



江苏省五年制中学試用課本

物理学

WULIXUE

第五册

江苏人民出版社

220
173#5

江苏省五年制中学試用課本
物 理 学

第 五 册

江苏省教材編輯委员会編

*

江苏省书刊出版营业許可証出〇〇一號

江 苏 人 民 出 版 社 出 版

南 京 湖 南 路 十 一 号

江 苏 省 新 华 书 店 发 行 江 苏 新 华 印 刷 厂 印 刷

*

开本 787×1092 耗1/32 印張 8 7/16 字數 170,000

一 九 六 〇 年 五 月 第 一 版

一 九 六 〇 年 五 月 南 京 第 一 次 印 刷

印 数 1—2,000

統一書号：K 7100·1245

定 价：(2)四角三分

前 言

这一套課本是根据江苏省教材編輯委员会制定的五年制中学物理学教学大綱(草案)編写的。在編写中,我們明确了以下几个編写目的:一、貫徹教学改革的精神,在适当提早入学年齡、縮短学习年限、增加劳动和提高质量的前提下,使中学毕业生能掌握目前大学工、农、医、师科基础物理学的基本內容;二、貫徹党的教育为无产階級政治服务,教育与生产劳动相結合的方針和理論联系实际的原則,使学生不仅有书本知識而且能活用这些知識为生产服务;三、反映劳动人民在技术革新方面的創造发明和物理科学領域的最新成就,以及它們在促进生产发展方面的作用。因此,在体系方面我們把中学物理学分为两个阶段:第一阶段主要从实践中提出經驗定律,再說明这些定律如何运用于生产实践。內容包括力学、热学(第一冊),几何光学、电磁学(第二冊),供二、三年級讲授。第二阶段则在前一阶段的基础上,通过分析概括提高到系統的理論上来,再在理論的指导下来联系实际,內容包括力学、电动力学(第三冊),辐射和原子、物性的微觀理論、原子核物理(第四冊),供四、五年級讲授。电工学及无綫电工学(第五冊)单独編写,在五年級与辐射和原子等內容平行讲授。

这一套課本是在中共江苏省委领导下,由江苏师范学院、

南京师范专科学校物理系科部分师生和南京市部分有經驗的中学教师共同編写的。在編写过程中并得到其它院校和有关工厂、人民公社的协作和支援。但是由于編写者的思想水平和业务水平所限,再加上時間不足半月,課本中的缺点和錯誤在所难免。我們誠悬地希望物理学工作者和讀者們提出宝貴的意見和批評。

目 录

第十篇 电工学及无线电工学

第一章 交流电路

- 一 交流电动势的产生 (1)
- 二 具有电阻、电感、电容的电路 (9)
- 三 谐振电路 (15)
- 四 耦合电路 (20)
- 五 交流电功率及功率因数 (21)
- 六 三相电路 (26)
- 七 交流仪表 (32)

第二章 直流电机

- 一 直流发电机的工作原理 (40)
- 二 直流发电机的构造 (44)
- 三 直流电动机的工作 原理 (46)
- 四 直流电动机的起动和转速的控制 (50)
- 五 直流电动机的分类及特性 (53)

第三章 变压器

- 一 变压器的工作原理 (60)
- 二 变压器的损耗和功率 (64)
- 三 变压器的构造及三相变压器 (65)

四	自耦变压器	(67)
第四章	交流电机	
一	三相旋轉磁場	(72)
二	感应电动机的构造及工作原理	(75)
三	感应电动机的启动	(79)
四	单相感应电动机	(81)
五	同步电机	(84)
第五章	发电与輸配电	
一	发电厂	(90)
二	电能輸送	(94)
第六章	电子管	
一	热电子发射和二极管	(101)
二	整流器及滤波器	(106)
三	三极管	(113)
四	多极管	(119)
五	充气二极管	(125)
六	閘流管	(128)
第七章	放大器	
一	放大器原理与分类	(133)
二	电子管板間电容 解耦电路自动栅偏压	(139)
三	电阻耦合电压放大器	(140)
四	变压器耦合电压放大器	(146)
五	音频功率放大器	(148)
六	电声设备及其使用方法	(153)
七	高频諧振电压放大器	(163)
八	放大器中的反饋	(165)

九 晶体管放大器	(168)
第八章 振荡器	
一 电子管振荡器及其振荡条件	(172)
二 常用的振荡器	(175)
三 超高频振荡器及低频振荡器	(177)
四 锯齿形波发生器及多谐波发生器	(179)
第九章 发射与接受	
一 无线电波的传播及天綫	(182)
二 调制与发射	(186)
三 调幅检波及接受机	(191)
四 调频检波	(198)
第十章 电子仪器	
一 电子管稳压器	(200)
二 电子管伏特計	(201)
三 电子示波器	(205)
四 控制电路	(211)
五 計数电路	(214)
第十一章 无线电技术的应用	
一 雷达(无线电定位)	(216)
二 电视	(219)
三 无线电技术在其他方面的应用	(224)
电工学及无线电工学实验	(229)

第十篇 电工学及无线电工学

第一章 交流电路

一 交流电动势的产生

在电磁感应一章里，我們已經知道在磁場中运动着的导綫要产生感应电动势，如导綫是閉合的，导綫中将有感应电流流过。

本节将比較詳細地来討論一个綫圈在均匀磁場中以匀角速度 ω 旋轉时的情况。当綫圈在磁場中位于磁感应綫 \vec{B} 的方向成 θ 角的位置时(图10.1)，通过綫圈的磁感应通量 Φ 为：

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B S \cos \theta$$

式中 θ 是綫圈平面的法綫 \vec{n} 与磁感应綫 \vec{B} 之間的夹角， S 为綫圈的面积。当綫圈开始旋轉时法綫 \vec{n} 与 \vec{B} 之間夹角，称为初位相角，以 α 表示。而在旋轉 t 秒鐘后

$$\theta = \omega t + \alpha \quad \Phi = B \cdot S \cos(\omega t + \alpha)$$

θ 称为位相角，感应电动势阻止着磁感应通量的增加，公式是：

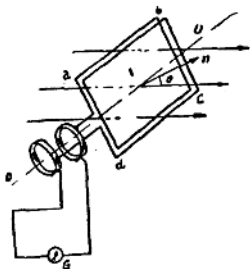


图 10.1 磁場中轉動綫圈中的电流

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = \omega B S \sin(\omega t + \alpha) \quad (1)$$

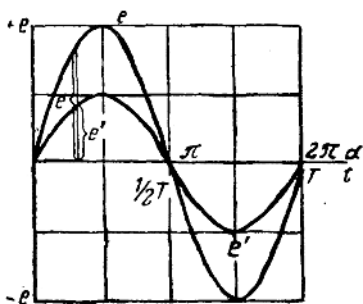


图 10.2 电源电压曲线

从公式(1)可以看出线圈中电动势的大小，不但正比于角速度 ω 、磁感应强度 B 和线圈面积 S ，而且还与位相角正弦函数成正比。它与时间的关系如图10.2所示，在某一时刻 t 的感应电动势的数值称为瞬时值。

如线圈的圈数为 n 匝时

$$\text{则 } \varepsilon = -\frac{d(n\Phi)}{dt} = n \omega B S \sin(\omega t + \alpha) \quad (2)$$

如闭合线圈的电阻为 R 时，通过的电流由欧姆定律确定：

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_m}{R} \sin(\omega t + \alpha)$$

$$\text{而 } \varepsilon_m = \omega B S \quad \text{并令 } I_m = \frac{\varepsilon_m}{R}$$

$$\text{即 } i = I_m \sin(\omega t + \alpha)$$

I 与 E 的相位 α 和角速度 ω 是相同的，但它们的振幅不等从图10.2上看出，当 $\theta = \omega t + \alpha = 90^\circ$ 时，感应电动势和电流都是最大值， $\varepsilon_m = \omega B S$ 称为感应电动势， $I_m = \frac{\varepsilon_m}{R}$ 称为感应电流的振幅。根据右手定则，感应电流的方向是由 a 到

b，这时电动势为正，当线圈平面旋转到象图10.3(2)位置时， \vec{n} 与 \vec{B} 互相平行， $\theta = 0^\circ$ ，那么这时线圈所在的平面称为中性面。当线圈平面旋转到象图10.3(3)位置时， \vec{n} 又与 \vec{B} 垂直，感应电动势又是最大值，但是这时a b是向下切割磁感应线，根据右手定则，这时感应电动势为负，同理当线圈平面旋转到象图10.3(4)时感应电动势也等于零，如果再旋过 90° 时，就与图10.3(1)情况完全相同了，所以当线圈旋转一周，电动势在正方

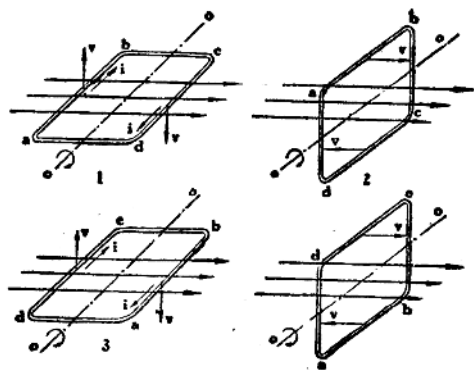


图 10.3 产生交流电动势的示意图

向从零变到最大，然后又变到零，再在负的方向变到最大值，最后又回到零，这时电动势也变化了一周。

我们把电动势变化一周所需的时间称为周期，用字母T来表示。在单位时间内 ϵ 变化的周数称为频率，用字母f来表示。在一周的时间内相位角增加了 2π ，而 $\frac{2\pi}{T}$ 即是相位角度变化的

速度， $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ ，平常线圈的转速是以每分钟转数 n 来表示，这时感应电动势的频率

$$f = n/60$$

感应电流的频率和周期与感应电动势的频率和周期是相同的，如果周期性电流的周期 $T = 1$ 秒，则其频率 $f = 1$ 赫芝。上面只是讨论了线圈在一对磁极中旋转的情况，如果线圈是对称放置，在两对磁极中，和上面同样的分析知道，当线圈旋转一周时，电动势变化了二周，它的频率

$$f = 2 \times n/60$$

所以线圈在 P 对磁极中旋转时，电动势变化的频率：

$$f = P \times n/60 \quad (3)$$

上述的正弦电流，就是在生产上应用最广泛的一种交流电的电动势和电流，称为**交变电动势**和**交变电流**。

为了判别交流电的大小，通常我们用与热效应相等的直流电的大小来比较，就是在同一电阻上，在一周期内分别通过直流和交变电流，如果所产生的热量相同，那么这个直流电流的数值就称为**交变电流的有效值**。直流电流在一个周期内通过电阻所产生的热量：

$$Q_1 = 0.24 I^2 RT$$

而交变电流在一周期内通过电阻所产生的热量：

$$Q_2 = \int_0^T 0.24 i^2 R dt = 0.24 R \int_0^T i^2 dt$$

$$\therefore Q_1 = Q_2 \quad \therefore 0.24 I^2 RT = 0.24 R \int_0^T i^2 dt$$

$$\therefore I^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} \quad (4)$$

由此可知交变电流的有效值是它在一周期的均方根值，

将 $i = I_m \sin \omega t$ (設 $\alpha = 0$) 代入(4)式

$$\text{得到 } I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m \quad (5)$$

公式(5)中是交变电流的有效值， I_m 为交变电流的最大值，任何其它周期量在一个周期內的均方根值，也称为这些量的有效值。例如交变电动势 $E = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T e^2 dt}$ 对于正弦电动势

它的有效值为： $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 0.707 E_m$

交变电流在一周期內的平均值應該等于零，但是我們常取它在半个周期內的平均值，作为交变电流的平均值，用字母 I_{av} 表示：

$$\begin{aligned} I_{av} &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{I_m}{\pi} [-\cos \omega t]_0^{\pi} \\ &= \frac{2}{\pi} I_m = 0.637 I_m \end{aligned}$$

在数学中我們已經学过，正弦函数可以用一个反时針方向旋轉的矢量在坐标軸上的投影来表示，如图10.4这个矢量的长短就等于交流电动势(或电流)的最大值，旋轉矢量与水平軸正方向的夹角 ψ 就代表相位角， ψ 的正角以反时針方向作出， ψ 的負角依順时針方向作出，旋轉矢量在垂直軸上的投影就是交变

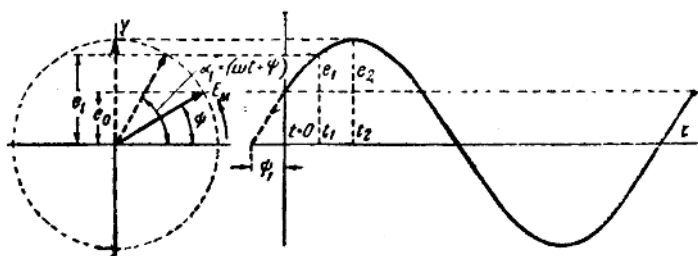


图 10.4 正弦量用旋轉矢量表示法

电动势(或交变电流)的瞬时值。

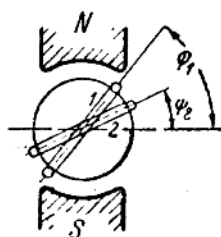


图 10.5 最简单交流发电机电枢线圈的位置

变成一定角度的两个线圈以同角速度旋转时,如图10.5。因为它们初相位不同,所以在同一时刻两线圈电动势各不相,等最大值和零值也不同时出现。如果在开始时第一线圈与 OO' 轴的夹角为 ψ_1 ,第二线圈与 OO' 的夹角为 ψ_2 , $\theta = \psi_2 - \psi_1$ 称为相位差,当以同一角速度 ω 旋转后,在时刻

t 的瞬时值分别是

$$\varepsilon_1 = E_{m1} \sin(\omega t + \psi_1)$$

$$\varepsilon_2 = E_{m2} \sin(\omega t + \psi_2)$$

如图10.6当 $\beta = \psi_2 - \psi_1 > 0$ 时,我们说 ε_2 的相位超前 ε_1 ψ 角;反之 $\theta = \psi_2 - \psi_1 < 0$ 时,我们说落后 ε_1 θ 角,如图10.6。这里要提醒一句:只有当二旋转矢量角速度相同时(图

这个合成交变电动势仍然是一个角速度为 ω 的正弦函数，初相位为 ψ ，振幅为 E_m

$$E = E_m \sin(\omega t + \psi)$$

另一种更常用的正弦函数表示法，是复数表示法。按照尤拉公式：

$$e^{j\theta} = \cos \theta + j \sin \theta$$

如果用 l_m 表示只取复数的虚部，即去换 j 后的数值，那么：

$$\begin{aligned} \varepsilon &= E_m \sin(\omega t + \psi) = E_m e^{j(\omega t + \psi)} \\ &= E_m e^{j\omega t} e^{j\psi} = \sqrt{2} E e^{j\omega t} e^{j\psi} \\ &= \sqrt{2} e^{j\omega t} E e^{j\psi} \end{aligned}$$

在上式中当 ω 为常数时， $\sqrt{2} e^{j\omega t}$ 也是常数，所以对于具有相同频率的交变电流，可以只用 $E e^{j\psi}$ 来比较 ε 的大小，我们用 $\dot{E} = E e^{j\psi}$ 来表示，是正弦函数的向量 ε 。并可以在一个垂直轴为虚轴，水平轴为实轴的复平面中用一逆时针方向旋转的矢量来表示，它的模为 E ，幅角为 θ ，同样电流也可以用复数来表示： $\dot{I} = I e^{j\psi}$ 矢量图10.9中， E 、 I 是交变电流的有效值。

\dot{E} 、 \dot{I} 是复数的有效值，通常称为复数电动势和复数电流。

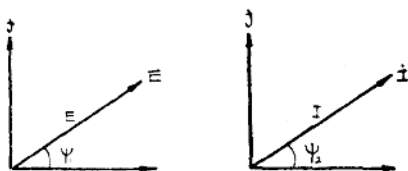


图10.9 矢量图

二 具有电阻、电感、电容的电路

首先来研究具有电阻的电路，如图10.10。当电源电压为：

$$u = u_m \sin(\omega t + \varphi)$$

那么：
$$i = \frac{u}{R} = \frac{u_m}{R} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$= I_m \sin(\omega t + \varphi)$$



图 10.10 具有电阻的电路

从上式可以看出在纯电阻电路中，电流仍是一正弦函数，并与电压有同一相位如图10.11，电流的极大

值 $I_m = \frac{u_m}{R}$ ，电流的有效值 $I = \frac{u}{R}$

其次来讨论具有纯电感电路的情况如图10.12。当电路中有交流电流 $i = I_m \sin \omega t$ 流过时，在线圈中就产生了自感



图 10.11
电阻电路的矢量图

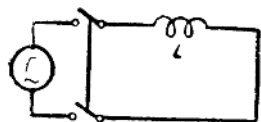


图 10.12 具有电感的电路

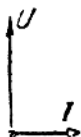


图 10.13 电感电路的矢量图

电动势 ε_L ，它的大小为：

$$\begin{aligned}\varepsilon_L &= -L \frac{di}{dt} = -L \frac{d(I_m \sin \omega t)}{dt} \\ &= -\omega L I_m \cos \omega t \\ &= \omega L I_m \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)\end{aligned}$$

从上式中看出在电感两端产生了落后于电流 90° 的自感电动势，如图 10.13。而为了使交流电通过，势必要加一个与自感电动势大小相等方向相反的电压 u 来克服自感电动势，

即

$$\begin{aligned}u &= -\varepsilon_L = -\omega L I_m \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) \\ &= \omega L I_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)\end{aligned}$$

所以，线圈二端的电压超前电流 $\frac{\pi}{2}$ 即 \dot{u} 的向量超前 \dot{i} $\frac{\pi}{2}$ ，因此它们之间的关系又可以写成下列复数形式

$$\begin{aligned}\dot{u} &= \omega L \dot{i} e^{j \frac{\pi}{2}} = j \omega L \dot{i} \quad (1) \\ \frac{\dot{u}}{\dot{i}} &= j \omega L\end{aligned}$$

ωL 称为感抗，用字母 x_L 表示。