



高級中学課本物理学第三册

教 学 参 考 书

第二分册

人 民 教 育 出 版 社

自-335

420.7
905
380599



高級中學課本物理學第三冊
教學參考書

第二分冊

北京教師進修學院理化教研室 編

北京書刊出版登記證出字第25號

人民教育出版社出版(北京景山東街)

新華書店發行

工人出版社印刷廠印裝

統一書號: 7012·1527-2 字數: 92 千

開本: 787×1062毫米 1/32 印張: 2 張

1953年第一版 1953年第二版

第二版1959年12月第一次印刷

北京: 1—10,000 冊

定價 0.23 元

目 录

第六章 电磁振荡和电磁波

一、单元说明	1
二、教法建议	1
(一)教材处理(3) (二)演示作法亦同(25)	
复习(26)	
三、参考例题和习题	28
四、参考史料	52

第四編

第七章 光的傳播和光度學

一、单元说明	31
二、教法建议	32
(一)教材处理(32) (二)單元复习(40)	
三、参考例题和习题	41

第八章 光的反射和折射

一、单元说明	43
二、教法建议	45
(一)教材处理(45) (二)單元复习(69)	
三、参考例题和习题	73

第九章 光学仪器

一、单元說明	75
二、教法建議	76
(一)教材处理(76) (二)單元复习(83)	

第十章 光的本性

一、单元說明	84
二、教法建議	86
(一)教材处理(86) (二)演示作法介紹(95) (三)單元复习(98)	
三、参考例題和习题	102
四、参考史料	102
五、参考書目	102

第五編 原子結構

一、单元說明	104
二、教法建議	107
(一)教材处理(107) (二)單元复习(133)	
三、参考例題和习题	135
四、参考史料	136

第六章 电磁振荡和电磁波

一 單元說明

本章是在振动和波及电磁感应的知識基础上来討論无綫电发射和接收的初步知識。这一章不仅需要以电学为基础，而且需要应用机械振动里的許多概念，所以它一方面是电学知識的繼續和前章交流电密切銜接，另一方面也是波动学的发展和以后物理光学紧密联系。因而在課前应当要求学生扼要复习电磁感应及振动和波的知識，作为学习本章的准备。

一般学生由于平日生活上的接触，对无綫电有着濃厚的兴趣，因而对本章的学习抱着很大的希望，所以在开講之初应向学生指出：通过本章的学习可以获得有关无綫电的基本概念及原理，如果再通过实践的訓練便可以掌握收音机的按裝及修理技术。这样可以鼓舞学生将理論結合实际的热情。不仅如此，还应该指出：无綫电技术是用物理学所研究的某些現象和原理作为基础的，現在无綫电已經成为現代文化生活、通訊設備、科学研究、国防設施以及国民經济中的不可缺少的东西，所以我們應該对无綫电的基本物理原理有一个概括的了解。

从教材的系統上看，本章的內容是这样安排的。

(1)从振荡电路的組成引出振荡电流的产生，再应用电容器的电場能和自感綫圈的磁場能交互轉換的事实，說明电磁振荡的意义和决定振荡电流的周期的因素，附带介紹阻尼振荡和无

阻尼振蕩。

(2)根据麦克斯韦的电磁場理論的結論，引出电磁波的概念，再引用振动和波的旧知識，明确电磁波的傳播速度跟波长和頻率的关系，同时介紹有关无线电波波长分段的常識，然后从闭合电路和开放电路的性質，来討論电磁波的发送，最后講述調制作用。

(3)应用振动和波里共振的概念，并通过演示来明确电諧振的意义和条件。

(4)以无线电訊的接收为中心，提出檢波作用，并以矿石收音机为例，說明接收机的基本組成部分。最后介紹了三极电子管的构造和放大作用及电子管在无线电中的重要意义。

电磁振蕩的发生，也就是为什么振蕩电路中能产生振蕩电流，是无线电原理中的一个重要問題，應該密切結合电容和自感，一步一步地詳加分析，务使学生能清楚地理解。电磁波是一个比較难理解的課題，学生不容易从麦克斯韦的理論树立起电磁波的概念。过去他們学过的机械波都能形象地看到或想象出来，而电磁波就不好想象，因而也就不好理解。如何深入浅出的比照振动和波的已有知識，讓学生領会电磁波的概念，應該予以注意。調幅和檢波是无线电訊发送和接收中的關鍵問題，但都是学生不易接受的难点，講授时應該密切結合波动和电学知識，充分利用图示，步驟分明，前后呼应。另外电子管的放大作用，也是无线电技术中的重要問題之一，但在高中又是一个不容易講清楚的課題。怎样抓住栅极对板极电路的控制作用这一關鍵来进行講解，也是一个值得留意的地方。

关于无线电技术的飞跃发展和它在近代通訊上、国防上以

及科学研究和文化生活上的重要意义，特别是在我們这样幅員广大的国家里，它对文化普及、政策布达等方面的重大作用，应该做为一个重要教育内容来贯彻，但限于时间和知識基础，因而对于一些无綫电的新成就，象无綫电傳真、电视、电子计算机、雷达和无綫电操縱等，不可能在課堂上詳細講述，可以通过課外活动的方式，讓学生有进一步的了解。通过本章教学还应该提出电子管的发展在无綫电技术中所起的作用，并介紹我国在 1956 年 10 月正式开工生产的北京电子管制造厂所生产的电子管在質量和数量上，已大大提高。

二 教法建議

(一) 教材处理

1. 电磁振蕩

这是本章的第一个課題，在講具体内容之前，应该簡要介紹一下无綫电的飞速发展和它的重要应用。这可以从波波夫 1895 年发明无綫电报的历史事实說起，指出，到現在不过短短的六十几年的时间里，无綫电事业已經有了惊人的发展。从远距离通訊和日常生活上的无綫电报、无綫电话、无綫电广播、无綫电傳真、电视，到无綫电定位(雷达)、无綫电操縱等，无一不是无綫电事业的成就。因此，今天可以說从日常生活到生产建設和国防工作，都一时一刻不能离开无綫电。由此来使学生理解无綫电的重要性，从而激发对本章学习的积极性。在这里应注意：学生对无綫电知識尚系初学，因而上述的应用，如雷达、电视等，只能当作文化知識来略提一下，不能过多地講解。

然后向学生簡要說明本章学习的主要内容和学好这些知識

的意义,随后就可以轉入电磁振蕩的講解。

通过这一課題的講述主要应使学生明确:什么叫振蕩电流和振蕩电路?为什么在振蕩电路中会产生振蕩电流?振蕩电流的周期决定于哪些因素?并获得电磁振蕩的概念。

(1)振蕩电流和振蕩电路:

学生在电学中已学过交流电,因此可以从交流电的知識引出振蕩电流的概念:方向和强度都做周期性变化的电流,就叫做振蕩电流。由此进而說明无綫电中需要高频振蕩电流(因为无綫电需要发射强大的能量,只有高频振蕩电流才能发射强大的能量,至于为什么如此可暫不講),接着提出怎样产生高频振蕩电流的問題。从交流发电机不能达到无綫电技术上所要求的高频,引出振蕩电路来。可以做图 139 的演示,使学生直观地看到一个电容器和一个具有电感的綫圈串联而成的电路,充电后可以发生振蕩电流的事实,再講为什么能发生振蕩电流,就更具有說服力。

振蕩电路为什么能产生振蕩电流?是本节的主要内容,也是必須讓学生理解的重点之一,所以一定要細致地交代清楚。課前應該讓学生概略地复习一下电学中的法拉第电磁感应定律、楞次定律、自感現象、振动和波中的能量轉換、周期、頻率及阻尼振动等內容,这对本节以及后面各节的学习是会有很大帮助的。

在講 140 图时,最好是边繪图边講,这样既可以集中学生的注意力,又可以使学生的思維紧密地随着教材內容,一步步地发展,这比課前画好图要好得多。

課本上的第 140 图中的 1, 只是表示充电前或質点运动前

的准备过程，講述時可由 2 講起到 6 為止，當中把 $\frac{1}{8}$ 、 $\frac{3}{8}$ 、 $\frac{5}{8}$ 、 $\frac{7}{8}$ 周期的圖也補充上，就可以把變化看得更清楚，成一完整周期。講授的程序，最好先講右邊的電場及磁場變化，都講完以後再一步步地和相應的機械振動來對比，免得講一個對比一個，既打斷思維又造成混淆。具體講法建議如下：

當電容器充電完畢去掉外電源尚未接通自感線圈的電路時，在電容器內就儲存着電場能，而且電場強度最大；可以在圖上用帶有方向的電力綫來表示電場的存在。當電容器和自感線圈接通時，就形成一個迴路，電容器成為迴路中的電源，兩極間的電勢差就是電源的路端電壓，迴路內就有了電流。電流通過線圈時，在線圈周圍就產生磁場，或者說線圈的周圍有了磁場的變化，於是線圈的自感作用要產生一個抗拒磁場變化的感生電動勢，方向和電容器的電勢差相反，所以實際電路中的電流不能立刻達到最大值，而是逐漸增強的。接着把 $\frac{1}{8}$ 周期的圖畫出來，就可以看到，由於放電的結果，電場能逐漸減小，而磁場能逐漸增大。到 $\frac{1}{4}$ 周期（圖中的 3）時放電剛完了，這時電容器內的電場能變成零，全部轉變為自感線圈的磁場能，故磁場強度最大，當然這時的電流強度也最大。以上是全部的放電過程。電容器放電完了，兩極間的電勢差為零，電流就應該停止，但由於線圈中的磁場開始消失，磁通量有了變化，就使線圈內又產生了與電流方向相同的感生電流，而對電容器反向充電。這時自感線圈就等於一個充電機。畫出從 $\frac{3}{8}$ 周期到 $\frac{1}{2}$ 周期的圖，用磁力綫的減少和電力綫的增多，表示出線圈的磁場能轉換為電容器的電場能的變化過程，不過電力綫的方向和以往相反。等到線圈內

磁場完全消失，电流中断，电容器內的电場能又变为最大(如4)，这时已完成了一次放电和一次充电的变化，变化过程中电流方向未变。用同样的步骤，講述从 $\frac{1}{2}$ 周期經 $\frac{5}{8}$ 周期到 $\frac{3}{4}$ 周期的反向放电过程，和从 $\frac{3}{4}$ 周期經 $\frac{7}{8}$ 周期到1周期的充电过程。在这次放电和充电过程中，电流的方向也未变，不过和头 $\frac{1}{2}$ 周期中的电流方向是相反的。到1周期結束时就又恢复了未放电时(2)的情况，以后就又重复地作周期性的变化了。从2到6叫做一个周期，在一周期內包括了两次放电和两次充电，但綫路內的电流方向只改变了一次，电流强度随时都在改变，显然这种方向和强度都在做周期性变化的电流，不是稳恒电流，而是振蕩电流。这样一步步地講完后，可以再从头逐步地和机械振动作一对比：振蕩电路中电場能和磁場能的交替轉变，相当于彈簧的振动中势能和动能的相互轉变；綫圈的自感对于振蕩电路的作用，又和机械振动中小球的慣性很相似。如此就可以使学生对概念理解得更清楚。按照这样的講法要多画四个图，是否時間上会太紧呢？事实上仔細講过半周期后，学生已基本了解了电磁振蕩的变化过程，就可以令学生自己答出或画出后半周期的变化情况，这样还可以起一个巩固作用。电場能和磁場能因为是初見，可以简单地解釋一下：电場能就是电容器充电时移动电荷作功所引起的，磁場能是由产生磁場的电流作功所引起的，这样可以和学生的旧知識联系起来。

(2)电磁振蕩：

从跟質点的机械振动对比出发，来引出电路中电場能和磁場能的周期性的变化，就叫电磁振蕩。这样的引出，学生們并不

感觉困难,不过这里仅能說明电路內的电磁振蕩,至于电路周圍的电磁振蕩并不能理解,这就需要在以后講电磁波时加以补述。

(3) 阻尼振蕩和无阻尼振蕩:

学生曾做过单摆实验,可以問問他們,是否摆球一开始运动就永不停止? 从这里使他們回忆一下机械振动中的阻尼振动和无阻尼振动的意义,特别是发生阻尼振动的原因。这样再来分析振蕩电路中的振蕩电流,看它是否有能量的消耗,学生們很容易想到电路中有焦耳热的产生。把假定沒有能量消耗和有能量消耗这两种情况下的电流强度的变化用图綫画出来,很快就可以把阻尼振蕩和无阻尼振蕩的意义弄清楚了。最后应该提出,怎样可以把阻尼振蕩变为无阻尼振蕩的問題——給振蕩电路供給能量以补偿电路中的能量損失,并說明无綫电技术中需用无阻尼振蕩(为什么需要可不必提)。

(4) 振蕩电流的周期和頻率:

这一課題的講述,最好也是先通过复习机械振动中的周期和頻率的概念,再結合振蕩电流的意义,来提出振蕩电流的周期和頻率。介紹公式 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ 时,也只做定性的解釋,而不作理論的推导。其实在介紹单摆定律的公式, $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 时,也未推导,因此只有預先向学生交代清楚,并不是每个公式在中学里都要經過推导学生才能很好地接受。

关于定性地解釋电容 C 、自感 L 和周期 T 的关系問題,最好結合学生的已有知識,力求具体地講解:当振蕩电路中的綫圈不变(即 L 的值一定时),使电容器充电到一定电压时,放电和反向充电的时间的长短,是决定于电流强度和电容的大小。由 $Q = CV$, 即 $IT = CV$ 可以知道;如果 V 一定, I 一定,則 C 越大, T 就

越长。实际上在充电和放电时电流强度时刻在变化,虽然如此,但可以把 I 看成是平均电流强度,所以电容越大时,放电和充电所需要的时间就越长。最好用当平均电流强度和电压都相同,而电容不同的两个电容器,来对比着讲。同样地,当 C 一定, L 变化时,由于自感电动势 $e_1 = L_1 \frac{\Delta I}{\Delta T}$, $e_2 = L_2 \frac{\Delta I}{\Delta T}$, 如果 $\frac{\Delta I}{\Delta T}$ 相同,则 L 越大, e 就越大,也就是阻碍电流增强和减弱的作用就越大,所以放电和充电所需的时间也越长。

2. 电磁波的发送

这部分内容包括第 72 节电磁波、第 73 节电磁波的发送及第 74 节调幅三节教材,是这一章的重点教材。虽然在中学阶段还不可能把这些教材都讲得很透,但使学生学过以后能树立正确的概念,还是很必要的。

通过第 72 节的教学应该使学生树立变化的(即动的)电场与磁场的概念,明了稳定的(即静的)电场与磁场跟变化的电场与磁场的区别,并在这一基础上明确变化的电场与磁场间的联系,从而形成统一的电磁场在空间传播的概念;最后,再从电磁场在空间传播的图示总结出 $\lambda = \frac{c}{f}$ 的关系式。

通过第 73 节的教学,应该使学生明了闭合振荡电路及开放振荡电路在发送电磁波方面的作用不同,从而确信开放振荡电路是好的发送电磁波的装置;通过第 74 节的教学使学生明了由无阻尼振荡电路所发送的等幅电磁波必须经过调制,才可以代表一定的语言、文字、图画或讯号,从而了解调制的意义与必要,并在这一基础上明了调幅的原理。

教科书中这三节教材就是根据以上的目的而编写的,教师在进行这部分教材的教学时,可以根据教材的系统对一些不易

理解的問題，作比較具体詳盡的闡述，即可达到要求。如果時間許可，建議照下述意見进行教学，可以避免学生有抽象空洞的感，可以提高学生學習的情緒和积极性，对于提高教学和學習的質量，会起一定的作用。

(1) 麦克斯韦理論：

麦克斯韦关于电磁場的理論是无綫电学的基础，虽然不能作深入的講解，但可以在复习旧知識的基础上来提出，使学生不感到突然，同时也体现出各部分知識的內在联系。为此，在上节課的家庭作业中，可以布置学生复习靜电场、靜磁场的形成，在这节課的开始，可以先提出：除了靜止电荷的周圍存在着电场外，是否在其他条件下也存在着电场？然后领导着学生分析下述問題：

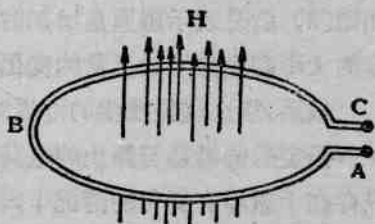


图 1

如图(1) ABC 是一个不閉合的金属綫环，其中有变化的磁通量 H 穿过(設磁场在增强)，根据法拉第电磁感应定律，学生可以理解在綫环中要发生感生电动势，即 ABC 綫环中的正負电荷被分开，使 A, C 两端具有等量异种的电荷。此时，綫环即具有电源的性質，如果連通 A, C，綫环內即有感生电流通过。然后启問：“綫环中的电荷何以能分开？”为了解决这一問題，可以設想，由于当綫环中有变化的磁通量穿过时，磁場的周圍同时就产生了感生的电场，这个电場的电力綫不同于靜电場的电力綫，而是在垂直于磁場的平面內的閉合环形曲綫，如图(2)所示。因为綫环正处于这个电场中，所以綫环中的自由电荷(即电子)要受这个电场的作用，結果 C 端少了

負电荷，A端多了負电荷，自由电荷的这种移动，一直要繼續到

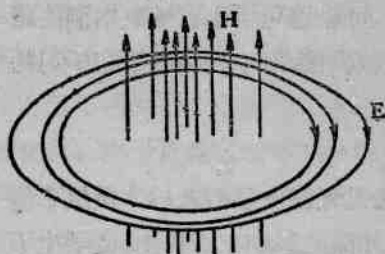


图 2

綫环內新生成的附加电场对它們的作用力，跟磁场所感生的电场对它們的作用力相平衡时为止。这就是电磁感应现象。至于这个感生的电场的方向，則决定于变化的磁通量的方向和磁通量是增加还是减少，如果这些条件已知，就可以按照楞次定律推出。

如图(2) 就是表示磁通量增加时的感生电场的方向。而电场强度的大小則决定于磁通量的变化率，跟电场所在的媒质无关。

最后，指出这种感生的电场跟稳定的电场的区别是：

稳定的电场是与静止的电荷同时存在的，而感生的电场只存在于磁场有变化的情况下，如果磁场的变化率为零，感生的电场即不存在。因此，感生的电场是跟变化的磁场互相联系存在的。

然后，可以向学生提出如下的问题：既然变化的磁场能感生出电场，那么，变化的电场是否也能感生出磁场呢？如果能够感生出磁场，这种磁场与静磁场又有什么区别呢？随后通过图(3)

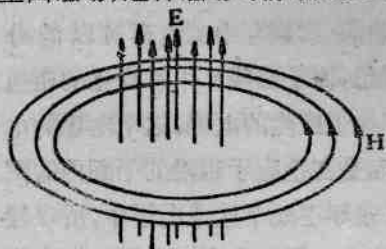


图 3

向学生介绍：在空间有电场 E 在变化时（设电场强度在增加），在它的周围空间里便同时存在着磁场，磁场的磁力线是跟电场方向成垂直的平面内的闭合环形曲线。这

种磁場亦只存在于电場强度有变化的情况下,称为感生的磁場,它不是由磁极或稳恒电流所形成的。

在上述的基础上总结出麦克斯韦关于电磁場的理论要点之一:

任何磁場的改变,在它周圍都要产生电場;任何电場的改变,在它周圍都要产生磁場。

然后再向学生阐述麦克斯韦的电磁場理论的另一要点,即磁場(或电場)的改变如果是均匀的,所产生的电場(或磁場)就是稳定的;磁場(或电場)的改变如果是不均匀的,所产生的电場(或磁場)就是变化的。

阐述时最好利用图綫帮助说明,如均匀变化的磁場(或电場)所感生的电場(或磁場)是稳定的可以利用图(4)说明。

至于非均匀变化的磁場(或电場)所感生的电場(或磁場)是变化的可以举周期性变化的图綫来说明图(5)。

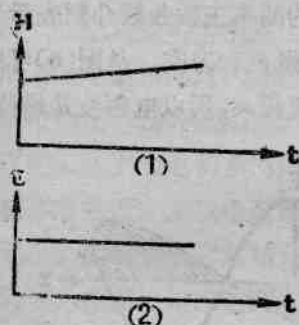


图 4 均匀变化的磁場
(1)和它所感生出的电場(2)

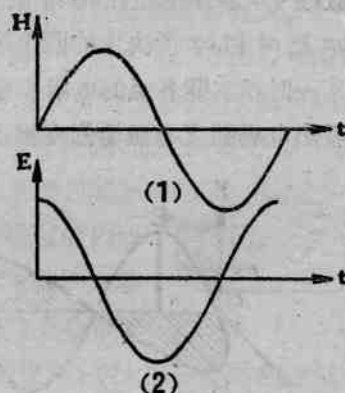


图 5 非均匀变化的磁場
(1)和它所感生出的电場(2)

(2)电磁波:

在学生已基本理解了麦克斯韦的电磁场理论的基础上, 就可以引导学生学习电磁波的课题了。

结合课本图 142 指出: 如果在电容器的空间里发生了非均匀变化的电场(图中电场的方向是向上的), 而且是在增强的过程中(即充电的过程中), 那末, 这个非均匀变化的电场就要在它的周围产生变化的磁场, 磁场的方向如图 H(可以把电场方向看作电流的方向, 用右手定则推出), 变化的磁场 H(在增强的过程中), 又可以在它的周围空间里产生变化的电场 E(E 的方向可以由楞次定律推出), 这种互相维系、成周期性地变化的电场和磁场由近及远的在空间的传播, 就是电磁波。所以电磁波是电磁振荡在空间的传播过程, 亦是电场能和磁场能在空间的传播过程。

电磁波在空间的传播情况可以用图(6)的方法表示: 图中, 直线 OX 表示电磁波传播的方向, oy 和 oz 垂直于 ox, 在 oy 和 ox 及 oz 和 ox 所决定的两个平面内的两条正弦曲线分别表示当某一时刻空间各点的电场和磁场的强度和方向。从图(6)可以看出电场强度与磁场强度都垂直于直线 ox, 所以电磁波是横波。

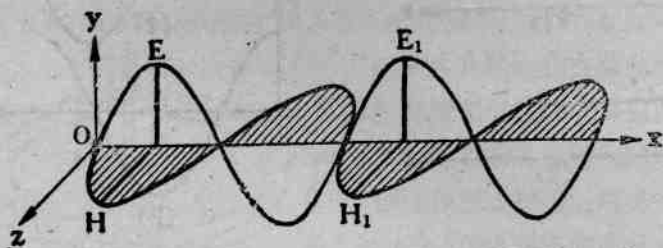


图 6

又从图中可以看出在电场强度(或磁场强度)的大小和方向相同的相邻两点間(如 E 及 E_1 或 H 及 H_1) 的距离就是电磁波的波长, 这个距离就是完成一个电磁振荡时, 亦即在一个完全振荡的过程里, 电磁波在空间传播的距离, 所以, 电磁波的波长 λ , 频率 f (或周期 T) 及传播速度 c 有以下的关系:

$$c = \lambda f \text{ 或 } cT = \lambda。$$

电磁波包括无线电波, 光波及各种射线, 课本中 156 頁的表是无线电部分的电磁波分段表, 系以习惯划分, 亦可以向学生说明。

(3) 开放振荡电路:

在进行这一课题的教学之前, 让学生复习电容器的两个极板荷电时, 电荷随两板間距离的变化而改变其分布的情形, 及场在建立或消失时, 场能的转换过程(可以参考本资料第一分册关于自感部分教材处理的建议, 及本章关于振荡电路内振荡电流的振荡过程的说明), 对于学生接收本节教材是有好处的。

在上述预习的基础上, 为了让学生明了为什么闭合振荡电路不是电磁波的好的发送器, 而必须使用开放振荡电路, 可以先画出如图(7)的振荡电路, 并领导学生讨论, 如果给电容器充电, 在两极板上的电荷如何分布? 由于两板間距离非常接近, 所以电荷都分布于两板的内表面上。然后根据讨论结果画出电容器間电场的电力线图, 指出这时电场几乎完全分布于

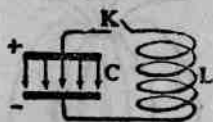


图 7

两个极板之間, 很少扩张到电容器之外, 绝大部分电场能即包围在两个极板之間(局限于电路范围之内)。当闭合电键 K 时, 电路内开始发生振荡, 推动电荷振荡的能量取自电场, 所以电场能在