

分类号：  
学 号：20202118032

密 级：公开  
单位代码：10759

# 石河子大学

## 硕 士 学 位 论 文



### POE 教学策略在迷思概念转变中的教学实践研究——以牛顿运动定律为例

学 位 申 请 人	陈秋宏
指 导 教 师	孙茂珠 教授
	秦永华 高级教师
申 请 学 位 类 别	专业硕士
专 业 名 称	教育
研 究 领 域	学科教学（物理）
所 在 学 院	理学院

中国·新疆·石河子

2022 年 5 月

分类号：  
学 号：20202118032

密 级：公开  
单位代码：10759

# 石河子大学

## 硕 士 学 位 论 文



### POE 教学策略在迷思概念转变中的教学实践研究——以牛顿运动定律为例

学 位 申 请 人	陈秋宏
指 导 教 师	孙茂珠 教授
	秦永华 高级教师
申 请 学 位 类 别	专业硕士
专 业 名 称	教育
研 究 领 域	学科教学（物理）
所 在 学 院	理学院

中国·新疆·石河子

2022 年 5 月

**The Research on Teaching Practice of POE Teaching Strategy in the  
Transformation of Misconception —— Taking Newton's Law of  
Motion as an Example**

A Dissertation Submitted to

**Shihezi University**

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

**Master of Education**

By

**Chen Qiu-hong**

**(Physical Education of Subjects)**

Dissertation Supervisor: Prof. Sun Maozhu

May, 2022

# 石河子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

本人所提交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名：陈秋宏

时间：2022年5月28日

## 使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名：陈秋宏

时间：2022年5月28日

导师签名：孙茂珠

时间：2022年5月28日

## 摘要

2017年,普通高中物理课程标准提出了对“物理观念”的要求,突出了物理概念在物理教学中的重要性。建构正确的物理概念对学生理解物理现象、掌握物理规律都有着重要的作用。但在实际教学过程中,学生往往会受到不同因素的影响对物理概念产生误解,形成迷思概念。已有迷思概念会为新概念的学习带来较大的阻碍。为了更有效的帮助学生建构正确的物理概念,教师必须要了解学生的迷思概念,采用合适的教学策略来转变学生的迷思概念。

本文采用文献研究法,梳理了国内外有关迷思概念和 POE 教学策略的研究,确定了本次研究的主要内容。运用调查研究法,了解了学生在牛顿运动定律中存在哪些迷思概念,明确了本次教学策略的研究对象。最后对 POE(Prediction-Observation-Explanation)教学策略进行了探讨,并将扩展后的 POE 教学策略应用于教学实践,探查了 POE 教学策略在迷思概念转变中的效用。

在本次研究中,四阶测试卷以及 POE 教学策略的运用,提高了迷思概念的调查精度,促进了学生迷思概念的转化。经过一个学期的实践,主要研究结果如下:1.利用牛顿运动定律四阶测试卷,对高一学生进行了调查。发现在调查的概念中,学生的真性迷思概念主要出现在牛顿第一定律、牛顿第二定律以及牛顿第三定律这三节;学生的假性迷思概念主要出现在超重与失重这一节。2.运用扩展后的 POE 教学策略进行教学实践,教学实践结果显示,该教学策略的运用可以提高学生的牛顿运动定律迷思概念的转变效果。3.对学生的体验进行调查,发现绝大多数学生都接受扩展后的 POE 教学策略,并对该策略在“加深知识理解”、“纠正错误观点”这两个方向上的作用,持有非常肯定的态度。

综合以上分析,可以看出学生在牛顿三大定律中主要存在真性迷思概念,需要教师重点关注。对于这部分迷思概念的转变,教师可以有针对性地运用扩展后的 POE 教学策略,来提高学生的学习兴趣,促进学生科学概念的建构。

**关键词:** POE 教学策略; 迷思概念; 牛顿运动定律

## Abstract

In 2017, the physics curriculum standards for senior high schools put forward the requirements for "physics concepts", highlighting the importance of physics concepts in physics teaching. Constructing correct physical concepts plays an important role in students' understanding of physical phenomena and mastering physical laws. However, in the actual teaching process, students often misunderstand physical concepts and form misconceptions under the influence of different factors. Existing misconceptions will bring greater obstacles to the learning of new concepts. In order to help students construct correct physical concepts more effectively, teachers must understand students' misconceptions and adopt appropriate teaching strategies to change students' misconceptions.

Using the method of literature research, this thesis combs the research on misconceptions and POE Teaching Strategies at home and abroad, and determines the main content of this research. By using the method of investigation and research, we have learned what misconceptions students have in Newton's law of motion, and made clear the research object of this teaching strategy. Finally, it discusses the teaching strategy of POE (prediction observation explanation), applies the extended POE Teaching Strategy to teaching practice, and explores the utility of POE Teaching Strategy in the transformation of misconceptions.

In this study, the application of the four-level test paper and POE Teaching strategy improved the accuracy of the survey of misconceptions and promoted the transformation of students' misconceptions. After a semester of practice, the main research results are as follows: 1 The fourth order test paper of Newton's law of motion was used to investigate the students in grade one of senior high school. It is found that among the concepts investigated, the students' misconceptions of truth mainly appear in Newton's first law, Newton's second law and Newton's third law; Students' false misconceptions mainly appears in the section of overweight and weightlessness. 2. The extended POE Teaching strategy is used for teaching practice. The teaching practice results show that the application of this teaching strategy can improve the transformation effect of students' misconception of Newton's law of motion. 3. Through the investigation of students' learning experience, it is found that the vast majority of students accept the expanded POE Teaching Strategy and hold a very positive attitude towards the role of this strategy in the two directions of "deepening knowledge understanding" and "correcting wrong views".

Based on the above analysis, it can be seen that students mainly have the misconceptions of truth in Newton's three laws, which requires teachers' attention. For the transformation of this part of misconceptions, teachers can use the expanded POE Teaching Strategy to improve students' interest in learning and promote the construction of students' scientific concepts.

**Key words:** POE teaching strategies; misconception; Newton's laws of motion

# 目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
目录.....	III
第1章 绪论.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 国内外研究现状.....	1
1.2.1 POE 教学策略研究.....	1
1.2.2 迷思概念研究.....	3
1.2.3 POE 教学策略在迷思概念中的研究.....	6
1.2.4 研究评述.....	7
1.3 研究目的与意义.....	7
1.3.1 研究目的.....	8
1.3.2 研究意义.....	8
1.4 研究内容.....	8
1.5 研究思路和方法.....	9
1.5.1 研究思路.....	9
1.5.2 研究方法.....	10
1.6 研究的重难点与创新之处.....	10
1.6.1 研究重难点.....	10
1.6.2 创新之处.....	11
第2章 核心概念及理论基础.....	12
2.1 核心概念辨别.....	12
2.1.1 科学概念.....	12
2.1.2 迷思概念.....	12
2.1.3 概念转变.....	12
2.1.4 POE 教学策略.....	13
2.2 理论基础.....	13
2.2.1 建构主义理论.....	13
2.2.2 概念转变理论.....	14
2.2.3 观察渗透理论.....	14

第 3 章 “牛顿运动定律”迷思概念调查 .....	16
3.1 四阶测试卷的编制 .....	16
3.1.1 确定命题知识 .....	16
3.1.2 收集迷思概念 .....	19
3.1.3 编制四阶测试卷 .....	21
3.1.4 四阶测试卷评价标准 .....	23
3.2 试卷调查分析 .....	24
3.2.1 试卷发放情况 .....	24
3.2.2 调查结果分析 .....	24
3.2.3 迷思概念成因分析 .....	31
3.2.4 调查反应的问题 .....	33
第 4 章 POE 教学策略的分析与实施 .....	35
4.1 POE 教学策略在物理教学中的特点 .....	35
4.1.1 有利于揭示学生已有知识经验 .....	35
4.1.2 有利于学生自主建构科学概念 .....	35
4.1.3 有利于提高学生课堂参与程度 .....	36
4.2 POE 教学策略运用流程 .....	36
4.2.1 POE 教学策略与不同教学理论的结合 .....	36
4.2.2 扩展后 POE 教学策略运用流程 .....	37
4.3 POE 教学在牛顿运动定律教学中的应用策略 .....	38
4.3.1 注重知识的反馈和运用, 避免迷思概念产生 .....	38
4.3.2 发展学生的思维能力, 促进科学概念形成 .....	39
4.3.3 培养学生积极的学习情感, 促进迷思概念转变 .....	40
4.3.4 激发学生学习兴趣, 转变学生迷思概念 .....	41
4.4 基于 POE 教学策略的教学案例设计 .....	42
4.4.1 “牛顿第三定律”教学设计 .....	42
4.4.2 “牛顿第一定律”教学设计 .....	49
4.4.3 POE 教学策略活动单设计 .....	56
第 5 章 POE 教学策略应用于迷思概念转变的实践结果分析 .....	58
5.1 教学前测 .....	58
5.2 教学后测 .....	60
5.2.1 迷思概念转变情况的测量 .....	60
5.2.2 学生对 POE 教学策略的学习感受 .....	63
第 6 章 研究结论与建议 .....	69

6.1 研究结论.....	69
6.2 教学建议.....	69
6.3 研究不足.....	70
参考文献.....	72
附录.....	76
附录 A: 半开放式问卷.....	76
附录 B: 四阶测试题.....	79
附录 C: 《牛顿第三定律》活动单.....	85
附录 D: 《牛顿第一定律》活动单.....	87
附录 E: POE 教学策略学习感受问卷.....	89
致谢.....	90
作者简介.....	91

## 第1章 绪论

### 1.1 研究背景

随着社会的发展,我国对教育提出了新要求。2017年我国教育部制定了《普通高中物理课程标准》(以下简称新课标),在新课标中物理学科的课程目标从“三维教学目标”变成了更加全面的“核心素养”。物理学科“核心素养”包含了“物理观念”、“科学思维”、“科学探究”以及“科学态度与责任”,其中“物理观念”是物理课程改革中的新增内容<sup>[1]</sup>,也是物理学科“核心素养”的重要基础。新课标指出“物理观念是物理概念和规律等在头脑中的提炼与升华”<sup>[2]</sup>。由此可见,要想发展学生的“物理观念”,就必须让学生掌握正确的物理概念。

此外,物理学是一门基于事实和实验的学科,物理概念与生活有着密切的联系,特别是在与“力与运动”相关的知识中,在正式学习之前,学生就已经有了与之相关的认知经验。而这种在正式学习之前形成的与公认科学概念不相符的概念也被称为“迷思概念”。在常规教学中教师通常会使用讲授的方式进行教学,但在这样的教学方式下学生已有的认知经验往往不能得到足够的重视,学生已经存在的迷思概念也没有得到全面的揭示和有效的转化<sup>[3]</sup>。遇见难以理解的概念,有相当一部分的学生会选择死记硬背。而利用这种方法获得的物理概念,在学生的头脑中并不牢固,在记忆保持或提取的过程中很可能会产生新的“扭曲”,促使学生形成更多的迷思概念,为接下来的学习带来困难。从新课标提出的“物理观念”上看,迷思概念的形成还会影响学生内有概念的进一步提炼与升华,从而阻碍学生物理学科“核心素养”的发展。因此,如何准确把握学生的迷思概念,如何运用合适的教学策略促使学生自主转变迷思概念,成为物理教学研究的重要内容。

### 1.2 国内外研究现状

#### 1.2.1 POE 教学策略研究

##### 1.2.1.1 国外有关 POE 教学策略的主要研究成果

POE 教学策略最早起源于国外。1980年, Pittsburgh 大学的 Champagne 等人提出 DOE (Demonstration-Observation-Explanation) 晤谈策略,教师运用阿特伍德机演示自由落体,让学生观察实验现象,并对测验单上的问题做出书面回答<sup>[4]</sup>。DOE 教学策略是常规的教学实验演示策略,为了优化教学过程,1981年, Gunstone 和 White 把这种方法改为预测-观察-解释 (Predict-Observe-Explain), 即 POE 教学策略,并在 1992 年正式提出。

随着教学研究的不断发展, POE 教学策略的内涵和教学案例逐渐丰富。2003 年, Ranne 和 Kolari 将 POE 教学策略从预测-解释-观察这三个环节, 扩展为预测-讨论-解释-观察-讨论-解释 (Predict-Discuss- Explain-Observe-Discuss- Explain) 这六个环节, 即 PDEODE 教学策略, 丰富了 POE 教学策略的实施流程<sup>[5]</sup>。Kucukozer 指出教师在研究月相和季节相关迷思概念及其转变时, 将 POE 策略和 3D 电脑建模相结合, 取得了良好的研究效果<sup>[6]</sup>。2005 年, Crouch 等人将 POE 策略在哈佛大学进行了定量实施, 通过四组对照实验发现 POE 教学策略在物理实验教学上有着良好的教学效果<sup>[7]</sup>。2019 年, Jasdilla 以及 Fitria 等人运用定量研究法, 将 POE 教学策略运用于小学教学, 探究了 POE 教学策略对学生心智模型的影响, 实践结果发现 POE 教学策略在一定程度上对学生心智模型产生了正面影响<sup>[8]</sup>。

通过以上调查可知, 运用 POE 教学策略可以促进学生理解科学概念, 发展学生心智模型, 在课堂教学中运用 POE 教学策略还可以有效展示物理实验。随着 POE 教学策略的不断发展, 越来越多的国外研究者将 POE 教学策略用于实践教学, 而其研究成果, 也为后续相关研究的开展提供了坚实的基础。

### 1.2.1.2 国内有关 POE 教学策略的主要研究成果

在中国知网 (CNKI) 中选择“社会科学 II 辑”分类目录, 以“POE 教学策略”或“预测-观察-解释”为关键词, 对 1915 年至 2021 年的所有文献进行检索, 一共检索出 80 篇文献, 整体发文趋势如下图 1-1 所示。

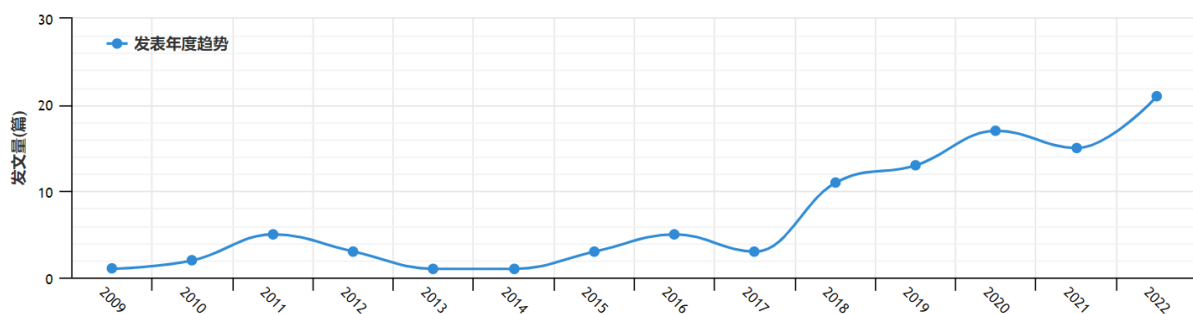


图 1-1 POE 教学策略年度发文趋势

可以看出 10 多年来, 我国研究者对 POE 教学策略的研究, 在发文数量上总体呈上升趋势。在 2009 年至 2017 年间, 每年的发文数量增幅不大, 但在 2017 年后, 每年的发文数量显著增长。对其研究内容进行分析, 可以发现 POE 教学策略的研究较多集中于物理、化学、生物等自然学科。

以“物理”为关键词, 在以上检索结果中再次进行检索, 一共检索出 12 篇文献, 对这几篇文献的内容进行分析, 可以发现 POE 教学策略在物理教学中的研究主要集中在三个方面。

一是根据 POE 教学策略探究学生的素质发展。例如, 2021 年, 韩美慧以“电磁感

应强度”为例,通过教学实施,探查了 POE 教学策略对学生物理核心素养的影响<sup>[9]</sup>。2016 年,王艾论述了 POE 教学策略对学生综合素养的提升效果<sup>[10]</sup>。2019 年,王乃乐对 POE 与 DOE 教学策略在物理实验教学中的差异进行了比较,分析发现 POE 教学策略更有利于学生核心素养的发展<sup>[11]</sup>。

二是根据 POE 教学策略探究学生的概念学习。例如,2020 年,陶春宇利用自编问卷调查了学生的摩擦力前概念,并利用 POE 教学策略进行概念转变教学,研究结果显示 POE 教学策略可以有效的转变学生摩擦力前概念<sup>[4]</sup>。2021 年,白钰和程琳两人基于 POE 教学策略,提出了高中力学迷思概念的转化路径<sup>[12]</sup>。2011 年,林雪梅运用“自由落体运动”教学案例,介绍了 POE 策略在物理教学中的应用<sup>[13]</sup>。

三是运用 POE 教学策略编制物理题,例如,2020 年,孙伟河将 POE 教学策略与我国科学知识试题的编制相结合,并列出了相关习题案例<sup>[14]</sup>。2020 年,丁格曼根据美国“国家教育进步评价”(NAEP)中的 POE 试题的特点,探究了 POE 教学策略用于初中物理实验试题编制的流程<sup>[15]</sup>。

从素质发展到习题编制,可以看出与 POE 教学策略相关的研究视角正在不断扩大。但从文献的数量上看,POE 教学策略在物理教学领域中的研究仍然较少。此外大多数研究者在探究 POE 教学策略对学生概念转变或素质提升上的作用效果时,仅对 POE 教学策略进行了理论上的分析,而该教学策略在国内实际教学中的教学效果究竟如何,还有待进一步的深入探讨。

## 1.2.2 迷思概念研究

### 1.2.2.1 国外迷思概念研究现状

1903 年,美国研究者霍尔调查了儿童对热、霜、火等自然现象的概念理解<sup>[16]</sup>。随着认知心理学的出现,研究者开始研究学生的错误概念及其产生原因,到 1970 年末开始有了“另有概念运动”<sup>[17]</sup>。20 世纪 70 年代以后,科学教育界开始重视学生的迷思概念,越来越多的研究者对迷思概念展开了调查。1983 年,第一届科学与数学迷思概念研讨会在美国康奈尔大学举办,从此迷思概念在科学教育研究中的地位得以确定<sup>[18]</sup>。

从迷思概念的转变上看,目前较为知名的概念转变模式有, Lee Gyongho 和 J.Kwon 提出的“认知冲突过程模式”、纳斯鲍姆和诺威克提出的“NN 三步教学模式”、White 和 Gunstone 提出的 POE 策略、美国 BSCS 提出的“5E 教学模式”、Karplus 的“学习循环模式”、Driver 和 Oldham 提出的“DERAR 模式”以及 Krajcik 提出“四步教学模式”等等<sup>[19]</sup>。以上教学模式,自提出以来得到了较为广泛的应用,例如,2010 年, Ipek, H 等人利用 POE 教学策略探查了学生对溶解度、溶解性以及物质类型对溶解度的影响的理解<sup>[20]</sup>。2019 年, Daines B 和 Berry A 等人将 5E 教学模式运用于一年级医学生的呼吸生

理学教学中<sup>[21]</sup>。2021年, Grau F G I和 Valls C等人通过5年时间的探究,发现长期使用5E教学模式对学生的概念学习存在积极影响<sup>[22]</sup>。

从概念调查方法上看,1985年,美国研究者 Hestenes等人系统的开发了一份与力相关的概念测试问卷(Mechanics Diagnostic test)。1992年, Hestenes等人又对力学概念测试问卷进行修改,最终形成了力的概念测量表(Force Concept Inventory),简称 FCI<sup>[23]</sup>。此后, FCI调查问卷被广泛运用于测量学生的力学概念。但仅用一个题目来测量学生的已有知识经验,只能判断出学生是选对了还是选错了,并不能分辨出学生选择该选项的理由。因此,1988年 Treagust等人开发了二阶测试题来诊断迷思概念<sup>[24]</sup>,其结果如图1-2所示。

第一阶 (问题阶)	在完全没有光能的情况下,绿色植物会大量吸收哪些气体? (1) 二氧化碳气体                      (2) 氧气
第二阶 (理由阶)	我回答的原因是: (a) 这种气体用于绿色植物的光合作用 (b) 这种气体用于绿色植物在完全没有光能的情况下发生的光合作用 (c) 这种气体用于呼吸,只有在绿色植物没有光能进行光合作用时才会发生呼吸 (d) 这种气体被用于绿色植物持续进行的呼吸 (e) _____

图 1-2 二段式选择检验

虽然二阶测试题能够判断出学生选择该选项的理由,但二阶测试题不能判断学生的回答是经过认真思考后得到的,还是随意选择的。为了对这种情况做出区分, Franklin和 Hill等人,又将信心阶作为了题目的第三层,构成了三阶测试题<sup>[25]</sup>,其结构如图1-3所示。


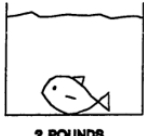
第一阶 (问题阶)	<p>比尔有一个水族馆,里面有一磅重的鲈鱼。他称了称水族馆的重量,而鱼在水中的一半,发现它重 65 磅。当水族馆还处于平衡状态时,鱼就沉到了水底。用天平测量的水族馆的重量发生了什么变化?</p> <p>答案: 1) 重量增加 2) 重量减轻了 3) 重量保持不变</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
第二阶 (理由阶)	<p>原因: a) 物体在水中漂浮时重量较轻 b) 这条鱼漂浮的时候没有被称重,沉入海底时才被称重 c) 天平可以检测鱼的重量,无论它是漂浮的还是沉在底部 d) _____</p>
第三阶 (信心阶)	<p>你对自己的回答有多确定 (     ) 我肯定我是对的: 7 6 5 4 3 2 1: 只是瞎猜</p>

图 1-3 三段式选择检验

但是三阶测试题仅对答案和理由的共同信心水平进行了调查,没有考虑到理由阶和问题阶的可能会不同信心水平的情况。对此, Caleon 等人又在 2010 年开发了四阶测试题<sup>[26]</sup>,四阶测试题由答案阶、理由阶,以及针对答案阶和理由阶的两个信心指数构成,基本结构如图 1-4 所示。在此之后, Krisdiana 等人又对四阶测试题中的信心指数进行了赋值,进一步发展了四阶测试卷<sup>[27]</sup>。

第一阶 (问题阶)	当波从较轻绳子传播到较重绳子时,波速会发生什么变化? ( ) 答案: A.减小 B.增大 C.保持不变
第二阶 (信心阶)	信心: 0% (完全靠猜测)——100% (完全有把握), 根据自己对题目的确定程度进行选择 ( )
第三阶 (理由阶)	选择上一题答案的理由: ( ) a.较重的绳子具有较大的惯性,其质点获得速度更慢,从而减缓波传播时的速度 b.由于绳子中的张力恒定,波通过每条绳子的波速将相同 c.较重的绳子具有较大的惯性。质点更快地获得速度,从而使波更快地传播
第四阶 (信心阶)	信心: 0% (完全靠猜测)——100% (完全有把握), 根据自己对题目的确定程度进行选择 ( )

图 1-4 四段式选择检验

综上所述,国外有关迷思概念的研究起步较早,其中有关迷思概念转变与调查的研究已经有了较为丰富的研究成果,而这些研究成果也将为其他相关研究的展开,提供可以参考的理论工具和实际案例。

### 1.2.2.2 国内迷思概念研究现状

在中国知网(CNKI)中选择“社会科学Ⅱ辑”分类目录,以“迷思概念”为关键词,对 1915 年至 2021 年的所有文献进行检索,一共检索出 749 篇文献,整体发文趋势如图 1-5 所示。

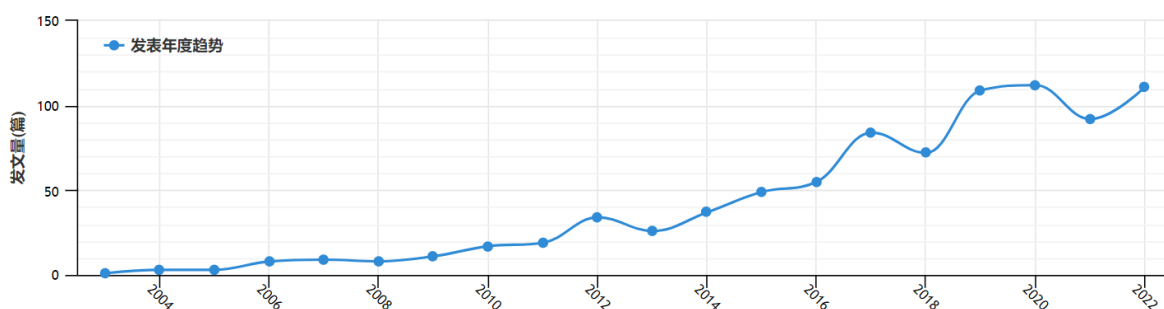


图 1-5 迷思概念年度发文趋势

可以看出近 20 年来,我国研究者对迷思概念的研究在整体情况上,呈上升趋势。在 2005 年至 2011 年间,与迷思概念相关的文献数量处于一个缓慢增长的过程。在 2011 年后,每年的发文数量显著增长。2020 年,与迷思概念相关的研究达到了 113 篇,由此

可见随着教学研究的发展,迷思概念逐渐成为概念教学领域的研究热点。以“物理”为关键词,在以上检索结果中再次进行检索,一共检索出115篇文献。对相关文献进行分析可以发现,近几年内有关物理迷思概念的研究主要集中于力学。除此之外,也有部分研究者对电磁学、天体运动、声音、机械波等方面的迷思概念进行了研究。

从概念转变上看,与迷思概念相关的研究主要集中在两个方面。一是从不同教学模式和策略出发,对学生的迷思概念转变进行实践研究。例如,2019年,潘星谕利用了5E教学模式,对高中力学典型迷思概念进行了转变研究<sup>[28]</sup>。2017年,孙雪以学生磁学章节的迷思概念为研究对象,运用反转课堂教学模式,进行了概念转变教学<sup>[29]</sup>。2021年,白钰等人归纳了力学中相关迷思概念,并对POE教学转变相关迷思概念的路径进行了论述<sup>[12]</sup>。二是根据相关材料提出迷思概念转变的策略,例如,2020年,王敏利用了耗散结构理论,对物理迷思概念的转变提出了相关学习策略<sup>[30]</sup>。2021年,向洪锐根据学生的动力学迷思概念成因,提出了相应得教学转变策略<sup>[31]</sup>等等。从整体上看,已有的物理迷思概念转变研究多从教学策略和教学模式出发。但随着研究者对迷思概念特点的深入了解,相关的概念转换研究也逐渐由教学模式和教学策略的单项研究,转化为教学模式与教学策略相结合的研究。概念教学是物理教学的重要内容,为了更好的转变学生的迷思概念,研究者们还需对此展开更加深入的探讨,以充分发挥不同教学策略在迷思概念转变上的效用,促进学生迷思概念的转变。

从研究调查方式上看,前期有关学生迷思概念的调查主要运用了国外的概念测试问卷或自编二阶测试问卷。例如,2015年,赵小双为了测量学生在动力学中的迷思概念,在其学位论文中参考了FCI、DCI概念测试问卷,编制了一套测试量表<sup>[32]</sup>。同年,郑文珍为了测量初中生“运动和力”中的迷思概念,参考了《初中科学课程标准》、《浙江省初中毕业生学业考试说明》以及初中物理教材,编制了一份二阶测试问卷<sup>[33]</sup>。2016年,王珊对CSEM试卷进行了改编,测量了学生在电磁学章节上的迷思概念<sup>[34]</sup>。2017年后,三阶测试题和四阶测试题的研究逐渐增多,例如,杜英琪、樊丽、朱顺明等人就曾运用三阶测试卷,分别调查了学生在电磁学、力学以及曲线运动和万有引力定律上的迷思概念<sup>[35]-[37]</sup>。此外,陕西师范大学的赵倩曾对三阶测试问卷和四阶测试问卷进行了对比研究,其结果显示四阶测试问卷能够辨别出更多与学生迷思概念有关的信息,诊断出更多的典型迷思概念<sup>[38]</sup>。总体看来,普通试卷和二阶测试问卷在诊断物理迷思概念的研究中运用的最多,其次是三阶测试问卷,而有关四阶测试卷的研究在物理教学领域里,现仅存于机械波、摩擦力这两个知识点,研究范围较小,有待进一步发展。

### 1.2.3 POE 教学策略在迷思概念中的研究

对POE教学策略在迷思概念中的研究进行调查,可以看出国外研究者对POE教学策略在迷思概念中的研究较早,相关研究成果也较为丰富。例如,1989年, Jae-Sool Kwon

等人,以 POE 教学策略为教学工具对电流迷思概念进行了调查和转变<sup>[39]</sup>。2010 年,Keles 等人对学生“颜色”概念的迷思概念进行了调查,并运用计算机辅助教学(CAI)和 POE 教学策略对这些迷思概念进行了纠正<sup>[40]</sup>。2019 年,Latifah 等人将 POE 教学策略运用于“温度”和“热材料”的概念教学,最终有效纠正了学生的迷思概念<sup>[41]</sup>

对国内的相关文献进行调查,可发现有关 POE 教学策略在迷思概念中的研究并不多。以“POE”和“迷思概念”为关键词在中国知网进行检索,仅得到 16 篇文献。其中,最早的研究为 2007 年,任英杰运用 POE 教学策略对 10 名 3 年级学生有关“沸点”迷思概念进行了转变<sup>[42]</sup>。在此之后,POE 教学策略在迷思概念中的研究大多集中于小学科学以及中学化学这两个教学领域。而在物理教学中,仅有陶春宇、白钰这两位研究者对力学部分的迷思概念进行了探讨。其中,陶春宇运用二阶测试卷调查了学生有关摩擦力的前概念,并通过实际教学,探究了 POE 教学策略在摩擦力前概念中的转变作用<sup>[4]</sup>。而白钰等人通过文献分析收集了高中力学典型迷思概念,并对 POE 教学的转化路径进行了理论分析<sup>[12]</sup>。综合来看 POE 教学策略在物理迷思概念中的研究较少,对其进行实践教学研究的文献也不多。POE 教学策略起源于国外,在国内物理教学中的教学效果还必须通过更多的实践研究来说明。

#### 1.2.4 研究评述

从 POE 教学策略来看,大多数研究者都认可 POE 教学策略在提高学生素质、转变学生概念上的作用。但与之相关的研究主要为理论分析,特别是 POE 教学策略在物理迷思概念转变中的研究。在教学研究中,实践是检验“真理”的重要标准,要想探究 POE 教学策略对学生迷思概念转变效果,仅仅通过理论分析并不能得到一个全面的说明,必须将 POE 教学策略运用于教学实践。除此之外,从物理学科迷思概念的研究内容和调查方法上看,力学迷思概念的研究是我国中学物理教学的热点,对其展开迷思概念转变研究对中学物理具有重要的意义。而现有研究主要是从宏观角度对力与运动的知识展开探讨,这样的研究虽然能够从整体上了解学生的迷思概念情况,但针对性并不强。此外,现有的迷思概念调查多以单阶或二阶调查问卷为主,四阶调查问卷在国内的运用较少,为了更准确的把握学生迷思概念,四阶测试卷还有待进一步推广。

综合以上分析,本文将以动力学中的牛顿运动定律为研究对象,利用四阶调查问卷对学生的迷思概念展开调查,运用 POE 教学策略对学生的牛顿运动定律迷思概念进行转变,探究 POE 教学策略在牛顿运动定律迷思概念上的转变效果,期望能为一线物理教师提供参考。

### 1.3 研究目的与意义

### 1.3.1 研究目的

以四阶测试卷和 POE 教学策略为工具，对牛顿运动定律的迷思概念进行探查和转变，期望通过本次研究达成以下目的。

(1) 编制四阶测试卷，了解学生牛顿运动定律迷思概念，区分学生的科学概念和迷思概念，为一线物理教师提供更多的教学参考。

(2) 对 POE 教学策略进行扩展，并根据扩展后的 POE 教学策略展开教学案例设计，为一线物理教师提供可以操作的教学范例。

(3) 从迷思概念的转变情况以及学生的学习体验这两个方面，了解扩展后 POE 教学策略在物理教学中的实际教学效果，为一线物理教师提供一个更有效的迷思概念转变策略。

### 1.3.2 研究意义

#### 1.3.2.1 理论意义

虽然国内对迷思概念的研究日益增加，但在迷思概念的测量上，大多数的研究人员仍然采用的是国外信度较高的权威试题或自编的二阶测试卷，较少有人开发四阶测试卷。因此，对牛顿运动定律四阶测试卷进行开发和运用，在一定程度上可以为牛顿运动定律迷思概念的调查研究提供一点促进作用。除此之外，为了更好的发挥 POE 教学策略对学生迷思概念的转变作用，对 POE 教学的流程和应用策略做了进一步的探讨，在一定程度上可以丰富 POE 教学策略的相关理论研究。

#### 1.3.2.2 实践意义

由于牛顿运动定律与学生的日常生活相近，不少学生在正式学习之前就已经有了迷思概念，而已有迷思概念会学生的学习带来负面的影响。为了更好的转变学生的迷思概念，本文将从 POE 教学策略入手，将扩展后的 POE 教学策略运用于实际教学。以期提高学生对相关概念学习的兴趣，帮助学生认识自己的迷思概念，促进学生牛顿运动定律迷思概念的转变。并最终通过教学结果的检验，为中学物理教师转变学生的牛顿运动定律迷思概念提供更有效的教学策略。

## 1.4 研究内容

(1) 通过对新课标和教材的分析，编制命题知识陈述表和概念图。整理相关资料，展开师生调查，收集学生的迷思概念，编制四阶测试卷。利用编制好的四阶测试卷测量学生的牛顿运动定律迷思概念。

(2) 对四阶测试卷的调查结果进行分析, 区分学生的真性迷思概念和假性迷思概念。通过访谈了解学生迷思概念的产生原因, 以及相关迷思概念反映出来的问题。

(3) 分析 POE 教学策略的特点, 根据概念转变理论和情景教学法扩展 POE 教学流程, 并根据相关迷思概念反映出来的问题, 提出 POE 教学在牛顿运动定律迷思概念转变中的应用策略。

(4) 将 POE 教学策略运用于牛顿运动定律实际教学, 检验扩展后 POE 教学策略的教学效果以及学生对该教学策略的学习感受。

## 1.5 研究思路和方法

### 1.5.1 研究思路

根据相关文献梳理, 本文的研究内容大致可分为两个部分, 一是编制牛顿运动定律四阶测试卷, 了解学生牛顿运动定律迷思概念的现状与特点。二是运用 POE 教学策略转变学生的牛顿运动定律的迷思概念。

研究的路线大致为“文献梳理-问卷编制-调查分析-概念转化-研究反思”, 如下图 1-6 所示。

(1) 通过文献梳理, 了解国内外有关迷思概念以及 POE 教学策略的研究成果, 明确研究方向。

(2) 通过教材分析确定命题知识, 根据文献调查和师生访谈了解学生的迷思概念, 利用调查到的迷思概念编制四阶测试卷。

(3) 对高一学生进行调查, 了解学生在牛顿运动定律中存在的迷思概念, 以及迷思概念的成因及其反映出来的问题。

(4) 对 POE 教学策略进行分析和扩展。选取两个班进行对照, 探究扩展后的 POE 教学策略在迷思概念转变上的效果以及学生对该教学策略的学习感受。

(5)对整个研究过程进行反思和总结,根据研究过程中发现的问题提出教学建议。

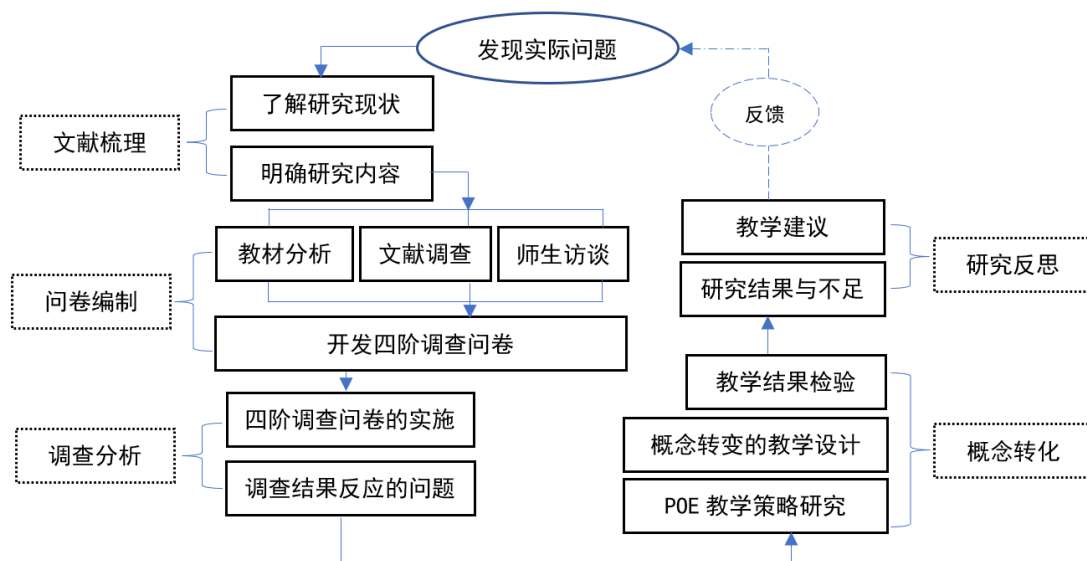


图 1-6 研究思路

## 1.5.2 研究方法

1.文献研究法。文献研究法是根据某一研究主题,从多渠道获得相关文献,并对其整理和分析一种方法<sup>[43]</sup>。在本次研究中,通过文献研究,了解了国内外迷思概念研究现状以及 POE 教学策略的研究现状,确定了本次研究的主要内容。通过查阅相关书籍,确定了四阶测试卷的具体编制流程,以及相关调查结果的评价方法。除此之外,在四阶测试卷编制的过程中,对相关文献进行了研究,从而了解了学生可能存在的牛顿运动定律迷思概念。

2.调查研究法。调查研究法是对客观事实情况进行有目的、有计划的收集以及发现其客观规律的方法<sup>[44]</sup>。在本次研究中,通过四阶测试卷以及学习感受问卷,具体了解了学生牛顿运动定律迷思概念,以及学生对扩展后 POE 教学策略的实际感受。此外,通过学生访谈,了解了学生的迷思概念成因,并对学生的部分学习感受有了更加深入的认识。

3.数据统计分析法。数据统计分析法是对研究对象的调查数据进行数据分析,从而揭示研究对象特点、变化趋势等规律的研究方法<sup>[45]</sup>。在本次研究中,主要是运用 SPSS26.0 数据分析软件,对四阶测试卷以及学习感受问卷进行了信度和效度的分析,对教学实践后的数据展开了检验和统计,从而得到最终的研究结果。

## 1.6 研究的重难点与创新之处

### 1.6.1 研究重难点

高一学生逻辑思维还不够完善，对生活中的各类现象仅从表面对其进行理解，存在较多迷思概念。为了帮助学生更好的掌握新概念，本次研究的重点在于探查学生牛顿运动定律中存在的迷思概念，以及运用 POE 策略转变学生的迷思概念。

为了准确测量学生的迷思概念，本次研究选择了四阶测试卷，与单阶问卷相比，四阶测试卷更为复杂，因此本次研究的难点为四阶测试卷的编制。此外，为了让 POE 教学策略更加贴合迷思概念的转变，如何对 POE 教学策略的流程进行优化，也是本次研究的难点。

### 1.6.2 创新之处

本次研究将四阶测试卷运用于牛顿运动定律迷思概念调查，能够准确辨别出学生有关牛顿运动定律的不同迷思概念，为中学物理教师提供参考。

此外，本文还从情景教学法和概念转变理论这两个角度出发，对 POE 教学策略的内容进行了扩展，将 POE 教学策略从“预测-观察-解释”这三个环节扩展为“预测-观察-解释-运用”四个环节。并利用该教学策略展开教学设计与实施，在一定程度上丰富了 POE 教学策略的应用范围。

## 第2章 核心概念及理论基础

### 2.1 核心概念辨别

#### 2.1.1 科学概念

《心理学大辞典》将科学概念定义为，在科学研究中经过假设和检验逐渐形成的、反映事物本质属性的概念。“科学概念”是概念中的一种，也可以被称为“明确概念”<sup>[46]</sup>。我国胡卫平教授把科学概念解释为客观事物的本质特征和共同属性在人们头脑中的反映，是通过人们的观察、实验和思维而产生的一种对科学事物的抽象结果<sup>[47]</sup>。可见科学概念的形成必须通过实验验证，而它所反映的是事物本质的属性以及共同的特征。

#### 2.1.2 迷思概念

“迷思概念”是我国台湾学者对英文“misconception”一词的有趣译法，它由“mis-”的音译和“conception”的意译两部分结合生成的<sup>[16]</sup>。与“错误概念”、“误解”等通常译法相比，“迷思概念”避免了研究者对这类概念简单的做出负面评价<sup>[16]</sup>。对于迷思概念的定义，不同的学者有不同的看法。例如，蔡铁权认为迷思概念是学生学习科学概念之前即具有的直觉知识或与正统科学知识不符的概念<sup>[18]</sup>。徐友华认为迷思概念是指在学习过程中，学生因为已有经验或知识的不同，所接受的信息来源和方式不同，而形成对同一概念的不同理解，甚至是不正确或错误的理解<sup>[49]</sup>。蔡嘉兴认为迷思概念是学生学习科学知识的前、中、后所具有的与教师、教材或科学家定义不同的概念<sup>[50]</sup>。根据以上的观点可以看出，不同的研究者对于迷思概念的定义有着不同的视角。从广义的角度来看，迷思概念可以在学生的整个学习过程中随机形成。从狭义的角度来看，迷思概念只能在学习过程的某一特定时刻形成，例如，在学习前、学习中或者是在学习后。由于本次研究的主要内容是学生在正式学习之前形成的迷思概念。因此本文沿用并发展了蔡铁权提出的定义，即迷思概念是指在接受正式学习之前，学生所具有的与公认科学概念不同或是不完全相同的认知和看法。

学生的迷思概念是多种多样的，根据学生迷思概念的成因，可以将迷思概念划分为真性迷思概念和假性迷思概念。其中，真性迷思概念是由于学生对科学概念的误解而产生的迷思概念。假性迷思概念是由于学生概念缺乏而产生的迷思概念。

#### 2.1.3 概念转变

当学生面临一个新情景时,原有经验可能会与新情景发生矛盾,为了解决这个矛盾,获得认知的平衡,个体就会发生概念的转变。学者张建伟认为概念转变就是认知冲突的引发和解决的过程,是个体原有的某种知识经验,由于受到与此不一致的新经验的影响,而发生的重大改变<sup>[51]</sup>。基于此,本研究将概念转变定义为,个体为了适应新环境而产生的认知冲突以及调整原有概念解决认知冲突的整个过程。

#### 2.1.4 POE 教学策略

POE 教学策略中的 P、O、E 分别对应着预测、观察和解释三个教学环节。在第一个环节中,学生需要对某一事件进行预测,暴露自己的迷思概念;在第二个环节中,学生将对事件进行观察,通过现象与预测之间的不同产生认知冲突;在第三个环节中,学生将对预测结果和观察结果间的差异进行解释,促进原有迷思概念的转变。根据 POE 教学策略的三个环节可以看出,POE 教学策略实际上是一种基于学生认知冲突,改变学生原有认知经验的教学范式。

## 2.2 理论基础

### 2.2.1 建构主义理论

建构主义的主要代表人物有皮亚杰、维果斯基等等。他们的观点可从知识观、学生观、学习观三个方面进行阐述。

第一,在知识观方面,建构主义认为知识是动态的,其动态性体现在以下三点。一是建构主义认为知识并不是现实的准确表征,知识只是一种假设。二是在运用知识解决问题的时候,知识必须经过个体的加工才能被用于教学情景解决问题。三是每个学生所理解的知识并不相同,个体对知识的理解会随着知识经验的差异而产生不同的结果。

第二,在学生观方面,建构主义认为学生的已有知识经验是丰富而独特的,教师要重视学生的已有知识经验,要从学生的知识背景中找到适合的“生长点”,促进学生对新知识的理解。

第三,在学习观方面,建构主义强调了学生学习的主动性,他们认为学生的学习是学生在已有知识经验上的主动建构,并不是机械记忆或被动灌输的结果。与此同时,建构主义还指出学生的学习具有社会互动性和情景性,在学生交流的过程中,学生的想法可以被外显,更有利于激发学生的反思监控能力。最后,建构主义还认为在情景中进行学习,将更有利于学生将知识迁移于生活<sup>[52]</sup>。

可以看出,在建构主义理论中,学生是具有独特经验的个体,而并非是一张白纸。了解学生的已有知识经验,将有利于提高教学的质量,促进学生的理解。由于学生所具

备的知识是丰富而具有差异的,对此运用四阶测试卷,能够帮助教师准确判断出学生的已有认知经验及其特点。此外在 POE 教学策略的预测环节中,学生的已有认知经验还将受到进一步的揭示。而知识的外显可以引起学生的主动反思,促进学生科学概念的自主建构。

### 2.2.2 概念转变理论

当学生所具有的知识经验无法解释现有情景时,学生就会对已有知识经验进行改造,从而适应新情景。但这样的概念转变并不是无条件的,1982年,波斯纳从心理学角度提出了四个概念转变所需的条件。

一是对原有概念的不满。只有当学生发现已有知识经验不能解决当前问题时,学生才会对这一概念进行转变。而这种概念上的不满通常来自于学生认知上的冲突或难以解决的疑惑。

二是新概念的可理解性。只有当学生真正懂得新概念的内涵时,学生才有可能接受和获得新概念。

三是新概念的合理性。当新概念与学生所具有的其他经验、原理、印象相一致时,学生才会认为新概念是合理的。这时学生会接受新概念,新概念才会与已有知识框架整合在一起。

四是新概念的有效性。有效性是指学生把新概念看作解释某种问题的更好途径,能够用新概念解决问题,认可新概念的价值<sup>[51]</sup>。

分析概念转变理论和 POE 教学策略,可以发现该策略与概念转变的部分条件相一致。在 POE 教学策略的前两个环节中,学生通过预测和观察,产生认知上的矛盾,进而对原有概念感到不满,产生转变原有概念的心向。在解释环节中,学生将通过思考和交流,理解新概念的内涵,对新概念形成认可。可见概念转变理论为 POE 教学策略转化学生迷思概念提供了理论支撑。

### 2.2.3 观察渗透理论

1958年,汉森在《发现的模式》一书中,提出了“观察渗透理论”的命题,他认为观察并不是纯粹客观的视觉上的“看”,而是一种渗透了理论的事情<sup>[53]</sup>,他的主要观点可以分为以下三个方面。

第一,理论在观察前就已经发挥作用,这一特点体现在观察行为的主动性和目的性上。任意一个个体在观察事物的过程中,都会主动的从脑海中提取与之相关的理论,在已有理论的作用下,观察者只能观察到自己认识的东西。而这也使得具有不同知识理论的个体,会观察到不同的结果。

第二，理论持续影响着整个观察过程，这一特点主要体现在科学观察的情景性和规范性上。汉森认为同一个体对同一事物进行观察，在不同的情景之下观察结果并不相同。观察者是否具有与观察相关的知识，同样影响着观察者对观察现象的记录规范性。

第三，理论影响着观察结果的解释，如果观察者完全缺乏与观察对象相关的理论知识，那么观察者对观察结果做出的解释将会是无意义的<sup>[54]</sup>。

根据观察渗透理论的内涵可以看出，个体所具备知识将会对整个观察过程带来影响。在 POE 教学策略中，学生需要对事件进行解释，如果学生不具备与之相关的理论知识，那学生就不能对观察结果做出正确的解释，而这也为学生认知上的困惑与冲突提供了条件，为迷思概念转变带来了契机。

## 第3章 “牛顿运动定律”迷思概念调查

为了说明问卷的效度，本章内容将具体展示问卷的编制流程。并对编制好的问卷进行实际调查，了解学生的迷思概念特点及其产生原因，分析相关迷思概念所反映的问题，为后续牛顿运动定律的迷思概念的转变奠定基础。

### 3.1 四阶测试卷的编制

四阶测试题是由一个答案阶、一个理由阶以及两个信心阶共同组成的试题，由于每个题目包含了四个阶段，故称为四阶测试题。四阶测试题的基本结构为答案阶-信心阶-理由阶-信心阶。对于四阶测试题的编制，Calon 曾在研究中指出，四阶测试题是由二阶选择测试题演变而来的<sup>[26]</sup>。因此在问卷的编制的流程上，四阶测试题与二阶选择测试题的编制流程大致相同。参考 Treagust 提出的“三阶段十步骤”二阶问卷编制方法<sup>[25]</sup>，本次四阶测试卷的开发有以下三个环节，每个环节均包含了 2 到 3 个的步骤。具体情况如下图 3-1 所示。

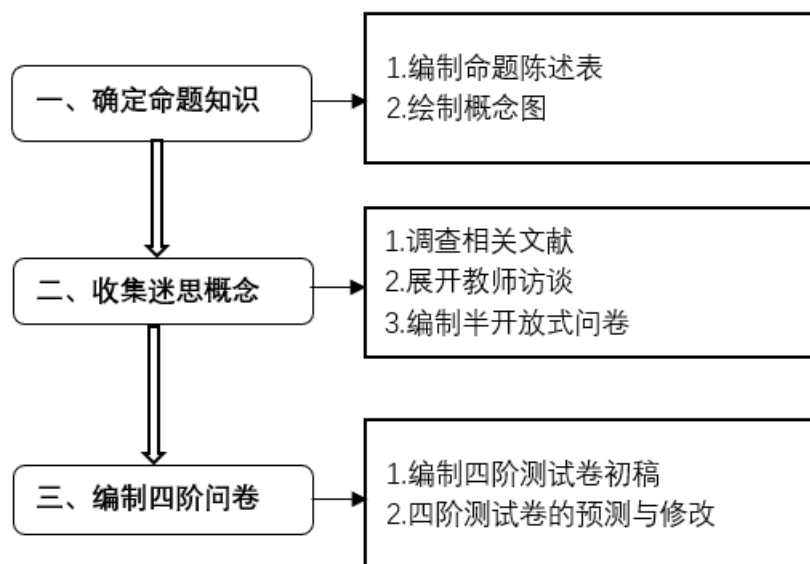


图 3-1 四阶试卷编制流程

#### 3.1.1 确定命题知识

##### 3.1.1.1 编制命题知识陈述表

确定命题知识是编制四阶测试卷的重要步骤，为了保证所选知识的合理性，本次命

题知识表的编制主要以新课标中的“内容要求”为依据。新课标是指导教师进行教学的重要文件,在其“内容要求”中,对运动定律的表述为:“通过实验,探究物体运动的加速度与物体受力、物体质量的关系。理解牛顿运动定律,能用牛顿运动定律解释生产生活中的有关现象、解决有关问题。通过实验,认识超重和失重现象。知道国际单位制中的力学单位。了解单位制在物理学中的重要意义<sup>[3]</sup>。”

以上“内容要求”涉及的核心内容有3个,分别是“牛顿运动定律”、“超重和失重”以及“力学单位”。其中,“牛顿运动定律”是“力与运动”章节的重要组成部分,该知识点与学生的日常生活相接近,学生存在大量的迷思概念,是此次研究的重点内容。而“超重和失重”以及“力学单位”分别是牛顿运动定律的应用与外延,为确保所选内容的有效性,根据学生已有的认知经验对这两个核心内容分别进行筛选。

“力学单位”位于2019年人民教育出版社高中物理必修第一册(以下简称新教材)的第四章第4节,在这一节教学内容中“基本单位”、“导出单位”以及“国际单位制”等概念都有着明确的界定。通过文献调查,可以发现这一节产生迷思概念的可能性较小,故“力学单位”并不作为此次迷思概念调查的重要内容。对“超重”和“失重”这两个概念进行调查,可以发现,虽然在初中阶段学生没有学习过“超重”和“失重”这两个概念,但随着“超重”和“失重”在日常生活中的广泛化与口语化,这两个概念早已进入学生的视野。并且“超重”与“失重”在日常生活中的含义与物理学中的含义并不同,而这两者间的差异很可能会为学生带来新的迷思概念<sup>[55]</sup>。综合以上分析,本次问卷调查的核心内容为“牛顿运动定律”以及“超重和失重”。

与“牛顿运动定律”和“超重和失重”相关的教学内容分别为新教材第四章第一节“牛顿第一定律”、第三节“牛顿第二定律”、第六节“超重与失重”,以及第三章的第三节“牛顿第三定律”。由于本次调查的对象为高一新生,为保证本次调查的内容不会超出学生的认知水平,对每小节中的知识点进行了筛选,去除了“牛顿第二定律”和“超重和失重”中过于量化的表述,例如:“ $F = ma$ ”、“超重是指物体具有向上的加速度”等。并对“牛顿第一定律”以及“牛顿第三定律”中学生较为熟悉的概念进行细化。最终整理出的命题知识表如下表3-1所示。

表3-1 “牛顿运动定律”命题知识陈述表

核心概念	命题知识
牛顿第一定律	F1: 一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态,除非作用在它上面的力迫使它改变这种状态 F2: 物体都有保持原来匀速直线运动状态或静止状态的性质 F3: 惯性与物体的受力状况无关 F4: 惯性的大小只由质量决定,质量越大,惯性越大 F5: 惯性越大,越不容易改变运动状态

牛顿第二定律	S1: 物体加速度的大小跟作用力成正比, 跟物体的质量成反比 S2: 加速度的方向跟作用力的方向相同 S3: 加速度和该物体所受合力是瞬时对应的 S4: 物体所受到的合外力与物体的速度没有直接的关系
牛顿第三定律	T1: 物体间相互作用的这一对力, 叫做作用力和反作用力 T2: 作用力和反作用力总是大小相等 T3: 作用力和反作用力总是方向相反, 作用在同一条直线上 T4: 作用力和反作用力总是相互依存, 同时存在 T5: 作用力与反作用力是同种性质的力
超重与失重	OW1: 用弹簧测力计或台秤来测量物体重力时, 弹簧测力计或台秤的读数叫做物体的视重 OW2: 物体本身的重量不会因为运动状态的改变而变化

### 3.1.1.2 绘制概念图

为了确立命题知识间的相关性及其延伸程度, 根据以上命题知识绘制了如下所示的牛顿运动定律概念图 (如图 3-2 所示), 图中包含了初中和高中两个部分。

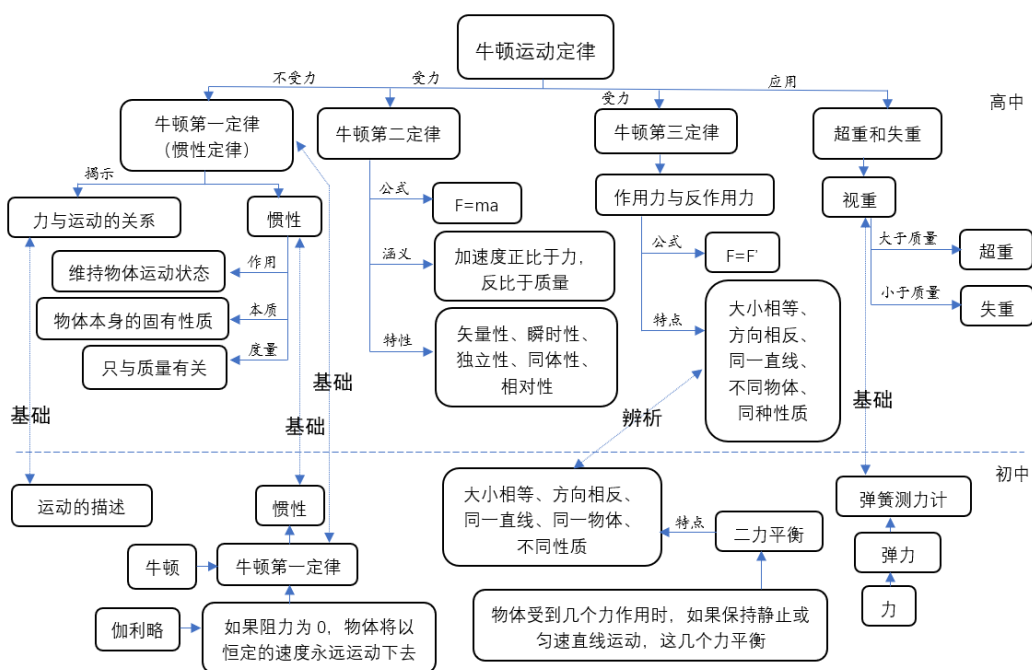


图 3-2 牛顿运动定律概念图

将该图与表 3-1 进行对比, 可以看出表 3-1 中的概念与图 3-2 中展示的概念基本一致, 因此各命题知识属于同一主题。此外, 将表 3-1 和图 3-2 交予组内指导教师和一线物理教师审视。

### 3.1.2 收集迷思概念

收集迷思概念是编制四阶测试卷的重要依据，为保证收集的迷思概念的全面性，本文将从以下三个方面展开迷思概念的收集。

#### 3.1.2.1 调查相关文献

顾江鸿等人曾在研究中指出，学生的迷思概念与物理学史发展历程中出现的“错误”观点有相似之处<sup>[56]</sup>。因此，本次文献调查的对象以“力与运动”相关的物理学史为主。通过文献调查可以发现，与早期“力与运动”物理学史相关的研究，主要集中在亚里士多德（Aristotle）与布里丹（Jean Buridan）这两位学者。由于这两位学者提出的“力与运动”概念与学生在日常生活中所感知的运动体验相吻合，很多学生会产生与之相近或相同的迷思概念。结合相关研究，对亚里士多德和让·布里丹这两位学者提出的观点<sup>[57,58]</sup>进行归纳，其主要结论如下表 3-2 所示。

表 3-2 亚里士多德与让·布里丹“力与运动”主要观点阐述表

人物	主要观点
亚里士多德	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.真空中的运动是一种不切实际的抽象，是不可能的</li> <li>2.运动分为两类，一类是自然运动，物体寻找其“天然位置”而产生的运动。另一类是强迫运动，这种运动需要在推动者的推动下方能进行，即力是维持物体运动的原因</li> <li>3.物体运动的速度与施加的外力成正比，与介质中的阻力成反比，恒力产生恒定的速度</li> <li>4.在没有任何作用力的情况下，物体会立即静止</li> <li>5.每个运动都有原因，这是运动的一般性原则</li> </ol>
让·布里丹	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.推动力可以使物体沿着推动者推出的方向运动，这种运动既可以是圆形的运动，也可以是直线的运动</li> <li>2.物体离开了施力物，但作用在其身上的力仍然存在，而这种“力”正是“推动力”</li> <li>3.推动力的减小，速度也在逐渐减小</li> </ol>

由上表可以看出，亚里士多德与让·布里丹有关力与运动的“误解”，主要存在于力与运动间的关系以及惯性中，集中在牛顿第一定律以及牛顿第二定律。通过观察与推理，这两位学者认为物体运动是有原因的，而这个原因就是力。

现代学生的生活与中世纪科学家们的生活有着很大的不同。现代生活中学生生活经历更加丰富，知识来源更加广泛。学生形成的迷思概念与历史中的科学家相比，既有相似也有不同，因此对于学生的迷思概念还需要通过进一步的调查。

### 3.1.2.2 对教师展开访谈

教师的教学对学生物理概念的形成有着至关重要的作用。教学经验丰富的教师对于学生的迷思概念往往有着充分的了解。对教师进行访谈，可以更有针对性的了解到学生的迷思概念。

本次访谈的对象为3位教育一线的高中物理教师，3位教师平均教龄在20年左右，每位教师均具有丰富的物理教学经验。为确保所有教师都能够理解本次访谈的主题，在访谈之前，对“迷思概念”的含义进行了说明。围绕“牛顿运动定律”以及“超重和失重”这两个核心内容，对教师进行提问，了解了学生在这些知识点上可能会存在的迷思概念。访谈后对访谈记录和访谈录音进行整理，最终的访谈结果下表3-3所示。

表3-3 教师访谈结果

核心概念	迷思概念
牛顿第一定律	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.在惯性的理解上，部分学生会认为静止的物体没有惯性，或是变速运动的中的物体没有力。</li> <li>2.在惯性大小的判断上，有学生会认为速度影响惯性的大小，还有一部分学生会认为速度和质量共同影响着惯性的大小。</li> <li>3.即使经过初中学习，仍然还会有部分学生认为物体的运动需要力来维持</li> </ol>
牛顿第二定律	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.如果物体所受的拉力减小，那么物体的速度也会减小</li> </ol>
牛顿第三定律	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.学生认为在加速的过程中作用力大于反作用力，如果反作用力大于作用力，那么物体的速度会减小</li> <li>2.将相互作用力和平衡力相互混淆，认为作用力的反作用力的合力为0</li> <li>3.学生会认为在相互作用的两个物体中，质量大的物体产生的作用力也大</li> </ol>
超重与失重	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.学习了超重和失重的概念后，学生会认为物体上升是超重，物体下降是失重</li> <li>2.部分学生会认为超重和失重是指物体的质量发生变化</li> </ol>

### 3.1.2.3 对学生展开非结构性访谈

根据建构主义的学生观可知，每个学生的知识背景并不完全相同，为了更加具体地了解学生的迷思概念。笔者编制了半开放式调查问卷，该问卷中的题目参考了信度和效度都较高的FCI问卷。对于FCI没有包含的命题知识，本文结合相关教辅资料进行了补充。将编写好的题目交予2位学科专家以及6位一线的物理教师进行审核，最终确定的

题目有 10 道。每道题目由两个阶段组成，第一阶为选择题，第二阶为问答题。根据一线物理教师以及组内指导教师的建议，对半开放式问卷中某些表达不够准确的题目进行了修改。

为了检验半开放式问卷中的题目是否涵盖了所有的命题知识点，本文建立了半开放式问卷与命题知识双向细目对照表。从表 3-4 中可以看出，本次问卷包含了命题知识表中的所有命题。最终实施的半开放式问卷如附件 A 所示。

表 3-4 “牛顿运动定律”半开放式问卷与命题知识双向细目对照表

题目	命题知识															
	牛顿第一定律					牛顿第二定律				牛顿第三定律					超重和失重	
	F1	F2	F3	F4	F5	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	T4	T5	O1	O2
1										√	√					
2						√		√	√							
3	√		√	√												
4		√														
5																√
6															√	
7	√				√											
8													√			
9												√		√		
10							√	√								

将编制好的半开放式问卷在高一年级发放。问卷的测试时间为 45 分钟，一共发放并收回了 45 份问卷，其中 2 份调查问卷无效。问卷回收后对学生填写的理由进行整理，作为四阶调查问卷编制的基础。

### 3.1.3 编制四阶测试卷

#### 3.1.3.1 编制四阶测试卷的初稿

以调查结果为基础，编制“牛顿运动定律”四阶测试卷初稿。针对半开放式问卷，删改部分不适合发展成四阶测试的题目或选项。整理半开放式问卷的填写结果，归纳学生做出选择的理由。对整理好的各项理由进行筛选，删除比较随意的回答，概括并保留大多数同学都认同的答案，并根据文献调查结果和教师访谈结果进行补充，最终形成四阶测试卷的理由阶。根据 Calon 提出的四阶测试卷编制流程，在四阶测试题的答案阶和理由阶后分别加入信心阶，从而形成四阶测试卷的初稿。

### 3.1.3.2 四阶测试卷计分方式

对四阶测试卷中的答案阶和理由阶分别进行计分。在答案阶中，如果学生选择正确则计为1分，如果学生选择错误则计为0分。同理，在理由阶中，如果学生选择正确则计为1分，选择错误计为0分。答案阶和理由阶的计分可以累加。此外，答案阶的信心指数以及理由阶的信心指数不计分。

### 3.1.3.3 测试四阶测试卷

在石河子市某中学，选取59名高一学生参与四阶测试卷的预测。学生需要在45分钟内，完成所有题目。为了避免四阶测试题对学生的阅读或填答带来困扰，在问卷发放前对参加测试的学生进行了简要的说明。预测结束后，对所有问卷进行回收，剔除2份无效问卷，利用SPSS26.0对剩余的问卷进行信度检验，检验结果为0.761，可见该试卷仍需修改。将四阶测试卷的初稿发给校内指导教师和6位校外一线物理教师进行审阅。结合学生回答情况以及审阅建议，对试卷存在的三方面问题进行修改。

以下是问卷存在的问题以及修改的内容：

一是在描述相关理由时，所用概念不正确。由于在编制理由时运用了错误的概念，导致该选项不能反映出学生对弹簧示数的真实理解。例如，在6.3题中A选项为：“弹簧测力计显示的是物体的质量”。质量的单位是 $kg$ ，是标量，测量物体质量的工具应该是天平。这里由弹簧测力计测量出的数据应该是物体的重量，因此该选项应该修改为：“弹簧测力计显示的是物体的重量，当物体重量不变时，弹簧测力计的示数也不会发生变化”。

二是在编制理由阶时，对答案过度推理。在设计理由阶时对收集的理由过度推理，使得编制的答案较为抽象，学生不能辨识出该答案。例如，在5.3题中B选项的描述为：“失重是指物体所受合外力向下”。从因果关系来看，物体在上抛或下落的过程中，由于支持力（或拉力）小于重力，所以物体所受的合外力向下。因此，“物体所受合外力向下”应该是“物体受到的支持力小于物体所受重力”的推理。由于该题考察的是学生对“失重”概念的直接理解，用推理后的结果作为某个答案的理由并不符合该题考察的意图。因此将该选项替换为：“失重是指物体所受支持力（或拉力）小于物体所受的重力”。

三是部分题目描述的运动过程不明确。在个别题目中，由于物体间的差异过大或是过于新奇，使得学生在头脑中不能很好的再现出物体的运动状况。例如，在题3.1中，设置了摩托车骑手飞跃长城这一场景，但由于该题对这个情景的描述较少，且情景较为新奇，导致学生很难想象摩托车的运动轨迹。对此，该题应该补充摩托车的运动轨迹图，方便学生理解。

对以上内容以及部分字句进行调整和修改后，利用修改后的四阶测试卷展开了第二

次调查,运用 SPSS26.0 对实施结果进行信度分析,其检测结果为 0.809 (如下表 3-5 所示),信度较好,可以用于检测学生的迷思概念。最终实施的四阶测试题如附件 B 所示。

表 3-5 四阶测试卷可靠性统计结果

克隆巴赫 Alpha	项数
0.809	20

### 3.1.4 四阶测试卷评价标准

#### (1) 各答案组合评价标准

参考郭芳侠和严文法等人提出的概念判断标准<sup>[59,60]</sup>,以 50%的信心指数为标准,对学生的答案进行划分。其中的“回答正确”是指答案阶和理由阶均正确,“回答错误”是指答案阶和理由阶中有一项错误,或是答案阶和理由阶都错误。各答案组合的判断标准如下图 3-6 所示。

表 3-6 概念判断标准表

	信心指数 $\geq 50\%$	信心指数 $< 50\%$
回答正确	科学概念	猜测
回答错误	真性迷思概念	假性迷思概念

上表中,“科学概念”是指与公认科学观念一致的概念,它反映了事物的本质属性和共同特征。具有这类概念的学生,不但能选出正确的答案和理由,同时对这类概念持有较高的信心,而这也表明了该概念在学生的头脑中较为牢固。

“猜测”是由于学生对已有科学概念信心极低而产生的行为。具有这种行为的学生,虽然能选对答案和理由,但是对所选答案和理由均持有较低信心。对于这类学生,教师要进行具体的辨别。

“真性迷思概念”是学生对某一科学概念的误解。具有这一概念的学生会对错误答案或错误理由表现出肯定的态度。说明这类学生所具有的概念在其头脑中较为稳固,且不易转换。

“假性迷思概念”是由于学生缺乏相关知识而产生的迷思概念。具有这种概念的学生,对自己的选择始终保持着一个较低的信心。

#### (2) 典型迷思概念评价标准

虽然每一位学生具有的迷思概念并不完全相同,但从宏观的角度来看,大部分学生都具有一些共通的迷思概念,而这种迷思概念也被称为典型迷思概念。针对典型迷思概念的判断,Tan 等人认为每一个选项都有被选中的可能,如果有一个选项组合被选中的几率高于其他选项组合的 10%,那么这个选项组合所反映的迷思概念,就被称为典型迷

思概念。例如，在本次测试中部分题目具有4个答案，4个理由，这几个选项一共有16种组合形式，每一个组合被选中的机率为6.25%，如果该选项有超过16.25%的人选择该组合，那这个组合所反映出来的迷思概念就是典型迷思概念<sup>[61]</sup>。

## 3.2 试卷调查分析

### 3.2.1 试卷发放情况

本次牛顿运动定律四阶测试卷的发放对象为石河子市某中学的高一学生，一共发放192份，回收181份，回收率为94.27%。

### 3.2.2 调查结果分析

#### 3.2.2.1 整体数据分析

利用表3-6的评价标准，对学生牛顿运动定律四阶测试卷中反映出来的各类概念进行统计，其统计结果如下图3-3所示。

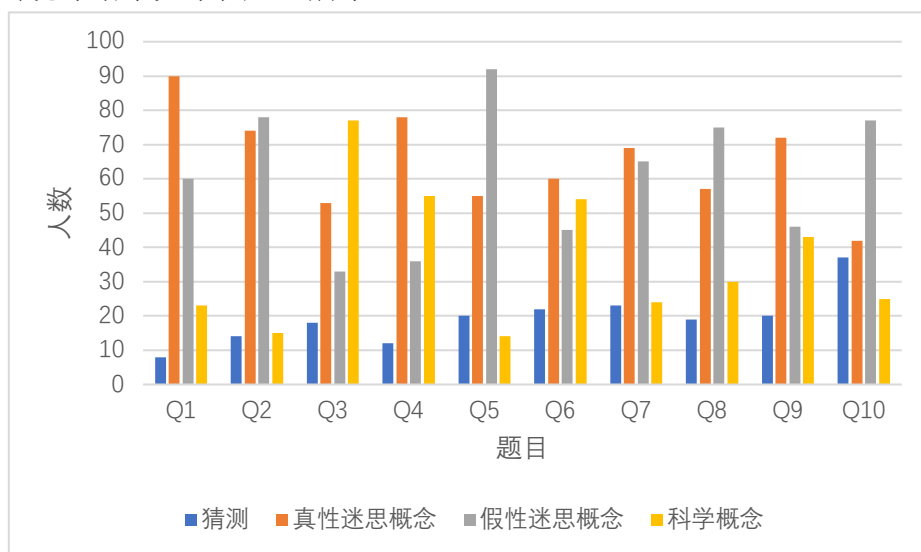


图 3-3 概念分布图

由图3-3可知，学生的概念掌握情况并不理想。除了第3题中科学概念占比大于迷思概念占比之外，在剩余的其他题目中具有迷思概念的学生明显更多。其中1题、4题、6题、7题以及9题中，具有真性迷思概念的学生占比明显高于具有假性迷思概念的学生占比。而2题、5题、8题以及10题中具有假性迷思概念的学生占比明显高于具有真性迷思概念的学生占比。

为了了解这些迷思概念中，哪些迷思概念是典型的。根据Tan提出的评价标准，对其进行分类。由于每道题对应的理由选项个数并不相同，因此每道题的典型迷思概念判

断标准也有不同。在1题、2题、5题、6题、9题中，如果某一选项组合的选择人数大于15%，则表明这一选项组合所反映出来的迷思概念为典型迷思概念。在剩余题目中，若有某一选项组合的选择人数大于16.25%，则表明这一选项组合所反映出来的迷思概念为典型迷思概念。

根据以上评价标准总结出的不同的典型迷思概念共有11个，如表3-7所示。这些典型迷思概念分别位于牛顿第一定律、牛顿第二定律、牛顿第三定律这三节中。根据表3-7中的数据还可看出，在这11个典型迷思概念中，有关作用力大小关系和力与运动关系的理解，错误率最高，选择人数均在50%以上。因此，在相关内容教学过程中，这两个迷思概念需要教师重点关注。

表3-7 经典迷思概念

题号	选项	迷思概念	选择人数
Q1	CD	加速运动时作用力大于反作用力	60%
Q3	CD	恒力对物体运动的影响不是瞬时的	19%
Q4	AA	惯性是一种力	27%
Q5	DD	力是维持物体运动的原因	52%
Q6	CD	超重即物体质量增加	27%
Q9	BB	运动的物体才有惯性	22%
Q9	CC	惯性的大小与质量无关	36%
Q10	AA	作用力比反作用力先产生	30%
Q10	CC	只有接触的物体才能产生相互作用力	28%
Q11	DE	将相互作用力等同一对平衡力	21%
Q12	AA	力和速度成正比	17%

### 3.2.2.2 各小题分析

为了了解各个题目所反映出来的迷思概念，对每道题的填答情况进行了具体的说明和分析。

## (1) 题目 1 和题目 2 迷思概念分析

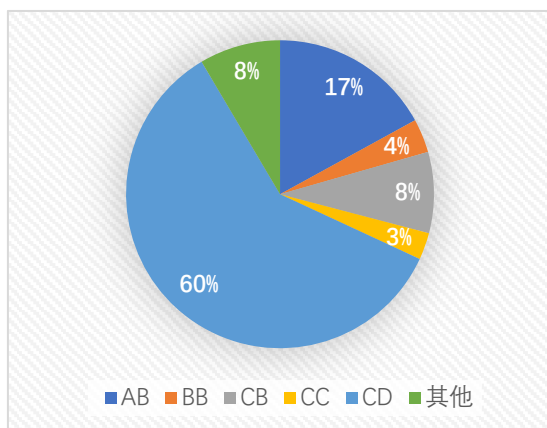


图 3-4 题目 1 答案分布图

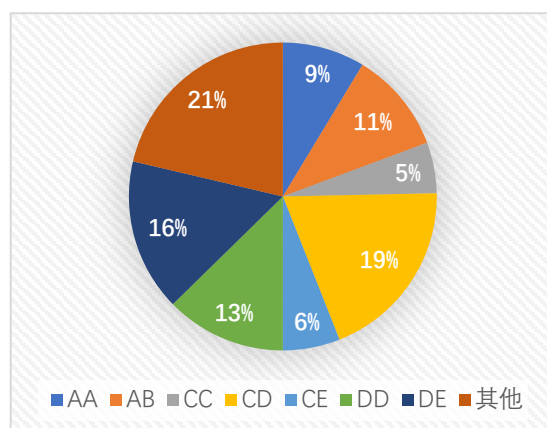


图 3-5 题目 2 答案分布图

题目 1 主要考察的是学生对作用力与反作用力大小关系的判断，不计答案阶和理由阶的信心指数，该题正确答案为 AB。对各项答案进行整理，将选择人数低于 3% 的答案整合为“其他”选项，各答案占比如上图 3-4 所示。由图可知，17% 的学生选择了正确答案，选择正确人数并不多。在错误选项中，60% 的学生选择了 CD 选项。这部分学生认为，在两车前进的过程中，只有作用力大于反作用力时两车才能加速运动。对该题进行分析，可以发现学生将相互作用力与平衡力混淆，从力的平衡角度对物体的运动进行了分析。对 CD 选项的信心指数进行统计，有 65% 的学生对该答案表现出较高的信心，可见该答案组合反映出的迷思概念以真性迷思概念为主。

题目 2 主要考察的是学生对加速度瞬时性的理解，不计答案阶段信心指数和理由阶的信心指数，该题的正确答案为 DE。对各项答案进行整理，将选择人数小于 5% 的答案合并为“其他”选项，各答案占比如上图 3-6 所示。由图可知，有 16% 的学生选择了正确答案，选对的人数同样不多。在错误选项中，19% 学生选择了 CD 选项，他们认为火箭引擎打开后，火箭的方向不会瞬间发生变化，火箭会沿着原来的路径运动一段时间后，再向上偏移，即引擎产生的加速度不会立即作用于物体。对题目进行分析，可以看出这一回答与学生的主观猜想有关。根据惯性，学生认为物体将做直线运动，但受生活经验的影响，学生又会认为受力的物体将会向上偏移。对 CD 选项的平均信心指数进行统计，有 58% 的学生对该答案组合表现出较高的信心，可见该答案组合反映出的迷思概念以真性迷思概念为主。

## (2) 题目3和题目4迷思概念分析

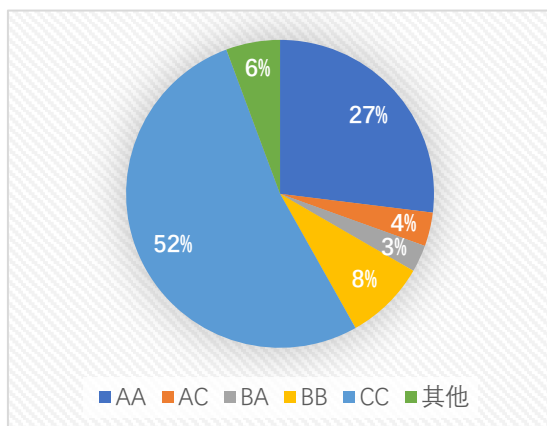


图 3-6 题目 3 答案分布图

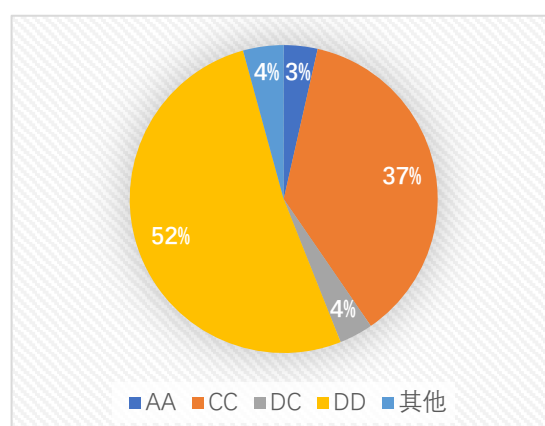


图 3-7 题目 4 答案分布图

题目 3 主要考察的是学生对惯性的理解。不计答案阶和理由阶的信心指数，该题的正确答案是 CC。对各项答案进行整理，将选择人数低于 3% 的答案合并为“其他”选项，各答案占比如上图 3-7 所示。由图可知，有 52% 的学生选择了正确答案，可见学生对惯性的理解相对较好。在错误选项中，27% 的同学选择了 AA 选项，这部分同学认为摩托车能够飞跃城墙依靠的是惯性力的作用，由此可见学生将惯性和力的作用相互混淆。对 AA 选项的平均信心指数进行统计，有 66% 的学生对该答案组合表现出较高的信心，可见该答案组合反映出的迷思概念以真性迷思概念为主。

题目 4 主要考察的是学生对力与运动之间关系的理解。不计答案阶和理由阶的信心指数，该题正确答案为 CC 选项。对各项答案进行整理，将选择人数低于 3% 的答案组合整合为“其他”选项，各答案占比如上图 3-8 所示。由图可知，有 37% 的学生选择了正确答案。这道题是一道非常基础的题，但选对的人数仍然较少，可见学生对牛顿第一定律的理解存在较大的问题。在错误选项中，52% 的学生选择了 DD 选项，这部分学生认为，在球脱离球拍向上运动的过程中，球拍对球的“打击力”维持着物体向上运动，也就是说力维持物体运动的原因。由此可见在力与运动的关系中，学生存在迷思概念。对 DD 选项的信心指数进行统计，有 70% 的学生对该答案组合表现出较高的信心，因此该答案组合反映的迷思概念以真性迷思概念为主。

## (3) 题目 5 和题目 6 迷思概念分析

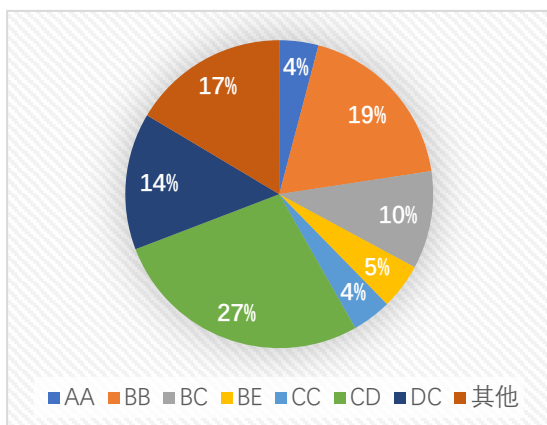


图 3-8 题目 5 答案分布图

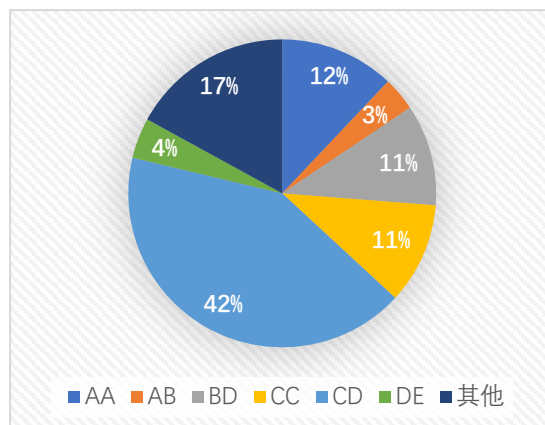


图 3-9 题目 6 答案分布图

题目 5 主要考察的是学生对超重和失重概念的理解，不计答案阶和理由阶的信心指数，该题正确答案为 BB。对各项答案进行整理，将选择人数低于 4% 的答案整合为“其他”选项，各答案占比如上图 3-9 所示。可以看出，有 19% 的学生选择正确答案，但选对的人数并不多。在错误选项中，27% 的学生选择了 CD 选项，这一部分学生认为举重运动员举起杠铃时处于超重状态。可以看出这部分学生仅仅理解了超重的字面意思，直观的认为超重是指物体质量的增加。对 CD 选项的信心指数进行统计，有 43% 的学生对该答案组合表现出较高的信心，因此该答案组合反映出的迷思概念以假性迷思概念为主。此外，在错误选项中还有 14% 的学生选择 DC 选项，这些学生从自己的感受出发，认为仰卧在水面上静止不动的运动员处于失重状态。对 DC 选项的信心指数进行统计，有 46% 的学生对该答案组合表现出较高的信心，故该答案组合反映的迷思概念仍然以假性迷思概念为主。

题目 6 主要考察的是学生对弹簧测力计的读数的理解。不计答案阶和理由阶的信心指数，该题的正确答案为 CD 选项。对各项答案进行整理，将选择人数低于 3% 的答案组合整合为“其他”选项，各答案占比如上图 3-10 所示。由图可知，有 42% 的学生选择了正确答案。这道题是初中的经典习题，但回答正确的人数不到一半，由此可见教师在讲解超重与失重时，仍然要注意弹簧测力计读数知识的回顾。在错误选项中，12% 的学生选择了 AA 选项，这部分学生认为弹簧测力计已经调零，弹簧测力计的示数就是物体的重量。即使是在弹簧测力计倒挂的情况下，物体的质量不变读数就不变，可见学生对弹簧测力计的工作原理，以及对弹簧测力计的视重没有真正的理解。对 AA 选项的信心指数进行统计，有 39% 的学生对该答案组合表现出较高的信心，因此该答案组合反映出的迷思概念以假性迷思概念为主。

## (5) 题目7和题目8迷思概念分析

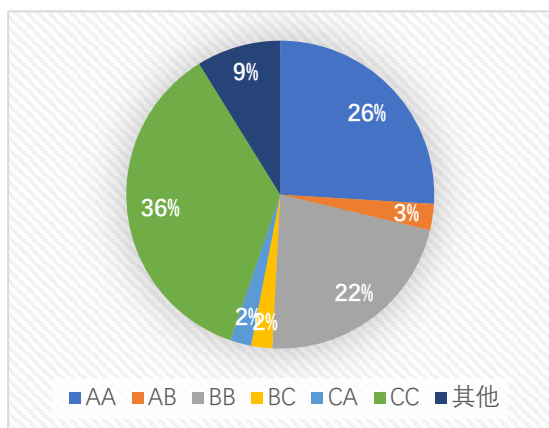


图 3-10 题目 7 答案分布图

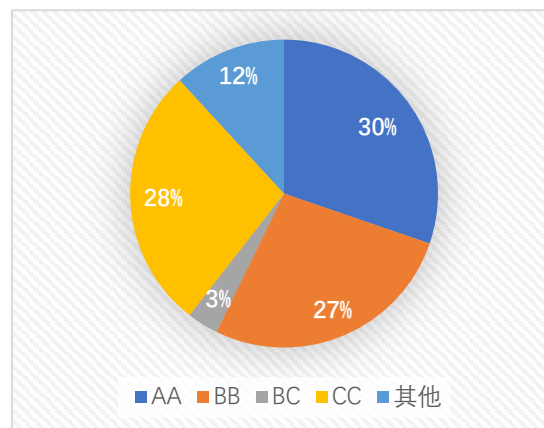


图 3-11 题目 8 答案分布图

题目 7 主要考察了学生对惯性定义以及惯性大小的理解,不计答案阶和理由阶的信心指数,该题正确答案为 AA 选项。对各项答案进行整理,将选择人数低于 2% 的答案合并为“其他”选项,各答案占比如上图 3-12 所示。由图可知,有 26% 的学生选择了正确答案,选对人数较少。在错误选项中,36% 的学生选择了 CC 选项。这部分学生认为,在惯性的作用下铁球和乒乓球都会向左运动。根据学生选择的理由,可以看出学生已经知道惯性可以维持物体的运动状态,但在判断物体的运动快慢时,并没有对铁球和乒乓球的惯性大小进行比较,由此可见在惯性大小的理解上,学生存在着迷思概念。对 CC 选项的信心指数进行统计,有 52% 的学生对该答案组合表现出较高的信心,因此该答案组合反映出的迷思概念以真性迷思概念为主。此外还有 22% 的学生选择了 BB 选项,对该选项的理由进行分析,可以发现选择该选项的学生只分析了运动状态下惯性大小对物体运动的影响,忽略了静止状态时物体仍然具有惯性的性质。将本题的选择结果与第 3 题的 CC 选项进行对比,可以看出大部分学生都明白静止的物体具有惯性,但是在复杂情景中不能灵活的运用该概念。由此可见学生对知识的记忆是“僵硬”的、“刻板”的。对 BB 选项的信心指数进行统计,有 48% 的学生对该答案组合表现出较高的信心,可见该答案组合反映出的迷思概念以假性迷思概念为主。

题目 8 主要考察的是学生对作用力与反作用力之间的特点的判断,不计答案阶和理由阶的信心指数,该题正确答案为 BB 选项。对各项答案进行整理,将低于 3% 的答案组合整合为“其他”选项,各答案占比如上图 3-13 所示。可以看出,30% 的学生选择了 AA 选项。这部分学生认为,撞击过程中主动撞击的物体先产生作用力,被撞的物体后产生反作用力,即作用力与反作用力的产生是有先后顺序的。而且相互作用力间的先后顺序满足因果关系,可见学生在对题目进行主观推测。对 AA 选项的信心指数进行统计,有 42% 的学生对该答案组合表现出较高的信心,因此该选项反映的迷思概念以假性迷思概念为主。此外还有 28% 的学生选择了 CC 选项。这部分学生认为,只有相互接触的两个物体才能产生作用力与反作用力。对答案进行分析,可以发现选择该选项的学生仅在

题目给出的情景中进行推理，不能根据其他例子进一步说明相互作用力产生的条件，可见学生对这一概念的理解并不全面。对 CC 选项的信心指数进行统计，有 48% 的学生对该答案组合表现出较高的信心，因此该选项组合反映的迷思概念仍然以假性迷思概念为主。

#### (6) 题目 9 和题目 10 迷思概念分析

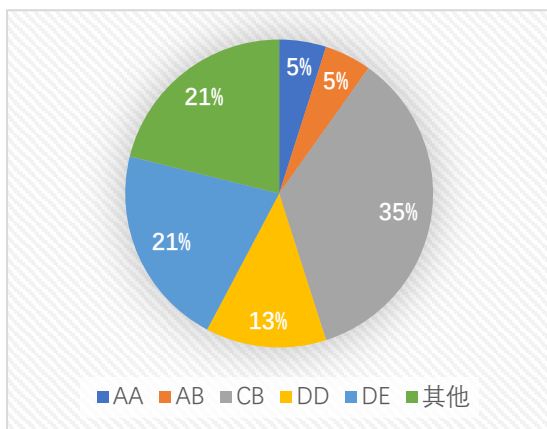


图 3-12 题目 9 答案分布图

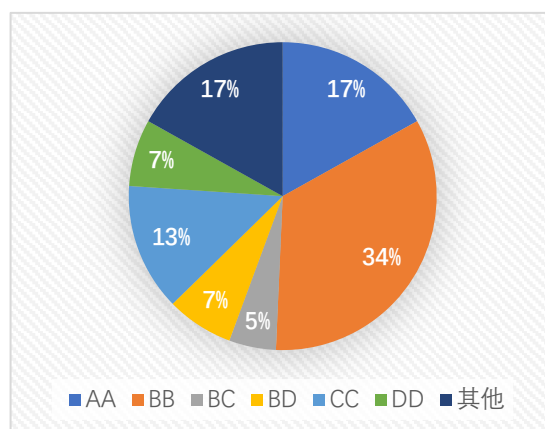


图 3-13 题目 10 答案分布图

题目 9 主要考察的是相互作用力与平衡力之间的区别，不计答案阶和理由阶的信心指数，该题的正确答案为 CB 选项。对各项答案进行整理，将低于 5% 的答案组合整合为“其他”选项，各答案占比如上图 3-14 所示。由图可知，有 35% 的学生选择了正确答案，选对的人数并不是很多。在错误选项中，21% 的同学选择了 DE 选项，这一部分学生认为灯泡静止不动，所以灯泡对桌面的压力和桌面对灯泡的支持力是一对平衡力。可见学生对相互作用力和平衡力的概念辨析不清。对 DE 选项的信心指数进行统计，有 77% 的学生对该答案组合表现出较高的信心，可见该答案组合反映的迷思概念以真性迷思概念为主。此外还有 13% 的学生选择了 DD 选项，选择该选项的学生认为，作用力与反作用力的合力为 0，即作用力与反作用力作用在同一物体上，可见学生对相互作用力这一概念的认识存在偏差。对 DD 选项信心指数进行统计，有 63% 的学生对该答案组合表现出较高的信心，因此该答案组合反映出的迷思概念仍然以真性迷思概念为主。

题目 10 主要考察的是学生对力和运动之间关系的理解，不计答案阶和理由阶的信心指数，该题正确答案为 BB 选项。对各项答案进行整理，将选择人数低于 5% 的答案整合为“其他”选项，各答案占比如上图 3-15 所示。由图可知，34% 的学生选择了正确答案，选对的人数仍然不多。在错误答案中，17% 的学生选择了 AA 选项，认为力减小，物体速度也将减小。该选项体现出学生对力与速度关系的误解。对 AA 选项的平均信心指数进行统计，有 56% 的学生对该答案组合表现出较高的信心，可见该答案组反映出的迷思概念以真性迷思概念为主。此外有 13% 的学生选择了 CC 选项，这一部分学生认为速度变化的方向与运动方向有关，与物体的受力方向无关。体现出学生对力与加速度方向关系的迷思概念，对 CC 选项的平均信心指数进行统计，有 25% 学生对该答案组合表

现出较高的信心，因此该答案组合反映出的迷思概念以假性迷思概念为主。

### 3.2.2.3 调查结果小结

综合以上分析，对每个题目反映出的迷思概念进行汇总，其结果如下表 3-8 所示。

表 3-8 牛顿运动定律迷思概念汇总表

选组	迷思概念	特点	性质
Q1CD	加速运动时作用力大于反作用力	真性	经典
Q2CD	恒力对物体运动的影响不是瞬时的	真性	经典
Q3AA	惯性是一种力	真性	经典
Q4DD	力是维持物体运动的原因	真性	经典
Q5CD	超重即物体质量增加	假性	经典
Q5DC	悬浮的物体处于失重状态	假性	非经典
Q6AA	弹簧测力计示数一定是物体的重量	假性	非经典
Q7BB	运动的物体才有惯性	假性	经典
Q7CC	惯性的大小与质量无关	真性	经典
Q8AA	作用力比反作用力先产生	假性	经典
Q8CC	只有接触的物体能产生相互作用力	假性	经典
Q9DE	将相互作用力与平衡力混淆	真性	经典
Q9DD	作用力与反作用力作用在同一物体	真性	非经典
Q10CC	受力方向与物体运动方向无关	假性	非经典
Q10AA	力和速度成正比	真性	经典

上表共总结出 15 个不同的迷思概念，其中真性迷思概念有 8 个，假性迷思概念有 7 个。从迷思概念是否典型这一角度来看，典型迷思概念有 11 个，非典型迷思概念有 4 个，其中典型迷思概念大多为真性迷思概念，这也表明绝大多数的学生都存在与科学概念相反的认知。此外，结合迷思概念的内容可以发现在“牛顿三大定律”中学生存在的概念主要是真性迷思概念，在“超重与失重”中学生存在的概念主要是假性迷思概念。

### 3.2.3 迷思概念成因分析

为了解以上两种迷思概念的形成原因，在四阶测试卷实施后，对 10 名学生进行了访谈，为了确保此次访谈的结果较为全面，所选的这 10 名学生分别来自与不同的学习水平。其中，测验成绩优秀的学生有 3 名，测试成绩良好的学生有 3 名，测试成绩较差的学生有 4 名。此次访谈重在了解学生的错误选项及其选择原因。访谈结束后，对录音和书面记录进行整理，最终归纳出以下几点原因。

#### (1) 真性迷思概念产生的原因

### ①生活经验的影响

牛顿运动定律与学生的日常生活相近,受日常生活经验的影响,学生会对一些常见的现象产生迷思概念。特别是在本次测试中,几乎每道四阶测试题都有学生依据生活经验进行了选择。而这些受生活经验影响而形成的迷思概念,在学生的脑海中比较稳固,学生的信心指数也较高。对这些有关生活经验的迷思概念进行分析,可以看出这样的迷思概念既来源于学生对生活现象的自主思考,也来源于学生对“生活常识”的主动接纳。例如,访谈发现,一些学生会从推桌子、滑滑板等生活现象中,直观的总结出“力是维持物体运动的原因”、“力和速度成正比”这样的结论。但也有一些学生会直觉性的、常识性的认为“加速运动过程中,施力物体的作用力要大于受力物体的反作用力,否则这两个物体不能加速运动”。

### ②相似概念的干扰

经过初中阶段的学习,学生已经具备了一定的知识基础。但已有的知识概念,也会为学生迷思概念的形成带来契机。为了顺应学生的身心发展,初、高中的课本编制呈螺旋式上升,这也使得学生在学习过程中会遇见一些极其相似的概念。如果学生对已有知识概念的掌握较为“薄弱”,那么在学习新概念时,很可能会将新旧知识相互混淆,从而形成错误的概念。例如,在学生学习相互作用力时,由于一对平衡力和一对相互作用力具有很强的相似性,一部分学生会将相互作用力看作一对平衡力。从而在解答四阶测试题时,坚定的认为只有当轿车的力大于货车的力时两辆车才能共同运动,如果轿车的力等于货车力,那么这两辆车将保持静止。

## (2) 假性迷思概念的产生原因

### ①学生的主观猜想

主观猜想是学生解释陌生概念的常用方法。当学生面对自己完全不了解的概念时,学生会按照自己的逻辑思维或主观体验,对这些概念进行猜想,从而形成一个较为具体的定义。但由于这个定义并没有实际的现象或原理的支撑,所以学生对猜想出来的结果并没有很高的信心。例如,在理解失重这一概念时,一些学生会从自身感受出发,认为“漂浮着的物体就处于失重状态”。在理解作用力与反作用力的产生顺序时,部分同学会按照事件的因果猜想“作用力先于反作用力”等等。

### ②对概念的片面理解

学生对概念的片面理解,也会让学生产生迷思概念。步入课堂的学生并不是一张白纸,根据自己对生活经验思考,部分学生对某些概念已经有了认知。但是这部分学生对概念的理解并不全面,因此在回答相关问题时,学生只能运用已有知识做出选择,但并不确定这个概念是否合理,从而在问题回答上表现出低信心。例如,根据日常生活概念,部分学生明白“超重是指物体重量增加并超出了某一标准”,但不清楚在物理学中“超重”的含义是否与“超重”的字面含义相同。

### 3.2.4 调查反应的问题

对以上调查结果及其产生原因做进一步分析,可以看出学生在概念学习上存在以下几点问题:

#### (1) 大部分学生没有意识到自己的迷思概念

通过本次的四阶测试题诊断出了 11 个典型迷思概念,其中一半以上的典型迷思概念均以真性迷思概念为主。也就是说大部分学生对自己所具有的概念持有较高的信心,认为自己认同的概念就是科学概念,对自己的迷思概念没有足够的认识。对于这一现象,教师要予以重视。在学习的过程中,如果学生缺乏对自身迷思概念的了解,在学习新概念时,这部分学生会经常性的对某些知识感到难以理解,对物理知识的学习感到“吃力”。除此之外,学生头脑中的概念是成体系的,如果学生对自己的迷思概念持有较高的信心,那么在迁移和应用的过程中,学生还会不由自主的运用迷思概念来理解相近的概念,从而产生更多的迷思概念。

#### (2) 学生的思维能力较弱

在牛顿运动定律中很多迷思概念都来源于学生对生活现象的误解。而产生这一现象的主要原因,是由于日常生活中学生更倾向于归纳物理现象的“表面规律”,而不是对物理现象进行深入的分析思考。也就是说,学生现有的思维方式较为直观,对物理现象进行深入思考的能力较弱。在物理教学中,教师不仅要关注学生知识上的知识积累,同时也要促进学生能力上的发展。特别是学生的思维能力,对于学生的认识概念有着重要的作用。在日常生活里,学生总是在不知不觉地运用着自己的思维能力,解释着生活中的各种现象。如果忽视学生观察解释能力的提高,那么在适应环境的过程中学生的迷思概念可能会越来越多。

#### (3) 学生构建的概念并不牢固

相似概念干扰是学生形成物理迷思概念的重要原因之一。而该迷思概念的产生原因也从侧面反映出学生对概念的掌握并不牢固。根据艾宾浩斯遗忘曲线,我们可以看出,学生对概念的记忆随着时间的流逝急速衰退。当学生长期不巩固已经学习到的知识概念时,学生很可能会遗忘这些知识。从而在运用的过程中,对已有概念形成错误的认知。对于此,教师要注意学生已有知识概念的复习,避免干扰概念的产生,减少学生迷思概念的产生几率。

#### (4) 学生的学习积极性并不高

兴趣是学生学习的动力源泉,对学生的学习有积极的促进作用。但从以上迷思概念产生的原因,还可以看出学生对物理概念的记忆、巩固的频率并不高,对一些物理概念进行深入思考的主观意愿并不强烈。造成这些现象的主要原因,是由于学生对物理知识学习的兴趣较弱。部分学生在课后以及日常生活中没有足够的“动力”去复习和探索知

识。当头脑中的一些相似概念相互混淆时，学生也没有给予足够的重视，使得已有概念为新概念的学习带来干扰。因此，教师要减少学生迷思概念的产生，就必须重视学生对物理知识学习的兴趣，促进学生主动学习。

## 第4章 POE 教学策略的分析与实施

为了转变学生的迷思概念，本次研究采用了 POE 教学策略。该策略一共包含了“预测”、“观察”、“解释”三个教学环节。为了进一步探究 POE 教学策略转变学生迷思概念的效用，在本章内容中，笔者将对 POE 教学策略的特点进行分析，结合相关理论扩展 POE 教学策略的流程，并根据迷思概念反映的问题对 POE 教学的应用策略进行探讨，最终将 POE 教学策略运用于实际教学中，探究 POE 教学策略在迷思概念转变上的效果。

### 4.1 POE 教学策略在物理教学中的特点

POE 教学策略是一种基于认知冲突的概念转变范式，在发展过程中 POE 教学策略的内涵逐渐丰富，除了本身所具有的书面作答与口头回答相结合的特点之外，POE 教学策略还融入了小组讨论。与单纯的认知冲突型策略相比，POE 教学策略既有引起学生认知冲突的作用，又有不同教学方法所带来的不同特点。为了更好的了解 POE 教学策略，本节将从三个方面对 POE 教学策略的特点进行阐述。

#### 4.1.1 有利于揭示学生已有知识经验

POE 教学策略包含三个环节，其中预测环节是 POE 教学策略的首要环节。在这一环节中教师要根据学生的已有知识经验创设相关的物理情景，并促使学生做出回答。由于教学情景没有被完全的展示出来，学生要想获得答案，就必须运用已有知识经验做出分析。因此通过学生的答案，教师可以直观的了解学生真实的知识背景，为课堂教学的展开提供“出发点”。例如，在讲解相互作用力的大小关系时，运用“掰手腕”等生活实例作为问题情景，提问学生这两人间的相互作用力是否等大？可以探究出学生对相互作用力大小的迷思概念。在讲解电流概念时，如果用串联灯泡作为问题情景，提问学生灯泡的点亮是否有前后顺序？可以探究出学生对电流的迷思概念。此外，“预测”环节不仅是一个向教师展现学生已有认知观点的过程，同时也是一个促使学生向内思索的过程。通过情景预测，可以让学生更加清楚的了解到自己的想法，认识到自己的思维过程。

#### 4.1.2 有利于学生自主建构科学概念

POE 教学策略建立在建构主义理论基础之上，在“预测”、“观察”以及“解释”的整个过程中，学生始终是去“预测”、去“观察”、去“解释”的主体。学生所学习知识并不是通过死记硬背获得的，而是在认知冲突的基础上，通过分析、讨论、综合等一系列的自主探索而构建出来的。为了帮助学生更好的参与教学环节，在实施 POE 教学活动之前，教

师还会编制和发放 POE 教学策略活动单。POE 教学策略活动单是学生进行书面预测的重要工具,其组成成分通常与 POE 教学策略的各个环节相对应。随着教学流程的推进,学生需要在教学活动单上记录下自己的预测、观察和思考结果,在书面表达的基础上展开小组之间或师生之间的交流。而像这样通过书面表达的方式,展示和记录学生的思维过程和思考结果,不仅有利于学生理清自己的思路,同时也避免了学生在预测和解释的过程中受他人意见的干扰,在一定程度上可以减少学生“人云亦云”的现象,促进了学生的独立思考过程,保证了概念建构的自主性。

### 4.1.3 有利于提高学生课堂参与程度

在实际教学环境中,并不是每一位学生都能够“均等”的参与课堂,一些胆小、腼腆或注意力容易分散的学生很容易徘徊在教学活动之外。又因为大多数的班级学生数量较多,教师很容易“顾此失彼”,难以照顾到这部分学生。但 POE 教学策略可以为不同类型的学生带来参与课堂的机会。由于 POE 教学策略是一个复合型的策略,为了让学生更好的转变迷思概念,教师不仅会编制和发放教学活动单。在解释环节,教师还会组织开展小组讨论。与传统问答法相比,POE 教学活动单的运用,可以为更多的学生提供表达自己观点的途径,更有利于不同类型的学生参与课堂。此外,运用书面预测还可以帮助学生明确观察重点,集中注意力,在一定程度上能够促使学生更有效的参与观察环节。在小组讨论的过程中,学生会先在小组内部交流自己的看法,再通过小组间的讨论得到统一的观点。小组内部以及小组间的交流,同样增加了学生的课堂参与程度,进一步体现了学习的社会互动性,有利学生科学概念的形成。

## 4.2 POE 教学策略运用流程

通过第一章的国内外文献调查,可以发现 POE 教学策略对概念转变教学有着良好的促进作用。但为了更好的转变学生迷思概念,仍然有必要对 POE 教学策略的运用流程做进一步的探讨。

### 4.2.1 POE 教学策略与不同教学理论的结合

#### (1) POE 教学策略与情景教学法

对以往的 POE 教学案例进行分析,可以发现在物理迷思概念转变上,POE 教学策略的实施通常会与物理实验相结合,例如,White 等人曾利用自行车轮、沙子、木块等物品创设问题情景,让学生直接对该实验结果进行预测<sup>[62]</sup>。虽然直接运用材料构建物理实验,会让学生对实验现象感到新奇。但在较为复杂的实验情景中,学生可能会对这样的情景感到难以理解。为了让学生更好的体验到物理知识的价值,更快进入到“预测”环

节,教师可以将 POE 教学策略与情景教学法相结合。在“预测”环节中,根据教学内容创设一些与生活相关或是让学生感兴趣的情景,让学生更容易并且更顺利的参与到“预测”环节中来。此外建构主义的学习观还指出,让学生在情景中学习,更有利于学生将知识迁移运用到生活。

### (2) POE 教学策略与概念转变模型

在波斯纳提出的概念转变模型中,引起学生概念转变第一个条件是让学生对原有概念产生不满,也就是在新情景中对某些概念形成认知上的冲突。在与之对应 POE 教学策略中,学生会对情景进行“预测”和“观察”,如果“预测”的结果与“观察”的结果产生了差异,那么这个差异将会促进学生形成认知上的冲突。由此可以看出 POE 教学策略在本质上是一个促进学生认知冲突形成的策略。一旦学生形成了认知冲突,学生也就具备了向科学概念转化的心向。在接下来的“观察”环节以及“解释”环节中,学生将通过讨论和交流建立对新概念的理解和认可。

但为了让新概念在学生的脑海中牢固的建立,学生还需要对新概念加以运用。波斯纳在概念转变模型中指出,学生能否建立起新概念还要看新概念是否有效,也就是个体能够将新概念看作是解释某种问题的更好途径。这也就说明了在建立概念的过程中个体有运用概念的需要。只有个体在新的情景中仍然选用新概念去解决问题,而非沿用旧概念去解决问题时,个体才真正获得了新概念。基于此,在 POE 教学策略的“解释”环节后还有必要增添一个“运用”环节。

对于知识的运用,阎金铎教授也曾在书中明确指出,“‘学以致用’是我们的教学目的,也是概念教学中的一个基本要求,因为只有通过运用,学生才能真正掌握概念”<sup>[63]</sup>。可见“运用”环节的添加也符合我国教学要求与教学实际。综上所述,最终将 POE 教学策略从“预测-观察-解释”扩展为“预测-观察-解释-运用”这 4 个环节。

## 4.2.2 扩展后 POE 教学策略运用流程

结合以上分析,最终得到的“扩展后 POE 教学流程”包含了以下 4 个环节。

第一个环节为“预测”,在这个环节中教师运用图片、动画、视频等手段创设相关问题情景,学生运用已有知识经验对情景进行预测,并将预测的结果记录在活动单中,学生答案填写完毕后,教师可以请部分同学进行展示。

第二个环节为“观察”。在该教学环节中,教师向学生布置观察任务,并引导学生自主展开观察和探索,学生需要将观察到的现象记录到教学活动单上。

第三个环节为“解释”,在这一环节中,学生需要对观察到的现象进行解释,并将观察结果与自己预测的答案进行对比,通过小组讨论和教师点拨,理解新旧知识之间的差异,对新概念产生认可,并将自己的收获填写在教学活动单中。

第四个环节为“运用”,在这一教学环节中,教师将引导学生运用新概念解决不同情

景下的物理问题，促使学生对新概念产生有效感，促进学生迷思概念的完全转化。

为了更直观的展示 POE 教学流程，绘制了以下流程图（如图 4-1 所示）。

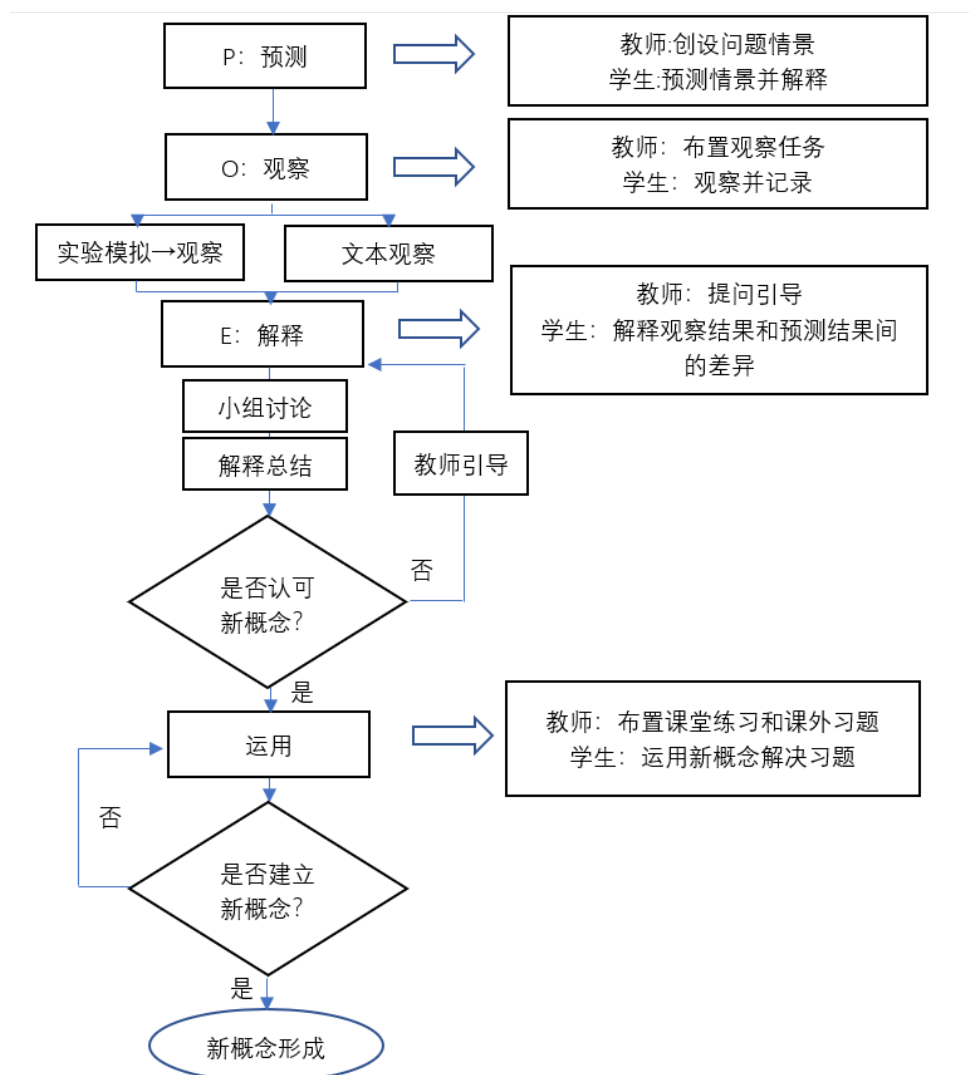


图 4-1 POE 教学策略流程图

### 4.3 POE 教学在牛顿运动定律教学中的应用策略

为了得到更好的转变效果，在上一节分析中对 POE 教学过程进行了扩展。但根据第三章调查结果可以发现，学生不仅有迷思概念转变上的问题，同时也具有概念理解、思维能力以及迷思概念认识上的问题。为了解决这些问题，本节将以 POE 教学策略为基础，提出 POE 教学在牛顿运动定律中的应用策略。以期在帮助教师转变学生迷思概念的同时，减少相关问题的产生。

#### 4.3.1 注重知识的反馈和运用，避免迷思概念产生

建立牢固的科学概念，对新概念的学习有着重要的意义。根据第三章的问卷调查可知，学生在理解新概念时往往会受到相似概念的干扰。而那些产生干扰的相似概念，通常是学生没有完全掌握的概念，或是在理解和记忆的时候出现了歪曲或遗忘的概念。虽然 POE 教学策略能促使学生理解概念，但在“解释”和“预测”环节中，教师仍然要注意概念理解的正确性以及概念存储的稳定性，以帮助学生构建正确而牢固的物理概念，避免迷思概念的产生。为了达到这一目标，教师可从以下这几个方面入手，从而促使学生在 POE 教学策略中更好的掌握科学概念。

#### (1) 重视学生反馈，避免错误概念的产生

反馈信息是教师调控教学的重要依据，根据反馈信息教师能够了解学生是否正确理解了物理概念，是否能够进入下一个环节。教学反馈适用于 POE 教学策略的所有环节，特别是在 POE 教学策略的“解释”环节中。在这一环节中学生会对新概念进行理解，如果教师没有充分注意到学生的反馈信息，匆忙的展开下一个环节的学习，很可能会忽视部分学生在概念理解上存在的问题，从而导致相似概念产生干扰。为了获得有效的反馈信息，教师应该注重学生在课堂上的语言表达，发挥学生的主体性，促使学生自主提出问题。并为学生留有充足的思考和讨论时间，确保学生能够充分思考物理概念。除此之外，教师还应该关注学生在课堂上的神情态度以及行为举止，留意那些腼腆或不愿公开发达自己想法的学生，对学生留有疑问的地方进行及时的指导。

#### (2) 多角度运用知识，巩固科学概念

在“运用”环节对新概念进行练习，不但能帮助学生对新概念形成“有效感”，同时还能巩固新概念在学生头脑中的地位。但由于课堂的教学时间是有限的，在新课教学过程中运用的练习题，通常是与教学内容相关的比较经典且相对简单的物理题。为了进一步巩固学生的概念，教师还要重视学生的课后习题。在教学结束后，通过设置不同难度的物理习题，帮助不同类型学生巩固、记忆知识。对于学生容易出错的题目，教师还可以建立易错概念题库，通过网络平台在课后或假期为学生提供一些轻量的习题，促使学生回顾知识，防止学生的遗忘。除此之外，知识的运用不仅在于习题的练习，教师还可以向布置学生一些“绘制思维导图”、“撰写科学小论文”这样的开放性题目，多角度促进学生对知识的运用和复习，帮助学生建立更加牢固的科学概念。

### 4.3.2 发展学生的思维能力，促进科学概念形成

根据第三章的问卷调查结果可以看出，很多迷思概念都来自于学生对生活现象和概念的错误理解，而造成这一现象的主要原因是由于学生的思维能力较弱。在日常生活和课堂学习的过程中，学生的思维能力均扮演着重要的角色。促进学生思维能力的发展，不仅有利于学生参与 POE 教学环节形成科学概念，同时，还能降低学生在日常生活中形成新迷思概念的可能。因此，在教学过程中教师需要重视学生的思维能力的培养，促

进学生科学概念的形成。为了有效提高学生的思维能力，教师可以从以下这几个方面入手。

#### (1) 充分利用活动单，促进学生能力发展

课堂教学方式对学生的能力发展有很大的影响，在被动的、灌输式的学习环境中，学生的各项能力都难以得到发展，只有那些促进学生主动思考和自主探究的教学环境中，学生的思维能力才能得到进一步的提升。通过对 POE 教学流程的分析，可以发现在 POE 教学策略中教学活动单的运用贯穿了整个教学环节。因此，要想在 POE 教学环节中培养学生的思维能力，就要充分发挥活动单的作用。这也要求教师在教学过程中，不要求教学活动单的填写一定要非常的详细，但一定要确保学生填写的内容是通过学生自主思考后而得到的结果。如果在 POE 教学过程中忽视了学生的主体性，那么活动单的运用也将流于形式，学生的思考能力将不能得到有效的锻炼。

#### (2) 培养学生质疑精神，提高学生思维能力

要想培养学生的思维能力，不仅要提供练习的机会，还要交给学生提高思维能力的方法。有研究指出由于人脑的客观生理特点，学生更倾向使用直观原因揭示生活现象<sup>[64]</sup>。为了克服这一现象的发生，教师要培养学生的质疑精神。只有当学生具备质疑的精神时，学生才会有意识的对物理现象先进行分析，再进行归纳和解释。要想在 POE 教学策略中，对学生的质疑精神进行培养，教师可以从“观察”环节入手。通过“观察”环节中新概念和旧概念的对比，可以让学生意识到自己所看见的“规律”并不一定是正确的。当 POE 教学策略在不同的迷思概念中应用时，教师有目的的引导学生反思，可以逐步提高学生的反思精神和思维能力。

### 4.3.3 培养学生积极的学习情感，促进迷思概念转变

学生的迷思概念具有隐蔽性，不容易被学生察觉。根据第三章的调查问卷结果可以看出，大部分学生都对自己的迷思概念都具有较高的信心，也就是说他们并不认为自己的已有概念是错误的，因此大部分学生也没有转变概念的意识。为了更好的转变学生的迷思概念，教师应该要让学生意识到自己的迷思概念。通过 POE 教学策略的特点分析，可以看出 POE 教学策略的“预测”环节具有揭示学生迷思概念的作用。但为了更好的展开“预测”环节，促进学生表达自己的迷思概念，教师可以从以下这几个方面入手。

#### (1) 创建一个“安全”课堂

由于 POE 教学策略探查的是学生的迷思概念，在观察、解释的过程中，不可避免地会让学生对自己已有的认识经验产生不满。而大部分学生都不愿意在自己感到“不安全”的环境中公开地说出可能是错误的回答。因此，教师要先在课堂上创建一个让学生感到安全的环境。而学生对课堂环境的感受，通常受同学之间以及师生之间的态度影响。在课堂上，教师要及时制止其他学生的恶意催促、嘲讽、取笑，促使学生形成良好的互助

氛围。在师生之间，教师要公平公正的对待学生，让学生对教师感到信赖。除此之外，教室环境的布置在一定程度上也可以影响学生对环境的感受，教师可以在教室中摆放一些书架与绿植，让学生对自己所处的学习环境感到亲切。

#### (2) 鼓励学生分享观点

为了让更多的学生分享并认识到自己的迷思概念，教师可以将学生在课堂上的行为纳入教学评价的范围。根据不同类型的学生设计不同的评价标准，鼓励学生的发言。同时，教师对学生的鼓励应该是多样的，随着学生生理以及心理的发展，教师对学生的鼓励并不一定要是语言上的鼓励，有时一些肢体上的动作，例如点头、微笑等都可以向学生表示教师的赞同。有效的运用鼓励可以促使更多的学生揭示自己的观点。但在课堂中鼓励运用也应该“因人而异”、“随班而异”。教师在对学生进行鼓励时，要灵活把握鼓励的时机，尽量在学生分享自己迷思概念后及时地进行表扬，充分发挥鼓励的激励作用。

### 4.3.4 激发学生学习兴趣，转变学生迷思概念

兴趣是促使学生学习的重要动力，当学生对学习的内容感到有兴趣时，学生更容易集中精神，也更容易对所学的内容感到愉快。通过第三章的调查，可以发现部分学生对物理知识学习的积极性并不高。要想让学生积极建构物理知识，促进学生积极参与扩展后的 POE 教学流程，教师就要重视学生的学习兴趣和激发。从兴趣的分类可以看出，学生的学习兴趣既可以来源于追求知识的直接兴趣，也可以来源于追求成功的间接兴趣。因此，对学生的学习兴趣的激发也可以从这两方面入手。

#### (1) 合理创设问题情景，促进学生直接兴趣

直接兴趣是指学生对知识的学习产生认知探索上的乐趣，也就是让学生对知识的本身产生兴趣。这样的学习兴趣一旦产生，就会对学生的整个学习过程带来稳定且正向的推动。在上一节 POE 教学流程的扩展中为了激发学生探索知识的兴趣，在 POE 教学策略的运用环节中融入了情景教学法，通过创建情景的方法，来提高学生对物理知识学习的价值感和趣味性。但在创设问题情景的过程中，教师仍然需要注意以下几个方面。首先，教师创设的情景要符合学生的认知水平，要让学生能够参与到问题情景中，能够对情景展开预测。为了创造出符合学生认知的情景，在日常教学的过程中教师要关注学生的知识背景，积累相关经验。其次，创造情景的方式要多元。随着科学技术的发展，在当今教育环境中，教师可以运用图片、音频、视频、动画、模型等多种教学手段，让生活情景进入物理课堂，为学生提供一个生动有趣的生活情景。

#### (2) 分析评价学习结果，促进学生间接兴趣

间接兴趣的产生受学习结果的影响，为了提高学生的间接兴趣，教师可以在教学活动前以及教学活动后，分别对学习结果进行一个分析与评价。例如，在正式实施教学任务之前，教师可以对该章内容学习结果的重要性进行评价，联系生活实际与学习需要，

说明学习这一节内容的重要性,促进学生间接兴趣的产生。在教学活动实践后,教师可以引导学生对自己的学习结果进行评价,提高学生的学习成就感,为间接兴趣的形成带来积极的促进作用。结合 POE 教学策略的特点,在 POE 教学活动中学生自评可以通过教学活动单的回顾来展开,成功的概念转变经历可以为学生带来成就感,促使学生继续努力。

## 4.4 基于 POE 教学策略的教学案例设计

基于以上分析,围绕牛顿运动定律在实习学校进行了为期 3 个月的教学实践研究,以其中的两个教学案例为例,对 POE 教学策略在实际教学中的运用进行展示,具体内容如下所示。

### 4.4.1 “牛顿第三定律”教学设计

#### (1) 教材分析

牛顿第三定律位于新教材的第三章第 3 节,与 2005 年出版的教材相比,新教材更加注重知识的统一<sup>[65]</sup>。在新教材中,编者将“牛顿第三定律”放入了第三章“力”的学习,使学生在学完第三章所有内容后能够对“力”有一个较为全面的认知。在“牛顿第三定律”之前,学生会学习“重力与弹力”以及“摩擦力”,学习完“牛顿第三定律”之后,学生将会学习“力的合成与分解”以及“共点力的平衡”。从内容上看,重力、弹力、摩擦力是生活中的常见力。在牛顿第三定律中,学生要对物体间相互作用力进行分析,而物体间的相互作用力,正是建立在这些常见力的基础之上的,因此“牛顿第三定律”也是前两节内容的规律性深入。此外,“牛顿第三定律”的学习还有利于学生对复杂情景中物体的受力进行辨析,为下一节“力的合成与分解”的学习奠定了知识基础。在教学内容上,教材首先设计了“掰手腕”的生活场景,然后运用物理实验引出了牛顿第三定律,最后对物体的受力进行了分析,进一步体现了牛顿第三定律的运用价值与意义。

#### (2) 学情分析

高中一年级的学生正处于初中与高中的过渡阶段,学生的抽象逻辑思维进一步发展,感性认知逐步替换为理性认知,但由于学生的思维能力还不够完善,面对一些常见的物理问题,学生还是会从自我认知的角度出发去解决。结合第三章调查的内容,可以了解到学生存在的真性迷思概念有“加速运动时,作用力大于反作用力”以及“相互作用力与平衡力之间的混淆”等等。学生存在的假性迷思概念有“作用力先于反作用力产生”以及“只有接触的物体才能产生作用力和反作用力”。

#### (3) 教学目标

- ①物理观念:能清晰的理解“作用力”与“反作用力”的含义,以及作用力与反作用力

之间的特点；能够掌握牛顿第三定律；能正确解释“平衡力”与“作用力与反作用力”的区别。

②科学思维：观察生活现象，能够判断生活中的相互作用力；能够运用牛顿第三定律对物体的受力进行分析。

③科学探究：通过实验，认识“作用力与反作用力”之间的规律，提高发现问题和解决问题的意识。

④科学态度与责任：分析生活中的作用力与反作用力，逐步形成运用物理知识分析生活现象的习惯；通过反思、观察与合作交流，培养学生科学精神与合作能力。

#### (4) 教学重难点

重点：理解牛顿第三定律；运用牛顿第三定律分析实际问题。

难点：理解牛顿第三定律的适用范围；区分平衡力和作用力与反作用力。

#### (5) POE 教学策略的具体运用

本节课所涉及的迷思概念共有五个，但由于相互作用力中有关作用点的迷思概念属于“相互作用力与平衡力相混淆”这一范畴。因此按照扩展后的 POE 教学策略，共设计了 4 个教学流程。结合每个迷思概念的转化特点，最终的 POE 教学策略设计流程如下图 4-2 所示。

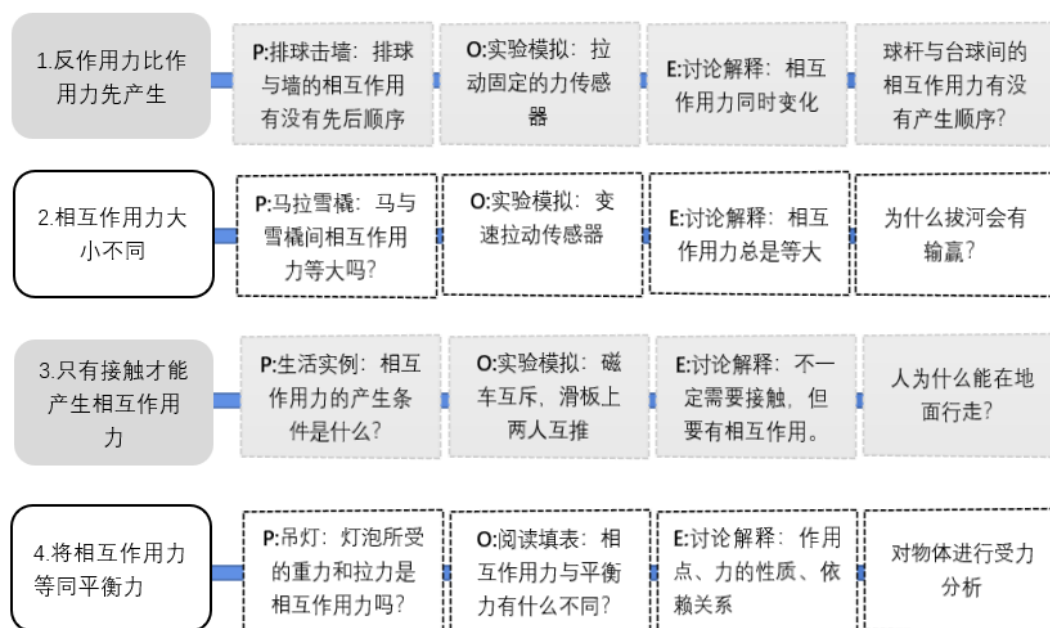


图 4-2 牛顿第三定律 POE 教学策略设计流程

## (6) 教学流程

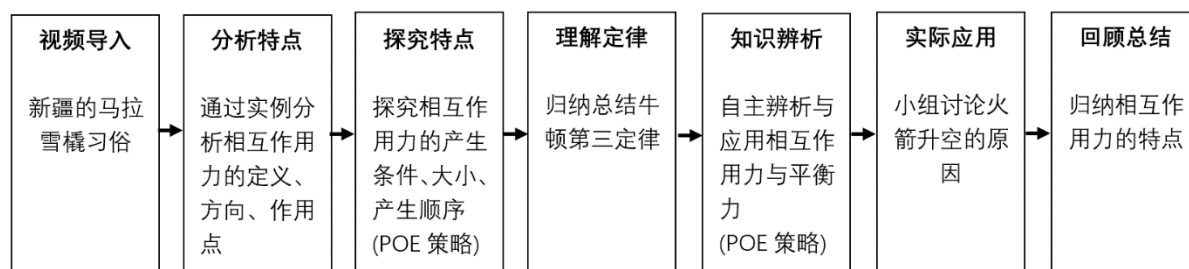


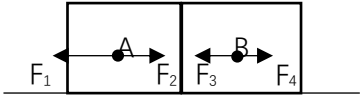
图 4-3 牛顿第三定律 POE 教学策略设计流程

## (7) 牛顿第三定律教学过程

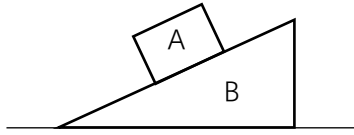
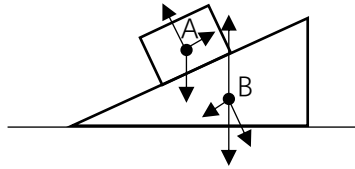
表 4-1 POE 教学策略下牛顿第三定律教学流程

教学环节		教师行为	学生活动	设计意图
新课导入	情景创设	教师问好 <b>【情景】</b> 我国新疆禾木村有马拉雪橇的有趣习俗。教师利用图片、视频，展示该情景，提问学生为什么雪橇能够运动？雪橇对马有没有作用力？ <b>【问题】</b> 1：马为什么能够将雪橇拉动？是因为马对雪橇的力大于雪橇对马的力吗？ 2：在匀速、变速的过程中，这一对相互作用力的大小和方向有什么特点？	学生问好 <b>【回答】</b> 马和雪橇之间有着相互作用力。  学生思考。	利用真实有趣的生活实例引入新课，激发学生学习兴趣，促进学生感知课题。
新课讲授	【环节一】认识作用力与反作用力	<b>【情景】</b> 展示生活中常见的作用力与反作用力：打乒乓、跳蹦床、划船，让学生分析该情景中的相互作用力。 <b>【提问】</b> 上述情景有什么特点？ <b>【归纳】</b> 作用力与反作用力的含义、方向与作用点。	<b>【回答】</b> 乒乓球拍对球施加了向前的力，球对乒乓球产生了一个相反的力；人对蹦床施加了向下的作用力，蹦床对人施加了相反的力... <b>【思考】</b> 物体间的作用力是相互的；两个力方向相反；且作用在两个物体上。	运用生活实例，引起学生思考，促使学生将物理知识与生活相联系。运用 POE 教学策略揭示学生有关

	<p><b>【提问】</b>结合生活思考,作用力与反作用力的产生,需要哪些条件?如何证明?</p> <p><b>【实验】</b>教师请学生协助,完成演示实验:两人站在滑板上轻轻向后推;小磁车相互排斥与吸引。</p> <p><b>【提问】</b>实验结果与预测结果相同吗?同学们发现了什么规律呢?</p> <p><b>【解释 E】</b>两物体间的非接触力也是相互的。相互作用力必须确定是两个物体之间有相互作用。</p> <p><b>【提问】</b>人为什么能在地面行走?</p>	<p><b>【预测 P】</b>学生填写活动单,填写完毕后进行分享。学生 A: 接触和相互挤压是作用力与反作用力产生的必要条件。学生 B: 接触不是必要条件。</p> <p><b>【观察 O】</b>根据实验现象,填写活动单。</p> <p><b>【解释 E】</b>学生完成活动单,并分享思考的结果。通过实验可以发现作用力与反作用力的产生需要相互作用,但不一定要接触。与预测结果不同是因为忽视了引力。</p> <p><b>【运用】</b>因为人的脚和地面相互作用,脚对地面产生了一个向后的摩擦力,地面对脚产生了向前的摩擦力。</p>	<p>非接触力的迷思概念,激发学生探究,通过实验观察转变学生的迷思概念,提高学生的科学思维。</p>
<p><b>【环节二】</b>作用力与反作用力的大小</p>	<p><b>【提问】</b>作用力与反作用力在大小上有什么规律?</p> <p><b>【演示】</b>教师说明电子测力计读数方法,并利用传感器对拉。</p> <p><b>【提问】</b>在任何情况下作用力与反作用力的大小都相等吗?</p> <p><b>【情景】</b>在最开始的情景,马拉着雪橇从静止到运动的过程中,马与雪橇间的相互作用力大小相等吗?加速或减速运动过程中,马与雪橇间的相互作用力大小相等吗?</p>	<p><b>【回答】</b>作用力与反作用力大小相等。</p> <p>学生思考。</p> <p><b>【预测 P】</b>学生填写活动单,填写完毕后进行分享。学生 A: 在加速以及从静到动的过程中,马对雪橇的力大于雪橇对马的力。学生 B: 减速过程中,马对雪橇的力小于雪橇对马的力。</p>	<p>利用 POE 教学策略探查学生有关相互作用力大小的迷思概念,在转变学生迷思概念的过程中,运用了力传感器,促使实验效果更易观察。</p>

		<p>【演示】在其中一个力传感器上放置砝码增加摩擦力,并用细线和滑轮与另一个力传感器相连,确保力传感器能完全测到物体间的相互作用力</p> <p>【提问】实验结果与预测结果相同吗?同学们发现了什么规律呢?</p> <p>【解释 E】对两个物体进行受力分析,可以发现在加速或启动时,需要<math>F_1 &gt; F_2, F_3 &gt; F_{\text{摩}}</math>,因此,<math>F_2 = F_3</math>与物体加速运动并不矛盾。在任何运动中,两个物体间的相互作用力大小总是相等。</p>  <p>【提问】为什么拔河会有输赢?</p>	<p>【设计实验】将力传感器平放在桌面上,用另一个传感器拉动,通过力传感器了解这两个力的大小关系。</p> <p>【观察 O】根据力的大小与时间曲线图,学生填写活动单。</p> <p>【解释 E】学生完成活动单,并展开小组讨论。在不同的直线运动中,作用力与反作用力的大小总是相等。实验结果与预测结果不同,是因为忽视了这两个力的作用点。</p> <p>【运用】两个物体都受到了拉力和摩擦力,两个拉力等大增加,谁的摩擦力越小谁就容易滑倒。</p>	
【环节三】作用力与反作用力的产		<p>【情景】作用力的产生有先后顺序吗?例如,在体育课上对墙练习排球,排球撞击到墙的时候,是不是排球先对墙产生了一个作用力,然后墙才对排球产生了一个反作用力呢?</p>	<p>【预测 P】学生填写活动单,填写完毕后进行分享。学生 A: 作用力与反作用力同时产生。学生 B: 作用力先于反作用力产生。</p> <p>【设计实验】1.将力传感固定在有导轨的小车上,推动小车撞击固定的传感器,观</p>	运用 POE 教学策略揭示学生有关相互作用力产生顺序的迷思概念,运用实验转换的方法学

生顺序	<p>【演示】实验器材限制，不能保证碰撞时两个传感器发生的是对心碰撞。因此，选择固定力传感器，用另一个力传感器拉动该传感器。</p> <p>【提问】实验结果与预测结果相同吗？同学们发现了什么规律呢？</p> <p>【解释 E】从实验现象上，我们可以看出作用力与反作用力具有依赖关系，作用力与反作用力总是同时产生，同时消失。而这一特点也保证了作用力与反作用力的大小总是相等。</p> <p>【提问】运动员用球杆撞击台球，球杆对台球的作用力以及台球对球杆的作用力是否同时产生？</p>	<p>察作用力与反作用力的产生顺序。</p> <p>2.固定其中一个力传感器，用另一个力传感器拉扯。观察作用力与反作用力的产生顺序。</p> <p>【观察 O】根据力的大小与时间曲线图，学生填写活动单。</p> <p>【解释 E】学生完成活动单，并分享思考的结果。通过力与时间曲线图可以看出，两个力同时变化，同时产生，同时消失。</p> <p>【运用】同时产生，因为球杆和台球之间的力是相互作用力，因此这两个力应该同时产生，同时消失。</p>	生的迷思概念。
【环节四】牛顿第三定律	<p>【归纳】通过以上探究，可以发现两个物体的作用力与反作用力总是大小相等、方向相反作用在同一条直线上，而这也正是我们今天要学的牛顿第三定律，其公式为<math>F = -F'</math></p> <p>【提问】1.公式中的负号代表什么？ 2.两辆相向而行的船只，受到大小相同、方向共线且相反的两个阻力，这两个作用力是不</p>	<p>学生倾听并思考。</p> <p>【回答】1.表示方向，作用力与反作用力的方向是相反的 2.学生 A: 不是，因为这两个船没有相互作用。学生 B: 这两个力并不相互依赖。</p>	通过提问的方式促进学生独立思考，加深学生对牛顿第三定律的理解。

	是作用力与反作用力?		
【环节五】 辨析平衡力与作用力和反作用力	<p>【提问】牛顿第三定律所描述的作用力的特点与我们之前学习的哪一对力,有着相似之处呢?</p> <p>【提问】结合二力平衡与今天所学的作用力与反作用力,判断以下这两个描述是否正确</p> <p>1.灯泡挂在电线上,灯泡的重力和电线对灯泡的拉力是一对相互作用力吗?</p> <p>2.放在地面的木箱,地面对木箱的支持力与木箱对地面的压力是一对平衡力吗?</p> <p>【提问】相互作用力与平衡力有什么不同之处?</p> <p>【解释 E】灯泡所受的重力与拉力是平衡力,木箱所受的支持力与里面所受的压力是一对相互作用力。补充判断方法:相互作用力一定是同性质的力,平衡力不一定是同性质的力。指导学生补充概念图。</p> <p>【提问】对物体进行受力分析</p>  <p>【讲解】受力分析的基本步骤</p>	<p>【回答】平衡力。</p> <p>【预测 P】学生填写活动单,填写完毕后进行分享。学生 A: 是一对相互作用力,因为这两个力等大、反向、共线。学生 B: 是一对平衡力,应为木箱静止,这两个力的合力为 0。</p> <p>【观察 O】学生阅读教材 P64-P67 与相关教辅资料,完成活动单。</p> <p>【解释 E】展开小组讨论。观察发现平衡力作用在同一物体上,可以叠加。平衡力没有相互依赖的关系。将概念图与题目相比,可以发现两道题都是错的。与预测的结果不相同是因为做题时没有考虑到相互作用力的作用点在两个物体上。</p> <p>【运用】</p>  <p>学生倾听记录</p>	运用 POE 教学策略探查学生有关平衡力与相互作用力的迷思概念。相比于直接呈现平衡力与相互作用力的特点,引导学生自主完成思维导图,自主归纳平衡力与相互作用力的区别,更容易加深学生的印象,促使新知识内化。
【环节六】 应用	<p>【情景】视频展示,2020 年长征五号遥四运载火箭发射</p> <p>【提问】火箭为什么能升空?脱离大气层后,火箭为什么仍</p>	<p>【回答】小组讨论后回答,燃气和火箭之间的作用力与</p>	扩宽学生的视野,激发学生的爱国情怀

		然能够运动?	反作用力	
课堂小结	知识回顾	<p>【提问】这节课有学习了哪些知识?</p> <p>【归纳】异物、等大、反向、共线、依赖、同性质、不可叠加</p> <p>教师布置课后作业</p>	<p>【回答】牛顿第三定律，两物体间的作用力与反作用力总是大小相等，方向相反，作用在一条直线上。作用力与反作用力性质相同、不可叠加。具有相互依赖性。</p>	教师引导学生回顾本节知识点，促进学生知识框架的构建。

### (9) 教学反思

本次教学从学生的实际生活出发，充分挖掘了学生身边常见的、有趣的物理现象作为本节课的研究情景，有效激发了学生的学习兴趣。与此同时，在教学实施中融入 POE 教学策略，明显提高了学生的课堂参与参与度。特别是 POE 教学活动单的添加运用，在保留学生独立思考空间的同时，减少了学生“开小差”的现象，让绝大多数的同学通过 POE 教学策略对问题情景进行了预测、分析和解释，加深了自己对物理概念的理解。总体来看，本节课的教学氛围良好，学生对 POE 教学策略的接受度较强。但在实施过程中也存在一些问题，首先是整节课的教学进度很慢。为了给学生留有充足的思考时间，新课讲解时间超过了原有计划安排。另外在小组讨论的过程中，课堂纪律的控制较为困难。

## 4.4.2 “牛顿第一定律”教学设计

### (1) 教材分析

“牛顿第一定律”位于新教材第四章第 1 节，也是高中物理第一册最后一章的第 1 节。按照知识的逻辑顺序，在学习第四章之前，教材安排了“运动的描述”、“匀变速直线运动的研究”以及“相互作用——力”。在“牛顿第一定律”后教材安排了“牛顿第二定律”的学习，可见，将“牛顿第一定律”放置在本章的第 1 节，也为后续内容的学习提供了知识基础。将 2012 年人教版的初中物理与高中新教材进行对比，可以发现高中物理教材更加注重“牛顿第一定律”研究过程的完整性，教材列出了亚里士多德、伽利略、笛卡尔以及牛顿的观点，呈现出“牛顿第一定律”的所有发展过程。此外，高中物理教材从惯性的角度重新定义了质量，与初中的教学内容相比，高中的教学内容要更加深刻和抽象。在本节的教学内容安排上，教材首先展示了“运动员滑冰”这一生活情景，来引起学生对“力与运动”关系的思考，紧接着按照“牛顿第一定律”的历史发展过程，说明了各个时期物理学家的观点，最终展现了“牛顿第一定律”的定义与惯性的内涵。

### (2) 学情分析

“牛顿第一定律”在日常生活中的运用较为广泛，虽然学生在初中阶段就已经学习到了“牛顿第一定律”，但由于学生的抽象逻辑思维还不够完善，部分学生仍然会受到生活

现象的影响产生迷思概念。结合第三章内容,可以了解到学生存在的真性迷思概念有“惯性是一种力”、“力是维持物体运动的原因”以及“惯性的大小与质量无关”。假性迷思概念有“运动的物体才有惯性”。

### (3) 教学目标

①物理观念:能够正确解释力与运动关系,掌握“牛顿第一定律”;能够清晰的阐述“惯性”的含义,理解“惯性”是一种属性;能够正确理解“惯性”与“质量”的关系。

②科学思维:能够运用“牛顿第一定律”和“惯性”解释生活中的有关现象

③科学探究:通过实验,认识理想实验法,提高学生设计和观察实验的能力

④科学态度与责任:回顾“牛顿第一定律”的发展史,培养学生坚持不懈、敢于质疑的科学精神;通过讨论交流,提升团队合作意识。

### (4) 教学重难点

重点:理解牛顿第一定律以及惯性。

难点:理解力与运动的关系;理解惯性与质量的关系。

### (5) POE 教学策略的具体运用

本节课涉及的迷思概念共有四个,分别是“力是维持物体运动的原因”、“运动的物体才有惯性”、“惯性的大小与质量无关”、“惯性是一种力”。结合每个迷思概念的转化特点,最终确定的 POE 教学策略框架如下图 4-4 所示。



图 4-4 牛顿第一定律 POE 教学策略设计框架

## (6) 教学流程

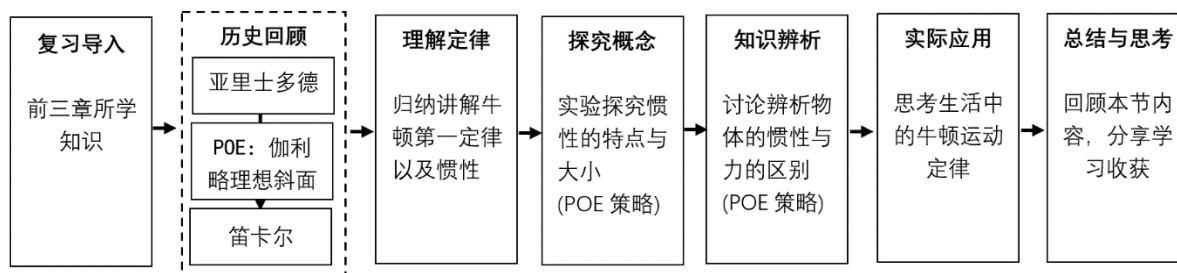


图 4-5 牛顿第一定律 POE 教学策略设计框架

## (7) 教学过程

表 4-2 POE 教学策略下牛顿第一定律教学流程

教学环节	教师行为	学生活动	设计意图
新课导入	<p>教师问好</p> <p>【提问】在前几章，我们学习了哪些内容？</p> <p>教师补充说明</p> <p>【提问】对力和运动都有一定的了解，那么力与运动之间是否存在关系呢？力和运动的关系是怎样的？</p>	<p>学生问好</p> <p>【回答】学习了位移，速度，直线变速运动中的速度与时间关系、位移与时间关系等</p> <p>学习了重力、弹力、摩擦力、力和合成与分解等</p> <p>学生倾听思考思考</p>	对前期知识进行回顾，阐明教学内容之间的关联，促进学生构建知识框架
新课讲授	<p>【环节一】</p> <p>【情景】动图展示：风吹树枝动，脚蹬滑板动，手推桌子动。</p> <p>【提问】在你的印象中，力与运动有着怎样的关系？</p> <p>【教师】有一部分同学认为力是维持物体运动的原因，这与亚里士多德的观点相同。但也有一部分同学认为力不是物体运动的原因，力的运动究竟有什么关系？让我们一起来探究一下。</p> <p>【演示】将小球从 U 形轨道的一端从静止释放，小球在导轨</p>	<p>【预测 P】学生填写活动单，填写完毕后进行分享。</p> <p>学生 A: 力是维持物体运动的原因。学生 B: 力与运动不一定相关，有时候推力消失了，物体还在运动。</p> <p>【观察 O】根据实验现象，填写活动单。</p>	运用生活中的实际例子，激发学生的兴趣，引起学生的思考。运用 POE 教学策略，揭示学生关于力与运动的迷思概念，运用理想斜面实验

	<p>的另一端，几乎回到相等高度。将U形导轨一端的倾角逐渐降低，让小球从固定点静止释放。</p> <p><b>【提问】</b>1.忽略摩擦，前三个环节的实验结果，有什么共同点？</p> <p>2.如果导轨光滑，小球的运动规律是怎样的？</p> <p>3.从同一高度释放，在光滑水平轨道上运动的小球，是否也具有这一特点？</p> <p>4.假设该轨道无限长，结合上述特点，小球会做怎样的运动？</p> <p>5.对该轨道上的小球进行受力分析。</p> <p>6.结合小球的运动规律和受力特点，你发现什么现象</p> <p><b>【提问】</b>实验结果与预测结果相同吗？同学们发现了什么规律呢？</p> <p><b>【归纳】</b>上述实验就是伽利略著名的理想斜面实验，在该实验中，伽利略抓住了事物的本质，忽略了摩擦，将实际的实验理想化，这一方法也被称为理想实验法</p> <p><b>【提问】</b>无空气阻力的环境下，一片树叶从静止下落，若重力突然消失，树叶将会怎样运动？A：静止 B：继续向下运动</p>	<p><b>【解释 E】</b>学生小组讨论后回答：1.小球几乎回到了同一高度。</p> <p>2.在任何角度，小球都会上升到与出发点相同的高度。</p> <p>3.具有。</p> <p>4.由于不能回到初始高度，所以会一直运动下去。</p> <p>5.小球的合力为0。</p> <p>6.物体的运动不需要力来维持。</p> <p><b>【解释 E】</b>学生完成活动单，并分享思考的结果。通过实验发现，物体的运动不需要力来维持。与预测结果不同，是因为忽略了摩擦力的作用。</p> <p><b>【运用】</b>力不是维持物体运动的原因，重力消失后正在向下运动的树叶会继续向下运动，答案为B。</p>	<p>转变学生迷思概念。</p>
【环	【提问】虽然伽利略纠正了之	【回答】笛卡尔认为“如果	利用提问，

<p>节 二】 牛顿 第一 定律</p>	<p>前的错误观点,但他本人提出的观点还不够完善,同时代的笛卡尔,做了进一步阐述。在书中找出笛卡尔的观点,观察他的观点和伽利略的观点有什么不同?</p> <p>【归纳】伽利略和笛卡尔说明了不受力的运动物体,将一直保持匀速直线运动状态。在这个基础之上,牛顿提出了牛顿第一定律。</p> <p>【提问】阅读牛顿第一定律,观察它与笛卡尔的观点有什么不同?</p> <p>【归纳】教师阐述牛顿第一定律的含义并对其进行分析。牛顿第一定律正确揭示了力与运动的关系,指出力是改变物体运动状态的原因。</p> <p>运动状态的改变指的是物体的运动速度大小或方向的改变。</p>	<p>运动中的物体没有受到力的作用,……也不会偏离原来的方向”。</p> <p>与伽利略相比,笛卡尔说明了物体运动的方向。</p> <p>【回答】与笛卡尔相比,牛顿补充说明了静止的物体,如果不受力将会一直保持静止状态。受力后物体的运动状态会发生改变。</p>	<p>引导学生对不同观念自主进行对比,突出学生主体地位,促进学生概念形成。</p>
<p>【环 节 三】 惯性</p>	<p>【讲解】牛顿第一定律还揭示了物体具有惯性,即保持原来匀速直线运动或静止的性质,因此牛顿第一定律也被称作惯性定律</p> <p>【提问】哪些物体具有惯性?例如,静止的物体有没有惯性呢?</p> <p>【演示】将装有水的水杯固定在小车上,用手去推小车。</p>	<p>【预测 P】学生填写活动单,填写完毕后进行分享。学生 A: 静止的物体没有惯性。学生 B: 运动的物体没有惯性</p> <p>【观察 O】根据实验现象,填写活动单。</p>	<p>利用 POE 教学策略探查学生有关惯性的迷思概念,并通过实验演示,促进学生正确概念的建立。</p>

		<p>【提问】实验结果与预测结果相同吗？同学们发现了什么规律呢</p> <p>【解释】不论这个物体是静止的还是运动的，一切物体都有惯性。</p> <p>【运用】火车突然向前开动，桌面上的杯子向后滑，则杯子的惯性与火车启动有关？</p>	<p>【解释 E】学生完成活动单，并分享思考的结果。通过实验发现静止的物体也具有惯性。与预测结果不同是因为初中概念的遗忘。</p> <p>【运用】一切物体都有惯性，静止的物体也有，杯子的惯性与火车的启动无关。</p>	
【环节四】惯性的	大小	<p>【情景】动图展示：运动员跑步，大力士拉动卡车。</p> <p>【提问】惯性描述了物理运动状态改变的难易程度，观察生活实例，有人说惯性与速度有关，有人说惯性与质量有关。你认为惯性的与哪些因素有关呢？</p> <p>【演示】实验 1.教师用一个乒乓球快速的撞击一个横放的空玻璃瓶，可以发现乒乓球被弹回。用一个铅球去撞一个横放的玻璃瓶，可以发现装铅球推着空玻璃瓶向前运动。</p> <p>实验 2.将乒乓球和铅球吊在空中，请两名同学上来吹气</p> <p>【提问】实验结果与预测结果相同吗？同学们发现了什么规律呢？</p> <p>【归纳】物体的惯性只与质量有关，质量越大，惯性越大。</p> <p>【提问】掷出的铅球速度不</p>	<p>【预测 P】学生填写活动单，填写完毕后进行分享。学生 A：惯性与速度有关，速度越大停下来的时间就越长。学生 B：质量越大惯性越大，因为大卡车急刹的时候走的比小车更远。学生 C：惯性大小由速度和质量共同决定</p> <p>【观察 O】根据实验现象，填写活动单。</p> <p>【解释 E】学生完成活动单，并展开小组讨论。实验发现速度和惯性之间没有直接的联系。质量与惯性成正比。与预测结果不同，主</p>	利用 POE 教学策略探查学生有关惯性大小的迷思概念，运用物理实验直观展示了惯性与速度和质量之间的关系，促进学生概念转变。

		大, 惯性也不大, 所以可以用手去接铅球	要是片面理解生活概念。 【运用】惯性只与质量有关, 铅球的质量大, 惯性也大, 不能用手去接	
【环节四】 惯性与力的辨析	【提问】惯性在我们的日常生活中十分常见, 例如打排球, 没有了惯性, 具有速度的排球, 在空中就不能继续前进。 手在击打排球的时候, 手还会受到一个作用力, 请同学们思考一下, 这个作用力是惯性吗? 【活动】教师指导学生填写活动单第二部分中的概念图和思考题。 【提问】观察结果与预测结果相同吗? 同学们发现了什么规律呢? 【归纳】一切物体都具有惯性, 惯性是物体本身所具有的一种性质, 因此惯性并不是一种力。在描述惯性的时候也不能说“物体受到了惯性”, 或“物体产生了惯性” 【提问】被击打的网球, 能够成功飞过拦网, 是因为惯性力的作用。	【预测 P】学生填写活动单, 填写完毕后进行分享。 学生 A: 是惯性, 因为惯性我们才受到了这个力。学生 B: 不是惯性, 是力。 【观察 O】学生阅读新教材 P79-P81 中的牛顿第一定律以及惯性的概念, 并填写活动单。 【解释 E】学生完成活动单, 展开小组讨论。从概念图可以看出, 惯性的产生条件、作用效果、大小都不相同。因此惯性不是力。与预测结果不同, 是因为只关注了主观感受。 【运用】描述不正确, 惯性并不是一种力, 不能将惯性称作惯性力。	运用 POE 教学策略揭示学生有关惯性与力的迷思概念。运用概念图直观的展示概念间的差异, 促使学生深入辨析概念。在学生回顾知识、理解定律的过程中, 得到进一步的理解与巩固。	
【环节五】 定律的应用	【提问】生活中有哪些现象与我们今天所学的内容相关呢? 【扩展】牛顿运动定律在我們生活中的应用广泛, 利用该定律可以预测物体的运动趋势,	【回答】投篮、踢足球、拍洗衣服除去灰尘、刹车时车往前溜等等	将物理知识运用于生活, 扩展学生的视野, 提高学生对于物理知识的	

		在前沿研究中, 牛顿运动定律有着重要的作用。		价值感与兴趣。
课堂小结	知识回顾	<p>【提问】学习完这节课, 同学们有什么收获?</p> <p>【提问】力与物体运动的速度成正比关系吗?</p> <p>教师布置课后作业</p>	<p>【回答】掌握了牛顿第一定律, 明白力不是维持物体运动的原因。理解伽利略理想斜面实验以及理想实验法。明白惯性定义以及惯性大小的判断方法。</p> <p>【思考】学生课后思考。</p>	梳理知识, 促进概念构建。对力与速度的定量关系提出思考, 为之后的学习做好铺垫。

### (9) 教学反思

牛顿第一定律是连接力与运动的重要桥梁, 在课堂开头通过复习提问可以快速激活学生的已有知识经验, 帮助学生感知本节课的教学内容。在教学内容的讲解过程中, 主要采用了 POE 教学策略。与上一节新课中的 POE 教学策略运用相比, 大部分学生对 POE 教学策略的流程更加熟悉。运用活动单进行预测、观察、解释的自主性有所提升, POE 教学策略在教学活动中的实施更加有序。对学生的填写结果进行提问, 学生都能给予积极的回答。整体来看学生在课堂上的活跃性较高, 教学活动的参与程度也保持在一个较高的水平。但在本次教学过程中, 同样也存在一些问题, 首先是教学时间的问题, 为了保证教学进度, 缩短了部分教学活动时间。从学生的活动单填答情况上看, 部分同学存在“写不完”的情况, 活动单的填答质量有所降低。另外, 也有部分学生在完成活动单的过程中比较吃力。

### 4.4.3 POE 教学策略活动单设计

为了让学生更好的参与 POE 教学流程, 教师可以根据教学内容设计 POE 教学策略教学活动单。教学活动单的设计通常与 POE 教学流程一致。以牛顿第一定律以及牛顿第三定律为例, 对部分活动单进行展示 (分别如下表 4-3 和表 4-4 所示), 所有活动单均可在附件 C 和附件 D 中查询。

表 4-3 “牛顿第三定律”活动单

活动单一: 作用力与反作用力的产生条件
<p>第一部分: 情景预测</p> <p>【判断题】只有接触并相互挤压两个物体才能产生作用力与反作用力 ( )</p> <p>A: 正确    B: 错误</p>

你判断的依据是什么？			
第二部分：实验现象记录			
	现象	是否产生相互作用力	相互作用力的产生条件
两人互推			
小磁车			
你能归纳出什么规律吗？			
第三部分：分析解释			
实验现象与你的预测相同吗？（ ） A：相同 B：不相同			
如果不相同，你能解释为什么不相同吗？			
第四部分：想一想			
请同学们结合以上分析出来的规律，思考人为什么能在地面行走呢？			

表 4-4 “牛顿第一定律”活动单

活动单一：力与运动的关系			
第一部分：情景预测			
在我们生活中，力和运动总是同时出现，例如风吹树动、脚踏滑板、手推桌子，在你的印象中，力和运动有着怎样的关系呢？			
你判断的依据是什么？			
第二部分：实验现象记录			
实验次数	轨道角度	运动高度	路程
1			
2			
3			
4			
根据上述内容，你发现什么现象？			
第三部分：分析解释			
实验现象与你的预测相同吗？（ ） A：相同 B：不同			
如果不同，你能解释为什么不相同吗？			
第四部分：练一练			
无空气阻力的环境中，一片树叶从静止下落，如果重力突然消失，树叶将会怎样运动？（ ）			
A：静止 B：继续向下运动			

## 第5章 POE 教学策略应用于迷思概念转变的实践结果分析

为了说明 POE 教学策略在迷思概念转变上的效用, 还需展开进一步的研究。对此, 在石河子市某中学的高一年级选取了两个班级, 分别作为此次对照实验的实验班和对照班。其中, 实验班有 46 人, 对照班有 45 人, 两个班的人数相差不大, 均由同一位教师进行授课。在实验前后分别对这两个班的学生进行了调查。

### 5.1 教学前测

在进行教学实践前, 为了了解所选班级是否满足对照实验的要求, 运用 SPSS26.0 数据分析工具, 对这两个班的入学成绩以及牛顿运动定律四阶测试卷的成绩分别进行了分析。具体的分析结果如下所示。

#### (1) 实验班与对照班入学成绩的独立样本 t 检验

本次调查的对象是高一新生, 在开学时学校进行了入学考试。以入学成绩为依据, 可以判断学生在知识水平上是否存有差异。学校发放入学测试共有 20 道题, 总分为 100 分。对两个班的入学成绩进行描述性统计, 其结果如表 5-1 所示。由表可知, 在入学测试中, 实验班的平均值为 52.83, 标准偏差为 12.24; 对照班的平均值为 53.16, 标准偏差为 11.85。可以看出, 对照班的平均值比实验班的平均值高 0.33, 两个班的分数差距并不大。为了进一步研究这两个班是否存在显著性差异, 需要对其进行独立样本 t 检验。

表 5-1 实验班和对照班入学成绩描述统计表

班级	N	均值	标准偏差	标准偏差均值
实验班	46	52.83	12.24	1.80
对照班	45	53.16	11.85	1.77

在检验前, 需要检测两个班的样本数据是否满足正态分布。对其进行单样本柯尔莫戈洛夫-斯米诺夫检验, 检验结果如下表 5-2 所示。可以看出实验班的 P 值为 0.164, 对照班的 P 值为 0.200。两个班的 P 值均大于 0.05, 样本数据均符合正态分布, 可以对其进行独立样本 t 检验。

表 5-2 实验班和对照班入学成绩单样本柯尔莫戈洛夫-斯米诺夫检验表

班级	个案数	检验统计	渐近显著性 (双尾)
实验班	46	0.114	0.164
对照班	45	0.098	0.200

利用 SPSS26.0 对学生的入学成绩进行独立样本 t 检验, 检验结果如下表 5-3 所示。

因为 F 检验的 sig 值为  $0.991 > 0.05$  所以齐方差性满足，只看第一排的 t 值。又因为 t 检验的 sig 值为  $0.897 > 0.05$  故接受原假设，两样本之间不存在显著差异。而该检验结果也证明这两个班的学生在知识水平上是相同的。

表 5-3 实验班和对照班入学成绩独立样本 t 检验表

	F	显著性	T	自由度	Sig. (双尾)	平均值 差值	标准误 差差值	差值 95%置信区间 下限	上限
假定等方差	0.000	0.991	0.130	89	0.897	0.329	2.526	-4.690	5.349
不假定等方差			0.130	88.991	0.896	0.329	2.525	-4.688	5.347

### (2) 实验班与对照班迷思概念调查结果的独立样本 t 检验

除了了解学生的知识水平之外，还需要了解这两个班的学生在迷思概念上是否存在差异。对上一章编制的牛顿运动定律四阶测试卷进行分析，试卷共有 10 道题目，每个小题 2 分，总分为 20 分。剔除无效问卷一份，将所有数据输入 SPSS26.0，对其进行描述性统计，其结果如下表 5-4 所示，由表可知，在本次测试中，实验班的平均分为 7.29，标准偏差为 2.89；对照班的平均分为 7.24，标准偏差为 2.88。可以看出，实验班的平均值略高于对照班的平均值，但差异很小。为了进一步了解这两个班是否存在显著性差异，对其进行独立样本 t 检验。

表 5-4 实验班与对照班迷思概念前测的描述统计表

班级	N	均值	标准偏差	标准偏差均值
实验班	45	7.29	2.89	0.43
对照班	45	7.24	2.88	0.43

与上一节的检验流程相同。在进行独立样本 t 检验前，首先要检验样本数据是否符合正态分布。利用单样本柯尔莫戈洛夫-斯米诺夫检验，可得检验结果如下表 5-5 所示。实验班的 P 值为 0.200，对照班的 P 值为 0.195。两个班的 P 值均大于 0.05，故实验班和对照班的样本数据均符合正态分布，可以进行独立样本 t 检验。

表 5-5 实验班和对照班迷思概念前测的单样本柯尔莫戈洛夫-斯米诺夫检验表

班级	个案数	检验统计	渐近显著性 (双尾)
实验班	45	0.101	0.200
对照班	45	0.111	0.195

利用 SPSS26.0 对数据进行检验，独立样本 t 检验结果如下表 5-6 所示。因为 F 检验的 sig 值为  $0.776 > 0.05$  所以齐方差性满足，只看第一排的 t 值。又因为 t 检验的 sig 值为  $0.942 > 0.05$  故接受原假设，两样本之间不存在显著差异。该调查结果也证明了两个班的学生在牛顿运动定律迷思概念上处于同一水平。

表 5-6 实验班和对照班迷思概念调查结果独立样本 t 检验表

	F	显著性	t	自由度	Sig. (双尾)	平均值 差值	标准误 差差值	差值 95%置信区间 下限	上限
假定等方差	0.081	0.776	-0.073	88	0.942	-0.044	0.608	-1.254	1.165
不假定等方差			-0.073	88	0.942	-0.044	0.608	-1.254	1.165

### (3) 数据分析结果

通过以上分析可知,实验班和对照班的学生不论是在入学成绩上,还是在牛顿运动定律的迷思概念得分上,两个班的平均分差值均不大。对其进行独立样本 t 检验,可以发现这两个班的学生在入学成绩和牛顿运动定律迷思概念上均不存在显著性差异。因此,选择这两个班进行教学实验研究,符合对照实验的要求。

## 5.2 教学后测

本次研究围绕“牛顿运动定律”的相关知识展开,研究时间为 2021 年 10 月初至 2022 年 1 月初。在牛顿运动定律的迷思概念测量完成后,根据测量结果和入学成绩选取了实验班和对照班,对其进行教学实验研究。其中实验班采用了扩展后的 POE 教学策略进行教学,对照班采用了常规教学。教学实践结束后,分别在两个班进行了教学后测。本次研究所实施的后测一共包含了两个方面,一是了解扩展后的 POE 教学策略在牛顿运动定律迷思概念转化上的效果;二是调查学生对该教学策略的学习感受。

### 5.2.1 迷思概念转变情况的测量

#### 5.2.1.1 问卷设计

本次迷思概念后测试卷来源于第三章编制的牛顿运动定律四阶测试卷,为了避免学生受到前测记忆的干扰,在编排后测题目时,对每个题目的选项进行了重新排序。

#### 5.2.1.2 问卷的发放与回收

由于牛顿运动定律位于高中物理必修 1 的最后一章,教学进度临近期末复习,为了配合实际教学情况,将四阶测量问卷按照各个题目所考察的知识点划分为了 4 个部分,每个部分仅含有 2~3 道题目。在相关内容授课结束后,利用随堂测验或课间测验的形式进行了后测。虽然缩短了测量时间,但由于题目数量的减少,问卷的质量并不没有下降。实践后,总共发放并回收的牛顿运动定律四阶测试卷为 91 份,且均为有效问卷。

#### 5.2.1.3 数据分析

## (1) 对照班和实验班迷思概念后测整体分析

利用 SPSS26.0 对迷思概念后测结果进行描述性统计, 统计结果如表 5-7 所示。可以看出, 实验班的平均分为 12.06, 标准偏差为 3.04; 对照班的平均分为 10.57, 标准偏差为 2.87。实验班平均分略高于对照班, 其平均分差值为 1.49。为了确定两个班的成绩是否存在统计学意义上的差异, 还需对两个班的后测成绩进行独立样本 t 检验。

表 5-7 实验班和对照班迷思概念后测结果描述统计表

班级	N	均值	标准偏差	标准偏差均值
实验班	46	12.06	3.04	0.42
对照班	45	10.57	2.87	0.44

首先利用单样本柯尔莫戈洛夫-斯米诺夫检验测量样本数据是否正态, 得到的检验结果如下表 5-8 所示。可以看出实验班的 P 值为 0.156, 对照班的 P 值为 0.200, 两个班的 P 值均大于 0.05, 故实验班和对照班的样本数据均符合正态分布, 可以对其进行独立样本 t 检验。

表 5-8 实验班和对照班迷思概念后测单样本柯尔莫戈洛夫-斯米诺夫检验表

班级	个案数	检验统计	渐近显著性 (双尾)
实验班	46	0.115	0.156
对照班	45	0.110	0.200

对数据进行处理, t 检验结果如下表 5-9 所示。因为 F 检验的 sig 值为  $0.465 > 0.05$  所以齐方差性满足, 只看第一排的 t 值。又因为 t 检验的 sig 值为  $0.019 < 0.05$  拒绝原假设, 两样本的平均分存在显著差异。由此可见, 在牛顿运动定律教学过程中运用 POE 教学策略, 的确能帮助学生更好的转变牛顿运动定律迷思概念。

表 5-9 实验班和对照班迷思概念调查结果独立样本 t 检验表

	F	显著性	t	自由度	Sig. (双尾)	平均值 差值	标准误 差差值	差值 95%置信区间 下限 上限
假定等方差	0.537	0.465	-2.397	89	0.019	-1.487	0.620	-2.720 -0.254
不假定等方差			-2.398	88.887	0.019	-1.487	0.620	-2.719 -0.255

## (2) 对照班和实验班迷思概念后测各小题分析

在牛顿运动定律四阶测试卷中，不同的题目对应着不同的迷思概念，为了了解学生在不同迷思概念上的转化情况，对各个小题的平均分进行统计，其结果如下图 5-1 所示。

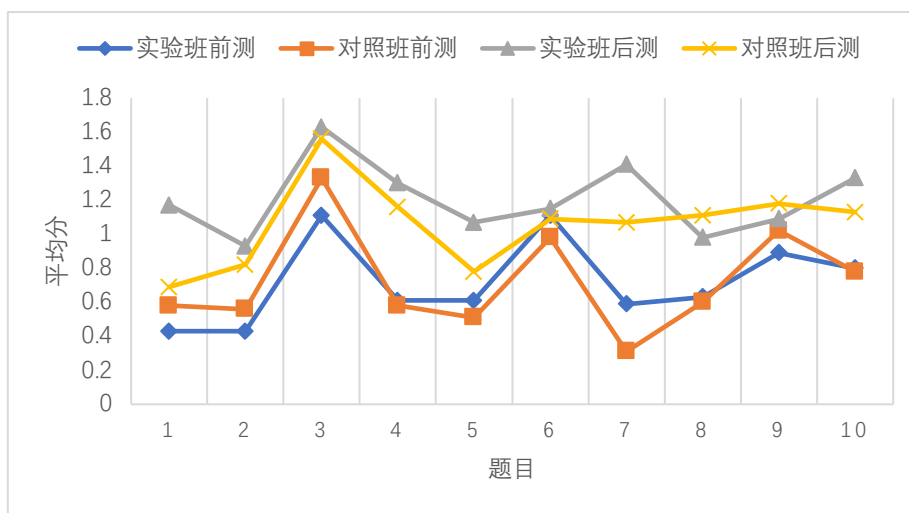


图 5-1 实验班与对照班前、后测的小题得分图

由上图可知，经过一段时间的教学，学生的平均成绩均有所提升。在第 1 题、第 4 题、第 7 题中，平均分的提升幅度较大；在第 6 题、第 9 题中，平均分的提升幅度较少，可见这部分迷思概念较为顽固。为了更加直观的了解各小题的平均分变化，对实验班在前、后测中平均分的变化，以及对照班在前后测中平均分的变化分别进行统计，统计结果如图 5-2 所示。

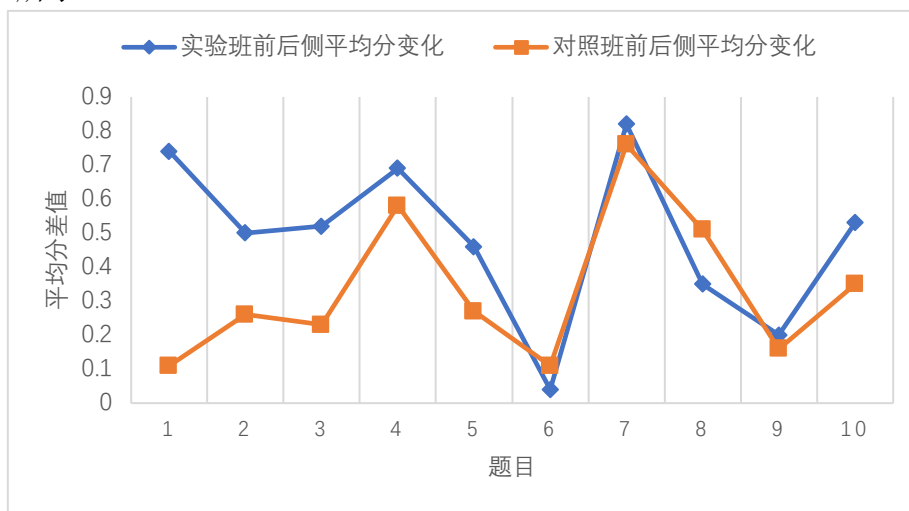


图 5-2 实验班与对照班前测与后测中的平均分变化图

可以发现，以真性迷思概念为主的习题，如 1~4 题、7 题以及 9~10 题，在平均分变化上实验班均优于对照班。但在以假性迷思概念为主的，如第 5 题、第 6 题、第 8 题，在平均分的变化上实验班不一定优于对照班。对其产生原因进行分析，可以发现在假性迷思概念中学生对自己迷思概念的信心程度并不高，所以运用 POE 教学策略很有可能并不能引起学生的认知冲突或是引起的认知冲突不强烈，因此 POE 教学策略的教学效果并不明显。

### (3) 数据分析总结

综合上述分析,可以看出实验班与对照班在迷思概念转变上存在显著差异,这也说明在物理教学中运用 POE 教学策略可以很好的转变学生的牛顿运动定律迷思概念,促进学生科学概念的建立。对各个小题进行分析,可以发现在以真性迷思概念为主的教学过程中,POE 教学策略发挥着积极的作用,但在以假性迷思概念为主的教学过程中的 POE 的教学效果并不明显。

## 5.2.2 学生对 POE 教学策略的学习感受

为了解学生对扩展后 POE 教学的学习感受,笔者编制了“POE 教学策略学习感受问卷”,并以此进行了调查。

### 5.2.2.1 问卷设计

本次调查所使用的问卷为李克特五分量表,围绕 POE 教学策略的学习感受,总共设计了 8 个题目。这 8 个题目分别为,“题目 1: 我喜欢用预测-观察-解释的方法学习物理知识”,“题目 2: 我希望老师后面的教学中继续运用预测-观察-解释的教学策略”;“题目 3: 我认为预测-观察-解释这一教学方法会提高我的物理成绩”;“题目 4: 我认为预测-观察-解释的方法可以加深我对物理知识的理解”;“题目 5: 我认为预测-观察-解释的方法可以纠正我在物理现象上的错误观点”;“题目 6: 我认为预测-观察-解释的教学方法可以提升我的分析思维能力”;“题目 7: 我认为预测-观察-解释的教学方法可以提高我解释物理现象的能力”;“题目 8: 我会尝试将预测-观察-解释的方法运用到其他学科的概念学习中”。

每个题目均设有“非常同意”到“非常不同意”五个选项,并依次按照 5~1 的方式进行计分,最终发放的问卷如附件 E 所示。

### 5.2.2.2 问卷的发放与回收

在学生学完“超重与失重”这一节后,利用课余时间,对实验班的学生进行了测量。最终发放并回收了 46 份问卷,且均为有效问卷。将测验结果输入数据文件,运用 SPSS26.0 数据分析软件对其进行分析。在信度分析中,问卷的克隆巴赫 Alpha 系数为  $0.887 > 0.7$  (如下表 5-10 所示),说明题目之间的一致性较好,问卷信度较高。

表 5-10 学习体验调查问卷可靠性统计结果

克隆巴赫 Alpha	项数
0.887	8

对其进行效度分析,该问卷的 KMO 值为  $0.834 > 0.6$ ,巴特利特球形检验的结果为  $0.000 < 0.05$ 。原始变量间存在相关性,适合做因子分析。利用 SPSS26.0 对其进行因子分

析后,其因子分析结果如下表 5-11 和 5-12 所示。可以看出 8 道试题适合划分为两个维度,维度 1 包含的题目有第 6 题、第 4 题、第 7 题、第 3 题和第 5 题,根据各题目的调研内容,可知维度 1 为学生对 POE 教学策略在知识能力方面效用的感受。维度 2 包含的题目有第 2 题、第 1 题和第 8 题,根据各题目的调研内容,可知维度 2 为学生对 POE 教学策略的认同程度。此外,由表 5-12,还可以看出所有题目仅在单个维度上的载荷高于 0.5,故都属于有效题目,均可保留。

表 5-11 总方差解释

	起始特征值			提取平方和载入			循环平方和载入		
	总计	方差%	累积 %	总计	方差%	累积 %	总计	方差%	累积 %
1	5.167	64.581	64.581	5.167	64.581	64.581	3.533	44.161	44.161
2	1.170	14.627	79.209	1.170	14.627	79.209	2.804	35.048	79.209
3	.461	5.759	84.968						
4	.365	4.564	89.532						
5	.288	3.598	93.130						
6	.236	2.946	96.075						
7	.188	2.353	98.428						
8	.126	1.572	100.00						

表 5-12 旋转后的成分矩阵

		第 6 题	第 4 题	第 7 题	第 3 题	第 5 题	第 2 题	第 1 题	第 8 题
成	1	0.871	0.863	0.838	0.722	0.7			
分	2						0.917	0.911	0.753

### 5.2.2.3 数据分析

#### (1) 维度 1 统计分析

##### ① 维度 1 小题统计分析

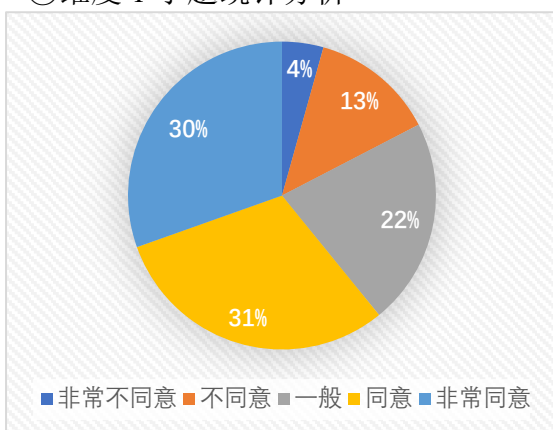


图 5-3 第 3 题各选项人数

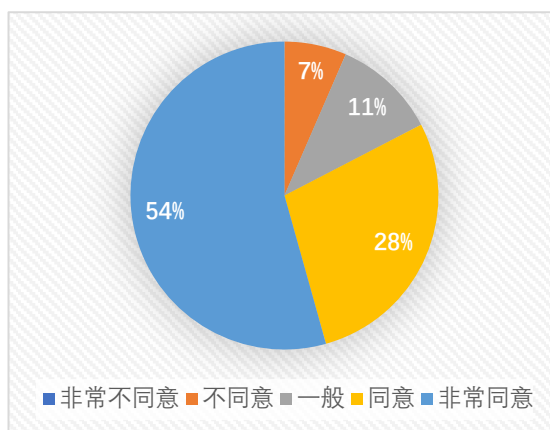


图 5-4 第 4 题各选项人数

据图 5-3 可知, 在第 3 题中有 30%和 31%的学生认为 POE 教学策略能够提升物理成绩, 有 13%和 4%的学生对这一观点并不认同。对本题的平均值进行计算, 其结果为 3.70。可见有一半以上的学生均认为运用 POE 教学策略可以提高自己的物理成绩。

据图 5-4 可知, 在第 4 题中有 54%和 28%的学生对 POE 教学能够加深自己对物理知识的理解这一看法表示肯定, 仅有 7%的学生对这一观点表示不太赞同。对本题的平均值进行计算, 其结果为 4.30。可见 POE 教学策略可以促进学生对知识的深入理解这一看法, 受到了绝大多数人的赞同。

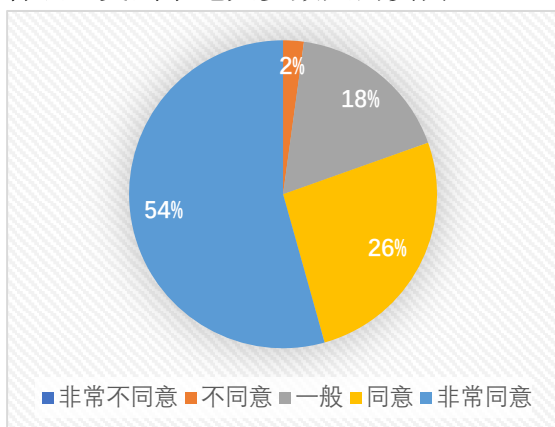


图 5-5 第 5 题各选项人数

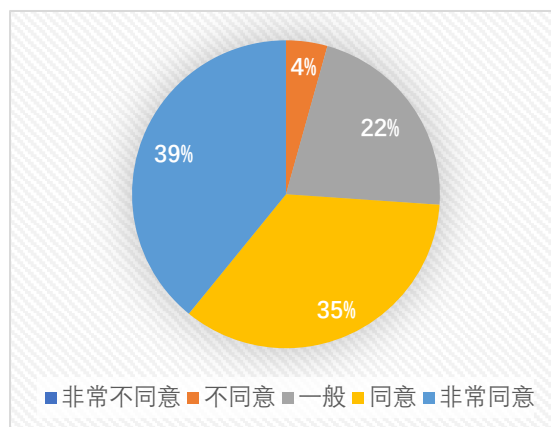


图 5-6 第 6 题各选项人数

据图 5-5, 在第 5 题中, 有 54%和 26%的学生认为 POE 教学策略能够纠正自己在物理现象上的错误观点, 有 2%的学生对此持否定的态度。对本题的平均值进行计算, 其结果为 4.33。可见 POE 教学策略在错误观点转变上作用, 同样受到了绝大多数人的认可。

据图 5-6 可知, 在第 6 题中有 39%和 35%的学生对 POE 教学策略在思维发展能力上的积极作用持肯定的态度, 仅有 4%的学生对此持有否定态度。对题目的平均值进行计算, 其结果为 4.09。可见大部分学生都肯定 POE 教学策略对自己思维能力的提升作用。

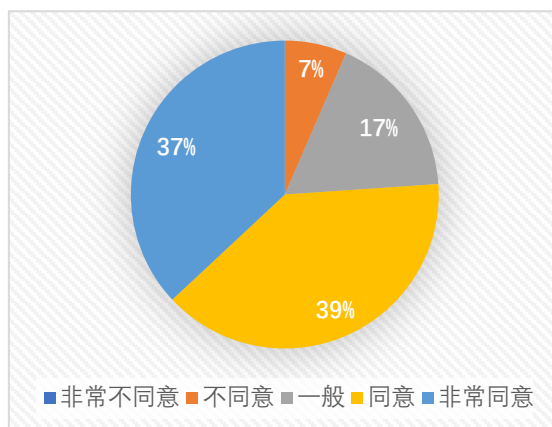


图 5-7 第 7 题各选项人数

据图 5-7 可知, 有 37%和 39%的学生对 POE 教学策略可以提升物理现象解释能力

上表示肯定。可以看出表示肯定的人数占比较多。对这道题的平均值进行计算，其结果为 4.07。

## ② 维度 1 整体数据分析

将问卷中第 3 题、第 4 题、第 5 题、第 6 题、第 7 题各选项的选择人数进行汇总，其结果如图 5-8 所示。由图可知，学生在 5 个题目中表现出来的态度均呈现上升的趋势。对各个数据的平均值进行比较，各题平均值均大于 3，说明大多数学生都对 POE 教学策略持有认可的态度。特别是在“纠正错误观点”、“理解物理知识”这两个方面持肯定态度的人数相对较多。但在“提高物理成绩”这一方面上，认为 POE 教学策略可以提高自己的成绩的学生相对较少，更多的同学保持了中立或负面的看法。为了进一步了解学生对 POE 教学策略与“提高物理成绩”之间的观点，在实验班中进行了随机访谈。

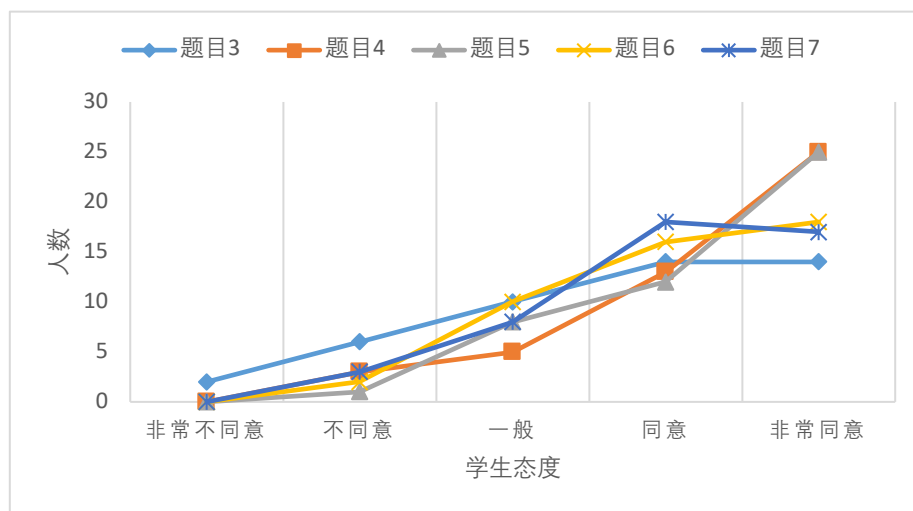


图 5-8 学生对 POE 教学策略在知识能力方面效用的感受

访谈问题为：“你认为预测-观察-解释的教学方法，能提高你的物理成绩吗？为什么呢？”

访谈结果显示，部分同学认为 POE 教学策略不能提高自己的物理成绩，主要是由于 POE 教学策略所用时间较长。虽然运用 POE 教学策略能够对讲解的知识有一个比较深入的理解，但是整堂课的知识“密度”较低，很多与考试相关的题目类型没有时间去讲解，所以对考试成绩的提升效果并不显著。相比于实施 POE 教学策略，这部分学生更愿意教师直接对概念进行讲解。除此之外，还有一些学生认为 POE 教学策略不能提高自己的成绩，是由于他们不能理解教学策略中的部分题目和情景，导致这部分学生不能很好的参与 POE 教学策略，从而对知识的理解和成绩的提升持否定态度。

### (1) 维度 2 统计分析

## ①维度 2 小题统计分析

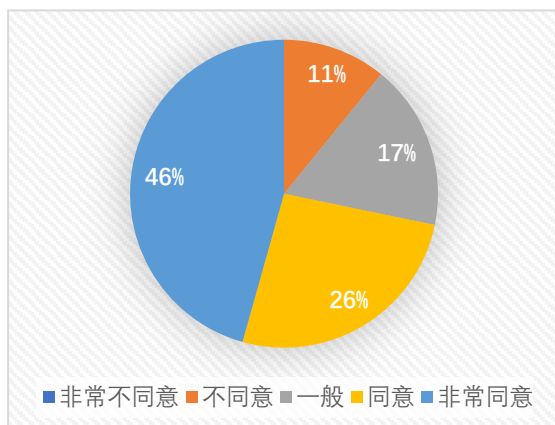


图 5-9 第 1 题各选项人数

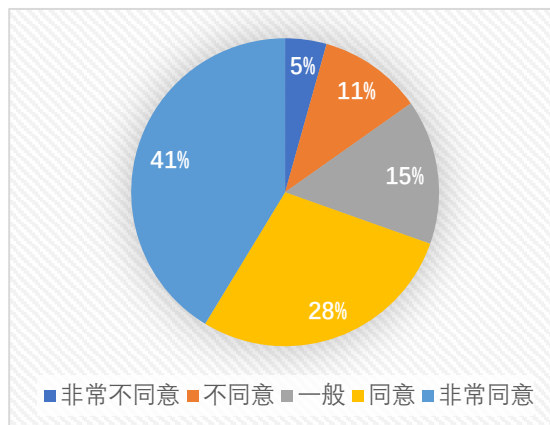


图 5-10 第 2 题各选项人数

据图 5-9 可以发现,在第 1 题中,有 46%和 26%的学生对 POE 教学策略的运用感到认可,也有 11%的学生并不喜欢 POE 教学策略的运用。对其平均值进行计算,可得第 1 题的平均分为 4.07。可见绝大部分的学生都很喜欢 POE 教学策略。

据图 5-10 可知,在第 2 题中,有 41%和 28%的学生对“后续学习中运用 POE 教学”这一观点抱有肯定的态度,也有 11%和 5%的学生并不认同这一观点。对其平均值进行计算,得到第 2 题的平均分为 3.90。可见绝大多数的学生都赞同在后续教学中继续运用 POE 教学策略。

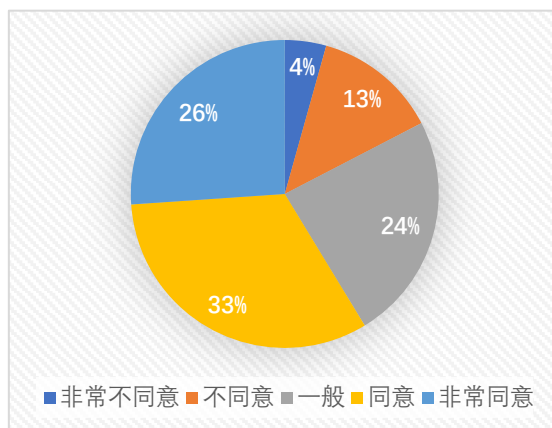


图 5-11 第 8 题各选项人数

据图 5-11 可知,在第 8 题中,有 26%和 33%的学生认为自己会尝试着在其他学科中继续运用预测-解释-观察的方法,有 13%和 4%的学生认为自己不会将预测-观察-解释的方法运用到其他学科的概念学习中。对其数据进行计算,可得第 8 题的平均分为 3.63。因此愿意将预测-观察-解释策略运用到其他学科的人占到了多数。

## ②维度 2 整体数据分析

将第 1 题、第 2 题、第 8 题各选项的人数进行统计,其结果如下图 5-12 所示。可以看出在这 3 个题目中,第 1 题和第 2 题整体呈现上升的趋势,但是在第 8 题中选择“非

常赞同”的人数减少，更多的学生选择了“同意”选项。

对3道题的平均分进行比较，可以发现3道题的平均分均在3分以上，说明大多数学生都很喜欢并且也很认可 POE 教学策略在物理教学中的作用。但在平均分分值大小上，第8题的平均分要低于第1题和第2题。也就是说，在 POE 教学策略的迁移运用上，大部分学生选择了较为中立的观点。为了进一步了解学生对 POE 教学策略在迁移运用上的看法，在实验班中也进行了随机访谈。

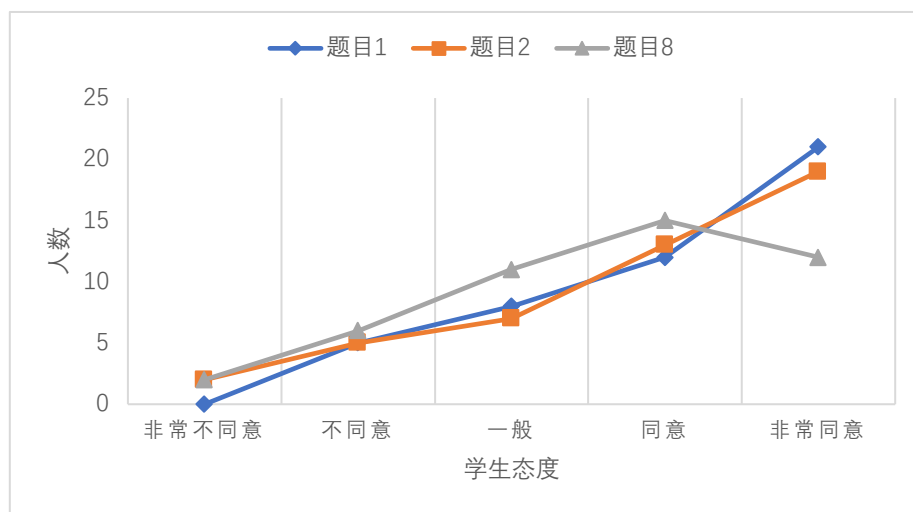


图 5-12 学生对 POE 教学策略的认同程度

访谈问题为：“你会将预测-观察-解释的方法运用到其他学科概念学习中吗？为什么呢？”

访谈结果显示，一部分学生认为预测-观察-解释的方法是一种在课堂上使用的特殊策略，并非是一种思维方式。该方法的实施需要教师提供特殊情景，在活动单的引导下才能参与到这些学习环节中。除此之外，还有一部分学生是由于自己对 POE 教学策略的教学效果并不认可，从而对 POE 教学策略的迁移运用持有不认可的态度。

### (3) 数据分析结果

综合以上分析，可以看出大部分学生都认可并接受 POE 教学策略。在知识能力提升效用这一维度上，学生普遍认可 POE 教学策略对迷思概念转化的效果，大部分学生认为运用 POE 教学策略能够帮助他们更好的理解物理概念。在认可程度这一维度上，大部分学生都喜欢并且支持在后续学习中继续使用 POE 教学策略。

## 第6章 研究结论与建议

### 6.1 研究结论

本次研究以“牛顿三大定律”以及“超重和失重”为主要研究对象，编制了四阶测试卷，了解学生在“牛顿三大定律”以及“超重和失重”中存在的迷思概念。对 POE 教学策略进行分析和扩展，结合相关研究提出 POE 教学策略在概念转变中的应用策略，并将扩展后的 POE 教学策略运用于实验班，通过实验班与对照班的教学实验结果分析，主要得到了以下几点结论。

#### (1) 学生在牛顿三大定律中主要存在真性迷思概念

本次调查的核心内容有“牛顿三大定律”以及“超重与失重”，从整体情况上看，学生普遍存在迷思概念。在牛顿三大定律里，学生主要存在一些真性迷思概念，例如“力和速度成正比”、“加速运动时作用力大于反作用力”、“惯性是一种力”等等。在超重与失重中，学生主要存在一些假性迷思概念，例如“超重即物体质量增加”、“悬浮的物体处于失重状态”等等。

#### (2) POE 教学策略对迷思概念的转变存在正向影响

通过教学实施，运用 POE 教学策略进行教学的实验班在迷思概念转化上显著优于对照班，可见该策略能够帮助学生更好的转变牛顿运动定律迷思概念。从各小题的转变效果上看，在真性迷思概念为主的概念转变中扩展后 POE 教学策略的教学效果更加稳定，在假性迷思概念为主的概念教学中扩展后 POE 教学策略的作用并不明显。

#### (3) 学生普遍接受 POE 教学策略

综合来看，POE 教学策略在教学实施中的接受度良好。大多数学生都赞同教师在课堂上使用扩展后的 POE 教学策略，并且认可该教学策略的在知识能力提升上的效果，在特别是在“纠正错误观点”以及“理解物理知识”这两个方向上，绝大多数同学都持有非常肯定的态度。

### 6.2 教学建议

结合调查和访谈中发现问题，对 POE 教学策略在物理教学中的运用提出以下三点建议。

#### (1) 关注学生知识背景的差异性

通过问卷调查发现，在 POE 教学策略实施的过程中有一小部分同学难以参与教学

环节。究其主要原因，还是由于每个学生的知识基础、认知能力有所不同。为了解决这一现象教师可以在各个小组内安排一位“帮手”。让思维能力较强的学生来担任这个角色，帮助小组内学习能力较弱的同学解决问题，促使学生更好的参与物理课堂。除此之外，为了帮助思维能力较弱的同学更好的把握住问题的关键，教师还可以设计分层的教学活动单。在活动单的部分题目中给予一些适当的提示，降低问题的难度，让这部分难以参与教学活动的学生，能够更好的克服困难，参与到课堂活动中来。

### (2) 有针对性的运用 POE 教学策略

为了更好的发挥 POE 教学策略转变学生迷思概念的作用，教师应该设计足够的时间让学生去思考、观察和讨论。与常规的教学方法相比，POE 教学策略的实施需要更多的时间，如何在一堂课的时间内合理安排 POE 教学策略，成为 POE 教学策略运用的关键。根据第四章调查结果，可以发现 POE 教学策略在真性迷思概念上的转变效果更加稳定，因此 POE 教学策略的运用，应该尽可能的针对学生的真性迷思概念。而为了区分学生的真性迷思概念，教师首先要有意识的展开概念转变教学。在课堂教学或是作业批改的过程中，了解学生的迷思概念，辨别学生的真性迷思概念和假性迷思概念。从而在教学过程中更有针对性的运用 POE 教学策略，促进学生迷思概念的转变。

### (3) 将 POE 教学策略习惯化

根据调查结果可以看出，大部分学生认为通过 POE 教学策略自己的解释、观察能力有所提高，但在 POE 教学策略的迁移运用中更多的学生选择了中立的观点，这表明学生虽然认可 POE 教学策略的作用，但也只将 POE 教学策略看作一种特殊物理教学方法，而不是一种思维方式。为了解决这一问题，教师可以将 POE 教学策略运用在不同的教学内容中，为学生的迁移运用提供范例，促使 POE 教学策略的运用习惯化，进一步提高学生的思维能力。

## 6.3 研究不足

通过本次研究，学生的迷思概念在一定程度上得到了转化，但由于作者的自身能力、水平限制，导致本次研究存在着一些不足。而这些不足之处，也有可能为未来的研究提供一点方向。

首先在研究对象方面。不同层次的学生存在的迷思概念可能有所不同。但由于研究环境的限制，本次研究调查的对象均为同一所学校，样本容量相对较小，层次也较为单一，可能会导致部分迷思概念被忽略。

其次在问卷编制方面。虽然本次问卷编制遵循四阶问卷编制流程，并由一线教师和组内指导教师进行了审查，但因答卷时间限制，调查出来的迷思概念可能并不全面。

迷思概念是引起学生概念理解困难的重要原因之一，如何让学生更好的转变迷思概

念，还需要更多的研究者深入探讨。

## 参考文献

- [1] 彭前程.《普通高中物理课程标准(2017年版)》的变化[J].课程·教材·教法,2018,38(09):99-106.
- [2] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准[S].北京:人民教育出版社,2017:4.
- [3] 杨卫卫.初中地理教学中相异构想的调查分析与实践研究[D].西安:陕西师范大学,2018.
- [4] 陶春宇.基于 POE 策略转变学生前概念的教学设计与实践研究[D].桂林:广西师范大学,2020.
- [5] 石诗萍.基于 POE 策略的元素化合物教学实践研究[D].桂林:广西师范大学,2021.
- [6] 付丽霞.“POE”教学策略在高中生物学实验教学中的实践研究[D].成都:四川师范大学,2019.
- [7] 周乐妍.POE 策略下初中生物学迷思概念的转化研究[D].长沙:湖南科技大学,2020.
- [8] Jasdilla L, Fitria Y, Sopandi W. Predict Observe Explain (POE) strategy toward mental model of primary students[J]. Journal of Physics Conference Series, 2019, 1157(2): 022043.
- [9] 韩美慧.POE 教学策略下学生物理核心素养的研究[D].哈尔滨:哈尔滨师范大学,2021.
- [10] 王艾,侯丹.通过物理演示实验教学提升学生的综合素养[J].天津师范大学学报(基础教育版),2016,17(03):57-60.
- [11] 王乃乐.POE、DOE 策略在初中物理实验教学中的差异比较[J].课程教材教学研究(中教研究),2019(7):1.
- [12] 白钰,程琳.基于 POE 教学策略的高中物理力学迷思概念的转化路径[J].福建基础教育研究, 2021(10):5.
- [13] 林雪梅,张军朋.“POE”教学策略及其在物理教学中的应用[J].物理教学探讨,2011,29(04):74-76.
- [14] 孙伟河,郑桂儿.核心素养背景下物理学科科学命题的借鉴启示与价值取向[J].理科考试研究,2020,27(02):42-46.
- [15] 丁格曼,张军朋.基于 POE 策略的初中物理实验试题编制探究[J].中国现代教育装备,2020(16):58-60+68.
- [16] 付敏玲.转变高中物理迷思概念的教学策略实践研究[D].成都:四川师范大学,2018.
- [17] 王飞.高中生物“ATP 的主要来源—细胞呼吸”一节迷思概念调查及转变策略研究[D].贵阳:贵州师范大学,2016.
- [18] 蔡铁权.概念转变的科学教学[M].北京:教育科学出版社,2009:59-68.
- [19] 潘潇.高中化学迷思概念的探查及其转变教学策略的研究[D].重庆:西南大学,2021.
- [20] Ipek H, Kala N, Yaman F, et al. Using POE strategy to investigate student teachers'

- understanding about the effect of substance type on solubility[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2010, 2(2): 648-653.
- [21] Daines B, Berry A, Daroowalla F, et al. The use of the 5E instructional design strategy to teach respiratory physiology to first-year medical students[J]. *AJP Advances in Physiology Education*, 2019, 43(4): 546-552.
- [22] Grau F G I, Valls C, Núria Piqué, et al. The long-term effects of introducing the 5E model of instruction on students' conceptual learning[J]. *International Journal of Science Education*, 2021(2): 1-18.
- [23] Hestenes D, Wells M, et al. Force Concept Inventory[J]. *The Physics Teacher*, 1992, 30(3): 141-158
- [24] Treagust D, David F. Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science[J]. *International Journal of Science Education*, 1988, 10(2): 159-169.
- [25] Franklin B J. The Development, Validation, and Application of a Two-Tier Diagnostic Instrument to Detect Misconceptions in the Areas of Force, Heat, Light and Electricity[D]. Hattiesburg: The University of Southern Mississippi, 1991.
- [26] Caleon I S, Subramaniam R. Do Students Know What They Know and What They Don't Know? Using a Four-Tier Diagnostic Test to Assess the Nature of Students' Alternative Conceptions[J]. *Research in Science Education*, 2010, 40(3): 313-337.
- [27] 陈欣.用四阶测试卷诊断高三学生的物理迷思概念[D].广州:广州大学,2020
- [28] 潘星谕.基于"5E"教学模式的高中力学典型迷思概念的转变研究[D].昆明:云南师范大学,2019.
- [29] 孙雪.基于翻转课堂教学模式的高中生物物理迷思概念转化研究[D].天津:天津师范大学,2017.
- [30] 王敏,刘竹琴.耗散结构理论在物理迷思概念转变中的应用[J].*湖南中学物理*,2020,35(06):4-6.
- [31] 向洪锐.高中物理动力学迷思概念探查及教学策略[D].重庆:西南大学,2021.
- [32] 赵小双.高中生物物理动力学中的“迷思概念”研究[D].北京:中央民族大学,2016.
- [33] 郑文珍.初中生“运动和力”迷思概念的二段式测定及差异性分析[J].*黑龙江教育(理论与实践)*,2015(09):87-88.
- [34] 王珊.高中生物物理电磁学迷思概念的研究[D].北京:中央民族大学,2016.
- [35] 杜英琪.高中生物物理电磁学迷思概念的调查与研究[D].北京:中央民族大学,2017.
- [36] 樊丽.基于 FCI 的力学概念相异构想案例研究[D].长春:东北师范大学,2017.
- [37] 朱顺明.高中物理迷思概念的澄清策略研究[D].杭州:杭州师范大学,2020.
- [38] 赵倩.三阶和四阶测试对迷思概念的诊断及对比研究[D].西安:陕西师范大学,2018.
- [39] Jae-Sool Kwon, Soo-Young Ahn. Korean college students' misconceptions and their changes after observation of the phenomena[J]. *Physics Teaching*, 1989, 1(7): 26-41.

- [40] Kele E, Demirel P. A study towards correcting student misconceptions related to the color issue in light unit with POE technique[J]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2010, 2(2): 3134-3139.
- [41] Latifah S, Irwandani I, et al. How the Predict-Observe-Explain (POE) learning strategy remediates students' misconception on Temperature and Heat materials?[J]. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, 1171:012051.
- [42] 任英杰.促进中小學生迷思概念转变的 POE 策略及案例分析[J].*中小学电教*,2007(12):4-6.
- [43] 张云开.智慧政务背景下政府公职人员信息协同行为与驱动策略研究[D].长春:吉林大学,2021.
- [44] 周瑞婕.基于协同知识建构的混合深度学习设计及实证研究[D].武汉:湖北大学,2021.
- [45] 周思.赴印尼汉语教师志愿者培训研究[D].武汉:华中师范大学,2021.
- [46] 林崇德,杨治良,黄希庭.心理学大辞典[M].上海:上海教育出版社,2003:678.
- [47] 范增.我国高中物理核心概念及其学习进阶研究[D].重庆:西南大学,2013.
- [48] 李雁冰,刁彭成.科学教育中“迷思概念”初探[J].*全球教育展望*,2006,35(05):65-68.
- [49] 徐友华.迷思概念的成因分析及教学建议[J].*中学教学参考*,2014(11):14-15.
- [50] 黄玉菁.以纸笔测验探讨高二学生粒子迷思概念[D].台北:台湾师范大学,2003.
- [51] 陈琦,刘儒德.当代教育心理学.第 2 版[M].北京:北京师范大学出版社,2007.
- [52] 陈琦,刘儒德.教育心理学.第 2 版[M].北京:高等教育出版社,2011:150-167.
- [53] 高宏钰,霍力岩.幼儿园教师观察能力的理论意蕴与提升路径——基于“观察渗透理论”的思考[J].*学前教育研究*,2021(05):75-84.
- [54] 钟楠楠.POE 教学策略在化学实验教学中的应用研究[D].大连:辽宁师范大学,2021.
- [55] 左祥胜.基于“认知冲突”的概念转变教学——以人教版高中物理必修 1“超重和失重”为例[J].*物理教学探讨*,2015,33(07):15-18.
- [56] 顾江鸿,史小梅,李春密.预测-观察-解释——一种基于现代教育研究的演示策略[J].*教育科学研究*,2009(05):54-57.
- [57] Halloun, Abou I. Common sense concepts about motion[J]. *Am.j.phys*, 1985, 53(11): 1056-1065.
- [58] 刘筱莉,仲扣庄.物理学史[M].南京:南京师范大学出版社,2001:76-80.
- [59] 郭芳侠,赵倩.基于三阶测试诊断高中生机械波迷思概念[J].*物理教师*,2018,39(01):15-18.
- [60] 严文法,孙杰英.四段式多项选择测试在中学化学相异构想诊断中的应用研究——以“酸、碱、盐”为例[J].*化学教学*,2019(01):23-28.
- [61] 刘亚君.高中生物学“光合作用”迷思概念探查及转变研究[D].南昌:江西师范大学,2020.
- [62] White R, Gunstone R. *Probing Understanding*[M]. London: Falmer Press London, 1992:

44-65.

[63] 阎金铎,郭玉英.中学物理教学概论.第3版[M].北京:高等教育出版社出版社,2009:148-154.

[64] 王珏.基于前概念理论的适应性学习系统精准诊断策略研究[D].长春:东北师范大学,2017.

[65] 陈玉洁,黄致新,张天宇,张玲.新旧教材中“牛顿第三定律”的比较分析——以人教版教材为例[J].物理教学探讨,2021,39(03):19-21.

## 附录

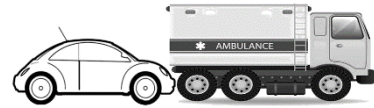
## 附录 A: 半开放式问卷

导语: 此次问卷意在了解同学们对运动定律的理解, 测验结果不涉及同学们的成绩排名。在作答时, 同学们要选出正确的选项, 并在题后写出选择该选项的理由。请同学们诚实、仔细的回答, 感谢各位同学的配合!

班级: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_ 性别: \_\_\_\_\_

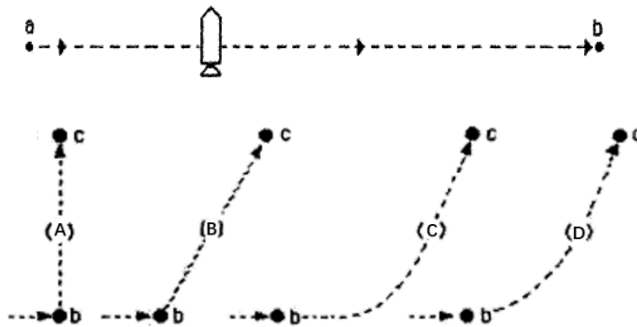
1. 一辆货车在路上抛锚, 只得由一辆轿车推行。如图所示, 在轿车推动货车加速过程中 ( )

- A: 轿车对货车向前的推力等于货车对轿车向后的推力
- B: 轿车对货车向前的推力小于货车对轿车向后的推力
- C: 轿车对货车向前的推力大于货车对轿车向后的推力
- D: 轿车和货车之间没有作用力



您的选择理由是: .....

2. 一个火箭在太空中沿着 ab 连线横向漂移, 火箭不受外力作用, 当漂移至 b 点时, 火箭引擎发动产生一个作用在火箭上的恒定推力, 推力方向垂直于 ab 连线。则火箭的运动轨迹应该是 ( )



您的选择理由是: .....

3. 摩托车手骑摩托成功地飞跃了长城, 下列说法正确的是 ( )

- A: 在摩托车减速的过程中, 摩托车的惯性也在逐渐变小
- B: 摩托车飞跃长城前要助跑, 目的是增大惯性
- C: 飞跃成功后, 当摩托车静止不动时, 仍然具有惯性
- D: 摩托车腾空后仍受到向前的力, 因而能继续前行

您的选择理由是: .....

4. 大风天, 网球运动员仍然设法让球越过球网落在对方的场地上, 在网球脱离球拍向上运动的过程中, 网球受到的力有哪些? ( )

- A: 只有竖直向下的重力  
 B: 竖直向下的重力, 以及球拍对球的打击力  
 C: 竖直向下的重力, 以及空气施加的力  
 D: 竖直向下的重力, 球拍对球的打击力, 以及空气施加的力

您的选择理由是: .....

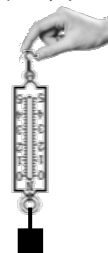
5. 在日常生活中, 我们经常听见超重和失重这两个词语。下列有关超重和失重说法正确的是 ( )

- A. 体操运动员双手握住单杠吊在空中不动时处于失重状态  
 B. 蹦床运动员在空中上升和下落过程中都处于失重状态  
 C. 举重运动员在举起杠铃后不动的那段时间内处于超重状态  
 D. 游泳运动员仰卧在水面静止不动时处于失重状态

您的选择理由是: .....

6. 如下图所示。小平同学用已经调零的弹簧测力计测量物体的重力时, 误将物体挂在了拉环上, 当物体静止时, 弹簧测力计的示数是 5.0N, 则物体的重力 ( )

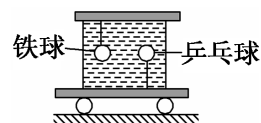
- A: 一定等于 5.0N  
 B: 一定大于 5.0N  
 C: 一定小于 5.0N  
 D: 不确定



您的选择理由是: .....

7. 如图所示, 一只盛水的容器固定在一个小车上, 在容器中分别悬挂和拴住一只铁球和一只乒乓球。容器中的水和铁球、乒乓球都处于静止状态。当容器随小车突然向右运动时, 两球的运动状况是 (以小车为参考系) ( )

- A. 铁球向左, 乒乓球向右  
 B. 铁球向右, 乒乓球向左  
 C. 铁球和乒乓球都向左  
 D. 铁球和乒乓球都向右



您的选择理由是: .....

8. 由于突发状况, 甲车撞向了静止在路边的乙车, 两车相撞后共同减速向前滑行, 并最终静止, 则 ( )

- A: 甲车撞向乙车的过程中, 甲车先产生了一个作用力, 然后乙车才对甲车产生了一个反作用力  
 B: 在甲车推着乙车共同减速滑行的过程中, 作用力与反作用力的大小是相等的  
 C: 甲车和乙车只有相撞才能产生作用力与反作用力, 这说明只有接触才能产生作用力与反作用力

D: 在撞击的过程中, 乙车对甲车没有作用力

您的选择理由是: .....

9. 将一个灯泡放置于桌面上则 ( )

A: 灯泡受的重力和桌面对灯泡的支持力是一对作用力与反作用力

B: 灯泡受的重力和灯泡对桌面的压力是一对作用力和反作用力

C: 灯泡对桌面的压力和桌面对灯泡的支持力是一对作用力和反作用力

D: 灯泡对桌面的压力和桌面对灯泡的支持力是一对平衡力

您的选择理由是: .....

10. 下面有关力于运动的说法中正确的是 ( )

A: 小明拉着木箱加速向前运动, 若小明的拉力变小, 那么木箱的速度也将变小

B: 小红用大小不同、方向相同的力推动小球, 推力越大, 单位时间内小球速度的变化量也就越大

C: 速度变化的方向总是沿着运动的方向

D: 小兰推动小车做匀加速直线运动, 在速度变大的过程中, 小兰对小车的推力也在增加

您的选择理由是: .....

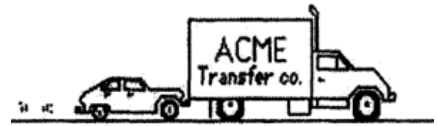
## 附录 B：四阶测试题

导语：此次问卷意在了解同学们对运动定律的理解，测验结果不涉及同学们的成绩排名。在作答时，同学们要选出正确的选项以及选择的理由，每个题目的后面都有一个信心指数选项，同学们可以根据自己的回答情况选择相应的信心指数。请同学们诚实、仔细的回答，感谢各位同学的配合！

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 性别：\_\_\_\_\_

1.1 一辆货车在路上抛锚，只得由一辆轿车推行。如图所示，在轿车推动货车加速过程中（ ）

- A: 轿车对货车向前的推力等于货车对轿车向后的推力
- B: 轿车对货车向前的推力小于货车对轿车向后的推力
- C: 轿车对货车向前的推力大于货车对轿车向后的推力
- D: 轿车和货车之间没有作用力



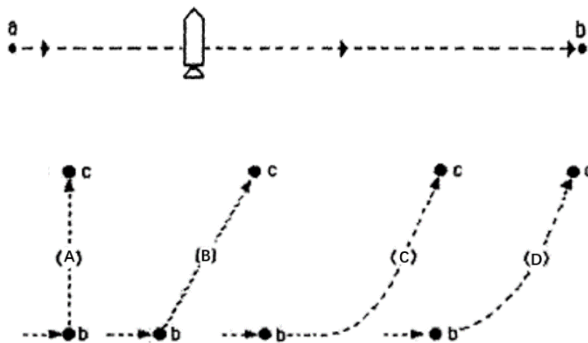
1.2 您对您选择的答案是否有信心？（ ） A: 非常肯定 B: 不太确定

1.3 您选择该答案的理由是（ ）

- A: 货车与轿车之间的力是一对平衡力
- B: 货车与轿车之间的力，是一对作用力与反作用力
- C: 轿车的质量小于货车的质量，质量越大，作用力越大
- D: 只有轿车对货车的力大于货车对轿车的力，货车才能加速前进
- E: 货车之所以向前运动是由于它挡住了轿车的行驶路线，所以它们之间没有作用力
- F: 其他 .....

1.4 您对您选择的理由是否有信心？（ ） A: 非常肯定 B: 不太确定

2.1 一个火箭在太空中沿着 ab 连线横向漂移，火箭不受外力作用，当漂移至 b 点时，火箭引擎发动产生一个作用在火箭上的恒定瞬时推力，推力方向垂直于 ab 连线。则火箭的运动轨迹应该是（ ）



2.2 您对您选择的答案是否有信心？（ ） A: 非常肯定 B: 不太确定

2.3 您选择该答案的理由是 ( )

- A: 漂浮在太空中的物体处于完全失重状态, 受力后会立刻沿受力的方向运动  
 B: 由于推力的方向垂直于 ab 连线, 所以火箭的运动方向也将垂直于 ab 连线  
 C: 火箭本身具有一个向右的速度, 发动引擎时产生了一个向上的速度, 在这两个速度的作用下, 火箭开始运动  
 D: 由于火箭具有惯性, 打开引擎后, 火箭会缓冲一段时间后再概念方向  
 E: 火箭本身具有一个向右的速度, 受力后火箭会立即改变方向, 但这种方向上的改变是先慢后快的。  
 F: 其他 .....

2.4 您对您选择的理由是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

3.1 摩托车手骑摩托成功地飞跃了长城, 下列说法正确的是 ( )

- A: 摩托车飞跃长城时受到惯性作用  
 B: 摩托车飞跃长城前要助跑, 目的是增大惯性  
 C: 飞跃成功后, 当摩托车静止不动时, 仍然具有惯性  
 D: 在表演过程中, 变速行驶的摩托车没有惯性



3.2 您对您选择的答案是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

3.3 您选择该答案的理由是 ( )

- A: 脱离地面后, 惯性力使摩托车能够在空中继续前进  
 B: 速度越大, 物体的惯性也就越大  
 C: 在任何情况下, 物体都有惯性  
 D: 只有匀速运动或静止的物体才具有惯性  
 E: 其他 .....

3.4 您对您选择的理由是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

4.1 大风天, 网球运动员仍然设法让球越过球网落在对方的场地上, 在网球脱离球拍向上运动的过程中, 网球受到的力有哪些? ( )

- A: 只有竖直向下的重力  
 B: 竖直向下的重力, 以及球拍对球的打击力  
 C: 竖直向下的重力, 以及空气施加的力  
 D: 竖直向下的重力, 球拍对球的打击力, 以及空气施加的力

4.2 您对您选择的答案是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

4.3 您选择该答案的理由是 ( )

- A: 空中没有任何施力物, 所以物体只受到了重力

- B: 球拍给网球的推动力, 使网球向上运动, 同时网球还受到了地球对它的吸引力
- C: 由于是大风天, 网球受到了空气对它的作用力, 同时它还受到了地球对它的吸引力
- D: 运动是有原因的, 物体在空中向上运动, 一定是受到了向上的作用力, 与此同时网球还受到了地球对它的吸引力, 以及空气对它的作用力
- E: 其他 .....

4.4 您对您选择的理由是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

5.1 下列有关超重和失重这两个概念说法正确的是 ( )

- A. 体操运动员双手握住单杠吊在空中不动时处于失重状态
- B. 蹦床运动员在空中上升和下落过程中都处于失重状态
- C. 举重运动员在举起杠铃后不动的那段时间内处于超重状态
- D. 游泳运动员仰卧在水面静止不动时处于失重状态

5.2 您对您选择的答案是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

5.3 您选择该答案的理由是 ( )

- A: 体操运动员的重力全部由单杠承受, 故体操运动员处于失重状态
- B: 失重是指物体所受支持力(或拉力)小于物体所受的重力
- C: 悬浮着的物体处于失重状态
- D: 杠铃增加了运动员的质量, 所以运动员处于超重状态
- E: 失重是指物体失去了地面对它的支持力
- F: 其他 .....

5.4 您对您选择的理由是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

6.1 如下图所示。小平同学用已经调零的弹簧测力计测量物体的重力时, 误将物体挂在了拉环上, 当物体静止时, 弹簧测力计的示数刚好是 5.0N, 则物体的重力 ( )

- A: 一定等于 5.0N
- B: 一定大于 5.0N
- C: 一定小于 5.0N
- D: 不确定



6.2 您对您选择的答案是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

6.3 您选择该答案的理由是 ( )

- A: 弹簧测力计已经调零, 弹簧测力计的示数就是物体的重量
- B: 弹簧测力计的示数就是物体的重量, 物体的重量不变, 弹簧测力计的示数也不变
- C: 弹簧测力计测量的是物体的总重量, 倒挂时, 弹簧测力计的重量让总重量增加
- D: 弹簧测力计测量的是物体对弹簧的拉力, 倒挂时, 拉扯弹簧测力计的物体包括弹簧

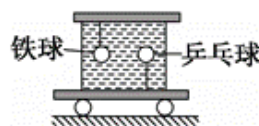
测力计本身以及重物，所以弹簧测力计的示数偏大

E: 由于小平使用弹簧测力计的方法不正确，所以我们不能判断出物体的重量

F: 其他 .....

6.4 您对您选择的理由是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

7.1 如图所示，一只盛水的容器固定在一个小车上，在容器中分别悬挂和拴住一只铁球和一只乒乓球。容器中的水和铁球、乒乓球都处于静止状态。当容器随小车突然向右运动时，两球的运动状况是(以小车为参考系) ( )



A. 铁球向左，乒乓球向右

B. 铁球向右，乒乓球向左

C. 铁球和乒乓球都向左

D. 铁球和乒乓球都向右

7.2 您对您选择的答案是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

7.3 您选择该答案的理由是 ( )

A: 乒乓球轻，惯性小，随着水向右运动；铁球质量大，惯性大，不易改变运动状态，相对车向左运动

B: 因为乒乓球的重力小于铁球的重力，所以小车向右运动时，水的阻力会把乒乓球向左挤，但铁球受到的影响较小，故铁球会向右运动

C: 由于惯性，铁球和乒乓球均会相对于小车向左运动

D: 当小车向右运动时，铁球和乒乓球均会随着小车向右运动

E: 其他 .....

7.4 您对您选择的理由是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

8.1 由于突发状况，甲车撞向了静止在路边的乙车，相撞后两车共同向前减速滑行，最终静止在路边，则 ( )

A: 甲车撞向乙车的过程中，甲车先对乙车产生了作用力，接着乙车对甲车产生了反作用力

B: 在甲、乙两车共同减速滑行的过程中，作用力与反作用力的大小是相等的

C: 甲车和乙车只有相撞才能产生作用力与反作用力，这说明只有接触才能产生作用力与反作用力

D: 在撞击的过程中，乙车对甲车没有作用力

8.2 您对您选择的答案是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

8.3 您选择该答案的理由是 ( )

A: 由于是甲车撞向了乙车，所以甲车先对乙车先产生了作用力，然后乙车才对甲车产

生了反作用力

B: 在任何运动过程中, 作用力与反作用力始终等大

C: 作用力与反作用力是一对相互作用力, 它只存在于相互接触的两个物体之间

D: 只有主动的物体才能产生作用力, 静止的物体不能产生作用力和反作用力

F: 其他 .....

8.4 您对您选择的理由是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

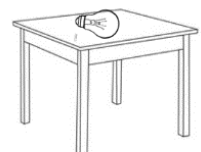
9.1 将一个灯泡放置于桌面上则 ( )

A: 灯泡受的重力和桌面对灯泡的支持力是一对作用力与反作用力

B: 灯泡受的重力和灯泡对桌面的压力是一对作用力和反作用力

C: 灯泡对桌面的压力和桌面对灯泡的支持力是一对作用力和反作用力

D: 灯泡对桌面的压力和桌面对灯泡的支持力是一对平衡力



9.2 您对您选择的答案是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

9.3 您选择该答案的理由是 ( )

A: 作用力与反作用力可以是性质不同的力

B: 作用力与反作用作用在不同的物体上,且方向相反

C: 作用力与反作用力可以同向

D: 作用力与反作用力的合力为 0

E: 灯泡静止不动, 所以压力和支持力二力平衡

F: 其他 .....

9.4 您对您选择的理由是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

10.1 下面有关力于运动的说法中正确的是 ( )

A: 小明拉着木箱加速向前运动, 若小明的拉力变小, 那么木箱的速度也将变小

B: 小红用大小不同、方向相同的力推动小球, 推力越大, 单位时间内小球速度的变化量也就越大

C: 速度变化的方向总是沿着运动的方向

D: 小兰推动小车做匀加速直线运动, 在速度变大的过程中, 小兰对小车的推力也在增加

10.2 您对您选择的答案是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

10.3 您选择该答案的理由是 ( )

A: 力和速度成正比, 力越小, 速度也就越小

B: 力只能决定速度变化的快慢, 不能决定速度的大小

C: 速度变化的方向与该物体受力的方向无关, 与物体的运动方向有关

D: 力越大, 速度的变化量就越大

F: 其他 .....

10.4 您对您选择的理由是否有信心? ( ) A: 非常肯定 B: 不太确定

## 附录 C:《牛顿第三定律》活动单

姓名: \_\_\_\_\_ 班级: \_\_\_\_\_

## 活动单一:作用力与反作用力的产生条件

## 第一部分:情景预测

【判断题】只有接触并相互挤压两个物体才能产生作用力与反作用力 ( ) A: 正确  
B: 错误

你判断的依据是什么? \_\_\_\_\_

## 第二部分:实验现象记录

	现象	是否产生相互作用力	相互作用力的产生条件
两人互推			
小磁车			

你能归纳出什么规律吗? \_\_\_\_\_

## 第三部分:分析解释

实验现象与你的预测相同吗? ( ) A: 相同 B: 不相同

如果不相同,你能解释为什么不相同吗? \_\_\_\_\_

## 第四部分:想一想

请同学们结合以上分析出来的规律,思考人为什么能在地面行走?

## 活动单二:运动过程中相互作用力的大小和顺序

## 第一部分:情景预测

【选择题 1】装好货物后,一匹马拉着货物从静止到匀速运动,马拉货物的力与货物拉马的力,谁大呢? ( )

A: 马拉货物的力大 B: 货物拉马的力大 C: 一样大

【判断题 2】即将达到村民的木屋,马拉着货物做减速运动,在这个过程中,马拉货物的力与货物拉马的力,谁大呢? ( )

A: 马拉货物的力大 B: 货物拉马的力大 C: 一样大

你判断的依据是什么? \_\_\_\_\_

## 第二部分:实验现象记录

	加速运动	匀速运动	减速运动
相互作用力的大小关系			

你能解释这样的现象吗? \_\_\_\_\_

## 第三部分:分析解释

实验现象与你的预测相同吗? ( ) A: 相同 B: 不相同

如果不相同,你能解释为什么不相同吗? \_\_\_\_\_

## 第四部分:想一想

请同学们结合以上分析出来的规律,思考拔河为什么会有输赢?

活动单三：作用力与反作用力的产生顺序

第一部分：情景预测

【判断题】台球运动员用球杆撞击球的过程中，球杆对球的作用力先产生于球对球杆的反作用力（ ） A：正确 B：错误

你判断的依据是什么？\_\_\_\_\_

第二部分：实验现象记录

	拉力逐渐增加的过程	拉力逐渐减小的过程	拉力消失时
相互作用力产生顺序			

你能归纳出什么规律吗？\_\_\_\_\_

第三部分：分析解释

实验现象与你的预测相同吗？（ ） A：相同 B：不相同

如果不相同，你能解释为什么不相同吗？\_\_\_\_\_

第四部分：想一想

球杆撞击台球时，球杆对台球的作用力以及台球对球杆的反作用力，哪一个力先产生呢？

活动单四：区分一对平衡力与相互作用力

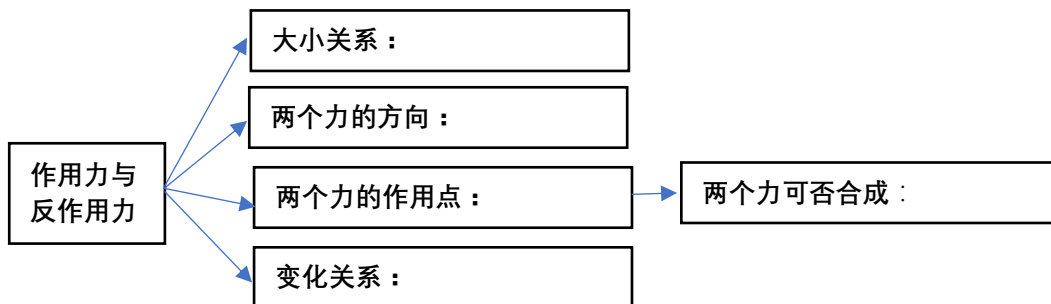
第一部分：情景预测

【判断题 1】：灯泡挂在电线上，灯泡的重力和电线对灯泡的拉力是一对相互作用力吗？ A：正确 B：错误

【判断题 2】：放在地面的木箱，地面对木箱的支持力与木箱对地面压力是一对平衡力吗？ A：正确 B：错误

你判断的依据是什么？\_\_\_\_\_

第二部分：回顾本节内容，阅读相关概念，填写下列概念图



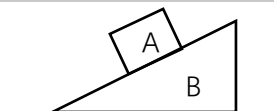
作用力与反作用力和平衡力有什么不同之处吗？\_\_\_\_\_

第三部分：分析解释

将概念图与预测题目相互比较，你能判断出正确答案吗？与你预测的结果是否相同呢？

第四部分：练一练

运用以上知识，分别画出 A、B 物体的受力分析图：



## 附录 D: 《牛顿第一定律》活动单

姓名: \_\_\_\_\_ 班级: \_\_\_\_\_

## 活动单一: 力与运动的关系

## 第一部分: 情景预测

在我们生活中, 力和运动总是同时出现, 例如风吹树动、脚蹬滑板、手推桌子, 在你的印象中, 力和运动有着怎样的关系呢?

你判断的依据是什么? \_\_\_\_\_

## 第二部分: 实验现象记录

实验次数	轨道角度	运动高度	路程
1			
2			
3			
4			

根据上述内容, 你发现什么现象? \_\_\_\_\_

## 第三部分: 分析解释

实验现象与你的预测相同吗? ( )      A: 相同      B: 不同

如果不同, 你能解释为什么不相同吗? \_\_\_\_\_

## 第四部分: 练一练

无空气阻力的环境中, 一片树叶从静止下落, 如果重力突然消失, 树叶将会怎样运动?

A: 静止      B: 继续向下运动

## 活动单二: 惯性

## 第一部分: 情景预测

静止的物体有没有惯性? ( )

你判断的依据是什么? \_\_\_\_\_

## 第二部分: 实验现象记录

	小车启动	小车静止
水的运动		

你如何解释上述现象? \_\_\_\_\_

## 第三部分: 分析解释

实验现象与你的预测结果相同吗? ( )      A: 相同      B: 不同

如果不同, 你能解释为什么不相同吗? \_\_\_\_\_

## 第四部分: 练一练

火车突然向前开动时, 桌面的水杯在向后滑, 所以杯子的惯性与火车的启动有关? ( )

A 正确      B 错误

## 活动单三: 惯性的大小

## 第一部分: 情景预测

惯性越大, 物体的运动状态就越难改变。结合生活实例, 你认为惯性的大小与哪些因素有关呢? ( )

A: 质量    B: 速度    C: 质量和速度    D: 其他 \_\_\_\_\_

你选择该答案的理由是什么? \_\_\_\_\_

**第二部分：实验现象记录**

	速度 (撞击前)	速度 (撞击后)	运动状态的改变	惯性的大小
乒乓球				
铅球				

请描述你观察到的现象：  
你能解释这样的现象吗？

**第三部分：分析解释**

实验现象与你的预测相同吗？ ( )      A：相同      B：不同  
如果不同，你能解释为什么不相同吗？

**第四部分：练一练**

只要抛出铅球时，铅球的速度不大，那么铅球的惯性也不大，这时可以直接用手去接住铅球吗？

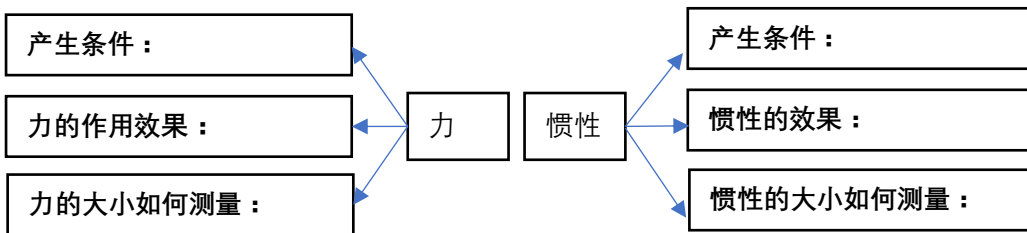
**活动单四：惯性与力**

**第一部分：情景预测**

【判断题】在击打对面飞来的排球时，手会受到一个力的作用力，因此惯性也是一种力 ( )      A：正确      B：错误

你判断的依据是什么？

**第二部分：回顾本节内容，阅读相关概念，填写下列概念图**



结合以上概念图，你能发现什么规律？

**第三部分：分析解释**

惯性和力之间是否存在关系？  
你能解释第一个情景中的惯性与力的关系吗？

**第四部分：想一想**

被击打出去的网球能够飞跃拦网，是因为网球受到了惯性力的作用 ( )  
A 正确      B 错误

## 附录 E：POE 教学策略学习感受问卷

导语：该问卷意在了解同学们对新教学策略的认知，调查结果仅用于教学研究，同学们的个人信息将严格保密，请同学们认真作答，谢谢大家！

班级：

1：我喜欢用预测-观察-解释的方法学习物理知识（ ）

A:非常同意 B:同意 C:无意见 D:不同意 E:非常不同意

2：我期待老师后面的教学中继续运用预测-观察-解释的教学方法（ ）

A:非常同意 B:同意 C:无意见 D:不同意 E:非常不同意

3：我认为预测-观察-解释这一教学方法会提高我的物理成绩（ ）

A:非常同意 B:同意 C:无意见 D:不同意 E:非常不同意

4：我认为预测-观察-解释的方法可以加深我对物理知识的理解（ ）

A:非常同意 B:同意 C:无意见 D:不同意 E:非常不同意

5：我认为预测-观察-解释的方法可以纠正我在物理现象上的错误观点（ ）

A:非常同意 B:同意 C:无意见 D:不同意 E:非常不同意

6：我认为预测-观察-解释的教学方法可以提升我的分析思维（ ）

A:非常同意 B:同意 C:无意见 D:不同意 E:非常不同意

7 我认为预测-观察-解释教学方法可以提高我解释物理现象的能力（ ）

A:非常同意 B:同意 C:无意见 D:不同意 E:非常不同意

8 我会尝试着将预测-观察-解释的方法运用到其他学科的概念学习中（ ）

A:非常同意 B:同意 C:无意见 D:不同意 E:非常不同意

## 致谢

转眼间，两年的研究生生涯即将结束，回想这些日子真是感慨万千。在这段日子里，有着心悅的成长，也有着心酸的经历。但正是因为这些弥足珍贵的时光，让我收获到了一个更好的自己。回首往昔，时光荏苒，在生活困顿、学业艰难时，总有一群人在无私的帮助我，支持着我，鼓励着我。现如今毕业之际，在这里真诚向他们表示我的感谢。

首先要深深感谢我的导师孙茂珠老师。老师平易近人、学识丰富，在我读研的两年间给予了我很多指导和帮助。不论是小论文的写作，还是大论文的选题和撰写，老师倾注了大量的时间和精力，给予了我很多宝贵的意见，论文的完成，无不凝结着老师的心血。在这其中，老师给予我的谆谆教诲、亲切关怀，我都铭记于心。心中由千言万语，感激之情无以言表。

其次要感谢高艳老师，葛桂贤老师，王海峰老师以及曹海宾老师等各位老师，他们对我的悉心指导，为我的论文撰写打下了坚实的基础。还有各专业课的老师，他们的倾囊相授，让我获得了丰富的知识与更加开阔的眼界。正是老师们的辛勤付出，为我们提供了一条无比珍贵的求知路。

此外，还要感谢实习期间指导我的秦永华老师。秦老师对我的实践调查给予了莫大的支持与帮助，对于我的工作与求职给予了很多宝贵的意见。

饮水思源，最后，我还要感谢我的家人，我能来到石河子大学读书，离不开家人的支持和鼓励，在求学路上，正是因为你们为我遮风挡雨，我才能全身心的投入学习。

## 作者简介

陈秋宏，女，生于1998年10月，籍贯四川。2020年毕业于内江师范学院物理学专业，获得学士学位。2020年7月起在石河子大学理学院学科教学（物理）专业学习。

### 在学期间发表的文章

1. 陈秋宏,王永威,孙茂珠.基于SOLO分类理论的初中生思维水平研究——以“电磁能”章节物理试卷为例[J].中学物理教学参考,2021,50(26):10-13.
2. 陈秋宏,王永威,孙茂珠.基于phyphox软件的线上实验教学设计——以“实验：探究单摆周期与摆长之间的关系”为例[J].湖南中学物理,2021,36(08):89-91+67.

### 获奖情况

2020年获石河子大学三等奖学金。

2021年获石河子大学三等奖学金。

# 石河子大学硕士研究生学位论文

## 导师评阅表

研究生姓名	陈秋宏	学制	二年
专业	教育硕士	研究方向	学科教学（物理）

### 学术评语：

该论文以 POE 教学策略和牛顿运动定律迷思概念为研究内容，梳理了相关文献，确定了研究方法。利用四阶测试卷探查了高一学生牛顿运动定律迷思概念现状，并通过访谈总结了学生迷思概念产生的原因，以及相关概念反映出来的问题。随后对 POE 教学策略进行了讨论，并将扩展后的 POE 教学策略运用于教学实践，验证了该策略的有效性。该学位论文选题明确，能够在教学实践中说明 POE 教学策略的有效性，相对于纯理论分析而言，更具有可操作性。论文内容充实，具有一定的难度和深度。观点正确可靠，论证严密，结构清晰合理，富有逻辑。

在论文的写作过程中，查阅了大量的相关参考文献，论文结构规范，表达准确，反映作者已掌握科学教学的基础理论和教学研究的专业知识，具备科学教育研究能力。

此外，该论文还具有一定的创新性，论文中提出的案例与建议，对相关迷思概念的转化教学具有积极的指导作用。

指导教师签字：孙茂珠

2022年 5月 22日