

高级中学
物理第一册(甲种本)
教学参考书

人民教育出版社

前 言

为了帮助教师使用好高中物理(甲种本)第一册教材,我编写了这本教学参考书。内容包括全册书的说明,引言和各章的教学说明和资料。

全册书的说明对这册教材的内容安排、全书的一些重要问题以及课时安排,作了简要的说明。

各章的教学说明和资料,包括教学要求、教学建议、实验指导、习题解答、参考资料五项内容。在“教学要求”中对各章的教学内容提出了具体的要求和说明。在“教学建议”中对怎样进行教学提出了参考性意见。在“实验指导”中提出了演示实验、学生实验及课外实验活动中应当注意的问题,还提供了自制简单仪器的制作方法和不同的实验方法,补充了一些实验内容,供教师选用。在“习题解答”中给出了课本中全部练习和习题的解答,供教师参考。在“参考资料”中提供了一些教学中可供参考的材料,这些材料多数只供教师参考,个别的也可在教学中引用。

本书第一章和第二章的“教学建议”及“习题解答”由吴孟明编写,第三章和第四章的“教学建议”、“习题解答”、“参考资料”及全书的“实验指导”由袁哲诚编写,第五章和第九章的“教学建议”、“习题解答”及部分“参考资料”由曹磊编写,第六章、第七章和第八章的“教学建议”、“习题解答”及第七章的“参考资料”由唐锦顺编写,其余部分由郭连璧编写。全书由郭连璧统稿,统稿中刘克桓、董振邦给予了很多帮助,最后经雷树人审阅修改。

欢迎教师对本书提出宝贵意见。

编 者

目 录

高中物理甲种本第一册的说明	1
引言——怎样学好物理知识	6
一、教学要求	6
二、教学建议	7
三、实验指导	9
四、参考资料	13
第一章 力	20
一、教学要求	20
二、教学建议	22
三、实验指导	30
四、习题解答	45
五、参考资料	65
第二章 直线运动	70
一、教学要求	70
二、教学建议	74
三、实验指导	84
四、习题解答	95
五、参考资料	118
第三章 运动定律	123
一、教学要求	123
二、教学建议	125
三、实验指导	134
四、习题解答	141
五、参考资料	168

第四章 曲线运动	174
一、教学要求	174
二、教学建议	177
三、实验指导	184
四、习题解答	195
五、参考资料	216
第五章 万有引力定律	222
一、教学要求	222
二、教学建议	224
三、实验指导	234
四、习题解答	235
五、参考资料	246
第六章 物体的平衡	253
一、教学要求	253
二、教学建议	254
三、实验指导	261
四、习题解答	268
五、参考资料	285
第七章 机械能	288
一、教学要求	288
二、教学建议	291
三、实验指导	304
四、习题解答	308
五、参考资料	333
第八章 动量	335
一、教学要求	335
二、教学建议	337
三、实验指导	345
四、习题解答	352

五、参考资料·····	369
第九章 机械振动和机械波·····	374
一、教学要求·····	374
二、教学建议·····	377
三、实验指导·····	393
四、习题解答·····	409
五、参考资料·····	424

高中物理甲种本第一册的说明

(1) 高中物理课本(甲种本)第一册全部讲力学知识。第一章讲解力的基本知识。第二章讲解怎样描述运动。在这两章的基础上第三章讲解运动和力的关系。前两章是必要的预备知识,而牛顿定律是力学的核心。第四章讲解曲线运动,是运动定律知识的具体应用和扩展。第五章讲解万有引力定律,把已学知识应用到天体运动中去。第六章讲解静力学的基本知识,可视为动力学的特殊情形。第七章和第八章分别讲解机械能和动量,是牛顿力学的进一步展开,特别是得出守恒定律,为解决力学问题开辟了新的途径。最后一章是利用以前学过的知识来分析更为复杂的运动——振动和波。

上述安排,第一章不涉及力的平衡,第二章不讲述平抛和斜抛物体的运动。这样,使得教学难点后移,头一、二章的内容相对集中,只包括了学习牛顿定律所必需的预备知识,有助于降低初高中的台阶。另外,万有引力定律单独设章,使每一章的中心突出,便于教学。

(2) 高中物理难学主要在力学部分,原因之一是某些内容要求偏高。为了减轻学生的学习困难,使他们对基础知识掌握得更好些,教学要从实际出发,要求要适当。这里,对大家一直很关心的几个问题作些说明。

关于矢量。中学物理中需要用矢量解决的问题,一般比较简单,只要有一维矢量运算以及矢量的合成和分解的知识,

也就够用了,不需要系统地讲解矢量运算的知识。因此,物理量和公式可以不用矢量符号和矢量式来表示。关于矢量的教学要求可以归结为三点:第一,懂得什么是矢量,什么是标量,知道它们之间有什么不同;第二,知道矢量加法服从平行四边形法则,并且会用它对矢量进行合成和分解;第三,知道一维矢量的运算可以化成代数运算,并且学会这种运算。

关于连接体。一般的连接体问题本来不是很难,对于培养学生综合运用知识和分析问题的能力也有好处。但是讲了连接体,会派生出大量的难题,大大增加了学生负担。因此,从整体来看,目前,在中学以不讲连接体为宜。对于个别学校,如果学生理解力较强,教师可以自己补充少量不太难的连接体问题。这样师生都比较主动,也符合因材施教的原则。

不讲连接体问题,并不是不讲隔离法。把所研究的对象从周围物体中孤立出来或者隔离出来,单独对它进行受力分析,并运用动力学或静力学的规律来解决问题,这种分析问题和解决问题的方法,学生应当学会。

(3) 教学要符合学生的认识水平和认识规律,努力做到循序渐进。

物理的概念和规律的特点之一是有严格的含义,但是在中学阶段,对物理概念的讲解,不宜过分追求严谨。例如即时速度这个概念,严格的讲,用极限和微分的知识才能讲解清楚。由于学生没有学过极限和微分,初学者要透彻理解这个概念比较困难。因此,讲解这个概念,不宜采用数学意义较浓的讨论,而要着重从物理意义上予以说明。又如加速度的概念,一开始就区分平均加速度和即时加速度,这固然严谨,学生接受

却有困难。就匀变速运动来讲解加速度，不再区分平均加速度和即时加速度，可以克服上述困难，便于教学。

学生掌握知识要有个过程。一个概念，只知道它的定义，远不能说掌握了它。要在具体问题中不断运用它，逐步体会它的含义，要在逐步揭示与其他概念的联系中，逐步加深对它的理解。掌握物理规律和某种分析问题的方法，情况也类似。例如力这个概念，学生对它的认识是逐步丰富起来的。一开始只明确力是物体间的相互作用；讲过力的合成和分解之后，又明确了力是矢量，服从矢量运算规则；讲到动力学揭示出力和加速度的关系，学生才认识到力是产生加速度的原因，懂得了牛顿第二定律。在这个基础上，再提出力的独立作用原理加以讨论。对于物体受力分析的教学，也要逐步深入。一开始就分析很多复杂的事例，企图一下子就掌握好，一劳永逸地解决问题，实际上是办不到的。

(4) 教学中，在讲解知识的同时，应该注意渗透物理学的研究方法，以提高学生分析和处理物理问题的能力。

研究和处理问题，首先要明确研究对象。这一点看起来简单，在具体运用中学生却往往不能把握，造成分析上的混乱。这一点要在教学中通过具体事例强调说明，使学生能够掌握。

研究问题要从简单情况入手，这不仅是为了方便，而且是一种科学的研究方法。在简单情况下考虑的因素少，容易把问题搞清楚。然后在此基础上逐步把以前未考虑的因素考虑进去，情况逐渐复杂，研究逐步展开。研究直线运动从匀速运动开始，研究振动从简谐振动开始，都属于这种情形。希望学生对此有所体会。

从简单情况入手研究问题,需要理想化的方法,需要科学的抽象。教材在讲述质点这一概念时,第一次介绍了这种方法,此后,凡遇到这种情况,也都予以说明。理想实验也属于理想化方法。伽利略的斜面对接实验是一个理想实验,介绍这个实验,可以使学生了解用理想实验这种推理形式能够深入地把握现象的本质。

从简单情况入手以及理想化的方法,需要分清主次,即抓住主要因素,暂时舍去次要因素,把问题予以简化,这在研究和处理问题时十分重要。例如在分析物体受力情况时,如果物体在光滑平面上运动,可以忽略滑动摩擦力;如果物体的截面积较小而且运动速度不大,可以不考虑空气阻力,都是采用了这种简化方法。

还有一些研究处理问题的方法,不再一一列举,希望在教学过程中予以注意。

(5) 高中物理中抽象思维的作用虽然有所加强,但实验的重要性不能削弱。高中物理仍然是以实验为基础,要重视实验教学。

对于学生的实验要求有这样的设想。懂得实验原理,能根据实验课文的叙述自己确定实验步骤,能正确地使用仪器,会读取数据并设计表格记录数据,知道怎样分析数据得出结论,会写简明的实验报告——这些是对所有实验的共同要求。至于分析误差以及对实验结果的进一步讨论等,则只对部分实验作要求。

习题中的实验题,要求学生课外自己做。课外实验,不作要求,但应该鼓励学生去做。有的实验活动,需要教师给予必

要的指導。有的器材學生沒有，學校可以借給學生使用。

(6) 課本中的練習題分為兩種。一是練習，設在每節或每單元之後，是基本練習題，一部分可隨堂做，一部分可留為作業。一是習題，設在每章之後，其中有綜合題和較難的題，一部分可在習題課中解決，一部分可留為作業。習題中個別有代表性的題或較難的題，給出了解。這類帶解的習題可讓學生自己看，也可作為例題講，由教師酌定。

習題的安排，要求是逐步提高的。頭兩章內容是基礎性的，學生又是剛到高中學習，因此安排的都是基本題目。從第三章開始增加了綜合題。第七、八章的要求更高些，注意培養學生靈活運用知識的能力。經驗證明，對學生解題能力的培養，必須循序漸進。一開始就布置過多過難的練習題，往往是師生負擔重，教學效果不夠好的重要原因。這一經驗教訓，應充分吸取。

每一章後都有復習題。復習題大都很簡單，目的是讓學生通過解答復習題自己寫出全章的復習提綱。有的復習題要求高些，讓學生理一下全章的基本思路，總結一下學習經驗。

(7) 高中物理課本(甲種本)第一冊的教學內容可按每周4課時，全學年共128課時講授完。各章所用的課時數是：引言6(3)課時(括號內的數字是學生實驗的課時數，下同)，第一章力11(2)課時，第二章直線運動14(3)課時，第三章運動定律12(2)課時，第四章曲線運動12(2)課時，第五章萬有引力定律6課時，第六章物體的平衡7(1)課時，第七章機械能15(2)課時，第八章動量13(3)課時，第九章機械振動和機械波18(1)課時，平時復習和機動時間14課時。

引 言

——怎样学好物理知识

一、教 学 要 求

学生在开始学习高中物理时,往往会不适应,感到困难。这是因为跟初中物理比较起来,高中物理在广度上有所扩大,在程度上也有明显的提高。抽象思维和推理论证的作用增大了,数学的应用增多了,学生实验的要求也提高了。课本安排了《引言》这一部分内容,先集中讲一讲怎样学好物理知识,就是要在学习方法上给学生一些引导,使他们能较快地适应高中物理的学习。

学生实验要测量读取数据和分析处理数据。在做第一次学生实验前,有必要让学生了解误差和有效数字的初步知识。因此,在教过《引言》之后,要进行学生实验部分的《误差和有效数字》的教学。

《引言》及《误差和有效数字》的教学要求是:

1. 了解进一步学习物理知识的重要性以及怎样才能学好高中物理。
2. 了解误差的概念和有效数字的意义,知道在实验测量中要按有效数字规则读数。

在《引言》的教学中,对于教材中提出的学好高中物理应该注意的几个问题,学生只要有个初步的了解就可以了,不能

要求他们一下子领会得很好,以后还可以结合各章的教学,使他们逐步加深认识,不断改进学习方法,适应高中阶段的学习要求。

关于误差的教学,要求学生了解误差的概念,即知道什么是误差,什么是系统误差和偶然误差,知道误差是不可避免的,初步知道怎样分析产生误差的原因,但不要求定量地讨论和计算误差。

由于有效数字的运算规则比较复杂,教材未作介绍,也不要求教师讲解。只要求学生懂得有效数字的意义,在实验测量中能按有效数字规则读数,在处理实验数据和解题时,运算结果一般取两位或三位数字就可以了。

二、教学建议

《引言》从回顾初中学过的物理知识讲起,进一步明确物理知识的重要,指出了高中物理的特点。重点是对怎样学好高中物理提出了几个应当注意的问题,即如何做好物理实验、如何学好物理概念和规律以及如何做好练习。

《引言》的教学不必拘泥于课文的叙述,教师可以根据《引言》的教学要求、自己的教学经验和学生的实际情况,灵活地组织教学。

1. 消除物理难学的惧怕心理 在说明高中物理的特点,指出跟初中物理相比较有明显提高时,还要注意消除一般学生思想上存在的物理难学的惧怕心理,树立学好高中物理的信心。这可以从两个方面来说明:一是已有两年初中物理的

学习基础;二是只要注意不断改进学习方法,就会逐步适应高中物理的学习。

2. 激发学生学习物理的兴趣 学生只有对学习物理发生了兴趣,才能积极主动、心情愉快地学习物理,收到良好的学习效果。因而在引言的教学中,如何激发学生学习物理的兴趣,显得十分重要。学生的学习兴趣在很大程度上产生于求知的渴望,教学中应该多举一些学生熟悉和感兴趣的事例,来说明物理知识的重要。例如,人造卫星为什么能够围绕地球运行?电冰箱为什么能够致冷?收音机和电视机为什么能接收声音和图像信号,把它们再现出来?照相机和电影放映机的原理又是什么?什么是原子能?等等。要了解这些问题,都需要学习物理知识。还可以通过能为学生接受的,生动具体的事例,说明物理学对促进科学技术的发展和人类社会的进步所起的巨大作用。让学生了解,目前世界已进入了原子能、电子计算机、自动化、半导体、激光、空间科学等新技术的时代,现代科学技术正经历一场伟大的革命,使学生把学习物理跟面向现代化、面向世界、面向未来联系起来,增强他们的学习责任感,激发他们的求知欲望。

3. 密切联系实际,指导学习方法 讲述如何做好物理实验、如何学好物理概念和规律以及如何做好练习时,切忌照本宣科,空洞地说教。要通过具体的事例来说明问题。例如,讲述做实验的要求,可结合学生在初中实验中存在的一般问题,来说明怎样做是对的,怎样做是不对的;讲述要注意观察演示实验时,可实际做一、两个简单的实验,具体说明这个实验研究的是什么问题,应当观察什么,怎样观察,应当记录什么现

象和数据,怎样记录,怎样分析看到的现象和处理实验数据,最后得到怎样的结论,等等;讲述如何解题时,也应结合具体例题说明解题的思考方法和一般步骤,给学生做一个良好的示范。

4. 误差和有效数字的教学 这部分内容按照课本的要求进行教学就可以了,不宜作更多的补充。参考资料中介绍的有关内容,只供教师参考,不宜向学生讲述。但可以告诉学生,误差和有效数字之间的关系;有效数字的最后一位就是误差所在的一位;由误差决定有效数字,这是处理一切有效数字问题的依据。因此在中学物理实验中,一般来说,要求估读到测量仪器最小分度的十分之几。由于误差和有效数字问题比较复杂,在处理实验数据和解题时,运算结果一般取两位或三位数字就可以了。还应告诉学生,对于原来有效数字位数不多的数字,运算结果再取更多的位数,也是毫无意义的。

三、实验指导

学生实验

1. 练习分析实验数据

(1) 这个实验并不要求学生进行实际测量,而是根据课本给出的某一次实验中的数据,来练习分析和处理实验数据的技能,了解分析实验数据对于得出物理量之间的关系和研究物理量变化规律所具有的重要意义。

(2) 教材要求通过给出的实验数据,用图象方法找出一

定量的水,从容器底部不同直径的排水孔流出时,排尽水的时间 t 跟排水孔直径 d 的定量关系.在讲解这种方法时,要使学生了解“自变量”和“因变量”是根据所要研究的两个物理量的变化关系来确定的.对于容器中一定量的水来说,排尽水的时间 t 由排水孔直径的大小 d 所决定,所以排水孔直径 d 是自变量,排尽水的时间 t 是因变量.但是,应该让学生注意,由于研究的问题不同,同一个物理量,有时是自变量,有时又是因变量.譬如,在研究做匀速直线运动的物体经过的路程对时间的关系时,时间就不再是因变量,而是自变量了.

(3) 在得出 $t-d$ 图象是一条曲线之后,可以看出 t 随 d 的增大而减小.但这只是一个定性的关系,从生活经验或单从数据表也就足以判断了.所以必须作进一步的分析与猜想,以便得出定量的关系.由于水是从整个圆孔排出的,排尽水的时间 t 是否跟圆孔的横截面积 S 存在简单的反比关系呢?因为圆面积 S 是跟直径 d 的平方成正比的,如果这一猜想成立,那么,排尽水的时间 t 应该和 d^2 成反比,即 t 与 $1/d^2$ 成正比.因此要计算出 $1/d^2$ 的数值,描绘出 $t-1/d^2$ 图象,看看是不是一条直线.要使学生明白建立在实验基础上的合理的猜想,是研究物理问题的一种重要的思想方法.

(4) 在分别画出水深为 30 厘米和水深为 10 厘米的 $t-1/d^2$ 图象后,可以让学生自己得出排尽水的时间 t 跟排水孔横截面积 S 存在着怎样的关系,还可以让他们考虑,这一关系是否会因排水时的水深不同而有所改变?

2. 游标卡尺的使用

(1) 这个实验要求学生通过实际操作,了解游标卡尺的

构造和它的读数原理,正确掌握读数方法,学会正确使用游标卡尺。

(2) 实验前可利用游标卡尺的放大模型(也可以按课本图 10-2 所示的游标尺部分自制)先使学生理解主尺最小分度是 1 毫米、游标尺上有 10 个小的等分刻度、总长度等于 9 毫米、准确度为 0.1 毫米的游标卡尺的读数原理。使用这种游标卡尺读数时在 0.1 毫米后还可估读一位,但不要求估读(详见参考资料)。

(3) 根据学生实际使用的游标卡尺制成游标尺部分的放大模型,让学生结合所用的游标卡尺,观察了解这种卡尺的主尺最小分度是多少毫米?游标尺上有多少个小的等分刻度?总长度等于多少毫米?读数时的准确度为多少毫米?

如果使用准确度为 0.05 毫米或 0.02 毫米的游标卡尺,由于读数误差发生在毫米读数的百分位,因此不应再估读一位(详见参考资料)。

(4) 在使用游标卡尺练习测量金属管的长度、内径和外径时,课本要求在测长度时每次测量后让金属管绕轴转过 45° 再测量下一次;测内径和外径时,要在管子的两端分别量出两个互相垂直的内、外径,然后分别求出它们的平均值。应该使学生了解为什么要这样测量的原因。采用多次测量求平均值的方法可以减小测量时的偶然误差,但是在这个实验中多测量是为了弥补金属管可能不是一个理想圆柱体而造成的误差,这也是一种常规的测量方法。

(5) 得出金属管的内径和外径的平均值求得金属管的体积后,还可以启发学生思考,利用这些数据如何来计算金属管

的管壁厚度？

3. 螺旋测微器的使用

(1) 这个实验要求学生通过操作了解螺旋测微器的构造和它的读数原理，正确掌握读数方法，学会正确使用螺旋测微器。

(2) 实验前可利用螺旋测微器的放大模型，让学生结合所用的螺旋测微器进行观察，了解其结构，并让学生将旋钮 K 向逆时针方向慢慢旋动，使测微螺杆 P 慢慢后退，同时观察当 P 后退 0.5 毫米时，可动刻度 H 恰好转过 50 格，即转过一周。因此，可动刻度每转过 1 格，就相当于沿着螺旋的轴线方向移动 $0.5/50$ 毫米 $= 0.01$ 毫米（不要误认为可动刻度上每 1 格的长度——两条刻度线间的距离等于 0.01 毫米），所以用螺旋测微器测量长度时可以准确到 0.01 毫米。

(3) 关于读数问题 螺旋测微器的零误差在使用前应先调整好，使得基本上没有零误差。这样，在读数时只需先读出固定刻度尺上的毫米读数，再加上可动刻度的读数，而不必考虑零误差的存在。读数时要特别注意观察固定刻度尺上表示半毫米的刻线是否已经露出。由于固定刻度尺上的刻线较粗，有时很难判断究竟半毫米的刻线已经露出还是即将露出。这时就应看可动刻度 H 上零刻线的位置是在固定刻度尺的准线之上，还是在准线之下。如果在准线之下，就表示半毫米的刻线已经露出（图 0-1），则在读数时应加上 0.5 毫米。此外，在读数时还应估计一位读数（不可靠的），如果认为可动刻度 H 上的某条刻线正好跟固定刻度尺 S 上的准线重合，则读数时最后一位的估计读数应为 0，在记录读数时，这个 0 也应写