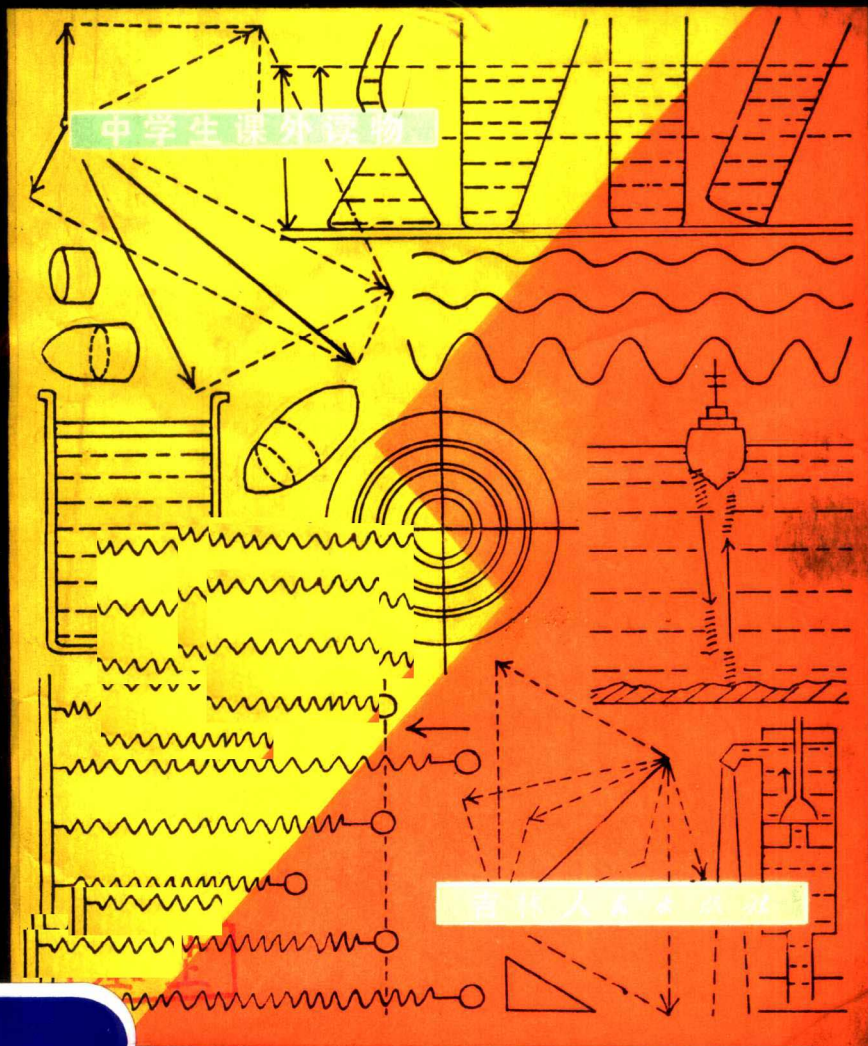


物理学学习指导

中学生课外读物

吉林人民出版社



内 容 提 要

这是一本指导性书籍。书中对如何学习物理定律、如何做物理实验,以及如何解物理习题,作了系统地阐述。特别是在归纳中学物理各部分内容的基础上,着重总结了各种类型习题的解答规律、方法和注意事项,并配以一定数量的习题具体说明。内容详尽实用,适于中学总复习或单元复习使用,也可作为自学者、在校中学生的学习指导书或教师的教学参考资料。

中学生课外读物

物 理 学 习 指 导

尤 昇

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行
通化市印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 $8\frac{1}{2}$ 印张 188,000字

1978年5月第1版 1979年8月第8次印刷

印数: 210,001—500,000册

书号: 7091·989 定价: 0.58元

目 录

第一章 怎样学习物理学定律?	(1)
第二章 怎样做物理实验?	(6)
第三章 怎样解答物理习题?	(8)
第四章 中学物理单元学习指导	(25)
第一节 力学	(25)
1. 运动学	(25)
2. 动力学	(41)
3. 功和能	(73)
4. 曲线运动和万有引力	(85)
5. 简单机械 机械传动	(100)
6. 振动和波	(107)
7. 流体力学	(117)
8. 牛顿力学的适用范围	(126)
第二节 分子物理学和热学	(127)
1. 热和功	(127)
2. 物态变化	(135)
3. 气态方程	(142)
4. 热力学定律	(152)
第三节 电学	(156)
1. 静电学	(156)
2. 稳恒电流	(171)
3. 磁 场	(200)

4. 电磁感应	(207)
5. 交流电	(221)
6. 无线电初步知识	(234)
第四节 光 学	(239)
1. 几何光学	(239)
2. 物理光学	(253)
第五节 原子物理	(256)
1. 原子结构	(256)
2. 原子核和原子能	(260)
附 录	(266)

第一章 怎样学习物理学定律？

物理学属于自然科学的一门基础科学，是一门历史悠久、内容异常丰富的科学。在这门科学中，它的核心就是各种物理学定律。它们贯穿于物理学的始终，从而形成了这门科学。因此学好物理学，最关键和最重要的就是学好和掌握这些物理学定律，并能把它们应用于解决一些具体的问题。那么，怎样才算是学好了物理学的定律呢？

学好物理学定律的标志是：一、弄清了该定律的条件和结论；二、弄清了该定律的数学表达式的物理意义，以及其中各物理量的单位；三、掌握了有关物理定律间的相互联系；四、能够顺利解答与该定律有关的不同类型的习题，能够用该定律解释有关的现象和解决一些实际问题。下面就这几个方面来谈，应该如何学好物理学定律。

1. 弄清定律的条件和结论：

物理学定律是人类在实践中总结出来的客观规律，是相对真理，它们必然在一定的条件下才能成立，如果离开了必要的条件，就不会导致定律的结论。因而只有弄清某一条定律的条件，才有可能正确地应用它的结论去解决具体的问题。但是不少人却往往忽略这个十分重要的问题，因而用错了定律导致错误的结论。

例如法拉第电磁感应定律说：“当穿过线圈的磁通量发生变化时，就产生感生电动势。”那么，“穿过线圈的磁通量发生变化”这就是该定律的条件，只有这个条件满足了才会出现结

论——产生感生电动势。在法拉第以前也曾有人做过完全相同的实验,但是仅由于他没有使插入线圈的磁铁运动(引起磁通量的改变),因而与线圈相连接的电流计的指针没有发生偏转(没有产生感生电动势),从而使没有发现这条定律。又如,牛顿第一定律说:“物体在没有受到外力作用时,将保持其静止或匀速直线运动的状态不变。”有的人看到当公共汽车突然开车或刹车时,人要向后或向前倾倒,这时并没发现有什么外力推他或拉他,于是便对牛顿第一定律的正确性发生了怀疑。他之所以得到这样错误的认识,就是由于他对牛顿定律存在的条件缺乏了解。牛顿定律存在的条件是必须在“惯性系统”中,也就是说必须在作匀速直线运动的系统(例如匀速直线开行的汽车)中才能适用。汽车突然开车或刹车已不是惯性系统,因而便不会存在牛顿第一定律的结论。再如,机械能守恒定律和动量守恒定律是条件和结论都完全不同的两个定律,但有的人由于分不清这两个定律的条件,因而张冠李戴错加应用。例如用冲击摆测子弹速度的问题,这本来应该用动量守恒定律来求出碰撞后沙箱的初始速度,但却错误地应用了机械能守恒定律,结果求得的子弹速度不足实际的十分之一。原因是子弹钻入沙箱时由于摩擦生热,已经有一部分能量通过热传递的方式损失了,机械能已经不再守恒,而动量守恒定律却不考虑能量的关系,只考虑相互作用。

以上事例说明弄清物理学定律的条件是十分重要的,这是学习这条定律的开始,也是正确选择定律的保证,因而对任何一条定律都必须首先搞清这个问题。

任何物理学定律都有条件,有的条件就在定律的叙述之中,有的在定律叙述中并没有明显地提出来,因而弄清某个定律的条件,一是要仔细分清定律叙述中每一句话的意义,

二是要仔细分析定律的实验条件或推理过程。

2. 弄清定律的数学表达式及量度单位：

物理学定律有很多种类型：有的是从实验得出的，如欧姆定律；有的是从大量事实中归纳推理得出而不能通过实验最终验证的，如惯性定律；有的只给出定性的结论，用以分析判断，如楞次定律；有的则给出定量关系，可以计算，如牛顿第二定律。对于只给出定性关系，用以分析判断的定律，必须深入理解该定律的实质，而做到这一点则必须透过定律叙述的本身，更加深入化具体化才能发现。例如楞次定律说：“感生电流的磁场总要阻碍原来磁通量的变化”，这句话一时很费解：什么叫阻碍？怎么样去阻碍？然而深入追查一下，你就会明白，磁通量是穿过某一面积的磁力线的条数，那么阻碍磁通量的变化，就是阻碍穿过该面积的磁力线条数的改变，于是阻碍的方法就有了：外来磁场要引起穿过该面积的磁力线条数增加，感生电流就必须产生方向相反的磁力线以“抵消”它们；外来磁场减弱，穿过该面积的磁力线要减少，感生电流就必须产生同方向的磁力线以“补充”它们。利用这样的原则找到了感生电流的磁场方向，便不难运用右旋定则来判断出感生电流的方向了。

对于给出定量关系的物理学定律，为了计算，都给出了它的数学表达式。由于它常用于计算，因而有人往往忽略公式的物理意义，而象对待数学公式一样去对待它们，从而会引出荒谬的结论。例如牛顿第二定律的数学表达式是 $F = ma$ ，

如果以单纯数学观点去看待它，当把它变成 $m = \frac{F}{a}$ 时，就

可以认为物体的质量与所受外力成正比，而与其加速度成反比，这是一个荒谬的结论。事实上，在经典力学范围内物体

的质量是不变的。所以，对于物理定律的数学表达式必须理解它的物理意义。 $F = ma$ 的物理意义是，对某个固定的物体来说，它的加速度与引起这个加速度的外力成正比，而决不是其他的意思。

物理学定律的数学表达式与数学公式的另一点显著不同是，式中的文字都代表不同的物理量，当选取不同的量度单位时，同一个物理学定律便具有不同形式的数学表达式。例如牛顿第二定律的普遍表达式是 $F = Kma$ ，其中 K 是比例常数。当式中各物理量都采用厘米·克·秒制或米·公斤·秒制时， $K = 1$ ；而当选用重力单位制时， K 便等于 $\frac{1}{9.80655}$ 。

因而我们看到，对于物理学定律的一个确定的数学表达式，必须有一套确定的单位与其配合，决不可把不同单位制的物理量应用于同一数学表达式。这就充分说明了在运算中必须统一单位制的道理和意义，有些人由于不知道这个道理，常常忘记统一单位制而导致运算的错误。

3. 掌握有关物理学定律间的相互联系。

某些物理学定律间是有相互联系的，掌握这些联系对于记忆和深刻理解定律是很有好处的。例如，焦耳——楞次定律的数学表达式 $Q = 0.24IU t$ 与电功的表达式 $A = IU t$ 之间只差一个系数 0.24，为什么会有这样一个系数呢？这是因为由热功当量：1卡的热量可以做4.18焦耳的功，而推得1焦耳的功可以变成0.24卡的热量。由此我们对这两个公式不仅从形式上建立了联系，而且在这里体现了能量转化和守恒定律的意义。

对于物理学定律不仅要看到它们之间的联系，也必须看的它们的区别，例如全电路欧姆定律和部分电路欧姆定律，

它们之间有密切地联系，都是说明电路中电流与电压（或电动势）之间的关系，然而它们一个是应用于整个电路中（包括电源在内），而另一个只是应用于某一段电路，如果弄不清这一区别，那么在具体问题面前就难免无所措手足了。因而学习物理学定律要善于比较它们的异同，也就是区别和联系，这对掌握物理学定律是有十分的好处的。

4. 要不断巩固和检验对定律的掌握情况：

怎样才能知道自己对物理学定律的掌握情况呢？检验的方法是把它们应用于解决具体问题，对这些问题解决的顺利与否，程度如何，将说明对定律掌握的情况。在学校中所谓的具体问题主要的是物理习题。大多数习题都是来源于生产、生活的实践，有些本身就是实践中的实际问题，因而能否正确地解答这些问题，是检验掌握定律情况的重要标志。对初学者来说，应用某一定律解答习题，也应本着由浅入深、循序渐进的原则，否则一开始就抠综合性的难题，就会由于对定律理解不深而事倍功半。对于学过了，已经着手复习的人，应该在作题的过程中善于总结，分析对比各种类型题，找出应用定律解题的规律性东西，如果真正找到了规律性的东西，那就说明了对问题有了较深一步的理解。对于这个问题由于在以后的各单元还要具体阐述，这里便不再详细叙述了。

第二章 怎样做物理实验？

物理实验是中学物理课的一个重要的组成部分，通过物理实验，不仅可以加深和巩固对物理定律的理解，而且可以培养一定的实验技能。做好物理实验的标准是：一、充分明确实验的目的和要求；二、掌握实验的理论根据；三、恰当地选用器材和设计实验步骤；四、正确画出说明图或线路图；五、正确使用实验器材、准确记录实验数据；六、正确分析实验结果、正确处理有效数字和误差（必要时可分析误差原因）；七、完成实验报告。

为了达到预期的实验目的，必须注意以下几点：

一、掌握各种基本测量工具的使用方法；

在力学实验中必须测量长度、质量和时间，因此必须学会正确使用刻度尺、天秤和秒表，否则会造成很大的误差，甚至会使实验遭受失败。

在热学实验中，重要的是测定物体的质量和温度，因而必须掌握正确读温度计的方法。

电流强度、电压、电阻是电学实验中的三个基本物理量，因此必须学会正确使用电流计、安培计、伏特计，以及滑线变阻器、转柄变阻器、电阻箱等。会用变阻器构成分压、降压等线路。

作光学实验必须了解各种面镜、透镜的性质和用途，从而构成必要的光路。

二、中学物理的每一个实验的器材和实验步骤课本中都

已经给定，但实验者绝不应只机械地搬用，必须明确为什么要选用这些器材，其中的某些器材用另外的东西是否可以代替？这样才能真正培养出解决具体问题的实验技能。例如在测定功热当量的实验中，量热器中装的是煤油，那么就应该明确，作这个实验为什么采用煤油而不用水？又如，在测定电源电动势和内电阻的实验中，如果没有伏特计，它是否可用其他东西来代替？如果采用电阻箱，这个实验该如何进行？线路图应该是怎样？总之，应该善于为自己提出问题，而又不断研究这些问题，才能不断提高实验技能和加强对基础知识理解。

三、有些实验在报告中必须画出说明图或线路图，应该按要求确切地画出。特别是电学实验中的线路图，必须按电路的符号和画电路图的要求去画，而不准采用实体图或自编的元件符号。因为这是培养学生理论与实践结合的重要途径之一。

四、分析实验数据、代入公式计算实验结果，包括处理有效数字和误差，也是实验中关键的一环。在这里往往最被忽视的就是有效数字和误差的处理。譬如通常所用的刻度尺，它的最小单位是1个毫米，用眼睛估计可以估计到半个毫米，如果采用厘米作单位，那么它只能测量到小数点后两位，但有的人在计算过程中由于遇到除法一时除不尽，竟将长度取到小数点后三位甚至是四、五位，这完全脱离了所作实验中长度测量所能达到的精度。再有的人实验后不进行误差计算，从而无法估计实验的精度，这些都不利于培养严肃认真、实事求是的科学态度。

总之，中学物理学中的学生实验虽然为数并不太多，而且也并不复杂，但也决不可草率从事，掉以轻心。

第三章 怎样解答物理习题？

一、中学物理习题的基本类型

中学物理课程所涉及的习题大致可分为如下六种类型：

1. 问答题

这类习题的特点是，它的解答只要求通过语言的叙述，而不要求通过计算或实验。回答这类问题往往必须从某些定律或原理出发，因而中心的问题是必须正确地理解物理学的基本概念和定律，而且引证它们必须准确无误。此外，回答问题的语言必须简捷清楚，决不可模棱两可、含混其辞。

例如有这样一个问题：从以速度 v 匀速上升的汽球上落下一个物体，它是否能马上就开始下落？为什么？

正确的回答是，它将以 v 为初速度作竖直上抛运动，继续上升一段，当末速度为零时再开始下降。原因是任何物体都具有惯性，即保持原来运动状态的性质。物体原来以速度 v 与汽球一同上升，离开汽球后必然保持这一速度继续上升，但在重力作用下其上升速度必然逐渐减小，直至末速度为零时才开始下降。

有的同学可能回答原因是由于牛顿第一定律，这便是错误的了。因为第一定律的前提条件是物体在没有受到外力作用的情况下，而此时物体是在重力作用下，第一定律在此已经不适用。错误的原因就是把惯性定律(牛顿第一定律)与物

体的惯性混为一谈。

再如，绳的下端系一重物，绳和重物一起沿水平方向运动，当绳的上端遇障碍物停止时，下端的重物将作何种运动？

它将作元周运动。因为虽然绳的上端停止了，但由于惯性，重物还将以原速度向前运动，此时它还受到一个绳的拉力，该拉力与速度方向垂直。根据作元周运动的条件：物体具有一个初速度，并受到一个与该速度方向垂直的力（向心力）的作用，从而可以判定此物体是作元周运动。但许多同学往往回答不上来，原因就在于对元周运动的条件不甚清楚。

由此可以看出，解决物理学问题与数学问题不同，这里重要的是必须对物理学的概念和定律有深入的理解，这是根本的出发点，而数学技巧在这里往往是第二位的。

2. 分析判断题

物理学中有这样一些定律，如牛顿第一定律、牛顿第三定律和楞次定律等等，它们只有定性表述而无定量的表述，因而它们的作用主要是用以分析判断问题。应用这些定律分析判断问题时，必须首先弄清所提出的问题到底应当应用哪条定律，定律如果用错了，结果必然错误，其次要分析问题是否符合定律的条件，如果符合，当然就可以根据定律的结论来得出问题的结论；如果不符，当作另行考虑。

例如：导体中感生电流方向如图 1 所示，问导体应如何运动？

该问题的回答应如图 2 所示，根据是右手定则。但有的同学往往应用左手定则进行判断而得出图 3 的结果，这是错误的。错误发生的原因是，他只看到了导体应如何运动，而没有看到图 1 中所示的电流并不是通入的电流，而是感生电流，与感生电流相关联的是右手定则，而不是左手定则，定

则用错了结论当然也就错了。

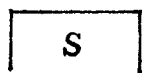
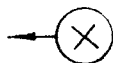
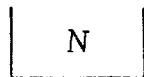
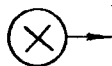
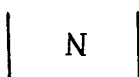
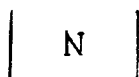


图 1

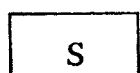


图 2

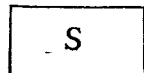
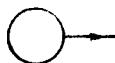
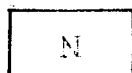
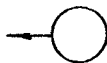
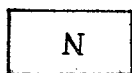


图 3

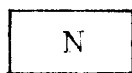
又如，导体在磁场中运动，方向如图 4 中箭头所示，求感生电流的方向。



(a)



(b)



(c)

图 4

根据右手定则判断结果应如图 5 所示：

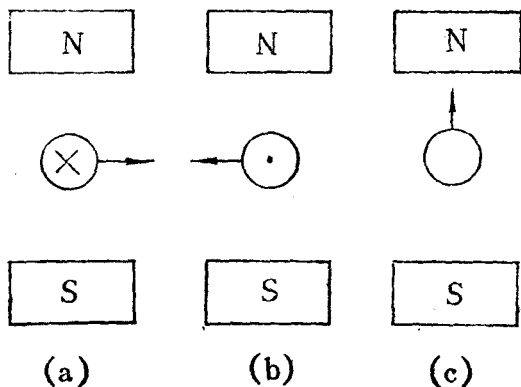


图 5

其中 *c* 因导体运动方向与磁力线平行，故无感生电流产生。

a、*b* 两种情况都好判断，唯独第三种情况部分同学感到困难，原因就是没有真正明确应用右手定则的前提是导体必须做切割磁力线运动，此时才有感生电流发生。图 *c* 的情况导体不切割磁力线，因而无感生电流。

所以利用定律、法则分析判断问题时必须重视上面所谈到的注意事项。

3. 计算题

这类习题的特点是必须通过一定的数学运算，因而正确地选择数学方法将直接影响到对问题解答的繁简和精确程度。例如在解答力的合成和分解这类问题时，有时力的三角形不是直角三角形，一些同学便急忙应用正弦定理或余弦定理，而不注意用相似三角形求解，结果不但使运算过程复杂

化，而且精确程度也会因此降低。又有的同学在运算过程中逢乘就乘，逢除就除，而不是把各数值代入综合式子中经过约分后再运算，结果也使计算繁杂而且影响精确程度。有些问题必须通过列出一元方程或二元联立方程组求解，个别问题尚涉及较复杂的数学知识（如求极值或轨道方程等），因而有一定的数学基础是解决物理计算题必不可少的一环。

这类问题对于发展同学的思维能力，培养分析问题、解决问题的方法是极为有用的，也是培养学生把物理知识应用于解决实际问题的极重要的一个方面，因而这种习题在物理学中是大量的，本书的归纳总结也因此侧重在这个方面。

物理计算题由于应用了物理定律，因而也必然涉及到各种物理量的单位及其换算，涉及的知识面较之其他类型习题广泛，运算时必须细心，否则很容易出现错误。计算题又可分为两种类型，即单一型和综合型。单一型往往只应用某一个原理或定律，而综合型不仅应用两个以上原理或定律，甚至涉及到物理学中不同部分的内容（例如动力学和运动学的综合习题，动力学、运动学和静电学的综合习题）。这里提醒大家注意不要只重视综合型的习题，这样的习题固然可以同时应用许多方面的知识，但也因此难度较大，如果不从单一型打好基础，便不可能有很好地解决综合问题的能力，所以应当提倡循序渐近，而决不可幻想一步登天。

4. 证明题

物理学的证明题实际上是属于计算题的类型，所经过的步骤完全同于计算题，只不过不经过数值的运算，而仅仅经过文字符号和公式的变形。解决这类问题应首先注意到要想得到所求证的结论，必须首先求出哪个物理量，然后设法用其他已知的物理量把它表示出来，最后把它再代入必要的公

式便可得到求证的结论了。

让我们来看这样一个问题：

从楼顶上竖直上抛一物体，当它折回时经过楼顶下方 h 处的速度，正好是它抛至距楼顶上房 h 高度时速度的 2 倍，

求证该物体上升的最高点距楼顶高度为 $\frac{5}{3}h$ 。

这个问题实际上是求抛出时的初速度 v_0 ，我们应当设法通过题中所给的那两点速度的关系和竖直上抛、自由落体的公式，把它用已知量 h 表示出来，然后将用 h 表示的 v_0 代入竖直上抛的最大高度公式 $H = \frac{v_0^2}{2g}$ ，即可得到所要求证的结论了。

这一类问题关键是找出各个物理量间的关系，余下的就是数学的恒等变形了。

5. 作图题

物理学中存在着一些通过作图求解的习题，例如，力的图示法，画振动图形或波形图，以及作光路图等。处理这类习题要求必须作图准确，严格按比例进行，否则将影响求解的精确度，甚至使图作不成。需要经过量度线段的长短来求解的作图题（例如用图示法求解合力或分力），必须严格按照几何作图的方法进行。

6. 实验题或实习题

物理学也是以实验为基础的科学，因而在中学物理学中存在着实验或实习类型的习题。

实验题包括有自己动手制作某种器材，通过获得某种现象，然后用理论来解释这种现象的习题，但大量的确定实验题目，然后自己选择器材、设计实验步骤。例如，力矩平衡条件的实验，物质比热的测定，以及电阻、电压、电流强