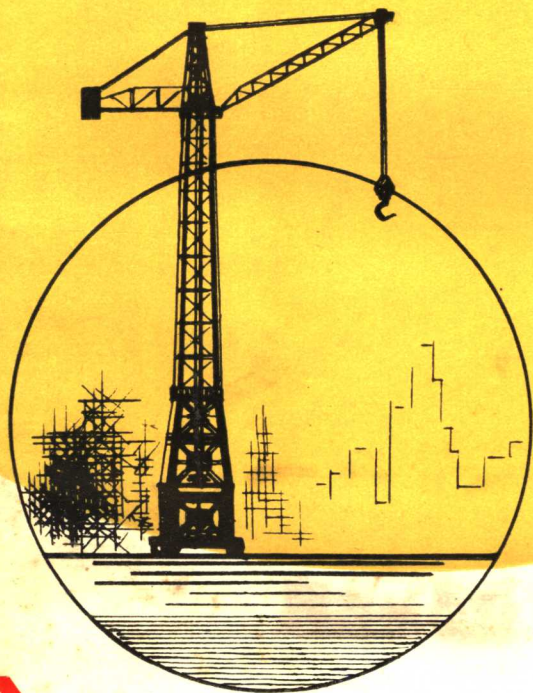


力和物体的平衡

中学物理辅导员丛书



焦树霖 著

科学普及出版社

3.7
9

中学物理辅导员丛书

力和物体的平衡

焦树霖 著

科学普及出版社

内 容 提 要

本“丛书”参照教育部制定的全日制十年制中学物理教学大纲,按照全国统编高中物理教材系统,分册编写。内容密切结合中学现用统编教材,但又不是教材的简单重复。对教材中的重点和难点着重进行辅导;对容易混淆的概念重点加以讲解。并在现行教材内容的基础上,适当地扩大、加深学生的知识面。

本书对应高中物理课本第一册中第一、二章。作者根据自己几十年积累的丰富经验,用问答形式,生动活泼地向读者介绍了学好中学物理应抓住的几个关键问题;讲述了静力学中的重点、难点和容易混淆的概念等。书中结合问题的讲解还列出了大量例题和给出适量的习题。因而,本书是学好高中物理应备的参考书。读者对象主要为高中学生、中学教师及自学的青年。

中学物理辅导员丛书

力和物体的平衡

焦树森 著

责任编辑:朱柱三

封面设计:姜桂芳

科学普及出版社(北京白河桥公园内)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京大兴诸营印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 $1/32$ 印张: $5 \frac{1}{8}$ 字数: 115 千字

1983 年 2 月第 1 版 1983 年 2 月第 1 次印刷

印数: $1 \sim 20,000$ 册 定价: 0.50 元

统一书号: 13051·1199 本社书号: 0372

中学物理辅导员丛书

编委会成员

主 编	沈克琦					
副 主 编	孙念台	李 椿	雷树人	王殖东	祁有龙	
编 委	张继恒	王学斌	林 婉	焦树霖	陈培林	

前 言

多年以来,我国教育界、中学教师和中学同学们都深切感到,在众多的出版物中,真正适合中学生阅读的课外读物,特别是结合各门文化课教学的课外读物,为数实在太少。这种情况对于中学生生动活泼地学好文化课,巩固加深课堂上所学的基本知识,培养自学能力,扩大知识眼界和提高学习兴趣,都很不利。

本丛书就是根据这种需要而组织编写的。它的编写目的是为了帮助中学生深入理解物理学的基本概念和规律,更好地掌握物理学的基础知识和基本实验技能,有效地进行逻辑思维和抽象思维锻炼,加强分析问题和解决问题的能力,使他们能够更好地运用中学物理教材进行学习,扎扎实实学好物理课,以利于提高中学物理课的教学质量。

本丛书参照教育部制定的全日制六年制中学物理教学大纲,按照全国统编高级中学物理教材的系统,分册编写。初中讲授过的而高中教材不再重讲的基础知识,如流体力学、热学、几何光学等内容,也另行分册编写辅导材料。

本丛书力求做到以下几点要求:

(一) 内容密切结合中学现用统编教材,但又不是教材的简单重复。对教材中的重点和难点着重进行辅导;对容易混淆的概念和重点内容,必要时采取正误对比的方法加以讲解。在现行教材内容的基础上,适当地扩大、加深学生的知识领域。此外,还配合教材中有关章节,讲述一些物理学研究方法和物理学发展历史中的重大事例,并注意做到理论联系实际。

(二) 在有关物理实验的内容方面,注意培养中学生观察自然现象和实验工作的能力。在实验分册中,除对教材规定的学生实验进行辅导外,还适当介绍一些教材中没有介绍的实验方法,以及读者利用简单器材可以自己在课外做的简单实验。

(三) 本丛书的体例,每一章一般分成三部分:第一部分是“本章内容摘要”;第二部分是“重点、难点问题的讲解”;第三部分是“复习思考问题和练习题”。根据教材各章内容的特点,必要时还叙述一些科学史知识、物理实验知识以及其他需要补充的知识。

内容摘要部分,力求简明扼要,突出一章的核心内容,反映全章各部分之间的相互关系,以及本章与前后篇章之间的联系。

“重点、难点问题解答”部分,要求讲清楚教材中的重点、难点问题,并适当地讲解一些有关知识。

“复习思考题和练习题”部分,力求每个题目都有明确的教学目的,着重题目的内容质量,而不是单纯地追求数量;注意理论联系实际,不选偏题和难度极大的难题。

例题的讲解尽量贯彻启发学生思维,培养思维能力的原则;要讲清楚解题的思路,避免单纯地教给学生死方法的做法。

我们希望:这套丛书能对于中学同学学习物理课起到一定的辅导作用;对于教师的教学起到一定的助手作用。

本丛书的内容和编写方法倘有不当之处,请读者不吝提出宝贵意见。我们将参考读者的意见,于再版时进行修订和补充。

《中学物理辅导员丛书》编辑委员会

1981年6月

目 录

第一章 学好物理知识	1
一、物理知识包括哪些主要内容	1
二、高中物理和初中物理在内容上的区别	2
三、讲求学习方法,才能提高学习质量	5
第二章 力 物体的平衡	28
一、力的概念	28
二、力的种类	31
三、牛顿第一定律和牛顿第三定律	37
四、物体受力情况的分析	51
五、共点力的合成	61
六、力的分解	69
七、正交分解法	74
八、物体的平衡	79
九、同向平行力的合成 重心 物体平衡的讨论	105
十、静力学中极值问题的辅导	121
十一、“物体的平衡”典型习题的举例	128
十二、综合习题	135

第一章 学好物理知识

一、物理知识包括哪些主要内容

新学年开始了,张菁和王萍升到了高中,他们想知道高中物理和初中物理在内容上有些什么区别以及高中物理的学习方法,为此到物理实验室访问了朱老师。朱老师了解到他们的来意后,首先问道:“你们在初中已经学习了两年的物理,学到了哪些物理知识呢?”

张菁回答说:“非常多,我们学过压强、电压、电流强度,物体有惯性,有重量,物体在液体中受到浮力,万吨巨轮能够在海上航行,就是因为它受到浮力。用凸透镜看小体字可以看得更加清楚,因为小体字被放大得比原来大多了。还有欧姆定律、光的反射定律……。”没等张菁说完,王萍抢着回答说:“电磁感应现象可有意思啦!老师让闭合导线的一部分做切割磁力线的运动,电表的指针发生偏转,表明电路中产生了感生电流,判断感生电流方向的时候要应用右手定则。还知道1标准大气压是76厘米水银柱高。我们还知道利用滑轮组来提起重物时可以省力,在实验中我们学会了使用天平去称物体的质量。可多了,真是一时也说不完。”

朱老师满意的点了点头说:“你们的确掌握了不少物理知识,但物理知识是由哪几个部分组成的呢?”张菁和王萍想了想,一时不知如何回答,朱老师接着说:“正因为你们不明确这个问题,所以刚才你们回答的内容比较乱。”朱老师站起来指着墙上一张图表(表1-1)说:“你们看看这张图表就清

楚了,一些重要的基本物理现象;物理概念;物理规律;物理理论还有仪器仪表的原理和使用方法都是物理知识。”

表 1-1

物理知识	基本物理现象	例 1. 放在导线附近的小磁针,当导线中通有电流的时候,小磁针会发生偏转。 例 2. 光线由空气射入水中时发生偏折。
	物理概念	例如: 质量、重量、惯性、功、功率、速度、电流强度、电压、电阻、比热、熔解热以及折射率等。
	物理规律(定律,法则,原理,公式)	例如: 惯性定律、能的转化和守恒定律、阿基米德原理、欧姆定律、光的折射定律、透镜成像公式等。
	物理理论	例如: 分子论、电子论、光的电磁说、光的微粒说。
	仪器和仪表	例如: 直尺、弹簧秤、天平、电流表、电压表等。

二、高中物理和初中物理在内容上的区别

张菁听了朱老师的解答,若有所思地说:“刚才我们所说的那些物理知识中有重要的基本物理现象,物理概念也有物理规律,但没有归纳,显得零零乱乱。朱老师,高中物理的内容当然要比初中物理知识要深些,广些,难度大些,它表现在哪些方面呢?”

朱老师并没有直接回答,先做了一个静电实验。把用丝绸摩擦过的玻璃棒接触一下用两根细线并排悬挂着的两个灯草球,两根细线马上张开了一个角度(图 1-1)。

朱老师问道:“这个实验过程你们都看清楚了,谁能解释一下,为什么当灯草球一旦和玻璃棒发生接触就排斥开了呢?”

王萍想了想说:“玻璃棒和灯草球接触使每个灯草球都带上了正电荷,因为带同种电荷的物体相互排斥,所以张开了一

个角度。”

张菁补充说：“必须用带电的玻璃棒去接触才成，老师刚才用丝绸摩擦玻璃棒的目的是要使玻璃棒带电，因此王萍应该说明玻璃棒必须带电才成。”

朱老师肯定了王萍的回答，并夸奖张菁注意到了逻辑性和严密性，然后指出，在初中物理学中只要求同学定性地知道，电荷之间存在着相互作用力，同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。到了高中就要求同学知道影响电荷间相互作用力的有哪些因素，以及电荷间相互作用力与这些因素的函数关系，能定量的计算电荷间相互作用力的大小，这样就加深了对电荷间相互作用这一规律的理解。

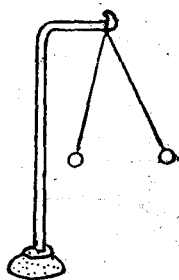


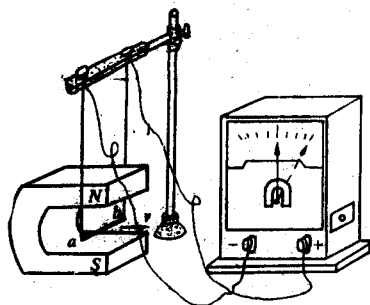
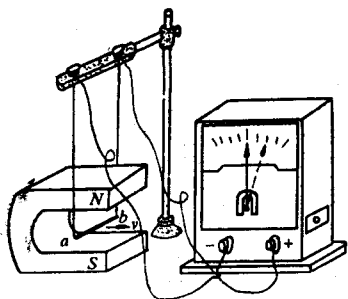
图 1-1 用细线悬挂着的两个灯草球，当它们带了同种电荷时互相排斥。

张菁有所领悟的点了点头，并问到：“老师，是否可以这样说，在初中所学到的物理知识之所以浅显，是因为偏重于感性认识，定性地了解某些重要规律；而在高中学到的物理知识不仅如此，还要进一步研究某些重要规律中有关物理量之间的数量关系，也就是定量关系。”朱老师肯定地点了点头。王萍说道：“老师能否再举个例子进一步加以说明呢？”

朱老师见他们兴趣盎然，又高兴地做了四个实验(图 1-2)，并提醒他们注意观察。当实验做完之后，老师让王萍说说他对实验的认识。

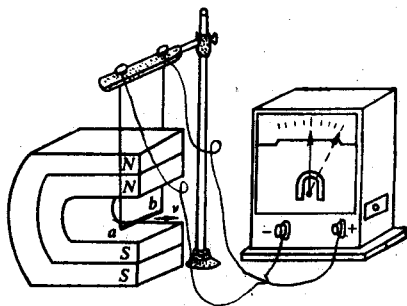
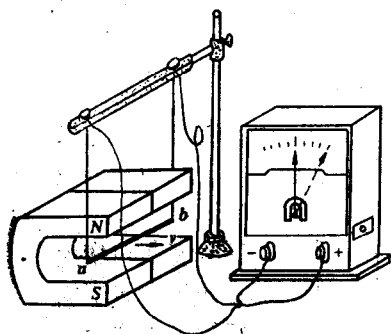
王萍说道：“这四个实验有个共同的地方，当导体 ab 在磁场里做切割磁力线运动时，电路中都产生感生电流。”

张菁接着说道：“实验表明，感生电流的大小受着切割速度，导线长度以及磁场的强度的影响。”



A: 导线 ab 以小速度 v 做切割磁力线运动

B: 导线 ab 以大速度 v 做切割磁力线运动



C: 切割速度仍为 v , 加大导线 ab 的长度

D: 增大磁场的磁感应强度

图 1-2

朱老师做了个小结：在初中只讲了闭合电路的一部分做切割磁力线运动时要产生感生电流，到高中就要进一步研究感生电流的大小受哪些因素的影响，并且是怎样决定的。再例如一个静止的物体要运动起来；速度慢的物体要快起来；快的物体要慢下来，甚至停下来，都必须受到力的作用，在初中就只讲到力是改变运动状态的原因。到了高中就要研究力到底是怎样改变物体运动状态的，要提高到能够进行定量运算的水平，这样对力和运动之间关系的理解会更加深刻。除此

之外,到了高中,知识面还要适当地开阔些,要研究新现象、新问题,例如光的本质是什么?光电效应,原子能,激光等到底是怎么回事?

至于难不难的问题,是相对的,比起初中来,由于物理知识的扩大和加深,当然要难些,有个台阶,古人说得好,欲穷千里目,更上一层楼。但随着同学们才干的增长,分析问题解决问题的能力加强,同学们是会很好地完成学习任务的。

三、讲求学习方法,才能提高学习质量

学习方法对头,可以减少学习中的困难,使我们对物理知识理解得深刻些,掌握得巩固些,运用得灵活些。为此要做到三个好字,即做好物理实验,学好物理概念和规律以及做好练习。

张菁和王萍希望老师对此能够具体地辅导一下。朱老师说:“先谈谈为什么要做好物理实验?怎样做好物理实验?”

(一) 可贵的是不断探索的精神

物理学是一门实验科学,也就是说物理知识来源于实践,特别是来源于科学实验。伽利略是十七世纪意大利的一位物理学家,他善于对大家都习惯于接受的传统观念提出疑问,并用科学实验的方法探索物理规律。例如几千年来人们都认为重的物体下落比轻的物体要快些。伽利略在比萨斜塔上用轻重不同的球,当众实验,发现它们是同时下落的,重的并不比轻的快,轻的也不比重慢,因而推翻了旧观念。即重物下落得快,轻物下落的慢的观念是错误的,不论物体的轻重如何,下落的速度是相同的。这个重要的规律不通过科学实验能够被我们所认识吗?但进一步思考,又有新问题产生了,石子和羽毛来比,石子下落得快,又怎样解释呢?朱老师说:“这是

由于空气阻力在作怪，如果石子和羽毛在没有空气的空间下落则是一样快的。”朱老师边说着边做了一个实验(图 1-3) 证明了这个结论。

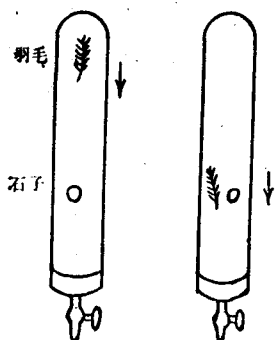


图 1-3 物体在空气中下落的快慢不同(左)。如果将玻璃管中空气抽去，物体在真空中下落的快慢相同(右)。

朱老师又说道：“德国的物理学家欧姆，当初不研究通过电阻 R 中的电流强度 I 和加在电阻两端的电压 U 之间的关系，能发现欧姆定律吗？不研究光线的人射角和折射角之间的关系能发现光的折射定律吗？”

物理实验是探索未知物理规律的重要手段，当然目前我们中学里的实验大部分是验证物理规律的。

张菁问道：“既然我们的物理实验不是探索新规律，而是验证已知规律，为什么还这样重要呢？”朱老师说：“这是因为通过做实验能够帮助我们形成正确的物理概念，例如导体的电阻 R 是它两端电压 U 和通过它的电流强度 I 的比值。这个

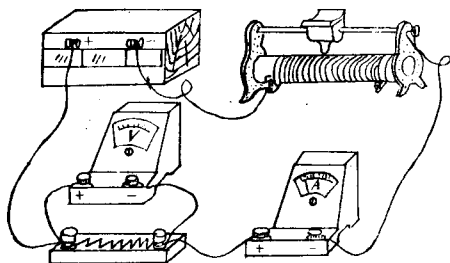


图 1-4 导体电阻概念的形成

比值反映了导体本身的一种性质，通过实验(图 1-4)可以看到尽管 U 和 I 可以有不同的数值，但它们的比值的确是一个

常量。它反映了导体对电流的阻碍作用。只有通过实验才能更好的形成电阻的概念。再有做实验能增强我们分析问题的能力和加深对物理规律的理解。”

张菁深有体会地说道：“是这样的，我们做了凸透镜成象的实验，知道象的位置，倒正，虚实，是放大还是缩小要决定于物体相对于凸透镜的位置和凸透镜的焦距，因此对凸透镜成象规律的理解就深刻多了。”

朱老师说：“怎样才能做好一个物理实验呢？我们就拿大家熟悉的研究凸透镜成象这个实验来说吧！”

第一，应当在实验之前就要明确做这个实验的目的是研究在凸透镜的焦距 f 已知的情况下物体的象的性质和物体距凸透镜的距离 u 之间的关系。

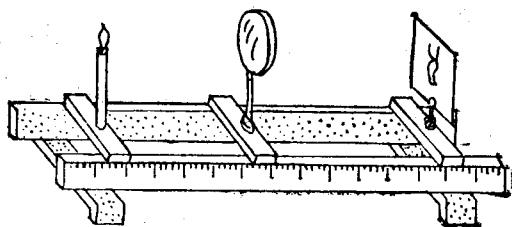


图 1-5

第二，对实验中所用的仪器——光具座（图 1-5）的性能应有所了解，它主要的性能是能固定凸透镜，光屏和发光体的位置，并通过光具座上的带有毫米刻度的米尺测出物距 u 和象距 v 。在做实验时，仪器的装置应保证物、镜和象三者在一轴线上。

第三，明确实验步骤（图 1-6）。

先让 $u > 2f$ ，这时我们将在屏上得到的象是倒立的，缩小的实象，且 $f < v < 2f$ 。

再让 $u = 2f$, 这时我们将在屏上得到的象是倒立的和物
体大小一样的实象, 且
 $v = 2f$ 。

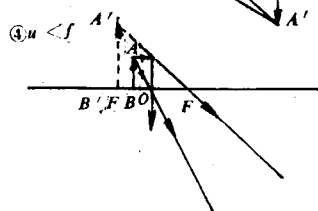
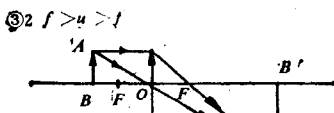
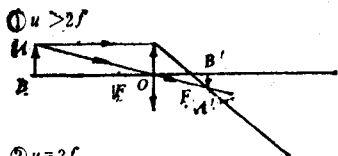


图 1-6

再让 $2f > u > f$, 这时我们将在屏上得到倒立的放大的实象, 且 $v > 2f$ 。

最后再让 $u < f$, 在屏上得不到清晰的象, 但从光屏这一侧透过凸透镜观察烛焰, 能看到一个正立、放大的烛焰的虚象。

第四, 在实验过程中, 每次都记下物距 u 和象距 v , 代入透镜成像公式

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f},$$

总是使等式成立, 成像公式从而获得了实验证明。

如果事先不弄清楚实验目的盲目地去做, 或只按老师指定实验步骤机械地模仿一遍, 都得不到应有的收获, 手脑并用, 富有探索精神才能做好物理实验。

(二) 学好物理概念和规律

王萍通过老师的分析和在老师指导下重做了过去的实验, 有所领悟的说: “实验之所以重要, 是因为我们的学习过程和人类探索知识的过程有相似之处, 只有通过科学实验才能发现新现象, 新问题和新规律。学生只有做好实验才能更好的形成正确的物理概念和加深对物理规律的了解。老师再

谈谈怎样学好物理概念和规律好吗？”

朱老师并没有忙着回答，而是在黑板上写下了一道选择正确答案的题目，让他们把正确的答案选出来。

题目 一块砖在如图 1-7 所示的三种放置方法中：

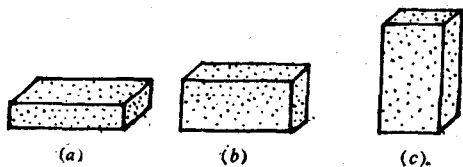


图 1-7

- ① 三种放置情况地面所承受的压强相同。
- ② 情况 (a) 地面所承受的压强最大。
- ③ 情况 (b) 地面所承受的压强最大。
- ④ 情况 (c) 地面所承受的压强最大。

王萍看了一会儿说道：“第一个说法肯定不对，因为无论怎样放置砖对地面的压力都等于砖的重量，换句话说这三种情况地面所承受的压力相同，但支承面积不相等，压强怎么会相等呢？”

张菁接着说：“砖竖直立放，和地面的接触面积最小，此时地面所承受的压强最大，所以第④个答案是正确的。”

朱老师满意的点了点头说：“支承面的压强 $P = \frac{F}{S}$ ，考查压强的大小不能只看正压力，还要看面积，两者的比值才能决定压强的大小，第①个答案的错误原因是压强概念不清楚，把压力和压强这两个概念混淆了。”

朱老师把体积一样的铁球和木球放到水里，并用手按住它。放手后木球就徐徐上浮，最后有一部分露在空气中并静止于水面上(图 1-8)。朱老师问道：“水中的铁球和木球

哪个所受的浮力大？当木球静止的浮在水面上时，木球和铁球哪个受到的浮力大？”

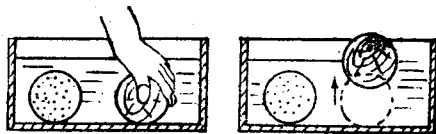


图 1-8

王萍认为，水中的木球受到的浮力比铁球要大些，因为它能上浮，而铁球浮不起来。

张菁不同意他的意见，因为物体所受到的浮力的大小决定于两个因素，一是物体所排开的液体体积，二是液体的比重。与物体的形状、轻重无关，既然木球和铁球体积大小相同，又处在相同液体中，当然所受到的浮力大小一样。木球静止的浮在液面上有一部分露在空气中，排开的液体体积小了，当然浮力也就相应的小了。朱老师听了他们的讨论之后说：“张菁弄清了浮力概念的物理本质，而王萍把浮力的大小跟物

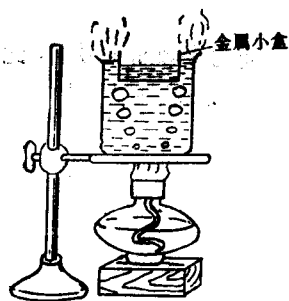


图 1-9

体的浮沉条件混淆了，在今后学习中这一点是值得注意的。为了加深印象，我再提一个思考问题。”朱老师顺手在黑板上画了一张图（图 1-9），问道：“在大烧杯的水面上漂浮着一个薄金属小盒，内盛一些水，当烧杯里的水沸腾起来之后，金属小盒里的水是否也会跟着沸腾起来呢？”张菁他们正在对问题进行分析，朱老师提醒道：“沸腾是汽化的一种方式，要注意汽化的发生条件。”王萍说：