



江苏人民教育家培养工程丛书

格物致理 转识成智

GE WU ZHI LI ZHUAN SHI CHENG ZHI

陈 斌 著



江苏凤凰教育出版社
Phoenix Education Publishing, Ltd.



江苏人民教育家培养工程丛书

格物致理 转识成智

GE WU ZHI LI ZHUAN SHI CHENG ZHI

陈 斌 著



江苏凤凰教育出版社
Phoenix Education Publishing, Ltd

图书在版编目(CIP)数据

格物致理 转识成智/陈斌著. —南京:江苏凤凰教育出版社, 2017. 11

(江苏人民教育家培养工程丛书)

ISBN 978-7-5499-6937-1

I. ①格… II. ①陈… III. ①中学物理课—教学研究
IV. ①G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 293655 号

书 名	格物致理 转识成智
作 者	陈 斌
责任编辑	沈静明 刘丹丹
出版发行	江苏凤凰教育出版社(南京市湖南路1号A楼 邮编 210009)
苏教网址	http://www.1088.com.cn
照 排	南京前锦排版服务有限公司
印 刷	江苏凤凰通达印刷有限公司(电话 025-57572508)
厂 址	南京市六合区冶山镇(邮编 211523)
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	15.75
版 次	2018年4月第1版 2018年4月第1次印刷
书 号	ISBN 978-7-5499-6937-1
定 价	40.00 元
网店地址	http://jsfhjycbs.tmall.com
公 众 号	苏教服务(微信号: jsfhjyfw)
邮购电话	025-85406265, 025-85400774, 短信 02585420909
盗版举报	025-83658579

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
提供盗版线索者给予重奖

江苏人民教育家培养工程丛书编委会

主 任

王国强

副主任

倪 娟

编委会成员(以姓氏笔画排名)

丁 帆	王国强	王瑞书	朱小蔓	刘 坚
孙孔懿	杨九俊	吴 星	吴康宁	汪 霞
张新平	陆建隆	陈玉琨	金生鈇	周 川
胡大平	袁振国	顾华明	顾泠沅	倪 娟
桑志芹	龚 放	崔允灏	彭 钢	董林伟
董洪亮	魏本亚			

丛书策划统筹(以姓氏笔画排名)

马维娜	王彦明	朱 亮	孙向阳	沈世红
沈静明	金 玲	倪 娟	徐兆兰	喻小琴

为江苏未来教育家成长奠基

纵观世界教育史,每一次深刻的教育变革都离不开教育家的参与和推动。邓小平同志在1986年就提出“希望中国出现一大批三四十岁的优秀的科学家、教育家、文学家和其他各种专家”。2007年《国家教育事业发展“十一五”规划纲要》明确提出了“倡导教育家办学”的方针。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》也明确提出,要创造有利条件,鼓励教师 and 校长在实践中大胆探索,创新教育思想、教育模式和教育方法,形成教学特色和办学风格,造就一批教育家,倡导教育家办学。

倡导教育家办学,要在扎根于民族文化土壤的同时,吸纳一切人类文明成果,形成具有本土特色和全球视野的教育实践和教育智慧。在我国源远流长的几千年文明发展进程中,不仅积淀了丰富的教育话语体系,而且涌现出一批又一批的优秀教育家。如,有被推崇为“大成至圣先师”“万世师表”的孔子,有“匹夫而为百世师,一言而为天下法”的韩愈,有“捧着一颗心来,不带半根草去”的人民教育家陶行知,等等。

江苏素有重教兴学的优良传统。明清两代全国202名状元中,有66人出自江苏,约占总数的三分之一。新中国成立以来,两院院士三分之一以上是江苏籍。“十一五”规划以来,江苏认真贯彻落实国家、省教育规划纲要,坚持把优先发展教育作为强省之基,把科教与人才强省作为经济社会发展的基础战略,扎实做好教育改革发展各项工作。为顺应发展要求,江苏在2009年启动实施“江苏人民教育家培养工程”,旨在通过培养一批具有教育家潜质的校

长、教师,带动全省师资队伍建设和提高全省教育质量。工程启动和实施以来,得到了省内外同行的高度关注,《中国教育报》《人民教育》等权威教育媒体纷纷予以报道,给予了很多的支持和鼓励。在工程的带动下,全省基础教育人才队伍建设工作蓬勃开展,人才梯队不断优化,人才培养形成常态化。无锡的教育名家培养工程、常州和镇江的名师工作室、苏州的姑苏人才计划,南通和淮安的名师名校长培养工程,连云港的中小学高层次人才“333”工程,泰州的中小学卓越教师培养计划,扬州的领雁工程等都取得了良好成效,为江苏基础教育事业的明天提供人才支撑。

一、设计思路

古今中外的教育家,虽然成长路径各不相同,但他们身上都有一个共同特点,那就是都有强烈的发展愿景,都是积极主动、持之以恒地追求自我发展。而有计划培养可以促其自觉、促其坚定、催其奋进、助其提高。实践证明,通过有效地整合社会资源,建立系统而完整的培养制度,对培养对象进行引领、促进、支持,给予他们相对良好的成长空间和必要的规制,有助于他们更快更好地成长。我们认为,确立“人民教育家是可以培养的”观念,是科学的人才观、发展观在师资队伍建设和体现。

确立目标宗旨。为一批立志终身从教、教育理念新、科研能力强、专长突出、风格鲜明、发展潜力大的中小学教师和校长创造条件、提供平台、重点培养,帮助他们在教育理论素养和创新实践能力等方面得到全面提升,个人专长更加凸显,特色风格更加鲜明,为他们成长为社会公认的人民教育家奠定基础,并以此带动和促进全省中小学师资队伍水平的整体提升,为江苏建设教育强省、率先实现教育现代化、办人民满意的教育做出更大的贡献。

制定培养计划。工程实施的目标是培养基础教育高端人才。从2009年起,计划在全省范围内分四批选拔200名特级教师进行重点培养。200个培养名额,低于特级教师总数的20%,不到中小学专任教师总数的万分之三。分四批培养,每批50人,确保每一名培养对象都能享有足够好、足够多的专家资源、活动资源、财力资源和实践平台,保证培养过程更加具有科学性、针对性和有效性。

明晰选拔标准。分析近代以来我国教育家表现出来的特质,发现他们具有三个方面的共同特质:一是志存高远,具有远大的教育理想,“敢探未发明的新理”,善于发现和潜心研究教育问题,形成自己独到的教育思想;二是学高为师,具有丰富的学识和科学的经验,勇于探索,在办学理念和思路、学校建设与管理、教育教学方式等方面形成鲜明的特色和风格;三是身正为范,具有高尚的人格魅力,热爱学生,尊重学生,对学生具有大爱之心,并有一定的社会影响。为此,在培养对象的选拔上,我们确定了“坚持一个基本条件、着重考察三个方面”的遴选原则。基本条件

必须是特级教师,是“师德的表率、育人的模范、教学的专家”。在此基础上,着重考察培养对象是否有正确的、强烈的成长动机,有为人民教育事业奋斗终身的坚定理想和不懈追求;是否具有深厚的教育理论素养、文化素养和专业素养,有成为人民教育家的基础条件和发展潜力;是否具有高尚的人格魅力,在区域和学科专业领域内声望高、影响大、示范性强,受到同行、学生、家长和社会的广泛敬重和好评。

二、制度建构

“江苏人民教育家培养工程”是一项系统性工程,旨在探索高端教育人才培养的政策、制度和实践模式,以培养对象的教育思想、办学行为和先进事迹激发全省所有校长、教师的教育热情和奉献精神。五年的实践探索,逐步形成了一套比较完整的培养体系,制定了《江苏人民教育家培养工程实施指南》,形成了管理、培养、考核“三位一体”的培养工作机制。

建立了管理机构。在管理上,教育厅成立了“江苏省人民教育家培养工程领导小组”,负责培养工作的整体把握和指导,指定省教育科学研究院负责工程的具体实施工作。根据培养对象的特点和研究方向,成立了分学段或分学科领域和学校管理等不同培养方向的五个研修组。与培养对象相对应,组建了五个专家指导小组,通过个别和集体结合模式,就培养对象的发展规划、研究方向、课题研究进行指导。

搭建了培养平台。在培养上,以“政府创设平台、专家引领指导、个人主动发展、团队共同提高”为培养机制,以帮助培养对象“提高师德修养、拓展教育视野、创新教学理念、提高教育教学能力水平”为核心培养内容,规划实施了九大系列培养计划:催生教育主张——培养对象理论素养提升计划;聆听高端讲座——培养对象知识结构更新计划;牵手农村教育——培养对象责任修炼计划;推动教育创新——培养对象实践模式构建计划;走近教育家——培养对象分类阅读计划;聚焦实践问题——培养对象小组合作研究计划;带动共同发展——培养对象团队建设计划;教育家办学——影响力论坛计划;行者无疆——教育考察计划。围绕计划,自2011年至2016年第二期培养对象培养期内,第二期培养对象共开展省级集中活动20余次、小组活动近100次。

制定了考核制度。在考核上,省教育厅委托省教育科学研究院与培养对象签订“目标责任书”,依据目标责任书开展年度考核、中期考核和终期考核工作。其中,年度考核实行报告评价式考核,研修小组和培养对象每年要报告一次工作总结和研修心得;中期考核在培养期的第三年举行,实行发展性评估考核;终期考核按目标责任书实行目标考核。培养周期完成,在个人考核的基础上,成立“培养工作评估项目组”,对项目实施情况进行整体评估。

提供了条件保障。主要从专家、平台、经费等方面为工程实施及培养对象提供

专业支持、环境支持和政策支持。一是组建了专家指导团队,聘请了国内一流专家。目前为培养对象共聘请专家 118 人次,其中为第二期培养对象聘请的专家有 23 人。二是设立省教育科学规划“十二五”人民教育家培养对象专项课题,鼓励培养对象申报教育科研课题研究项目,通过课题研究推动培养对象成长。三是为每位培养对象至少安排一次出国研修的机会、召开一次教育思想研讨会、资助出版一部专著,为他们形成教育教学思想创造条件。

三、实践成效

工程实施以来,每一位培养对象都以教育家的素养标准要求自己,经过五年努力,提升了综合素养,取得了很多教育教学成果,带动了区域内多元团队的共同发展,还通过跨区域的合作在更大范围发挥了重要作用。

素质显著提高。五年的研修对每一个培养对象来说都是一个迅速进步的过程,他们的专业素养与教育能力不断提升,教育思想已现雏形。其一,潜心读书,提升了专业素养。有的培养对象五年阅读了 80 多部专著,撰写了 40 多万字的读书笔记。其二,实践探索,提高了教育能力。通过构建自己的课堂教学模式提高课堂教学质量,通过成立名师工作室和建设学科基地发挥辐射作用,通过管理模式的变革寻求学校的优质发展,已成为培养对象的行为自觉。其三,活动研修,拓宽了教育视野,丰富了发展内涵,增强了服务江苏教育发展的责任感与使命感。其四,自省反思,凝练了教育思想。通过回顾和反思、梳理和归纳,做到更深刻地认识、更清晰地表达自己的教育理念,初步形成了自己的教育思想。

研究成果丰硕。五年来,各位培养对象在实践研究方面积极进取,取得了丰硕成果。据不完全统计,第二期培养对象共公开发表论文 925 篇,出版专著 92 部,申报课题研究 148 个,获得科研成果奖 35 项、教学成果奖 26 个,开设县级以上公开课、讲座 1515 节(次),人均公开教学与讲座 36 余节(次)、论文 5.6 篇、专著 2.2 部,国家级课题共 27 项。教学办学上,他们不仅善于把自己的教育理念运用到实践中去,而且非常注重特色成果的形成,成为了江苏基础教育改革大背景下一例例鲜活的典型。他们的教育教学实践获得了广泛认可,产生了深远的影响,累计获得各级各类荣誉表彰 300 余项。这些成果来之不易,体现了各培养对象不断超越、勤于探索的精神。

带动效应显著。培养对象皆有自己领衔的发展团队,不仅有学校管理团队、教师集体和学科教师团队,而且有市(区、县)的名师团队、骨干教师团队,为带动当地教师发展做出了很大贡献。在团队发展过程中逐渐形成了由“被动发展”走向“主动发展”,由“短期性发展”走向“持续式发展”的良好格局,表现出相当高的发展水平与强大的辐射力。另外,第二期培养对象共开展“牵手农村教育”活动近 30 次,覆盖近 30 个县、市(区)50 多所农村学校,发挥了培养对象的专业服务作用,带动

了农村地区教师专业发展。难能可贵的是,他们在成为“培养对象”后,依然有着清醒的自我认识。他们常常淡看自己的努力和成就,却对“机遇”怀有感恩之心。正如一位培养对象所说:“孔子的彼岸是闻达于诸侯,我在想我们的彼岸是什么?也许我一辈子也成不了教育家,但我可以拥有教育家的志向、教育家的情怀、教育家的理想。在培养工程一千多个日日夜夜里,我如农夫般日日耕耘,如哲人般时时自省。从此岸到彼岸,是岁月的距离,更是成长的步履。让我们揣着梦想、带着感恩、携着激情,执着行走在成为教育家的路上,不为彼岸只为海!”

当前,江苏教育系统正在全面学习贯彻落实党的“十九大”精神,全力推进教育现代化建设,坚持以立德树人为根本,以发展素质教育为主题,以提高教育质量为核心,以促进教育公平为重点,以服务经济社会发展为重任,以深化教育教学改革为动力,以扩大教育对外开放、提升教育国际合作交流水平为重要路径,以教育信息化为着力点,以争取加大教育投入、建设高素质专业化教师队伍为关键,探索建立中国特色现代学校制度,努力营造健康向上的校园文化和有利于教育改革发展和社会氛围,努力办好人民满意的教育。衷心地希望江苏人民教育家培养工程的实践探索能给我国推进教育发展和办学专业化、促进高端教育人才成长提供借鉴。

编委会

2017年12月

前言 / 1

第一章 知识视角审视物理世界 / 3

- 第一节 知识内容：洋溢着美 / 3
- 第二节 知识形式：凸显着思 / 18
- 第三节 知识旨趣：蕴含着情 / 34

第二章 穿越时空探求转识成智 / 51

- 第一节 智慧之光：照耀文明进程 / 51
- 第二节 转识成智：意蕴与时俱进 / 72
- 第三节 教育追求：格物穷理启智 / 82

第三章 转识成智律动物理教育 / 96

- 第一节 化知为能：转识成智的目标追求 / 96
- 第二节 求美启德：转识成智的价值追寻 / 114
- 第三节 传承创新：转识成智的理性追问 / 123

第四章 知行统一探寻学教路径 / 137

- 第一节 问题：转识成智之帆 / 137
- 第二节 体悟：转识成智之桥 / 146
- 第三节 想象：转识成智之翼 / 156
- 第四节 基于转识成智理念的物理教学设计案例——生活中的圆周运动 / 165

第五章 学思结合追求教育真谛 / 172

- 第一节 学习：教师的生活方式 / 172

第二节 反思：教师的行为习惯 / 182

第三节 研究：教师的发展需要 / 192

第四节 我的成长经历及感悟 / 220

参考文献 / 238

后记 / 241

前言

作为一名物理教育工作者,多年来,我以一颗神圣的好奇心,刨根问底,穷究事物的原委,追寻教育的规律,致力于“格物致理、转识成智”的理论与实践研究,上下求索,并享受着求索中的快乐。“格物致理”是每个物理爱好者的追求,西学东渐之初,物理学就被译名为“格物学”、“格致学”,“格物致理”即为推究事物的道理,达到明白并加以运用的程度。“转识成智”是每个教育工作者的目标,最早源于唯识学,本书赋予它教育学的新内涵,即从研究知识与智慧的依存转化关系出发,超越知识本位,培育智慧主体,进而立德树人,格物启智,养育学生科学精神,赋予学生人文情怀,造就有创新潜能的智慧学生。

本书共分五章,第一章打破物理学科知识体系严谨的结构和框架,从物理知识的内容、形式和旨趣三个角度来重新审视物理,着力抓住物理知识内容中的“美”、知识形式中的“思”、知识旨趣中的“情”,希望给读者呈现一个除了科学理性之外的充满丰富情趣的物理。套用杨万里的一首诗,即有“毕竟致理格物中,风光不与教材同,情深思远无穷美,转识成智别样红”。其目的是让读者领略到物理作为自然科学的排头兵和人类文化的重要组成部分,它兼备求真的科学、臻美的艺术和尚善的文化的重要特性。

第二章从人类追寻智慧的脚步出发,仰观千百年来智慧所闪耀的思想光芒,探求“转识成智”的丰富底蕴,揭示“转识成智”的教育价值。在追求核心素养的今天,“转识成智”理应成为教育教学的核心追求,知识走向智慧,智慧统率知识也应成为当代教育发展的一种价值取向。本章在为转识成智“寻根”的同时,也为中学物理教学如何实现转识成智探寻着道路和方向。

第三、四章是本书的核心部分,站在多年教学实践的层面,深入反思物理教学中的方法和问题,潜心研究“转识成智”应蕴含的核心内容和具体实施路径。笔者依托课题,立足课堂行动研究,从理论架构到实践操作,形成了一套可行的方案,收到良好的实效。基于知识蕴含内容、形式、旨趣,智慧关乎能力、德性、创新,所以,笔者充分挖掘知识形式和知识旨趣中的教育价值,以激活学生的好奇心、提升学生的探究性、放飞学生的想象力为出发点,以化知识为能力、转情意为德性、变传承为创新为目标,进而实现格物致理、转识成智的核心追求。

课题研究中,笔者着力开发智慧生长的环境,研究智慧生长的状态,寻求智慧生长的方式。围绕学生的好奇心和问题意识、思维和探究能力、想象和创造潜能、情感体验

和求成欲望,创设的三维立体路径,凸显了六个要素。三维路径即为:快乐作舟、问题作帆,激活好奇心;实践引路、体悟架桥,提升探究性;自由当风、想象为翼,腾飞创造力。六大要素即为:转识成智的内隐载体是“美”,外显特征是“情”,求索核心是“思”,发展重点是“能”,价值意蕴是“德”,目标追求是“智”。这样的物理课堂创设了洋溢着美、充满着情、体现着乐的教学情境,既生动活泼、妙趣横生、启思怡情,又能拓展学生的学习视野,增强学生的实践体悟,放飞学生的思维想象,充分体现了教学的生动性、互动性、灵动性。师生在宽松、民主、平等的氛围中,感受到的是心灵的对话,思维的碰撞,生命的涌动与成长。

第五章旨在探讨怎样提升教师的教育教学智慧,以达到转识成智的教学目标。源于问题、植于草根、转于课题是教师专业成长的基本策略,勤于学习、积极反思、主动研究是教育智慧生成的必经之路。本书的最后,笔者将自己作为一个研究案例,将自己的成长经历和教育感悟与读者分享,以期抛砖引玉。

限于自己的学识水平和实践智慧,研究这么一个“高大上”的课题自觉力不从心,书稿撰写过程中错谬之处在所难免,敬请读者批评指正。

陈 斌

第一章 知识视角审视物理世界

科学真正的主题是世界之美。

——韦伊(Simone Weil)

追求科学,需要有特殊的勇敢,思考是人类最大的快乐。

——伽利略(Galileo Galilei)

我爱我师,我更爱真理。

——亚里士多德(Aristotle)

物理在一般学生眼里有着一副高难冷的面孔,其完整的结构体系有着不可企及的高度,其理论的假说验证有着难以触摸的难度,其严密的理性思维似有冰冷料峭的温度。三十多年的物理教学中,我反复思考,物理真的是面目狰狞、不近人情,令人望而却步吗?当我胸怀全局、高屋建瓴重新审视和俯察物理世界时,我豁然发现,物理或许就是一朵带刺的玫瑰,它其实有着非常诱人的一面,当你钟情于它,走进它的世界时,它将为你绽放绚丽的色彩,为你送来甜蜜的芳香。于是,我想对你说:物理知识内容处处洋溢着美,知识形式屡屡凸显着思,知识旨趣深深蕴含着情。让我们跟随“转识成智”之旅,去探访物理之中的美妙、奇思和情趣吧!

第一节 知识内容:洋溢着美

物理知识内容是一代代物理学家探索物理世界总结出来的成果。物理学是一门实验科学,也是一门崇尚理性、重视逻辑推理的科学。由于自然界并不自动地展现其背后的本质、规律和内在联系,所以物理学又是极富洞察力和想象力的科学。物理学家透过自然界丰富多彩、纷纭繁杂的现象,凝练出简洁、和谐、优美的规律,把隐藏着的美呈现在面前,它们就像美神降临人间。当我们像欣赏一首优美的诗篇一样来品味简洁和谐的公式表述时,像鉴赏一尊冷峻的雕塑一样来审视直观明了的图景图象时,像聆听一曲雄壮的交响乐一样来洞悉亦真亦幻的结构模型时,其美感便扑面而来。

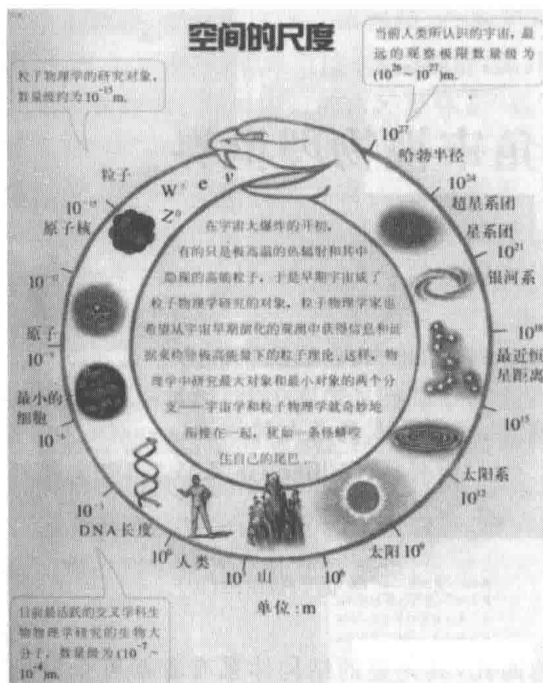


图 1.1

在远到宇宙深处，近至咫尺之间，大到广袤苍穹，小到微观粒子的浩瀚而又精细的时空中，物理学研究物质存在的基本形式，以及它们的性质和运动规律。物理学是关于“万物之理”的科学。物理学给我们展示的图景远远超出了我们的想象力。这图景若按照从最小到最大、从最轻到最重、从最慢到最快、从最冷到最热、从最亮到最暗、从最疏物质到最密物质，以及从宇宙的起始到今天的方式排列，它们的两个极端之间都有 20 个数量级以上的差别。如图 1.1 所示为格拉肖“怪蟒”，它把物质世界的最大对象和最小对象衔接起来，空间尺度从 10^{-15} m 到 10^{27} m，跨越了 42~43 个数量级。今天，物理已成为人类文化的重要组成部分。

“判天地之美，析万物之理。”庄子的

这句话与我们津津乐道的科学美不谋而

合。当我们从外部眺望物理学大厦时，无不为其的宏伟壮阔而惊叹；当我们步入物理学的理论殿堂时，无不为其的瑰丽多姿所倾倒；当我们面对物理定律及公式时，无不为其的简洁美丽而陶醉。不过，在小学科学和初中物理教学时，学生对物理的审美情趣可能更多停留在对现象的观察和解释上。如：天空为什么是蓝色的？星星为什么会眨眼睛？海市蜃楼在什么情况下会出现？香山红叶为什么在秋季变红？水能幻化为云、雨、雪、霜、冰、露、雾，这些变化需要满足什么条件？“日出江花红胜火，春来江水绿如蓝”说明的是什么物理现象？“两岸青山相对出，孤帆一片日边来”分别是以什么作为参照物的？“路人借问遥招手，怕得鱼惊不应人”是说明声音也能在水中传播吗？进入高中后，我们当更理性地欣赏物理之美。本节内容将和读者一起来品味物理学的简洁美、对称美、和谐美和多样统一美。

由于美不是一种单纯的客观存在，不能离开人的美感而独立，因此要欣赏到物理美，要在“复杂中见简洁”、“不对称中见对称”、“混乱中见和谐”、“多样中见统一”^①。要像欣赏艺术品那样学会鉴赏。这就如同一幅画挂在我们面前，我们知道它是美的，但要具体描述它美在何处，就得细心地体味，并掌握一定的鉴赏方法。这就需要我们以科学探究的心态，去审视物理世界。正如达·芬奇所说：“大自然向我们展示奇迹——不向大自然请求的科学家不过是平庸的小儿，大自然才是我们最好的老师。”歌德也曾有过

① 杨雪特，张伟，聂汲昆. 物理创造性思维论[M]. 成都：四川大学出版社，2006：114.

类似的论述：“自然对无能的人是鄙视的，她对有能力的人、真实的、纯粹的人才屈服，才泄露她的秘密。”我们要从这些话语中获得灵感，做一个感悟物理之美的有心人。

1. 简洁美，描写规律的绝妙诗行

有人曾问过华裔物理学家李政道教授，在他做学生时，刚一接触物理学，什么东西给他的印象最深。李政道毫不迟疑地回答，是物理学法则的简洁性和普适性深深地打动了他。是啊！物理学基本规律的简洁性和普适性，使人充分领略了它的优美，激励着一代又一代科学家以无限热情献身于科学规律的探索。

关于物理规律的简洁美，量子物理学家海森伯(Werner Karl Heisenberg)在《精确科学中美的意义》一书中，有这样两句精辟的论述：“美是真的光辉，简单则是真的标志。”

从物理理论的整体来看，在姹紫嫣红的物理世界中，各种物理现象和过程千差万别，但在本质上却可按逻辑归结为数量不多的若干基本概念和原理。例如：宇宙中纷乱的种种作用力，本质上可归结为四种力——万有引力、电磁力、强相互作用力、弱相互作用力；牛顿定律将宏观低速条件下各种机械运动的规律组成了一个秩序井然的集体；麦克斯韦方程组使复杂的电磁规律建立了一个和谐圆满的家庭；量子力学理论使行踪飘忽的微观粒子眉目清晰等。这些都体现了物理学理论整体的简洁美。

物理学的简洁美，还表现在组成物理理论的物理概念和物理规律的简洁性。作为反映物理事物本质属性和共同特征的物理概念，是抽象和概括的结果，它的表述力求简洁、精练、科学。如力是“物体对物体的相互作用”，温度是“分子热运动平均动能的标志”等。数学是描写物理规律的诗行，它不仅是表述物理内容的最精练、最准确的语言，而且是物理论证的最简洁、最有效的手段和工具。一个简明的数学公式和数学图形可以概括丰富的物理内容。伽利略(Galileo Galilei)曾说：“展现在我们眼前的宇宙像一本用数学语言写成的书，如果不掌握数学的符号语言，我们就像在黑暗的迷宫里游荡，什么也认识不清。”爱因斯坦(Albert. Einstein)也认为物理美的本质是“简单性”，“要从尽可能少的假说或公理出发，通过逻辑演绎，概括尽可能多的经验事实”。牛顿定律、热力学定律、法拉第电磁感应定律、麦克斯韦方程、爱因斯坦相对论等无一不突出表现了物理学简洁明快的特点，它们将内涵丰富的物理规律用极其精练的数学语言表述出来。

下面，我们举几个物理学中的重要规律，一起去感受物理规律的简洁美。同时，追寻物理规律探究历程，领略科学家们是如何凭着执著的信念，发现这些简洁美的。

(1) 匀变速直线运动规律

匀变速直线运动是学生进入高中首先学到的内容，其简明的两条规律是： $v_t = v_0 + at$ ， $S = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ ，概括了丰富的物体运动的情况。如果质点运动的初速度为零，则公式更为简洁，可表达为： $v_t = at$ ， $S = \frac{1}{2}at^2$ 。

关于匀变速直线运动规律的简洁美的研究，当追溯到伽利略对自由落体运动的研究。

当年,伽利略凭借的是直觉。他认为,自然界是简单的,自然界的规律也是简单的,即我们这里所说的简洁美。伽利略在他的著作《关于两门新科学的对话》中是这样描述的:“在自然加速运动的研究中,自然界就像在所有各种不同的过程中一样亲手指引我们,按照她自己的习俗,运用最一般、最简单和最容易的手段……所以,当我观察原先处于静止状态的一块石头从某高处下落,并不断获得新的速度增量时,为什么我不应该相信这样的增量是

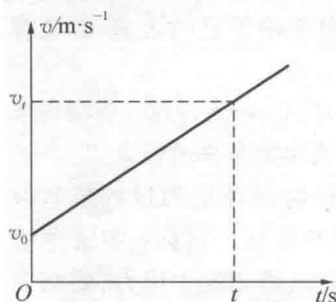


图 1.2

以极其简单,对任何人都很明显的方式进行的呢?”就是这一“简单”信念,促使伽利略认为:自由落体运动是一种简单的变速运动。他还通过数学推理,否定了速度对空间均匀变化的情形,肯定了速度对时间均匀变化的情形。即最简单的变速运动,其速度的变化应该是均匀的。

匀变速直线运动的简洁美,还可以用 $v-t$ 图来描述(如图 1.2)。图中斜率表示加速度 a ,纵轴截距表示速度 v_0 ,图象与横轴间包围的面积表示位移 S 。一张图,信息一应俱全,运动状态变化一目了然。

其实,学生在学习匀变速直线运动规律时,只要抓住它的一条“根”——加速度 $a =$ 恒量,由加速度的定义 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_t - v_0}{t}$ 出发,不要死记硬背,就可以轻而易举地推导出两个基本公式、两个推论、两个结论,并可灵活应用。

两个公式:
$$\begin{cases} (1) v_t = v_0 + at \\ (2) S = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \end{cases}$$

两个推论:
$$\begin{cases} (1) v_t^2 - v_0^2 = 2ax \\ (2) x = \bar{v}t = \frac{v_0 + v_t}{2} t \end{cases}$$

两个结论:
$$\begin{cases} (1) \text{时间中点的瞬时速度等于这一段时间内的平均速度 } v_{\frac{t}{2}} = \bar{v} \\ (2) \text{任意两个连续相等时间间隔里的位移之差为一恒量 } \Delta x = aT^2 \end{cases}$$

这也正如老子所说:“道生一,一生二,二生三,三生万物。”学习就是要学到最简洁、最根本的道,其他都可以衍生出来。

(2) 万有引力定律

万有引力定律公式 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 只有五个字母、四个因素、一个方程,就珠联璧合地将普遍存在于天地间的各种物体之间的相互作用力一览无余地展现出来,赋予复杂多变的运动以秩序与和谐。天宇星斗无不按此规,宏观万物无不守此律,它虽博大精深却又简洁明了,其美妙令人叹为观止!

关于万有引力定律的发现,后文将详细介绍。这里我们着重从简洁美的角度感受一