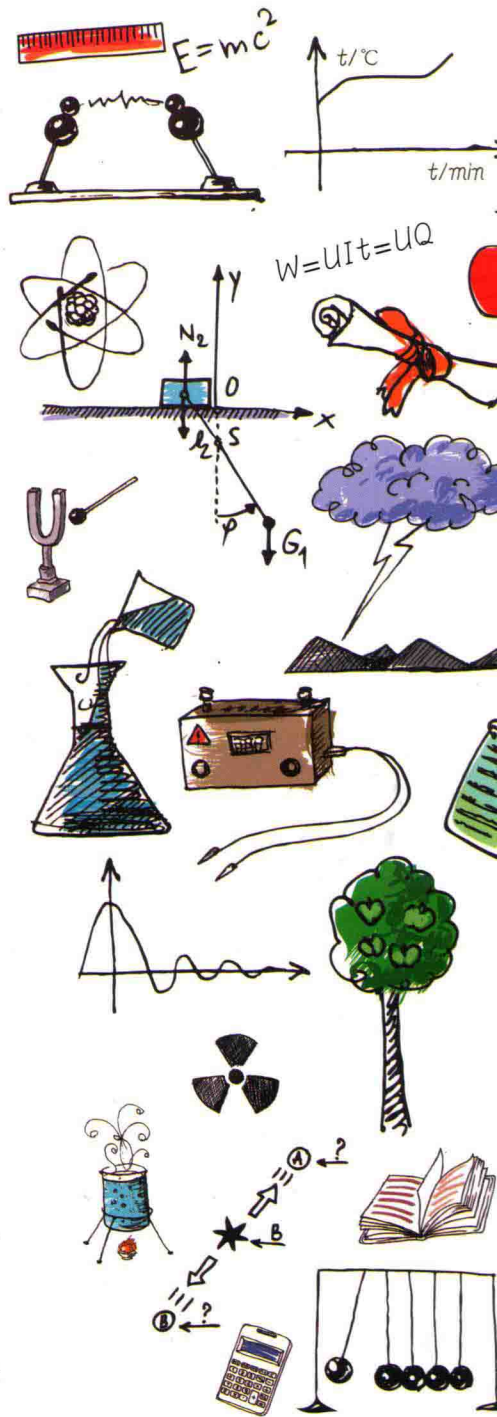
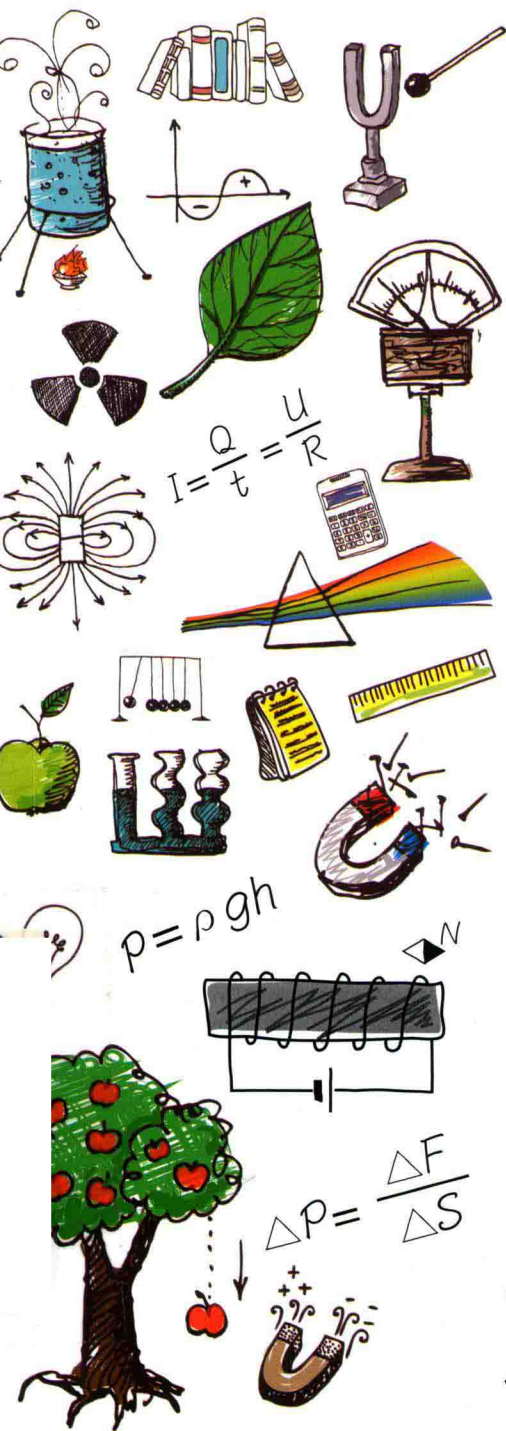


汪延茂

著

# 叩开学习物理的

# 门与道

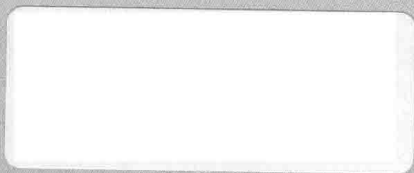
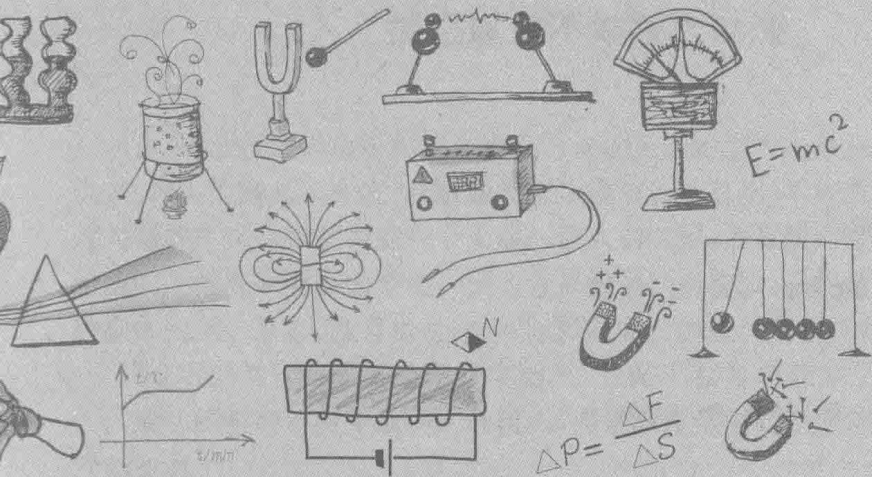


上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

汪延茂

著

# 叩开学习物理的 门道



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

## 内容提要

本书别开生面地采用辩证唯物思想为指导,以自主学习为核心的“八个理念”来引领中学生跨进物理的大门,揭开这座“科学大厦”中诸多的神奇与奥秘,让学生不仅能轻松愉快地学习物理,还能在学习中品尝物理的原汁原味,享受物理的内在美!本书假“沪粤版初中物理教材”为依托,将中学生在学习物理的过程中,可能遇到的问题整理出来并采用问题导学的方式逐一解决,在解决这些问题的过程中突出解决问题的思想、观点、路子、方法以及技能技巧,为中学生在学习物理的过程中扫清各种各样的问题障碍。

## 图书在版编目(CIP)数据

叩开学习物理的门与道/汪延茂著. —上海:上海交通大学出版社,2016  
ISBN 978-7-313-15546-7

I. ①叩… II. ①汪… III. ①物理—青少年读物  
IV. ①04-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 179130 号

## 叩开学习物理的门与道

著 者:汪延茂

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:韩建民

印 制:昆山市亭林印刷责任有限公司

开 本:710 mm×1000 mm 1/16

字 数:341 千字

版 次:2016 年 9 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-15546-7/O

定 价:45.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:18.75

印 次:2016 年 9 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0512-57751097

## 授之以鱼不如授之以渔

古人云“授之以鱼不如授之以渔”，说的是送给别人一条鱼，只能解其一时之饥饿，却不能解其长久之温饱，如果想让他永远有鱼吃，不如教会他捕鱼的方法。这句话的广义是指在帮助一个人或一群人的时候，若直接给金钱与物质，不如教给他们怎样获取财富的方法。因为直接给金钱与物质，只能救一时之急，不能解决根本问题。其实，教育也是这样的道理，联合国教科文组织曾谈道：

“今后的文盲将不再是不识字的人，而是不会自学和学了知识不会应用的人。成功的教育不应是填鸭式的模式，而是激发学生的自主学习能力，提高学生的创造力。”

我们的汪延茂老师在他古稀之年的精品奉献中，提出“学习物理的八个理念”，并告诉初中生在学中如何践行，就是他在联合国教科文组织倡导的方向上所做的一种成功尝试。

传统的物理教育采用“自上而下”的方式，虽然终结性地呈现了物理知识的完美体系，却难以展示物理学中原生态的美。

但是，物理学以及任何科学与技术的发展，都是自下而上的，源于自然、源于生活和生产、源于人类与自然之间的相通与互动现象。

然而，汪老师在他的《叩开学习物理的门与道》这本书中，用心选出的一些课外阅读资料完美地解决了上述的矛盾。

例如，书中“从密度的微小差异中发现新元素的瑞利”这一课外阅读资料，就是一个非常好的案例。它不仅让学生明白了测量的意义和重要性，同时也为学生清晰地演绎了人类在自然中进行科学探究的七个基本要素，即：① 提出问题；② 猜想与假设；③ 设计实验与制订计划；④ 进行实验与收集证据；⑤ 分析与论证；⑥ 评估；⑦ 交流与合作。

科学家卡耳·波普曾说：“科学始于问题，是问题激发我们去观察、去思考、去探究，为了解决问题，寻求答案，便试探性地提出某些猜想与假设。”

同样，一本好的学习参考也离不开好的问题。

好的问题在于它能启发学生思考,进而再提出更好的问题,甚至能对问题的答案提出科学的猜想与假设,并对猜想与假设做出可行性的验证方案,进而培养学生独立研究问题的能力。好的问题具有多方面的作用,不仅能激发学生的求知欲望和创新意识,而且能驱使学生积极地去观察自然、探究自然、学习自然,同时还能引导学生怎样去学习物理、总结物理和应用物理。

难怪爱因斯坦说“提出问题,往往比解决问题更重要!”

汪老师在书中提出一系列具有启发性的问题,就非常好地体现了这个原则。

因此,在本书中诸多好的问题的引导下,采用巧妙的学习支架,让同学们在解决问题的同时,掌握学习中的思想、观点、路子、方法和技能技巧,最终一定会驱使学生自觉地步入自主与创新并存的学习轨道,进而达到培养学生自主与创新学习的能力和习惯的目的。

在科技发展日新月异的今天,我们更加需要会自主学习并能创新的人才!

期望汪延茂老师的这本《叩开学习物理的门与道》,在初中生学习物理的大好时机能开此先河,授学生以渔,不仅教授学生物理知识,更重要的是教会学生怎样去学习!

周 沛

2016年3月2日

周沛,马鞍山市第二中学89届高中毕业生。高中学习期间,参加中学生国际奥林匹克化学竞赛,并在竞赛中同时获得国际金奖和理论特别奖两个奖项。

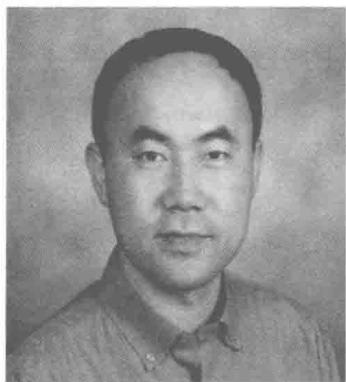
周沛于1998年在美国哈佛大学获得博士学位,之后师从哈佛医学院Gerhard Wagner院士做博士后研究。

2001年加入杜克大学生物化学系,是美国杜克大学生物化学系、化学系教授,杜克医学院和癌症研究中心成员,Whitehead学者。

他长期从事核磁和结构生物学研究,尤其是快速核磁方法的研究,并将其应用于生物大分子三维结构的解析,是该领域中国际知名专家。

近年来,周沛实验室运用液体核磁共振和X射线晶体衍射方法解析了一系列与疾病相关的生物大分子及其复合物的三维结构,并结合蛋白质的动力学性质,设计了一系列有效的抗菌药物,用于抗击超级细菌。

其相关研究成果在*Cell*, *Science*, *Nature*, *PNAS*, *JACS* 等高水平国际杂志发表,并被多次选为封面热点文章。



### 学生的心声

我们的老师汪延茂在古稀之年，写出了我们今天这些不惑之年学子的心声：不要再让我们的下一代害怕物理了！

他提出了全新的“学习物理的八个理念”，并采用大量的事例生动活泼地诠释在学习初中物理的过程中，怎样用这“八个理念”自主地学好初中物理这门课程。

我们读了之后，第一反应就是既有“曲径通幽，妙趣横生”的美感，又有“会当凌绝顶，一览众山小”的愉悦，真是美不胜收，痛快至极！

例如，书中提出牛顿第一定律、惯性和惯性现象的区别和联系在哪里？

这个问题，如果让我们回到初中那个年代来回答，可能很难说得清楚。

但是，今天的初中生若读了汪老师写的下面一段文字，即刻就能豁然贯通！

牛顿第一定律，反映的是一切物体在没有受到任何外力作用时，必然处于静止或匀速直线运动状态的自然规律。

惯性，反映的是一切物体均具有维持静止或匀速直线运动状态的普遍属性。

惯性现象，反映的是物体在某一方向上失去力的作用时的牛顿第一定律的瞬间表现。

因此，物体的惯性是根本，牛顿第一定律是人们在假设物体不受任何外力作用的理想条件下，通过理性思维中逻辑推理的方法得出的，但在现实中却看不到的一种自然规律。惯性现象则是物体在某一方向上失去力的作用时，在现实中常能见到的牛顿第一定律的瞬间表现。人们常把牛顿第一定律说成惯性定律。可见，惯性定律和惯性现象，是物体在不同条件下惯性的内在和外在的两种表现，即：

一是物体在所有方向上均失去力的作用的理想条件下,我们虽看不到惯性表现,但它仍潜在于物体相对静止或匀速直线运动状态之中的惯性定律。

二是物体在某一方向上失去力的作用的特定条件下,我们常能在现实中看到的,甚至在公交车上曾经历过的惯性定律的瞬间表现,即惯性现象。

又例如,沪粤版初中物理教材中提到“雨滴将要落到地面时是匀速的”,这一自然现象的奥秘又在哪里呢?

这个问题,如果让我们回到初中那个年代来回答,恐怕更是说不清了。

但是,今天的初中生若读了汪老师用“大自然总是要尽可能地使其系统结构内部的能量耗损降低到最低为止,以确保其系统结构的稳定与和谐”这一规律或本性来阐明该自然现象时,就会茅塞顿开!

首先,雨滴在下落的过程中会自然形成流线体,因为这种形体在运动过程中受到的阻力最小,能量耗损最小,也是一种最稳定,并具有对称美感的结构。例如,不倒翁的形状就是流线体,因此,它最稳定,始终不会翻倒。又例如,各种蛋生动物下的蛋都是流线体,因为它们在下蛋的过程中受到的阻力最小,最节省能量。

接着,雨滴在下落到快接近地面的过程中,又自然地趋于重力与空气阻力二力的平衡状态,从而使雨滴进入能量耗损最小的匀速直线运动状态,进而确保了雨滴在运动线路的结构上和谐与稳定。

可见,“大自然总是要尽可能地使其系统结构内部的能量耗损降低到最低为止,以确保其系统结构的稳定与和谐”这一与生俱来的美德和品性,是非常值得我们人类学习的。

正如科学家爱因斯坦所说的,“一切科学工作都要基于这种信仰,确信宇宙存在并应该有一个完全和谐的结构。今天,我们比任何时候都没有理由让自己人云亦云地放弃这个美妙的信仰”。

再例如,书中提出大自然是怎样处理力和惯性这对矛盾的?

同样,这个问题如果让我们回到初中那个年代来回答,或许无从说起。

但是,若读了汪老师用“矛盾是事物发展的动力,事物往往是矛盾的对立统一体”这一辩证的观点,结合“大自然总是要使其系统结构稳定与和谐”的本性来诠释时,问题的答案立马就会水落石出!

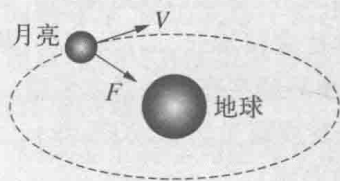
力总是要改变物体的运动状态,而惯性又总是要维持物体的运动状态不变。因此,它们成了一对矛盾。

然而,大自然却十分巧妙地采用圆或椭圆运动,统一了惯性和力这对矛盾。

这说明圆或椭圆运动,是力和惯性这对矛盾的对立统一体的表现形式,而圆或椭圆恰恰又是大自然中和谐与稳定的一种结构方式,也是大自然中对称美的质朴表现。

由于科学家们发现圆或椭圆是大自然中一种稳定、和谐的结构,且具有直观对称的质朴美。于是,艺术家和文人墨客们便用不同的方式来赞誉大自然的这种美!

如下图所示:



科学家发现的自然美



艺术家彩笔下的自然美



文人墨客对联中的自然美

类似上述三个问题的妙趣横生,理中显美的解答案例,在汪老师所写的这本书中可谓比比皆是!

因此,我认为这是一本非常值得当今初中生阅读的学习参考。

陆 铭

2016年2月18日

陆铭,马鞍山市第二中学91届高中毕业生,在校学习期间担任学生会主席。

2001年获得复旦大学经济学博士学位,任复旦大学教授,上海交通大学特聘教授、博士生导师,并担任中国发展研究中心主任,被选为上海市政协委员。

作为客座教授(兼研究员)受聘于北京大学、日本一桥大学等多所高校。曾担任世界银行和亚洲开发银行咨询专家。担任《经济学(季刊)》副主编。

研究领域为劳动经济学、城乡和区域发展以及社会经济学。



作为主要负责人主持过国家自然科学基金重点项目、国家社会科学基金和教育部重大项目等多项国家或省部级研究课题,以及世界银行、亚洲开发银行等国际合作研究课题。

作为主编之一出版了《空间的力量》《中国的大国经济发展道路》《中国区域经济发展:回顾与展望》《中国区域经济发展中的市场整合与工业集聚》《工资和就业的议价理论:对中国二元就业体制的效率考察》等多部专著。为教育部“十五”规划编写了《劳动经济学》《劳动与人力资源经济学》《微观经济学》等多本重点教材。多篇论文发表于 *World Development*, *Journal of Comparative Economics*, *China Economic Review*,

*Journal of Housing Economics*, *Review of Income and Wealth* 等国外期刊以及《中国社会科学》《经济研究》《经济学(季刊)》《世界经济》《管理世界》等国内权威期刊。研究成果获得过包括全国百篇优秀博士论文,上海市哲学社会科学一、二、三等奖,教育部中国高校人文社会科学研究优秀成果奖,人事部人事科研奖在内的多个奖项。

获得的荣誉包括教育部新世纪优秀人才、上海市教委曙光学者(2005年)、上海市领军人才(2009年)和上海市十大青年经济人物(2010年)。



# 前言 | Foreword

前言就从《叩开学习物理的门与道》这本书的名字说起。

顾名思义,此书将引领中学生跨进物理这门科学的“大门”,并为同学们鸣锣开道,揭开这座科学大厦中的诸多神奇与奥秘!

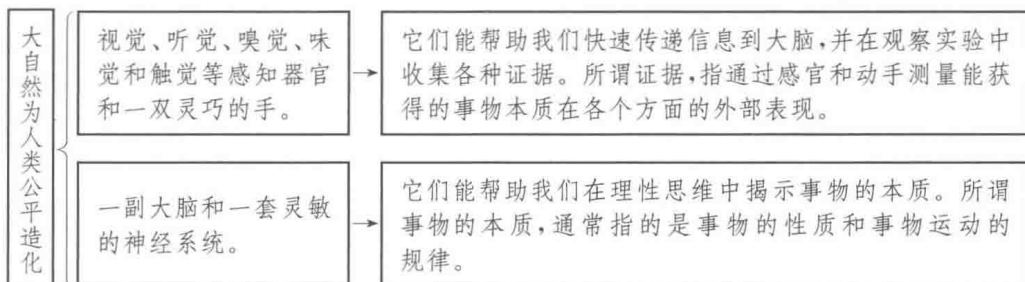
本书以沪粤版初中物理教材为依托,将同学们在学习物理过程中可能会遇到的难以理解、心存疑惑和容易混淆,但又必须要解决的问题统统整理出来,采用“问题导学”的方式逐一解决,并在解决这些问题的过程中,突出解决问题的思想、观点、路子、方法以及技能技巧的展示,为同学们在学习物理的过程中扫清各种各样的问题障碍。

当同学们将学习过程中的问题障碍逐一排除之后,又学会了使用解决这些问题的思想、观点、路子、方法以及技能技巧进行思考与操作。那么,怎样学好物理这门科学的问题,也就迎刃而解了。

例如,当同学们刚刚踏进物理科学这扇大门时,本书就提出观察实验和理性思维在学习物理这门科学中的作用是什么,进而开门见山地告诉同学们,在学习物理这门科学的过程中最关键的“入门之道”。

请阅读下面内容,看看本书是怎样告诉同学们,在学习物理的过程中最关键的“入门之道”的。

观察实验和理性思维,是大自然赋予我们人类的两大认知功能,同时也是构建一切科学的两条最基本途径,物理学也不例外。



因此,同学们要把大自然为人类公平造化的两大认知功能充分用好。不仅要像科学家那样把这两大认知功能有机地结合起来,还要具备像科学家那样的思想、精神、情感、毅力、态度和意志品质。

如果同学们能在上述的两个“像”上下功夫,那么,你们就一定会把初中物理这门课程学好,并为今后学习高中物理,甚至是学习所有的学科奠定坚实的基础。

这就是学习物理这门科学最关键的“入门之道”!

为了让同学们知道怎样应用大自然为我们人类造化的两大认知功能,本书又通过“探究运动和力的关系”的实验过程,说明观察实验和理性思维是怎样在该实验探究中具体应用的。

请阅读下面的材料,看看本书在“探究运动和力的关系”的实验中,是怎样应用大自然为我们人类造化的两大认知功能的。

下面是“探究运动和力的关系”的实验示意图。

观察小车从斜面滚动到不同光滑程度的水平轨道上运动状态的变化。观察实验中能收集到哪些证据?理性思维中如何得出科学结论?



#### 1. 观察实验只能帮助我们收集证据。

这里说的证据,指在观察实验中,能看见的现象发生或产生的条件和特征,以及能观测到的现象变化的量值和影响量值变化的部分因素。但是,这些证据均无法揭示事物的本质。例如,本观察实验中能收集到的证据有:

(1) 小车从斜面滚到不同光滑程度的水平轨道上,均做的是直线运动。

(这条证据是能看见的现象产生的条件和现象的基本特征)

(2) 当水平表面越来越光滑时,小车在水平轨道上运动的时间越来越长。

(3) 当水平表面越来越光滑时,小车在水平轨道上运动的距离也越来越长。

(这两条证据是能观测到的现象变化的量值和影响量值变化的部分因素)

#### 2. 理性思维可以帮助我们分析、归纳、概括,并作出科学的推断。

这里说的理性思维,指通过大脑加工处理,去粗取精、去伪存真的过程。但是,它却能揭示事物的本质。例如,本观察实验中的理性思维过程如下:

首先分析:小车在水平轨道的竖直方向上受到重力和支撑力两个力作用,且这两个力是平衡的二力相互抵消。

进而想象：小车在竖直方向上不受力作用。

接着分析：当水平表面越来越光滑时，小车在水平轨道上运动的时间和路程也越来越长，这意味着小车在水平方向上受到的阻力越来越小。

进而推想：小车速度的改变量也越来越小。

跟着假设：水平表面是一个没有任何阻力的理想模型，于是，思想实验便在这种假设的理想模型上开始，即在头脑的想象中进行实验。

接着推想：小车在不受任何外力作用时的速度改变量就为零，也就是小车的速度不会发生改变。

最后推断：小车将做永久的匀速直线运动。再应用从个别到一般的逻辑推理方法，便可归纳得出“一切物体在不受外力作用时，将做匀速直线运动”的牛顿第一定律这一科学结论。

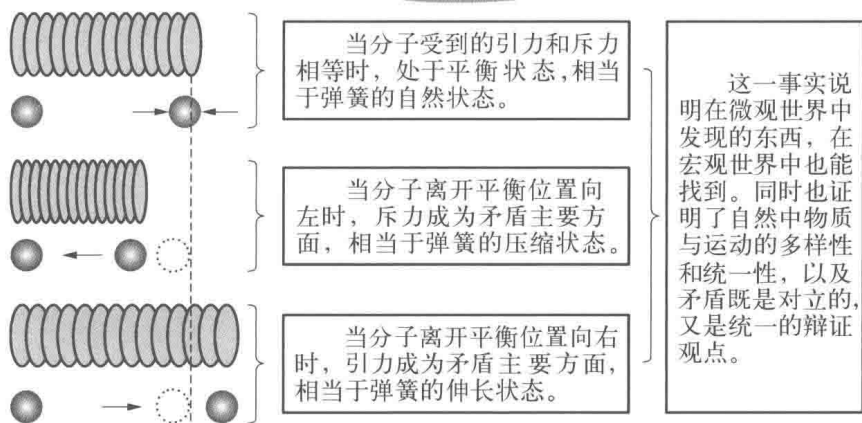
同学们若经常模仿训练上述的做法，自然就会应用这两大认知功能，自主地进行科学探究了。

本书对同学们在学习物理的过程中可能会遇到的一些难以理解，存有疑惑和容易混淆的问题，均有观点明朗、思路清晰、简洁明快的破解之道。

例如，当同学们学到分子动理论时，可能对“看不见的分子既具有引力，又具有斥力”难以理解。

于是，本书采用“矛盾相互转化，它们既是对立的，又是统一的”和“自然界中事物的多样性与统一性”的辩证观点为指导，并与看得见的弹簧伸长与压缩现象作类比，让同学们对“看不见的分子间既有引力，又有斥力”这个难以理解的问题，茅塞顿开，豁然开朗。

请看本书是怎样用方框图解的方式来原因的。



说实话,尽管编者在前言中,用心挑选书中若干典型问题为例,并采用图文并茂的解析方式,对本书的功能做出颇为具体、比较透彻,且又通俗易懂的说明。但是,该书真正被同学们所接纳并在实际使用中,到底能发挥多大的参考作用,即使编者在这里说得天花乱坠,也无济于事。

可见,前言说多了没有用,余下的就是想多听听同学们阅读之后的“回音”了。

我们将真诚地等待着读者发自内心的真实的声音,因为量子物理学家海森伯曾告诉我们——“真的光辉就是美”!

汪延茂

2016年3月30日

## 为什么编写这本初中物理学习参考

第一，自主学习是成就一个人的关键要素。

我国著名教育家陶行知先生十分重视在践行中学习，他说：“行是知之始，知是行之成。”科学家伽利略早就说过：“你无法教别人任何东西，你只能帮助别人发现一些东西。”

历史上如爱迪生、富兰克林、帕斯卡、瓦特、法拉第、焦耳等许多科学家，都是通过自主学习而成就自己的。

可见，教给学生“自主学习”的途径、方法，培养他们“自主学习”的能力和习惯，就显得格外重要，“教是为了不教”的道理也在于此！

第二，现代教学理论指出：有“支架”的学习，是最有效的学习。

怎样理解科学家伽利略所说的“你无法教别人任何东西，你只能帮助别人发现一些东西”呢？

“有支架的学习最有效”就是对伽利略这句话最好的诠释。

因此，在这本初中物理学习参考中，我们采用给思想、给方法、给学习中关键问题的解惑以及用物理学家和部分物理学史的简介等方式作为支架，以帮助初中生尽快地步入自主学习的轨道。

第三，现代教学理论又指出：会自我评价的学习，是最有效的学习。

中国有一句古训：“人贵有自知之明”，即只有通过自我认识和觉悟，才能真正了解自己的不足之处，并付诸行动。

在初中物理课标中，用知道、认识、了解、理解和应用等行为动词来描述知识掌握的程度。其中理解和应用是知识掌握程度的相对较高，也是最重要的两个评价级别或层次。

因此，在这本初中物理学习参考中，我们将“怎样评价知识的理解”和“怎样评价知识的应用”两把标尺交给学生，驱使他们及时对学习进行自我评价，进而不断提高自主学习的能力。

第四，我们一直倡导教育公平，却又因某些具体做法上的疏忽而显得不是那么公平。

例如，我们一直在认真地为教师编写“教学参考”，而为了应试，又有许多人为学生编制各种习题训练，却从来没有人想到要为学生编写一本学习参考。

因此,在教师手中就有了“天经地义”的教学参考,而在学生手中就只有“理所当然”地接受检测的各种“习题训练”。

于是,原本是学习的主人的学生,在应试教育明、暗双流涌动的社会、学校和家庭混合交错的冲压下,反倒成了学习的奴隶,这显然是极不公平的。

鉴于上述原因,我们想抓住同学们初学物理这一大好时机,力争为他们打造一本切实能发挥支架作用的初中物理学习参考,以驱使他们尽早地步入自主学习物理的正确轨道,进而扶正他们原本是学习主人的地位!

# 目录 | Contents

<b>第一章 走进物理世界</b> .....	1
1.1 希望你喜爱物理 .....	1
1.2 测量长度和时间 .....	7
1.3 长度和时间测量的应用.....	11
1.4 尝试科学探究.....	13
本章值得思考与探究的问题 .....	15
<b>第二章 声音与环境</b> .....	16
2.1 我们怎样听见声音 .....	16
2.2/2.3 怎样区分声音 .....	19
2.4 让声音为人类服务.....	26
本章值得思考与探究的问题 .....	28
<b>第三章 光和眼睛</b> .....	30
3.1 光世界巡行.....	30
3.2 探究光的反射规律.....	32
3.3 探究平面镜成像特点 .....	33
3.4 探究光的折射规律.....	36
3.5 奇妙的透镜.....	37
3.6 探究凸透镜成像规律.....	38
3.7 眼睛和光学仪器.....	39
本章值得思考与探究的问题 .....	41
<b>第四章 物质的形态及其变化</b> .....	43
4.1 从全球变暖谈起.....	43
4.2 探究汽化和液化的特点.....	50



4.3	探究熔化和凝固的特点	51
4.4	升华和凝华	52
4.5	水循环与水资源	53
	本章值得思考与探究的问题	54
<b>第五章</b>	<b>我们周围的物质</b>	<b>55</b>
5.1	物体的质量	55
5.2	探究物质的密度	56
5.3	密度知识的应用	58
5.4	认识物质的一些物理属性	59
5.5	点击新材料	60
	本章值得思考与探究的问题	61
<b>第六章</b>	<b>力和机械</b>	<b>63</b>
6.1	怎样认识力	63
6.2	怎样测量和表示力	64
6.3	重力	67
6.4	探究滑动摩擦力	69
6.5	探究杠杆的平衡条件	70
6.6	探究滑轮的作用	71
	本章值得思考与探究的问题	76
<b>第七章</b>	<b>运动和力</b>	<b>79</b>
7.1	怎样描述运动	79
7.2	怎样比较运动的快慢	80
7.3	探究物体不受力时怎样运动	81
7.4	探究物体受力时怎样运动	93
	本章值得思考与探究的问题	94
<b>第八章</b>	<b>神奇的压强</b>	<b>96</b>
8.1	认识压强	96
8.2	研究液体的压强	97
8.3	大气压与人类生活	98
	本章值得思考与探究的问题	101