

徐卫兵/著

高中物理教学中 渗透数学思想方法的 实践研究

GAOZHONG WULI JIAOXUE ZHONG
SHENTOU SHUXUE SIXIANG FANGFA DE
SHIJIAN YANJIU



苏州大学出版社
Soochow University Press

高中物理教学中渗透数学思想方法的 实践研究

徐卫兵 著

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中物理教学中渗透数学思想方法的实践研究 / 徐卫兵著. —苏州: 苏州大学出版社, 2017. 11
ISBN 978-7-5672-2271-7

I. ①高… II. ①徐… III. ①中学物理课—教学研究—高中 IV. ①G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 259082 号

高中物理教学中渗透数学思想方法的实践研究

徐卫兵 著

责任编辑 周建兰

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市十梓街 1 号 邮编: 215006)

虎彩印艺股份有限公司印装

(地址: 东莞市虎门镇陈黄村工业区石鼓岗 邮编: 523925)

开本 787×1092 1/16 印张 12.75 字数 294 千

2017 年 11 月第 1 版 2017 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-2271-7 定价: 35.00 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换
苏州大学出版社营销部 电话: 0512-65225020
苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>



前言

Preface

在高中物理教学中,发现一些物理教师由于担心“把物理课上成了数学课”,对必要的数学推导和运算处理得过于草率,有时还存在数学语言不准确、数学运算步骤不规范等现象;一些学生在运用物理知识进行分析、解题时,不能正确运用数学思想方法.这两大原因在很大程度上影响了众多学生学习物理的兴趣和物理学习成效.基于此,我们有必要研究高中物理新课程中的数学思想方法.

人类知识本身是一个有机的整体,如果在狭隘的学科观念背景下,过分地局限于本学科知识的讲授,则会导致教学目标缺少系统化和结构化,这样不仅禁锢了教师的教学思想,也不利于学生形成完整的自然知识图景.因此,我们应当重视不同学科的交叉应用,让它们互相碰撞,产生一些有价值的火花.

本书努力挖掘高中物理教材中的数学思想,阐述高中物理教学中渗透数学思想方法的意义;寻找这些数学思想的内涵、特征、种类以及与高中物理的相关性;总结数学思想的内容、数学方法的基本特征及基本功能;建构遵循具体化、个性化、特色化、可操作的高中物理教学中渗透数学思想方法的教与学策略;提出高中物理中数学思想方法的使用原则.笔者希望借此促进高中物理中数学思想方法的教学,推动高中物理教学改革.

本课题被江苏省教育科学规划办评为江苏省重点资助课题,先后得到中国教育学会物理教学专业委员会副理事长陶洪教授、江苏省教学研究室叶兵教授、中国教育学会江苏省物理教学专业委员会副秘书长彭兆光教授、苏州大学桑芝芳教授的指导,课题成果荣获江苏省基础教育教学成果奖,在此向关心和支持本课题研究的专家、学者、教师表示衷心的感谢!此外,本书也参考和引用了其他老师的研究成果,笔者在此表示感谢!

由于本人水平有限,加上时间较紧,书中定有错漏及有待完善的地方,欢迎广大读者提出宝贵意见.

徐卫兵

2017年11月1日

于西安交通大学苏州附属中学



目 录

Contents

第 1 章 高中物理教学中数学思想方法渗透的价值

1.1 问题的提出	1
1.2 数学方法	2
一、科学方法的含义及常用的科学方法	2
二、数学方法	3
1.3 数学方法在物理学中的作用	5
一、数学方法为物理学研究提供精确的形式化语言和表述工具	5
二、数学方法为物理学研究提供定量分析和理论计算方法	6
三、数学方法为物理学研究提供逻辑推理和科学抽象的工具	6
四、提供准确的科学预言	6
五、创立科学理论体系	6
1.4 数学思想方法在中学物理教学中的作用	7
一、在高中物理教学中渗透数学思想方法有利于贯彻物理课程理念	7
二、在高中物理教学中渗透数学思想方法有利于提升学生的素质	8
三、在高中物理教学中渗透数学思想方法有利于培养学生运用数学方法研究 物理问题的能力	9
四、在高中物理教学中渗透数学思想方法有利于提高教师的教学水平	11

第 2 章 高中物理教学中数学思想方法的分类教学

2.1 函数与方程思想	13
一、函数的由来	13
二、函数与方程思想	14
三、函数与方程思想在物理中的应用	15
2.1.1 一次函数的应用	15
一、一次函数的基本应用	15
二、一次函数在实验中的应用	16



三、一次函数的平均值的应用	18
2.1.2 二次函数在中学物理中的应用	21
2.1.3 三角函数的应用	22
一、三角函数的基本应用	23
二、用三角函数求物理极值	23
2.1.4 不等式的应用	26
2.1.5 数学归纳法的应用	28
2.1.6 数列的应用	32
一、等差数列公式的应用	32
二、等比数列公式的应用	33
2.1.7 递推法的应用	35
一、研究过程有重复规律时可使用递推法	35
二、运动过程有周期性变化时可使用递推法	38
三、运动过程复杂且具有周期性变化时可使用递推法	41
2.1.8 链式法则的应用	44
2.1.9 通式法的应用	45
2.2 数形结合思想	47
2.2.1 数形结合思想	47
2.2.2 图形表征与物理学习的关系	49
一、图形表征与物理学科内容表达相一致	49
二、图形表征与物理学科思维特点相匹配	50
三、图形表征与中学生物理学习的关系	51
2.2.3 高中物理图形表征的分类及作用和局限	53
一、物理图形表征及分类	54
二、图形表征在解决物理问题时的作用	54
三、图形表征在解决物理问题时的局限	55
2.2.4 图形的建立与应用	55
一、概念图	55
二、思维导图	57
三、维恩图	62
四、状态、过程图	62
五、几何图形	64
2.2.5 三角形知识的应用	64
一、三角形边角关系	64
二、动态矢量三角形	66
三、正弦定理的应用	67



四、余弦定理的应用	68
五、相似三角形的应用	69
2.2.6 圆知识的应用	72
一、作“力矢圆”速解力学问题	72
二、作“谐振圆”速解简谐运动问题	77
三、作“等势圆”速解静电场问题	78
四、作“动态圆”速解磁偏转问题	79
五、作“等时圆”速解光的折射问题	86
2.2.7 柱体模型的应用	87
一、“体积柱体”模型—— $\Delta V = S\Delta L$	87
二、“质量柱体”模型—— $\Delta m = \rho S v \Delta t$	87
三、“电荷柱体”模型—— $Q = NqSvt$	88
2.2.8 割补法	89
2.2.9 中学物理中的“图像”思想	93
一、提高认识 明确意义	94
二、思想方法 教材渗透	94
三、利用图像 探究实验	94
四、借助图像 阐明规律	95
五、利用图像 解决难题	95
六、借助图像 启迪思维	95
2.2.10 图像与物理概念、规律的教学	96
一、图像有助于物理概念的形成	97
二、图像提供直观的情境	97
三、图像可发掘概念的深层次物理意义	99
四、图像为概念间的联系积累材料,丰富了建立物理规律的途径	100
2.2.11 图像在物理实验中的教学	101
一、现状分析	101
二、利用图像处理物理实验数据的优越性	102
三、有效渗透物理图像思想	103
四、线性关系图像在实验中的应用	106
五、非线性关系图像在实验中的应用	108
六、图像外推法在物理实验教学中的应用	112
七、用 Excel 软件生成图像	114
八、DIS 实验系统在物理实验教学中的应用	115
九、让学生自我评价、反思	115
2.2.12 图像在习题教学中的运用	116



一、利用图像对比法	116
二、利用图像的面积求解	118
2.2.13 图像教学的策略	121
一、引导学生学会使用图像	121
二、通过课堂教学培养学生使用图像的兴趣和方法	127
三、把握图像教学的技巧性和灵活性	131
2.3 转化与化归思想	136
2.3.1 转化与化归思想	136
一、熟悉化策略	137
二、简单化策略	137
三、直观化策略	138
四、特殊化策略	138
五、一般化策略	138
六、整体化策略	139
七、间接化策略	139
2.3.2 运用图像进行转化	139
一、利用坐标进行图像转化	139
二、利用数形结合进行转化	140
三、利用类比迁移法转化图像	140
四、图像间的相互转换	141
五、物理情景与物理图像之间的转化	142
六、将立体图转化为平面图	146
2.3.3 “类比”思想	148
一、“类比”思想	148
二、“类比”思想在中学物理教学中的意义	148
三、“类比”教学法在高中物理教学中的理论依据	149
四、“类比”思想在中学物理教学中的分类	150
五、“类比”思想的培养策略	153
六、类比的针对性	154
2.3.4 极限法	154
一、极限假设法	156
二、特殊值分析法	157
三、临界状态分析法	157
2.3.5 “微元”思想	158
一、将研究对象微元化	159
二、将研究过程微元化	160



2.3.6 “微元”思想在物理概念教学中的运用	164
一、时间微元化	164
二、长度微元化	166
2.3.7 “微元”思想在变力做功中的应用	168
2.3.8 “微元”思想在电磁感应现象中的应用	169
一、只受安培力的情况	170
二、既受安培力又受重力的情况	173
2.3.9 利用逐差法处理实验数据	174
一、逐差法	175
二、一分为二法	177
2.4 分类讨论思想	180
2.4.1 分类讨论思想	180
一、分类讨论思想	180
二、分类讨论思想的重要性	181
三、分类讨论思想的特点	181
四、分类讨论的原则与方法	181
五、解决问题的策略	182
2.4.2 分类讨论思想的应用	182
一、对研究对象进行分类讨论	182
二、对物理状态进行分类讨论	183
三、对物理过程进行分类讨论	184
四、对已知条件进行分类讨论	185
五、对所得结果进行分类讨论	186

第3章 高中物理教学中渗透数学思想方法的原则

一、系统计划原则	187
二、循序渐进原则	187
三、反复渗透原则	188
四、有机结合原则	189
五、学生参与原则	189
六、适宜恰当原则	189

第4章 高中物理教学中渗透数学思想方法的策略

一、提高自身数学修养,关注数理相互渗透	191
二、充分利用常规教学,渗透数学思想方法	191



第1章

高中物理教学中数学思想方法渗透的价值

数学是物理学的表述形式,是创立和发展物理学理论的主要工具,是解决物理问题的重要工具,数学对物理学有着深远的影响.因此,在高中物理教学中渗透数学思想方法,培养学生应用数学知识解决物理问题的能力就显得非常重要,这对学生们后续学习和今后从事科学研究,提高他们的创新能力有着非常重要的意义.现依据数学与物理的现实联系以及素质教育的需要,从数学和物理的关系,从教师和学生的角度,谈谈在高中物理教学中渗透数学思想方法的价值.



1.1 问题的提出

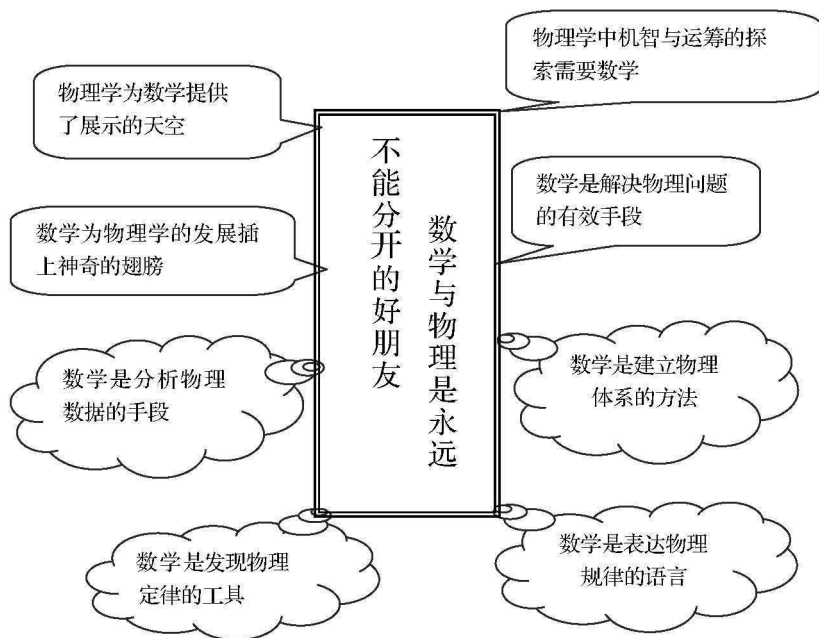
在目前的高中物理教学中,发现有不少学生数学学得很好,却不能很好地运用所学的数学知识分析和解决物理问题.针对这种情况,部分物理教师把原因片面归结于数学教学.据调查,一些物理教师在教学过程中,由于担心“把物理课上成数学课”,对必要的数学推导和运算往往处理得过于草率,没有能引起学生的重视;在高中阶段遇到的各类习题中,有很多是数、理之间紧密联系的题目,教师若未能做到示范引领作用,学生在运用物理知识进行分析、解题时,则不能灵活运用所学到的数学思想方法.正是由于存在以上两方面对数学、物理之间联系认识的不够,在很大程度上影响了众多学生学习物理的兴趣.

其实人类的知识本身就是一个有机的整体,在狭隘学科观念背景下,过分地局限于本学科知识的讲授,这样的教学目标缺少系统化和结构化,不仅禁锢教师教学思想的自由驰骋,也不能帮助学生形成有机的完整的人类知识图景,还会肢解完整的精神生产过程,导致智慧能力的片面畸形发展,培养不出视野开阔、才思敏捷的人才.

物理学是研究最普遍的运动形式和基本结构的科学,而数学则是研究现实空间形式和数量关系的科学,虽然它们研究的对象各不相同,但均有着共同的目的,即探索和研究自然界的有关规律,并在实践中加以运用,这就使两者之间产生了必然联系.纵观物理学与数学的发展历程,它们是在相互影响、相互促进中发展起来的,如下图所示.正如诺贝尔奖获得者杨振宁指出:“可以用两片生长在同一根管茎上的叶子,来形象化地说明数学与



物理之间的关系. 数学与物理紧密相连, 它们的生命线交接在一起.”例如, 1862—1864 年, 麦克斯韦建立了著名的麦克斯韦方程组, 以非常简洁、优美的形式包含了库仑定律、欧姆定律、安培定律和法拉第电磁感应定律等, 统一解释了各种宏观的电磁过程, 并且从纯数学形式的方程组出发, 提出并从理论上证明了光也是一种电磁波, 预言了电磁波的存在, 从而把电、磁、光统一了起来, 实现了物理学史上一次大的飞跃.



1.2 数学方法

一、科学方法的含义及常用的科学方法

科学方法是指在学习或研究自然科学问题过程中为发现问题、提出假设、搜集事实、做出解释论证等所遵循的途径和使用的手段, 或者说是思维的方法与程序, 是人们正确反映研究对象的客观规律的主观手段, 是人们进行研究活动得以顺利完成的程序、方式和规则. 概言之, 科学方法是科学认识主体为了从实践上和理论上把握科学认识客体(即科学对象)而采用的一般思维手段和操作步骤之总和. 物理学的发展和完善, 不仅是知识和理论体系的完善, 重要的是它创立了一套完善的科学方法, 这些方法不仅被物理学所用, 而且被其它学科所采用, 不断推动着整个科学的发展. 物理学中常用的科学方法有: 观察法、实验法、理想化方法、归纳与演绎、分析与综合、数学方法.



二、数学方法

(一) 数学方法的定义和层次

“数学是研究客体抽象化的量、结构及其变化规律的学科”。“它不直接反映物质世界的实际运动形式,但它反应自然界以及社会、思维运动一切形式中的量的侧面,因而就具有很大的普遍性”。它是人们进行理论思维的有效手段,是研究物理学不可缺少的工具。“数学方法是指对研究对象所抽象出来的数学模型从量和结构方面进行分析的方法,它主要是在客观现实和人类实践的基础上,利用数学所提供的概念、符号和规则,对与研究对象相对应的数学模型进行逻辑运算和推导,从量和结构方面,运用数学形式表示事物的特征和规律。”物理学是应用数学方法最充分、最成功的一门科学,尤其“理论物理学是当今运用数学水平最高的学科,天文学、化学、地理学中的数学方法,往往都是通过理论物理学向其移植的”,离开了数学方法就不会有真正意义上的物理学。数学方法为物理学研究提供了简明、精确的科学通用语言的形式,从而大大简化、纯化和加速了人们的思维过程。数学方法还为物理学提供了定量的计算方法,使物理学从定性分析的学科发展到定量分析的精密科学。

数学方法分为三个层次:一是最高层次,即指导人们认识事物一般规律和特性的世界观和在其指导下的方法论,也就是辩证唯物主义的认识论和方法论——唯物辩证法。它是构成数学方法最高层面的方法论。例如,数学中积分和微分就是对立统一的辩证思维,利用直线代替曲线等也体现了唯物辩证法。二是中间层次,即用来定义物理概念和表达物理规律的数学思维和数学思想,它的基本程序是:对物理问题进行数学抽象,建立数学模型(建立物理问题的数学表达式),然后对数学表达式进行数学演算、求解,对得到的结果给出物理意义的解释。具体方法如:利用数学方法定义物理概念的思想、函数的思想、方程的思想、矢量的思想、数形结合的思想、微积分的思想等。三是技术层次,即利用数学解决具体物理问题的方法和技巧,它与解题紧密联系,既具体又便于操作,如算数、代数、几何、三角等。本书研究的数学方法主要是中间层次。

(二) 数学方法的特点

各种不同的科学方法都是人类认识世界和改造世界的方法,因此具有一般方法论的共性,但是不同的科学方法应该具有自身的特殊性,数学方法作为科学方法中的一个重要内容,具有科学方法的一般特征,但也有其自身的特殊性。正是因为这些特点,在高中物理中进行数学方法的教学对学生能力的发展具有其它科学方法无法代替的功能。认识数学方法的特点,有利于教师全面准确地理解它,改正错误的思想观念。

1. 普适性

数学是人类认识和表达自然界强有力的工具,毕达哥拉斯认为“万物皆数”,伽利略也说过,“大自然是用数学语言写成的”,数学方法有非常普遍的适用性,“宇宙之大,粒子之微,火箭之速,化工之巧,地球之变,生物之谜,日用之繁”,到处都离不开数学方法。物理学



更是离不开数学,没有数学将不会有真正意义的物理学.

2. 抽象性

数学完全抛弃了事物本身质的属性,仅仅保留了量的特性,因此数学概念和理论本身就是抽象的,这就决定数学方法的抽象性.更重要的是,数学是在抽象之上的再抽象,它利用已有概念引出新的概念,由数引出式、由数引出函数等.从整个数学理论体系的建立到一个定理的证明都需要科学抽象.数学方法是在物理抽象的基础上再抽象,物理学中常利用理想化的方法,对现实的物质世界进行抽象,把它们看成质点等,然后利用数学方法对质点运动从量的规律再次抽象,研究质点的位置、速度、加速度随时间变化的规律.例如,利用公式 $v=v_0+at, s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 可以很容易地描述一个质点在任意时刻 t 的速度和位

移.麦克斯韦方程组的微分形式
$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \cdot \mathbf{D} = \rho \\ \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \end{array} \right.$$
 通过抽象的数学语言,给人们展现了电

磁场的运动规律.

3. 精确性

“数学之所以有很高的声誉……那就是数学给予精密自然科学以某种程度的可靠性,没有数学,这些科学是达不到这种可靠性的.”物理学正是凭借着数学方法的精确性,得到很多令人信服的规律、定律,并且做出了使人惊叹的预言,利用牛顿运动定律,通过数学方法精密的计算,成功发现了天王星、海王星就是其中著名的例证.

4. 逻辑性

当人们对客观事物进行判断的时候,必须保持思维过程的前后一致性,决不能前后矛盾.数学更是如此,它利用一些符号按照一定的逻辑法则进行推理,从已知的少数几个概念、公理、公式到建立起整个数学理论体系,逻辑思维在其中占据着非常重要的地位.欧几里德的《几何原本》向人们展示了逻辑的强大作用.物理学应用数学方法解决问题也表现出很强的逻辑性.例如,牛顿建立整个力学体系和爱因斯坦建立相对论,都是依据数学方法和严密的逻辑推理,得到了无懈可击的理论体系,为后来者建立理论体系树立了光辉的典范.

5. 辩证性

恩格斯曾经说过,“数学是辩证的辅助工具和表现形式”,“微积分本质上不外是辩证法在数学方面的运用”.这些都充分说明了数学中充满了辩证法.在物理学中很多地方运用数学的这种辩证思维来处理和解决问题.例如,在研究变速运动时瞬时速度概念的提出:在时间 $t \rightarrow 0$ 时的平均速度,即 $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$.又如,狄拉克把相对论引进量子力学,建立了相对论形式的薛定谔方程,也就是著名的狄拉克方程.对方程进行分析,并运用数学方法



的辩证特点预言了正电子的存在。

(三) 数学方法在科学方法中的地位

数学方法由于其自身的特殊性,决定了它在科学方法中的特殊的地位.数学方法是其它科学方法的载体和相互联系的桥梁.例如,观察实验的结果必须用数学的方法来表达,理想化模型也可以化为数学表达式来表示等.因此,通过数学方法教学,可以起到带动作用,让学生更好地理解其它科学方法,还可以培养学生其它能力,而这些能力往往没有可行的、具体的操作途径.



1.3 数学方法在物理学中的作用

马克思说过,“一种科学只有在成功地运用数学时,才算达到完善的地步”,物理学的整个发展历史完全证明了这一点,随着物理学越来越深入地反映自然规律,就需要最大限度地运用数学.爱因斯坦也说过,“在物理学中,通向更深入的基本知识的道路是同最精密的数学方法联系着的”.对物理规律认识的不断深入就需要越来越多的数学方法,数学方法对物理学的作用越来越突出.数学方法对物理学的基本作用体现在以下两方面:一是用数学方法分析、概括和总结经验事实和经验材料,抽出经验规律,并从中建立起以实验现象的唯象和半唯象的模型理论或抽象出基本规律,其特点是从个别到一般,发现一般规律或建立科学理论体系;二是从基本定律或模型出发,通过数学演算、数学模拟或逻辑推理和证明的方法,解决各种具体问题,其特点是从一般到个别,应用理论解决实际问题.

一、数学方法为物理学研究提供精确的形式化语言和表述工具

数学是研究现实世界中数量关系和空间形式的科学,在数学中无论是对各种量与量的关系、量的变化、形的描述,还是对定理的逻辑推导和证明以及对概念和理论的表述,都用精确、简明的数学符号表示.这种符号的表述使人们的思维更加方便、快捷、深刻,在物理学中问题的陈述、推理和定量计算,都运用简明的数学符号,这样大大简化和加速了思维进程.如果仅仅依靠日常生活的语言,不仅很难表述清楚自然规律,也容易产生歧义.从古希腊的亚里士多德到开普勒时代,人们很少借助数学方法,只依靠哲学的思辨进行物理研究,物理学进展一直缓慢.伽利略把数学方法引入了物理学之后,数学方法成为物理学研究不可缺少的语言和表述工具,从此物理学取得了长足的发展,取得了卓越的成就.如用数学中的导数来表示瞬时速度 $v = \frac{ds}{dt}$ 、加速度 $a = \frac{dv}{dt}$,用积分来表示变力做功 $W = \int_a^b \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$,既简明又严格.另外,“形”在物理学中也有重要的作用,它直观形象,如用位移图像、速度图像来表示变速直线运动规律,使人一目了然.



二、数学方法为物理学研究提供定量分析和理论计算方法

现实世界是质与量的统一,任何物质都有质的规定性,也有量的规定性.物理学是研究物质世界最基本的结构、最普遍的相互作用、最一般的运动规律的自然科学,这些都是物质世界量的方面,因此物理学的研究必须要对物质世界的对象进行定量分析和理论计算,才能精确地反映现实世界.例如,利用一组偏微分方程(麦克斯韦方程)可以对电磁运动规律进行描述,利用度规和张量建立的方程(爱因斯坦引力场方程)可以对时空和物质的关系进行描述.通过 $\rho = \frac{m}{V}$,可以对相同体积而不同质量的物质进行对比,以鉴别不同的物质.也可以通过此公式,对一座不可测量的大山的质量进行估计.人们正是通过数学提供的定量分析和理论计算的方法不断对物质世界进行深入的认识.

三、数学方法为物理学研究提供逻辑推理和科学抽象的工具

数学方法不仅为物理学提供定量分析和理论计算方法,也是逻辑推理和科学抽象的工具.许多物理学的规律、公式,都是借助于数学方法通过逻辑推理而得出结论的.例如,万有引力定律就是在向心力公式 $F = \frac{mv^2}{r}$ 、开普勒第三定律和圆周运动中线速度 v 和周期 T 的关系 $v = \frac{2\pi r}{T}$ 的基础上通过数学逻辑推理得到的.科学抽象是指在思维中抛开客体的非本质方面,抽取其本质方面的过程,在物理学中大量的物理模型都是科学抽象的结果,如质点、刚体、点电荷、原子的行星模型,对这些物理模型精确的描述最终必须通过数学方法来表现.

四、提供准确的科学预言

物理学以数学为工具做出很多预言,这些预言往往被实验所验证,给人以巨大的震撼.例如,海王星被称为“笔尖下的行星”,因为它是根据理论计算发现的.18世纪20年代,人们以行星摄动理论计算天王星的轨道时,发现其理论计算轨道和实际运行轨道有较大差异,于是人们猜测在天王星的轨道外可能有一颗未知的行星影响其轨道.亚当斯和勒维耶经过大量的计算预测出未知行星的位置,柏林天文台在此基础上经过天文观测,在他们计算的位置准确找到了这颗行星.爱因斯坦狭义相对论中用数学方法推出了质能方程 $E = mc^2$,预示了核反应能产生巨大的能量,这早已被实验所验证,并且这种能量已经被人类所利用,不断推动社会的发展.

五、创立科学理论体系

创立科学理论体系需要一定的科学语言和科学思维,如前面所述,数学方法是表达科学理论体系的一种重要科学语言,一个科学理论体系的建立是离不开数学语言的.数学方法不仅仅起到语言的作用,尤其是数学方法中的公理化方法还是一种重要的演绎方法.



“公理化方法,就是尽可能少地从无定义概念(基本概念)出发去定义其他的一切概念,从一组不证自明的命题(基本公理或公设)出发,经过逻辑推理证明其它的一切命题,进而把一门学科的知识建构成为演绎系统的一种方法。”欧几里得的《几何原本》就是公理化方法的一个楷模,他给出了23个定义、5个公设、5个公理,由此出发推导出了一个完整的几何理论体系,这种方法对后世的数学和物理的发展具有深刻的意义.牛顿在前人的基础上,利用公理化方法建立起了一个完整的力学体系:四个基本概念,即时间、空间、质点、力;四条基本定律,即三大牛顿运动定律和万有引力定律;基本方法,即数学方法、逻辑方法和实验方法.爱因斯坦相对论体系的建立,也是采用了公理化方法.



1.4 数学思想方法在中学物理教学中的作用

在中学开展科学方法教育具有重要的意义:比如培养学生的能力、提高学生的素质;通过了解知识是如何产生、形成和发展的,能够优化学生学习的过程;能够发展学生的创新思维和创新意识等.数学方法因为有自身的特点以及在科学方法中的独特地位,因而具有其他科学方法无法替代的作用.

一、在高中物理教学中渗透数学思想方法有利于贯彻物理课程理念

高中物理从课程、教材、考纲三个方面都对高中物理教学中渗透数学思想方法提出了明确的要求.

(一) 贯彻课程

《高中物理课程标准》的执行有助于学生体验科学探究过程,了解科学研究方法.提出学生要经历科学家的探究过程,认识科学探究的意义,尝试应用科学探究的方法研究物理问题,验证物理规律,通过物理概念和规律的学习过程,了解物理学的发展过程,认识物理实验、物理模型和数学工具在物理学发展过程中的作用.探究的操作活动包括观察、提问、实验、比较、推理、概括、表达、运用及其它活动.其中很重要的一点就是把观察所得的结果用精确的数学关系表达出来,运用数学语言来描述分析资料.高中物理课程渗透了很多数学思想方法,在教学中不断挖掘课程中的数学思想,让学生意识到自然科学乃至社会科学统一于数学的大思想,并培养学生科学的物理思维,具有很大的现实意义.

(二) 落实教材

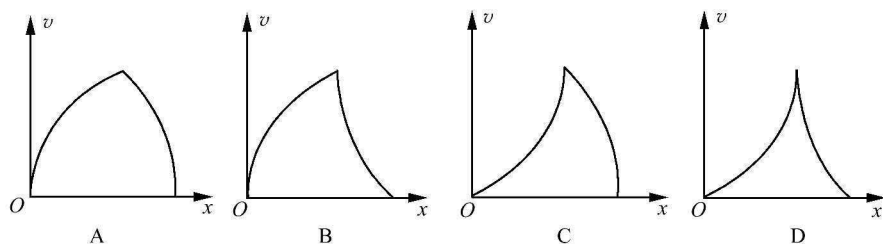
各种版本的教材都体现了数学思想方法在物理中的作用,比如人教版教材的一个很重要的特点就是强调科学过程、方法、科学思维方式的重要性,运用数学方法处理数据能力及评价探究能力.例如,人教版旧版教材在讲解物体做匀变速直线运动的位移 s 等于物体在这段时间内的平均速度 $\bar{v}$ 和时间 t 的乘积时,仅一句话:由于匀变速直线运动的速度是均匀改变的,它在时间 t 内的平均速度 $\bar{v}$ 就等于时间 t 内的初速度 v_0 和末速度 v_t 的平



均值,即 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$,代入 $s = \bar{v}t$,利用 $v_t = v_0 + at$,就得出了 $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$.但这句话没有给出依据,学生无法接受.新版教材中,从 $v-t$ 图线下的面积入手,再从匀速运动的位移过渡到匀变速直线运动的位移,以“化整为零,以恒代变”和“积零为整,再取极限”的思想——“微元”思想,探究得到了位移公式,这在逻辑上是站得住脚的,实践表明学生是完全可以接受的.这里渗透的“微元”思想不只是一种知识,更是一种方法、一种观念,对于科学思想方法的形成大有裨益.教材中虽然未提“微元”思想,但很多概念的引入都渗透了“微元”思想.例如,通过时间微元引入瞬时速度、匀变速直线运动的位移、向心加速度等概念,通过对长度的微元引入线速度的方向、曲率半径、重力做功、弹力做功等概念.

(三) 实施考纲

《物理高考考纲》(又称《物理高考考试说明》)每年都会修订,但其中明确提出的一个能力是不变的,而且更具体,即考生应具备应用数学知识处理物理问题的能力:能够根据具体问题列出物理量之间的数学关系式,根据数学的特点、规律进行推导、求解和合理外推,并根据结果进行物理判断、物理解释或得出物理结论;能根据物理问题的实际情况和所给条件,恰当运用几何图形、函数图像等形式和方法进行分析、表达;能够从所给图像通过分析找出其所表达的物理内容,用于分析和解决物理问题.这在各地每年的高考试题中都有体现,如2014年江苏省高考物理试卷第5题,一汽车从静止开始做匀加速直线运动,然后刹车做匀减速直线运动,直到停止.如下图所示,速度 v 和位移 x 的关系图像中能描述该过程的是哪一项?本题涉及汽车匀加速和匀减速运动过程中的 $v-x$ 图像判断,对学生的图像分析、理解能力有一定的要求.再比如江苏省高考中多次出现的用“微元”思想解决的问题,很多学生都觉得很难,一是因为用这种思想方法解决物理问题的意识不强,二是对这种思想方法不理解.可见要达到考纲中对数学思想方法的要求,不是一蹴而就的,教师需要在平时的教学过程中不断渗透.



二、在高中物理教学中渗透数学思想方法有利于提升学生的素质

爱因斯坦曾说过,“这个世界可以由音乐的音符组成,也可以由数学的符号组成”.数学有如此威力,主要是其独特的思维和方法发挥作用.数学思想方法,是铭记在人们头脑中起永恒作用的数学观点和文化、数学的精神和态度,它使人思维敏捷,表达清楚,工作有条理;使人善于处世和做事,实事求是,锲而不舍;使人得到文化方面的修养,能更好地理解、领略和创造现代社会的文明.饶汉昌等数学家撰文指出:“数学思想、方法是素质教育的重要内容.”在高中物理教学中渗透数学思想方法,不但具有即时价值,更具有延时价