

工农业余中等学校
高中物理下册
教学参考书



上海教育出版社

工农业余中等学校
高中物理下册(试用本)
教学参考书

上海市工农教材编写组编
上海教育出版社出版
(上海永福路 123 号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 12.25 字数 251,000
1981 年 5 月第 1 版 1981 年 5 月第 1 次印刷
印数 1—80,000 本

统一书号: K 7150·2482 定价: 0.94 元

G723

03118

编者的话

这本工农业余中等学校高中物理课本下册教学参考书，是受教育部工农教育局委托，由上海市教育局组织部分教师，根据工农业余中等学校高中课本《物理》下册（人民教育出版社1980年1月第一版）编写的，供教师在教学中参考使用。内容包括高中物理下册全书总的说明，以及各章教材的分析、教学建议和资料。

“高中物理下册的总的说明”对这册课本的内容编排以及编写时考虑到的若干问题，作了概括的说明。

“教学的目的与要求”主要对各章教材的知识~~教学~~提出具体要求。“教材分析”主要说明各章教材内容的编排体系，指出教材中的关键性问题以及重点、难点~~处理~~。“~~教学~~建议”是编者根据教学实践提出的一些参考~~意见~~，~~供教师~~根据实际情况灵活应用。“实验”主要提出了进~~行~~实验和~~实验分~~实验应注意的某些事项，提供了自制简单仪器~~等资~~供~~教师~~选用。“参考资料”主要是供教师备课时钻研~~教材~~除~~少数~~资料外，一般不宜在教学中引用。

参加本书编写的人员有汪思谦、李~~珊~~、龚国芳、刘鑫、乐嘉基等同志，由李世珊、姚钟琪同志负责审稿。

上海市工农教材编写组

1980年11月

目 录

本书总说明	1
第九章 电场	6
第十章 直流电路	80
第十一章 磁场 电磁感应	136
第十二章 交流电 交流电路	183
第十三章 电子技术基础	215
第十四章 电磁振荡和电磁波	256
第十五章 光的本性	293
第十六章 原子物理学初步	333
附 录 与课文有关的几位主要物理学家的 小传	375

本书总说明

这本教学参考书是根据1980年人民教育出版社出版的《工农业余中等学校高中课本物理下册》编写的，供高中二年级物理教师参考使用。

编写的目的和内容与上册相同。由于工业、农业及各行各业的专业要求迥异，对基础知识的要求也各有侧重，我们主观愿望是希望能满足各方面的要求，所以在教材分析中力求能写得全面一些。教师可针对自己所教学员的专业情况，对本书所述材料进行适当的选择以决定哪些内容应该详细讲解，哪些内容可以简单介绍，详细讲解时应大致讲到怎样程度，等等。学员掌握知识有一个发展过程，我们在具体执教过程中，不要企图通过一次教学就把问题“讲深”、“讲透”甚至“面面俱到”。什么内容都要，平均使用力量的结果，就会使学员抓不住知识的主要方面，这样做，无助于学员更好地掌握最基本的知识。但是，课本的编写是按教学大纲所规定的内容编写的，要使学员获得比较完整的物理知识，我们认为执教教师不宜整章整节地删节课本内容。当然，大纲和教材的部分内容——已在标题前做了“*”记号的，可根据所教学员的具体情况决定取舍。

高中物理课本下册的内容，共有八章，包括电学、光学和原子物理。其中六章是电学内容。高中物理的电学部分比起初中电学知识来有较大的拓深，对于场的知识，也有较为深入

的探讨,对电路的分析也予以足够的重视,因此可以说是“场”与“路”是并重的.第九章电场、第十章直流电路与第十一章磁场和电磁感应又是“场”与“路”的基础知识,这些知识对进一步学习和掌握现代科学技术知识的关系极大,是本书的教学重点.第十二章交流电和交流电路、第十三章电子技术基础与第十四章电磁振荡和电磁波的内容,由于学员的数学基础不够,教材只作一般性介绍.交流电和交流电路,主要介绍了交流电的产生和特性参数,纯电阻、纯电感和纯电容电路;电阻、电感、电容串联电路和交流电路的功率作为选读教材.因此,主要从电磁感应现象的一种实际应用来处理教材,着重讲清电阻、电感和电容电路的基本的物理原理,不要涉及过多的理论问题和实际问题,详细地讨论它要在《电工学》或《电工原理》的学习中进行,所以教学时,不要把这部分内容变成电工学.第十四章电子技术基础,着重讲清楚结电场、整流、滤波和三极管中各极的电流分配、放大作用的物理原理,课时分配上也不可能使我们作详尽的讲解,从中学物理学本身的目的要求来说也没有必要作更进一步的详尽探讨.第十四章电磁振荡和电磁波,由于数学跟不上,中学阶段不可能定量地把麦克斯韦方程组表述出来,尽管本章内容起了承上启下的作用,它总结了电磁学经典理论,又为光的电磁学说打下基础,但是只能进行一般的常识性的介绍.因此,这后面三章和前面三章的要求是有所不同的.光学只占一章,主要讲述物理光学的基础知识.由于几何光学的内容在初中物理中已作了研究,高中物理也就不再重复,教师可根据学员的实际情况以决定是否需要以及要多少时间复习几何光学的内容,本章

主要以定性地向学员介绍人类认识光的本性的历史过程。从介绍最早的微粒说和波动说,以及波动说的确立,逐步深入认识光的波动不同于机械波而是具有电磁本质的电磁波。由于光电效应的发现,创立了光子说,进而认识了光的波粒二象性。第十六章原子物理学初步主要对原子结构和核物理知识作一般介绍,但是由于内容艰深,所以对学员的要求也只能是有一个初步的了解。课本中有关物理光学和原子物理的内容比起旧教材来仍有所增加,这是因为这些知识及其应用在现代科学技术中的作用日益增大,并且这些知识对于培养学员的科学思维,进行生动的辩证唯物主义观点的教育也有重大的意义。因此我们在教学中也不能掉以轻心,草率从事。

实验是物理教学的基础,要使学员正确而深刻地领会物理知识,首先必须做好实验。跟力学现象比较起来,电学、物理光学和原子物理现象显得抽象多了,学员们往往缺乏这方面的感性知识。有些现象,例如光的偏振、原子发射光谱和吸收光谱等等,甚至连想象也是很困难的,因此教师的演示实验和学员自己动手的实验作业在教学中的作用也就更为重要。我们应千方百计地把实验做好,否则,感性认识的问题都没有解决,要想提高到理性认识就更为困难了。有些实验,在目前的条件下的确比较困难,但是也应把实验装置、实验过程、实验的结果讲解清楚,或者以其他的实验代替。对于物理学史上的重要实验,如库仑扭秤实验、奥斯特实验、法拉第电磁感应实验、杨氏双缝干涉实验、光电效应实验、 α 粒子散射实验、原子核的人工转变实验等,也应尽量做,实在有困难,也应该说清楚实验的装置、做法和能观察到的实验现象,还应介绍这些

实验的设计思想,这样,既可在这个基础上讲清物理知识,也可使学员从前人设计实验的科学思维中获得教益,进一步树立实验是物理科学的基础,因而也有助于对学员科学思维的培养和实验能力的提高。

高中物理下册的教学虽然仍以实验为基础,但抽象思维的作用大大增加了。许多电学、光学和原子物理现象,如果不经过抽象思维,不采用适当的物理模型来分析,就很难理解,也很难提高到理性认识的高度。物理模型的采用也比上册教材多,例如点电荷、电介质模型、金属导电模型、光的波动和粒子模型、原子的核式结构模型等等。要使学员确立这样一种概念:即严格的理论,往往是从模型得到启发的,建立物理模型的过程,实际上就是对现象和条件进行概括、整理和抽象的过程。当然,模型只是一定程度上对客观物理实际理想化的模拟,它是否正确还要由进一步的实践来检验。所以,也有一些模型,在它刚建立的时候,根据当时掌握的实验事实看来是合理的,但是随着科学实验的发展,新的实验事实的发现,它可能是不合理的,这时就要提出新的模型来代替它。例如汤姆生根据原子中存在电子的实验事实,1903年提出一个原子结构的模型:正电荷均匀的分布在原子内,负电荷(电子)则一粒一粒地分布在球内不同的位置上,后来就把它叫做汤姆生模型或叫做“葡萄干面包”式或“西瓜”式模型。由于 α 粒子散射实验,1912年卢瑟福提出行星式模型并很快的代替了上述模型。以后,玻耳、索末菲又对上述模型进行修改直到量子力学的创立。因此,应该使学员了解物理模型不仅只在一定程度上是客观物理实际的模写,而且它也不是一成不变

的图象,我们从模型得到的知识也不应僵化,否则就会阻碍我们去获得新的知识。

除此以外,教师也要设法培养学员的自学能力、阅读参考书的能力和逐步学会通过实验来解决自己发现的问题的能力。

课本中有较多的习题,本书每章后也附有一定数量的参考题。应该不断地教育学员,习题只是帮助他们更好的领会、掌握和灵活运用知识的一种手段,解习题本身并不是目的,掌握物理知识也决不仅是会解几道物理习题。总之,对学员的学习方法要加强指导。

每章教材分析中所指出的教学时数仅供参考,执教教师应根据具体情况进行适当的安排。

第九章 电 场

一、全 章 概 述

(一) 教材的地位作用和编排体系

本章是在学员们学完了力学和分子物理学这些知识以后进行的。也就是说，学员们已经初步具有一定的抽象思维、逻辑推理，会运用一定的物理模型的能力，例如质点、刚体、理想气体等等；并且初步学会了应用数学解决有关物理问题的能力。电磁学的学习正是在这样的基础上进行的，这是因为作为物质的基本运动形式之一的电磁现象，更需要进一步对上述各种能力的培养和训练。比之初中物理中已经学过的“简单的电现象”，本章在深广度上要扩大得多。

尽管在力学的学习中学员们已经学过重力和万有引力定律，初步接触了重力场和引力场的知识，但是对场的性质的真正的学习与探讨，也是从本章开始的。

本章作为电磁学的第一章，也符合整个电磁学建立的历史。远在古代，我国汉代著名学者王充，在《论衡》一书中也有“顿牟掇芥”一说，即琥珀在某些条件下能吸引轻小物体，希腊古代的一些资料也有类似的记载，除此以外便没有什么了，尽管以后的一些学者诸如英国的吉伯(1540~1603)创造了“电”这个名词，美国人富兰克林(1706~1790)发现了两种电荷，并

命名阳电和阴电(正电和负电), 1731年格雷(1670~1736)知道了导体和绝缘体之间的差别, 维耳克(1732~1796)在1758年发现了电介质的极化现象, 克莱斯特和在荷兰莱顿城的穆欣布罗克两人在1745年创造了莱顿瓶……但是真正的电磁学作为科学的存在应当自库仑定律的发表开始, 以后又经过好多学者如高斯、法拉第、麦克斯韦等人的努力, 组成了今日作为电磁学的体系, 本章也是这样开始的。

本章内容, 主要使学员们初步建立起场的概念, 研究场的性质及如何研究场的性质的方法。为了树立起正确的有关场的物理图象, 首先使电荷处在没有宏观的移动下进行, 当然, 电荷没有宏观移动或电荷处于平衡状态, 应当包括电荷受分子热运动影响的微小的不规则运动, 因此, 常常被名为静电场。

本章讲授的主要内容是库仑定律、电场强度、电势、电容等重要物理知识, 确立有关场的性质的重要的基本概念, 这些知识和内容也是整个电磁学的基础知识, 为以后各章的学习作好准备。因此, 本章的教学应该是整个电磁学的重点, 也是关键。由于本章要比较严密地研究场的知识, 而场的概念又是抽象的, 初学者将会感到困难, 又因为课本中没有布置学员实验, 而且教师的演示, 偶一不慎, 易遭失败, 也增加讲授上的困难。本章许多内容, 要联系多方面的力学知识, 例如库仑定律的学习, 必然联系到万有引力定律; 电场强度的学习, 联系到力的平衡、运动定律、直线或曲线运动、圆周运动等方面的知识; 电势和电势能必然涉及功和能方面知识等等。因此, 学员在接受知识方面, 也会感到困难。所以, 本章的教学也是整

个电磁学教学中的一个难点。教师应有充分的思想准备和认识，以便想方设法逐个地予以解决。

通过电场的教学，教师应有意识地把有关力学知识的复习安排到适当的内容中去，这样既为学习电场中有关内容打好基础，也使学员对所学力学知识的理解和掌握有一个新的拓深。要注意有机结合，既达到复习力学内容的要求，又建立新的概念，如果孤立地进行，就将会增加学员的负担。

在教学方法上，要尽一切可能做好演示实验，培养学员的观察能力，培养从感性知识上升到理性知识的能力。此外，适当地运用想象、类比、推理和论证以培养学员的抽象思维和逻辑推理能力，这不仅对学好本章内容有较大的帮助，对学好其它物理知识，提高分析问题和解决问题的能力，也是具有重要意义的。

本章内容，首先简单地回顾初中静电知识，如两种电荷，电荷相互作用时同号电荷相互排斥，异号电荷相互吸引，起电方法以及电子论对这些现象的初步解释，接着引入电量这个物理量，又接着讨论了库仑定律，从而提出电场的概念。从电场的力的性质和能的性质以研究电场的性质，确立了电场强度和电势的基本概念，并运用这些基础知识解决带电粒子在电场中的运动及其在电场偏转式示波管中的应用。然后讨论了电场中的导体和绝缘体。最后讨论了导体本身的性质之一——电容及其在实际上的应用。

(二) 教学的重点和难点

本章教学的重点：

1. 库仑定律；

2. 电场强度;
3. 匀强电场;
4. 电势 电势差;
5. 匀强电场中电势差和电场强度的关系;
6. 电容器.

本章教学的难点:

1. 电场强度;
2. 电力线;
3. 电势;
4. 电势能, 移动电荷做功与电势高低的关系;
5. 电场中的导体;
6. 电容.

(三) 单元划分和课时分配

本章共分为五个单元, 授课 16 课时:

第一单元 库仑定律、电场强度、匀强电场、电势和电势差、电势差与场强的关系 (§ 9-1~§ 9-5)

9 课时

第二单元 带电粒子在匀强电场中的运动 (§ 9-6)

2 课时

第三单元 电场中的导体和绝缘体 (§ 9-7、§ 9-8)

2 课时

第四单元 电容器和电容器的连接 (§ 9-9、§ 9-10)

2 课时

第五单元 静电的一些应用 (§ 9-11)

1 课时

二、教学的目的与要求

(一) 掌握库仑定律,能熟练地计算点电荷之间的相互作用。

(二) 了解电场的概念,理解电场强度的概念,了解用电力线描述电场强度的方法,掌握电场强度的定义式和单位,掌握匀强电场的特点。

(三) 理解并掌握电场力作功的特征、电势和电势差的概念,掌握匀强电场中电场强度与电势差之间的关系,了解等势面的意义,能分析和计算在电场中移动电荷做功跟电势能、电势差的关系,初步掌握保守力场中,移动物体做功只跟始末位置有关、和路径无关这一普遍结论。

(四) 掌握带电粒子在匀强电场中的运动规律,了解示波管的基本结构的原理。

(五) 理解导体处于静电平衡状态的特性,了解电介质的极化和介电常数。

(六) 理解电容器的电容概念,了解决定平行板电容器的电容大小的因素,掌握电容器串联、并联公式。

三、教材分析与教法建议

第一单元 库仑定律和电场的基本特性

电磁学作为一门科学,有人说——其中就有最有名的科学家德国的劳厄——是从库仑定律开始的,库仑定律也是研

究电场 电场强度的基础.当两个点电荷相互作用时,作用力是怎样传递的?历史上就有所谓“超距作用”的解释,这导致法拉第建立“场”的学说,麦克斯韦更给以完美的数学解释,而近代物理的研究,证明了场是物质的一种形态,它和实体的物质不同,但场和实体物质在某些场合和条件下却能相互转换,更说明了场是一种物质,是客观的存在.在高中物理教学中,我们当然不能讲得太多,但是必须使学员知道,场是一种特殊的物质.两电荷的相互作用,是因为一个电荷处在另一电荷的电场中,此电荷受到另一电荷的电场的作用,而不能象力的超距作用学说所说的这个电荷对另一电荷的直接作用,我们通常所说的一电荷对另一电荷的作用,也应理解为这一电荷的电场对另一电荷作用.场既是一种特殊的物质,看不见、摸不着,怎样研究它呢?因为场对处在场中的带电体有力的作用,或者在场中移动带电体时需要作功,因此,我们可以从带电体在电场中受力或需要作功来研究它,这就导致了电场强度和电势的概念的建立.

1. 库仑定律 库仑定律的意义已如上述.教材在简单回顾初中所学的两种电荷及其相互作用以及两种起电方法后就立刻引入电量这个物理量,并指出电量的SI单位制单位是库仑,而且通过简单的换算,说明1库仑是基本电荷的某一整数倍——也即相当于这么多电子的电量.这在学员接受的直观性的处理上是非常恰当的.具体教学过程中也应照此办理.但是,关于电量的概念的建立,也有一个历史过程,我们将在后面参考资料中说明.

在回顾初中所学两种电荷和两种电荷间的相互作用时,

我们还应重复一下这些实验,不仅因为这些实验简单易做,费时不多,能激发学员的学习兴趣,而且,通过相互排斥和吸引作用的大小究竟与哪些因素有关,直接提出库仑定律的课题。

库仑定律是一条实验定律,教材比较详细地描述了库仑扭秤的构造,特别是他利用细金属丝的扭转形变以测量微小作用力的设想,使他成功地测量两带电质点间微小作用力的大小,这对学员如何进行科学实验以探索科学真理,也是一个很好的启发和教育。当然,我们在课堂里重复库仑定律的实验是相当困难的,所以,一般只能讲解扭秤的构造和原理就引入库仑定律本身的教学。

在讲解库仑定律时,教师应非常强调这个定律只适于两个点电荷间的相互作用,因而必须使学员懂得什么叫点电荷?以免学员在以后解决问题过程中,不顾定律的适用范围,乱套公式和滥用定律现象的发生。——其实,对定律或公式的适用范围的强调,在讲述任何一个定律或公式时都应指出。要避免乱套公式和定律,并且应该使学员了解每个定律或公式只反映了部分的客观规律,只是绝对真理中的一部分。对于真理的相对性的认识,是确立辩证唯物主义世界观的一个组成部分。——当然,我们不一定在课堂教学中明确地表明说:“我是在树立辩证唯物主义世界观呀!”

在讲解库仑定律的数学表达式时,应向学员指明比例常数 k 的意义:它代表两个单位电量的点电荷相距单位距离时的相互作用力的大小。当 $q_1 = q_2 = 1$ 个单位电量, $r = 1$ 个单位距离时, $F = k$,所以, q 和 r 取不同单位时, k 的数值和单位都将不同,只有在国际单位制中,才是

$$k = 8.987 \times 10^9 \text{ 牛} \cdot \text{米}^2 / \text{库}^2 \approx 9 \times 10^9 \text{ 牛} \cdot \text{米}^2 / \text{库}^2.$$

例如在静电系单位制中 k 就等于没有单位的常数 1. 也可使学员练习一下, 如果 q 以基本电荷作为电量单位, 距离仍以米为单位时, k 应取什么值? [此时 $k = 2.306 \times 10^{-28} \text{ 牛} \cdot \text{米}^2 / (\text{基本电荷})^2$]

两个电荷间的作用是相互的, 正如研究分析物体的受力情况一样, 在分析和解决带电质点(因而也看成点电荷)的受力运动问题时, 首要的也是先确定研究对象. 到现在为止, 一个带电质点的受力情况, 除了重力、弹力、摩擦力以外, 还有静电力的作用. 这在讲解课本第 4 页例题 2 时, 可特别强调一下.

如果有两个以上的电荷同时存在, 那么某一个电荷所受的力是所有其它电荷对它作用的库仑力的合力. 图 9-1 所示就是 A 、 B 、 C 三个点电荷相互作用时, 每个点电荷的受力图. 点电荷 A 所受的力 F_A 应是点电荷 B 、 C 对它作用力 F_{BA} 、 F_{CA} 的合力,

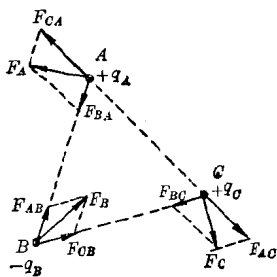


图 9-1

合力, 而 F_{BA} 、 F_{CA} 或 F_{BC} 都分别服从库仑定律, 它们当然也是服从力的独立作用原理的, 讲清楚这一点, 使学员对习题 9-1 中第 2、5 题的理解是有帮助的.

也应提醒一下, 如果把 q_1 、 q_2 的电荷种类, 以正、负号代入, 那么, F 为正号时, 代表 F 是斥力, 反之, F 是引力.

对库仑定律的数学表达式的研究, 自然地会联想起万有