影响导体电阻大小的因素”实验中向学生介绍高中的电阻定律相关内容 ()

A、介绍过 B、从未介绍过

20. 在初中物理实验学习中，老师是否提到过高中实验的相关内容？例如在“探究电流与电阻的关系”实验中向学生介绍高中的内阻概念 ()

A、介绍过 B、从未介绍过

附录二 初中物理教师实验教学现状的调查问卷

尊敬的老师：

您好！感谢您在百忙之中接受我的调查问卷。 本调查采用匿名方式，您的回答仅作研究统计之用，对您及您的学校没有任何影响，为了保证调查结果的真实性与可靠性，请您如实地填写以下问题。您的宝贵意见将为本课题的研究提供重要参考，衷心感谢您的参与。

1. 您目前的任教学段为（ ）
A、初中 B、高中
2. 您的教龄为（ ）
A、5 年以下 B、5—10 年 C、10—20 年 D、20 年以上
3. 您所在的学校属于（ ）
A、城市 B、农村
4. 物理实验室仪器设备情况（ ）
A、实验器材齐全且更新速度较快 B、实验器材基本齐全
C、实验器材不太齐全 D、实验器材老旧且更新速度较慢
5. 学校的物理实验教学课时情况（ ）
A、能完成全部实验 B、可完成大部分的实验
C、可完成一些基本实验 D、很少能完成所要求
6. 您对高中物理教材中的物理实验内容的了解程度（ ）
A、非常了解 B、比较了解 C、不太了解 D、完全不了解
7. 为了更好地开展教学活动，您是否经常研究高中物理课程标准（ ）
A、经常研究 B、偶尔研究 C、从不研究
8. 您在教学中是否注意初中与高中实验内容的衔接（ ）
A、是 B、否 C、偶尔会
9. 您在讲解长度的测量实验时，对于实验器材的讲解情况（ ）
A、给学生简单讲解并展示一下游标卡尺和螺旋测微器
B、一句话带过，让有兴趣的同学课后自行了解
C、只讲解刻度尺的使用方法，没必要讲解其他
10. 在教学过程中，为学生将来的继续学习物理实验，您是否有意识地进行一些内容和知识上的渗透（ ）
（例如电学实验中，是否曾将高中所学的内阻的概念）
A、没有且没必要，学生掌握初中所学内容即可 B、没有，没有考虑过

C、是的，会简单提及
D、是的，会在合适时机渗透

11. 在平时的实验教学中，您是否将一些以后可能用到的思想与方法，以显性教育的方式传递给学生（ ）

（譬如，浮力大小的影响因素实验探究中，提炼“等效替代法、控制变量法”这一科学方法）

A、没有，没有必要
B、没有，没有考虑过
C、是的，会简单提及
D、是的，会详细讲解方法的使用条件及内涵

12. 您对实验中的图像问题是如何讲解的（ ）

（譬如：探究同种物质的质量与体积的关系）

A、会将图像问题单独作为一个数据处理小专题，进行适当拓展
B、不会特意进行拓展，将教材中实验中涉及到的图像画法要求讲清楚即可
C、不会特殊强调，只在遇到相应题型时讲解

13. 若在探究实验中由于误差而出现了未预想到的实验结果，您会如何解决（ ）

A、放慢教学进度，与学生共同分析数据，进行误差分析，完善实验过程
B、直接告诉学生这是由于误差，并要求学生多次测量，减小误差
C、按照教学要求，仅告诉学生“这是由于误差引起的”
D、置之不理

14. 您是否有机会与高中物理教师讨论有关实验教学吗？（ ）

A、经常有
B、偶尔有
C、极少有

附录三 高中生物理实验学习现状的调查问卷

亲爱的同学：

感谢你在紧张的学习之余接受我们的调查问卷。此次调查的目的是了解现阶段你的物理实验学习状况。本调查采用匿名方式，你的回答仅作参考统计之用，不会影响学校教师对你的评价，为了保证调查结果的真实性与可靠性，真切希望你能如实地填写以下问题。你的宝贵意见将为本课题的研究提供重要参考，衷心感谢你的参与。

性别_____ 年级_____ 物理成绩_____（优/良/中/差）

1. 学校物理实验室器材配备情况（ ）

- A、实验器材齐全且较新 B、实验器材基本齐全
C、实验器材不太齐全 D、实验器材老旧

2. 在实验室做实验时，你通常是几个同学一个小组？（ ）

- A、1-2 人 B、3-4 人 C、5-6 人 D、6 人以上

3. 你认为物理实验对物理课程来说（ ）

- A、非常重要 B、比较重要 C、不太重要 D、不重要

4. 你在高中阶段的实验操作情况（ ）

- A、经常到实验室进行实验操作
B、偶尔到实验室进行实验操作，未能操作的实验由教师代替演示
C、没有或极少到实验室进行实验操作，平时更多的是观看教师的演示实验
D、没有到实验室进行实验操作，也很少观看教师的演示实验

5. 老师在上实验课时，通常的做法是（ ）

- A、课堂上由学生自主设计实验方案，并实施方案，老师在一旁指导
B、先讲实验原理，再讲实验主要步骤及注意事项，然后让同学自己动手
C、先讲实验原理之后，演示一下实验过程，然后让同学自己动手做
D、教师演示为主，很少让学生自己动手实验

6. 与初中时期相比，高中物理实验内容的难度情况如何（ ）

- A、难度太大 B、比较难 C、难度接近 D、比较容易

7. 你认为与初中物理实验相比，高中物理实验难在哪（多选）（ ）

- A、实验原理难
B、实验设计难
C、实验仪器使用难
D、实验数据采集难

- E、数据处理难
- F、误差分析难
- G、实验报告撰写难
- 8. 你觉得相对于初中实验，高中物理实验学习困难的主要原因（ ）
 - A、高中物理实验器材操作起来太复杂
 - B、高中物理实验难度过大，难以适应
 - C、初中物理实验操作机会少，动手能力不强
 - D、高中实验探究实时间有限，不足够得出实验结论
 - E、数学能力不强，处理实验数据有困难
 - F、教师的教法与初中差异较大
 - G、语言表达能力不强
- 9. 对比初中与高中的物理实验内容，你认为二者有重复的内容吗（ ）
 - A、很多
 - B、比较多
 - C、一般
 - D、比较少
 - E、几乎没有
- 10. 你在物理学生分组实验课前，进行课前预习吗（ ）
 - A、从不
 - B、偶尔
 - C、经常
 - D、一直
- 11. 你怎样处理实验过程中碰到的棘手问题（ ）
 - A、自主探究
 - B、同学讨论
 - C、询问老师
 - D、搁置不管
- 12. 你在实验结束后，你如何解决课上未能解决的问题（ ）
 - A、查阅资料，寻找原因
 - B、在课余时间，去实验室继续完成实验
 - C、同学之间相互讨论
 - D、与老师探讨
 - F、在题目中遇到相似的问题再去问老师
 - G、实验结束就不再深究了
- 13. 你觉得初中的物理实验经验与知识，对你现在的物理实验学习有帮助吗（ ）
 - A、非常有帮助
 - B、一般
 - C、不太有帮助
 - D、完全没帮助
- 14. 你认为在初中阶段简要了解高中阶段的相关物理实验知识，是否有必要（ ）
 - A、有必要
 - B、可有可无
 - C、没必要

附录四 高中物理教师实验教学现状的调查问卷

尊敬的老师：

您好！感谢您在百忙之中接受我的调查问卷。 本调查采用匿名方式，您的回答仅作研究统计之用，对您及您的学校没有任何影响，为了保证调查结果的真实性与可靠性，请您如实地填写以下问题。您的宝贵意见将为本课题的研究提供重要参考，衷心感谢您的参与。

1. 您目前的任教学段为（ ）
A、初中 B、高中
2. 您的教龄为（ ）
A、5 年以下 B、5—10 年 C、10—20 年 D、20 年以上
3. 您所在的学校属于（ ）
A、重点中学 B、普通中学
4. 物理实验室仪器设备情况（ ）
A、实验器材齐全且更新速度较快 B、实验器材基本齐全
C、实验器材不太齐全 D、实验器材老旧且更新速度较慢
5. 学校的物理实验教学课时情况（ ）
A、能完成全部实验 B、可完成大部分的实验
C、可完成一些基本实验 D、很少能完成所要求
6. 您对初中物理教材中的物理实验内容的了解程度（ ）
A、非常了解 B、简单了解 C、不太了解
7. 为了更好地开展教学活动，您是否经常研究初中物理课程标准（ ）
A、经常 B、偶尔 C、从不
8. 您对初中物理实验教学方式、学生的学习习惯的了解程度（ ）
A、非常了解 B、简单了解 C、不太了解
9. 在平时物理实验教学中，您认为学生在初中所学的实验技能与方法扎实吗（ ）
A、大部分非常扎实 B、大部分比较扎实
C、大部分有待加强 D、大部分很差
10. 在平时的物理实验教学中，您觉得所教学生初中物理实验基础对高中物理实验教学影响程度如何（ ）
A、很大 B、较大 C、不大 D、无影响
11. 您认为初中阶段是否需要注意对学生进行适当的物理实验知识和方法的

拓展（ ）

- A、非常有必要 B、有必要 C、可有可无 D、没必要

12. 您在实验教学中，是否注意到初中与高中实验内容存在的“跨度”问题？

（ ）

- A、经常注意 B、偶尔注意 C、从没注意

13. 您认为初中阶段最应该加强学生哪些素质的培养（ ）

- A、实验自主性，主动进行实验探究的意识
B、实验规范性，掌握规范的实验操作流程，具有良好的实验习惯
C、实验器材的基本使用及操作技巧
D、实验现象及实验结论的总结归纳能力及表达能力
E、实验数据的处理和分析能力
F、学生的合作能力
G、其他

14. 数学知识在高中实验数据处理中应用教多，对于基础较差的学生，您的解决措施是（ ）

A、在必要时补充，特意设计了专题教学环节使学生能够灵活运用数学工具处理实验数据

- B、简单补充，没有特意进行专题教学
C、在遇到相关习题时，适当补充
D、没考虑过这个问题

15. 您是否有机会与初中物理教师讨论有关实验教学吗？（ ）

- A、经常有机会 B、偶尔有机会 C、极少有机会

附录五 人教版初中物理教科书实验内容统计表

学科分支		实验名称	实验器材	实验数据处理方法
力学	长度的测量	1. 用刻度尺测量长度	1. 刻度尺	1. 列表法、平均值法
	运动学	1. 用停表测量时间 2. 误差的内容 3. 测量物体运动的平均速度	1. 停表 3. 刻度尺、停表、木板、木块、金属片、小车	1. 无 2. 无 3. 列表法、公式法、平均值法
	动力学	1. 用天平测量固体和液体的质量 2. 探究同种物质的质量与体积的关系 3. 测量盐水和小石块的密度 4. 练习使用弹簧测力计 5. 探究重力的大小跟质量的关系 6. 探究二力平衡的条件 7. 测量滑动摩擦力 8. 研究影响滑动摩擦力大小的因素 9. 探究影响压力作用效果的因素 10. 探究流体压强与流速的关系 11. 探究浮力的大小跟哪些因素有关 12. 探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系	1. 天平、烧杯 2. 天平、量筒、烧杯 3. 盐水、小石块、天平、量筒、细线、烧杯 4. 弹簧测力计 5. 弹簧测力计、天平 6. 小车、砝码、细线、托盘 7. 木块、弹簧测力计 8. 木块、砝码、长木板、粗糙的长木板、弹簧测力计 9. 小桌、砝码、海绵 10. 纸 11. 弹簧测力计、烧杯 清水、盐水 12. 弹簧测力计、溢水杯、水、小桶 13. 斜槽、钢球、木块 14. 杠杆、钩码 15. 滑轮、弹簧测力计、钩码、刻度尺	1. 列表法、平均值法 2. 列表法、作图法 3. 列表法、公式法 4. 无 5. 列表法、作图法、解析法 6. 列表法 7. 列表法、平均值法 8. 列表法 9. 列表法 10. 无 11. 列表法 12. 列表法、解析法 13. 列表法 14. 列表法、解析法

		13. 探究物体的动能跟哪些因素有关 14. 探究杠杆的平衡条件 15. 研究定滑轮和动滑轮的特点 16. 测量滑轮组的机械效率	16. 滑轮组、弹簧测力计、勾码、刻度尺	15. 列表法 16. 列表法
电磁学	1. 连接串联电流和并联电路 2. 练习使用电流表 3. 探究串联电路中各处电流的关系 4. 探究并联电路中干路电流与各支路电流的关系 5. 练习使用电压表 6. 探究串联电路中用电器两端的电压与电源两端电压的关系 7. 探究并联电路各支路用电器两端的电压与电源两端电压的关系 8. 探究影响导体电阻大小的因素 9. 练习使用滑动变阻器 10. 探究电流与电压的关系 11. 探究电流与电阻的关系 12. 伏安法测电阻 13. 测量小灯泡的电功率 14. 研究磁场的方向	1. 干电池、开关、小灯泡、导线 2. 干电池、开关、小灯泡、电流表、导线 3. 干电池、开关、小灯泡、电流表、导线 4. 干电池、开关、小灯泡、电流表、导线 5. 干电池、开关、小灯泡、电压表、导线 6. 干电池、开关、小灯泡、电压表、导线 7. 干电池、开关、小灯泡、电压表、导线 8. 干电池、开关、电流表、导线、粗细相同长度不同的镍铬合金丝、长度相同横截面积不同的镍铬合金丝 9. 干电池、开关、小灯泡、电流表、滑动变阻器、导线 10. 干电池、开关、电阻、滑动变阻器、电流表、电压表、导线 11. 干电池、开关、阻值	1. 无 2. 无 3. 列表法、解析法 4. 列表法、解析法 5. 无 6. 列表法、解析法 7. 列表法、解析法 8. 列表法 9. 无 10. 列表法、作图法、解析法 11. 列表法、作图法、解析法 12. 列表法、公式法 13. 列表法、公式法 14. 无 15. 无 16. 列表法	

	15. 探究通电螺线管外部的磁场分布 16. 探究什么情况下磁可以生电	不同的电阻、滑动变阻器、电流表、电压表、导线 12. 干电池、开关、电阻、滑动变阻器、电流表、电压表、导线 13. 干电池、开关、小灯泡、滑动变阻器、电流表、电压表、导线 14. 条形磁体、蹄形磁体、小磁针 15. 螺线管、铁棒、电源、小磁针 16. 蹄形磁体、导线、电流表、导线	
光学	1. 探究光反射时的规律 2. 探究平面镜成像的特点 3. 探究光折射时的特点 4. 探究凸透镜成像的规律	1. 平面镜、纸板、激光笔、笔、量角器 2. 纸、玻璃板、蜡烛、笔、刻度尺 3. 水槽、水、激光笔 4. 光具座、蜡烛、凸透镜、光屏、火柴	1. 列表法、作图法 2. 列表法、作图法 3. 列表法、作图法 4. 列表法、作图法
热学	1. 用温度计测量水的温度 2. 探究固体熔化时温度的变化规律 3. 探究水沸腾时温度变化的特点 4. 比较不同物质吸热的情况	1. 烧杯、水、温度计 2. 铁架台、温度计、试管、烧杯、石棉网、水、酒精灯、火柴、钟表 3. 铁架台、纸板、温度计、水、石棉网、酒精灯、火柴 4. 水、食用油、温度计、相同规格的电加热器、玻璃杯、停表、天平	1. 列表法、平均值法 2. 列表法、作图法 3. 列表法、作图法 4. 列表法

附录六 人教版高中物理教科书实验内容统计表

学科分支		实验名称	实验器材	实验数据处理方法
力学	长度的测量	1. 长度的测量及测量工具的选用	1. 游标卡尺、螺旋测微器	数：有效数字
	运动学	1. 练习使用打点计时器 2. 测量纸带的平均速度和瞬时速度 3. 探究小车速度随时间变化的规律 4. 研究自由落体运动的规律 5. 探究单摆周期与摆长之间的关系 6. 用单摆测量重力加速度	1. 打点计时器、纸带、交流电源 2. 打点计时器、纸带、交流电源 3. 打点计时器、小车、一端带有滑轮的长铝板、细绳、槽码 4. 打点计时器、纸带、重物 5. 单摆、停表、铁架台 6. 单摆（细绳、小球、铁夹）刻度尺、停表、铁架台、	1. 无 2. 列表法、公式法 3. 列表法、作图法、解析法、逐差法（公式法） 4. 列表法、作图法、解析法、逐差法（公式法） 5. 列表法、平均值法、作图法 6. 列表法、平均值法、公式法
	动力学	1. 探究弹簧弹力与形变量的关系 2. 用弹簧测力计探究作用力和反作用力的关系 3. 探究两个互成角度的力的合成规律 4. 探究加速度与力、质量的关系 5. 误差和有效数字的内容 6. 研究平抛运动的特点	1. 弹簧、铁架台、钩码、刻度尺 2. 弹簧测力计 3. 弹簧测力计、橡皮条、小圆环 4. 打点计时器、纸带、小车、水平木板、槽码 6. 频闪相机或小球、弹性金属片、刻度尺、秒表、斜槽、白纸、复写纸、木板 7. 向心力演示器、小	1. 列表法、作图法、解析法 2. 列表法 3. 作图法 4. 列表法、作图法、解析法 5. 无 6. 列表法、作图法、解析法 7. 列表法、解析法 8. 列表法、公式法

		7. 探究向心力大小的表达式 8. 验证机械能守恒定律 9 验证动量守恒定律 10. 研究小车碰撞前后的动能变化	球 8. 自选 9. 自选（例如：天平、滑块、气垫导轨、光电计时器） 10、带有弹性碰撞架的小车、光电门传感器	9. 列表法、公式法 10. 列表法、平均值法、公式法
电磁学		1. 观察静电感应现象 2. 观察电容器的充、放电现象 3. 研究导体电阻与长度、横截面积及材料的定量关系 4. 金属丝电阻率的测量 5. 练习使用多用电表 6. 电池电动势和内阻的测量 7. 探究感应电流产生的条件 8. 探究影响感应电流方向的因素 9. 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系 10. 观察光敏电阻特性 11. 观察热敏电阻特性 12. 利用传感器实现简单自动控制的实	1. 导体、绝缘棒、金属箔 2、直流电源、电阻、电容器、电流表、电压表 3. 满足实验要求的导体、电源、滑动变阻器 4. 电阻丝、刻度尺、螺旋测微器或游标卡尺 5. 多用电表 6. 电池组、滑动变阻器、电流表、电压表、电阻箱 7. 学生电源、线圈、滑动变阻器、开关、检流计 8. 线圈、磁体、电流表 9. 多用电表、可拆变压器、低压交流电源 10. 多用电表、光敏电阻、普通电阻 11. 多用电表、热敏	1. 无 2. 无 3. 列表法、作图法、解析法 4. 列表法、平均值法、公式法 5. 无 6. 列表法、公式法、作图法 7. 列表法 8. 列表法 9. 列表法、解析法 10. 无 11. 无 12. 无

	验	电阻、冷水 12. 发光二极管、永磁体、干簧管、继电器、蜂鸣器、光敏电阻、电阻	
光学	1. 测量玻璃的折射率 2. 用双缝干涉测量光的波长	1. 激光笔、玻璃砖、木板、白纸、大头针 2. 光源、透镜、单缝、双缝、遮光筒、毛玻璃	1. 作图法、公式法 2. 公式法
热学	1. 用油膜法估测油酸分子的大小 2. 探究气体等温变化的规律 3. 观察玻璃和云母片上石蜡融化区域的形状 4. 观察肥皂膜和棉线的变化 5. 观察毛细现象	1. 油酸酒精溶液、注射器、爽身粉、浅盘、水、方格玻璃板 2. 压力表、柱塞、空气柱、橡胶塞 3. 薄玻璃片、单层云母片、烙铁 4. 铁丝环、棉线、肥皂液 5. 细玻璃管、两端开口的塑料笔芯、水	1. 公式法 2. 作图法、解析法 3. 无 4. 无 5. 无

附录七 初高中物理实验衔接内容统计表

学科分支		高中物理实验	初中物理实验	衔接内容说明
力学	长度的测量	1. 长度的测量及测量工具的选用 2. 金属丝电阻率的测量	1. 用刻度尺测量长度	初中：要求学生掌握刻度尺的选取、使用及读数 高中：要求学生在掌握刻度尺使用的基础上进一步掌握螺旋测微器、游标卡尺的使用方法及读数方式
	运动学	1. 练习使用打点计时器 2. 测量纸带的平均速度和瞬时速度	2. 测量物体运动的平均速度	初中：要求学生在熟练刻度尺及停表使用的基础上通过列表法处理数据，获得物体的平均速度 高中：在该部分实验中新增了打点计时器的使用，要求学生能够通过纸带分析计算各物理量
		3. 探究小车速度随时间变化的规律 4. 研究自由落体运动的规律 5. 研究平抛运动的特点		初中：仅要求学生掌握匀速运动的特点，能通过图像得出匀速直线运动的各物理量 高中：在初中学习的基础上，探究匀变速直线运动的特点，并能用公式、图像等方法描述匀变速直线运动；认识自由落体运动规律；了解

				曲线运动; 并体会化繁为简的研究思想探究平抛运动的规律
	动力学	1. 探究弹簧弹力与形变量的关系 2. 用弹簧测力计探究作用力和反作用力的关系	1. 练习使用弹簧测力计	初中: 仅要求学生能够掌握弹簧测力计的使用及读数 高中: 要求学生在掌握弹簧测力计使用的基础上, 能够用胡克定律解释其原理
		3. 探究两个互成角度的力的合成规律	2. 探究二力平衡的条件	初中: 同一直线二力的合成 高中: 从初中的特殊情况的二力合成延伸到互成角度的一般情况的力和合成
		4. 探究加速度与力、质量的关系		初中: 已经学习了控制变量的研究方法 高中: 要求学生能够运用控制变量的研究方法探究物体间相互作用与运动状态变化的关系
		5. 验证机械能守恒定律		初中: 学生通过实验, 已经了解了动能和势能的相互转化 高中: 在学生了解机械能守恒的基础上, 要求学生能够通过不同情形的实验来验证机械能守恒定律

		6. 探究向心力大小的表达式		<p>初中：已经学习了控制变量的研究方法</p> <p>高中：要求学生能够运用控制变量的研究方法探究匀速圆周运动向心力大小与半径、角速度、质量的关系</p>
电磁学		1. 观察静电感应现象		<p>初中：观察摩擦起电的现象，理解电荷的“同斥异吸”</p> <p>高中：透过实验现象，能用原子结构模型和电荷守恒的知识进一步分析静电现象</p>
		2. 研究导体电阻与长度、横截面积及材料的定量关系	1. 探究影响导体电阻大小的因素	<p>初中：定性探究导体电阻大小的影响因素</p> <p>高中：定量探究影响因素与电阻大小的关系</p>
		3. 电池电动势和内阻的测量		<p>初中：通过图像来处理实验数据</p> <p>高中：进一步体会图像法在研究物理问题中的作用</p>

	4. 探究影响通电导线受力的因素	2. 了解通电导线在磁场中会受到力的作用	初中：要求学生能够知道导线在磁场中运动的原因，从定性角度了解力的方向于哪些因素有关 高中：要求学生通过分析实验现象得通电导线在磁场中受力的大小与影响因素有何定量关系
	5. 探究感应电流产生的条件	3. 探究导体在磁场中运动时产生感应电流的条件	初中：仅要求学生能够通过实验现象得出感应电流的产生条件是闭合电路的部分导体在磁场中切割磁感线 高中：要求学生在初中实验的基础上通过实验现象进一步理解电磁感应的本质：穿过闭合电路的磁通量的变化
光学	1. 探究折射角与入射角的定量关系 2. 测量玻璃的折射率	1. 探究光折射时的特点	初中：定性了解光的折射现象及其特点 高中：定量探究光的折射定律并能测量玻璃的折射率
声学	1. 了解波的干涉与衍射现象	1. 认识声的产生和传播条件	初中：从表层现象粗略认识声 高中：深入理解声的本质，认识波的特征

致谢

时光若白驹过隙，两年的研究生生活即将结束，回望走过的岁月，曾经的点滴进步、些许收获都凝聚着老师们的扶持与指、父母的支持与鼓励、同学们的帮助鼓励。借此机会，向我的老师、父母、同学表示衷心地感谢。

首先要感谢我的导师冯杰教授、赵立竹教授，从前期的论文选题、中期的论文修改再到最后的反复斟酌，两位老师都给予了悉心的指导和不断鼓励，我才得以顺利完成论文。赵立竹教授谦和真挚的待人之道，冯杰教授对工作的热情和严谨治学的学术态度，使我不论是在做人还是学术研究以及教学工作都将终生受益。

同时也要感谢在攻读硕士学位期间，方伟老师、倪敏老师、郭长江老师、岳晓婷老师、涂泓老师对我的指导与点拨，你们宽阔的学术视野、诲人不倦的精神、独特的个人魅力将永远激励着我，是我人生中不可多得的宝贵财富。

感谢一起奋斗的同窗好友们给予我的关心与包容，使我的学习生活更加丰富多彩。

最后要感谢父母对我无条件的支持，让我能有机会安心完成学业。

所有感谢无法用语言来表达，你们给予我的所有，我都将永远铭记于心！

凌宇飞

2020年3月于兴城