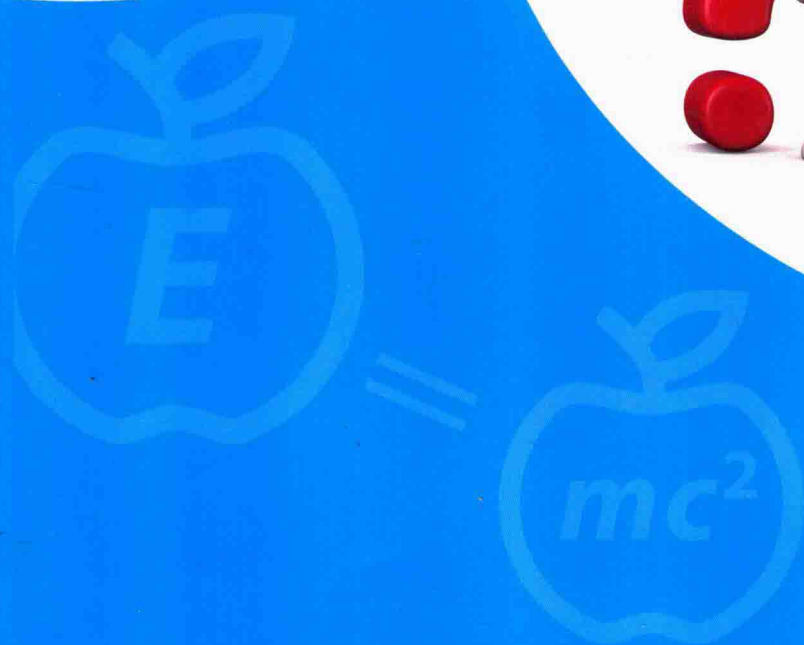


# 高中物理

## 解题方法与技巧

尹雄杰 王文涛 主编



中国科学技术大学出版社

# 高中物理

## 解题方法与技巧

主编 尹雄杰 王文涛

编委 (按姓氏笔画排序)

卫青山	王文涛	尹雄杰	龙玉梅
何婧	张勇	张凤莲	张晓顺
孟繁秋	潘浩		



## 内 容 简 介

本书是东北师范大学附属中学首席教师科研课题的研究成果,系统介绍了隔离法、整体法、图像法、微元法、递推法、临界法、对称法、等效法、类比法、转换法、补偿法(包括建构法)、极限法(包括极端法)、假设法、反证法、降维法、估算法(包括近似法)、模型法、数学方法这 18 种解题方法。

本书涵盖了高中物理所能用到的几乎所有解题方法,内容的翔实和包容是本书的一大特点。对每一种解题方法都按方法概述、例题精析、思维训练和参考答案的板块模式编写,板块的联结是逻辑的联结,更是思维的联结,物理思维的贯通是本书的又一大特点。用大量的例子(特别是高考真题)总结出解题的规律和方法,例题多、例题新、解答细是本书的第三大特点。为每一种解题方法设计了思维训练的环节来平滑联结“会看”和“会做”,这是本书的第四大特点。

本书适用于高中生,对高一、高二、高三学生(尤其是准备参加高校自主招生考试的学生)都有很好的帮助;也可作为广大一线物理教师和物理爱好者的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

高中物理解题方法与技巧/尹雄杰,王文涛主编. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2017. 3(2017. 8 重印)

ISBN 978-7-312-04061-0

I. 高… II. ①尹… ②王… III. 中学物理课—高中—题解 IV. G634. 75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 235588 号

出版 中国科学技术大学出版社  
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026  
<http://press.ustc.edu.cn>  
<https://zgkxjstxcbs.tmall.com/>  
印刷 安徽省瑞隆印务有限公司  
发行 中国科学技术大学出版社  
经销 全国新华书店  
开本 787 mm×1092 mm 1/16  
印张 22.5  
字数 519 千  
版次 2017 年 3 月第 1 版  
印次 2017 年 8 月第 2 次印刷  
定价 49.00 元

# 序

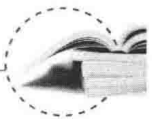
本书是教育科研课题的研究成果.2012年,我承担了东北师范大学附属中学物理学科首席教师科研课题——高中物理解题方法的研究.课题组成员有尹雄杰、卫青山、王文涛、张凤莲、何靓、张晓顺、孟繁秋、张勇、潘浩等老师.在开题和课题运行期间,一直有把课题的研究成果公开出版发行的计划,书名拟为《高中物理解题方法与技巧》.

学习物理就要解题,解题就要讲方法.高中物理解题方法各式各样、五花八门,尽管有不少老师对此进行了研究,但多是零散且不系统的.我们通过“高中物理解题方法的研究”课题的实施,对高中物理解题方法进行了系统研究,对散落的、不同的解题方法做了收集、整理、归纳和总结,对高中物理中难学的内容从学生解题的角度做了有意义的探讨.物理难学往往表现在物理题不会做上,物理题不会做往往是解题方法不当所致.不管是有意还是无意,学生解题通常受一定思维方式支配,对此,我们希望通过“高中物理解题方法的研究”课题的开展,对解题时所体现的思维的特点、功能和方法做进一步的研究,以此揭示物理试题背后的秘密.

课题运行到现在,对物理和物理教学美妙的热爱或热爱的美妙,使课题研究进行得相当顺利.阿尔伯特·爱因斯坦说:“当你不需要靠它养家糊口的时候,科学是非常美妙的.”倘若教师这一职业不再是仅仅为了养家糊口而从事,作为一名物理教师,我问我自己:什么是物理?我为什么教物理?我如何教物理?面对这样三个问题并试图做出回答的时候,我感觉到了困难,同时觉得也很美妙!自第一节物理课开始,我就一直问这些问题.到现在已经上过两万多节物理课,我似乎找到了答案,又似乎没有找到答案.当然,先人或同行们对这些问题已经做过很多种回答,可以从他们的著作或论文中找到答案.但是,那毕竟是他们做出的答案,更重要的是,随着时间的推移,这些问题随着环境的变化会出现新的情况,这些问题将永远是问题.反复思考和解答这些问题的时候,就是一个老师走向成熟、走向专业化的时候.

课题运行时我们发现:就解题而研究解题,会很肤浅和单薄.从研究者的





角度,必须把“解题方法”纳入物理和物理教学的大背景中考虑.我们发现课题研究的过程才是最重要的.对物理学的认识和再认识是重要的.刚刚走上教师岗位的时候,时常记起大学老师说的话:牛顿力学改变了整个世界,因此享受生活的每一个人都要感谢牛顿的贡献.的确,物理学取得的成果极大地丰富了人们对物质世界的认识,有力地促进了人类文明的进步.自然,在很长一个时期,带着对物理学敬畏的心情,把物理教学的目标锁定在知识层面上,认为教物理就是要把物理知识准确地、尽可能多地传授给学生,供他们今后一生受用,毕竟“知识就是力量”.似乎学习与工作是截然分开的.然而令人困惑不已的是,我们传授学生那么多的物理知识,其中不乏像“ $F = ma$ ”这类极其重要的知识,但在他们日后的生活和工作中,却很少显示出这类知识有什么直接的功用.以至过了若干年后,许多学生把所学的物理知识几乎忘得一干二净,用他们的话说,“全部都还给老师了”.我为此感到深深的失落.但每当我向他们提出“高中三年岂不白读了”的反诘时,这些离开学校多年的学生却又都会异口同声地做出否定的回答,一致认为高中阶段的学习对于他们的成长起到了重要的奠基作用,可又说不清究竟是哪些知识具体起了作用.我想,这大概好比吃饭,谁都不会否认吃饭对于生存的意义,然而谁又都说不清楚,吃了这顿饭究竟是在身上的什么地方起了作用.看来物理教学中一定蕴含着某些“超知识”的力量,我努力寻找着答案.偶然看了一篇有关诺贝尔物理学奖的报道之后,我找到了答案.有人统计发现,自20世纪中叶以来,在诺贝尔化学奖、生物及医学奖,甚至经济学奖的获奖者中,有一半以上的人具有物理学的背景.这意味着他们从物理学中汲取了智能,转而在非物理领域获得了成功.反过来,却从未发现有非物理专业出身的科学家问鼎诺贝尔物理学奖的事例.这就是物理智能的力量.我恍然大悟,我苦思冥想、极力寻找的答案是“智能”,是物理教学中蕴藏的一整套的逻辑、程序和方法.我似乎还原了物理教学的本质——物理教学是一种体现“智能”的教学.这也正是物理教学中体现的“五种能力”.物理教学应重视能力本位!难怪国外有专家十分尖锐地指出:没有物理修养的民族是愚蠢的民族!美国《今日物理》杂志曾就什么是物理学向读者广泛征求意见,最后,他们推崇的答案是:物理学家所做的就是物理学.这话乍听似觉偏颇,其实不无道理.因为在今天看来,物理学更多的是体现出一种智能.“代表着一套获取知识、组织和应用知识的有效步骤和方法,把这套方法用到什么问题,这问题就变成了物理学.”从这个意义上说,物理教学绝不仅仅是知识



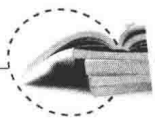
的传授、教会学生解答几个物理问题那么简单,也不等价于物理试卷的满分.物理教学过程中“智能”的体现是至关重要的.

从广义上来说,文化指的是人类历史实践过程中创造的物质财富和精神财富的总和.它包括科学文化和人文文化.同样,物理学作为人类认识世界、探索未知的一种实践和精神活动方式及成果,又构成了人类文化的重要组成部分.物理学的这种亦理亦文的两面性,在它的发展进程中与日积淀、内涵巨丰.为什么不在物理教学的过程中激活物理文化的火花,展现物理学的另一个层面呢?探讨物理文化的渊源,品味物理文化的内涵,领略物理文化的外延.一是最大限度地开发科学的人性意义,使科学技术人文化,人文文化科学化,加强两种文化的沟通 and 交流,促进科学与人文的融合,从“物本主义”向“人本主义”转变,倡导以人为本的科学发展观.二是拓宽物理学的教育功能,使受教育者不仅掌握必要的物理知识,而且受到物理文化的熏陶.到这个时候,我的物理教育观又一次得到了提升.大家知道,物理学是以实验为基础的科学,它的基本研究方法就是实践,因而在客观性上表现为“真”;物理学创造的成果最终是为了造福于人类,它在目的性上体现出“善”;另外,物理学还在人的情感、意识等多方面反映了“美”.正因为物理学本身兼具真、善、美的三重属性,我们完全有理由说,物理不仅是一种文化,而且是一种高层次、高品位的文化.物理学作为自然科学的重要组成部分,在经历了近代科学革命的洗礼后,逐渐形成了自己稳定的创造主体——物理科学共同体、特有的科学研究方法、特有的语言符号、丰富的成果以及共享的人类群体,并已经以相对独立的文化——物理文化,存在于人类整体文化之中,同时潜在地影响着人们的生活方式和思维、行为方式.基于上述对物理文化的认识,我越来越强烈地感到物理文化对物理教育教学所带来的启示意义.根植于物理和物理教学中的文化是永恒的!

从生物基因问题谈起,有助于我们今天从人类学、哲学高度重新思索“人是什么”.这对物理教学有着深刻的意义.生物基因研究得到的下面四个数据,将会引发人们的联想,让人深思:

- 一是人与其他高级动物的生物基因差别不超过 2%;
- 二是人与最接近人的黑猩猩的生物基因差别不超过 1.28%;
- 三是 2002 年进一步发现人与老鼠的生物基因差别不超过 1%;
- 四是人与人的生物基因差别不超过 0.1%.

用如此微小的生物基因差异,怎能充分说明人与动物、人与人存在方式的



重大差异? 受此启发,有不少社会学者正致力于寻求在人类文化传承与发展过程中有着哪些最为核心的要素,将基因上升为表征系统发展要素的哲学范畴,从而提出了“文化基因”的概念.文化基因是指相对于生物基因而言的非生物基因,主要指先天遗传和后天习得的、主动或被动、自觉与不自觉而置入人体内的最小信息单元和最小信息链路,主要表现为信念、习惯、价值观等.文化基因是人类文化系统的遗传密码,核心内容是思维方式和价值观念,特别是如何处理人与自然、人与人、国与国、心与物等关系的核心理念.人和动物的差异显而易见应当是在文化基因上人类的进化比一般的生物进化更为复杂,人具有双重进化机制,除了生物基因进化机制外,还有文化基因进化机制.教育正是推动文化基因进化的重要途径.学校教育的要义,不只是文化现象的展示与诠释,而在于文化基因的传承和发展.物理教育当然也不例外.那么,蕴含在物理教学中的“文化基因”究竟有些什么呢? 我以为主要体现为三个方面,即科学知识、科学方法和科学精神,因为这三者是构成科学素养的最基本的要素.如果将科学素养比作一座金字塔,那么科学知识犹如塔基,科学方法就是塔身,科学精神则是塔尖.物理教学的最高宗旨,就是为了构建这座宏伟的科学素养之塔而添砖加瓦.换言之,物理教学的核心价值就在于促进学生实现三个转化:一是把人类社会积累的知识转化为学生个体的知识,使他们知道世界是什么样的,成为一个客观的人;二是把前人从事智力活动的思想方法转化为学生的认识能力,使他们明白世界为什么是这样的,成为一个理性的人;三是把蕴含在知识中的观念、态度等转化为学生的行为准则,使他们懂得怎样使世界更美好,成为一个有创造力的人.文化基因丢掉了,民族将随之消亡! 同样,物理教学中的文化基因丢掉了,物理教学将随之消亡.

人的生活是丰富多彩和积极向上的.在教师的层面上,我在慨叹生命易逝的同时,回首往事,亦有点满足,因为我至少做了点研究.若能通过课题研究反映出对问题的思考,而且引起更多的思考,则已足矣.把教学中的点滴感悟写出来就是我想做的一件事,这个过程算不算是研究,我不知道;写出来的东西算不算论文,我也不知道.苏霍姆林斯基说:“如果你想让教师的劳动能够给教师带来乐趣,使天天上课不至于变成一种单调乏味的义务,那就应该引导每一位教师走上从事研究的这条幸福道路上来.”我确实在这样做的时候感到了快乐.假如在我头脑里闪现了火花,哪怕是一缕微弱的亮光,我也愿意去享受它的温暖.

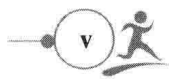


课题运行时我们对选择这样的课题有了进一步的认识:首先,物理是一门科学,因此要用严谨的科学态度对待每一道物理问题,不能让“解题的流产”成为学生的一种习惯;其次,物理是一种智能,因此物理解题中要培养学生思维的模型和模式、方式和方法;最后,物理是一种文化,解题是物理教学中的重要环节,让学生在解题中感受到成功的喜悦,寻找到试题背后的故事.选择本课题的目的是把物理解题中蕴含的思维的特质和智能的功力挖掘出来,使物理解题发挥出它原本的效能.只有在这样的视角下看研究的课题,才能准确把握课题的研究方向.毋庸置疑,物理教师做得最多的一件事是什么?恐怕就是编题、解题.学生学物理时做得最多的一件事是什么?不是记物理听课笔记,而是解物理问题.无论是在时间上还是在空间上,解物理问题占有相当大的比例,对此不做一番系统的研究岂不是一件遗憾的事!“高中物理解题方法的研究”是“三个问题”的子课题.很大程度上学生对物理的兴趣是在顺利做出物理题的成功喜悦中培养出来的.现实的情况是学生承受一次次解题失败的打击,或多或少,解题的“失败”已使学生感到“麻木”,以至于远离物理、远离科学.物理成了学生抹不去的记忆.解物理问题是学生学习物理的重要组成部分,挖掘物理习题中如此神秘、如此美妙的科学精神、智能因素和文化基因也是物理学习的重要内容.研究高中物理解题中的思维过程显得如此重要,它是帮助学生顺利解题的重要保证.把学生的解题过程上升到思维的层次,使其所做物理题显现出该有的地位和应有的作用,让学生欣赏着解物理问题.

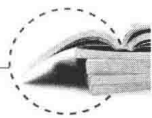
课题研究到结题时诞生了《高中物理解题方法与技巧》这本书,书中收集、整理的不同的物理解题方法有隔离法、整体法、图像法、微元法、递推法、临界法、对称法、等效法、类比法、转换法、补偿法(包括建构法)、极限法(包括极端法)、假设法、反证法、降维法、估算法(包括近似法)、模型法、数学方法等.对每一种解题方法都有方法概述、例题精析、思维训练三大板块.

对物理解题方法概述的过程是理解方法的过程、定义方法的过程,是对“方法”再研究的过程,是从简单实践上升到理论概括的过程.我们通过大量的例子总结和归纳出每一种解题方法的定义、使用条件、解题步骤等.显然,翔实的例子和高度的概括是“方法概述”这一部分的特点.

问题说没说清楚,看能不能举出相关的例子来.对每一种解题方法,我们力求给出大量的例子加以说明和阐释,这是课题研究最为重要的部分,毕竟无论是老师还是学生对“例子”的欢迎程度都远大于对“理论”的欢迎程度.尽量







穷举相应的例子是对“例题精析”板块所能做的唯一选择。

给定了定义,精析了例子,却没有思维训练的过程还是不圆满的,于是第三部分我们用十几个物理问题给读者“尝试”的机会,力求答案准确无误。

至于本书适合的读者,仁者见仁,智者见智,如果它能给你带来一丝一毫的思考和再思考,足矣!

最后,借本书的出版发行,谈谈自己当物理教师的感受。

古人云:“家有两斗粮,不当孩子王。”我已在教师的岗位上耕耘了32个春秋.对我个人而言,是教师的幸福感使我如同约会恋人般准时站在讲台上,和学生一道把蕴藏在物理教学中的丰富内涵挖掘出来,探索的过程本身充满了幸福的感觉.杨启亮教授在一次学术报告会上说:“教师的职业境界有四个层次:一是把教育看成社会对教师角色的规范、要求;二是把教育看作出于职业责任的活动;三是把教育看作职业良心的活动;四是把教育活动当作幸福的体验。”当把物理教学看作幸福的体验的时候,就会深深感到物理教学中原来有着如此丰富的内涵,也会使你毫无选择地更自觉、有意识地去挖掘和开发它的育人功能,全面提升人的素质;另一方面又使我们看到物理原来有着如此美好的禀性,从而会更加钟爱物理,更有激情地去从事物理教学.我以为,只有真正热爱物理的物理教师,才能做到不仅教会学生理解物理、应用物理,而且还能进一步引导他们去感悟物理、欣赏物理.离了谁地球照样转,离了谁物理教学依旧存在.是教物理过程中快乐的体验令我不能放弃物理.高尚、崇高只是一种来自外在的评价,而幸福是行为主体的内在体验,只有与人的内在情感体验相联系的活动才具有坚实的基础和永恒的活力.从某种意义上说,各行各业都具有奉献的性质,人的社会性决定了人的活动的奉献性.但能够把工作当成幸福的人从奉献中不曾感到有什么损失,实际上,他甚至不会意识到他自己是在奉献,他只从工作中感到生命的充实和生活的乐趣.夸美纽斯把教师看作太阳底下最光荣、最高尚的职业,反映了他对教师职业强烈的情感上的偏爱.“高尚”是一种评价,把教育说成是“最高尚”的职业,也就意味着其他职业不是“最高尚”的;而“幸福”是一种体验,任何人都可以把自己的工作体验为“最幸福”的,教师职业的“最幸福”并不排斥其他职业的“最幸福”.可惜我的“最幸福”常常被“高考的物理及其教育”弄得很不幸福.如果我们不教物理,学生不学物理,将会对他们今后的发展留下哪些缺憾?一种显而易见的回答是,学生将因此学不到许多重要的物理知识.这话没错,但不够全面.因为除此之外,学生还



将失去更为重要的有关科学方法、科学精神等方面的培养与熏陶,从而最终影响他们的科学素养的提高.当前,物理已经深入到社会的方方面面,成为每一位有素养的公民都应该懂得的知识.对于大多数学生来说,他今天学习物理的目的,恐怕不是为了明天去进一步研究物理,而是有助于他去面对或解决所遇到的大量非物理的问题,为他们今后一生的文明、健康、高质量的生活奠定基础.这也印证了赵凯华先生的话:“一个人学了物理之后干什么都可以,他的物理没有白学.在我看来,对于学物理的人无所谓改行……”如果教物理是喝茶,那么写论文就是品茶了.百余篇论文当中隐隐约约、点点滴滴散落着我的物理教学观的变化过程:物理教学最终目标的聚焦点,既不在知识的本位上,也不在学科的本位上,而应该落实在我们的教育对象——学生的本位上.正如《面向全体美国人的科学》一书中所说的:“教育的最高目标是使人们能够为过一个实现自我和负责任的生活作准备.”据此,对于“为什么教物理”这样的问题,最确切的答案就是:为提高全体学生的科学素养而教.这应该成为我们的物理教学观.至于“如何教物理”,亦如爱因斯坦所说:“用专业知识教育人是不够的.通过专业教育,他可以成为一种有用的机器,但不能成为一个和谐发展的人.要使学生对价值有所理解并且产生热烈的感情,那是最基本的.他必须对美和道德上的善有鲜明的辨别力.否则,他——连同他的专业知识——就更像一只受过很好训练的狗,而不像一个和谐发展的人.”物理教学不是训练人的过程,而是促使人和谐发展的过程.

我没有  $M$  厘米厚的荣誉证书,也没有  $N$  多次的表彰奖励,在 32 年的教学经历中这一定是遗憾.但是,在与物理的融合中我找到了当物理老师的感觉,这便是幸福.有人说我是厚积而薄发,有人说我是水到而渠成,如果是这样的话,那一定是和很多很多的人有着千丝万缕的联系.此时,我想到的是一定要感谢给予我帮助的人,我要感谢给予我机会的人,我要感谢给予我能量的人.他们就在我身边,从未走远.

东北师范大学附属中学 尹雄杰

2016 年 1 月

# 目 录

序 .....	( i )
<b>1 隔离法 .....</b>	<b>( 1 )</b>
1.1 隔离法概述 .....	( 1 )
1.2 隔离法例题精析 .....	( 8 )
1.3 隔离法思维训练 .....	( 13 )
1.4 隔离法思维训练参考答案 .....	( 16 )
<b>2 整体法 .....</b>	<b>( 18 )</b>
2.1 整体法概述 .....	( 18 )
2.2 整体法例题精析 .....	( 23 )
2.3 整体法思维训练 .....	( 29 )
2.4 整体法思维训练参考答案 .....	( 31 )
<b>3 图像法 .....</b>	<b>( 35 )</b>
3.1 图像法概述 .....	( 35 )
3.2 图像法例题精析 .....	( 47 )
3.3 图像法思维训练 .....	( 53 )
3.4 图像法思维训练参考答案 .....	( 56 )
<b>4 微元法 .....</b>	<b>( 59 )</b>
4.1 微元法概述 .....	( 59 )
4.2 微元法例题精析 .....	( 64 )
4.3 微元法思维训练 .....	( 72 )
4.4 微元法思维训练参考答案 .....	( 74 )
<b>5 递推法 .....</b>	<b>( 77 )</b>
5.1 递推法概述 .....	( 77 )
5.2 递推法例题精析 .....	( 83 )
5.3 递推法思维训练 .....	( 94 )
5.4 递推法思维训练参考答案 .....	( 97 )



<b>6 临界法</b> .....	( 99 )
6.1 临界法概述 .....	( 99 )
6.2 临界法例题精析 .....	(109)
6.3 临界法思维训练 .....	(122)
6.4 临界法思维训练参考答案 .....	(125)
<b>7 对称法</b> .....	(126)
7.1 对称法概述 .....	(126)
7.2 对称法例题精析 .....	(139)
7.3 对称法思维训练 .....	(144)
7.4 对称法思维训练参考答案 .....	(146)
<b>8 等效法</b> .....	(147)
8.1 等效法概述 .....	(147)
8.2 等效法例题精析 .....	(152)
8.3 等效法思维训练 .....	(158)
8.4 等效法思维训练参考答案 .....	(160)
<b>9 类比法</b> .....	(162)
9.1 类比法概述 .....	(162)
9.2 类比法例题精析 .....	(172)
9.3 类比法思维训练 .....	(179)
9.4 类比法思维训练参考答案 .....	(181)
<b>10 转换法</b> .....	(184)
10.1 转换法概述 .....	(184)
10.2 转换法例题精析 .....	(190)
10.3 转换法思维训练 .....	(196)
10.4 转换法思维训练参考答案 .....	(197)
<b>11 补偿法</b> .....	(198)
11.1 补偿法概述 .....	(198)
11.2 补偿法例题精析 .....	(203)
11.3 补偿法思维训练 .....	(210)
11.4 补偿法思维训练参考答案 .....	(210)
<b>12 极限法</b> .....	(212)
12.1 极限法概述 .....	(212)
12.2 极限法例题精析 .....	(223)
12.3 极限法思维训练 .....	(230)





12.4 极限法思维训练参考答案 .....	(233)
<b>13 假设法 .....</b>	<b>(234)</b>
13.1 假设法概述 .....	(234)
13.2 假设法例题精析 .....	(240)
13.3 假设法思维训练 .....	(245)
13.4 假设法思维训练参考答案 .....	(248)
<b>14 反证法 .....</b>	<b>(251)</b>
14.1 反证法概述 .....	(251)
14.2 反证法例题精析 .....	(255)
14.3 反证法思维训练 .....	(260)
14.4 反证法思维训练参考答案 .....	(261)
<b>15 降维法 .....</b>	<b>(263)</b>
15.1 降维法概述 .....	(263)
15.2 降维法例题精析 .....	(266)
15.3 降维法思维训练 .....	(271)
15.4 降维法思维训练参考答案 .....	(272)
<b>16 估算法 .....</b>	<b>(273)</b>
16.1 估算法概述 .....	(273)
16.2 估算法例题精析 .....	(277)
16.3 估算法思维训练 .....	(281)
16.4 估算法思维训练参考答案 .....	(284)
<b>17 模型法 .....</b>	<b>(288)</b>
17.1 模型法概述 .....	(288)
17.2 模型法例题精析 .....	(301)
17.3 模型法思维训练 .....	(314)
17.4 模型法思维训练参考答案 .....	(316)
<b>18 数学方法 .....</b>	<b>(318)</b>
18.1 数学方法概述 .....	(318)
18.2 数学方法例题精析 .....	(321)
18.3 数学方法思维训练 .....	(339)
18.4 数学方法思维训练参考答案 .....	(340)
<b>参考文献 .....</b>	<b>(342)</b>
<b>结束语 .....</b>	<b>(344)</b>



# 1 隔离法

## 1.1 隔离法概述

任何事物总是由各个部分组成的,事物的整体和局部之间既有联系又有区别.正因为如此,在处理具体的物理问题时,可以根据不同的情况把整个物理系统或整个物理过程分隔成几个部分,应用相应的物理规律进行处理.由于各物体在各种不同情况下会产生不同的结果,所以针对不同情况恰当地应用隔离法可以为解决问题创造条件,排除与事物无关的因素,使该事物的主要特征明确地显现出来,从而进行有效处理,使一些无法从整体来解决的问题得到满意的结论.同时,由于事物之间总是相互关联的,对局部事物问题的研究也有利于我们进一步了解局部之间的相互关系以及局部和整体之间的相互关系,往往能突破一点掌握全局,使问题得到顺利解决.

通过下面的两个例题我们先感受一下隔离法解题的妙处,解题之后品味隔离法当中所包含的思维品质.

**例 1** 如图 1.1 所示,用轻质细绳连接的 A、B 两个物体沿着倾角为  $\alpha$  的斜面匀速下滑,问 A、B 之间的细绳上有弹力吗?

**解析** 弹力产生在直接接触并发生形变的物体之间,现在细绳有无形变无法确定.所以从产生原因上分析弹力是否存在就不行了,应结合物体的运动情况分析.

隔离 A 和 B,受力分析如图 1.2 所示,设弹力  $T$  存在,将各力正交分解,由于两物体匀速下滑,处于平衡状态,则有

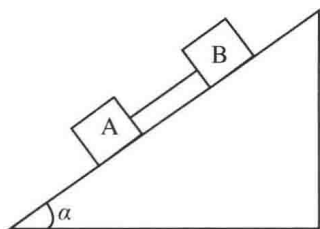


图 1.1

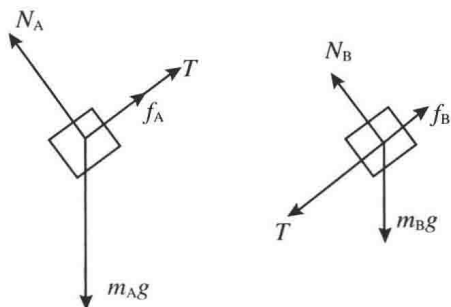


图 1.2



$$m_A g \sin \alpha = T + f_A, \quad (1)$$

$$m_B g \sin \alpha + T = f_B. \quad (2)$$

设两物体与斜面间的动摩擦因数分别为  $\mu_A, \mu_B$ , 则

$$f_A = \mu_A N_A = \mu_A m_A g \cos \alpha, \quad (3)$$

$$f_B = \mu_B N_B = \mu_B m_B g \cos \alpha. \quad (4)$$

联立①~④式, 得

$$T = m_A g (\sin \alpha - \mu_A \cos \alpha) \quad \text{和} \quad T = m_B g (\sin \alpha - \mu_B \cos \alpha).$$

若  $T=0$ , 应有  $\mu_A = \tan \alpha, \mu_B = \tan \alpha$ . 由此可见, 当  $\mu_A = \mu_B$  时, 绳子上的弹力  $T$  为零. 但若  $\mu_A \neq \mu_B$ , 绳子上一定有弹力吗?

我们知道绳子只能产生拉力. 当弹力存在时, 应有  $T > 0$ , 即  $\mu_A < \tan \alpha, \mu_B > \tan \alpha$ . 所以只有当  $\mu_A < \mu_B$  时绳子上才有弹力.

只有揭示矛盾, 才能解决矛盾. 把 A、B 隔离开来, 才能把连接 A、B 的绳中的弹力暴露出来, 使其成为外力, 影响着 A、B 的运动. 这是隔离法解题的最大妙处!

### 例 2

如图 1.3 所示, 用长为  $L$  的细绳悬挂一个质量为  $m$  的小球, 悬点为  $O$  点, 把小球拉至  $A$  点, 使悬线与水平方向成  $30^\circ$  角, 然后放手, 问: 小球运动到悬点正下方的  $B$  点时, 悬线中张力多大?

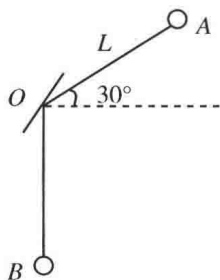


图 1.3

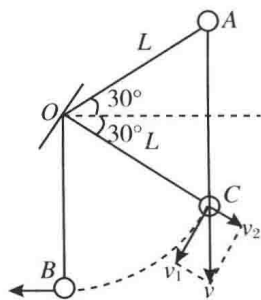


图 1.4



**解析** 如图 1.4 所示, 小球从  $A$  点释放后到  $C$  点被拉紧前做自由落体运动. 小球在  $C$  点被拉紧的过程中, 由于绳子的冲力作用, 小球沿绳方向的速度分量从  $v_2$  减为零. 之后, 小球以  $L$  为半径、以  $v_1$  为初速度从  $C$  点开始做圆周运动. 整个过程(从  $A$  到  $B$ )中, 机械能不守恒.

小球从  $A$  点到  $C$  点自由下落高度为  $L$ , 则有  $v = \sqrt{2gL}$ , 其切向分量为

$$v_1 = v \cos 30^\circ = \sqrt{\frac{3gL}{2}}. \quad (1)$$

小球由  $C$  点运动到  $B$  点, 根据机械能守恒定律, 有

$$mgL(1 - \cos 60^\circ) = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_1^2. \quad (2)$$

小球在  $B$  点, 根据牛顿第二定律, 有

$$T - mg = m \frac{v_B^2}{L}. \quad (3)$$



联立①~③式,得

$$T = \frac{7}{2}mg.$$

显然,对涉及多个不同过程的物理问题进行精细分析,并确定各个分过程的特征是应用规律列方程的首要条件.把小球的运动分解成四个阶段处理:第一阶段是  $A \rightarrow C$  的自由落体运动;第二阶段是  $C$  点的速度分解;第三阶段是  $C \rightarrow B$  的圆周运动,这个过程机械能守恒;第四阶段是  $B$  点的圆周运动.这样把运动隔离开来,暴露出在  $C$  点因绳子绷紧小球有机械能损失,有效地避免了从  $A$  点到  $B$  点直接应用机械能守恒定律的解题错误.

从思维的层次上说,隔离就是暴露矛盾,暴露隐藏在题目中的隐含条件.从解题的层次上说就是挖出“陷阱”、不跳“陷阱”,识破“圈套”、不钻“圈套”,有一种解题的成功感.

**例 3** 如图 1.5 所示,叠放的 a、b、c 三块粗糙物块,其上面的接触处均有摩擦,但摩擦因数各不相同,当 b 物体受到一水平拉力  $F$  作用时,a、c 与 b 保持相对静止,向右做匀加速运动,此时( ).

- A. a 对 c 的摩擦力的方向向右
- B. b 对 a 的摩擦力的方向向右
- C. a 对 b、a 对 c 的摩擦力大小相等
- D. 桌面对 c 的摩擦力大于 a、b 间的摩擦力

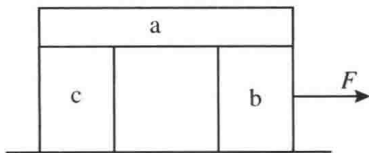


图 1.5

**解析** 根据物体的运动情况判断物体的受力情况

况,再根据物体间的相互作用关系判断另一物体的受力情况.解此题的关键是选好研究对象.先隔离 c 物体,受力如图 1.6 所示,整体向右做匀加速运动,因此 a 对 c 的摩擦力方向向右,所以 A 选项正确.再隔离 a 物体,根据牛顿第三定律,c 对 a 的摩擦力方向向左,而 a 的加速度方向向右,根据牛顿第二定律可知,b 对 a 的摩擦力方向应向右,并且  $f_{ba} > f_{ca}$ ,故 B 选项正确,C 选项错误.通过研究 c 物体可以看出,桌面对 c 的摩擦力  $f_c$  小于 a、c 间的摩擦力  $f_{ac}$ ,故  $f_c < f_{ac} < f_{ba}$ ,D 选项错误.

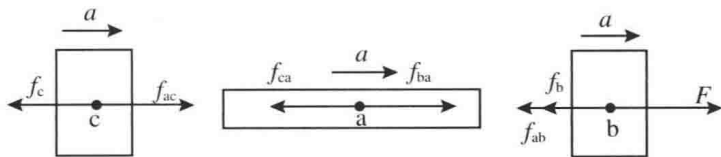


图 1.6

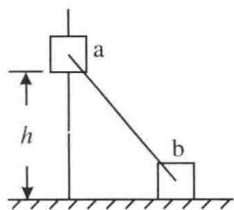


图 1.7

**例 4** (2015 年高考新课标 II 卷)如图 1.7 所示,滑块 a、b 的质量均为  $m$ ,a 套在固定直杆上,与光滑水平地面相距  $h$ ,b 放在地面上,a、b 通过铰链用刚性轻杆连接.不计摩擦,a、b 可视为质点,重力加速度大小为  $g$ .则( ).

- A. a 落地前,轻杆对 b 一直做正功
- B. a 落地时速度大小为  $\sqrt{2gh}$





- C. a 下落过程中,其加速度大小始终不大于  $g$   
 D. a 落地前,当 a 的机械能最小时,b 对地面的压力大小为  $mg$

**解析** 问题的约束条件是滑块 a、b 有相同的沿杆方向的分速度. 当 a 到达底端时,其沿杆方向的分速度为零,故 b 的速度为零. b 的速度在整个过程中,先增大后减小,动能先增大后减小,所以轻杆对 b 先做正功,后做负功. A 选项错误. a 运动到最低点时, b 的速度为零,根据机械能守恒定律,有  $mgh = \frac{1}{2}mv_a^2$ ,解得  $v_a = \sqrt{2gh}$ . B 选项正确. b 的速度在整个过程中,先增大后减小,所以 a 对 b 的作用力先是推力后是拉力,所以 b 对 a 的作用力就先是推力后是拉力. 当 b 对 a 是拉力时, a 的加速度大于重力加速度. C 选项错误. a、b 整体的机械能守恒,当 a 的机械能最小时, b 的速度最大,此时 b 受到杆的作用力为零, b 只受到重力的作用,所以 b 对地面的压力大小为  $mg$ . D 选项正确.

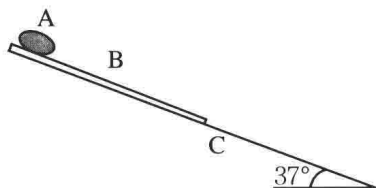


图 1.8

**例 5** (2015 年高考新课标 II 卷) 下暴雨时,有时会发生山体滑坡或泥石流等地质灾害. 某地有一倾角  $\theta = 37^\circ$  ( $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$ ) 的山坡 C, 上面有一质量为  $m$  的石板 B, 其上、下表面与斜坡平行, B 上有一碎石堆 A (含有大量泥土), A 和 B 均处于静止状态, 如图 1.8 所示. 假设某次暴雨中, A 浸透雨水后总质量也为  $m$  (可

视为质量不变的滑块), 在极短时间内, A、B 间的动摩擦因数  $\mu_1$  减小为  $\frac{3}{8}$ , B、C 间的动摩擦因数  $\mu_2$  减小为 0.5, A、B 开始运动, 此时刻为计时起点; 在第 2 s 末, B 的上表面突然变光滑,  $\mu_2$  保持不变. 已知 A 开始运动时, A 离 B 下边缘的距离  $l = 27$  m, C 足够长, 设最大静摩擦力等于滑动摩擦力. 取重力加速度大小  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. 求:

- (1) 在 0~2 s 时间内 A 和 B 加速度的大小.
- (2) A 在 B 上总的运动时间.

**解析** (1) 在 0~2 s 时间内, A 和 B 的受力如图 1.9 所示, 其中  $f_1$ 、 $N_1$  是 A 与 B 之间的摩擦力和正压力,  $f_2$ 、 $N_2$  是 B 与 C 之间的摩擦力和正压力. 根据滑动摩擦力公式和力的平衡条件, 有

$$f_1 = \mu_1 N_1, \quad (1)$$

$$N_1 = mg \cos \theta, \quad (2)$$

$$f_2 = \mu_2 N_2, \quad (3)$$

$$N_2 = N_1 + mg \cos \theta. \quad (4)$$

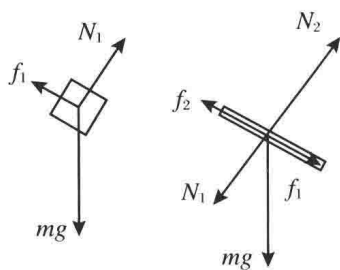


图 1.9

规定沿斜面向下为正. 设 A 和 B 的加速度分别为  $a_1$  和  $a_2$ , 根据牛顿第二定律, 有

$$mg \sin \theta - f_1 = ma_1, \quad (5)$$

$$mg \sin \theta + f_1 - f_2 = ma_2. \quad (6)$$

联立①~⑥式, 并代入题给条件, 得

$$a_1 = 3 \text{ m/s}^2, \quad a_2 = 1 \text{ m/s}^2.$$