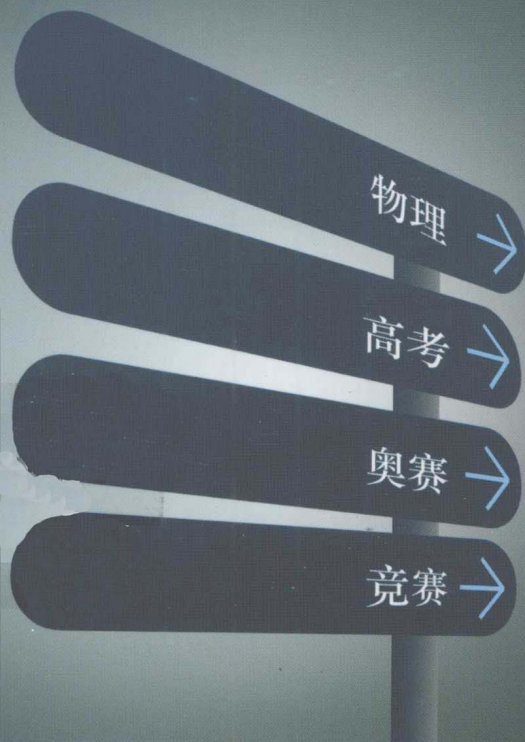


科学方法 与物理高考竞赛一体化

(上)

陈奋策 著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

科学方法

与物理高考竞赛一体化

（上）

陈维明 著



上海科技教育出版社
SHANGHAI SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHERS



科学方法

与

物理高考竞赛一体化

上

陈奋策 著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

科学方法与物理高考竞赛一体化. 上/陈奋策著. —厦门: 厦门大学出版社, 2010. 5

ISBN 978-7-5615-3483-0

I. 科… II. 陈… III. 物理课-高中-教学参考资料 IV. G633.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 061628 号

厦门大学出版社出版发行

(地址: 厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编: 361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

厦门市明亮彩印有限公司印刷

2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷

开本: 787×960 1/16 印张: 12.75

字数: 230 千字 印数: 1~2 000 册

定价: 28.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

**本书获福建教育学院
学术著作基金资助**

序一

新课改下物理学科的高考内容,分为知识内容和能力要求两大部分,规定了对理解能力、推理能力、分析综合能力、运用数学处理物理问题的能力和实验与探究能力五个方面能力考查的具体要求。物理学竞赛去年开始有了新变化,物理竞赛初赛题中有 30% 与高考接轨;竞赛题更具前沿性、针对性和新颖性;旨在拓宽学生的知识视野,激发学生的学习兴趣,培养学生的思维品质、动手能力,发展学生的个性特长;同时促进教师自身素质的提高、促进新课改的深入开展和教学质量的提高。

近几年的高考与竞赛实践表明,加强能力考查是高考与竞赛发展的必然趋势;培养能力、提高能力是学科教学的核心。在迎考复习中把对知识的掌握、应用与能力的培养、提高结合起来,特别注意加强训练,是有重要意义的。

全书(含上、下册)是陈奋策教授在长期进行普通物理教学实践、奥林匹克中学物理竞赛指导、深入中学调研、参与新课改实践和教学研究的基础上编写的,倾注了作者对基础物理教育事业所付出的心血和热情。作者以高中物理新课标新考纲和竞赛考纲为指导,以“突出素质教育、激发创新思维、增强实践应用、培养解题技能”为宗旨,以物理科学方法为红线贯穿全书,精心策划,为同学们提供全面、系统、实用、完备的高考和与高考相关的竞赛解题方法和科学方法。

掌握科学方法、培养创造性思维和解决问题能力是当今新课改的核心问题之一。《科学方法与物理高考竞赛一体化》全书具有导向性、新颖性、精巧性和实用性,它是中学生参加物理高

考与各类物理竞赛复习迎考、大学生学习和综合素质提高的一本好课外读物,同时亦可作为中学物理教师教学探索研究的参考书。

陈金灿

2010年3月3日

序二

陈奋策教授在他的专著《基础物理学中的科学方法》(1998)中,深入探讨了科学方法如何应用在物理学中,以帮助物理学问题的解决。在这一研究的基础上,又经过 10 年的潜心探索,陈奋策教授完成新著:《科学方法与物理高考竞赛一体化》。新书的特点是:应用科学方法,解决物理问题。

我对这一新书的一句话评价:将科学方法应用与物理问题解决有机结合起来,通过问题解决理解科学方法,通过科学方法促进问题解决,是中学物理教师和立志学习理工科的高中学生难得的好书。

《科学方法与物理高考竞赛一体化》(上)有 16 个专题,每一个专题相对独立,自成一体。这本书可以通读,也可以选读,能够引人入胜,引人入深。将科学方法的培养与高考竞赛中的问题解决能力的提高“一体化”。这是有新意的。高考中“难度”较大的问题,通常也是“区分度”较大的问题。但是,如果有科学方法的引领,可以“化难为易”。

高考中“难度”较大的问题,也即是接近物理竞赛的问题。竞赛的问题有利于促进学生思维能力的提高,在应用物理知识解决问题的同时,提高对于科学方法的把握。本书强调科学方法与物理高考竞赛一体化,其核心是:科学知识、科学方法、科学思想、科学精神“四位一体化”。这对于提高学生的科学素养,很有价值,意义重大。

《科学方法与物理高考竞赛一体化》(下)有 17 章,按照新课标新教材的顺序,由浅入深地阐述物理知识和科学方法。以高考的新考纲为依据,发现问题、提出问题、分析问题、解决问题,从基础题、灵活题到综合题,都是精选。学生们在学习物理学中,如果思考过

的问题,都是真正有意义、有价值的问题,那么,学生会终身受益。

“题海战术”不是科学的方法。“精选问题”非常重要。《科学方法与物理高考竞赛一体化》一书中选择的问题,都是较好的问题。高考和竞赛的问题,都十分注意问题的科学性,注意问题的“效度”、“信度”、“难度”、“区分度”。学习物理学,并非学生做的题目愈多愈好;如果问题选得不好,其效果是“适得其反”。

陈奋策教授的经历丰富。他先后就读于福建师范大学物理系获得学士,杭州大学物理系获得硕士,浙江大学物理系获得博士。11年前,陈奋策得知我是西南师范大学物理学的兼职教授,曾写信希望来做“访问学者”。后来,他到了北京师范大学教育科学研究所,在阎金铎教授那里做访问学者。很巧,我也是该所的兼职教授。

我们有缘啊!

2009年11月,陈奋策教授邀请我到福建教育学院,为福建省的物理教师骨干教师讲课。陈教授将《科学方法与物理高考竞赛一体化》的预印稿给我看。看完书稿,我深深地为他对于物理学与物理教学的执著追求,坚持不懈的努力所感动。于是,就写了这一篇短文,推荐这本书。我相信这本书会给中学物理教师,以及立志读理工科的高中生很大的帮助。

好书难得啊!

查有梁

2009年11月

(查有梁:四川省社会科学院研究员,北京师范大学等多所大学兼职教授,中国教育学会教育学分会学术顾问,四川省学术和技术带头人,美国哈佛大学高级访问学者。)

前 言

新课改新课程在目标上注重提高全体学生的科学素养,从知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个方面培养学生。新课改重视实验探究能力、思维和观察技能的培养,注重认识物理学的基本思想、观点和方法,关注科技和社会发展中的问题、现代技术应用,强调学生对科学方法的运用,着眼树立学生科学的探索精神、世界观、价值观和辩证唯物主义的观点,培养批判性思维能力和创新精神、分析问题和解决问题能力,为学生终身发展、应对现代社会和未来发展的挑战奠定基础。

《科学方法与物理高考竞赛一体化(上)》一书在我省新课改全面展开的大好形势下,本着上述美好愿望问世。本书是在《基础物理学中的科学方法》(陈奋策,福建教育出版社,1998.6)的基础上完成的。科学方法引领全书,把基础物理知识和能力培养紧密联系起来,力求科学方法与物理高考竞赛一体化。

本书分为两篇。第一篇含八个专题,归纳了基础物理学中10种基本的科学方法,如实验方法(只提及)、模型方法、数学方法、理想实验方法、类比方法、分析方法、综合方法、对称方法、守恒方法和能量方法等,解读物理高考新考纲对能力的要求,并针对解题方法和能力训练。第二篇从物体运动的几种基本形式着眼,以八个专题展开,本书在科学综合训练的基础上,促使中学生综合解体能力和整体物理素质的提高。

本书的续本《科学方法与物理高考竞赛一体化(下)——高考篇》大体上以新课标新教材的顺序展开,共十七章。全书以高中物理新课程新课标为指导,以高考新考纲为准绳,紧紧围绕中学物理高考和物理竞赛中与高考相关的内容、基础物理的重点概念、定律,以生动丰富的实例进行问题的分析综合和科学方法的应用,训练积极主动的解题思路,活跃思想,发展智能。

全书(上、下)从大学物理和科学方法的高度审视物理高考、物理竞赛(与高考相关)和高中物理教学,注意高考、竞赛以及普通物理的联系、过渡和接轨,但不含高数。由于篇幅限制,全书不涉及实验方法与科学探究。

鉴于不少高考题源自竞赛题的简化,全书通过对最近几年高考和与高考相关的竞赛试题以及相当的例题的分析和研究,在精选的例题中,重视概念、规律、方法的理解和综合应用、注重知识的加深和拓宽,紧紧围绕如何建立物

理模型,如何分析物理问题,如何充分利用数学工具解决物理问题,如何理论联系实际等方面开展讨论和引导;逐一进行了详细的解题方法、科学方法解析和点评,力求通俗易懂,化难为易;恳望有效激发同学们的创新思维,提高同学们的解题技能,高考和竞赛互相促进。

全书重点在于科学方法与科学方法在高考解题的应用。

全书中高考题注明了出处,不加说明的是与高考题难度相当的例题,打“△”号的题目属于较难的非高考考题和超高考大纲的基本题,“*”号的是含有动量的高考综合题,“**”号的属于物理竞赛题或该层次的内容。

吃透基本原理,才能清晰解题思路;掌握方法,才能触类旁通,举一反三。不管遇到什么难题,都能得心应手,迎刃而解。使你在通向高考竞赛的道路上取得成功。

全书可作为广大中学生学习物理和综合素质提高的有效的辅导书和工具书,是广大中学生参加物理高考、各类中学物理竞赛以及奥林匹克物理竞赛的复习迎考的常备自学书籍;同时,本书也为中学物理教师提供了一个物理教学探索研究的崭新思路,是广大中学物理教师(和家长)不可多得的教学参考书;本书也可作为大学生学习普通物理的读物。

全书的编写得到福建省物理学会前任理事长李述华教授、前任物理学会理事长曾民勇教授(原福建师范大学校长)的关心和鼓励;现任福建省物理学会理事长陈金灿教授为本书写序(序一);国内知名教育专家查有梁研究员也为本书写了序(序二);许多中学名师提出了宝贵的意见和建议;在此表示衷心的感谢。

全书采用了其他学者、专家的成果,在此一并表示感谢。

由于时间的限制,不足之处在所难免,期望广大读者指正。

作者

2010年3月

目 录

序一	1
序二	1
前言	1

第一篇 科学方法与能力培养

专题一 科学方法简介	2
专题二 物理模型方法	4
专题三 数学方法	13
专题四 理想实验	30
专题五 类比方法	37
专题六 分析方法和综合方法	43
一、分析方法	43
二、综合方法	51
专题七 对称性方法和守恒方法	56
一、对称性方法	56
二、守恒方法	64
专题八 能量方法	69
一、能量方法	69
二、[力·时空]的表述形式	73
三、[能量·时间]的表述	74

第二篇 物理高考竞赛的知识能力要求与科学方法的专题训练

专题九 高考与竞赛的性质、内容要求和解题训练	77
一、高考与竞赛性质、内容和要求	77

二、解题方法训练	79
专题十 高考与竞赛的能力要求与科学方法	91
专题十一 平衡状态	109
专题十二 直线运动	119
专题十三 曲线运动和圆周运动	138
专题十四 振动 波 光 波粒二象性	152
专题十五 守恒观点(方法)	163
专题十六 能量角度(方法)	171
主要参考文献	191

第一篇

科学方法与能力培养

物理学是研究自然现象及其规律的科学,是探究物质内部结构的奥秘,研究物质基本组元及其基本相互作用和基本运动规律的学科。它是自然科学的基础学科。

物理学的发展不仅形成了系统的基础理论,也形成了自身卓有成效的物理科学方法(简称科学方法),物理知识与科学方法紧密地连为一体。随着物理学的发展,物理科学方法也在不断地发展、完善着。而且,这些研究方法与基础理论对其他学科的科学研究有着深远的影响。

物理学有广泛的技术应用,它深入到社会生活的方方面面,它的发展自始至终对人类文明产生着深远的影响。可以说物理学的发展改变了世界,世界的变革进一步促进了物理学的发展。

物理学既研究客观物质的运动,还指导人们认识客观世界、改造客观世界;它既能提高人的科学素质,又能锻炼人的思维和能力(诸如理解能力、推理能力、分析综合能力、运用数学处理物理问题的能力 and 实验能力);是培养创新人才过程中不可被任何其他学科所替代的一门学科。

专题一 科学方法简介

物理科学方法既研究单个的一般研究方法的规律性,又研究这些一般研究方法在整体上的特点和相互关系的规律性问题,哲学方法自然贯彻其中。

物理科学方法又可分为物理方法论原理和物理科学研究方法。

方法论原理即方法论的一般原理,是科学研究方法更高的抽象。具体来说就是:物理学的认识首先从确认观察和实验事实开始,解释原理力图从理论上去解释它们;不同的理论可以解释同一组现象的情况,于是就需要在这些理论之间进行选择的简单性原理;物理学家坚信能从理论上和数学上对物理世界图景提供统一的解释和描述,即物理图景的统一性原理和数学化原理;对称性原理和守恒性原理则把这种要求进一步具体化了;随着物理学认识由宏观向微观的过渡,又出现了对应性原理、可观察性原理和互补性原理的方法论要求;基元性原理对各部门自然科学知识体系结构提出了统一的逻辑要求。还有相对性原理、域性原理、真与美的统一原则等,在物理学研究和物理学理论体系的构造中也有重要的启示意义。

物理科学研究方法大体上划分为两类:一类是获取感性经验材料的基本方法。这主要有科学观察、实验、模拟等;另一类是加工科学研究资料和作出科学结论的基本方法。这主要有:科学抽象方法、理想化方法、各种逻辑方法(含比较、分类、类比、归纳、演绎、分析、综合、证明、反驳)、数学方法、科学假说方法和系统科学方法等。

各种科学方法,都有其优越性和局限性。各种方法并不是孤立存在的,而是处在密切的相互联系之中,往往是被综合运用的。把任何一种方法绝对化,将不同的方法决然割裂开来的做法都是不可取的。各种科学方法的相互联系也不是杂乱无章的,而是在认识自然界的的过程中形成了具有一定规律性的整体。一些高明的研究者,之所以能取得较大的成果,往往在于他们能巧妙地把所需要的各种方法,结合起来进行运用。

对于中学生,从物理的作用来看,物理学中科学方法和解题方法主要有以下几种:实验方法、模型方法、数学方法、理想实验方法、类比方法、分析方法、

综合方法、对称方法、守恒方法和能量方法等。物理科学方法的学习、掌握和应用既能提高中学生的科学素质,又能锻炼中学生的思维和能力(诸如理解能力、推理能力、分析综合能力、运用数学处理物理问题的能力、实验能力和创新能力)。

由于篇幅限制,本书没有探讨实验方法的应用。

专题二 物理模型方法

物理模型方法,即理想物理模型方法,简称模型方法,含理想(物体)模型、近似(过程)模型、科学假说模型和科学理论模型四种。

事实上,全部物理学的原理、定律都是对一定的(理想)物理模型行为的刻画。理想物理模型保留了研究对象的主要特征,而不考虑次要因素。弄清楚主要因素之后,再增加次要因素,一步一步地近似以接近实体,其中的每一步都可以用数学方法加以研究。正是不断进化的理想物理模型把人们的认识一步一步地引向认识物质世界的真理。

离开了物理模型,物理学就寸步难行。从这个角度看,物理模型方法体现了物理知识(如物理概念、定理、定律和原理等)及其掌握和应用,物理科学方法和物理知识、能力是一体化的。

1. 理想(物体)模型

所谓“理想模型”,物理学中为了便于研究,通常突出所要研究的主要问题,以便于寻求规律,常把所研究的客体(物体或系统)加以简化,高度抽象的一种理想形态。

理想(物体)模型法是物理学研究中的一种十分有效的研究方法,模型可以是看见、摸得着的实体,也可以是看不见、摸不着的实体和非实体,常根据需要把实际客体抽象为不同的物体模型:如力学中的质点、刚体、理想绳、弹簧振子、单摆、简谐振子、弹性媒质和折合质量等,热学中的理想气体、范德瓦尔斯气体、绝热系统和孤立系统等,电磁学中的点电荷、试探电荷、电偶极子、匀强电场、均匀球壳、无限大平板、磁荷、磁偶极子匀强磁场、无限长直导线、无限长直螺线管等,光学中的点光源、光线、薄透镜和透镜系统等,近代物理学中的光子火箭、黑体和黑洞等。

例 2.1 (2005 全国 II 理综)已知引力常量 G 、月球中心到地球中心的距离 R 和月球绕地球运行的周期 T 。仅利用这三个数据,可以估算出的物理量有()。