

## 摘 要

论文题目： 图像法在高中物理教学中应用的问题研究

学科专业： 课程与教学论（物理）

学位申请人： 刘青苗

指导教师： 郭长江

在高中物理问题的求解中，图像法相对于其他方法更加形象、直观，对物理规律的动态变化和物理概念的形象描述具有无可比拟的优越性。有利于学生智力的开发和训练，能帮助其更好的理解物理学的规律和发展，对学生以后的发展也有很大的帮助。近几年在高考中图像法的应用所占的比例也在逐年增加。

在高中物理的学习中，大多数学生都是把物理知识当成静态的知识去学习，用学习文科知识的态度来学习物理，这无疑偏离了课程改革的目标。物理学不是静止的、死的理论和规律，而是具有鲜活生命力的动态的自然科学。而图像法正体现了物理学的这个特点，它把静止的，毫无生机的公式和规律变成了坐标系中一条条生动的曲线，从而也使得物理学变得有了生命，更加生动，也更加有灵气。

在教师的实际教学过程中，适当地采用图像法进行教学，可以起到直接用语言叙述和单纯数学推导所起不到的作用。应用图像法进行教学重要的是教会学生利用图像解决问题的方法，但是“教会”不是教学的最终目的，“会学”才能促进学生能力的进一步发展。所以教师在平日的教学中，要突出图像的特点，并结合学生的特点，采取一定的策略，帮助学生建立对物理图像的全面认识，达到深入学习的目的。

本文从学生的学习和教师的教学两个方面入手，结合课程改革的目标，通过对物理图像自身意义的分析，及近几年高考对物理图像的考察，论证了图像法在高中物理学习中的重要性。又选取某校高三年级作为调查对象，并选用学习程度不同的学生作为样本，采用问卷调查的方式了解他们对图像法的态度及掌握情况。通过对问卷的统计分析，并结合近几年上海物理高考评价报告的数据，进一步论证了图像法在高中物理学习和教学中的实际意义。所附的几个案例对高中物理教师在平日的教学中，注意图像法思想的渗透提出了建设性的意见和建议，意在帮助教师应用图像法上好新授课和习题课及实验课，并按照素质教育的要求培

养出符合社会需要的有科学探究精神的创新性人才。

**关键词：**高中物理；物理教学；图像法

**论文类型：**应用研究

## **Study on the Problems of Applying the Image Method to Physics Teaching in High School**

**Abstract:** In the process of solving high school physics problem, image method was more visualize, intuitive than other methods and had advantages on exploring the dynamic changes of physical laws and the physics concepts. Through applying image method, students' intelligence could be developed and trained in order to better understand the physics laws and development. In recent years, the application of image method was occupied a large proportion in the college entrance examination.

Most students treat physics as static knowledge during their study in high school. They learn physics using the same method as learning art and human sciences. It's of no doubt deviated from the purpose of Curriculum Reform. Physics is a dynamic natural science with strong vitality, rather than static dead theory and rule. Using image method takes the advantage of physics; it changes static equations and rules into a series of lively curves; thus makes physics a vivid and vigorous subject.

Teachers employing image method properly in their tuitions will discover the fact that this method would play an important role which description and mathematical derivation can not play. The core of this method is teaching the students how to solve the problems using images. But it is not the final target, Letting the students learn by themselves is the only way to enable further development of the student. Teachers should outline the feature of image in their daily courses. Based on the characteristic of individual student, certain strategy should be taken which helps the comprehensive recognitions of physical images in order to let the students have the ability to research the very details about this subject.

This article explains from two aspects: students' study and teachers' teaching activities. Combined with the target of curriculum reform, this article proved the importance of image method in the study process of high school physics through analysis of the meaning of physical images themselves and the investigation of physical images applications in recent years' college entrance examinations. We chose several third grade students of different levels as samples in a selected high school, and got to know their attitudes towards image methods and the degree that they

master this method through questionnaire survey. We proved the real meaning of image method in study and teaching of high school physics, combing statistical analysis of questionnaires with the data collecting from evaluation report of recent years' college entrance examinations of Shanghai. The attached cases give high school physics teachers constructive advice and suggestions of paying attentions to the infiltration of image method in their daily teaching activities, with the purpose that the teachers can take the advantage of image method to optimize their tuitions in new lessons, exercise lessons and experiment lessons, so as to develop qualified persons of talent who are full of exploring spirit and innovative thinking per the requirement of quality education.

**Key words:** High school physics; Physics; Image method

# 目 录

## 引言

第一章 绪论	1
1.1 问题提出的背景	1
1.1.1 物理课程改革的目标	1
1.1.2 目前高考的实际情况	2
1.1.3 学校教学的实际情况	5
1.2 问题研究的意义	6
1.2.1 图像法在物理教学中的实际意义	6
1.2.2 图像法在学生求解物理问题中的实际意义	7
1.3 问题研究的现状	8
1.3.1 专家对于图像法应用于高中物理的研究	8
1.3.2 学者对于图像法应用于高中物理的研究	9
1.3.3 期刊论文中关于图像法应用的分类	10
1.4 关于图像法概念的界定	11
1.4.1 图像法与其他相关概念的区别	11
1.4.2 关于图像法的概念	12
第二章 图像法在高中物理中的作用	14
2.1 图像法在高中物理中的应用	14
2.1.1 高考对考生应用图像法解题考察的重点	14
2.1.2 高中物理对图像法应用分类	19

2. 1. 3 对上海市 2010 年高考物理试卷的简单分析·····	25
2. 2 图像的物理意义及功能·····	26
2. 2. 1 图像的物理意义·····	26
2. 2. 2 物理图像的功能·····	29
第三章 图像法在高中物理教学中的应用·····	34
3. 1 对高考及高中物理教材中物理图像的分析·····	34
3. 1. 1 来自上海物理高考评价报告的数据·····	34
3. 1. 2 对高中教材中的图像分类分析·····	35
3. 2 树立应用图像法进行教学意识, 把握运用图像法进行教学的目标要求·····	36
3. 2. 1 注重应用图像法进行物理教学可以达到的教学目的·····	36
3. 2. 2 教师应当正确树立应用图像法进行教学意识, 帮助学生更好地理解物理知识·····	38
3. 3 运用图像法进行高中物理教学的若干策略·····	39
3. 3. 1 注重教学内容的联系, 循序渐近的原则·····	39
3. 3. 2 利用图像的特点, 形象化教学的原则·····	40
3. 3. 3 激发学生的求知欲, 艺术性教学的原则·····	40
3. 3. 4 “直观性”和“启发性”相结合的教学原则·····	42
第四章 应用图像法求解物理问题习惯的培养及其局限性·····	43
4. 1 对物理学习中图像法应用的调查分析·····	43
4. 1. 1 对图像法应用的态度调查结果·····	43

4. 1. 2 对应用图像法处理物理问题实际情况的调查结果·····	46
4. 2 培养对物理图像的感悟能力·····	47
4. 2. 1 注重对图像物理意义的理解和解读·····	48
4. 2. 2 在求解物理问题时注意图像法的使用·····	48
4. 2. 3 注意图像语言的使用·····	49
4. 3 图像法在中学物理学习中的局限性·····	50
4. 3. 1 惯性思维带来的负迁移·····	50
4. 3. 2 数理不匹配给图像法的应用带来的局限性·····	52
第五章 总结和建议·····	54
5. 1 结语·····	54
5. 2 研究中存在的问题·····	54
5. 3 对未来的期望·····	55
致谢·····	56
参考文献·····	57
附录一：教案——匀速直线运动的图像·····	59
附录二：教案——波的图像·····	65
附录三：教案——伏安法测电源电动势和内电阻两种电路的 误差分析·····	71
附录四：调查问卷·····	78

## 引 言

在课改的大背景下，对于中学物理，教师的反应是难教，学生的反映是难学，究竟物理课程“难”在哪儿呢？中学物理中有很多公理、定理，有一定的规律可循，每一个现象都能找到其原因，其实物理最讲理；但要想把它叙述清楚也并非一件易事，所以物理的理又最难讲。物理学不是静止的、死的理论和规律，而是一门具有鲜活生命力的动态的自然科学。而图像法正体现了物理学的这个特点，它把静止的，毫无生机的公式和规律变成了坐标系中一条条生动的曲线，从而也使得物理学变得有了生命，更加生动，也更加有灵气。

教师在教学中传授给学生的不仅仅是物理知识，更重要的是学习的方法。因此教师在物理课堂上要注意方法的传授，“教会”不是教学的最终目的，“会学”才能促进学生能力的进一步发展。因此，在教学的过程中，教师要注意方法的传授。从物理学的整个发展历史来看，物理学家在进行物理问题的研究和探索中，收集数据，绘制图像，计算研究，得出规律的实例举不胜举。

图像的教学应该是个“系统工程”，是随着物理教学的深入而逐渐建立并逐渐完善的，所以教师在平日的教学中，要突出图像特点，帮助学生建立对物理图像的全面认识，达到深入学习的目的。图像法本来就是经典物理学这座辉煌大厦不可缺少的一块基石，因此，教师在平日的教学中注重图像法的应用有着重要的实际意义。

## 第一章 绪论

21 世纪是读图的时代, 图像语言包含了丰富的内容, 比文字语言包含更多的信息, 比文字语言的内涵和外延更广, 也比文字语言更富立体感。另外, 在近几年的高考中, 对物理图像的考察也越来越多, 越来越广。因此, 对于中学生来说, 掌握这门语言对以后的工作和学习是大有裨益的。

### 1. 1 问题提出的背景

#### 1. 1. 1 物理课程改革的目标

“中学物理课程的总目标是: 让学生获得必要的物理基础知识和技能, 初步了解物理学的发展历程; 经历物理知识的形成过程, 感受、认识和运用物理学的基本思想和基本方法; 受到科学精神的熏陶, 养成良好的学习习惯和科学态度, 逐步形成正确的世界观、人生观和价值观。初步具有现代社会成员所必需的基本能力和科学素养。”《课程目标》中《总目标》

这段话, 通常被概括为“知识与技能”、“过程与方法”、“情感态度与价值观”的三维课程目标。这三个目标不是孤立的个体, 不是三个独立的目标, 更不是学生任意达到哪一个目标就算中学物理教育完成了它的使命。这三者是有着内在联系的有机整体, 是对中学生综合的、多维度的要求。要求学生不仅仅掌握一点知识与技能, 而且在掌握知识和技能的同时理解其形成的方法, 去经历这个过程, 从中体会到科学知识所包含的人文精神。

在课改的大背景下, 对于中学物理, 教师的反应是难教, 学生的反映是难学, 究竟物理课程“难”在哪儿呢? 去走访一下学生, 会听到这样的声音: 物理有太多的公式定理, 记不住; 公式又有许多限定条件, 搞不清楚; 物理把人都学死了……“物理最讲理, 物理的理最难讲”。中学物理中有很多公理、定理, 有一定的规律可循, 每一个现象都能找到其原因, 所以说物理最讲理; 但要想把它叙述清楚也并非一件易事, 所以“物理的理最难讲”。实际上, 大多数学生都是把物理知识当成静态的知识去学习, 认为记住了前人研究的东西就算把物理知识学好了。用学习文科知识的态度来学习物理, 就偏离了课程改革的目标。物理学不是静止的、死的理论和规律, 而是一门具有鲜活生命力的动态的自然科学。而图像法正体现了物理学的这个特点, 它把静止的, 毫无生机的公

式和规律变成了坐标系中一条条生动的曲线,从而也使得物理学变得有了生命,更加生动,也更加有灵气。

### 1. 1. 2 目前高考的实际情况

09年高考大纲中,把对能力的考核放在首位,通过考核知识及其运用来鉴别考生能力的高低,而图像的识别和应用对于中学生来说属于能力方面的考核,对图像法的灵活应用又要求学生具备一定的数学基础。也可以说图像法是数与形的结合,通过直观的图像把隐晦的物理知识表达出来。在考纲第一条“能力要求”的第4小项“应用数学处理物理的能力”中,是这样表述的:能运用几何图形、函数图像进行表达、分析。而且这条要求在高考中所占的份量也在逐年增加。

笔者对上海近十年(2000—2009)的高考试卷做了一下统计,又对09年全国各地高考物理试卷共15套试卷作了横向比较,如表1-1及表1-2:

表1-1 2000年——2009年上海高考试卷分析

年份	题型	考察知识 点	对图像能 力的考察	图像类型	图像题所 占分值	占试卷 总分比 例
2000	选择	电磁感应	读图	分段函数	5	3.3%
2001	实验	理想气 体、运动 学	读图、作 图	反比例、 分段函数	12	8%
2002	选择	理想气体	作图	正比例函 数	5	3.3%
2003	实验、计 算	电学、理 想气体、 力学、磁 场	读图	分段函 数、余弦 函数	43	28.7%
2004	选择、填 空、实验、 计算	电学、磁 场	读图、作 图	一次函 数、分段 函数	33	22%

2005	填空、选择、实验、计算	电磁学、运动学、理想气体、力学	读图、作图	余弦函数、一次函数	37	24.7%
2006	填空、选择、实验	运动学、电学	读图、作图、用图	余弦函数、正比例函数	21	14%
2007	填空、选择、实验、计算	运动学、力学、电学、理想气体、磁场	读图、作图	余弦函数、一次函数、分段函数	A类: 67 B类: 73	A : 44.7% B : 48.7%
2008	选择、实验、计算	力学、理想气体、电磁学、力学、电学	读图、作图、用图	一次函数、分段函数、余弦函数	54	36%
2009	填空、选择、实验、计算	电学、运动学、力学、光学、磁场	读图、作图	余弦函数、分段函数、正比例函数、一次函数	50	33.3%

表 1-2 2009 年全国高考物理试卷分析

年份	题型	考察知识点	对图像能力的考察	图像类型	图像题所占分值	占试卷总分比例
上海	填空、选择、实验、计算	电学、运动学、力学	读图、作图	余弦函数、正比例函数	50	33.3%

	计算	学、光学、 磁场	图	例函数、 一次函数		
全国 1	选择、计 算	运动学、 电学	识图、作 图、用图	余弦函 数、圆轨 迹	27	22.5%
全国 2	选择、实 验	运动学、 电学	识图	一 次 函 数、抛物 线	25	20.8%
广东	选择、实 验、计算	运动学、 电磁学	识图、作 图	一 次 函 数、	47	31.3%
江苏	选择、填 空、实验	运动学、 电场	识图、作 图、用图	分 段 函 数、余弦 函数	26	21.7%
海南	选择、实 验	运动学、 电学	识图、作 图	一次函数	19	19%
重庆	选择、实 验	运动学、 电学	识图	余弦函数	18	15%
浙江	选择、计 算	运动学、 电学	识图	余弦函数	28	23.3%
天津	选择、实 验、计算	电学、运 动学	作图、识 图	余 弦 函 数、一 次 函数	34	28.3%
四川	选择	电学、运 动学	识图	余弦函数	12	10%
山东	选择、实 验、计算	运动学、 电学、电 磁学	识图、作 图		29	24.2%
宁夏	选择	运动学、 电磁学	作图		12	10%

福建	选择、实验、计算	电学、运动学	识图、作图	余弦函数	49	40.8%
北京	选择、实验	运动学、电学	识图、作图	余弦函数、一次函数	18	15%
安徽	选择、计算	宇宙、电学	作图、用图		22	18.3%

对上海近十年高考的纵向比较中,可以看出:从2000年的3.3%到2009年的33.3%,图像法所占的比例在逐年递增,甚至在2007达到了近50%的比例。再对09年全国各地高考试卷的分析中,也可以看出图像法在整套试卷中所占的份量。大致来说,近几年的高考试卷中图像法应用于物理问题的比例占到了试卷总分的近1/3以上。这无不体现了图像语言的重要性。从表1-1和表1-2中也可以看出,图像法的应用几乎涵盖了高中物理的各个知识点,覆盖面较广。而且对学生的识图、作图及用图能力均有要求,结合题目我们还会发现考察的方式也更灵活。

总体来说,对于运动学和电学所涉及的知识点是图像法应用较为密集的地方,几乎每套试卷都有涉及。对图像应用能力的考察侧重于识图能力,考察学生对于信息的敏感度及对相关信息的提取能力,另外对作图方面的能力也在不断的提高。运动学是图像法应用较多的一章,但同时也是高中生刚进入高中物理学习的起始阶段,成为高考的关注点无可厚非,这也同时给我们的一线教师一个提示:抓住时机,打好基础。图像法教学应该引起重视,并切实让学生掌握这门语言,并能灵活运用。

### 1. 1. 3 学校教学的实际情况

翻开现在的物理教材,我们会发现,教学顺序已经做了调整,高中物理的学习是从运动学开始的。在描述运动时,除了常规的文字叙述和数学表达外,又引入了图像法,这足以说明,教材已经开始关注图像法的教学和应用。这对图像法的教学无疑是有很大帮助的,运动学中我们可以用 $s-t$ 、 $v-t$ 、 $a-t$ 图像来描述同一个物体的运动,但其意义却是有差别的。

在处理这部分内容时,大多数教师采用的是讲授法。先利用函数表达式把

对应的图像呈现在学生面前, 让学生对图像法有个直观的了解, 然后逐层讲解, 最后用一定的习题巩固这部分知识。程度比较好的同学能够很快接受并应用到以后的学习中, 但大部分学生只是有所了解, 真正掌握并灵活应用还需要一定的时间, 这无疑给以后图像法的应用埋下了隐患。由于教学进度的安排, 在以后的教学中, 基本上注重的是知识点的讲解, 对于解题方法则是引导。再应用图像法时教师也只是提供一个思路, 把过程分析清楚, 也就算完事了。而学生对此仍是一知半解。长此以往, 就造成了学生对图像法的畏惧, 也使得图像法的应用成为物理教学的一个难点。

## 1. 2 问题研究的意义

### 1. 2. 1 图像法在物理教学中的实际意义

在高中物理问题的求解中, 常用的方法有文字表述法、解析法、图像法等。图像法相对语言叙述和解析法来说, 更形象、直观, 对物理规律的动态变化和物理概念的形象描述具有无可比拟的优越性。有利于学生智力的开发和训练, 能帮助其更好的理解物理学的规律和发展, 对学生以后的发展也有很大的帮助。

在 2003 年 4 月教育部出台的普通高中《物理课程标准(实验)》的第三部分“内容标准”中, 直接提到图像的相关表述就有十多处。另外, 图像法在处理实际的物理问题中也有着明显的优势, 比如对所收集的实验数据用图像法进行处理可以有效地减少偶然误差对实验结果的影响, 比较方便地获得未经测量或无法测量的物理量。物理图像是一种特殊并且形象的语言工具, 它根据函数关系把数据与图形有机并巧妙地结合起来, 恰当地表达各种现象的物理过程和物理规律。

图像法求解物理问题要求学生有一定信息获取能力和数学分析能力, 对学生的要求较高, 而从新编教材和近几年的高考来看, 图像法已成为热点和重点。笔者又查阅了 07 年和 08 年上海的物理高考评价, 对其中的一些数据作了分析, 发现对于图像题, 学生的得分情况并不理想, 说明图像法的应用对于高中生来说仍是一个还未攻克的难题。

在教师的实际教学过程中, 适当地采用图像法进行教学, 可以起到直接用语言叙述和单纯数学推导所起不到的作用。图像法具有形象直观的特点, 能清楚地表达一个物理量随另一个物理量的变化关系; 它用形象生动的曲线表达了

物理概念和物理规律的本质内容,使抽象的物理概念变得具体,易于学生理解并接受;它把零碎的物理知识通过图像串联起来,变得有条理;使隐晦的知识变得清晰,复杂的问题得到简化,动态的变化过程更为直观形象。在教师的教学中,如果只用语言叙述和数理推导,而不采用图像法,那么整个课堂必将缺乏生动性,也很难把物理概念和物理规律讲得透彻明晰、简单易懂。

由于图像包含较多的信息,对学生的识图能力和信息提取能力来说是一个考验,学生很难在短时间内对其有很好的把握,就如同一首乐谱,既可以用电子琴演奏也可以用钢琴演奏。一般来说,会弹钢琴的人稍微熟悉一下,就能用电子琴自如地演奏。但会弹电子琴的人却不能很快地掌握钢琴演奏的技巧,所以遇到能用解析法的问题就不愿意用图像法。在高中物理课堂中加强图像法的教学有很强的现实意义,因此在物理的学习中要让学生掌握更多的方法,而不只是一条腿走路。

图像法的教学不应该只是传授知识给学生,更重要的是教会学生利用图像法解决问题的方法。从物理学的整个发展历史来看,物理学家在进行物理问题的研究和探索中,收集数据,绘制图像,计算研究,得出规律的事例举不胜举。图像法本来就是经典物理学这座辉煌大厦不可缺少的一块基石,因此,教师在平日的教学中注重图像法的应用有着重要的实际意义。

### 1. 2. 2 图像法在学生求解物理问题中的实际意义

在高中物理问题的求解中,常用的方法有文字表述法、解析法、图像法等。文字表述可以用一定量的文字把一个物理问题叙述清楚,学生在初中受到的这方面的训练比较多,所以比较熟悉;而解析法对于大多数物理问题的求解来说也是常用的,在物理公式的推导,物理规律的总结方面采用的比较多,也是学生较为熟悉并且能够掌握的一种方法。由于图像法在初中阶段教师采用的并不多,学生对此有所了解但平时解题时用的也比较少。升入高中以后,物理图像所包含的信息量又非常大,图像中所蕴含的物理意义也比较多,内涵和外延都有所扩大,信息的采集和获取需要一定的敏锐性,对于学生的观察能力和信息提取能力来说是一个挑战。再加上平日教师在教学过程中多采用的是文字叙述和解析法,所以学生在遇到物理问题时最先想到的就是前两种方法。

图像法要求学生具备一定的数学基础,因为图像往往是和函数公式相对应

的,其实这也是物理学自身的特点。数学是物理学的表达形式,没有数学的发展,就不会有物理学今天的辉煌成就。图像法是根据题意把复杂的物理过程有针对性的表示成物理图像,将物理量间的代数关系转变为几何关系,借助于数学图形将物理情景、物理过程、物理状态以及变化的规律以直观的方式呈现出来。是物理与数学的巧妙结合,具有直观、形象、简明和概括力强的特点。运用图像法来求解物理问题可以达到化难为易、化繁为简的目的,而且利用图像法在求解某些物理问题时是一种非常简捷有效的方法,比如运动学问题、变力做功问题等。运用图像法求解物理问题不但快速、准确,并且还可以避免复杂的代数运算过程,甚至有时候还可以解决用解析法无法解决的问题。

高中生处于青少年期,按照皮亚杰的认知发展理论来看,正处于形式发展阶段,其思维能力已接近成年人,具有很强的抽象性,应对潜在或假设情景的能力也开始出现并获得一定的发展。其基础已经确立了,但智力仍在发展,需要增加更多的知识,形成更复杂的图示促进其智力更进一步的发展。图像法相对语言叙述和解析法来说,更形象、直观,对物理规律的动态变化和物理概念的形象描述具有无可比拟的优越性。有利于学生智力的开发和训练,能帮助其更好的理解物理学的规律和发展,对学生以后的发展也有很大的帮助。

### 1.3 问题研究的现状

#### 1.3.1 专家对于图像法应用于高中物理的研究

钟启泉教授在2000年1月3日为了研究中学生的物理综合实践能力进行了一项测试,采用闭卷形式,满分100分,时间120分钟;取样采用的是分层抽样法,分别挑选了上海市市重点、区重点、普通中学各一所中学的两个班的学生。考虑到选修对学生综合能力的影 响,又进行了分层,分别对高二和高三的学生进行抽样。对测试后的试卷进行了统计分析,学生的成绩与高考分数有一定的相关性;试卷的难度适中,信度、效度也比较高,区分度较好。从学生试卷中暴露出来的问题,钟教授认为在现在的高中物理教学中,第一,要加强科学方法的传授。在研究具体问题时,要注意抓住主要问题,忽略次要因素,更好地理解物理概念和掌握物理规律;第二,要注重理论联系实际。学以致用,要让学生学会知识的迁移,把学到的物理规律用到实际问题中,才能更好地理解物理知识;第三,掌握获取信息,筛选信息的能力。物理规律往往隐含在一

些文字和图像、图表中,要让学生养成良好的自学习惯,能从纷繁复杂的信息中获取有用的信息;第四,掌握数学工具。数学是物理的工具,使用数学方法,如图像、公式来描述简单、具体的实际问题,比如根据表格中的数据在坐标系中描点,并根据相关物理规律连线及分析。钟教授的分析结果也说明,在普通中学中,学生在信息获取和利用数学工具方面存在着比较严重的问题,应该加强这方面的教学。

### 1.3.2 学者对于图像法应用于高中物理的研究

笔者试着在 google 网页上输入“物理图像法”,结果出来 1,060,000 条结果,又试着在百度上查了一下,也蹦出来 67,700 条结果。把这些的文章整理了一下,和高中物理相关的文章确实不少,但基本上都是关于如何在解题中使用图像法,然后举出一些实例来说明和求证。又查阅论文发现这些文章对于物理图景和物理图形的研究较多。

查阅近五年的硕士论文,与图或图像有关的共有 5 篇。与该论题相关度较高的是华中师范大学王佑璋硕士的《高中教学中强化学生物理情景的图形表征能力的研究》,文章中把物理情景的图形表征主要分为示意图形表征和函数图像表征两大类,并采用调查问卷的方式,说明物理情景的图形表征能力与高中学生的物理成绩成正相关。从物理学史的角度考察物理情景的图形表征,应用物理教学实例说明在高中物理教学中应强化高中生的物理情景的图形表征能力。

在李更磊的《高一力学物理图像教学研究》中,尝试着把物理图像和物理模型做了区别,论文的实际研究问题是如何帮助学生在高一力学学习中形成相关的物理图景。文章从高一力学的知识特点和高一学生的认知特点出发,结合一定的教学理论阐述了如何在高一力学中实施图像教学。另一篇《物理模型与图景教学研究》与本文几乎没有交叉点。另外还有两篇,对图或图形的概念界定的比较宽泛。一篇为《图形在高中物理教学中的应用研究》中,认为图形包括概念图、思维导图和解析图;另一篇《图在高中物理教学中的应用研究》,认为图是指高中教材中的所有图片,包括实物图、示意图、函数图像、图表、图式等。

由于本文的图像法是和数学知识有密切的关系,所以又查阅了有关数理结合思想的论文。在黄金萍的毕业论文《数学与高中物理教学结合的内容与方法

的研究》中,从很多方面论证了数学是高中物理学习的基础。尽管在物理学习的过程中,学生很努力,成绩仍然不理想,主要是因为受到了数学水平的制约;另外,数学是物理学的表述形式,是物理学创立和发展的有力工具,所以在高中阶段应注重物理课堂上的数学知识教学。又从数学和物理学的自身特点和二者之间的现实联系以及素质教育的目标要求,结合理论和实践,分别从实际需要和理论支持的角度、教师和学生的维度对数学与高中物理间的关系进行了研究,并结合一定量的实例说明了数学的确是高中物理学习的有力工具。因此在高中物理教学中,教师要加强数学知识的渗透。在她的研究中,对图像法的描述是这样的:“用图像可以协助建立物理规律,表示物理规律,还可以用图像来解决实际的物理问题。图像的直观性把物理量之间的相互依赖关系……清晰地展现在我们面前。同时还可以用图像简单地表述一个复杂的物理过程……能起到一般方法所起不到的作用……因此,必须在物理教学中加强绘图、识图、用图的指导和练习……”<sup>①</sup>并通过案例说明了图像在高中物理学习中的重要性。

张业金的硕士论文《新课程标准下物理教学中渗透数学思想方法的探究》,从当代课程改革和新课标的要求入手说明现在的考试形式正在由知识立意向能力立意转化。但在实际的教育教学中,却发现物理教学与数学教学并没有很好地结合起来,从而使学生因为数学知识的欠缺影响了物理问题的完美解决,并提出在平时的教学中要不断渗透数学思想。从培养学生运用数学语言(符号、图像)来表达物理概念、过程和规律的能力,培养学生运用数学工具进行推理和论证的能力,运用数学思想进行分析计算的能力。文中把图像定义为一种数学语言,并提出物理解题中的“数形结合”思想。认为“数学研究总是围绕着数与形进行的。‘数’就是方程、函数、不等式及表达式……‘形’就是图形、图像、曲线等……‘数形结合’的本质是数量关系决定了几何图形的性质,几何图形的性质反映了数量关系……”<sup>②</sup>并引用我国数学家华罗庚的话“数缺形时少直觉,形缺数时难入微”,说明了数形结合思想在高中物理教学中的重要性。

### 1. 3. 3 期刊论文中关于图像法应用的分类

<sup>①</sup>黄金萍 数学与高中物理教学结合的内容与方法的研究 硕士论文 第36页。

<sup>②</sup>张业金《新课程标准下物理教学中渗透数学思想方法的探究》硕士论文 第12页。

在近五年的期刊论文库里输入关键词“物理图像”，出来180多个结果，和高中物理教学相关的也有近百篇。对这些文章梳理了一下，内容上大致可以分为以下几类：（1）图像法在解题中的应用。谭金川发表在《物理教师》（2005年第26卷第二期）的《2004年高考物理图像类试题归类选析》文章中，通过对04年全国高考试卷中的图像题进行归类，分别从读图、作图、用图三个方面对图像法的应用进行了论证。（2）物理情景与物理图像间的相互转化。问题的表征可以采用多种方法，可以用文字叙述，也可以用图像来表达。张政发表在《物理教学探讨》（2009年第3期第27卷总第337期）的《例谈物理图像与情景的转化》。通过对08年物理高考题的分析研究指出物理图像与情景的相互转化将成为高考的热点，用具体题目的分析帮助学生掌握物理情景与图像间的合理转化。（3）把握图像要求，巧解物理问题。在具体的函数图像中，图像的斜率、截距、面积、点都有对应的物理意义，在图像教学中，要注意图像对应的物理意义的教学，使学生掌握图像法，可以使某些复杂的问题得到巧妙的解决。笔者发表在《大学物理》（教育专刊）（2009年第5期第21卷）《用图像法巧解一道变力做功题》，就使图像成为复杂问题得到解决的简便工具。（4）图像与物理建模。把抽象的图像描述，通过识图转化为函数关系，把数学问题转化为物理问题，从而构建相应的物理模型，最后转化为实际问题。徐红美发表在《高三·理化生》（2009年第2期）的《物理图像与力学建模》，用具体的例子说明了如何从物理图像中获取信息并构建相应的物理模型。这些期刊文章从不同方面阐述了图像法在高中物理教学和学习中的重要性，对本文的顺利完成有一定的启发和引导作用。

## 1.4 关于图像法概念的界定

### 1.4.1 图像法与其他相关概念的区别

图像法不同于物理图像或物理图景。物理图景是运用物理语言，对物理问题进行形象、直观的解释、描述后，在学生头脑中形成的一种心理印象。或者说在遇到新问题时，利用原有的知识，帮助学生在头脑里构建形成一幅有关该问题的图景、画面，再次遇到相关问题时可以很快地提取出来以帮助问题的顺利解决。它可以使抽象的问题直观、形象化，易于理解问题的本质。

图像法也不同于物理建模。物理模型是物理学中的理想化方法之一，实际

的物理现象或物理过程都十分复杂,涉及众多的因素,很难被高中生理解和接受。对实际问题进行科学的抽象化处理,抓住其主要因素,忽略其次要因素,得到一种能反映原物体本质特征的理想物质或假设结构,用特殊的现象来表现一般的物理规律,从而使复杂的问题简单化,如质点模型、单摆模型。物理建模就是帮助学生建立理想化的物理模型,掌握研究物理问题的科学方法,在具体的问题中抓主略次,使问题顺利地得到解决。

图像法可以用来表征问题的情景。问题的表征可以通过语言叙述,也可以通过图像展示。问题表征是问题解决者在头脑中以某种理解来呈现问题,使问题的任务领域转化为问题空间,是问题解决者对一个问题所达到的全部认识状态,问题的表征直接影响问题解决的好坏。对一个具体问题采用何种表征方式,取决于问题解决者的心理趋向。图像表征相对语言表达来说,包含更多的信息,可以动态的表示出物理过程或物理规律的变化趋势,也更直观、形象。

图像法也不同于图形或图。图形或图的概念相对较为宽泛,在很多物理文献中,指插图、挂图、示意图、函数图等;也有把图定义为思维导图、流程图、图表等。而图像法则不同于这些,是解决物理问题的一种方法。它不是指具体的图,而是对物理问题或物理规律的一种抽象化、直观化表述,是对具体问题的抽象,可以动态地描述物理规律的变化和呈现过程。

#### 1. 4. 2 关于图像法的概念

下面是在杂志上和书籍中关于图像法名描述较为集中的几种说法。

1. 陈璐:物理图像是数与形相结合的产物,比枯燥的文字、公式更容易理解和掌握。它不仅能够直观、形象、简洁地展现物理量之间的关系,清晰地表达物理过程,还可以恰当地表达用语言难以简明描述的物理情景,是具体与抽象相结合的体现。《教学探讨》

2. 李红云:物理图像是一种特殊且形象的语言和工具,它运用数和形的巧妙结合,恰当地表达各种现象的物理过程和物理规律。物理图像的特点是简明、清晰、形象直观、动态过程清楚、使物理量之间的函数关系更加明确,利用它可以避免复杂的运算过程,还可以恰当地表示用语言难以表达的内涵,所以物理图像是处理物理问题的重要手段,也是培养学生能力的很好的切入点。《教学指导》

3. 杨榕楠: 物理图像是指在直角坐标系中绘出的表示两个物理量之间关系的函数图像。图像能动态显示全过程中物理量的变化情况和变化关系。利用图像解题具有形象、直观、简明的特点。《中学理科》

4. 宗志伟: 物理图像是物理规律和理论的基本表达形式之一, 用图像法来研究物理问题也是物理学研究的一种重要方法。《中国西部科技》

5. 查有梁: 在物理学中, 函数图像被广泛地用来表示物理量之间的函数关系, 是表达物理规律和研究物理问题的一种重要的数学方法。运用图像法解题, 可以使问题形象直观, 能够使复杂的物理过程简单明了。<sup>①</sup>

本文中所说的图像法是指, 根据题意把复杂的物理过程有针对性的表示成物理图像, 将物理量间的代数关系转变为几何关系, 借助于数学图形将物理情景、物理过程、物理状态以及物理变化的规律以直观的方式呈现出来。是物理与数学的巧妙结合, 具有直观、形象、简明和概括力强的特点。运用图像法来求解物理问题可以达到化难为易、化繁为简的目的。

图像法是中学物理学习的重要方法, 图像作为表示物理规律的方法之一, 可以直观地反映某一物理量随另一物理量变化的函数关系, 形象地描述物理规律。在进行抽象思维的同时, 利用图像视觉感知, 有助于对物理知识的理解和记忆, 准确把握物理量之间的定性和定量关系, 深刻理解问题的物理意义。应用图像法不仅可以直接求出或读出某些待求物理量, 还可以用来探究某些物理规律, 测定某些物理量, 分析或解决某些复杂的物理过程。

教师在教学中传授给学生的不仅仅是物理知识, 更重要的是学习的方法。从近几年的大纲要求和高考趋势来看, 已逐步从知识立意向能力立意转化。因此教师在物理课堂上要注意方法的传授, “教会”不是教学的最终目的, “会学”才能促进学生能力的进一步发展。因此, 在教学的过程中, 教师要注意方法的传授。

<sup>①</sup> 阎金铎主编 物理教学论 广西教育出版社 1996.12 出版 第 377 页

## 第二章 图像法在高中物理中的作用

### 2. 1 图像法在高中物理中的应用

物理图像所传达的信息是非常丰富的,从图像中识别其所表达的物理意义,获取有用的信息,挖掘解题条件;利用图像所表达的信息并且结合所掌握的物理知识做出相关的判断和分析,是近些年来高考的一种命题趋向。

分析近几年的高考物理试卷,可以看出高考从不同的侧面考察了学生的观察分析、获取信息、推理判断、利用图像法处理实验数据和用图像法解决物理问题等的能力。

#### 2. 1. 1 高考对考生应用图像法解题考察的重点

对高考试卷统计分析的结果可以看出,应用图像法解题日益成为高考关注的重点和热点,高考对学生运用图像法求解物理问题的能力考察主要有以下几类:

##### (1) 识图能力

认识是运用的第一步,首先要对图像在感官上有一定的认识,才能够理解图像所隐含的物理意义,从而根据图像建立其所对应的物理模型,通过一定的理论推导和对图像的再认识得出结论。

这类题目在每年的高考试卷中都会出现,就题目本身而言难度并不是很大,主要考察学生的观察和分析能力。这种题目的特点是给出函数图像,要求学生从对图像的观察和分析中得出解题所需的信息。分析这类题目时首先要观察坐标轴上的字母,弄清考察的知识点或对应的物理现象,然后观察图线的类型,再结合题目条件对图像做进一步的分析。

下面是一道 2007 年上海高考试卷中的一道题(第 12 题):

物体沿直线运动的  $v-t$  关系如图 2-1 所示,已知在第 1 秒内合外力对物体做的功为  $W$ , ( ) (A) 从第 1 秒末到第 3 秒末合外力做功为  $4W$ 。

(B) 从第 3 秒末到第 5 秒末合外力做功为  $-2W$ 。

(C) 从第 5 秒末到第 7 秒末合外力做功为  $W$ 。

(D) 从第 3 秒末到第 4 秒末合外力做功为  $-0.75W$ 。

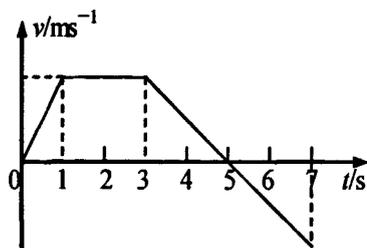


图 2-1

题目明确说明所给图像为物体运动的  $v-t$  图像，细心的考生马上会把图像与运动学的知识联系起来；然后又提到物体在第 1 秒内合外力对物体所做的功  $W$ ，做功和运动一般是通过动能定理联系的。这道题目就其本身而言并不是很难，从  $v-t$  图像中可以看出物体做的是变速直线运动，在第 1 秒做初速为零的匀加速运动，之后两秒做匀速直线运动，再接下来两秒做匀减速直线运动直至速度为零，最后两秒做反向的匀加速直线运动，加速度值和前一过程一样；力对物体所做的功可以通过动能定理表示出来，即： $W = \frac{1}{2}mv^2$ 。结合题意逐项分析即可得出正确答案。

但从对当年高考试卷的分析却看出，此题的通过率只有 68.5%，并不是很高。究其原因有二：首先题目明确给出的是速度  $v-t$  图像，有很多同学由于思维惯性，而把图像看成了  $s-t$ 、 $F-s$  图像，从而得出了错误的结论，真所谓“差之毫厘，失之千里”；再者就是不能把运动和做功联系起来。因此在用图像法求解问题的时候一定要看清坐标轴所代表的物理量，才能根据图像的物理意义并结合一定的物理知识去求解问题。

## (2) 绘图能力

根据物理公式或物理规律找出物理量间的函数关系，先确定图像的大致形状。若是曲线，则选择合适的坐标系，一般先转化为线性函数，化曲为直。然后根据题意确定几个特殊的点，再把这些点连成平滑的曲线。有些物理问题还需要明确相关物理量间的变化范围以及题目中其他的限定条件。

把物理现象和物理规律的变化过程通过图像表达出来，要注意用最简单明了的线条把题意表达清楚。高考对绘图方面的考察越来越多，常以以下几种类型出现：一是通过题干的描述从选项中选择符合题意的图像；第二，题意也是以图像的形式出现，通过对图像的识别选择符合题意的选项，属于图像语言的相互转译，这两种常以选择题的形式出现。第三种形式就是通过自己对题意的

理解绘制符合题意的图像，常以实验题或计算题的形式出现，对学生来说也是较高层次的要求。

在绘制函数图线时，要先观察具体的物理现象和物理规律，从而获取相关物理量间的数据，通过理论研究得出相关物理量间的函数关系，然后依据得出的这种关系将图像绘制而成。在绘制图像时，应当注意怎样建立坐标系以及坐标轴上标度的选择；怎样根据数据描点，然后根据这些点进行图线的拟合；怎样利用“限定条件”来形成物理概念和探索物理规律。可以说，物理图像的绘制，充分体现了物理学习中的参与性、趣味性、严谨性。

下面是2010年上海卷中的一道题目(第20题):

如图2-2，一列沿 $x$ 正方向传播的简谐横波，振幅为2cm，波速为2m/s，在波的传播方向上两质点 $a$ 、 $b$ 的平衡位置相距0.4m（小于一个波长），当质点 $a$ 在波峰位置时，质点 $b$ 在 $x$ 轴下方与 $x$ 轴相距1cm的位置，则（ ）

- (A) 此波的周期可能为1.6S                      (B) 此波的周期可能为1.2S
- (C) 从此时刻起经过0.5S， $b$ 点可能在波谷位置
- (D) 从此时刻起经过0.5S， $b$ 点可能在波峰位置

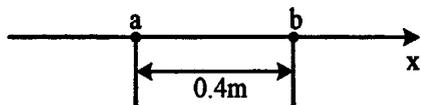


图 2-2

求解本题的关键是绘制出符合题意的图像，然后根据题意结合符合题意的图像才能使问题得以求解。具体求解过程如下：

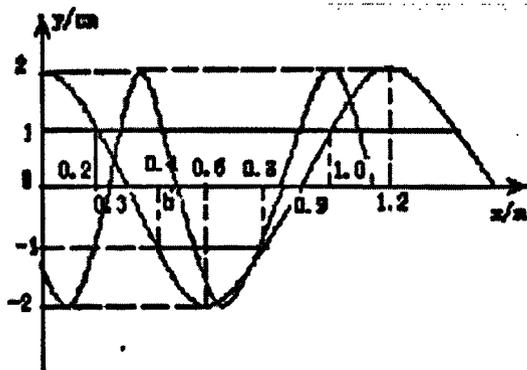


图 2-2-1

如图 2-2-1,  $\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{12}\right)\lambda = 0.4$ ,  $\lambda = 1.2$ 。根据  $v = \frac{\lambda}{T}$ ,  $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{1.2}{2} = 0.6s$ ,

A 正确, 从此时刻起经过  $0.5s$ , 即  $\frac{5}{6}T$ , 波沿  $x$  轴正方向传播  $\frac{5}{6}\lambda = 1.0m$ , 波峰到  $x=1.2m$  处, C 正确。

图 2-2-2,  $\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{12}\right)\lambda = 0.4$ ,  $\lambda = 0.6m$ , 根据  $v = \frac{\lambda}{T}$ ,  $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.6}{2} = 0.3s$ ,

B 错误; 从此时可起经过  $0.5s$ , 即  $\frac{5}{3}T$ , 波沿  $x$  轴正方向传播  $\frac{3}{5}\lambda = 1.0m$ , 波峰到  $x=1.0m$

处,  $x=0.4$  的  $b$  在波峰, D 正确。

故答案为 ACD

解答这类题目是要认真审题, 读懂文字或图像所表达的意思, 然后根据自己的理解绘制合乎题意的图像, 结合图像再对题目进行分析得出最终结论。

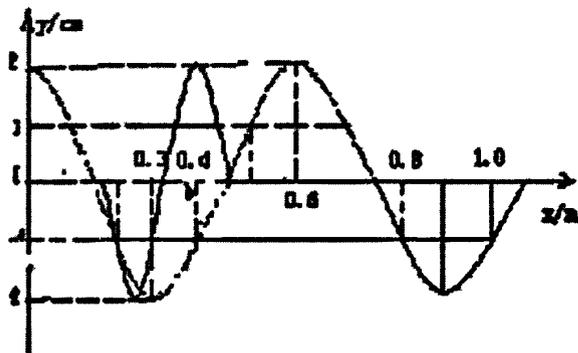


图 2-2-2

### (3) 用图能力

高中物理中的有些题目既可以采用数学解析法来求解, 也可以采用图像法来求解。但采用不同的解题方法, 解题过程的复杂程度和所花费的时间及精力却大相径庭。当所求解的问题采用解析法难度较大时, (比如所用的数学知识超出了高中生现有的数学水平; 或者用解析法求解时所列出的方程较为复杂) 用图像法处理常可以化起到繁为简、化难为易的效果。

运用图像求解物理问题是识图能力和图像绘制能力的综合体现, 在高考中属于较高层次的要求。通常以定性作图为基础, 在某些具体问题中, 也需要定量地绘制出物理量间的函数关系图线, 然后进行较深入的探讨和分析。

以 2006 年全国高考 1 试卷中的第 24 题为例, 分别采用解析法和图像法来求解。

一水平的浅色长传送带上放置一煤块(可视为质点), 煤块与传送带之间的动摩擦因数为 $\mu_0$ 。初始时, 传送带与煤块都是静止的。现让传送带以恒定的加速度 $a_0$ 开始运动, 当其速度达到 $v_0$ 后, 便以此速度做匀速运动。经过一段时间, 煤块在传送带上留下了一段黑色痕迹后, 煤块相对于传送带不再滑动。求此黑色痕迹的长度。

方法一(解析法):

根据“传送带上有黑色痕迹”可知, 煤块与传送带之间发生了相对滑动, 煤块的加速度 $a$ 小于传送带的加速度 $a_0$ 。

根据牛顿定律, 可得 
$$a = \mu g$$

设经历时间 $t$ , 传送带由静止开始加速到速度等于 $v_0$ , 煤块则由静止加速到 $v$ ,

则有 
$$v_0 = a_0 t \quad v = at$$

由于 $a < a_0$ , 故 $v < v_0$ , 煤块继续受到滑动摩擦力的作用。

再经过时间 $t'$ , 煤块的速度由 $v$ 增加到 $v_0$ , 有 
$$v_0 = v + at'$$

此后, 煤块与传送带运动速度相同, 相对于传送带不再滑动, 不再产生新的痕迹。

设在煤块的速度从 0 增加到 $v_0$ 的整个过程中, 传送带和煤块移动的距离分

别为 $s_0$ 和 $s$ , 有 
$$s_0 = \frac{1}{2}a_0 t^2 + v_0 t' \quad s = \frac{v_0^2}{2a}$$

传送带上留下的黑色痕迹的长度 
$$l = s_0 - s$$

由以上各式得 
$$l = \frac{v_0^2(a_0 - \mu g)}{2\mu a_0 g}$$

方法二(图像法):

分析与求解:

由题意可知煤块一直做匀加速直线运动直到速度增至  $v_0$ ，加速度大小为  $a = \mu g$ ，设经历时间为  $t$ ，

而传送带则先以加速度  $a_0$  做匀加速直线运动至速度增为  $v'$ ，然后以  $v_0$  做匀速直线运动，设加速过程经历的时间为  $t'$ ，

根据题意作出符合题意的  $v-t$  图像，如图 2-3-1 所示：

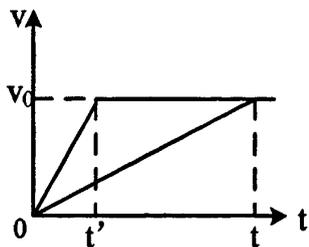


图 2-3-1

由图像可得传送带上留下的黑色痕迹的长度

$$\begin{aligned}
 l &= \frac{1}{2}v_0t' + v_0(t-t') - \frac{1}{2}v_0t \\
 &= \frac{1}{2}v_0t - \frac{1}{2}v_0t' \\
 &= \frac{1}{2}v_0 \cdot \frac{v_0}{\mu g} - \frac{1}{2}v_0 \cdot \frac{v_0}{a_0} \\
 &= \frac{v_0^2(a_0 - \mu g)}{2\mu a_0 g}
 \end{aligned}$$

从以上两种解法的比较中可以看出利用图像法求解问题时要比解析法的思路要清晰，一个简单的图像就把题目所隐含的信息全部包括进去了，直观简单。图像作出后，解题过程也相对简单的多。利用图像法求解问题的关键是要读懂题意，并且绘制出符合题意且有利于问题求解的图像，比如上题中画  $v-t$  图像使得解题过程大大简化，如果作出的是  $s-t$  图像或其他图像则会给解题造成很大的困难。怎样利用图像才能使解题过程简化，这要靠平日的练习，才能达到比较熟练的程度。

### 2. 1. 2 高中物理对图像法应用的分类

分析近几年全国各地的物理高考试卷，对出现的应用图像法求解的物理问题进行归类分析，考察点主要有以下几类：

(I) 以已知条件出现，不考察物理知识及规律，只为描述数学背景或物理情景出现。

图像以已知条件给出,有时给出对应的函数表达式或对应的物理规律,只是为了描述题目所对应的物理情景或数学背景,让学生对题目有一个直观的认识。图像仅仅只是一个可有可无的条件,并不考察物理知识或物理规律,即使没有该图像,根据题目的其他信息一样可以顺利完成解答。

如2007年上海高考试卷中的第5题:

在竖直平面内,一根光滑金属杆弯成如图2-4所示形状,相应的曲线方程为

$$y=2.5 \cos\left(kx+\frac{2}{3}\pi\right) \quad (\text{单位: m}), \text{ 式中 } k=1\text{m}^{-1}。 \text{ 将一光滑小环套在该金属杆上,}$$

并从  $x=0$  处以  $v_0=5\text{m/s}$  的初速度沿杆向下运动,取重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ 。则

当小环运动到  $x=\frac{\pi}{3}$  m 时的速度大小  $v=$  \_\_\_\_\_ m/s; 该小环在  $x$  轴方向最

远能运动到  $x=$  \_\_\_\_\_ m 处。

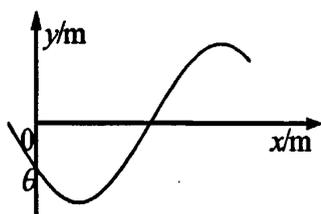


图 2-4

解析: 由于  $k=1\text{m}^{-1}$ , 当  $x=0$  时, 把  $x=0$  代入公式  $y=2.5 \cos\left(kx+\frac{2}{3}\pi\right)$ , 解得

$$y_0=-1.25\text{m};$$

当  $x=\frac{\pi}{3}$ , 把  $x=\frac{\pi}{3}$  代入公式  $y=2.5 \cos\left(kx+\frac{2}{3}\pi\right)$ , 解得  $y_1=-2.5$  m;

可见小球在光滑金属杆上是往下运动的, 取  $x$  轴所在平面为零势能面,

由机械能守恒得(设小球质量为  $m$ ):  $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgy_0 = \frac{1}{2}mv^2 + mgy_1$ , 代入数

$$\text{据解之得: } v=5\sqrt{2} \text{ m/s};$$

当小球的速度减为零时, 由机械能守恒得:  $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgy_0 = 0 + mgy_2$ , 得  $y_2=0$ ;

将  $y_2=0$  代入公式  $y=2.5 \cos\left(kx+\frac{2}{3}\pi\right)$ , 并考虑到小球运动的实际情况,

所以 $\left(kx + \frac{2}{3}\pi\right)$  只能取 $\frac{3\pi}{2}$ , 由此解得 $x = \frac{5\pi}{6}$ 。

从整个解题过程来看, 所给的图像仅仅是为了描述余弦函数 $y = 2.5 \cos\left(kx + \frac{2}{3}\pi\right)$  的形状, 让学生对该余弦函数的图像有个直观的认识, 或者说题目给出了该小球的运动径迹。从图像中我们并不能获取更多的解题信息, 这类题目在高中物理习题和高考试卷中也是经常遇见的。

(II) 题目信息以图像给出, 考察获取基本知识和运用基本知识的能力。

图像中给出了题目所包含的部分或全部信息, 通过观察和分析图像, 挖掘解题条件。并把图像与对应的物理知识联系起来, 使得题目得以顺利求解。如果没有对应的图像, 仅根据文字表述是表达不清楚的, 解题也就无从下手。这类题目在每年的高考中是必考题, 而且题目类型常考常新。

如 2009 年全国高考卷 2 中的第 15 题:

两物体甲和乙在同一直线上运动, 它们在 $0 \sim 0.4\text{s}$  时间内的 $v-t$  图像如图 2-5 所示。若仅在两物体之间存在相互作用, 则物体甲与乙的质量之比和图中时间 $t_1$  分别为 (B)

- A.  $\frac{1}{3}$  和 0.30s      B. 3 和 0.30s  
C.  $\frac{1}{3}$  和 0.28s      D. 3 和 0.28s

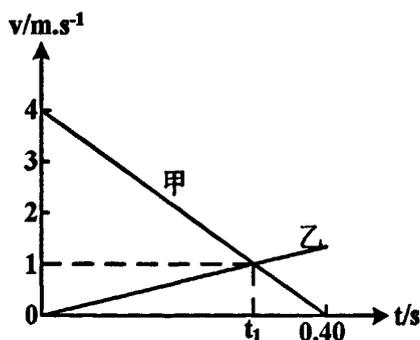


图 2-5

解析: 根据速度图像的特点可知甲做匀加速, 乙做匀减速。

根据 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  得 $3a_{\text{甲}} = a_{\text{乙}}$ ;

根据牛顿第二定律有 $\frac{F}{m_{\text{甲}}} = \frac{1}{3} \frac{F}{m_{\text{乙}}}$ , 得 $\frac{m_{\text{甲}}}{m_{\text{乙}}} = 3$ ,

$$\text{由 } a_z = \frac{4}{0.4} = 10 \text{ m/s}^2 = \frac{1}{0.4-t}, \text{ 得 } t=0.3 \text{ s,}$$

所以 B 正确.

由以上的解题过程可见, 甲、乙两物体的运动形式是通过  $v-t$  图像来描述的, 题目信息隐藏在图像中, 通过对图像的解读获取相关的信息, 并结合相应的物理规律使得问题得以求解。如果没有图像, 我们就无从获取解题信息, 进一步解题就受到了阻碍。

### (III) 由题目信息画出对应的图像, 考察学生绘制图像的能力

题目信息通过语言文字或相应的图画、表格及其他形式给出, 通过阅读这些信息挖掘解题条件, 画出符合题意的图像。要求学生对语言文字或图像、表格有一定的理解, 并具有一定的绘图能力。

如 2010 年上海高考的第 19 题:

如图 2-6, 一有界区域内, 存在着磁感应强度大小均为  $B$ , 方向分别垂直于光滑水平桌面向下和向上的匀强磁场, 磁场宽度均为  $L$ , 边长为  $L$  的正方形框  $abcd$  的  $bc$  边紧靠磁场边缘置于桌面上, 使线框从静止开始沿  $x$  轴正方向匀加速通过磁场区域, 若以逆时针方向为电流的正方向, 能反映线框中感应电流变化规律的是图 ( )

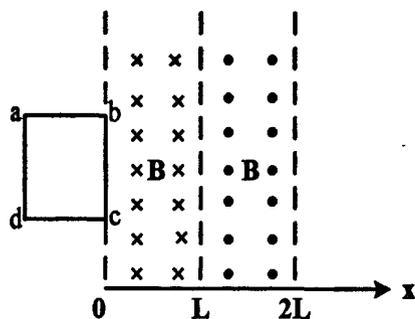
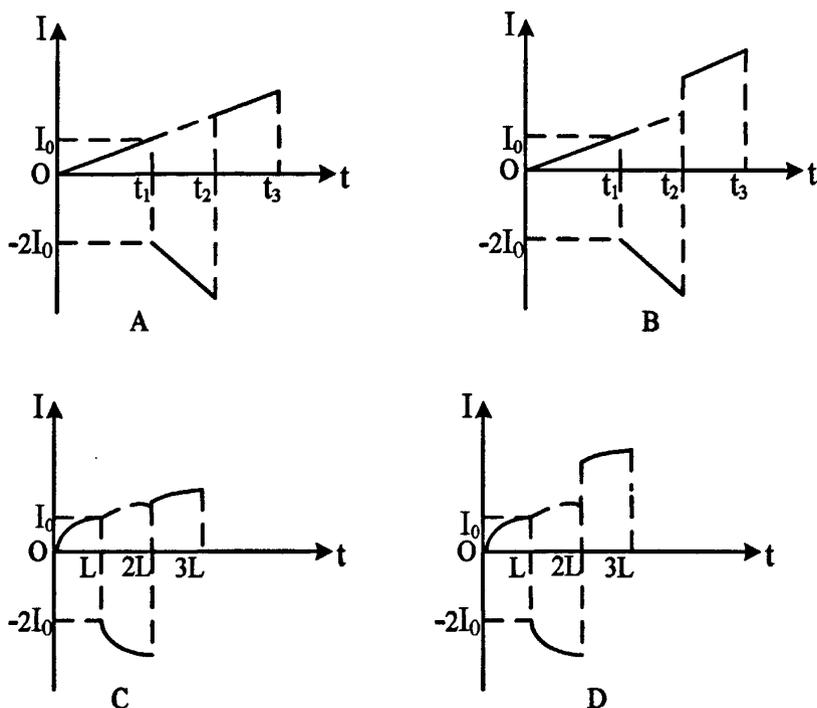


图 2-6



**解析：**由于线框宽度和两磁场宽度是一样的，并且线圈是匀加速通过磁场区域的，所以开始一段时间是  $bc$  边切割磁感线产生逆时针方向的电流，且强度逐渐变大；当  $bc$  边进入另一个磁场区域时，切割磁感线产生电流的有两条边，分别为  $bc$  和  $ad$ ，并且电流方向为顺时针方向，线圈内电流强度为两者之和；当  $bc$  边离开磁场区域时，切割磁感线产生感应电流的只有  $ad$  一条边，线圈中电流方向为逆时针方向。根据题意可看出正确答案为 AC。

这类题目的答案往往不是唯一的，解题时要认真阅读题目给出的条件，并深入挖掘解题信息，最后得出的结论也往往有多种表达。

(IV) 从给出的图像画出所对应的另一种图像，考察学生的信息转述能力。

题目信息通过图像给出，通过读图及文字叙述获取解题信息，然后深入挖掘解题条件，画出与题意对称的另外的函数图像，能反映出正确的物理规律和物理过程。这类题目常以选择或计算题目出现，出题点也相对比较集中，常见于  $v-t$ 、 $s-t$ 、 $a-t$  图像间的相互转译；振动图像与波动图像间的相互转述及电磁学中。

下面是 2009 年全国卷 1 中的一道题目(第 20 题)：

一列简谐横波在某一时刻的波形图如图 2-7-1 所示，图中 P、Q 两质点的横

坐标分别为  $x=1.5\text{m}$  和  $x=4.5\text{m}$ 。P 点的振动图像如图 2-7-2 所示。

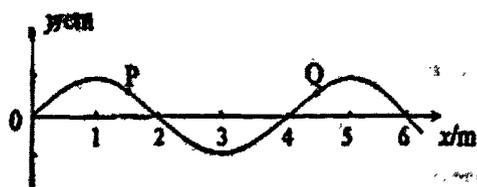


图 2-7-1

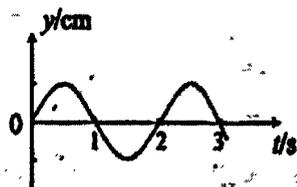
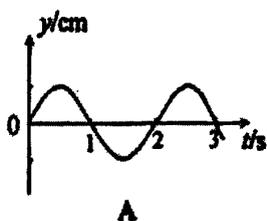
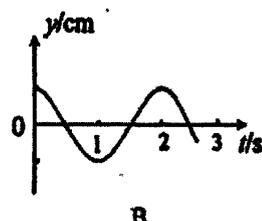


图 2-7-2

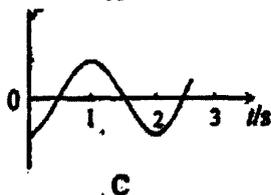
在下列四幅图中，Q 点的振动图像可能是 (BC)



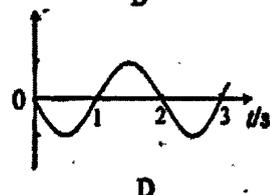
A



B



C



D

解这道题目的关键是正确理解波动图像与质点振动图像之间的关系。从图 1 中可以看出

该波的波长为 4 米，P、Q 之间的距离为 3 米，相当于  $\frac{3}{4}$  个波长，所以 P、Q 两点的振动形式相差  $\frac{3}{4}$  次全振动。但由于波的传播方向未知，所以答案有两个。

解这类题目的关键是把已知条件及所给的图像理解透彻，把图像的物理意义弄清楚，把图像的内涵和外延弄明白，然后再根据所对应的物理知识选出正确的另一种图像表达。

(V) 用图像法处理实验数据可以减小偶然误差，考察学生运用图像处理问题的能力

物理学是一门以实验为主的科学，花很多时间和精力得到的实验数据选择什么样的处理方式很重要。利用相关的物理公式一组组代入，当然可以，但这样必然要花费很长的时间。并且在得到的实验数据中，由于偶然误差的出现可

能有某些数据是不符合题意，本应舍弃的，但如果不注意也代入公式进行计算的话，必然使得实验误差将更大。那么采用图像法，选择合适的坐标系，把对应的点描到坐标系里，把某些偏差很大的点舍弃，再把剩下的符合实际的实验数据连成平滑的曲线，利用所得到的图线再做进一步处理。利用所得的曲线来分析某些物理量不仅直观，而且可以减小实验中出现的偶然误差。而且现在由于 DIS 实验工具的引进，也使得图像法处理实验数据变得比较简单方便，也使得处理过程大大简化。

这不仅成为在平常的实验中处理数据的一种重要方法，而且在近几年的高考中也成为一个热点。如 2009 年上海高考试卷的第 17 题为例：

如图为用“DIS（位移传感器、数据采集器、计算机）研究加速度和力的关系”的实验装置。

(1) 在该实验中必须采用控制变量法，应保持\_\_\_\_\_不变，用钩码所受的重力作为\_\_\_\_\_，用 DIS 测小车的加速度。

(2) 改变所挂钩码的数量，多次重复测量。在某次实验中根据测得的多组数据可画出  $a-F$  关系图线（如图 2-8 所示）。

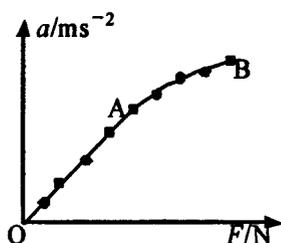


图 2-8

① 分析此图线的 OA 段可得出的实验结论是\_\_\_\_\_。

② (单选题) 此图线的 AB 段明显偏离直线，造成此误差的主要原因是 ( )

- (A) 小车与轨道之间存在摩擦      (B) 导轨保持了水平状态  
(C) 所挂钩码的总质量太大      (D) 所用小车的质量太大

在这个实验中,由于采用了DIS实验,实验数据通过计算机用图像表达出来,根据所得图像来分析具体的物理问题,实验过程与实验数据均比较符合实际情况,而且减少了实验过程中由于人为因素或其他原因造成的偶然误差。

### 2. 1. 3 对上海市 2010 年高考物理试卷的简单分析

对上海市 2010 年物理高考试卷的分析依然可以看出,图像法在整套试卷中的地位也是相当高的。上海卷共有 33 道题目,其中有 7 道题目涉及到图像法的应用(分别为 14、16、17、18、19、20、28、29 题),共 34 分,占试卷总分的 22.7%。整套试卷中出现了 25 幅图,其中有 10 幅图涉及到图像法的应用。从不同侧面考察了学生对图像法的理解和应用。现对其做简单分析:

第 14 题并没有出现图像,但学生心中必须有分子力随分子间距变化的图像才能顺利解答;第 16 题要求从给出的波形变化选择符合题意的下一时刻的波形变化,学生要有一定的信息提取能力,考察了学生的信息转述能力;第 17 题和 18 题以图像的方式给出解题信息,学生必须理解图像,读懂图像所表达的物理意义,考察获取基本知识和运用基本知识的能力;第 19 题和 20 题要求学生从文字叙述中及相应的图中找到绘制图像的基本信息,考察学生绘制图像的能力;第 28 和 29 题是利用 DIS 实验通过计算机拟合的实验图线对实验过程及实验结论进行分析。

## 2. 2 图像的物理意义及功能

如果学生能够理解有关图像所表达的物理意义,充分提取图像所隐含的信息,以及掌握如何利用图像来解决相应的物理问题,那么对于他们来说不仅仅是学会了一种解题方法,更重要的是对问题的物理本质有了更深层次的理解,对提高学生的科学思维能力和物理精神素养也会有很大的帮助。

理解物理函数图像,就是能由图像中坐标轴所代表的物理量,推断出图像所表述的物理意义和描述的物理情景,并能将函数图像与函数方程联系起来,进一步获取信息。在不同的图像中“点”、“线”、“面”、“斜率”、“截距”等有其相应的物理意义,需熟练掌握并且能够灵活应用。

### 2. 2. 1 图像的物理意义

#### (1) 图像中的“点”

物理图像中的曲线是由无数的点组成的,每一个点不仅有对应的坐标值,

而且还有特定的物理意义。图像中的点往往对应物理过程中的某一个物理状态，根据对应的物理规律往往可以得出一些结论。另外还要注意，在图像中有一些特殊的点，弄清楚这些特殊点的物理意义，则能够为物理问题的顺利解决带来意想不到的便捷，这些点包括交点、端点、极值点、拐点等。

交点包括图线与坐标轴的交点和同一坐标系中两条不同曲线的交点。图线与坐标轴的交点表示物体处于特定的物理状态，比如  $v-t$  图像中图线与  $v$  轴的交点表示物体开始运动时的速度即初速度，而与  $t$  轴的交点则表示物体速度为零的时刻，等等。

端点是指图像的起始点和终止点，在有些物理图像中，由于某些限定条件图线不可能无限延伸，因此弄清端点坐标值也是利用图像法求解物理问题的一个重要方面。

图像中存在的一些极值点往往是问题得以顺利求解的关键，比如电源输出功率与外电阻之间的函数关系图线  $P-R$  曲线中的极值点，从这个点很容易求出电源输出最大值时所对应的外电阻的值。

有些函数图线并不是一条直线，而是由不同区间的函数共同组成的，这样在函数图线连接处就会出现拐点，表示物体的状态发生了根本的变化，弄清楚拐点的物理意义对于理解物理问题有极大的帮助。

## (2) 图像中的“线”

线是物理图像的重要组成部分，根据图像中图线的特征可以初步掌握所反映的物理过程以及两个相关物理量的变化趋势，是分析图像所呈现的物理规律和物理内容的基础和前提。在中学物理中，常见的图线有直线和曲线两大类。直线一般表示两个物理量呈线性变化，而两者的比率或者变化量的比率有一定的物理意义，如  $s-t$  图线如果为一条直线，则表示物体做单向直线运动，二者的比值即为物体运动时的速度大小。

图像为曲线的情况则相对较多，从曲线的形状则可以得出相应的物理规律。机车以恒功率启动时的  $F-v$  图像中图线为双曲线的一支，表明牵引力与速度成反比；简谐运动的  $y-t$  图像为余弦曲线，表明质点振动的位移与时间的变化关系具有周期性；受迫振动中的振幅  $A$  与驱动力的频率  $f$  的关系图像  $A-f$  中的图线为“中间大，两头小”的类正态分布曲线，表明随着外界驱动力频率的不断

增大, 振子的振幅是先增大后减小的, 当驱动力的频率与振子的固有频率相等时振幅最大, 等等。

### (3) 图像中的“面”

在物理图像中, 图线与坐标轴所围的面积的值往往与某一变化过程的物理量相对应, 代表该物理量的大小。此时只要看两坐标轴所代表的物理量的乘积有无实际的物理意义, 可以从物理公式分析, 也可以从单位的角度入手来分析“面积”的含义。

物理图像中“面积”有两种情况, 一种情况是图线与横轴所围的面积, 它反映了纵轴所代表的物理量随横轴所代表的物理量的累积效果, 在中学阶段多见于某物理量对时间、空间的累积效果。如  $v-t$  图像中图线与横轴所围面积表示物体在  $t$  时间内的位移大小;  $F-t$  图像中图线与横轴所围面积表示力对物体冲量的大小;  $F-s$  图像中的面积表示力对物体所做的功;  $I-t$  图像中的面积表示通过某一横截面的电量的多少;  $P-V$  图像中的面积表示气体在体积变化时外力所做的功等等。一般情况下规定横轴上方的面积值为正, 下方的面积值为负, 不论该“面积”表示的物理量是矢量还是标量, 最终结果应取代数和。

再一种情况是以图像上某点的纵横坐标为临边的矩形面积, 它反映了这一状态下的两个物理量的乘积所表示的物理量的瞬时值。如理想气体状态变化的  $P-V$  图像中, 图线上某点与坐标轴所包围的矩形面积, 表示一定质量的气体在该状态时温度的高低 (如图 2-9-1); 路端电压随电流变化的  $U-I$  图像中, 图线上的某一点与纵横坐标所围的矩形面积表示此时电源的输出功率 (如图 2-9-2), 结合具体问题还可以继续分析, 当电路所连接的外电阻不同时, 电源的输出功率也不同。

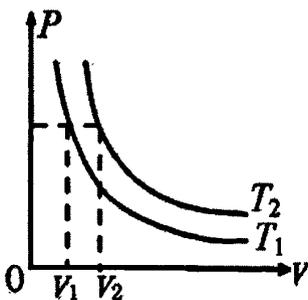


图 2-9-1

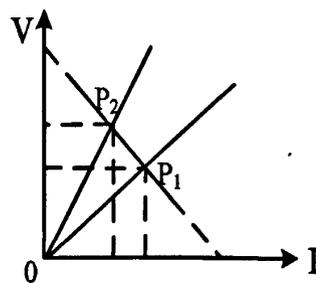


图 2-9-2

利用图像的面积的特点,理解图像的面积所表示的物理意义,在求解物理问题时特别是解决变量问题时很有效。不仅可以把隐含的条件暴露出来,使思路更加清晰,而且在很多情况下可以使解题过程得到简化,起到事半功倍的效果。

#### (4) 图像的斜率

图线的斜率即横坐标与纵坐标的相对变化率,可以从物理公式的角度,也可以从单位的角度来分析图像的斜率,其大小和正负往往代表另一个物理量的变化规律。斜率的大小表示对应的物理量的大小,如果对应的物理量是矢量,斜率的正负表示方向;若为标量,斜率的正负则没有实际意义,计算式应取其绝对值。利用图像的斜率可以进行定量的计算,也可以进行定性的分析。

在具体问题中,图像的斜率有两种情况,一种是过图像上某一点切线所对应的斜率( $k=\tan\alpha$ ),当某物理量可用 $C=\frac{\Delta A}{\Delta B}$ 表示时,也即该物理量可用微元法来求解时,适用于该种情况。如 $s-t$ 图像中的斜率表示速度, $v-t$ 图像的斜率表示加速度, $\Phi-t$ 图像的斜率表示感应电动势等。在 $s-t$ 图像和 $v-t$ 图像中,如果图线为直线,则表示物体做匀速直线运动或匀加速直线运动,若为曲线则表示物体做变速运动。

另外一种情况是图线上某点和坐标原点的连线的斜率( $k=\tan\alpha$ )表示特定的物理量,当某物理量可用 $C=\frac{A}{B}$ 表示时,适用于此种情况,表示该物理量只能与某一状态相对应,不能通过平均极限的方法来代替。如 $U-I$ 图线的斜率表示电阻的大小, $F-q$ 的斜率表示场强的大小和方向, $\epsilon-q$ 的斜率表示电势的大小等。

正确理解和解释图像斜率的物理意义,是全面分析图像的一个重要方面。

#### (5) 图像的截距

图像的截距是指图线与两坐标轴的交点对应的坐标值,表示横、纵坐标在“边界”条件下的大小。该数值往往具有一定的物理意义,当研究的两个物理量其中某一参量为零时,另一个物理量的特殊状态,有着丰富的内涵,需要经过深入的分析才能揭示出其隐含的物理内容,常通过函数条件来确定。

在具体的物理问题中采用图像法求解,弄清截距的物理意义,有时可以使解题过程大大简化,起到意想不到的效果。比如在闭合电路的 $U-I$ 图像中, $U$

轴截距表示电源电动势的大小, 而  $I$  轴截距则表示电源被短路时的电流大小, 利用这两个条件可以进一步求解其他相应的物理量。再比如验证牛顿第二定律的  $a-F$  图像中, 若  $a$  轴有截距表示平衡摩擦力过大, 若  $F$  轴有截距则表示没有平衡摩擦力或平衡摩擦力过小, 根据图像再对实验装置或实验过程加以改进。

## 2. 2. 2 物理图像的功能

结合高中物理课程的教学安排, 图像法在高中物理中的应用主要有: (1) 描述物理概念、规律及物理过程。(2) 处理实验数据, 总结物理规律。(3) 推导某些物理公式。(4) 通过作图或对图像分析解决问题。

### (1) 描述物理概念、规律及物理过程

图像中的每一个点均代表物体所处的每一个物理状态, 由不同的点连接而成的平滑的曲线便可以反映相应物理量的具体变化过程。用图像法描述物理规律具有形象直观的特点, 可以清晰地描述其动态的变化特征, 能够把物理量之间的相互依赖关系、周期性等通过曲线直观地展现出来。通过对图像的分析 and 比较, 能够使学生较容易地理解物理过程、发现物理规律, 这种直观的印象有时能诱使学生做进一步探讨和分析, 能使透过简单的物理现象发现其中所蕴含的物理本质。

物理图像法可以直观地反映某一物理量随另一物理量变化的函数关系, 简洁而形象地描述一些物理概念、物理规律和物理过程, 从而可以避免繁琐的语言描述。使学生在进行抽象思维的同时, 利用图像的视觉冲击效果, 有助于对物理知识的理解和记忆、准确把握物理量之间的定性及定量关系并理解问题的物理意义。物理图像的形象性和直观性在帮助学生记忆物理知识的记忆和理解上, 真正起到了“提纲挈领”的作用, 达到了“减负”的效果。

### (2) 处理实验数据, 总结物理规律。

物理是一门以实验为基础的自然科学, 物理学中的定律和结论, 绝大多数是通过实验探索而总结出来的。也就是通过大量的实验观察、分析、最终得出结论。而实验也是学生接受物理知识最符合认知规律的一种方法。通过实验, 学生可以直观地观察物理现象, 理解物理学的严谨性和科学性。

在进行物理实验时, 除了要认真观察实验现象以外, 我们还要记下一些重要的数据, 对这些数据进行归纳整理以后, 才能从复杂的物理表象中总结隐藏

的物理规律。对实验数据的处理,要运用数学工具,学生往往会被复杂的运算和大大小小的实验误差所吓倒,而得不出正确的结论;而且还有一些数据在实验中无法直接测量出,但是图像法却能够很好地解决这些问题。用图像法处理数据,是有效减小实验误差的一种方法,更是探寻研究物理量之间变化规律的有效途径。用图像法探究实验结论,也是近几年高考的命题方向。

在近几年的高考中,往往会给出一些实验的函数关系图线,要求从中分析出要求的一些物理规律和隐含的数据。实验图线反映了两个物理量之间的相互依赖关系,在遇到不熟悉的实验图线时,要从熟知的规律和图线信息出发,研究推导物理量之间的关系,从而使图线所隐含的物理信息显现出来。

### (3) 建立某些物理公式

图像能直观地显示相应的物理量之间的相互关系和变化规律,反映一定的物理原理,图像不仅反应了物理量在若干个特定条件下的数值和状态,而且可以反应物理量在一般条件下的数值和状态。因此,我们可以由若干个特定条件下得到的状态下得到的数据,绘出图像,并由此拓展分析,导出经验公式,即从图线条件出发,推导物理量之间的关系。

在物理习题中,根据所给出的具体的函数图像,分析其物理意义。通过图像中的数据可以得出其对应的代数解析式,通过具体数据的分析再把其推向一般情况,可以得到一些特殊的物理公式。对于相同或相近的物理过程,其规律均适用。

### (4) 通过作图或对图像分析解决问题。

有些物理题目中并没有图像存在,表面上看似乎与物理图像无关。解析时可以采用代数解析法,也可采用图像法。但采用解析法时由于已知条件的较复杂,需要列许多方程才能求解,方程组越多求解过程就越复杂,很多情况下学生对求解如此繁杂的方程失去了耐心,而最终放弃了对结果的求解。而采用图像法,限定某些物理量后,作出其中两个物理量之间的函数图像,从图像的斜率、面积、截距等的数值中可以很容易地求出一些物理量,从而使求解过程大大简化。

还有一些物理问题要用到高等数学的知识,由于高中生现有数学水平的限制,而无法列出数学方程,或列出一些无法求解的方程,从而使得此类习题无

法进一步求解。而根据题目所给出的条件找出某两个物理量间的大致关系，从而绘出它们之间的函数图像，从函数的大致走向和图像本身的物理意义，就可以很容易地使问题得以求解。

如 2009 年江苏高考试卷第 9 题：

如图 2-10 所示，两质量相等的物块 A、B 通过一轻质弹簧连接，B 足够长、放置在水平面上，所有接触面均光滑。弹簧开始时处于原长，运动过程中始终处在弹性限度内。在物块 A 上施加一个水平恒力，A、B 从静止开始运动到第一次速度相等的过程中，下列说法中正确的有（ ）

- A. 当 A、B 加速度相等时，系统的机械能最大
- B. 当 A、B 加速度相等时，A、B 的速度差最大
- C. 当 A、B 的速度相等时，A 的速度达到最大
- D. 当 A、B 的速度相等时，弹簧的弹性势能最大

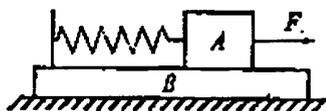
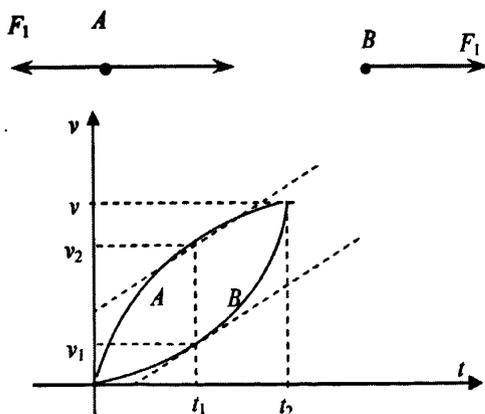


图 2-10

解析：对 A、B 在水平方向受力分析如图， $F_1$  为弹簧的拉力；

当加速度大小相同为  $a$  时，对 A 有



$$F - F_1 = ma,$$

$$\text{对 B 有 } F_1 = ma, \text{ 得 } F_1 = \frac{F}{2},$$

在整个过程中 A 的合力（加速度）一直减小而 B 的合力（加速度）一直增大，在达到共同加速度之前 A 的合力（加速度）一直大于 B 的合力（加速度），之后 A 的合力（加速度）一直小于 B 的合力（加速度）。

两物体运动的  $v-t$  图像如图， $t_1$  时刻，两物体加速度相等，斜率相同，速度差最大， $t_2$  时刻两物体的速度相等，A 速度达到最大值，

两实线之间围成的面积有最大值即两物体的相对位移最大，弹簧被拉到最长；除重力和弹簧弹力外其它力对系统正功，系统机械能增加， $t_1$  时刻之后拉力依然做正功，即加速度相等时，系统机械能并非最大值。

像这类题目考察的知识点往往比较多，或者考察的知识点相对较复杂，直接利用解析法比较复杂或者所用知识超越了高中生目前的知识水平。解这类题目的关键是要认真读题，弄清题意，作出符合题意的图像，只要能定量或定性地反映物理量间的关系，然后根据所画出的图像做进一步的分析。

### 第三章 图像法在高中物理教学中的应用

#### 3.1 对高考及高中物理教材中物理图像的分析

现行的物理教材,物理图像已经成为其中的重要元素,图像法越来越受到关注,同时这也符合高考发展的趋势,先对近几年上海高考物理试卷中图像题的分析来看物理图像法的重要性。

##### 3.1.1 来自上海物理高考评价报告的数据

高考是教学的指挥棒,高考改革的趋势也将决定着全社会教学目标的变化,以下是对近几年上海高考物理试卷的分析结果,数据来自上海市高考评价报告,表格中的难度指的是通过率。

2007年上海加一选物理的考生有26560人,平均分为104.15分,最高分150分,最低分7分。数据分析采用抽样统计的方法,数据来自372个样本,样本平均分为104.8分,最高分145分,最低分23分,标准差为23.00。样本检验结果:样本平均与总体平均无显著差异,样本有效。样本的 $\alpha$ 信度系数为 $0.8528 > 0.8$ ,说明考试结果可靠性较好,具有较高的信度。下表列出了07年上海高考试题中所选取样本中有关图像题的考生通过率及区分度。

表3-1 07年高考图像题的难度(通过率)及区分度

题号	2A	5	9	12	14	16	17	18	19B	20	23
难度	0.66	0.67	0.67	0.68	0.76	0.39	0.72	0.47	0.87	0.85	0.3
	8	1	7	5	4	4	2	1	6	7	55
区分度	0.37	0.46	0.54	0.50	0.45	0.53	0.55	0.51	0.42	0.66	0.7
	8	9	3	7	8	0	9	1	7	0	05

2008年上海考生加一选物理的人数为23244人,约占全体考生的23.88%,平均分为93.4分,最高分148分,最低分6分。数据分析采用抽样统计的方法,数据来自446个样本,样本均分为92.99,标准差为22.79。总体平均分为93.4。取 $\alpha=0.05$ ,单样本 $t$ 检验结果中相伴概率为0.705,远大于显著性水平 $\alpha$ ,因此可以认为样本平均与总体平均无显著差异,样本有效。下表列出了08年上海高

考试中所选取样本中有关图像题的考生通过率及区分度。

表 3-2 08 年高考图像题的难度 (通过率) 及区分度

题号	8	9	10	17	21	22	23
难度	0.756	0.899	0.646	0.672	0.646	0.643	0.441
区分度	0.474	0.271	0.465	0.530	0.585	0.668	0.733

从表 3-1 和表 3-2 中所列出的数据, 整体来看, 高考关于图像题的考察难度并不是很大, 并且图像题有很好的区分度。结合表 3-1 和表 3-2 来分析, 可以看出高考对于图像法所考察的知识点是相当广泛的, 几乎每个知识点都涉及到图像法。但以力学中  $s-t$ 、 $v-t$  图像、简谐振动及波动图像, 热学中的  $P-V$ 、 $V-T$ 、 $P-T$  图像, 电学中的  $U-I$ 、 $U-t$ 、 $I-t$ 、 $P-R$  等图像, 以及由此衍生出来的一些题目较多。这些题目并没有超越高中生的知识范围, 但需要学生摆脱常规思维的羁绊。另外, 用图像处理实验问题也日益成为高考的重点和热点。

### 3. 1. 2 对高中教材中的图像分类分析

不管是哪个版本的物理教材, 只要打开就会看到一幅幅美妙的曲线, 向我们展示着物理学的魅力。这些曲线种类繁多, 包括示意图、轨迹图等。把和该研究有关的图像汇总起来, 可以看出几乎每个章节都有涉及。具体说来, 在现行高中物理教材中常见的图像有

#### 1. 按内容分:

力学中的位移—时间 ( $s-t$ ) 图像、速度—时间 ( $v-t$ ) 图像、加速度—时间 ( $a-t$ ) 图像、加速度—质量倒数 ( $a-1/m$ ) 图像、力—时间 ( $F-t$ ) 图像、力—位移 ( $F-s$ ) 图像、机械振动图像 ( $y-t$ )、机械波图像 ( $y-x$ )、共振曲线 ( $A-f$ ) 图像等。

热学中的分子力随分子间距离变化的 ( $F-r$ ) 图像、压强—体积 ( $P-V$ ) 图像、体积—温度 ( $V-T$ ) 图像、压强—温度 ( $P-T$ ) 图像等。

电磁学中的伏安特性曲线 ( $U-I$ ) 图像、路端电压—电流 ( $U-I$ ) 图像、交变电流的  $e-t$ 、 $i-t$  图像、电磁振荡过程中的  $i-t$ 、 $q-t$  图像、 $U-t$ 、 $I-t$ 、 $P-R$ 、 $B-t$  图像等。

#### 2. 按图像的形状分:

直线,余弦函数,双曲线,抛物线,指数函数图像,分段函数图像及其他类型函数图像等。

3. 按对学生考察能力可分为:

识图能力:弄清图像的物理意义,即理解图像中的点、线、面、截距、面积等在特定图像中的具体含义。

绘图能力:根据题意描述绘出符合题意的图像或者选择合适的坐标和标度绘制出方便解题的图像。

用图能力:应用函数图像求解物理问题或某些用解析法求解比较困难的问题。

### 3. 2 树立应用图像法进行教学意识,把握运用图像法进行教学的目标要求

从上面的分析可以看出,应用图像法求解物理问题不仅是一种常见的,而且是一种非常有效的解题方法,而且在高考中所占的地位也在日益增加。因此,图像法在中学物理教学中应当引起足够的重视,掌握图像法不仅仅使学生多了一种解题方法,也是对其科学思维方式的提高。

#### 3. 2. 1 注重应用图像法进行物理教学可以达到的教学目的

图像法不仅是一种重要的解题方法,更是一种重要的思维方法。物理教师在课堂上注重图像法的教学,不仅可以提高学生解题的能力,而且能够在一定程度上锻炼学生的发散思维能力,这无疑对学生今后的发展有着重要意义。在物理课堂上注重图像法的教学,可以达到以下目的:

##### (1) 可以帮助学生形象化的理解物理概念

物理概念的形成和掌握可以采用文字,也可以采用数学表达式,而利用图像来描述可以加深学生对物理概念的印象。在物理课堂上引导学生运用物理图像来学习和记忆物理概念,把数学表达式或文字表述与图像结合起来,通过“数”与“形”的结合,可以帮助他们形象化地理解物理概念。运用图像的直观性充分展示物理概念的特点,能够使物理概念由抽象隐晦而变得生动具体。

##### (2) 可以帮助学生建立物理量和其数学表达式之间的联系

物理量之间的变化关系,可以通过数学表达式来描述,也可以用函数图像来描述。而且函数图像在反映两个相关物理量之间的变化规律及其性质方面具

有无可比拟的明显性和直观性。物理量之间的变化规律及其性质经由函数图像描述出来, 这组物理量在一定范围内的变化规律、对应关系, 以及两者之间相互制约、相互消长的关系便被清晰地描述出来, 一览无余。不仅如此, 还可以通过函数图像读出某些物理量的数值, 或者通过简单的数学运算求出待求量。

### (3) 可以帮助学生加深对物理规律的理解

物理规律包括定律、定理、原理、法则、公式等, 它反映了物理现象及物理过程在一定条件下必然发生、发展和变化的规律, 揭示了事物本质属性之间的内在联系, 是物理学的核心。物理规律的教学既是物理知识教学的核心内容, 同时也是物理思维能力培养的重要途径。利用物理图像的形象直观、信息量大并且动态过程清晰的特点, 通过坐标系中简单的线条就可以把物理量之间的内在联系及动态变化关系展现在学生的面前, 教师需要对这类图像认真分析, 引导学生弄清图像的来龙去脉, 可以帮助学生加深对物理规律的理解。并且在利用图像表达物理规律时, 凡是具有同类数学表达式的物理规律, 他们的图像必然相似, 这样就可以采用类比的方法来研究, 从而有可能会达到触类旁通和融会贯通的效果。

### (4) 可以帮助学生利用图像定性或定量地把握物理过程

物理图像动态地反映了物理量之间的变化关系, 图像中的每一个点都能找到对应于特定物理过程中某一时刻或某一位置时物理量之间的相互关系。利用图像的这个特点, 能够从图像中定性地描述出物理量之间的大致关系, 对于某些习题, 利用图像的特点和特定的坐标值, 则可以定量地描述出两个物理量之间对应的数量关系。进而再通过图像的特点定性或定量地描述或求出一些相关物理量的数值。有些物理过程比较复杂, 可能包含许多个不同的变化过程, 而图像则能简单直观地反映出来整个的变化过程。所以在物理课堂上加强图像法的教学, 可以帮助学生提高利用图像定性或定量地把握物理过程、分析物理过程的能力。

### (5) 可以帮助学生利用图像进行科学方法的培养

苏联教育家苏霍姆林斯基曾经说过: “教会学生把题目‘画’出来, 其用意就在于保证由具体思维向形象思维的过渡”。实际上对于高中学生来说, 由文字到图像的思维跨度非常大, 这就需要教师在自身的教学方法和学生的学习方法

上进行一定的指导,加强对图像法应用的教学。最终能够使学生养成读图释义,审题画图的习惯,使学生能从静态的图像中联想到动态的变化过程,再由动态图像中看到瞬时对应关系。不断训练学生的物理形象思维能力和抽象思维能力,从而提高学生应用图像法解决问题的能力。

#### (6) 可以帮助学生养成一种应用图像解决问题的能力

在高中物理习题的求解中,可以利用解析法,也可以采用图像法。在遇到物理问题时,采用哪一种方法取决于学生面对较复杂问题时的反应能力。平时的学习中学生较多采用的是解析法,遇到问题首先想到的也是解析法,如果遇到较大的阻力,就有可能一筹莫展,而放弃对问题的进一步分析求解。如果学生在平日的训练中经常尝试用图像法去求解,在遇到问题时就多了一种解题方法。当一种思路打不开时,马上尝试用另一种方法,最终使问题得以求解。而且有些物理问题利用解析法对于高中生目前所掌握的知识无法求解,而利用图像法则可以很容易分析出最终结果。所以在平时的教学中,即使用解析法很容易求解的问题,也要引导并鼓励学生尝试用图像法解决。这并不是多一种解题方法的问题,而是帮助学生养成一种应用图像法解决问题的习惯,从而打开学生的解题思路。

### 3.2.2 教师应当正确树立应用图像法进行教学的意识,帮助学生更好地理解物理知识

“从生动的直观到抽象的思维”是人类认识发展的基本规律。物理图像则是把抽象的物理知识用生动的线条展示出来,容易引起学生对物理知识的兴趣,然后再通过对物理图像的详细讲解来加强学生的记忆。为了帮助学生更好地掌握这种方法,教师在平时的教学中应当树立对图像法求解物理问题的正确认识。首先要树立图像法教学的意识,图像教学应贯穿于整个高中物理的教学过程中,使学生对于图像法有一个系统的、清晰的认识。

物理图像中所传达的信息是非常丰富的,识别图像所表示的物理意义,从图像中获取信息并进一步挖掘解题条件,利用图像所给信息并结合所掌握的物理知识作出相关分析和判断对于高中学生来说是一种考验。所以说图像法不仅是一种解题方法,更是一种思维方法。从高中生的生理发展水平来看,其形象思维已经形成,对于信息有一定的获取能力且具有一定的甄别能力,能够从图像

中读取分析题目所需的信息,并从图像中获取隐含的一些解题条件。但由于图像法相对于解析法来说具有一定的抽象性,所以教师在平日的教学中应当加强图像法的教学,教师应当对教学内容进行深入挖掘,并且在教学时能形成一个总体的构思和安排。把图像法的教学渗透到常规教学中,使物理课堂变得生动活泼,高效有趣。这样在教学的过程中不但传授了物理知识,同时也提高了学生的素质,最终达到了提高学生科学素养及分析问题、解决问题的能力目的。

图像法能够简便快捷的解决许多相对较复杂的问题,是单纯用文字描述和数学解析法求解难以替代的。正确理解和熟练掌握图像法对于高中生来说是物理学习中必备的一项技能。当然应用图像法解决物理问题,并非要削弱解析法的作用。在学习物理及解决物理问题的过程中,需要“数”与“形”的结合,图像法就是数学的“形”载着物理的“质”。在物理教学中,教师也要注重图像法与解析法的有机结合,不断提高学生解决物理问题的能力。

### 3.3 运用图像法进行高中物理教学的若干策略

#### 3.3.1 注重教学内容的联系,循序渐进的原则

在用图像法求解物理问题时,往往容易被平时的思维习惯所限制,凭直觉和表象来理解图像,所以在教学过程中,教师应当注意教学内容的前后联系,并且要与学生的知识水平和实际情况相符合。高中物理教材在第一章直线运动中就安排了函数图像,这对于高中学生来说已经不陌生,并且在初中已经有所接触,但对图像中所隐含的一些信息,学生还不能一眼看出,需要教师做深层次的讲解,这对学生以后认识图像并应用图像解决问题是有很大帮助的。

经过一段时间的学习,学生对图像中某些有特定含义的物理量,一般是能够理解的,而对图像进行合理的外推,掌握物理图像的外延含义,则有一定的困难。因此教师要对图像作深层次的剖析,在教学过程中要做好相关内容的铺垫。学生对问题的认识不是一蹴而就的,而是呈螺旋状逐步上升的。在教学中要注意教学难度和深度要慢慢的增加,符合学生的认识水平,最终达到使学生能够熟练的应用图像法求解物理问题。

图像法的教学应当是个“系统工程”,是随着物理教学的深入而逐渐建立,从而逐渐完善的。教师应该在平日的教学中突出图像的特点,帮助学生建立对物理图像的全面认识,从而达到深入学习的目的。教师在平时的教学中要经常

地把物理概念、物理规律等的教学图像化,通过平时教学的潜移默化让学生对物理图像有较扎实、较深刻的理解。

在教学过程中利用图像进行分析时,要力求做到讲清、讲全、讲透。讲清:要把物理图像所包含的物理意义分析清楚,不拖泥带水;讲全:要把一个物理图像中所隐含的所有物理信息要全面分析,让学生对整个物理图像的物理意义有一个横向的、总体的把握;讲透:在讲到一个图像时,应举一反三地把该图像与以前学过的类似图像进行类比,让学生对图像有一个纵向的把握。

在应用图像法进行教学的过程中,要抓住知识的重点和难点,理解和应用知识的关键,图像所包含的物理意义及隐含的其他信息,及内容的精华。只有把精华抓住,才能讲到点子上。而图像教学的精华是由教学目的(教纲要求)以及学生的实际水平来决定的。因此教师应当仔细分析教材,挖出其中的精华部分;还要认真分析学生的现有水平和接受新知识的能力,针对学生的实际水平实施教学才能达到预想的目的。对于内容的精华,要详细讲、讲深入、讲透彻;还要重点练、练扎实、练到足够的深度和广度。只有这样,才能使学生对图像问题理解得比较正确、全面、深刻,应用的迅速、准确、熟练。

### 3. 3. 2 利用图像的特点, 形象化教学的原则

图像具有简明形象、动态过程清晰、函数关系明确、信息量大等特点,要抓住图像法的这些特点,在物理课堂上进行形象化教学,加深学生对物理图像的认识,熟练运用图像法求解物理问题。物理学中的图像是用数学中的“形”载着物理学的“质”,是一种形象直观的“语言”。利用图像分析问题,可使分析过程思路清晰,巧妙、灵活。准确理解图像的斜率、截距、面积等所代表的物理意义,可形象简捷地解答许多物理问题。

在针对函数图像的教学过程中,注意引导学生对图像的理解,认真分析清楚图像的内涵和外延。帮助学生在头脑中建立对图像的立体认识,让图像中的每一个点都在学生的脑海中活起来,让一条条曲线变得生动起来。

高中物理教材中,有许多形状相近甚至完全相同的图形,但由于坐标轴的不同而代表不同的含义。对于这类图像,要分析清楚不同情况下所表达的物理意义,以帮助学生更好地理解。运用图像直观、形象、简明的特点来进行形象化教学,用简单的语言来描述图形及分析和解决物理问题,由此可以达到化难为

易、化繁为简的目的。而且图像法在处理某些运动问题、变力做功等问题时是一种非常有效的方法。

### 3.3.3 激发学生的求知欲，艺术性教学的原则

艺术性是作为教师必备的素质，讲台就像是舞台，而教师就是舞台上的表演者。使自己的教学给学生留下深刻的印象，也是每一位教师最希望达到的教学效果。苏联心理学家维果茨基说：“教师教学的艺术最集中的表现是激发学生的求知欲，做到‘难而有趣’，以最少的疲劳，达到最佳的效果。”

“兴趣是最好的老师”，学生的兴趣一旦被调动起来，遇到问题时，解题思路不再拘泥于某一点，而是很容易被打开，学习物理的兴趣也被充分的调动起来。在教学中鼓励学生多思考，自己主动去探索新知识，不断提高学生的学习能力。物理图像把简单的线条和物理知识结合了起来，使图像有了新的活力，挖掘出了新的含义。学生通过对图像的学习掌握了一种重要的解题方法和思维方法，认识又深入了一步，其心情也是十分愉悦的。这对以后物理学深入学习是大有裨益的。

类比是掌握图像法常用且行之有效的一种科学方法，也能引起学生学习物理的极大兴趣。物理学中有许多图像的形状非常相似，甚至完全一样，比如振动图像与波动图像。这时就要引导学生通过类比的方法来学习，找出它们之间的相同点与异同点。“以其所知，喻其不知，使其知之”，学习过程就是原有的知识同化新知识的过程，通过学生已经掌握的知识，运用类比的方法来学习新的知识。

图像法对于激发学生学习物理的兴趣有较好的促进作用，它不仅能帮助学生学习，形成活泼的思维，降低学生思考的难度，使学生获得成功的机会增多，而且还可以给学生带来美的享受，可以使学生紧张的思维得到轻松愉快的缓解。而这些因素会促使他们以积极的态度和旺盛的精力去主动探索。物理图像和物理知识的结合，加深了学生的知识层次，满足了高中学生深入探讨问题的心理需求，能充分调动起学生学习物理的兴趣。

因此注重图像法的教学，可以激发学生的求知欲望。通过自己的努力掌握的知识对于学生来说才是记忆最深刻的，因此在物理课堂上引导学生通过讨论、归纳，自己得出对图像的理解和认识，学生的思维开阔，兴致很高，学习的积

极性被充分调动了起来。教师再通过合理的方法加以引导,让学生逐渐掌握图像法这一重要的思维方法和解题方法。

物理图像本身就是抽象与形象的统一体,这既是物理学习的困难之处,也是物理学习的迷人之处。物理图像教学的艺术就在于:能将抽象的东西形象化地展示出来、描述出来,也能将直观的、形象的东西的本质抽象出来、揭示出来;既能带领学生近距离的观察,也能引领他们远距离的审视;在这种抽象与形象的交织中,充分显示出物理学的迷人之处,这也正是物理学的独特之处,是物理学教学艺术的独有特点。

### 3. 3. 4 “直观性”和“启发性”相结合的教学原则

“从生动的直观到抽象的思维”是人类认识发展的基本规律。正确地运用直观性教学原则,可以激发学生的学习兴趣 and 热情,引起学生对教学内容的选择性知觉,从而有助于学生对所学知识的领会、理解和掌握,提高教学的质量。

图像具有外观形象和内在知识及物理规律密切联系的特点。形象外观可感染学生的情感,从而调动学生进行积极的思维;内在的知识及规律的联系,又可在图示的导向下,进行收网式思维和发散式思维。因而,运用图像的直观性进行教学具有启发学生积极思维的作用。“心中有图像,做题不乱撞;数形结合妙,直观见独到”。

在课堂上要注意启发学生,不要把所有的东西一股脑地全倒给学生。事实证明,这种填鸭式的教学方式极大地伤害了学生的积极性。在课堂上要注意“留白”,即抛给学生一个问题,不忙于帮其分析,而是让学生自己想办法去解决。当学生有了初步的思考,再把他们的解决方法集合起来,让学生自己再做分析。这样一步步的引导,使学生获得符合自身的问题解决方式。图像法教学更要注意掌握“启发性”原则,对于具体的题目,教师可以引导学生对图像进行分析,然后针对其不足之处再有的放矢。充分调动学生学习的积极性,逐步让学生接受这一重要的研究方法,避免过多地在文字上叙述比较,应结合数学表达式加深对物理图像的理解,这对学生以后进一步深入学习也是有利的。

## 第四章 应用图像法求解物理问题习惯的培养及局限性

在高中物理的学习中,图像法的应用是物理学习的重要帮手,它可以使学生更好地理解问题并解决问题,图像法的学习是中学物理学习中不可缺少的一部分,因此在平时的学习中要养成应用图像法求解问题的习惯,加强对物理图像法的认识和学习。

### 4.1 对物理学习中图像法应用的调查分析

为了了解高中学生对图像法的掌握情况,特制作了一份问卷(见附录四)。问卷由两部分组成,第一部分共9题(8题单选、1题开放题),主要是为了了解学生对应用图像法求解物理问题的态度;第二部分为习题部分,共8题(7题选择、1题计算),主要是为了了解一下学生应用图像法求解问题的实际水平。考虑到高三年级已经基本完成高中物理的新课部分,故选择高三年级进行,并且为了了解不同程度的学生对图像法的掌握情况,选择了三个不同的班级,两个为强化班,人数分别为59人和61人,另一个为普通班61人,三个班总人数共181人。

问卷采用闭卷式,要求学生在一小时之内完成。共发放试卷181份,收上来试卷147份,占发放试卷总数的81.21%。两个加强班的试卷全部收齐,而普通班只收上来27份。从数据的差别上可以看出,学生对待问卷的态度,普通班不如加强班的态度认真。对试卷进行归纳整理,剔除雷同试卷以及白卷共5份,占收集试卷总数的3.4%,符合统计规律,这次调查问卷的结果具有一定的信度。

#### 4.1.1 对图像法应用的态度调查结果

对试卷的第一部分再次进行归纳整理,剔除掉无效问卷5份,占试卷总数的3.5%,这项数据同样符合统计规律,这次问卷的调查结果是有用的。然后对余下试卷进行了分析统计,见表五。

表4-1 调查问卷第一部分学生的回答情况分析

问 题	选 项	各选项所占的百分比		
		三(2)	三(3)	三(7)

		班	班	班
1、你认为图像类题目	A、很难, 尽量回避	0	0	9.09%
	B、一般, 能够认真分析并进一步求解	81.97%	71.70%	77.27%
	C、简单直观, 符合自己的解题习惯	18.03%	28.30%	13.64%
2、解答配有图像的问题时, 你通常能够做到	A、尽力回忆是否见过做过	1.63%	5%	18.18%
	B、根据图像判断属于哪一章节的物理问题, 回忆这一章节的知识	8.20%	16.70%	22.73%
	C、根据题意想象物理情景, 寻找问题情景涉及的物理规律分析解答	90.16%	78.30%	54.55%
3、某物理试题因印刷原因漏印了题中的图像, 你能够做到	A、放弃不做	21.31%	13.30%	45.45%
	B、根据题意, 直接计算	13.11%	20%	9.09%
	C、画出图像, 分析计算	63.93%	66.70%	45.45%
4、对于图像法可解, 数学解析法也可解答的物理题, 你喜欢	A、用图解法或解析法均可	39.34%	41.70%	36.36%
	B、用数学解析法解答	31.15%	40%	36.36%
	C、用图像法解答	29.51%	18.30%	27.27%
5、在某次实验中, 记录了大量实验数据, 你喜欢采用什么方式来处理	A、带入公式一组的验证	6.56%	10%	31.82%
	B、选定坐标系, 描点作图, 用图像分析	63.93%	63.30%	50%
	C、两者皆可	27.87%	26.70%	18.18%
6、在考试中, 如果遇到新的物理图像, 你能够	A、求出图像所对应的解析表达式, 用解析法求解	3.28%	6.70%	0
	B、先观察图像, 分析图像所表达	63.93%	56.70%	45.45%

做到	的物理意义			
	C、结合题意,弄清所涉及的知识 点,再分析求解	32.79%	36.70%	50%
7、对于图像类题 目,老师在课堂 上一般倾向于哪 种方式	A、讲清楚图像所表达的物理意 义,再结合题目讲解	14.75%	36.70%	68.18%
	B、就题论题,直接讲解	0	5%	4.55%
	C、对类似图像进行归类,然后分 析该题目	85.25%	56.70%	27.27%
8、对于图像类题 目,你希望老师 讲解时	A、把图像的物理意义逐一讲解	3.28%	8.30%	4.55%
	B、针对图像讲清所涉及的知识 点并把图像归类	70.49%	66.70%	77.27%
	C、先让自己思考一下再详细讲解	26.23%	23.30%	18.18%
9、在物理学习 中,图像法对你 帮助最大的帮助 有哪些方面?				

从表4-1中的数据可以看出,大部分同学认为配有函数图像的题目或用图像法来求解物理问题并不难,符合自己的思维习惯,只有少部分同学认为很难,而这部分同学集中在普通班。当处理配有图像的习题时,绝大部分同学能够结合图像并根据题意想象物理情景,寻找对应的物理规律进行求解,只有少部分同学去尽力回忆该图像是否见过做过,完全凭记忆来求解,调查发现,这部分同学平时的物理成绩不太理想。而当题目涉及图像但试卷漏印时,有很多同学选择了放弃,这其中包括许多加强班的学生;大部分同学还是能够根据题意画出图像再分析计算,也有部分同学不画图直接根据题意求解。对于图像法可求解,解析法也可求解的题目,两种班级同学回答的情况基本差不多,用图像法求解的同学所占的比例比较弱,约是总数的四分之一不到。而对实验数据的处理上大部分同学选择用图像法处理,也有很多同学选择带入公式求解,这

个比例在普通班占到了三分之一以上。

当试卷中出现了新的物理图像,在平时的学习过程中没有见过,有少部分同学选择根据图线先求出对应的解析方程式,然后再用解析法求解,这些同学集中在加强班;有一半以上的同学选择先认真观察图像,弄清图像所包含的物理意义,再求解;三分之一以上的同学是先弄清楚题目所涉及的知识点,再根据相关的物理规律进行求解。课堂上教师对图像类题目的讲解上,少部分同学认为老师先讲清楚图像所表达的物理意义,再结合题目讲解;绝大部分同学认为老师先对图像进行归类,然后再分析题目,只有极少部分同学认为老师在就题论题,而没有展开讲解,这也说明我们教师中有一部分在上课时态度不认真。所以根据老师上课的态度,70%以上的同学希望老师在讲解图像类题目时,能够讲清楚图像所涉及的知识点,约25%的同学认为老师应该留点时间让自己思考一下再详细讲解,近5%的同学想让老师把图像所表达的物理意义逐一讲解后再讲题目。

大部分学生认为图像法对物理学习的帮助是可以形象直观的展现复杂的物理情景和动态的物理过程,使得相关物理量之间的关系变得清晰明了,节约时间并加深对物理概念的记忆,可以简化分析的过程和问题的求解的过程,可以定性或定量地分析物理问题;还有部分学生认为图像法可以帮助自己提高面对物理问题的分析能力和辨别能力;还有少数学生认为图像法可以帮助自己面对问题时能够迅速建立相关的物理模型。从分析的结果可以看出,学生对于图像法都有自己独特的认识,也说明在平时的学习中不同程度的尝试着运用图像法分析和求解问题。

#### 4.1.2 对应用图像法处理物理问题实际情况的调查结果

从问卷第一部分的情况来看,中学生对应用图像法求解物理问题有一定的基础,并且遇到问题也愿意尝试着用图像法求解,但实际情况又如何呢?继续对调查问卷的第二部分进行了分析。第二部分为习题部分,共8道题目,涉及高中物理的力学部分、运动学部分以及电磁学部分,覆盖知识点比较广。题目多数来自近几年的高考试题及高考模拟试题,难度适中。

从试卷反映的情况可以看出,有些题目的正确率比较高,比如第1题,正确率在90%以上,第6题和第7题正确率也在75%以上。这些题目的特点是:

(1) 选项为单项, 第 7 题虽然学生容易与波动图像相混淆, 但是由于选项的设置反倒引起学生的警觉; (2) 考察知识点比较简单, 第 1 题就是对电磁感应现象的定性描述; (3) 题目是平时练习时经常遇到的问题, 第 6 题中的  $v-t$  图像在刚进入高中物理的学习时就开始接触, 平时用的也比较多。对于这样的题目, 学生见得多了, 做得多, 已经形成习惯性思维, 在遇到相似问题时, 马上能做出相应的反应。

但是有些题目反映的情况倒是出乎意料之外的, 如第 2 题, 这道题目是电学里常见的题目, 小灯泡某时刻的电阻值为图线上的点与坐标原点  $O$  的连线的斜率的倒数, 随着所加电压的增大, 斜率越来越小, 即小灯泡的电阻越来越大,  $A$  选项只有 45% 不到的学生选出来; 对应  $P$  点, 由上面的分析可知选项  $B$  正确而  $C$  错误,  $B$  选项有 60% 的学生选出来, 而  $C$  选项却有 42% 的学生选择, 是因为受  $v-t$  图像中曲线的切向斜率为加速度的惯性思维的影响;  $P$  点小灯泡的功率为  $P=U_1I_2$ , 即图中矩形  $PQOM$  所围的“面积”, 只有 45% 的学生选择  $D$  选项, 所以这道题目完全做对的学生只占总数的 28%。对于第 3 题, 正确率只有 14%, 这道题是机械波中比较典型的题目, 答案为  $CD$ 。大多数同学都能把  $C$  答案选出来, 能把干扰选项  $A$ 、 $B$  排除, 这个比例占到 77.8%, 这说明对物理图像的基础把握还是比较好的。但是对于深层次的隐含条件挖掘不出来, 造成  $D$  答案的漏选。

对于第 8 题这道计算题, 可以采用解析法来求解, 也可以采用图像法来求解。两种方法相比较而言, 解析法需要至少七个方程才能完成解题过程, 而如果采用图像法只要画出两个物体运动时的  $v-t$  图像, 图线对应的面积即为物体的位移大小即可求出答案, 相对而言要简单得多。对试卷的分析结果来看, 被调查对象中只有 34.2% 的同学采用图像法来求解, 13.6% 的同学放弃解答, 其余的同学采用解析法; 两种解题方法的正确率分别为: 图像法为 87.5%, 解析法为 39.7%。由此可以看出只要对题目隐含条件分析清楚, 画出对应的图像, 就能迅速而正确的解决问题。

从调查问卷反映的情况来看, 高中学生应用图像法求解物理问题有一定的基础。对于图像所表达的物理意义能够分析清楚, 对于隐含的条件也能够理清, 并且进行深层次的挖掘。但同时也暴露出一些问题, 导致在遇到某些问题时不

能够得到很好的处理,所以在平时的物理学习中要加强对物理图像的学习。

## 4. 2 培养对物理图像的感悟能力

从现行的高中物理教材来看,图像法已经占了相当重要的比例,从物理概念的推导和解释,到物理习题的分析和解析,再到实验数据的处理和实验误差的修订,图像法都起了很重要的作用。因此,在学习中要不断加强对物理图像的理解和感悟。

### 4. 2. 1 注重对图像物理意义的理解和解读

物理图像包含了丰富的内容,而这些内容就是通过图像所对应的物理意义表达出来的,如果说物理学是一扇紧闭的房门,那么图像的物理意义就是打开这扇门的钥匙,进了门以后,就会有种象在自己家中那样轻松的感觉。同样读懂了图像的物理意义,我们就获得了一艘轻舟自由徜徉在物理学的海洋中。

对于物理图像,首先要清楚图像所表达的物理意义,深入挖掘其内涵和外延。通过对图像的学习,要能够根据图线的形状了解对应的物理过程的变化情况,理解其所表达的物理规律,甚至根据图线可以写出对应的方程以帮助问题的进一步求解。能够根据图像定性或定量的分析物理问题。对图像的解读可以帮助我们理解物理规律,掌握物理过程的变化情况。

在平时的学习中要注意对图像的物理意义的解读,开始的时候要在教师的引导下逐步学会对图像的深入分析,养成良好的学习习惯。应用图像法来求解物理问题,是对物理规律的实际应用的考察,更是学生在求解物理问题时综合能力的体现。要想熟练地运用图像法求解物理问题,必须对各种图像的物理意义及其对应的物理规律有较深刻的认识和理解,并且在平时的练习中多加应用,才能掌握图像法的精髓,才能在应用图像法求解物理问题时得心应手。

对物理图像深层次的理解和解读,是思维能力的提高和根本性的转化。把物理过程用既直观又抽象的图像来表达,既提高了学生的用图能力,又拓展了学生的科学思维能力。

### 4. 2. 2 在求解物理问题时注意图像法的使用

从表4-1中对调查问卷的统计情况可以看出,学生对图像法的应用有一定的基础,对配有函数图像的物理习题,能够认真分析并根据相关的物理知识去求解,这是长期知识积累的结果;对于要求根据题给条件画出图像,也能够根

据物理规律并结合数学知识,把对应的函数图像画出来。而对于没有配图像也不要要求必须用图像法求解的物理问题,同学们的反应不一,有的同学习惯用解析法,即使要列很多方程花费很多时间也宁愿采取解析法,他们认为画图像不仅要读懂题目的物理含义,还要列出方程才能画出图像,这无疑多了一道工序,要浪费很多时间。而有些同学通过长期的训练掌握了图像法的精髓,读懂题目所表达的物理规律,便可以根据数学知识大致画出所对应的物理图像,即可以进一步求解。这要比单纯用解析法直观、方便,并且可以节省很多的时间。

对于有些题目就中学生目前的知识水平根本无法顺利求解,图像法则显示出了极大的优势。而且,从近几年的高考可以看出,图像法日益成为命题老师所青睐的对象,因此也成为高考的重点和热点。因此,在平时的学习中,要养成遇到问题多尝试几种方法的好习惯,这对以后的学习是大有裨益的。

图像法的出现提供了一种解决物理问题的新方法,对有些物理问题可以画出图像再求解,这种方法特别是在解一些多过程的题目时,往往比较方便快捷,有较大优势。图像法的出现是继语言文字法、数学解析法之后的又一重要方法。不仅仅丰富了物理学的研究方法,更打开了学生的思维空间,拓展了学生的学习方法。

#### 4. 2. 3 注意图像语言的使用

图像是一种生动的物理语言,可以形象地表现物理规律和物理过程,使复杂的物理过程通过图线清晰地展现在眼前。同时,在应用图像法时要注意图像语言的使用,规范而简炼的图像语言可以帮助学生对图像的深入理解并能够熟练的应用。

图像语言的表达与一般的语言表达是不尽相同的,它能够通过简单的线条来清晰地表达有关的物理概念、物理规律和物理过程等一系列物理问题。图像语言是一种科学语言,是具有自身鲜明特色的一种特殊的语言,具有形象直观、简捷具体等特点,这是在物理学习的过程中其它语言所不具备的优势之一。

图像语言具有明确的物理内涵,不能把物理图像当成一般的数学公式或数学图像来记忆,它是一种图像化的物理语言。比如匀速直线运动的 $s-t$ 图线是一条倾斜直线,图线斜率绝对值的大小表示速度的大小,斜率的符号表示速度的方向,意义与数学中的斜率的含义大相径庭。在物理学习的过程中要经常进

行图像语言与数学语言及文字语言之间的相互“翻译”。俗话说“读书百遍，其义自见”，读图的道理也是一样。要达到既能把文字语言转化成图像语言和数学语言，又能把图像语言翻译成文字语言和数学语言，理解其所表达的物理内涵，真正做到图、文、数的有机结合。

另一方面，我们也可以用一些形象的“简语”来形象的记忆图像所表达的物理意义。比如在进行波动图像的学习中，已知波的传播方向判断质点的振动方向，或已知质点的振动方向判断波的传播方向，如果记住了一些形象化的语言就很容易判断。像“上坡下、下坡上（意思是：顺着波的传播方向看，处于上坡的质点其振动方向向下；反之，则反）”、“同侧原理法（意思是：质点的传播方向与波的传播方向位于图线的同侧，而不会跨过图线）”等。而在振动图像中判断质点的振动方向则用“上坡上、下坡下（意思是：沿着时间轴的方向看质点处于上坡时向上振动；反之，则反）”，等等。记住一些描述图像的“简语”，可以帮助对物理规律和物理概念的记忆，更为形象直观，加深对物理图像的理解，便于区分记忆。

### 4. 3 图像法在中学物理学习中的局限性

图像法在高中物理中是一种重要的解题方法，同时也是一种重要的思维方法。图像法的正确使用对中学生以后的工作和学习都有很大的帮助。但是万事万物都有其局限性，图像法也并非一把万能钥匙，在利用图像法求解物理问题时也要注意一些问题。

#### 4. 3. 1 惯性思维带来的负迁移

所谓惯性思维，是指人们在遇到问题时总是习惯按照自己原有的思维模式来思考而缺少变通，就像物体运动的惯性。惯性思维也是一种重要的思维模式，有利也有弊，但在用于问题的解决上被发挥到极致的时候，其结果就利大于弊了。惯性思维经常会造成思考问题时的盲点，一旦形成就会导致中学生缺少创新或改变的可能性。

在图像法应用于物理问题的解决时，学生往往容易被惯性思维所限制，按照自己的经验，凭直觉和问题的表象来理解物理图像和利用图像法求解物理问题。物理图像的形状可能非常相像甚至完全一样，但其内涵和物理意义并非完全相同。比如振动图像与波动图像的区别，把运动物体的  $s-t$  图像看成  $v-t$  等等。

所以说惯性思维方式在理解图像和应用图像时是学生学习物理的一大障碍。

在物理学习中,要摒除惯性思维,遇到问题要摆脱原有思维模式的羁绊,就要尽量做到:

(1) 强化学习,不断提高认识。知识的迁移分为正迁移、负迁移和零迁移。惯性思维使知识发生负向迁移,使旧知识对新知识的理解和掌握产生不利的影晌。负迁移是一种思维障碍,在应用物理图像法求解物理问题时,有许多题目的条件、物理现象和描述的物理过程比较相似。在求解时,学生往往按照头脑中原有的思维模式去思考,而忽视了题目中一些细节,而这些细节往往就是解题的关键点。比如运动学中的  $s-t$  图像和  $v-t$  图像的区别、机械振动与机械波的图像的类似造成的思维定势。

要克服惯性思维带来的知识的负迁移,就要强化图像法应用的学习,在不断的学习中加深对物理图像的认识。如果遇到相似的物理图像,要认真观察,谨慎分析,对一些细节问题不要小视。一种比较有效的方法是比较法,即找出相似图像之间的细微差别,譬如坐标轴的字母、坐标轴上的标度等等。只有通过不断的学习来提高对图像法的认识,才能克服惯性思维带来的负迁移效应。

(2) 勇于反思,形成新的观念。在应用图像法求解物理问题时,要对图像的来龙去脉有清晰的了解,弄清楚图像所隐含的一些条件,要善于从不同的侧面来分析、思考同一个问题,并且要善于总结,以加深对所研究问题的理解,加强思维的灵活性。要养成对问题进行逆向思维,变式、变题、变图的思维可以加深对图像的认识,并且形成自己独有的新观念。经常进行知识点类比和对比的训练,且经常练习从纵、横两个方面进行比较和联系,以形成知识和方法上的正向迁移。

当问题得到解决后,也不能就此止步,要针对问题解决的方案进行反思,看看有哪些疏漏,还有没有更好的解决方法。只有不断地进行反思,才能不因循守旧,摆脱惯性思维的负面影响。

(3) 摒弃惯性思维,形成发散思维。

惯性思维之所以带来图像法学习中的弊端,是因为它往往使学生的思维集中在一个“盲点”,从而限制了思维的发散,不利于创造性思维的形成。惯性思维的负迁移作用使学生的思维仅仅沿着某一条惯性轨道进行,从而抑制或者减

弱了发散性思维。所以要想克服惯性思维带来的负迁移作用,应注重发散性思维能力的培养。

在遇到新的物理图像时,不要强行用头脑中原有的知识来解决。要明确图像所包含的物理意义,从不同角度进行思考和分析。在平时的学习中要经常和同学讨论,俗话说“三个臭皮匠,顶个诸葛亮”。不同的人思维方式也是不一样的,要注意借鉴吸收,以形成自己的思维方式,才能真正掌握图像法的精髓,遇到问题才能迅速找到解决的方案。

#### 4. 3. 2 数理不匹配给图像法的应用带来的局限性

中学物理考试大纲上有一项要求:“应用数学处理物理问题的能力”,数学知识是物理学研究的重要工具,没有一定的数学知识作为基础,想学好物理将是一件根本不可能的事情,所以说物理学具有质(性质)和量(数量)的统一性,是数和理完美结合。从另一方面来看,物理学中的函数图像大多是通过实验获取相互关联的各物理量的实验数据,并且依据这些数据绘制而成,或者是通过理论研究得出相关各物理量间的函数关系,然后依据得出的函数关系绘制而成的,因此物理图像法又具有数(数学)与形(图像)的统一性。因此不管从哪个角度来看,数学和物理都有着密不可分的关系。但在中学物理的学习中,由于数理不匹配也造成应用图像法求解物理问题的局限性。

所谓“数理匹配”,即物理知识与数学知识之间的相互联系、相互渗透以及相互适应的关系。数理匹配无论从物理学的理论的建立,还是从物理学的教育过程来看,都起着至关重要的作用。

但是从中学物理学习的实际来看,由于学校课程的安排,数学教学的进度和物理课程的安排并不匹配,大多数数学知识要比物理学习需要的知识超前许多。这种超前就造成了中学生把数学知识应用于物理学习的障碍,因为这种超前跟中学生的思维中缺乏经历数学抽象的物理表象很不协调。而有些数学知识的教学又比物理知识的学习滞后许多。比如矢量的学习与三角函数的学习均比该部分物理知识的学习滞后一个学期的时间。这种数理不匹配的现象就造成了应用图像法求解物理问题时的障碍。

另外,从函数图像的形成过程来看,它是实验结果或者理论研究结果的载体。它的形成一方面依赖于实验,另一方面依赖于理论研究。因此把数学中的

函数图像应用于物理学的研究时，并不是单独起作用的，更不是凭空产生的，它要依赖特定的物理情景，离开这个情景，函数图像将没有任何意义。即便是实验过程再正确，如果以一个错误的理论推导为前提所得出的函数图像在物理学的研究中也是没有用的。

再者，单纯的数学知识具有高度的抽象性，它仅仅保留了数量之间的逻辑关系和空间形式，而舍弃了其他一些具体的内容，而物理学相对来说则要具体得多。比如图像的斜率在数学中仅指图线的倾斜程度，而在物理学中，不同的图线其表达的含义是不同的。再比如，数学图像中图线与坐标轴所围的面积并没有实际的意义，而在物理学中却可以表示某些特定的物理量，等等诸如此类的不同点。两者对比可以看出，数学的抽象性要比物理的抽象性要狭义得多，内涵也更深。因此，应用数学知识处理物理问题，特别是函数图像时，其适用范围——图像的外延要受到特定物理情景的限制，因此，弄不清数学图像与物理图像的内涵与外延也是造成图像法应用于物理问题求解时的一大障碍。

特定的教学环境造成的这种学习的障碍，使得学生运用数学知识解答物理问题时，一方面表现为不会把物理问题转化为数学问题——数学知识不会迁移到物理学习中；另一方面又常常用纯数学知识处理物理问题，而不考虑条件的限制——造成数学知识对物理学习的负向迁移。

数学不是自然学科，但却是研究物理这门自然学科有力的工具，在教学中要注意数学方法的渗透。没有一定的数学知识做铺垫，是无论如何也学不好物理学的。同样，在图像法的教学和学习中，也要注重数理匹配，要让学生的数学知识跟得上图像表达的深层次含义。所以，在物理图像法教学中要注重相关数学知识的渗透，有助于学生理解并应用数学图像中所包含的物理意义。其实到了高中阶段，学生的形象思维能力已经形成，对图像的把握和理解已经具备了一定的心理基础。翻开现在的物理教材，我们会发现，教学顺序已经做了调整，高中物理的学习是从运动学开始的。在描述运动时，除了常规的文字叙述和数学表达外，又引入了图像法，这足以说明，高中物理教材的编写者已经开始关注图像法的教学和应用。

这对图像法的教学无疑是有很大帮助的。

## 第五章 总结和建议

### 5.1 结语

应用图像法求解物理问题在高中阶段,对于学生来说不仅仅是多了一种解题方法,更重要的锻炼了他们的思维能力,开拓了他们的思维空间,而且使它们对于物理学的严谨性和科学性更多了一份理解。对于教师而言,图像的直观性和便捷性可以为自己的课堂教学增添不少情趣,可以更清楚明了的把物理过程和物理规律展示给学生,使教学过程更具有条理性和趣味性。

经过一段时间的查阅资料、阅读文献、分析高考试卷的工作,论文的写作也算告一段落了,也使我对于图像法应用于高中物理的学习和教学有了信心。图像是一种语言,是表达规律的一种重要的方法,图像法以其特有的直观性和抽象性集于一身的特点,使物理学变得更有趣味。应用图像法求解物理问题强调的是形象理解,而不是死记硬背;强调的是物理原理和方法的迁移能力的培养,而不是搞题海战术,这就在一定程度上大大减轻了教师教学和学生学习的负担。

这段时间的工作使我对物理教师的教学工作多了一份理解和感悟,物理学由于其抽象性造成了一部分学生学习时的畏惧感,教师必须想办法尽量让学生消除这种“畏惧感”。教师如果只埋头教学工作,而对自己的教法和教学疑点不深入挖掘、不反思,对于学生的疑问不做及时处理,那么只能算做一名“教书匠”,学生的成绩也很难提高,那么也算不上是一名出色的教师。

### 5.2 研究中存在的问题

尽管论文是在做了大量的调查研究工作的基础上完成的,但也难免会存在一些不足。研究是在对高考试卷的统计整理以及对教材的分析、并且有针对性的调查问卷的基础上进行的。由于研究过程中涉及的范围比较广,与高考、教材均有不同程度的联系,所以在分析的过程中由于自身的原因而造成一些遗漏或偏差。

问题存在的另一方面是调查问卷部分,取样的过程可能会给研究工作带来一定的偏差,所选的学校以及学生尽管具有代表性,但毕竟不能反应所有学生对图像法的掌握情况;再者就是问卷中所选的习题可能对于所选择的样本来说

不具有针对性或针对性太强,以至于造成分析结果时对结论不得不做一定的修正。

### 5.3 对未来的期望

教学有法,教无定法,每个教师都有自己的教学特点,但只要是热爱教育事业,总能在三尺讲台上成就自己的辉煌。本人在攻读硕士学位的这三年中对自己过去的工作进行了总结和反思,觉得以前的自己就是按部就班的“教教材”,认为完成教学任务就算尽到了作为教师的责任。在反思的基础上也在不断的总结,物理教师究竟该如何做才算成功,如何做才能算得上是一名真正的教师,才能真达到“用教材教”的境界。那么就要不断的挖掘教材,不断地学习和总结,把一些先进的教学理念融入自己的课堂中。并且要做好教学总结和教学反思,人总是在不断的反思中才能获得不断进步的动力。

这篇文章就是在总结自己的基础上完成的,在工作岗位没有意识到总结自己的重要性,以至于做了几年的“教书匠”,只能说自己对于高中教材比较熟悉,但对于如何才能把高中物理教好,并没有属于自己的一套方法。而在总结自己的基础上发现了图像法对于高中物理的教与学所具有的重要意义,而且很多人也都不同程度的做了一些研究工作。我只不过是在他们研究的基础上,又做了一些具体的工作,希望图像法能真正给教师的教和学生的学有一定的帮助。同时也希望在教学中喜欢用图像法解决物理问题的教师和同学能提出宝贵的意见和建议,如果有可能的话,把这项研究继续下去。

## 致 谢

论文的撰写已告一段落，心底涌起浓浓的感激之情，感谢我的导师郭长江教授！我不是您最出色的学生，而您却是最尊敬的老师。您严谨治学的态度，精益求精的工作作风，严以律己、宽以待人的崇高风范给我留下了深刻印象，使我掌握了物理教学的基本研究方法，树立了做一名研究性教师的远大目标。从论文题目的选定到资料的收集整理，再到论文的撰写及校对编排整个过程，每一步都得了您的热情帮助。论文写作的过程中经由您的悉心点拨，再经思考后的领悟，常让我有“山重水复疑无路，柳暗花明又一村”的感觉。

本文的顺利完成，也与数理学院的其他老师的热心帮助是分不开的，虽然他们没有直接参与我的论文指导，但在平时的学习和开题时给我提供了许多宝贵的意见，并且提出了一系列可行性的建议。他们是朱炯明老师、吴俊老师、涂泓老师等，在此向他们表达我衷心的感谢。

感谢我的爱人白耀辉先生，在我考研的过程中帮我收集资料，低迷时给我加油打气，考取时他比我还激动；在攻读学位期间主动承担起照顾家庭的重担，给我营造了宽松的学习氛围，感谢他给予我的理解和帮助。感谢我的父母给予我的关爱，还有我可爱的儿子白晟锐，你们为我的毕业论文的顺利完成提供了巨大的支持与帮助。在未来的日子里，我会更加努力地学习和工作，来报答你们！

最后还要感谢曾经帮助过我的良师益友和同学，以及在我的论文中被我引用或参考的论著的作者。

## 参考文献

## 书籍类

- 【1】郭长江 新课程物理教与学[M] 福建:福建教育出版社 2005 (4)
- 【2】钟启泉, 胡炳元 物理课程与教学论[M] 浙江教育出版社 2003 (9)
- 【3】上海市中小学课程改革委员会 上海市中学物理课程标准解读[M] 上海教育出版社 2006 (3)
- 【4】(美) ROBERT E. SLAVIN 着, 姚默林译 教育心理学:理论与实践[M] 人民邮电出版社 2007 (5)
- 【5】姚文忠 物理教学及其心理学研究[M] 杭州大学出版社 1996 (1)
- 【6】宓子宏 物理教育学 浙江教育出版社 1999 (3)
- 【7】中华人民共和国教育部 普通高中物理课程标准(实验)[M] 人民教育出版社 2003
- 【8】陈刚, 舒信隆 新编物理教学论 [M] 华东师范大学出版社 2006 (5)
- 【9】阎金铎 物理教学论[M] 广西教育出版社 1996 (12)

## 期刊类

- 【1】徐红美 物理图像与力学建模[J] 高三. 理化生 2009 (2)
- 【2】刘青苗 用图像法巧解一道变力做功题[J] 大学物理(教育专刊) 2009(5)
- 【3】谭金川 2004年高考物理图像类试题归类选析[J] 物理教师 2005 (26)
- 【4】张政 例谈物理图像与情景的转化[J] 物理教学探讨 2009 (27)
- 【5】陈瑀 刍议物理图像法在物理学教学中的应用[J] 教学探讨 2009 (14)
- 【6】李红云 图像法在物理教学中的运用[J] 教学指导 2008 (33、34)
- 【7】杨榕楠 物理图像的四个内含[J] 中学理科 2001 (3)
- 【8】宗志伟 物理图像与数学图像斜率研究[J] 中国西部科技 2009 (11)

## 学位论文类

- 【1】李更磊 高一力学物理物理图像教学研究[D] 华中师范大学 2009
- 【2】王佑璋 高中教学中强化学生物理情景的图形表征能力的研究[D] 华中师范大学 2008
- 【3】王立莉 高中生物理问题解决中的信息获取与解读能力研究[D] 华南师范大学 2007
- 【4】汪崇淦 高中学生建立物理模型的探究式教学研究[D] 西南师范大学 2001
- 【5】包莉 图在高中物理教学中的应用研究[D] 苏州大学 2009
- 【6】谭道军 图形在高中物理教学中的应用研究[D] 华中师范大学 2005

- 【7】李宏斌 物理模型与图景教学研究[D] 内蒙古师范大学 2004
- 【8】张业金 新课程标准下物理教学中渗透数学思想方法的研究[D] 上海师范大学 2009
- 【9】黄金萍 数学与高中物理教学结合的内容与方法的研究[D] 上海师范大学 2009

## 附录一：教案——匀速直线运动的图像

### 教材分析

1、初中阶段对路程—时间图像的学习，使高中学对图像法的应用已经具备了一定的基础。本节内容是在此基础上的进一步深入的学习，同时也是为后面的匀变速运动的速度—时间 ( $v-t$ ) 图像，力—质量 ( $F-m$ ) 图像等图像的学习奠定基础。

本节不是简单地对初中匀速直线运动的复习回顾，也不是在初中基础上去解一些有关匀速直线运动的难题，而应将重点放在让学生会用图像去描述运动的方法上，为学习匀变速运动的图像打好基础。教学时要特别注意到速度的定义方法，以及位移—时间图像与初中学习的路程—时间图像的区别和应用的深化。

本节知识的学习需要学生具备数学中关于平面直角坐标系的知识基础，以及关于位移、速度等矢量的理解，还必须有匀变速运动的规律、路程—时间图像等的知识积累。

2、图像的物理意义是这节内容的重点，在讲课时注意讲清楚，通过物理图像和数学图像的比较、分析，可以帮助学生理解。匀速直线运动的规律可以用  $s-t$  和  $v-t$  两种图像来描述，要注意讲清楚两种图像的物理意义，以免引起混淆。

3、本节内容的难点是容易把坐标系中的图线误认为是物体运动的径迹，而造成理解上的偏差。对教材的引入部分“自动记录仪”的工作过程在讲课时要注意，也可以引导学生相互合作，动手做一个“简易自动记录仪”的小实验，经过交流、讨论引入  $s-t$  图像；进而结合数学中有关图像的知识，通过类比引入  $v-t$  图像。

通过龟兔赛跑的寓言故事，启发学生运用多种方法来描述赛跑的过程中乌龟与兔子的运动过程，在同学之间的交流讨论过程中，加深对图像法描述规律的认识，也体会到图像法的简捷、直观的特点。

在教学的过程中要鼓励学生主动参与、相互合作，在概念形成过程中，让学生感受到分析、比较、归纳、演绎等科学方法的应用，感悟相互合作对实验成功的重要作用。

## 教学目的

### 1、知识与技能

- (1) 理解图像法也是表述物理规律的一种方法。
- (2) 理解匀速直线运动的  $s-t$  和  $v-t$  图像, 掌握其物理意义。
- (3) 初步学会用图像法描述物体的运动过程。

### 2、过程与方法

- (1) 通过匀速直线运动的图像的引入过程, 体会分析、类比、演绎、实验等的科学方法在物理学中的重要性。
- (2) 通过这节知识的学习, 认识物理图像在研究物理问题时的形象直观、简捷方便的作用。

### 3、情感、态度与价值观

- (1) 通过寓言故事以及日常生活中一些现象的引入, 激发学生的学习兴趣, 进而主动参与到教学活动中。
- (2) 通过学生自己动手做“简单自动记录仪”实验过程, 体会在实验过程中相互合作的重要性, 进而培养其团队协作精神。

## 重点、难点

- 1、 $s-t$  图像和  $v-t$  图像的物理意义及两种图像之间的联系。
- 2、理解图像所描述的运动形式。

## 教学过程

### ● 引入新课

科学研究的规律是先简后繁, 先易后难, 学习物理也是一样, 今天我们就从运动学中最简单的运动——匀速直线运动开始学习。在初中阶段, 我们已经学习过这种运动形式, 谁能举例并说出匀速直线运动的定义。

根据学生的回答情况进一步引导学生把路程换成物体位置的变化, 再到用位移描述匀速直线运动运动的概念。

### ● 进行新课

#### 一、匀速直线运动

- 1、匀速直线运动: 在相等时间里物体的位移总相同的直线运动就是匀速直线运动。

【问】那么怎样来理解“相等时间”呢？

根据学生的回答情况，进一步解释，这里的相等并不仅仅指时间相等，还暗含着任意相等时间。也就是说，时间可以缩短到接近于一个点。

相等时间指任意相等时间。

【问】怎么来描述物体运动的快慢呢？

【答】速度

初中学习的速度，不但没能反映速度的方向，而且也不严格。例如物体运动的速度是 36km/h，并没有指明物体的运动方向，而且如果物体实际运动时间不到 1h，只能说假定它运动 1h，那它通过的路程可以达到 36km，所以初中阶段的速度概念有很大的局限性。

进一步引导学生自己得出速度的概念及表达式，注意与先入为主的速度概念的区别。

2、速度——是描述质点运动快慢和方向的物理量，用  $v$  表示。其大小等于质点的位移  $s$  跟发生这一位移所用时间  $t$  的比值。

(1) 表达式  $v=s/t$  单位：米/秒 (m/s)

(2) 速度是矢量，它的方向跟物体运动方向相同，即位移的方向。

由此可见，匀速直线运动是速度不变的直线运动，这里的不变不仅指大小不变，也包方向不变。要注意引导学生与初中速度概念的区别。

(3) 匀速直线运动的速度的大小叫做速率，为标量，只有大小，没有方向。

在通过列举生活中的实例，比如正常行驶的火车，公路上匀速行驶的汽车等等来说明下面一个问题。

(4) 对某一个具体的匀速直线运动来说，速度  $v$  是恒定不变的，所以位移  $s$  与时间  $t$  成正比；或者说速度是位移对时间的变化率。

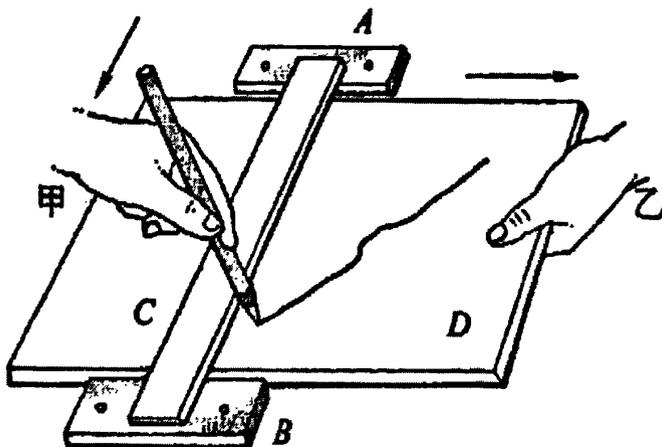
认真观察教材中的自动记录仪，B 是向右匀速运动的方格纸，它代表时间在均匀的流逝，A 是一支笔，它随着待测物理量的变化而上下移动，在纸上留下痕迹 C，它记录了待测物理量随时间的变化规律。

【问】生活中有哪些仪器的工作原理与此类似？

【答】心电图仪、脑电图仪、地震仪等等诸如此类的答案。

那么你们能否自制一个记录仪呢？给学生留下思考的空间，并建议动手做一

做。



附图 1-1

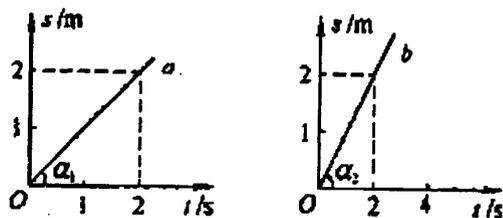
附图 1-1 中 A、B 是两个笔盒，C 是一根木条（或一把尺），在木条的下面放一张纸 D。甲同学沿木条的方向用铅笔在纸上划线，与此同时乙同学匀速地拉纸，在纸上便能出现记录下了笔运动情况的图线。这样做的目的是让学生对  $s-t$  图像先有一个直观的感受。

我们已经学习了用公式法来描述匀速直线运动，刚才大家做的实验实际也是一种描述物体运动的方法，叫做图像法。那么怎样用图像来描述物体做匀速直线运动时的规律呢？

## 二、匀速直线运动位移随时间变化的图像

我们再来做刚才的实验，将白纸铺在桌面上，直尺或木板压在白纸上，但要保证纸能被自由拉动。一个同学沿垂直于纸的方向匀速拉动白纸，代表时间的流逝，另一同学沿着尺子的方向向上或者向下匀速移动铅笔，代表物体的运动，这样就在白纸上留下一条倾斜的痕迹。互换分工重复做几次，但是每次铅笔移动的速度要不同，逐渐加快或逐渐减慢，可以发现留下的痕迹倾斜程度不同。

取几张做的比较好的展示给大家，然后加上坐标轴，白纸运动的方向代表时间的流逝，为  $t$  轴，铅笔移动的方向为物体的位移，为  $s$  轴，这样，就得到了匀速直线运动的  $s-t$  图像，如附图 1-2（为了便于比较，坐标轴上标相同的标度）。



附图 1-2

当物体匀速直线运动时，得到的  $s-t$  图像是一条倾斜的直线，而且物体运动的越快，倾斜程度越大。那么这条图线是物体运动的轨迹吗？画出教材中汽车运动时的  $s-t$  图像，它表示的是汽车的运动轨迹吗？（学生已经自己动手做过实验，很好理解，答案“不是”）

在数学上，直线的倾斜程度用斜率来表示，那么  $s-t$  图像中图线的斜率有什么意义吗？

另外，从图像上我们还能得到哪些信息呢？

同学们充分讨论后，作总结：

- 1、匀速直线运动的  $s-t$  图像是一条倾斜直线
- 2、斜率越大，表示物体运动越快。即斜率表示物体运动的速度

如图二  $\tan \alpha = \frac{\Delta s}{\Delta t} = v \quad v_2 > v_1$

- 3、 $s-t$  图像表示物体的位移随时间的变化规律，并不是物体的运动轨迹。
- 4、 $s-t$  图像的物理意义

(1) 可以判断物体的运动情况。

倾斜直线表示物体做匀速直线运动，平行于  $t$  轴表示物体静止，在  $t$  轴上表示物体静止于起点；曲线则表示物体做非匀速直线运动。

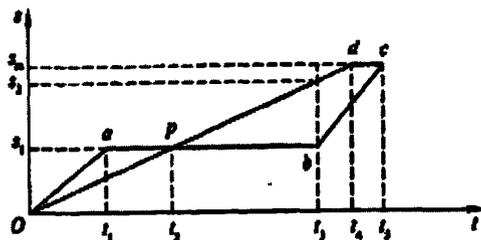
(2) 可以读出质点在任意时刻的位移，也可以读出质点在某段时间内的位移或质点发生某段位移所用的时间。

(3) 可以根据直线的斜率求出物体运动的速度，以及判断物体运动的快慢程度。

斜率的大小表示速度的大小，正负表示速度的方向。

(4) 两条图线的交点表示物体某时某地相遇。

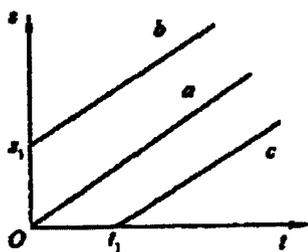
小时候，我们经常听龟兔赛跑的故事，那么你能否画出兔子和乌龟运动时的  $s-t$  图像呢？



附图 1-3

同学讨论后，在黑板上画出附图 1-3，即为“龟兔赛跑”时的  $s-t$  图像， $Oabc$  表示兔子的运动， $Od$  表示乌龟的运动。从图中可以看出兔子以较大速度跑了  $t_1$  时间 ( $Oa$  段) 后开始睡觉 ( $ab$  段)。乌龟以较慢的速度持之以恒地匀速爬行，至  $t_2$  时刻乌龟悄悄从兔子身边经过 ( $p$  点表示两者在离开原点  $s_1$  处相遇)。当  $t_3$  时刻兔子惊醒时发现乌龟已接近终点  $s_2$ ，于是急起直追，此时它的速度比开始时还大 ( $bc$  段)，但它还是失败了。乌龟早在  $t_4$  时刻到达了终点，而兔子直到  $t_5$  时刻才抵达终点，落后了乌龟  $\Delta t = t_5 - t_4$  时间。

【思考】仔细观察附图 1-4，说出三条图线的相同点与不同点。



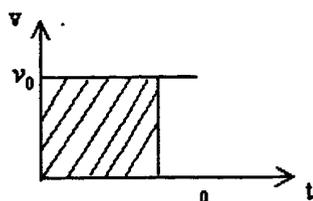
附图 1-4

【分析】它们所代表的物体运动是同方向的匀速直线运动，并且速度相同； $a$  从原点出发， $b$  与  $a$  同时出发，但  $b$  出发点在前方  $s_1$  处； $c$  与  $a$  都从原点出发，但  $c$  比  $a$  晚  $t_1$ 。

### 三、匀速直线运动速度随时间变化的图像

有了前面位移时间 ( $s-t$ ) 图像的分析研究过程，启发学生应用类比的方法，根据位移图像所表示的物理意义，联系数学中有关图像的知识，通过同学之间的交流、讨论，自己动手画出匀速直线运动的  $v-t$  图像，并描述图像的物理意义，然后通过进一步的归纳整理，提高对匀速直线运动的  $s-t$  图像和  $v-t$  图

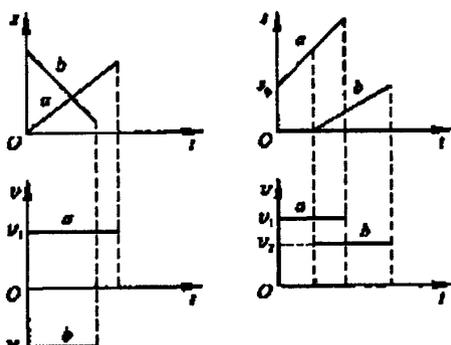
像的认识。



附图 1-5

匀速直线运动的  $v-t$  图像是一条平行于时间轴的直线（如附图 1-5），图中的阴影部分（ $v_0 \times t_0$ ）表示在一段时间  $t_0$  内质点的位移。

由公式  $v = \frac{s}{t}$  可知， $s-t$  图像和  $v-t$  图像相互之间一定是有联系的，引导学生进一步思考，并通过实例进行比较分析。如附图 1-6



附图 1-6

### ● 巩固练习

再回到刚才的情景，画出龟、兔赛跑的  $v-t$  图像；也可让学生进行即兴创作，改编龟兔赛跑故事或是新编其他有趣味的故事，并用  $s-t$  图像和  $v-t$  图像分别故事主人公的运动情况，激发学生的学习兴趣，巩固本节课学习的内容。

## 附录二：教案——波的图像

### 教材分析：

1. 在中学物理中，对机械波的函数表达式不作要求，但对波的图像要求是很高的。在教材中，关于波的图像，给出了这样的描述：“用横坐标  $x$  表示各质点的平衡位置，用纵坐标  $y$  表示某一时刻各质点偏离平衡位置的位移；并规定

横波中位移方向向上为正值，由此经过数学抽象画出的曲线，叫做波的图像，又叫波形图。”（上海科学技术出版社）。教材的这一段叙述比较简略，教学过程中需要通过必要的展开讲解以帮助学生更好地理解，而不只是让其简单的记忆。

2. 对波的图像的物理意义的理解，是本节知识的重点同时也是难点。波的“三个基本要素”和“两个特性”是正确理解和掌握波的图像的关键，所谓“三要素”是指：某一时刻的波形图、质点的振动方向和波的传播方向；“两特性”是指双向性（在不注明波的传播方向的情况下，波的传播方向有两种可能）和重复性（经过周期的整数倍时间后，波形图是完全一样的）。研究波的“三要素”之间的关系时，注意波的“两个特性”，这是解决波的问题的关键。振动与波动的关系以及波的图象变化，同样也是本节课的重点和难点，教学时要注意把握。

3. 这节知识较为抽象，特别是波的传播与质点振动之间的关系，教学时要注意引导学生在已有知识的基础上提出新的问题，注意启发学生思考，理解和掌握教材的主要内容。在加强演示实验的同时，应鼓励学生多参与教学活动，以便对本节课内容能加深理解。

### 教学目的

1. 知道波的图象，横、纵坐标各表示什么物理量，知道什么是简谐波。
2. 明确波的图像的物理意义，学习使用图像描述波的性质和特点。
3. 能够把波动图像与振动图像区分开来。
4. 能够从波的图象中求出：①波长和振幅；②已知波的传播方向求各个质点的振动方向，或已知某一质点的振动方向确定波的传播方向；③能够画出经过一段时间后的波形图；④质点通过的路程和位移。

### 教学过程

#### ●引入新课

通过上节课的学习，我们知道了什么是机械波，同时认识了波的形成和传播过程。机械振动在介质中的传播过程（如绳波），介质中的大量质点从波源开始依次开始振动起来，它们在各自的平衡位置重复波源的振动形式，却把能量和运动形式依次传递下去。而且它们的振动步调不一致，因此在某时刻它们相对于平衡位置的位移并不相同。那么，怎样才能比较直观地描述这种运动呢？物理学中采用了波的图像，就可以比较形象直观地从总体上描

述波的运动情况。

在生活中，我们可以见到很多波的图像的例子，比如石块投入水中形成的水波，体育课上，同学们手拉手依次蹲下、起立所形成的“学生波”，风吹红旗在旗面上形成的“旗波”等等。（通过举例启发学生对波的图像的理解）

### ● 进行新课

问题：刚才我们举了很多关于波的例子，那么如何来描述质点的这种运动形式呢？（引起学生对新知识的好奇与兴趣）

【演示】由波动演示仪给出波动过程中振动质点在一些时刻所在的位置，然后定格在某一时刻。

问题：那么怎样把这些点的运动表示出来呢？

## 一、波的图像

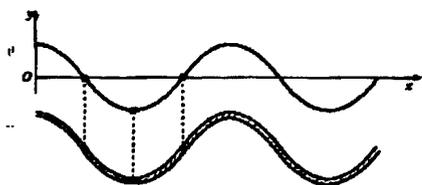
### 1、波的图象：

在直角坐标系中：

横坐标  $x$ ——表示在波的传播方向上各质点的平衡位置与参考点的距离。

纵坐标  $y$ ——表示某一时刻各质点偏离平衡位置的位移。

请学生把绳波的图象表示出来。（如附图 2-1）



附图 2-1

在  $x-y$  坐标系中，规定在横坐标中位移的方向向上时为正值，位移的方向向下时为负值，并把各个质点在某一时刻所在的位置连成一条曲线，就形成了波的图象，又叫波形图。通过举例让学生理解波的图象是某一时刻的各个质点的运动情况的“照片”。

从刚才的演示实验中可以看出：波在传播时是以凹凸相间的形状向前推进的，凹下部分的最低处叫做波谷，凸起部分的最高处叫做波峰，并引导学生从波的图像中找出波峰和波谷，说出所隐含的物理意义。

波的图像反映了,在某时刻波的传播方向上介质中各质点相对于各自平衡位置的位移。

处在波峰和波谷的质点位移的数值,就是振动质点的振幅,也叫波动的振幅。

## 2、波的图象的形状:

在波的图象中,波形曲线是一条正弦曲线(或余弦曲线),它所表示的波叫简谐波。简谐波是一种最简单、最基本的波,其它的波可以看作是由若干简谐波合成的。在中学物理中,我们不再具体研究简谐波的合成情况。

## 3、波的图象的物理意义:

问题:从波的图像中我们可以获取哪些物理信息?(引导学生自己分析,然后再根据学生的回答加以整理)

- (1) 从图像上可以直接读出振幅和波长(注意单位)。
- (2) 从图像上可求任一质点在该时刻相对平衡位置的位移大小和方向。
- (3) 从图像上可确定各质点振动的加速度方向并比较大小。
- (4) 结合波的传播方向(或已知波源方位)可以确定各质点在该时刻的振动方向,画出质点的振动图像,或由各质点的振动方向确定波的传播方向。

## 4、波的图象与振动图象的区别。

结合前一章学习的振动图象,可以看到波动图象与振动图象的区别。

- (1) 两种图象纵、横轴坐标的意义不同。

波的图象中横轴表示各个质点的平衡位置,振动图象中则表示某一质点振动的的时间。

- (2) 两种图象描述的对象不同。

波的图象描述的是某一时刻各个质点离开平衡位置的位移,振动图象描述的是某一质点在不同时刻离开平衡位置的位移。

- (3) 两种图象相邻两个正向(或负向)位移最大值之间距离的含义不同。

波的图象中相邻两个正向(或负向)位移最大值之间距离表示波在一个周期内传播的距离,振动图象中相邻两个正向(或负向)位移最大值之间距离表示振动的周期。

通过前面的学习,我们已经知道,先振动的质点带动相邻的质点依次振动,

后面的质点重复前面质点的振动形式，于是在介质中就形成了机械波。这就说明质点振动方向与波的传播方向应有一定关系，那么二者之间存在着什么样的关系呢？

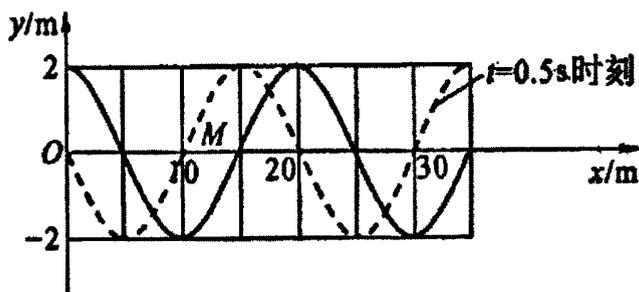
## 二、波的传播方向与介质中各质点振动方向的关系

波的图象表示介质中各质点在某一时刻偏离平衡位置的位移的空间分布情况。在不同时刻质点振动的位移不同，波形也随之改变，不同时刻的波形曲线是不同的。附图 2-2 表示经过一段一段时间后的波的形状和各质点的位移。

(1) 波的成因法：“带动、重复、落后”

(2) 顺着波的传播方向看“上坡下，下坡上”、“峰前谷后降，峰后谷前升”

(3) 同侧原理法



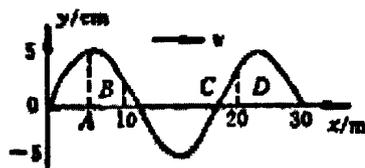
附图 2-2

机械波是以一定的速率  $v$  (波速) 在介质中传播的，那么在单位时间内某一波峰或波谷(密部或疏部)向前移动的距离就等于波速。波在向前移动的过程中，波的图像的形状也在不断的变化；从另一个角度来开，我们也可以说在波动过程中，介质中的各个质点都在不停的振动，在不同的时刻，各个质点的位置也是不同的。因此要掌握波的图像的变化情况。确定波的图象变化情况有两种方法，一是描点作图法，二是图象平移作图法。

**例 1:** 如附图 2-3-1 所示为一列简谐波在某一时刻的波的图象。

求：(1) 该波的振幅和波长。

(2) 已知波向右传播，说明 A、B、C、D 质点的振动方向。



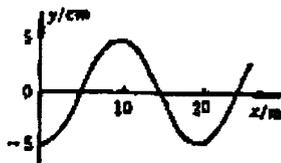
附图 2-3

(3)画出经过  $T/4$  后的波的图象。

解析：(1)振幅是质点偏离平衡位置的最大位移，波长是两个相邻的波峰或波谷之间的距离，由图可知振幅  $A=5\text{cm}$ ，波长  $\lambda=20\text{m}$ 。

(2)根据波的传播方向和波的形成过程，可以知道质点 B 开始的时间比它左边的质点 A 要滞后一些，质点 A 已到达正向最大位移处，所以质点此刻的运动方向是向上的，同理可判断出 C、D 质点的运动方向是向下的。

(3)由于波是向右传播的，由此刻经  $\frac{T}{4}$  后波的图象，即为此刻的波形沿波的传播方向推进  $\frac{T}{4}$  的波的图象，如下图所示。



### 三、波的多解问题

#### 1、传播的双向性及波动的周期性引起的多解

从某种意义上讲，波的图象可以看作是“位移对空间的展开图”，即波的图象具有空间的周期性；同时每经过一个周期波就向前传播一个波长的距离，虽然不同时刻波的形状不同，但每隔一个周期又恢复原来的形状，所以波在时间上也具有周期性。

波在传播过程中，空间的周期性表现为波形的重复，用波长  $\lambda$  表示；时间周期性体现在振动的重复，用周期  $T$  表示。

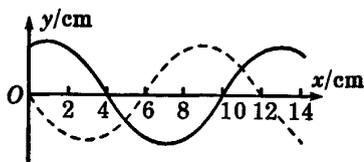
求解这类题目时，先写出某一物理量变化的通式，可采用“先零后整”的方法，即先把时间不足一个周期或距离不足一个波长的部分找出，再由波动的时空周期性将整数部分加上。

#### 2、波形不确定引起的多解

波形的不确定是引起多解的重要原因，在遇到这类问题时，应仔细阅读题目所给条件，并深入挖掘题目中所隐含的信息。把所有可能的图形都画出来，然后再逐一验证，直到最后的结论得出为止。

这类题目在考试中一般不会很繁，听起来似乎很复杂，但真正去做的时候倒很简单，只要把题意弄明白，解题是不成问题的。

**【练习】：**(天津 07 高考第 21 题) 如附图 2-4 所示，实线是沿  $x$  轴传播的一列简谐横波在  $t=0$  时刻的波形图，虚线是这列波在  $t=0.2$  s 时刻的波形图。已知该波的波速是  $0.8$  m/s，则下列说法正确的是



附图 2-4

- A. 这列波的波长是  $14$  cm
- B. 这列波的周期是  $0.125$  s
- C. 这列波可能是沿  $x$  轴正方向传播的
- D.  $t=0$  时， $x=4$  cm 处的质点速度沿  $y$  轴负方向

### 附录三：教案——伏安法测电源电动势和内电阻两种电路的误差分析

#### 教材分析：

该实验是高中阶段物理学科一个比较重要的实验，是帮助学生更加深刻的理解电动势的概念及闭合电路欧姆定律，更好地应用和理解伏安法测电阻的内涵。对近几年高考试题的分析也可以看出，该实验的“上镜率”极高，足可以看出它在高考中所占的份量之重，也将继续成为未来高考的重点、热点。

从高考分析的数据来看，本实验的考察点常常设置在数据处理、误差分析、拓展创新等方面上；而从学生自身的情况来看，误差分析是他们最为头疼的问题，当涉及到误差分析问题时就不知所措、找不到问题解决的方法，得分率也很低，甚而有谈“误差”而色变的感受。

在本实验中，由于两电表内阻而导致的系统误差，究竟是因为电压表的分流作用引起的，还是电流表的分压作用而导致的，要根据具体的电路进行分析。对本实验的误差分析可采用两种不同的方法进行：解析法和图像法。通过两种方法的比较可以看出图像法在处理实验数据时的优势。

#### 教学目的：

### 1、知识与技能

- (1) 加深对闭合电路欧姆定律的理解
- (2) 练习用图像法分析实验数据

### 2、过程与方法

- (1) 通过对实验误差的分析, 掌握用不同方法分析实验数据的过程
- (2) 通过这节知识的学习, 认识图像法在研究物理问题时形象直观、简捷方便的作用。

### 3、情感、态度与价值观

通过这节课的学习, 体会科学研究的严谨性。

### 重点、难点

两种实验电路中, 由于两表的位置不同而引起的实验误差的分析过程。

### 教学过程

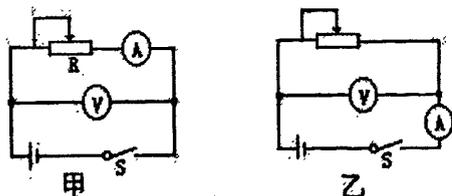
#### ●引入新课

通过前面一节课的学习, 我们已经掌握了伏安法测电源电动势和内电阻的方法, 一般而言, 电源的内阻比较小, 所以我们采用安培表外接法的电路来测量。但是实际上, 安培表的内阻还是存在的, 并且我们还有另外一种电路也可以完成这个实验。那么, 这两种实验电路除了连接方式的不同外, 所引起的实验误差会有什么不同呢? 为什么教材中没有给出另一种实验电路呢? 这也是我们这节课所要研究的内容。

#### ●新课教学

#### 一、测电源电动势和内电阻的两种实验电路

在利用伏安法测电源电动势和内电阻时, 根据安培表所处电路位置不同, 可以分为外接法和内接法两种, 如附图 3-1 中甲、乙所示。



附图 3-1

如果不考虑电流表和电压表的内阻, 也就是说, 两表均为理想电表 (电压表的内阻  $R_V$  无穷大而电流表的内阻  $R_A$  无穷小), 那么两种电路的测量结果是

一样的。下面我们来看一下这两种方法：

### 1、数学解析法

根据闭合电路欧姆定律  $I = \frac{E}{R+r}$ ,  $U=IR$ , 即：

$$U=E-Ir.$$

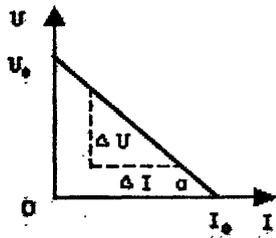
改变滑动变阻器的阻值，从安培表、伏特表中读出几组  $U$ 、 $I$  值带入上式，由此可得：

$$E_{测} = \frac{I_1 U_2 - I_2 U_1}{I_1 - I_2}, r_{测} = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2}$$

### 2、图像法

为了减小实验误差，至少测出 6 组  $U$ 、 $I$  值，且变化范围要大些，然后在  $U$ - $I$  坐标系中选择合适的标度描点作图，由图线纵轴截距和斜率求出  $E$ 、 $r$ ，

$$E_{测} = U_0, r_{测} = k = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \tan \alpha = \frac{U_0}{I_0} \text{ 见附图 3-2 所示。}$$



附图 3-2

在作图时要注意：

- (1) 估计  $U$  和  $I$  的最大值，并选择合适的坐标分度；
- (2) 根据实验所得的数据在坐标系中描点，并用平滑的曲线连接起来。
- (3) 弄清图线所表达的物理意义：①图线基本是直线，说明  $U$  和  $I$  为线性关系，图线的斜率为一定值。②图线的斜率表示电源的内电阻。根据公式  $U = E - Ir$ ，其斜率的绝对值表示内阻的数值。③图线与纵轴的交点（纵截距），表示电源电动势的大小。④图线与横轴的交点（横截距），表示电流的最大值即外电阻  $R_{外} = 0$  时的电流  $I_m = \frac{E}{r}$ ，即短路电流。

### 二、用解析法分析实验误差

测电源电动势和内电阻实验中，我们是用伏特表来测路端电压、用安培表来测干路电流，即把两表都作为理想电表来对待。事实上，真实电表并非如此，

由此也带来了本实验的系统误差。为了便于分析这个系统误差，我们把伏特表和安培表看做是能显示电压和电流的普通电阻，再运用电路规律分析计算，反复比较，从而就可以探索出测量值与真实值之间的关系。

### 1、电流表内接法

伏特表的阻值并非无穷，设为  $R_v$ ，其分流作用不可避免，故干路中的电流真实值应为  $I_{\text{真}} = I + \frac{U}{R_v}$ ，任意取由安培表、伏特表读出的两组  $U$ 、 $I$  值，由

$$E = U + \left( \frac{U}{R_v} + I \right) r \text{ 可得,}$$

$$U_1 + \left( \frac{U_1}{R_v} + I_1 \right) r_{\text{真}} = E_{\text{真}} \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$U_2 + \left( \frac{U_2}{R_v} + I_2 \right) r_{\text{真}} = E_{\text{真}} \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1}\textcircled{2}\text{联立解得: } E_{\text{真}} = \frac{I_1 U_2 - I_2 U_1}{I_1 - I_2 + \left( \frac{U_1 - U_2}{R_v} \right)}$$

$$r_{\text{真}} = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2 + \left( \frac{U_1 - U_2}{R_v} \right)}$$

由以上的分析可以看出，采用电流表内接法时，电源电动势的测量值与真实值相同，内电阻的测量值大于真实值。

### 2、电流表外接法

安培表阻值虽小但不可能为零，必然存在分压作用，所以路端电压的真实值应该是

$E_{\text{真}} = U + IR_A$ ，从安培表、伏特表读数中任意拿出两组，由  $E = U + IR_A + Ir$  可得到，

$$E_{\text{真}} = U_1 + I_1 R_A + I_1 r_{\text{真}} \cdots \cdots \textcircled{3}$$

$$E_{\text{真}} = U_2 + I_2 R_A + I_2 r_{\text{真}} \cdots \cdots \textcircled{4}$$

最后将③④联立则有：
$$E_{\text{真}} = \frac{I_1 U_2 - I_2 U_1}{I_1 - I_2}$$

$$r_{\text{真}} = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} - R_A。$$

采用电流表外接法时，电源电动势的测量值小于真实值，内电阻的测量值大于真实值。实验误差是由于电压表的分流作用引起的。

由于电流表的分压作用比电压表的分流作用明显得多，所引起的误差也比较大，因此尽管内接法所测出的电动势是准确的，一般情况下我们还是采用电流表的外接法。

### 三、用图像法定性分析实验误差

由于两表内阻的存在，而导致的测量值与真实值间的这种差异，不仅仅会表现在实验数据中，当我们运用  $U-I$  图象分析数据时，图象中也必然有所体现，两种方法所得出的图线必然是不同的，其位置必然会发生改变。明确这一特点，

从两种图线的差别入手，认真分析它

们的相对位置关系，最终也能层层深入、较为直观地达到逼近实验系统误差的目的。

#### 1、电流表外接法

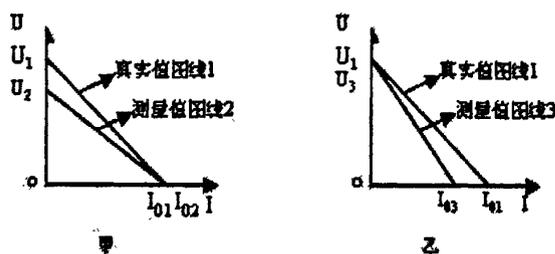
电压表的示数的确为路端电压，但电流表示数并不等于干路电流，原因仍在于电压表的分流作用，且测量值与真实值的差别就等于电压表的分流量，即

$$I_{\text{真}} - I_{\text{测}} = I_v = \Delta I。$$

而  $I_v = \frac{U}{R_v}$  显然，当  $U=0$  时， $\Delta I=0$ ， $I_{\text{真}}=I_{\text{测}}=I_m$ （无差别）；当  $U$  增大

时， $\Delta I = I_v = \frac{U}{R_v}$  也增大（差值变大），所以真实值的  $U-I$  图线与

测量值的图线就应该如附图 3-3 甲中所示——两图线仅在外电路短路状态有唯一共同点或相交点（ $U=0$  时， $\Delta I=0$ ），其他点均有差异、不能重合；在路端电压相同的情况下，干路电流的测量值总小于真实值，并且电压越大，小得越多；最后由图象原理不难得到： $E_{\text{测}} < E_{\text{真}}$ ； $r_{\text{测}} < r_{\text{真}}$ 。



附图 3-3

## 2、电流表内接法

电流表测量的为干路电流，但由于电流表的分压作用，电压表的示数并不等于路端电压，且其分压量就等于测量值与真实值间的差值，即  $U_{\text{测}} - U_{\text{真}} = U_1 = \Delta U$ 。很明显，当  $I=0$  时，(无差别)；当  $I$  增大时， $\Delta U = U_1 = IR_1$  也增大(差值变大)，所以真实值的  $U-I$  图线与测量值的图线为附图 3-3 乙所示——两图线只在外电路断路状态有唯一共同点或相交点，其他位置均有差异、无法重合；在干路电流相同的情况下，路端电压测量值总小于真实值，且电流越大，差值就越明显；由图象原理也可求得： $E_{\text{测}} = E_{\text{真}}; r_{\text{测}} > r_{\text{真}}$ 。

### ● 巩固练习

**例：** 设  $R_1 = 1\text{K}\Omega$ ,  $R_A = 1\Omega$ ,  $r = 1\Omega$ ，采用以上两种电路测量电源电动势和内电阻的系统误差分别为多大？

**解析：** (1) 电流表外接法

该电路主要是因为电压表的分流作用而引起的系统误差，电压表的读数是准确的。为了比较容易的说明问题，我们采用图像法，如附图 3-3 甲。设电流表的读数为  $I_1$ ，电压表的示数为  $U_1$  时，流过电压表的示数为  $I_v$ ，流过内电路的电流为  $I_{1\text{真}}$ ，则  $I_{1\text{真}} = I_1 + I_v$ ，因此用图像法得到的点应是 b 点而不是 a 点。

图线②的方程为  $U = E - I_{\text{测}} r_{\text{测}}$ 。当外电阻  $R=0$ ，即外电路短路时 ( $I_v \rightarrow 0$ )，

此时  $I_{\text{测}} = I_{\text{真}} = \frac{E}{r_{\text{测}}}$ ，即为两条图线在横坐标轴上的交点，设为 A，连接 Ab 并延长交纵坐标轴于 C 点，即得图线①，其方程为： $U = E - I_{\text{真}} r_{\text{真}}$ ，其斜率的绝对

值即为  $r_{\text{真}}$ ，则： $r_{\text{真}} = \frac{U}{I_{\text{真}} - I_1 - I_v}$

而图线②的斜率的绝对值即为  $r_{\text{测}}$ ，则：
$$r_{\text{测}} = \frac{U_1}{I_m - I_1}$$

$$\frac{r_{\text{测}}}{r_{\text{真}}} = \frac{I_m - I_1 - I_v}{I_m - I_1} = 1 - \frac{I_v}{c}$$

由于  $I_m = \frac{E}{r} = \frac{1.5}{1} A = 1.5 A$ ， $I_1$  一般为零点几个安培，所以  $(I_m - I_1)$  的数量级为 1 左右；

而流过电压表的电流  $I_v = U_1 / R_v \approx 10^{-3}$  安培。

$$\text{则系统误差为：} \frac{|r_{\text{真}} - r_{\text{测}}|}{r_{\text{真}}} = \frac{I_v}{I_m - I_1} \approx 10^{-3} = 0.1\%$$

电源电动势的真实值和测量值分别为：

$$E_{\text{真}} = I_m r_{\text{真}} = \frac{U_1 I_m}{I_m - I_1 - I_v}$$

$$E_{\text{测}} = I_m r_{\text{测}} = \frac{U_1 I_m}{I_m - I_1}$$

同理可得，电动势的系统误差与内电阻的系统误差是一致的，都很小。

利用这种电路进行实验时，应选取内阻较大的电压表和阻值较小的变阻器。电压表内阻越大，变阻器的阻值越小，电流表的读数就越接近通过电源的真实值，实验误差就越小。但是变阻器的阻值不能太小，否则会烧坏电路，干电池应选用已经使用一段时间的干电池。

## (2) 电流表内接法

该电路主要是因为电流表的分压作用而引起的系统误差，电流表的读数是准确的。如附图 3-3 乙，设电压表的读数为  $U_1$ ，电流表的示数为  $I_1$  时，路端电压  $U_{1\text{真}} = U_1 + I_1 R_A$ 。因此，用图像法得到的点应是 b 点而不是 a 点。

图线②的方程为  $U_{\text{测}} = E - I r_{\text{测}}$ 。当外电阻  $R \rightarrow \infty$  时，即外电路处于断路状态时， $I \rightarrow 0$ ， $U_{\text{测}} = U_{\text{真}} = E$ ，两条图线交于纵轴上的点 A。连接 Ab 并延长交横轴与 B 点，即得图线①，其方程为： $U_{\text{真}} = E - I_1 r_{\text{真}}$ ，其斜率的绝对值即为  $r_{\text{真}}$ ，则：

$$r_{\text{真}} = \frac{E - U_{1\text{真}}}{I_1}$$

而图线②的斜率的绝对值即为  $r_{\text{测}}$ ，则：

$$r_{\text{测}} = \frac{E - U_1}{I_1} = \frac{E - U_{1\text{真}} + I_1 R_A}{I_1}$$

$$\therefore \frac{r_{\text{测}}}{r_{\text{真}}} = \frac{E - U_{1\text{真}} + I_1 R_A}{E - U_{1\text{真}}} = 1 + \frac{I_1 R_A}{E - U_{1\text{真}}} = 1 + \frac{R_A}{r_{\text{真}}}$$

由于  $R_A \approx r$ ，所以系统误差为：

$$\frac{|r_{\text{真}} - r_{\text{测}}|}{r_{\text{真}}} = \frac{R_A}{r_{\text{真}}} \approx 100\%$$

由分析可知，采用电流表内接法时，由于电流表的分压作用而造成测量内电阻时，系统误差是很大的，所以一般不采用这种电路，但是该电路对于测量电源电动势却没有影响。

## 附录四：调查问卷

中学生朋友：

你好！我是上海师范大学的研究生，研究方向为“物理课程与教学论”。感谢你参加此次“图像法在高中物理中的应用”的调查。第一部分请结合自身的实际情况与题目所陈述的情况相对照，选择一个最符合自己实际情况的答案；第二部分为习题部分。认真回答将会使你更加了解自己目前所学的知识，对以后的学习也会有很大的帮助；对于我的研究也会有极大的实用价值，研究结果对别的同学也将产生极大的帮助。问卷采用无记名方式，你的回答不会计入你的任何档案。（注：图像法针对的是函数图像）

谢谢你的合作！

年级：\_\_\_\_\_ 班级：\_\_\_\_\_ 性别：\_\_\_\_\_

第一部分：（选择为单项选择）

- 1、你认为图像类题目 ( )
  - A、很难, 尽量回避
  - B、一般, 能够认真分析并进一步求解
  - C、简单直观, 符合自己的解题习惯
- 2、解答配有图像的问题时, 你通常能够做到 ( )
  - A、尽力回忆是否见过做过
  - B、根据图像判断属于哪一章节的物理问题, 回忆这一章节的知识
  - C、根据题意想象物理情景, 寻找问题情景涉及的物理规律分析解答
- 3、某物理试题因印刷原因漏印了题中的图像, 你能够做到 ( )
  - A、放弃不做
  - B、根据题意, 直接计算
  - C、画出图像, 分析计算
- 4、对于图像法可解, 数学解析法也可解答的物理题, 你喜欢 ( )
  - A、用图解法或解析法均可
  - B、用数学解析法解答
  - C、用图像法解答
- 5、在某次实验中, 记录了大量实验数据, 你喜欢采用什么方式来处理 ( )
  - A、带入公式一组的验证
  - B、选定坐标系, 描点作图, 用图像分析
  - C、两者皆可
- 6、在考试中, 如果遇到了新的物理图像, 你能够做到 ( )
  - A、求出图像所对应的解析表达式, 用解析法求解
  - B、先观察图像, 分析图像所表达的物理意义
  - C、结合题意, 弄清所涉及的知识点, 再分析求解
- 7、对于图像类题目, 老师在课堂上一般倾向于哪种方式 ( )
  - A、讲清楚图像所表达的物理意义, 再结合题目讲解
  - B、就题论题, 直接讲解
  - C、对类似图像进行归类, 然后分析该题目
- 8、对于图像类题目, 你希望老师讲解时 ( )

- A、把图像的物理意义逐一讲解
- B、针对图像讲清所涉及的知识点并把图像归类
- C、先让自己思考一下再详细讲解

9、在物理学习中，图像法对你帮助最大的帮助有哪些方面？

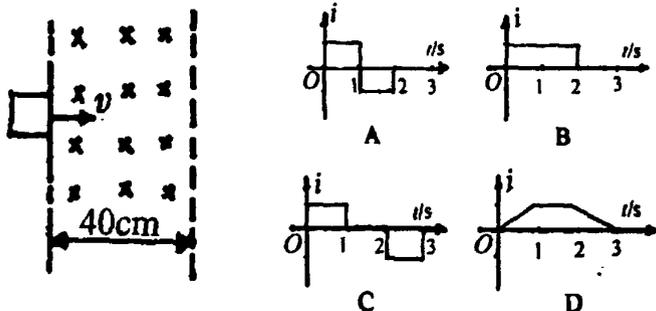
---



---

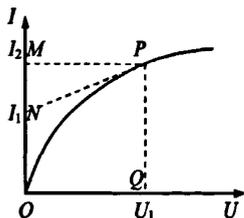
第二部分：(选择为不定项选择)

1、如附图 4-1 所示，一宽 40cm 的匀强磁场区域，磁场方向垂直纸面向里。一边长为 20cm 的正方形导线框位于纸面内，以垂直于磁场边界的恒定速度  $v=20\text{cm/s}$  通过磁场区域，在运动过程中，线框有一边始终与磁场区域的边界平行。取它刚进入磁场的时刻  $t=0$ ，在下列图线中，正确反映感应电流随时间变化规律的是下图中的哪一个 ( )



附图 4-1

2、小灯泡通电后其电流  $I$  随所加电压  $U$  变化的图线如附图 4-2 所示， $P$  为图线上一点， $PN$  为图线的切线， $PQ$  为  $U$  轴的垂线， $PM$  为  $I$  轴的垂线。则下列说法中正确的是 ( )



附图 4-2

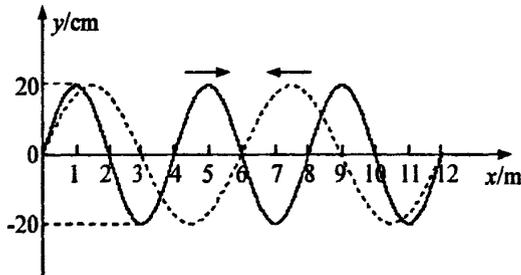
A、随着所加电压的增大，小灯泡的电阻增大

B、对应  $P$  点，小灯泡的电阻为  $R = \frac{U_1}{I_2}$

C、对应  $P$  点, 小灯泡的电阻为  $R = \frac{U_1}{I_2 - I_1}$

D、对应  $P$  点, 小灯泡的功率为图中矩形  $PQOM$  所围的面积

3、两列波的振幅都是 20cm, 沿着同一条绳 (绳沿  $x$  方向放置) 相向传播, 实线波的频率为 3.25Hz, 沿  $x$  轴正方向传播; 虚线波沿  $x$  负方向传播。某时刻两列波相遇, 如附图 4-3 所示, 则下列说法中正确的是 ( )



附图 4-3

A、虚线波的频率也是 3.25Hz

B、两列波在相遇区域发生干涉现象

C、在  $x=3\text{m}$  处质点的位移是 -20cm

D、从图示时刻起再过 0.25s,  $x=4.25\text{m}$  处质点的位移是 40cm

4、压敏电阻的阻值会随所受压力的增大而减小, 某同学利用压敏电阻的这种特性设计了一个探究电梯运动情况的装置, 该装置的示意图如下图所示, 将压敏电阻平放在电梯内, 其受压面向上, 在受力面上放一物体  $m$ , 电梯静止时电流表示数为  $I_0$ , 当电梯做四种不同的运动时, 电流表示数分别如附图 4-4 中甲、乙、丙和丁所示, 下列判断中正确的是 ( )

A、甲图表示电梯可能在做匀速运动

B、乙图表示电梯可能向上做匀加速运动

C、丙图表示电梯可能向上做匀加速运动

D、丁图表示电梯可能向下做变减速运动

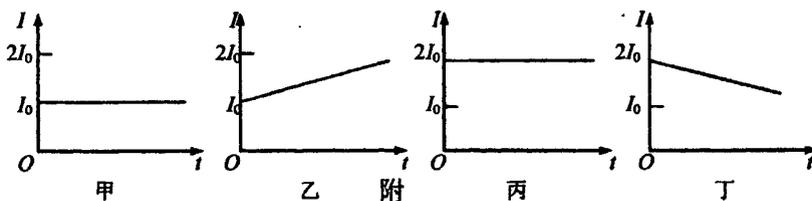
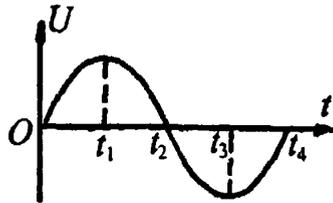


图 4-4

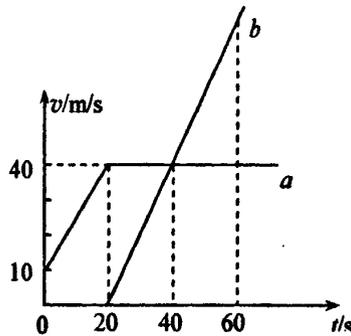
5、LC 振荡回路中电容器两端的电压  $U$  随时间  $t$  变化的关系如附图 4-5 所示，则 ( )

- A、在时刻  $t_1$ ，电路中的电流最大
- B、在时刻  $t_2$ ，电路中磁场能最大
- C、从时刻  $t_2$  至  $t_3$ ，电路中的电场能不断增大
- D、从时刻  $t_3$  至  $t_4$ ，电容的带电量不断增大



附图 4-5

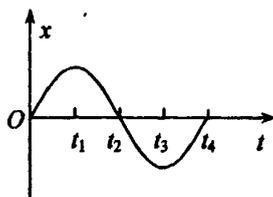
6、 $a$ 、 $b$  两物体从同一位置沿同一直线运动，它们的速度图象如附图 4-6 所示，下列说法正确的是 ( )



附图 4-6

- A、 $a$ 、 $b$  加速时，物体  $a$  的加速度大于物体  $b$  的加速度
- B、20 秒时， $a$ 、 $b$  两物体相距最远
- C、60 秒时，物体  $a$  在物体  $b$  的前方
- D、40 秒时， $a$ 、 $b$  两物体速度相等，相距 200m

7、一单摆做小角度摆动，其振动图像如附图 4-7 所示，以下说法正确的是 ( )



附图 4-7

- A、 $t_1$ 时刻摆球速度最大，悬线对它的拉力最小
- B、 $t_2$ 时刻摆球速度为零，悬线对它的拉力最小
- C、 $t_3$ 时刻摆球速度为零，悬线对它的拉力最大
- D、 $t_4$ 时刻摆球速度最大，悬线对它的拉力最大

8、一水平的浅色长传送带上放置一煤块（可视为质点），煤块与传送带之间的动摩擦因数为 $\mu$ 。初始时，传送带与煤块都是静止的。现让传送带以恒定的加速度 $a_0$ 开始运动，当其速度达到 $v_0$ 后，便以此速度做匀速运动。经过一段时间，煤块在传送带上留下了一段黑色痕迹后，煤块相对于传送带不再滑动。求此黑色痕迹的长度。

攻读学位期间取得的研究成果（含发表的学术论文）

1. 《用图像法巧解一道变力做功题》 《大学物理教育专刊》2009年5月第12卷：93—94页
2. 《摩擦力初探》 《中学科技》2009年第10期：20—23
3. 《浅析几道竞赛题》 《中学科技》2010年第1期：22—25
4. 《生活中的好伙伴——水》 《中学科技》2010年第2期：24—26
5. 《图像法在高中物理教学中应用的问题研究》 《大学物理教育专刊》2010年6月第22卷：69—74页
6. 《物理学史融入初中物理课堂的策略与方法》 《上海师范大学学报》2010年12月：1—4页

### 论文独创性声明

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

作者签名: 刘青苗 日期: 2011.6.9

### 论文使用授权声明

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

作者签名: 刘青苗 导师签名: 郭晓红 日期: 2011.6.9



本论文经答辩委员会全体委员审查，确认符合上海  
师范大学硕（博）士学位论文质量要求。

答辩委员会签名：

主席（工作单位、职称）：

胡晓光

华东师范大学，教授

委员：

朱明

涂泓

仇水

朱端兴

导师：

郭长红

