

全日制十年制学校高中课本

物理教学参考资料

下 册

(第二分册)

北京教育学院

前 言

为了帮助本市中学物理教师更好地掌握教材，研究教学方法，不断改进教学，提高教学质量，我们约请了部分有经验的教师，参照中学物理教学大纲（试行草案），在人民教育出版社编印的中学物理《教学参考书》的基础上，结合本市实际，编写了这套中学物理教学参考资料。内容包括各章概述、各节教学建议和资料介绍等。

参考资料中的各项内容，都是供教师参考的。深入钻研教学大纲和教材，是教好课的前提，教师要独立思考，多下功夫。教学方法要从教材实际出发，从学生实际出发，实事求是，讲求实效。要贯彻“百花齐放”，“百家争鸣”的方针，不强求一律。

陈春雷、王天谔、王承衫、周济源等同志参加了本书的编写工作，张金榜同志审阅，我们谨向他们表示感谢。

由于我们水平有限，编写时间仓促，资料的内容会有很多不当的地方，希望教师们在使用中提出意见和建议，以便修改。

北京教育学院物理教研室

1981年11月

目 录

前 言

第六章	电磁振荡和电磁波.....	(1)
第七章	电子技术基础.....	(21)
第八章	光的本性.....	(37)
第九章	原子结构.....	(55)
第十章	原子核.....	(70)
学生实验		(91)

第六章 电磁振荡和电磁波

一、全章概述

本章教材是在电磁感应等知识的基础上，讲述电磁振荡、电磁场和电磁波以及电磁波的发射、传播和接收的初步知识。

十九世纪六十年代，麦克斯韦以电磁现象的基本规律（以库仑定律为基础的高斯定律、磁场中的高斯定律、安培环路定律和法拉第电磁感应定律）为基础，进一步引出了涡旋电场和位移电流两个概念，建立了完整的电磁理论，并从理论上预见了电磁波的存在。二十多年后赫兹才以实验证明了麦克斯韦的理论预见的正确性。麦克斯韦的电磁理论是无线电电子学的理论基础，也是本章教材的中心内容。

本章教材的安排，从LC振荡电路的实验入手，先看到振荡电流，再运用前面的基础知识（电容器的充放电和自感线圈阻碍电流变化）理解电磁振荡，然后提出电磁振荡能够产生电磁波。LC振荡电路和它所发生的电磁振荡，是本章教材的重点之一。

教材把电磁振荡和机械振动、电磁波和机械波作了一些对比。这些对比有助于学生从已有知识出发去理解新知识。

在对比的时候要注意它们有本质上的区别。

调谐和检波是电磁波接收知识的主要内容。《传真、电视和雷达》只作一般介绍。

本章知识所涉及的物理过程比较复杂，无论是实验观察还是理论上的分析讨论，对中学生来说都比较困难。在教学中，要注意掌握住深度和广度，不能涉及过多的理论问题和应用问题。在教学方法上，要通过实验观察，抓住物理过程的特点，抽象出基本物理概念，注意把理论的分析 and 实验观察有机地联系在一起，防止单纯的理论分析。

(一) 目的要求

1、理解LC回路产生振荡电流的过程，明确电磁振荡概念；了解无阻尼振荡和阻尼振荡；掌握电磁振荡的周期和频率公式

$$T = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{LC}。$$

2、初步了解麦克斯韦的电磁理论。了解电磁波的形成、横波性质和传播速度；掌握公式 $C = f \cdot \lambda$ 及其应用。

3、了解电磁波的发射方法。了解电磁波的调制。

4、了解无线电波的波段及其传播特点。

5、了解电磁波的接收方法。了解调谐和检波的原理。

(二) 课时安排

第一节	电磁振荡	2 课时
第二节	电磁场和电磁波	1 课时
第三节	电磁波的发射	1 课时
第四节	电磁波的传播	1 课时

二、教学建议

第一节 电磁振荡

(一) 目的要求

1、理解LC回路中产生电磁振荡的过程，明确电磁振荡概念。

2、了解无阻尼振荡和阻尼振荡。

3、理解并掌握电磁振荡的周期和频率公式：

$$T = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{LC}.$$

(二) 教材分析和教法建议。

1、电磁振荡是全章的基础，首先要做好演示实验，让学生看清楚LC回路中的电磁振荡过程。具体方法有两种：一种方法是用大型演示电表显示超低频振荡；另一种是用示波器显示电磁振荡。

2、用大型演示电表观察振荡电流，只能采用长周期的超低频振荡，因此电容量和自感量都要足够大。但并不是越大越好，要考虑振荡条件和演示效果。

实际振荡回路不可能是由理想的电容和电感组成，必定有电阻（包括连接导线的电阻和自感线圈的电阻如

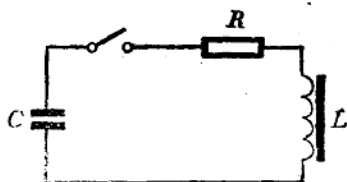


图 6—1

图 6—1 所示)。这样的实际电路,能够发生振荡的条件是 $\frac{L}{C} > \frac{R^2}{4}$, 或 $L > \frac{CR^2}{4}$ 。不能为了增大周期一味增大电容量。

选用大的自感量有利于产生振荡,但自感系数大的线圈如果不是铁心面积足够大,必定是匝数多,导线截面积小,因而电阻也很大。例如,用感应圈的次级线圈时,其自感系数大约有 10^3 亨利。但感应圈次级的匝数多,导线细,电阻大约为 10^4 数量级。用这样的线圈配合 100 微法拉电容作演示实验,则 $\frac{CR^2}{4} = \frac{100 \times 10^{-6} \times 10^8}{4} = 2500 > L$, 不符合振荡条件。按上述数据做演示实验的时候,虽能观察到大型演示电表的指针在零点左右有几次摆动,但不是电磁振荡,而是电表的机械振动。

从演示效果出发,也不是自感系数越大,振荡周期越大越好,要考虑振荡周期与大型演示电表的机械振动固有周期之间的关系。大型演示电表的机械振动固有周期约在 1~2 秒之间。如果电磁振荡周期大于其固有周期,接通电路是暂态而不是稳态,造成电表指针的机械性回摆比电磁振荡更明显,不能突出电磁振荡。

使振荡周期小于 1 秒,让电表指针迅速回摆,跟学生平时见到的机械摆动显然不同,演示效果较好,能使学生确信所观察到的是振荡电流。但振荡电流的周期太小时,由于大型演示电表机械系统的惯性及电表线圈所在的阻尼铝框的阻尼较大,使受迫振动的振幅太小,演示效果也不好。

用 500 微法拉的电容,充电 4~6 伏特之后,通过电感量为 1 亨利、电阻小于 10 欧姆的线圈,串上大型电表(电阻

约40欧姆左右)，可以观察到比较满意的电磁振荡。取 4×5 厘米²的铁心，用直径1毫米的漆包线绕400~500匝，能够满足上述要求。

3、对理解能力较好的学生，在教学时间允许的条件下，也可以考虑采用C—R电路与C—L电路对比的演示方法。

如图6—2(1)所示，给电容器充电后，接到适当的电阻上，用大型演示电表测量其放电电流。当电阻较小，起始放电电流较大时，会观察到电表指针明显回摆，而且往往摆过零点，给人以反向电流的错觉。如图6—2(2)所示，实线表示放电电流的指数衰减过程，虚线表示大型电流计指针的摆动。这个图象不必向学生介绍，只对学生简要解释指针的回摆是一种机械振动，电路中并没有反向电流。并让学生注意观察电表指针回摆的快慢和幅度。

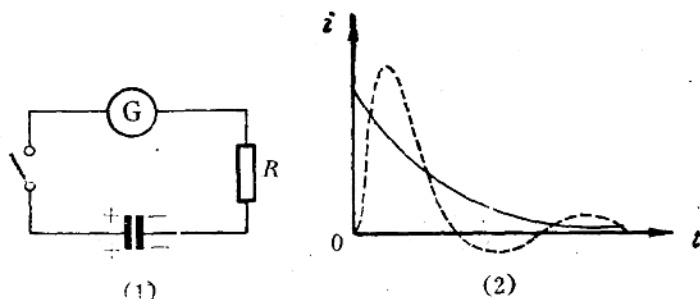


图6—2

然后用同一个电容器，在同样条件下充电之后，接到自感线圈上，让学生注意观察电表指针回摆快而且幅度大。通过两个实验的对比，使学生明确在C—L电路的实验里，指针

的回摆主要不是机械振动系统的影响，而是反向电流造成的。

4、用示波器观察电磁振荡，不仅能观察振荡过程，还可以观察振荡周期与电容量和线圈自感系数的关系，为讲述周期公式打下实验基础。如图 6—3 所示，可以选用 1 微法拉和 2 微法拉的电容器

各一个，10 亨利和 20 亨利的扼流圈各一个，进行演示。选择适当的扫描频率、扫描幅度和 Y 轴衰减，在示波器屏幕上就能观察到

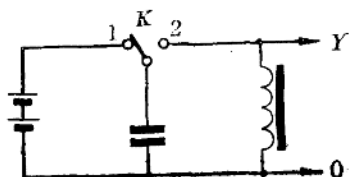


图 6—3

阻尼振荡的波形。为了对比，应使示波器屏幕上出现 4~6 个完整的波形。然后做不改变线圈，换另一个电容器的演示，让学生数一下屏幕上的完整波形有几个，引导学生得出电容增大一倍，振荡周期增大，但不是增大一倍，而是增大不到一半的结论。再保持电容不变，换另一个线圈做演示，让学生数屏幕中完整的波形数，得出自感系数增大一倍，周期也增大不到一半的结论。做这个演示实验时，改换 C 或 L 后，振荡周期与横扫描周期不能保持简单整数比，要适当调整扫描周期。这一点可向学生说明，但调整范围必须很小才能得出上述结果。

5、教材运用电容器充放电和线圈的自感现象，分析振荡电流的产生过程，突出了电容器里的电场能跟线圈周围的磁场能之间的相互转化。这样可以由振荡电流入手，自然地引到电磁振荡。在教学中应抓住电场能与磁场能之间相互转化这个重点。

6、为了使电磁振荡形象化，可将电磁振荡跟机械振动作一对比。通过对比使学生明确两点：(1)在电磁振荡中电场能和磁场能互相转变，在机械振动中势能和动能互相转变。(2)LC回路里产生的电磁振荡是按正弦规律变化的，跟机械振动中简谐振动的变化规律相同。

7、阻尼振荡和无阻尼振荡，只要求从能量的损失和补充方面作定性说明。应引导学生注意电磁振荡的能量与振幅的关系，注意能量的损失不仅有焦耳热，还有辐射到空间去的能量。

8、LC回路振荡周期的演示，要用示波器观察。如果用大型演示电表观察超低频振荡，很难得出明显的区别。

对周期公式只要求作定性说明，不要求作严格的理论推导。重点放在使学生熟悉和掌握公式 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ ，能正确运用各物理量的单位进行计算，了解公式的实际应用。

9、这节教材是全章的基础，演示实验和理论讨论的内容都比较多，教学时间不要安排太紧。计划安排两课时。第一课时重点放在做好演示实验，获得电磁振荡及其周期的感性知识。并对振荡电流的产生过程和电磁振荡作出分析。第二课时重点放在理论讨论和掌握周期公式。

参 考 题

由290皮法拉电容与一自感线圈组成振荡电路。如果要求振荡频率为520千赫兹，线圈的自感系数应多大？

(3.23×10^{-4} 亨利)

第二节 电磁场和电磁波

(一) 目的要求

- 1、初步了解变化磁场产生的电场（涡旋电场）和位移电流概念，初步了解麦克斯韦的电磁场理论。
- 2、了解电磁波的形成及其横波性质。
- 3、掌握电磁波的传播速度，掌握公式 $C = f\lambda$ 及其应用。
- 4、了解无线电波的波段。

(二) 教材分析和教法建议

- 1、初步了解麦克斯韦的电磁场理论，主要是了解涡旋电场和位移电流两个概念，从而理解电场和磁场在一定条件下相互转化的关系。

介绍麦克斯韦的理论预见，对中学生也是一次关于实践和理论之间辩证关系的教育。科学的发展靠实践（科学实验的实践），但理论在科学发展过程中也有着巨大的作用。理论是以实践为基础，又经受实践的检验而得到发展。

- 2、关于涡旋电场（教材不要求提出这个物理名词）可用下述方法来介绍。

闭合回路内部磁通量发生变化（即磁场发生变化）时，回路内有感生电流存在，也就是电荷受到一种非静电力推动而定向移动，如果电路不是闭合的，这种非静电力仍然存在，效果不是产生感生电流，只是产生感生电动势。这种非

静电力的存在说明了有一种不同于静电场的电场在空间存在着，这种电场是涡旋电场，是由变化的磁场产生的。变化的磁场能够在周围空间里产生电场，是个普遍规律，与空间有无导体，有无闭合回路无关。

3、在讲位移电流也跟传导电流一样，能在周围空间产生磁场时，可向学生指出：位移电流产生磁场的现象，在快速变化的电场中才比较明显。所以麦克斯韦的预见，在二十几年后才由赫兹通过实验得到了证明。

4、如果电场（或磁场）的变化是均匀的，所产生的磁场（或电场）就是稳定不变的，因而不会再产生新的电场（或磁场）。

5、教材对电磁波只要求作初步介绍。

关于电磁波的横波性质，除了指出麦克斯韦电磁理论的预见外，要联系实际情况，使学生从感性上有所了解。例如，半导体收音机的调谐线圈都绕在磁棒上，它直接接收的是磁场变化，所以有明显的方向性。当磁棒沿水平方向，且磁棒轴线的垂线指向电台时，收到的讯号最强。使磁棒沿竖直方向放置，收听效果差。使磁棒水平放置，但轴线指向电台，收听效果也差。这说明磁场方向与电磁波传播方向垂直，而且是沿水平方向的。又如，拉杆天线是金属导体，它直接受电场的影响，收听中波、短波电台的时候，天线应竖直放置。如果改为水平放置，它的作用就不大了。这表明电场方向也跟电磁波的传播方向垂直，而且是沿竖直方向的。可以让学生自己去做试验加深印象。

电视接收机的拉杆天线是在某个倾斜角时效果最好。这是因为发送设备发出的电磁波的电场和磁场方向不是水平和

竖直方向的缘故。但E与B垂直，且都与传播方向垂直的关系不变。

电磁波在传播过程中，还有E与B同相位的特点。教材在给出电磁波传播的示意图时，体现了这个特点，但并不要求学生介绍和讲解这一特点。有关这方面的资料，可参阅赵凯华、陈熙谋编写的《电磁学》下册和J·C·克劳斯（美）著的《电磁学》中的有关章节。

6、对于公式 $C = f \cdot \lambda$ ，学生应能掌握和进行有关的计算，能与 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ 综合在一起分析问题。对于无线电波波段的划分，这节教材只作简单介绍，有关不同波段的电磁波的传播特点将在第四节教材里讲授。

参 考 题

LC振荡回路由0.30毫亨的线圈和一个可变电容器组成。如果要求它发射的电磁波的波长范围是180~600米，求电容器的变化范围。

(3.04×10^{-11} 法拉—— 3.38×10^{-10} 法拉)

第三节 电磁波的发射

(一) 目的要求

1、初步了解闭合振荡电路和开放电路的特点，了解电磁波的发射方法。

2、了解调制概念，了解调幅波的产生方法。

(二)教材分析和教法建议

1、对闭合振荡电路和开放振荡电路可作一个对比实验。一个振荡器只有闭合振荡回路(线圈应是空心的,不能绕在高频磁心上),在一定距离上用接收机接收其讯号,然后加上开放电路,比较讯号的强弱,使学生明确开放电路向外辐射电磁波的能力强。

2、课本199页图6—11中,由甲图和乙图得出丙图,只是形象地说明电流随时间变化的函数关系。教材在叙述将低频“电信号‘加’到高频等幅振荡电流上”时,在“加”字上面有引号。应提醒学生,不要当作简单的叠加,不能用位移合成的简单方法讨论。

3、教材对调频只用一句话简单介绍。可指出,调频是电磁振荡的振幅不变,而频率随着调制信号改变。电视广播的伴音和超短波调频广播(FM波段)都是用调频方法进行调制的。调频波的抗干扰能力较调幅波好。

参 考 题

- 1、发送电磁波为什么要用开放电路?
- 2、为什么低频电信号不能直接用电磁波传送?

第四节 电磁波的传播

(一)目的要求

了解电磁波各波段的传播特性。

(二)教材分析和教法建议

- 1、在教学中可先指出无线电波的传播方式大致有三

种：地波、天波和直线传播。

2、波在一种均匀媒质里总是沿直线传播的。因此，无论那个波段的电磁波都可以利用这个特点。

在教学过程中，可以先讲直线传播的空间波，然后指出，由于地球表面是球面，而且地面有各种障碍物，使空间波的传播范围小。要增大传播范围，就要提高天线高度。

3、地波是衍射波。当波长大于或相当于障碍物的尺寸时，衍射现象特别明显。长波和中波段的波长约200~30000米，因此能绕过几百米到上万米的障碍，好像沿弯曲的地球球面传播。

短波和微波不仅波长短，不容易绕过较大的障碍物，而且在空间传播时消耗能量多，因而地波传播距离小。

总之，波长越长，越容易依靠地波传播到很远的地方。但波长越长，频率越低，辐射电磁波的能力就越差，使发射装置本身消耗的功率大，设备庞大，造价高。

4、天波是反射波。60~400千米高的大气层，由于上层受太阳辐射的影响而发生电离形成电离层。电离层能反射无线电波。

电离层还会吸收无线电波。微波穿过电离层而飞向宇宙，长波被吸收，中波也被吸收，从电离层反射下来的天波，主要是短波段的电磁波。

5、微波不能利用地波和天波，其直线传播距离一般为几十千米。利用微波中继站可实现微波的远距离传输。近代科学技术的发展，使微波可以通过通讯卫星传播，成为很好的通讯手段。

参 考 题

什么是地波？为什么波长越长的无线电波越容易利用地波传播？

第五节 电磁波的接收

(一) 目的要求

了解电磁波的接收方法。了解调谐和检波原理。

(二) 教材分析和教法建议

1、最简单的无线电接收设备，包括天地线、调谐回路、解调电路和电声元件。

天地线接收电磁波，产生跟调幅波变化规律相同的载有低频信号的高频振荡电流。

2、在讲电谐振时可先复习机械共振，指出振动的这种特性在电磁振荡中也是存在的，然后作电谐振的实验。

课本203页图6—13的演示，要求振荡器的输出功率较大，一般演示用高频讯号源的输出功率达不到要求。

也可把电谐振改为用示波器显示（图6—4）。为获得较好演示效果，最好不在广播中波段内，可选用低于500KC。调整 C_2 ，可在示波器屏幕上观察到不同幅度的高频振荡。

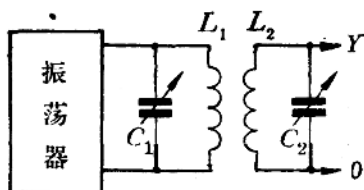


图6—4

、还可以自己制造一个简单的大功率振荡器做演示，跟课

本电路一样，用小灯泡显示谐振。振荡器的功率需要 1 瓦特以上。

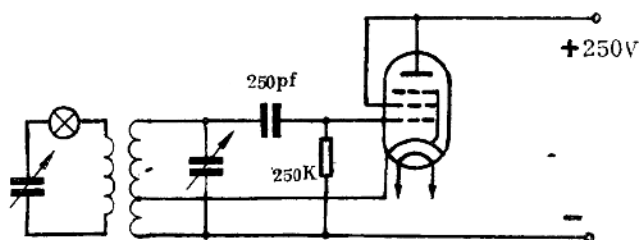


图 6—5

如图 6—5 所示，将 6 P14 电子管按三极管接法接入电路。为提高演示效果，最好用短波段，并增大振荡线圈的面积，以提高辐射能力。振荡线圈与调谐线圈参数应相同，可用直径 2~3 毫米裸铜线，绕成直径 10 厘米，间距 5 毫米，15 圈左右。振荡线圈上的反馈接点很重要，应根据实际调试选定最佳点，大约在整個线圈的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ 处。调谐回路上的小灯泡可根据输出功率情况选用 3.8V 或 6.3V 小灯泡。调整调谐回路到适当位置，小灯泡能正常发光。

3、解调是调制的逆过程，其物理过程是比较复杂的。前面只具体介绍调幅，因此接收机只简单介绍对调幅波的解调，称为检波。

关于检波的必要性，应指出人只能听到音频范围内的机械波，所以必须检波。

检波的过程，简单地说，是利用具有单向导电性的元