

物理习题指导

(全日制十年制学校高中部分)

北京教育学院东城分院物理教研组 主编

人民交通出版社

物理习题指导

(全日制十年制学校高中部分)

北京教育学院东城分院物理教研组 主编

人 民 交 通 出 版 社

物理习题指导

(全日制十年制学校高中部分)

北京教育学院东城分院物理教研组 主编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张: 16.625 字数: 378千

1982年4月 第1版

1982年4月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—119,500册 定价: 1.70元

前 言

《物理习题指导》(初中部分)自出版以来,受到了广大教师和学生的欢迎。大家肯定了这本书的优点,也满腔热情地指出它的不足,不少读者还鼓励我们继续编写高中部分。经过将近一年的努力,在人民交通出版社的大力协助下,我们再把《物理习题指导》(高中部分)奉献给读者,目的仍在加强基础知识教学,提高教学质量。

本书八百多个习题中,绝大多数为练习题,此外还有一定数量的思考题,选择题和实验题。这些可以作为学生的补充作业,也可供教师备课参考。书中较难的习题,以*号表示,个别超出高中阶段教学大纲的习题,以△号表示。

为了便于阅读,本书仍按全日制十年制高中物理课本(人民教育出版社1979年版)上、下册的章节顺序编排。每章分为:目的要求、解题要点、解题示例、习题和答案五个部分。为加强物理实验部分的内容,书中卷三专门对物理实验进行了论述,其中个别内容显得稍难些,但是对读者开阔思路还是大有益处的。

高中物理无论从知识的深度上,还是从学习的方法上,都同初中物理有很大的不同。能否尽快地适应这种变化,对学好高中物理将有重要的影响。我们建议拿到本书的读者,先不要忙于逐题求解,一定要认真阅读本书的第一章《学好物理知识》(和青年读者谈谈怎样学好物理)。另外,物理实验是物理学的重要组成部分,对于卷三所列的实验习题,有条件的读者最好能动手做一做。

参加本书编写的同志有杨德麒(以下按姓氏笔划为序)、王佩生、邓世琪、曲士颖、齐世明、孙露华、李启善、张凤文、唐玉籍、曾昭瑜。

限于我们的水平,书中一定还有不少缺点和问题,衷心希望读者给我们提出宝贵意见,以便再版时修改。

北京教育学院东城分院物理教研组

目 录

前 言

卷 一

第一章	学好物理知识	1
第二章	力 物体的平衡	14
第三章	变速运动	46
第四章	运动定律	73
第五章	圆周运动 万有引力	118
第六章	机械能	148
第七章	动量	179
第八章	机械振动和机械波	214
第九章	气态方程 气体分子运动论	233
第十章	内能 能的转化和守恒定律	253

卷 二

第一章	电场	263
第二章	稳恒电流	290
第三章	磁场	354
第四章	电磁感应	385
第五章	交流电	426
第六章	电磁振荡和电磁波	450
第七章	电子技术基础	455

第八章	光的本性	467
第九章	原子结构	475
第十章	原子核	480

卷 三

物理实验	487
I 物理实验预备知识	488
II 实验习题	507
III 习题答案	515

卷 一

第一章 学好物理知识

——和青年读者谈谈怎样学好物理

凡是拿到本书的读者，对物理学的重要性大概都有了相当的认识，对物理学的“难”，也会有不同程度的感受。特别是刚刚升入高中不久的同学，难的感受可能更为突出。

“物理难不难？”，“难在什么地方？”，“如何化难为易学好物理？”本文想就这些问题，和接触物理不久的年轻朋友们谈一谈我们的看法。

物理说难，也不难。

说难，难在两个方面。先从物理本身来看。其一，它的研究范围十分广泛：从宇宙到原子核，从 10^{24} 千克的地球到 10^{-31} 千克的电子，从静止的木块到每秒飞十几公里的宇宙飞船……几乎没有任何事物是与物理无关的。再看看物理课本里“概念”、“定律”、“原理”、“法则”、“公式”、“单位”等，简直处处皆是。要把这么多陌生的东西完全记在脑子里，还得能灵活运用，确实不容易。其二，物理学还在发展。在物理学的宝库里，还有许多扇大门的钥匙至今尚未被人们找到。这个找钥匙的工作更难。

说不难，是针对我们的读者而言。我们的主要任务还不是马上找钥匙，而是先把前人已经找到的钥匙继承下来，并从中学习找钥匙的方法，为将来亲自去找钥匙打基础。与创造和发现相比较，继承当然容易多了。还有，它是一门与日常

生活紧密联系的实验科学，尽管它涉及的范围很广，但是我们目前所研究的都是自然界最基本、最普遍的问题，研究方法也是最基本的方法。因此，只要我们掌握了物理学的特点和研究方法，再加上下面要谈到的一些条件，要学好物理并不困难。

以上是从物理学本身谈了谈难不难，下面再从学习者的角度谈谈难不难。

有些读者说，物理是一听就会，一作就错，一放就忘，故而难学。朋友们，你们都看过杂技表演和听过独唱音乐会吧！如果有人要求你看完演出后，马上登台表演，你一定认为这是有意让你出“洋相”。原因很简单，怎么可能一看一听就会呢？学物理同样不能一听就“会”。常常是你自以为“会”了，但实际并不会。当然一作就错，一放就忘了。俗话说，“难者不会，会者不难。”“世上无难事，只怕有心人。”很多学生说物理难，那是难在“不会”，难在“无心”。这里说的“不会”不是指不会背公式，“无心”也不是指无心学物理。而是指不会动脑子，不善于总结自己的学习经验，不注意摸索一套适合自己的学习方法。只依靠死记硬背和乱套公式肯定学不好物理。这是物理难学的主观原因。

由此看出，只要大家掌握了物理学的研究方法，老老实实按照课本和老师的要求去做，并且肯于动脑筋，注意总结学习经验，就可以化难为易学好物理。下面具体谈几点建议，供同学们参考。

一、学物理要联系实际经验。

物理学来源于生产和生活实际。实际是物理学的源泉，离开了实际就没有物理学。每个人都有一定的实际经验，联系自己的实际经验学物理才能学得进去。这里要注意两点：

1. 联系实际经验不等于用经验代替物理。因为在经验中

有一些是不科学的甚至是错误的。著名的比萨斜塔的故事就是一个典型的实例。亚里斯多德正是犯了用经验代替物理的错误，而伽里略的伟大之处就在于不迷信经验和权威，用实验纠正了错误的经验，为物理学开创了一条崭新的研究途径。再如，有的同学回答“飞行中的炮弹受到什么力的作用？”这个问题时，常常主观地加上一个“使炮弹前进的力”，这也是出于“物体受力才能运动”这个错误的经验，把惯性当成了力。

2. 物理实验是联系实际的最好的途径。关于物理实验问题本书有专文论述，这里不重复。只是再强调一下，要想学好物理，一定要重视实验，要尽可能多做一些实验，而且在做实验过程中仍要坚持多动脑子。

总之，大家既要注意物理与实际经验的联系，又要注意二者的区别。要学会用经验活化物理理论，用物理理论深化实际经验。把二者联系起来后，就会越学越爱学，越学越会学，物理就不再是“枯燥无味”的公式堆砌了。

有些读者会问，没有实际经验怎么办？比如学习原子核时，既没见过原子核，也没条件做实验，是不是就不能学了？不是。遇到这种情况时，只要注意培养和发挥我们的想象能力还是能学好的。（关于各种能力的培养是十分重要的问题，限于篇幅这里不讨论了）。还有的读者问，联系了实际，有些问题解决不了怎么办？比如，分析人走路什么力对人做功时，就会遇到解决不了的问题。假设人在平直路面上加速前进，人受到重力、地面的支持力和水平向前的静摩擦力。重力和支持力不对人做功，静摩擦力对人做不做功？如果说做功，消耗了地球的什么能量？如果说不做功，人的不断增加的动能从何而来？这里我们向大家介绍一位中年物理学工作者的一句话：“学物理，脑子里总要带着问题。”

有解决不了的问题不是坏事，是好事。因为有了问题才能促使我们不断思考，进行研究和学习。刚才提出的这个问题这里不作解答，留给大家思考。一时解决不了，也不必着急，在今后的学习中就会找到答案。我们举这个例子的目的是想说明这样一个观点：学物理，一定要联系实际，不要怕有一时解决不了的问题。脑子里的问题往往是促使你深入一步的起点，没问题倒可能是你学习不深入的信号。

二、学好物理概念。

物理“概念”是物理学上常用的“词儿”。比如：“匀速直线运动”，“熔解”，“电力线”，“焦点”，“比热”，“电阻率”，“折射率”，“脱出功”，“加速度”，“动能”，“温度”，“功”，“冲量”，“热量”，“电动势”等等。物理概念是物理学的基本语言。如果把物理学比做一座正在兴建的大厦，物理概念的基础就是“砖”和“预制板”。物理这座“楼”就是用物理概念“盖”起来的。不掌握物理概念，就好像不烧砖，不打预制板，只用黄土泥“盖”楼，那怎么行呢？如何学好物理概念？

1. 要切实搞清每个概念的“来龙去脉”。学习每一个概念时都要问三个问题：“为什么？”“是什么？”和“干什么？”。第一个问题是解决引出这个概念的必要性和目的；第二个问题是搞清概念的定义，对定量的概念（物理量）还应搞清它的公式、性质和单位；第三个问题是搞清这个概念的用途。例如对“功”这个概念至少要先搞清：它是为了描述作用在物体上的力和该物体在这个力的作用下所产生位移的共同结果的物理量（即描写力的空间累积效应的物理量）。功的定义式是 $W = FS \cos \theta$ 。它是个代数量，单位有焦耳，电子伏特，千克米等。它的用途很广。凡是涉及到不同形式的能量间的转化问题时几乎都要用到它。

物理概念的分类大体如下：

(1) 定某一事物或过程的名称的概念。前面列举的十五个概念中的前四个均属于这类。这类概念的特点是只给某一事物或过程起个名字，下个定性的定义，概念中不包含定量关系。对这类概念的提问方式常常是“什么是 $\times\times$ ？”或“什么叫 $\times\times$ ？”($\times\times$ 指这类概念)。学习这类概念时要抓住它的基本属性，要特别注意定义中的关键字和词。如匀速直线运动的定义中任何相等的“任何”二字是关键。抓住这两个字就能正确回答“一个作直线运动的物体，每秒所走的旅程都是一米，这是不是匀速直线运动？”这类问题了。答案显然是“不一定”。因为每秒的位移相等，并不等于任何相等时间内的位移都相等，每半秒是不是0.5米？每十分之一秒是不是0.1米，等等。再比如在“溶解”的定义中“一定温度”和“同温度”是关键。抓住了前者才能区别晶体和非晶体，抓住了后者才能正确理解和计算溶解热。

(2) 定事物属性的概念。如前面列举的第五至第八个概念，这类概念掌握起来较容易，但应注意掌握物质一般是不变量这个特点。(指外界条件不发生变化时)。

(3) 定运动状态的概念。如前面第九至第十一个概念，其特点是由研究对象的运动状态单值确定，因此具有瞬时性。当研究对象的状态发生变化时，这些概念的量值一般也要随之而变。学习这一类概念时要注意它是描写什么状态的。

(4) 定物体间联系的概念。如前面所举的最后四个，总涉及到两个有关联的物体和一个确定的物理过程。例如电源电动势就是描写电源内部非静电力把单位正电荷从电源负极移到正极这个过程中做功多少的物理量。学习这属概念时要特别注意对象和过程。

在以上四类概念中，(2)，(3)，(4)三类都对应有数量关系，因此也常称之为“物理量”。对这三类概念常可以“谁的？”“等于多少？”或“等于什么？”的方式提问，还应注意有矢量与标量的区分。一般说来，(3)(4)两类是学习的重点。

这样分类只是为了帮助大家更好地区别和掌握物理概念。它不是唯一的，也不是一成不变的，因此不要把它绝对化。如“电势”，从描写“电场中某点的性质”角度看，它属于第(2)类，从“电路中某点的电势”高低的角度看，它属于第(3)类，而“电势差”则是描写电场或电路中两点间联系的物理量，则属于第(4)类。

2. 要通过联系、对比和应用，不断加深对概念的理解。

这是深入掌握物理概念的重要环节。加深理解的有效办法是在应用概念的过程中，注意寻找相近概念间的共同点和区别点。仍以“功”为例。在物理中先后遇到过：机械功，气体膨胀的体积功，电功，电子的脱出功，以及正功、负功、动力功、阻力功、有用功、总功，还有与之有密切联系的功率、平均功率、瞬时功率等一系列相近的概念。这些概念都与功有关，又各有其特点和使用范围。那么，它们之间有什么联系？又有什么区别？在什么场合应用什么概念？应用时又应注意什么问题？这些问题必须下功夫搞清楚。（请参阅后面各有关章的解题要点自行归纳）。再比如要搞清“电势”，“电势能”，“电势差”，“电动势”，“感生电动势”，“自感电动势”，“反电动势”等概念的联系与区别，就必须先把“势”这个基本概念搞清楚，再通过对比与应用不断加深对它们的理解。

三、学好物理规律和公式。

物理规律反映了概念间的联系，是建造“物理大厦”的

“钢筋”与“水泥”。学好概念是学好规律的基础。物理学中的各种定律都是规律，但规律不一定都叫定律。如 $E = \frac{U}{d}$ 虽然不叫某某定律，但却是匀强静电场中的一个重要规律。学习规律时应注意：

(1) 掌握每个规律成立的条件和每一个公式的适用范围。物理规律一般都能用数学公式表示，但也有例外。如初中学过的帕斯卡定律，和能量转换与守恒定律。任何一个物理规律都有成立的条件，都有适用的范围。忽略了条件，超出了范围，就要犯错误。这一点是学习物理时千万要注意的。如：帕斯卡定律成立的条件是“密闭液体”，牛顿运动定律只适用于惯性参照系，机械能守恒定律只有在外力功和非保守内力功为零时才成立。动量守恒定律则是在系统所受的合外力为零时才严格成立。欧姆定律对固体与液体导电问题适合，对气体导电就要分析。“凸透镜对光线有会聚作用”也只是在透镜相对于周围介质是光密媒质时才正确，等等。对物理公式同样要注意适用范围。如气态方程 $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ 与 $PV = \frac{M}{\mu} RT$ ，适用的范围就不同。前者要求质量必须一定，后者则无此限制。焦耳定律的三个公式： $W = 0.24 I^2 R t$ ， $W = 0.24 I U t$ ， $W = 0.24 \frac{U^2}{R} t$ ，只是在纯电阻电路中才等价，而在非纯电阻电路中，由于 $U \neq IR$ ，只能应用第一个。不注意这些问题，只会死背乱套公式是学物理的大敌。

(2) 要注意物理公式的地位、作用和区别。

物理公式大体可分三类：

①定义式(量度式)。是给上述第(2)(3)(4)类概念

下定义的数学表达式。如速度 $V = \frac{s}{t}$, 加速度 $a = \frac{V_t - V_0}{\Delta t}$,

动能 $E_k = \frac{1}{2} mV^2$, 比热 $C = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$, 电场强度 $E = \frac{F}{q}$,

电势 $U = \frac{W}{q}$, 电流强度 $I = \frac{Q}{t}$, 绝对折射率 $n = \frac{C}{V}$,

等等。这类公式常用来回答“谁定义什么?”的问题。对这类公式应注意, 它只反映了物理量间的比值关系而不反映比例关系。例如电场强度 $E = \frac{F}{q}$ 的物理意义是电场中某点的

场强等于引入该点的小探测电荷所受到的电场力与该电荷电量之比, 而不能说场强与探测电荷所受的电场力成正比, 与

电量成反比。某部分电路的电阻的定义式 $R = \frac{U}{I}$ 也只能说是等于该段电路两端的电压与该段电路中电流之比, 不能说电阻与电压成正比与电流成反比。

②决定性(计算式)。是计算某一物理量的最基本的数学表达式。常用来回答“谁等于什么?”的问题。如点电荷

电场场强 $E = \frac{kQ}{r^2}$, 导线电阻 $R = \rho \frac{l}{S}$, 导体切割磁力

线所产生的感生电动势 $\mathcal{E} = B \cdot l \cdot V \cdot \sin\theta$ 等。这类公式的特点是应用范围较窄, 只能在特定条件下使用。

③规律式(关系式)。是物理规律的直接数学表达式。

物理公式中这一类的数量较多, 如: $S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$, $F =$

$$K \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}, \quad \mathcal{E} = -n \frac{\Delta \phi}{\Delta t}, \quad \frac{1}{u} + \frac{1}{v} =$$

$\frac{1}{f}$, 等等。常用来回答“某某定律的内容是什么?”或“谁与谁有什么关系?”的问题。

和概念的分类一样, 公式的分类也不是一成不变的。一个公式经过数学演变后不仅物理意义要发生变化, 其适用范围也可能发生变化。如:

$I = \frac{U}{R}$ 是部分电路欧姆定律的表达式, 而 $R = \frac{U}{I}$ 则是电阻的定义式, $U = IR$ 又是电

压的决定式。再如: $a = \frac{F}{m}$ 是牛顿第二定律式, $F = ma$

则是力的定义式, $m = \frac{F}{a}$ 是质量的定义式。又如:

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ 是气态方程的规律式, 只适用于气体质量一

定。当将此式经过如下的演变: $\frac{P_1 \frac{m}{D_1}}{T_1} = \frac{P_2 \frac{m}{D_2}}{T_2}$ 则得 $\frac{P_1}{T_1 D_1}$

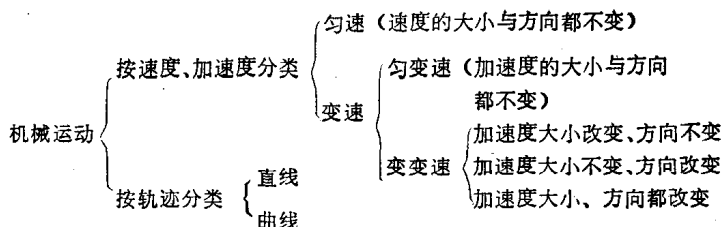
$= \frac{P_2}{T_2 D_2}$, 这时对变质量问题也适用了。由此看出学习物理

规律时, 搞清其物理意义、条件范围是何等重要。这是每个学物理的人必须动脑子、下功夫的重要所在。

四、要不断归纳、总结, 掌握知识的基本结构。

物理老师常说, 学习物理要经过由厚变薄, 再由薄变厚两个过程。由厚变薄指的是把每节课学过的零散知识经过整理总结变成系统知识。通俗地讲, 就是用几条主线把各部分知识串起来, 形成“知识串”。所谓形成“知识串”, 就是要掌握住知识的基本结构。例如在学完运动学后, 可以进行

如下表的总结：



由于版面所限，这个表只列出了开头。下面的工作是把表中的两种分类进行组合，可分别得到十种运动。看一看你学过了哪几种？并把学过的运动规律写在后面。例如，把“匀变速”和“曲线”组合成“匀变速曲线运动”，想一想是否学过这种运动？（平抛和斜抛）。这类运动的规律是什么？描写这类运动的公式有哪些？（略）。再如，把“匀速”和“曲线”组合成“匀速曲线运动”想一想学过吗？（没有这类运动）。剩下的工作请读者自己完成，看能不能把匀速圆周运动和简谐振动也总结进去。把学过的知识经过这样一归纳就可以提纲挈领把知识系统化，这就是由厚变薄的过程；而对其中的每一部分又能讲出所遵循的规律，应注意的问题，导出细致内容，这又是由薄变厚的过程。

总结知识串的工作可以有各种方法和途径。内容可以是一章的总结，也可以是一篇的总结，一册的总结，以至到全部中学物理的总结。下面再举一例。如用“能量”为主线进行总结，就可以归纳为“能量有几种形式？”，“能量的传递有几种方式？”，“关于能量的规律有哪些？”等问题，现归纳如下：

能量形式有：动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，重力势能 $E_p = mgh$ ，

弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ ，电势能： $\mathcal{E} = qU$ ，光子能量 $E = h\nu$