

主编 卢嘉锡
编 楚 庄



李尚文 讲

怎样学好 高中物理

科学出版社 龍門書局

《金钥匙丛书》

李尚文 讲

怎样学好高中物理

科学出版社
龙门书局

1996

(京)新登字 306 号

《金钥匙丛书》

李尚文 讲

怎样学好高中物理

《金钥匙丛书》

李尚文 讲

怎样学好高中物理

责任编辑 尚久方 鄢德平

科学出版社

龙门书局 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

中国人民解放军第一二〇二工厂 印刷

科学出版社总发行

各地新华书店经销

*

1996 年 1 月第 一 版

开本: 850×1168 1/32

1996 年 5 月第三次印刷

印张: 10 3/4

印数: 31 001—61 000

字数: 278 000

ISBN 7-80111-053-6/G·18

定 价: 13.20 元

《金钥匙丛书》序

“金钥匙”源于格林童话，是能打开宝库的贵重的钥匙。金钥匙的贵重，不在于钥匙本身的金的价值，而是在于它能开启宝库的大门，引导人们得到取之不尽的宝藏。“金钥匙”常喻指获取知识、解决问题的能力和方法，指开启心扉、开发智力的教育方法。叶圣陶在谈到教学的目标时曾说：“对于学生来说，能够得到一把开启智慧之门的钥匙，养成一些良好的学习习惯，练就几路真正有用的本领，那才是最大的实益，终身受用的好修养。”我们这一套中小学教学参考书取名为《金钥匙丛书》，其宗旨就不是为各科教学另外增补填充物和添加剂，而是企求帮助学生增强学习能力，改进学习方法，或者也用借喻的说法，是为各科教学提供催化剂和发酵剂，帮助学生更好地吸收、消化。

在中小学特别是基础教育阶段，学校教学要使学生掌握基础知识、形成基本技能，即所谓“双基”，这无疑是十分正确、十分重要的，这是学校教学的中心任务和首要任务。但我们以为，在学生掌握基础知识、形成基本能力的过程中培养学习兴趣、形成学习习惯、发展学习能力，是同样（如果不说是更为）重要的。或者说，“双基”教学不只是教给学生知识和技能，更重要的是在教学过程中培养学习的兴趣、习惯、能力。用借喻的说法，供给食物、保证营养是重要的，但旺盛的食欲、良好的饮食习惯和健全的消化吸收功能更为重要，“那才是最大的实益，终身受用的好修养”。这是关系到教学思想乃至教育思想的大问题，值得多说几句。

关于学习兴趣。两千多年前的孔子就说过“知之者不如好之者，好之者不如乐之者”。“好”和“乐”就是愿意学、喜欢学，就是学习兴趣。对还没有明确学习目的的儿童来说，这点尤其重要，“乐”是主动性、积极性的起点。随着学习以及思想的发展，兴趣就可能

上升为志趣和志向。“吾十有五而志于学”，由“乐”上升为“志”，学习就有了更高的自觉性和目的性。爱因斯坦所说的“在学校里和生活中，工作的最重要的动机是工作中的乐趣，是工作获得结果时的乐趣，以及对这种结果的社会价值的认识”，不妨理解为由自发的、感性的“乐趣”出发，上升为自觉的、理性的“认识”过程，也就是由“乐”到“志”的过程。这是我们基础教育阶段教学工作应该充分尊重并且着重引导的带规律性的教学和教育过程。

关于学习习惯。帮助学生形成良好习惯，是学校教育的重要任务。叶圣陶认为：“从小学老师到大学教授，他们的任务就是帮助学生养成良好习惯，帮助学生养成政治方面文化科学方面的良好习惯。”习惯，就是把认识和知识落实转化为实践，更从实践中巩固和加深认识和知识，再转为更高的实践。知识和习惯的关系，也就是知与行的关系。我国古代《礼记》中所说的“博学之、审问之、慎思之、明辨之、笃行之”，把学问思辨归结到“行”上，现代教育家陶知行改名为陶行知，也都说明“行”对于“知”的重要。习惯，是经过重复、练习而巩固下来的稳定持久的条件反射和自然需要。培养良好正确的学习习惯，也是各科教学的重要任务。以语言和写作教学为例，读懂读通若干篇范文以及必要的字词语法、修辞知识固然重要，但同等重要的是培养勤读勤查、使用工具书的习惯，写读书笔记的习惯，作文要“修辞立诚”、写自己真实思想感受的习惯，作文要“上口入耳”、写好自己念、自己修改的习惯，以及不仅在课堂上而且在生活中正确使用语言文字的习惯等等。语文教学如果只是要求背熟多少范文和语法规则而忽略了良好正确的学习习惯的形成，那无论从教还是学两方面说都是不完全、不巩固、不成功的。

关于学习能力。学习能力，简单说就是举一反三的能力，触类旁通的能力，由已知推未知的能力。课堂教学，甚至整个学校阶段的教学，涉及的只不过是人类已有知识的一小部分。学校教学传授基础知识和基本技能，是所谓打基础阶段。基础固然要坚实，但基础只不过是准备，为学生在课堂之外和出校门后的继续构筑作准备。以数学学科为例，要求学生掌握数的基本概念、基本定律、基本

运算,为此要演算一定数量的例题。掌握课本中列出的概念、定律、运算固然重要,但更重要的是通过这些教学活动培养学生抽象演绎的能力,为掌握课本以外的更多更高更深的概念、定律和计算作准备。如果仅仅死记硬背多少概念、定律和计算题而不是以此为手段发展思维能力,那从教和学两方面说也都是不完全、不成功的。

上述学习兴趣、习惯和能力三个方面是互促互补、互为因果的。成功的教学,不在于教师的授予和学生的接受,而在于教师发挥主导作用,调动学生学习的主动性和积极性。教学的最高境界,是教其自学,培养学生自学的兴趣、自学的习惯、自学的能力;正如叶圣陶所说的“教育的最终目的在学生能自学自励,出了学校,担任了工作,一直能自学自励,一辈子做主动有为的人。”

《金钥匙丛书》由教学经验丰富的特级教师执笔,以现行的最新教学大纲和教材为基础,注重思路开拓,注重能力培养。对课文知识归纳总结,融会贯通,解析重点、难点。对学生,是学法指导;对教师,是教法参考。《金钥匙丛书》是提倡素质教育的教学参考书。

楚庄

1995年8月

作者简介

1952年参加教育工作，曾就读于北京师范大学物理系。天津市20中学特级教师，教育科学研究室主任。天津市树人中学教学总监。中国教育学会理事，天津市教育学会常务理事、中学物理教学研究会常委，天津市教育学院、天津师专客座副教授。多次被评为全国先进工作者，天津市优秀教师、先进工作者、德育标兵。荣获天津市教委、科委授予的最高荣誉——“播种太阳”奖。

1956年以来一直任高三毕业班把关教师，物理教研组组长。潜心教改，勇于创新，教学方法灵活，重学法指导，深受学生欢迎。20中物理高考成绩多年来在全市名列前茅，培养出不少“高考状元”、获物理竞赛一等奖、发明金奖的学生。数十年来一直被聘为天津市教育局教研室兼职研究员，指导全市高中毕业班物理教学和高考复习工作。积极参与各地优秀学生的指导培训工作。

主要论著有：《对中学生学习物理认知规律的探索》、《物理总复习的辩证思考》、《教师主导作用的发挥点与落脚点》、《科学世界观教育思路》、《物理教学中的德育渗透》和各种高考物理辅导教材等。多次在全国教育学术研讨会上宣讲论文，在外地讲学深受师生欢迎。

前言

当你拿起这本读物的时候，如果你已按教材的章节顺序系统地学完了整个高中物理内容，本书将帮助你从各章节的内容中提炼出带有共性的知识板块，并针对不同类型的知识给以学习方法指导，它能使你从具体知识的学习中跨越出来，从全局去统摄中学物理的知识结构。如果你还在高中一、二年级学习阶段，也能从本书介绍的各个知识板块中，逐步明了中学物理各个部分知识的要点，学会掌握和运用它们的方法。本书对高中物理的每一部分知识，都提出了明确的达标要求，并给你提供带有导向性的学习思路，有效地帮助你顺利进入下阶段的物理学习。

本书未按照常规的写法，开篇便遵章循节地展开知识、概念、规律等具体的论述，而是先对物理学的知识要素及其研究方法作一整体介绍，然后再分写逐个单元。这种写法，一是可使读者对物理学的知识和研究方法有一全貌的了解，并对中学物理各个要素及它们相互间的关系有清晰的认识；二是由于将知识类型作了划分，使得对学习方法的指导更有针对性，对读者的学用能力提高更有帮助。

李尚文

1995年8月

录

I. 中学物理的知识板块和学法指导	1
一、物理现象	1
二、物理概念	10
三、物理规律	14
四、物理学说	18
五、物理史话	20
六、物理技能	23
七、物理方法	28
八、物理应用	40
II. 力学单元	42
一、力与运动	43
1. 力的概念和物体受力分析	44
※力、物体平衡练习题	67
2. 质点运动的概念、规律和对运动分析	70
※质点运动学练习题	85
3. 牛顿第二定律将“受力分析”与“运动性质分析”联结起来	87
※力与运动综合练习题	91
二、转化与守恒(机械能和动量)	94
1. 有关功、功率、能量等概念	95
2. 有关冲量、动量概念	97
3. 有关功与机械能之间关系的规律	98
4. 关于动量定理和动量守恒定律	103
※两个定理、两个守恒练习题	110
三、振动与波动	112
1. 简谐振动	113
2. 单摆振动	116

3. 机械波的产生与特征	118
4. 波的图像	120
※振动、波动练习题	126
II. 热学单元	130
一、分子运动论、热和功	131
1. 分子运动论	131
2. 热和功	131
二、气体性质	133
1. 气体的状态参量及其确定方法	133
2. 理想气体的三个实验定律	139
※气体性质练习题	152
※热学综合练习题	155
IV. 电磁学单元	158
一、电场与磁场	159
1. 静电场与磁场的激发源及场的分布	160
2. 静电场、磁场激发源对场量的制约规律	169
3. 静电场、磁场对置入场中物体的作用及其作用结果	181
※静电场练习题	199
※磁场练习题	214
二、直流电路与交流电路	218
1. 电流形成、制约因素	219
2. 用电流分配功率, 电能转换	236
※直流、交流电路练习题	241
V. 光学、原子物理单元	244
一、对光的传播规律的研究——几何光学	245
1. 几何光学中的重要概念	245
2. 几何光学的重要规律	248
3. 几何光学中的基本器件及其光学作用	253
※几何光学练习题	280
二、光的本性——物理光学	283
1. 对光的本性的认识	283
2. 光的波动性	283

3. 光的粒子性	285
4. 光的波粒二象性	287
※物理光学练习题	289
三、原子结构和原子核	291
1. 原子结构	292
2. 原子核	294
3. 原子核的结合能及其释放	297
※原子和原子核练习题	302
VI. 物理实验	305
一、使用好物理量具是做好物理实验的基础	305
1. 精度、有效数字	305
2. 中学常用的几种物理量具	305
3. 有关量具的练习	306
二、高中物理实验可按照“用物依原理”、“同物带实验”	
的原则加以组合	308
1. “用物依原理”	308
2. “同物带实验”	309
3. 有关物理实验的练习	310
※物理实验练习题	320
答案和提示	324

I. 中学物理的知识板块和学法指导

物理学对中学生来说是较为难学的一门课程,因为物理学是以“物质最普通、最基本的运动”为研究对象,故其包罗的知识和技能是十分广泛的。就物理现象而言,从宏观到微观;就物理学说而言,从经典到现代;就研究方法而言,从观察、实验到假设猜想等。知识内容包括力、热、电磁、光、原子与原子核等庞大的知识体系,往往给初学者留下杂乱无序的印象。况且,物理又与数学、化学等学科密切相关。为帮助读者克服学习中的困难,本书在未全面展开具体章节的知识论述前,从中学物理知识系统中抽出带有共性的八个知识板块,围绕其内容特征、有关的学习方法及掌握它们的达标要求,分述如下。

一、物理现象

物理理论是以具体的物理现象为基础的,因此物理学的研究是从对物理现象的观察、实验入手的,这就决定了学习者在学习物理知识时,须先从感知现象,继而“以物究理”。虽然物理学研究的是自然界物质对象最普遍的运动规律,但不同形态的物质对象在其运动(变化)中所表现出的外部特征和相互联系仍有所差别。所以读者无论是学习新的知识还是运用已知的物理概念和规律去分析解决问题时,都要从物质对象在运动中的外部特征和相互联系入手,弄清楚物理现象,自己能深有实感地体验到究竟在眼前发生了什么事情,在头脑中形成一幅有关过程的景象,这就叫建立正确的物理图景。离开物理现象去学物理或解物理问题是寸步难行的。由此可知,学习者头脑中物理景象的再现能力是学好物理学知识的一种特殊本领。此点与数学知识的学习有很大的差别,在数学中代数式和方程中的 x 、 y 代表什么往往完全没必要追问,然而物理学中,对于 S 、 v ,就须先在弄清 S ——运动物体的位置变化及其方向(即位移), v ——物体运动快慢和方向(即速度),在两个物理量

的表象基础上,方能深刻理解其内涵.由于物理学是从大量的事实、现象中得到的理性知识,且又跟生活实际、生产技术广泛密切相关,这样的特点势必给视野狭窄、缺少实践经验的中学生的学习带来较大的困难,也就是说:“脑中无物,难以树理”.

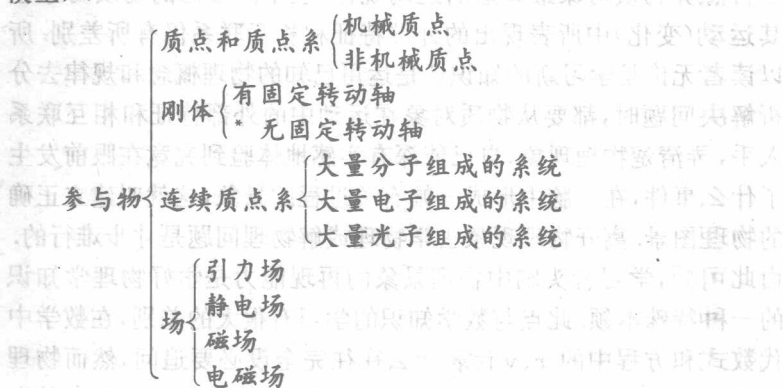
针对物理学的特点和中学生的实际情况,本书将通过“物理现象”这一专题的论述,提高读者建立正确的物理实感和物理图景的能力,抓好物理学习的这一重要的起始环节.

一般说来,物理现象包括以下三个组成部分:一是参与物,二是物体所参与的物理过程,三是物理过程中的各个状态.

1. 参与物

参与物是指参与所研究的物理现象中的物理客体.由于实际发生的物理现象中参与的客体众多,影响因素繁杂,所以为了抓住现象的重要特征,舍弃其次要因素,往往要对所研究的物理客体进行简化,称之为建立物理模型.物理模型虽然是将实际物理客体理想化,但由于它经过了科学的抽象,因而能正确地反映客观物理现象.

在中学学习阶段所涉及到的“参与物”如下(这里谈的参与物并非参与物理现象的真实客体,而应为经过抽象化的物理理想模型).



(*表示可参考学习知识)

为了对“物理现象”中的参与物有进一步的理解和掌握，读者不妨回忆一下曾做过的练习题，判断下面所研究现象中的参与物，究竟是上述哪类模型，进行对比归纳。

为了帮助读者学会建立物理理想化模型，举例如下：

[例题一]

一均匀的直角三角形木板 ABC，可绕垂直纸面且通过 C 点的水平轴转动，如图 1 所示。现用一始终沿直角边 AB 的作用于 A 点的力 F ，使 BC 边缓慢地由水平位置转至竖直位置。在此过程中，力 F 的大小随 α 角变化的图线是图 2 中的（ ）。

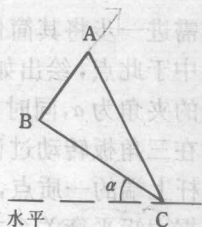


图 1

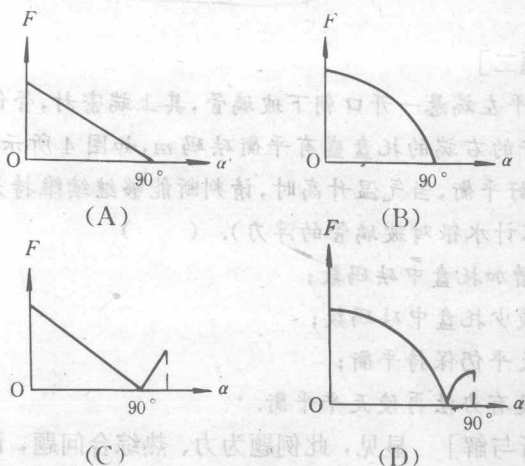


图 2

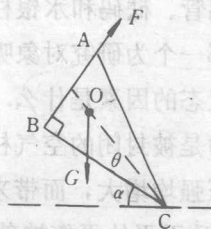


图 3

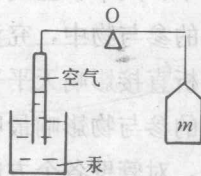


图 4

[分析与解] 由题意读者不难看出，三角板转动的物理现象中，参与物可简化为有固定转轴的刚体，然而要正确地解答此题，

还需进一步将其简化,即找出三角板的重心O点,将板所受重力集中于此点,绘出如图3所示的质点模型简图,标出BC边与水平线的夹角为 α ,同时重心O与支点C连线OC与BC边夹角为 θ .这样在三角板转动过程中,又可把OC看成一轻杆,直角板重心O视为杆上端的一质点,下端C为转轴,且OC与BC边夹角 θ 不变.根据力矩平衡关系式得出:

$G \times OC \cos(\theta + \alpha) - F \times \overline{BC} = 0$,显然在 α 角由 0° 增至 90° 的过程中,外力 F 的情形可用答案D图线来描述.

此题中给定的物理现象中的参与物虽为一直角三角板,但能否将题顺利解出,关键在于读者须具备将实物简化成理想模型的能力.如果一物理现象中的参与物不只一个,又该如何处理呢?请看例二:

[例题二]

一天平左端悬一开口朝下玻璃管,其上端密封,管倒插在水银槽之中,杆的右端的托盘盛有平衡砝码 m ,如图4所示.在某气温下天平恰好平衡,当气温升高时,请判断能够继续维持天平平衡的办法是(不计水银对玻璃管的浮力). ()

- A. 增加托盘中砝码数;
- B. 减少托盘中砝码数;
- C. 天平仍保持平衡;
- D. 没有办法再使天平平衡.

[分析与解] 显见,此例题为力、热综合问题,该现象中的参与物有多个:天平、空气、玻璃管、砝码和水银柱等.根据题意,从诸多的参与物中,究竟选哪一个为研究对象呢?这就需要读者细心分析直接影响天平平衡状态的因素是什么.当气温升高时,对诸多的参与物影响最明显的是被封闭的空气柱,由于升温促使其膨胀,对管壁各个方向的压强均增大,而带来了空气柱对玻璃管封闭端向上的压强变大,导致天平的平衡被破坏.最后,不难判定只有以玻璃管作为最终的研究对象,才能顺利地得出正确的答案B.应该指出的是,对多个物理客体参与的物理现象,能否

准确地确定研究对象的关键，在于读者必须认真地分析各个参与物之间的相互联系，而确定研究对象乃是认清一复杂物理现象的重要环节之一。物理现象中参与物的类型与个数，会直接影响解题所采用的物理规律和原理。例如，遇到的是由一两个力学质点或带电粒子在电磁场中运动的问题，通过其受力分析再恰当地运用牛顿定律，大多数问题会得到圆满的解决；但当遇到有相当数量的质点参与的波动现象问题时，所采用的物理规律和解题方法就大不相同了。解决这类问题有时需隔离出一个质点，研究其简谐振动的情形，必要时绘出其振动位移随时间变化的图像。有时又须以介质整体作为研究对象，研究相当数量质点振动状态的传递规律，从而描绘每个质点在同一时刻振动位移的末端所连成的曲线——波形图；若遇到数量极大的连续微观粒子参与的热现象、电流和光现象等，所采用的规律和方法又将发生更大的改变，仍运用牛顿定律是难以应付的，这时，运用动量与能量的有关规律辅以统计的方法进行研究和分析方可奏效。在这类问题中个别的微观粒子运动规律具有极大的偶然性，支配大量偶然事件的规律是统计规律，这就是偶然中的必然。比如， 100°C 开水里任一个分子的动能不一定都比 70°C 热水里某一个分子的动能大。然而，统计地看： 100°C 水的大量分子的平均动能一定大于 70°C 热水中大量分子的平均动能，这就是统计方法。更要说明，对物理现象中的参与物，不仅弄清其类型；还要把握其物理性质或状态参量（速度、能量等），这样才能认清其宏观表征和正确选用有关的规律和方法。

2. 物体所参与的物理过程

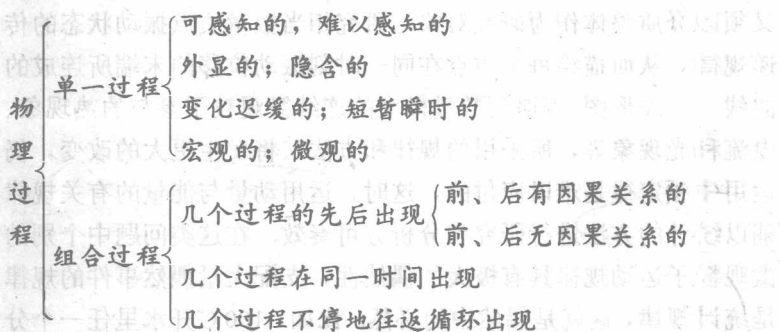
是指参与物在物理环境中的运动（变化）历程。而物理环境是研究对象所处的理想化环境，其基本特征：第一，物理过程是对实际发生的运动（变化）的抽象或模拟。物理过程来自于实际运动过程，现实中的运动或变化过程是所抽象出物理过程的基础。第二，物理过程与现实运动过程不同，它是人们对实际运动过程

①找 ②定 ③环境

④运动变化

进行思维加工，抛弃非物理属性，抽象出纯物理属性，忽略次要因素，保留主要因素的理想化运动过程。读者在学习物理知识中会感受到，只有正确地分析物理过程，才能弄清物理概念和规律的来龙去脉，对概念和规律理解透彻，把握其实质和内在含义。并且，正确地分析物理过程也是解决物理问题的关键。

要使物理过程分析得当，一般应遵循下列步骤：首先确定研究对象，建立正确的物理理想化模型。其次，分析所处环境，建立合理物理环境。再次，准确地分析理想化模型在物理环境中的运动变化。



从上面提到的物理过程的种类来看，有在单一过程中可感知的、外显的、变化迟缓的以及宏观的，较容易被读者察觉和认识的，此处不再赘述。然而有些物理过程是难以被读者感知的。例如：置入静电场的导体，通过静电感应过程而达到静电平衡状态的现象，就需要读者具有一定的想象能力，即对导体中大量自由电子，在电场力作用下定向移动，而又带来了电场重新分布的微观运动的想象。只有当读者能够在头脑中“一幕幕地过一下电影的慢动作镜头”而逐步建立起正确的物理动态图景时，才能够深刻地理解这一前因后果物理过程的实质。值得提醒的是，上述物理过程中的参与物进行的物理运动，不仅有“自由电子的定向移动”，而且也有“电场的重新分布”，这是更为隐含的物质运动。

又如：子弹以高速击中木块的现象。读者将其看作是瞬时的碰撞，碰前与碰后状态变化急骤，因而往往错误地认为，如以动