

与人教版最新教材
同步配套

新编

《物理ABC》编写组编

物理ABC

走向大学丛书

高中二年级〈下〉

浙江大學出版社

●高中二年级(下)

物理 A B C

《物理 ABC》编写组 编

浙江大學出版社

内容简介

本书是以全日制中学物理教学大纲和会考、高考的考试大纲为指导,紧密配合高二物理学习和练习的需要而编写的。内容包括交变电流、电磁场和电磁波、光的传播、光的本性、原子和原子核等。单元内容既可以作为同步训练题,也可作为单元测试题。选编的习题力求概念性强,具有典型性,富有启发性及形式上的多样性,对于培养学生的思维能力及提高解题能力有较好的指导作用。书末附有参考答案,可供高二年级学生使用,也可供教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

物理 ABC. 高中二年级. 下 / 《物理 ABC》编写组编.
4 版. —杭州: 浙江大学出版社, 2002. 1
(走向大学丛书)
ISBN 7-308-02886-0

I. 物... II. 物... III. 物理课—高中—教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 090104 号

责任编辑 杨晓鸣

封面设计 张作梅

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 8.75

字 数 225 千

版 印 次 2002 年 1 月第 4 版 2005 年 11 月第 10 次印刷

印 数 180651—184650

书 号 ISBN 7-308-02886-0/G·444

定 价 10.00 元

再版前言

在这姹紫嫣红的春天,我社迎来了“高中 ABC 丛书”出版的第八个年头。丛书出版以来,发行量逐年攀升,备受广大师生的关注和青睐。新学期伊始,我社邀请了杭州二中等著名中学的特级教师、高级教师,对“高中 ABC 丛书”进行了全面的改版和修订。

改版后的“高中 ABC 丛书”有如下特点:

1. 内容结构合理 丛书与现行人教版教材密切配合,按章分节编写,由知识要点、例题精析、同步练习及能力测试等板块组成。
2. 注重能力的培养 丛书力求贯彻现代教育新理念,以思维训练为焦点,以方法创新为主线,以能力的培养为核心。
3. 突出重点难点 题型归纳分类解析,思维激活举一反三,重点内容反复强调,难点之处逐个解决。
4. 题量丰富,试题新颖 丛书通过丰富的试题覆盖所学的知识与技能,在练习设计上注重梯度,并针对不同层次的学生安排 A、B、C 多组题目;试题设计新颖,切中高考重点、热点。

目 录

第十八章 交变电流	(1)
一、交变电流的产生和变化规律	(1)
二、表征交变电流的物理量	(3)
三、变压器	(6)
四、电能的输送	(9)
单元测试卷(A)	(11)
单元测试卷(B)	(13)
单元测试卷(C)	(15)
高考试题精选	(17)
第十九章 电磁场和电磁波	(19)
一、电磁场和电磁波	(19)
单元测试卷	(21)
高考试题精选	(22)
第二十章 光的传播	(23)
一、光的直线传播 光速	(23)
二、光的反射和折射	(25)
三、全反射 光导纤维	(27)
四、光的色散	(30)
单元测试卷(A)	(32)
单元测试卷(B)	(34)
单元测试卷(C)	(36)
高考试题精选	(38)
第二十一章 光的本性	(40)
一、光的干涉现象	(40)
二、光的衍射现象 光的偏振现象	(42)
三、光的电磁说 电磁波谱 光谱分析	(44)
四、光电效应	(46)
单元测试卷(A)	(49)
单元测试卷(B)	(50)
单元测试卷(C)	(52)
高考试题精选	(54)
第二十二章 原子和原子核	(56)
一、原子的核式结构 原子核	(56)

二、原子的能级 电子云	(58)
三、天然放射现象	(60)
四、核反应 核能	(62)
五、重核的裂变、轻核的聚变	(64)
单元测试卷(A)	(66)
单元测试卷(B)	(68)
单元测试卷(C)	(69)
高考试题精选	(71)
1. 综合练习(1)	(74)
2. 综合练习(2)	(78)
3. 综合练习(3)	(82)
4. 综合练习(4)	(86)
5. 综合练习(5)	(91)
6. 综合练习(6)	(96)
7. 综合练习(7)	(102)
8. 综合练习(8)	(108)
附:浙江省 2005 年高中证书会考试卷	(114)
附:浙江省 2005 年高中证书会考试卷(杭州二中卷)	(120)
参考答案	(127)

第十八章 交变电流

一、交变电流的产生和变化规律

【知识要点】

1. 交变电流的定义

大小和方向都随时间作周期性变化的电流。

注意：方向随时间周期性变化是交变电流最重要的特征。

2. 正弦式交变电流的产生

线圈在匀强磁场中绕垂直于磁场方向的转轴匀速转动，因切割磁感线而在线圈中产生按正弦规律变化的感应电动势，从而形成正弦交变电流。

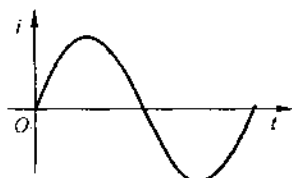
注意：产生正弦交变电流的三个条件：①匀强磁场；②线圈转轴与磁场方向垂直；③线圈绕转轴匀速转动。

3. 正弦式交变电流的变化规律

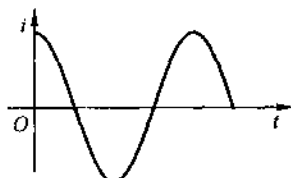
(1) 中性面：在线圈平面垂直于磁感应线时，各边均不切割磁感线，线圈中无感应电流，这样的位置称之为中性面。

(2) 当线圈平面与中性面的夹角为 $\theta = \omega t$ 时，线圈中的感应电动势为 $\varepsilon = NB\omega S \sin \omega t$ ，即按正弦规律变化，故称正弦式交变电流。

(3) 正弦交变电流可以用图象表示，如图所示。



从中性面开始计时



从垂直于中性面开始计时

4. 各种交变电流

实际应用的交变电流不只限于正弦交变电流，它们随时间变化的规律是各种各样的（参见课本图 18-5）。

【例题精析】

例 1 交流发电机在工作时产生的电动势为 $\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t$ ，当将其电枢线圈的匝数增加一倍，转速也增大一倍，其他条件不变时，则其电动势将变为 ()

- A. $\varepsilon_0 \sin 2\omega t$ B. $2\varepsilon_0 \sin 2\omega t$ C. $4\varepsilon_0 \sin 2\omega t$ D. $4\varepsilon_0 \sin 4\omega t$

分析：由正弦式交变电流变化规律知道线圈匝数 N 、磁感应强度 B 、线圈转动的角速度 ω 及线圈面积和所处位置均能决定电动势大小。

解答： $\varepsilon' = 2NB2\omega S \sin 2\omega t = 4NB\omega S \sin 2\omega t = 4\varepsilon_0 \sin 2\omega t$ 。故 C 正确。

例 2 一个在匀强磁场中绕垂直于磁感线的轴匀速转动的矩形线圈，当线圈转至中性面

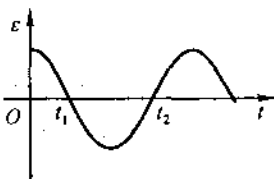
时开始计时。当 $t_1 = \frac{1}{60}$ s 时,线圈中的感应电动势为 50V;当 $t_2 = \frac{1}{30}$ s,线圈中的感应电动势为 $50\sqrt{3}$ V。求:(1)线圈转动的角速度的大小。(2)线圈中感应电动势的瞬时表达式。

分析:线圈转动过程中产生正弦交流电。题目给出了不同时刻的感应电动势值及开始计时的位置,所以可利用正弦交流电瞬时表达式将 t_1, t_2 时刻电动势值代入,求得角速度 ω 和电动势最大值,从而求解。

解答: $\because \varepsilon = \varepsilon_m \sin \omega t, \therefore 50 = \varepsilon_m \sin \omega \frac{1}{60}, 50\sqrt{3} = \varepsilon_m \sin \omega \frac{1}{30}$ 。

即 $\begin{cases} \omega = 10\pi \text{ rad/s} \\ \varepsilon_m = 100 \text{ V} \end{cases}, \therefore \varepsilon = 100 \sin 10\pi t (\text{V})$ 。

例 3 一矩形线圈,在匀强磁场中绕垂直于磁场方向并位于线圈平面内的固定轴转动,线圈中的感应电动势 ε 随时间 t 的变化规律如图所示,则下列说法中正确的是 ()

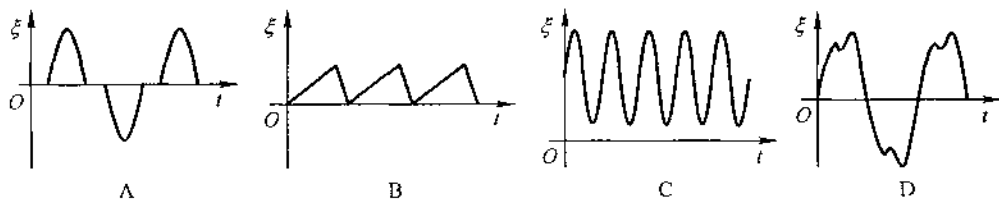


- A. t_1 和 t_2 时刻穿过线圈的磁通量为零
- B. t_1 和 t_2 时刻穿过线圈的磁通量变化率为零
- C. 线圈平面与磁场方向平行的时刻开始计时
- D. 每当感应电动势变换方向时,穿过线圈的磁通量的绝对值最大

分析:由于线圈在中性面时,磁通量最大而感应电动势为零,即磁通量的变化率为零;当线圈垂直于中性面时,磁通量为零而感应电动势最大,即磁通量的变化率最大。因此必须从图象中确定各个时刻的电动势值,再据此来回答。

解答:本题答案 B、C、D 正确。

例 4 如图所示为四种电流的电动势随时间变化的图象,都是周期性变化的,其中属于交变电流的是 ()



分析:交变电流的特征是电动势(电流)大小、方向随时间作周期性变化,而 B、C 图电动势方向不随时间变化,故此电流不属于交变电流。

解答:本题答案为 A、D。

练 习

- 交流发电机的线圈转到线圈平面与中性面重合时,下列说法中正确的是 ()
 - A. 电流将改变方向
 - B. 磁场方向和线圈平面平行
 - C. 线圈的磁通量最大
 - D. 线圈产生的感应电动势最大
- 关于线圈在匀强磁场中转动产生的交变电流,以下说法中正确的是 ()
 - A. 线圈平面每经过中性面一次,感应电流方向就改变一次,感应电动势方向不变
 - B. 线圈每转动一周,感应电流方向就改变一次
 - C. 线圈平面每经过中性面一次,感应电动势和感应电流的方向都要改变一次

- D. 线圈转动一周, 感应电动势和感应电流方向都要改变一次
3. 线圈在匀强磁场中匀速转动, 产生交变电流的图

象如图 18-1-1 所示, 从图可知

()

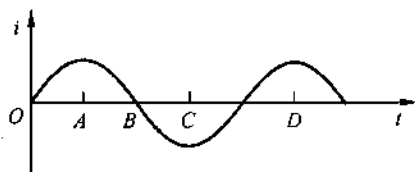


图 18-1-1

- A. 在 A 和 C 时刻线圈处于中性面位置
- B. 在 B 和 C 时刻穿过线圈的磁通量为零
- C. 在 A 时刻到 D 时刻线圈转过的角度为 π
- D. 若从 O 时刻到 D 时刻经过 0.02s, 则在 1s 内交变电流的方向改变 100 次
4. 交流电和直流电都是电荷_____形成的, 而两者的不同在于_____。
5. 如图 18-1-2 的 100 匝矩形线圈, $ab=cd=0.2\text{m}$, $ad=bc=0.1\text{m}$, 磁感应强度 $B=1\text{T}$, 转速 $\omega=5\text{rad/s}$, 则线圈中产生的感应电动势最大值为_____V, 从中性面开始转动的交流电动势瞬时值为 $e=$ _____V。
6. 闭合线圈在匀强磁场中匀速转动, 转速为 240r/min , 若线圈平面转至与磁场平行时的电动势为 2V , 则从中性面开始计时, 所产生的交流电动势表达式为 $e=$ _____V, 从中性面起经 $1/48\text{s}$, 交流电动势的大小为_____V。
7. 一束带电粒子沿着通有交流电的螺线管轴线射入管内, 则粒子在管内的运动状态应是_____。
8. 如图 18-1-3, 闭合线圈匝数为 100 匝, 绕轴 OO' 逆时针匀速转动, 转动角速度为 60rad/s , 线圈边长 $AB=CD=0.3\text{m}$, $AD=BC=0.2\text{m}$, 线圈电阻 $R=10\Omega$, 匀强磁场的磁感应强度 $B=0.5\text{T}$, 方向如图。求:
- (1) 当线圈平面与磁场方向夹角为 30° 时, 感应电动势为多少?
- (2) 当线圈平面与磁场方向平行时, 作用在线圈上的外力的瞬时功率为多少?
- (3) 为了使线圈匀速转动, 每秒钟要提供多少机械能?

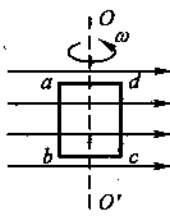


图 18-1-2

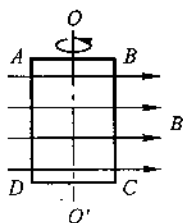


图 18-1-3

二、表征交变电流的物理量

【知识要点】

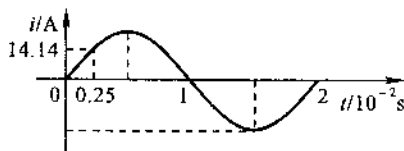
- 表征交变电流变化快慢的物理量是周期和频率
 - (1) 周期 T : 交变电流完成一个周期性变化所需的时间。
 - (2) 频率 f : 交变电流在 1s 内完成周期性变化的次数。
 - (3) 两者与角速度的关系: $\omega=2\pi/T=2\pi f$ 。
- 表征交变电流量值的物理量有瞬时值、最大值、平均值和有效值。

(1)平均值是指交变电流图象中波形与横轴(t 轴)所围成的面积与时间之比,其数值可用 $\epsilon = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 计算,它与所选取的时间间隔有关。凡计算某个过程的电量问题,应用该过程的平均值。

(2)交流电的有效值是根据电流的热效应来确定的,即让交流电和某一直流电通过同样阻值的电阻,如果在相同的时间内产生的热量相同,则这一恒定直流电的值就叫交流电的有效值。因此计算交流电的热效果时必须用有效值。正弦交流电的最大值 ϵ_m 与有效值 $\epsilon_{有}$ 有恒定的关系 $\epsilon_m = \sqrt{2} \epsilon_{有}$ 。在不作特别说明时,提到的交流电的值、电器上的标称值和电表的测量值都是有效值。

【例题精析】

例 1 如图所示为某正弦式电流的图象,求其峰值、周期和角速度,并写出该电流的瞬时值表达式。



分析:从图中可看出交流电的周期 T 为 $0.02s$ 。

在 $t = 0.0025s = T/8$ 时,电流为 $14.14A$,而 $t = T/8$ 时线圈从中性面转过的角度为 45° 。

由电流公式 $i = I_m \sin \omega t$ 得: $14.14 = I_m \sin 45^\circ$, $\therefore I_m = 14.14 / \sin 45^\circ = 20(A)$ 。

而 $\omega = 2\pi/T = 2\pi/0.02 = 100\pi = 314(\text{rad/s})$ 。

解答:此电流的瞬时值表达式为: $i = 20\sin 314t A$ 。

例 2 电路两端的交流电压 $u = U_m \sin 314t V$,在 $t = 0.005s$ 时的值为 $10V$,则接在电路两端的电压表的读数为多少?

分析:电表测量的都是有效值,因而凡是遇到电表的读数问题,首先要判断是否是正弦交流电,若是正弦交流电,就要找出最大值,再由最大值与有效值的关系求出有效值,对于非正弦交流电,得设法由有效值的定义去求有效值。

解答:电压表的读数为交流的有效值 $U = U_m / \sqrt{2}$,当 $t = 0.005s$ 时, $u = 10V$,

即 $10 = U_m \sin(314 \times 0.005) = U_m \sin(\pi/2)$,所以, $U_m = 10(V)$ 。

故电压表读数为 $U = U_m / \sqrt{2} = 10 / \sqrt{2} = 7.07(V)$ 。

例 3 有一小型交流发电机,电枢线圈共 100 匝,长 $15cm$,宽 $8cm$,在磁感应强度 $B = 2/\pi T$ 的匀强磁场中匀速转动,转速为 $50n/s$ 。线圈两端引线通过滑环与电刷连接氖管。氖管当两端电压 $\geq 120\sqrt{2} V$ 时发光,两端电压 $\leq 120V$ 时熄灭。求在 $10min$ 内氖管的发光时间有多长?

分析:由于氖管两端电压 $\geq 120\sqrt{2} V$ 时即发光,两端电压 $\leq 120V$ 时即熄灭,故本题需先确定交流电的瞬时表达式,从而确定半个周期内氖管发光时间,根据周期性即可确定 10 分钟内氖管发光时间。

解答:电动势最大值 $\epsilon_m = N B a b \omega = N B a b 2\pi f = 240V$,电动势瞬时值 $e = 240\sin \omega t V$ 。在半个周期中,即 ωt 在 $0 \sim \pi$ 弧度范围内:氖管点燃时刻 t_1 , $120\sqrt{2} = 240\sin \omega t_1$, $\omega t_1 = \pi/4$,同理可得氖灯熄灭时刻 t_2 , $120 = 240\sin \omega t_2$, $\omega t_2 = 5\pi/6$ 。点燃时间 $\Delta t = t_2 - t_1 = \left(\frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{4} \right) \cdot \frac{1}{\omega} = \frac{7}{12} \cdot \frac{\pi}{\omega} = \frac{7}{24} \cdot T$ 。由于电流反向的半个周期中情况相同,故一个周期内,氖灯点燃的时间为 $\frac{7}{12} T$ 。可知氖管在通电时间中有 $\frac{7}{12}$ 的时间点燃, $t_{总} = \frac{7}{12} t_{总} = \frac{7}{12} \times 600s = 350s$ 。

练 习

1. 矩形线圈在匀强磁场中绕垂直于磁场方向的轴匀速转动, 下列说法正确的是 ()
- A. 在中性面时, 通过线圈的磁通量最大
- B. 在中性面时, 感应电动势最大
- C. 穿过线圈的磁通量为零时, 感应电动势也为零
- D. 线圈每次通过中性面电流方向均改变

2. 一个矩形线圈在匀强磁场中转动产生交流电动势为 $e = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ V}$, 关于这个交变电流的说法中正确的是 ()

- A. 交变电流的频率为 100Hz B. 电动势的有效值为 220V
- C. 电动势的峰值约为 311V D. $t=0$ 时, 线圈平面和中性面垂直

3. 下面关于交变电流的说法中正确的是 ()

- A. 交流电器设备上所标的电压和电流值是交流电的峰值
- B. 用交流电流表和电压表测定的读数值是交流电的瞬时值
- C. 给定的交流数值, 在没有特别说明的情况下都是指有效值
- D. 跟交流电流有相同的热效应的直流电流的数值是交流电流的有效值

4. 如图 18-2-1 表示一交流电的电流随时间而变化的图象, 此交流电流的有效值是 ()

- A. $5\sqrt{2} \text{ A}$ B. 5A
- C. $3.5\sqrt{2} \text{ A}$ D. 3.5A

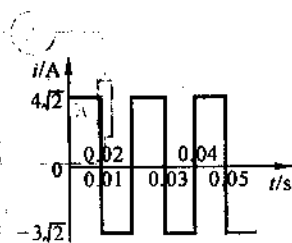


图 18-2-1

5. 一个矩形线圈在匀强磁场中匀速转动(转轴与磁感线垂直)。如图 18-2-2 的正弦曲线表示穿过线圈的磁通量 ϕ 随时间 t 变化的图像。图中磁通量的最大值 $\phi_m = 0.20 \text{ Wb}$, 变化的周期 $T = 0.02 \text{ s}$ 。由图可知, 线圈中

- A. 在 A、C 时刻出现电动势最大值
- B. 最大值 $\epsilon_m = 62.8 \text{ V}$
- C. 最大值 $\epsilon_m = 40 \text{ V}$
- D. 最大值 ϵ_m 无法判定

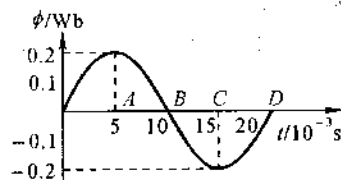


图 18-2-2

6. 一电热器接在 10V 直流电源上, 消耗的功率为 P , 把它接在如图 18-2-3 所示方波的交流电源上时, 它消耗的功率为 $P/2$, 则此方波的幅值 $U_m =$ _____ V, 若把它接在一正弦交流电源上, 消耗的功率也为 $P/2$, 则此正弦波电压的幅值 $U'_m =$ _____ V。

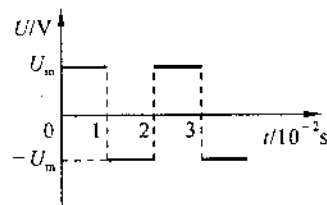


图 18-2-3

7. 某交流电流表达式为 $i = i_m \sin \omega t$, 接一阻值为 1210Ω 的用电器。若在 $t = 3T/8$ 时, 电流表读数为 $2/11 \text{ A}$, 则用电器每小时能消耗 _____ J 的电, 这时加在用电器两端的电压为 _____ V。

8. 如图 18-2-4 所示, 半径为 r 的金属环绕通过其直径的轴 OO' , 以角速度 ω 做匀速转动, 匀强磁场的磁感应强度为 B . 从金属环的平面与磁场方向重合时开始计时, 则在转过 30° 角的过程中, 环中产生的平均感应电动势多大? 如果组成金属环材料单位长度的电阻值为 R_0 , 则在转过 30° 角的过程中, 流过金属环的电量是 _____?

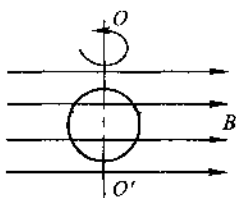


图 18-2-4

9. 有一个交流电流的瞬时值为 $i = 5\sin 100\pi t$ A, 则它的峰值应为 _____ A; 有效值为 _____ A, 周期为 _____ s, 频率为 _____ Hz.
10. 如图 18-2-5 甲所示一线圈共 100 匝, 电阻可忽略, 外接安培表和一阻值 $R = 100\Omega$ 的电阻, 线圈截面积为 0.01 m^2 , 垂直于线圈截面的均匀磁场的磁感应强度随时间变化如图乙所示, 则安培表的读数为 _____ 安培。

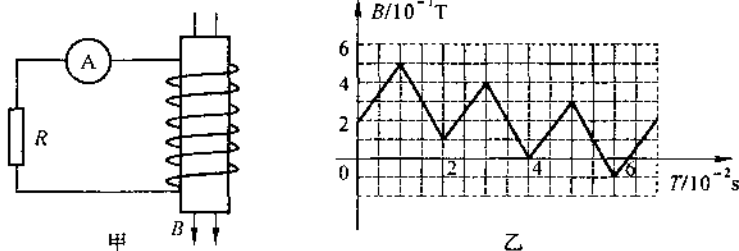


图 18-2-5

三、变压器

【知识要点】

1. 变压器构造和符号(见课本图 18-13)。

2. 理想变压器的变压原理

根据电磁感应(互感)原理, 穿过原、副线圈的 Φ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 相同, 结果原、副线圈产生的感应电动势和它们各自的匝数成正比, 原、副线圈的交流电周期 T 、频率 f 相同。

3. 电压关系: $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2} = \frac{U_3}{n_3} = \dots$ (理解为每匝线圈分得的电压相等)。

4. 功率关系: 输入功率 $P_{\text{入}} =$ 输出功率 $P_{\text{出}}$ 。

5. 电流关系: 用 $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$ 进行推出。如果只有一个原线圈和一个副线圈时关系为: $\frac{I_1}{I_2} =$

$$\frac{n_2}{n_1}$$

6. 几种常见的变压器。

7. 注意问题:

(1) $n_2 > n_1$ 时, $U_2 > U_1$, 变压器为升压变压器;

(2) $n_2 < n_1$ 时, $U_2 < U_1$, 变压器为降压变压器;

(3) n_1 、 n_2 一定时, U_2 随 U_1 变化而变化, I_1 随 I_2 变化而变化, $P_{\text{入}}$ 随 $P_{\text{出}}$ 变化而变化;

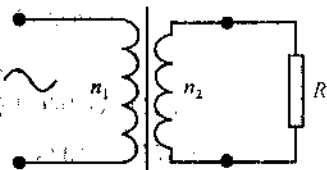
(4) 当原线圈输入稳恒电流时, 副线圈没有电压、电流输出;

(5) 从电能消耗的角度看, 可以认为副线圈断路(或短路)时, 原线圈也处于断路状态(或短

路状态),因此必须避免副线圈发生短路事故。

【例题精析】

例 1 如图所示,理想变压器输入电压一定,应用此理想变压器给负载 R 供电时,要使变压器的输入功率增大可采取的方法是



A. 增大负载电阻值

B. 减小负载电阻值

C. 增加原线圈匝数

D. 增加副线圈匝数

分析:对于理想变压器,由于无能量损失,即输入功率等于输出功率,因而从增大输出功率入手去分析。

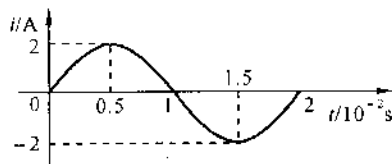
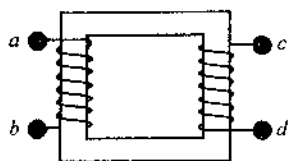
解答:若匝数不变,则 U_1 、 U_2 不变。 $P_{出} = \frac{U_2^2}{R}$, $P_{出}$ 随电阻 R 减小而增加,故 B 正确。若电阻不变,原线圈匝数不变,则副线圈匝数增加, U_2 增加, $P_{出}$ 增加,故 D 正确。所以本题答案为 B、D。

例 2 一台理想的变压器,原线圈加上 220V 的交变电压,副线圈两端的电压是 36V,如果从副线圈上拆去 72 匝后,副线圈上的电压变为 24V,则原线圈的匝数是多少?

分析:两次原线圈中的电压和匝数都没变,因副线圈匝数发生变化而引起副线圈上的电压发生变化可利用理想变压器的关系 $U_1 : U_2 = n_1 : n_2$ 来求解。

解答:根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 有 $\frac{220}{36} = \frac{n_1}{n_2}$, $\frac{220}{24} = \frac{n_1}{n_2 - 72}$ 。 $\therefore n_1 = 1320$ 匝, $n_2 = 216$ 匝。

例 3 如图所示有一理想变压器,原线圈中通有正弦式电流。设原线圈电流从 a 端流入,副线圈从 d 端流入为电流正方向,则原线圈中电流的有效值为 _____ A。当副线圈中电动势达到正方向峰值时,对应图乙中的时刻为 _____ s。



分析:本题解答过程中要注意:

(1) 变压器线圈绕阻的绕向关系。

(2) 决定副线圈电动势大小的是原线圈中电流大小的变化率,而非电流本身大小。

(3) 各坐标轴的标度要看清楚。

解答:(1) 有效值: $I_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} I_{1m} = 1.4$ A。

(2) 当副线圈中电动势达到正方向峰值时,对应图乙中的时刻是 0.01 s。

例 4 有三个线圈的理想变压器,如图所示,原线圈 $n_1 = 1100$ 匝,两端接在 $U = 310 \sin 314 t$ V 的电路里;副线圈 $n_2 = 600$ 匝,两端和电阻 $R = 240 \Omega$ 的用电器相连;副线圈 $n_3 = 100$ 匝,两端接在灯泡 L 上。测得原线圈中通过的电流为 0.5 A,则用电器 R 消耗的功率是多少? 通过灯泡 L 的电流强度是多少?



分析:在计算理想变压器的原、副线圈的电压值与电流值时,一般均用有效值参与计算。虽然这里的理想变压器是多副绕组型的,但由于穿过变压器原、副绕组的磁通量变化率相同,所

以原线圈两端的电压与每组副线圈两端电压之比仍等于它们对应匝数的比;但通过它们的电流强度就不与它们的匝数成反比。要解答有关电流的问题,必须从理想变压器输出功率着手,用能量守恒的观点去考虑这类问题,建立方程求解。

解答:设原、副线圈的匝数分别为 n_1, n_2, n_3 , 电压分别为 U_1, U_2, U_3 , 电流分别为 I_1, I_2, I_3 。

由题意知: $U_1 = 310/\sqrt{2} \text{ V} = 220 \text{ V}$ 。 $\because U_1/U_2 = n_1/n_2$, 即 $220/U_2 = 1100/600$, $\therefore U_2 = 120 \text{ V}$ 。于是,用电器 R 的功率 P_2 为: $P_2 = I_2 U_2 = U_2^2/R = 120^2/240 = 60 \text{ (W)}$ 。

$\because U_1/U_3 = n_1/n_3$, 即 $220/U_3 = 1100/100$, $\therefore U_3 = 20 \text{ V}$ 。

由于理想变压器输出功率等于输入功率, 即: $I_1 U_1 = I_2 U_2 + I_3 U_3$, 得: $I_3 = \frac{I_1 U_1 - I_2 U_2}{U_3} = \frac{0.5 \times 220 - 60}{20} = 2.5 \text{ (A)}$ 。

练 习

1. 一个正常工作的理想变压器的原副线圈中, 下列哪些物理量一定相等 ()
A. 电流的频率 B. 电流的有效值 C. 电功率 D. 磁通量的变化率
2. 有一台理想变压器的原、副线圈匝数之比为 $4:1$, 若原线圈上加 $U = 100\sqrt{2} \times \sin 100\pi t \text{ V}$ 的交流电, 则在副线圈两端用交流电压表测得的电压是 ()
A. 25 V B. 35.25 V C. 400 V D. 564 V

3. 如图 18-3-1 所示, 理想变压器的副线圈上通过输电线接有两个相同的灯泡 L_1 和 L_2 , 输电线的等效电阻为 R 。开始时, 电键 K 断开, 当 K 接通时, 以下说法中正确的是 ()

- A. 副线圈两端 M, N 的输出电压减小
- B. 副线圈输电线等效电阻 R 上的电压降增大
- C. 通过灯泡 L_1 的电流减小
- D. 原线圈中的电流增大

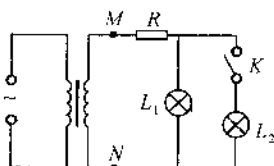


图 18-3-1

4. 图 18-3-2(甲)、(乙)两电路中, 当 a, b 两端与 e, f 两端分别加上 220 V 的交流电压时, 测得 c, d 间与 g, h 间的电压均为 110 V 。若分别在 c, d 两端与 g, h 两端加上 110 V 的交流电压, 则 a, b 间与 e, f 间的电压分别为 ()

- A. $220 \text{ V}, 220 \text{ V}$
- B. $220 \text{ V}, 110 \text{ V}$
- C. $110 \text{ V}, 110 \text{ V}$
- D. $220 \text{ V}, 0$

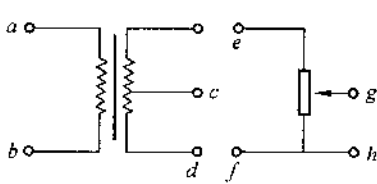


图 18-3-2

5. 有五个完全相同的灯泡连接在理想变压器的原副线圈电路中, 如图 18-3-3 所示。若将该线路与交流电源接通, 且电键 K 接到 1 位置, 发现五个灯发光亮度相同; 若将电键 K 接到 2 位置, 若在 K 变化过程中, 电源电压 u_0 保持不变, 且灯都不会被烧毁, 下述说法中正确的是 ()

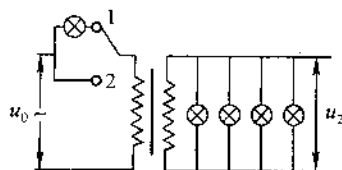


图 18-3-3

- A. 该变压器是降压变压器, 原副线圈数比为 $4:1$
- B. 电源电压 u_0 与变压器的输出电压 u_2 之比为 $4:1$

C. 副线圈电路中的灯仍能发光,且更亮

D. 副线圈电路中的灯仍能发光,只是暗了一些

6. 有一理想变压器能将 100V 的电压降至 3V,将一导线绕过铁芯 2 匝,两端接在电压表上,此电压表读数为 0.1V,则此变压器的原线圈是_____匝,副线圈是_____匝。

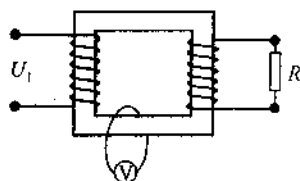


图 18-3-4

7. 如图 18-3-4 所示,变压器副线圈电路中电阻 R 为 7.26Ω ,消耗功率为 6W 。另有一匝线圈串接有电压表,且读数 U 为 50mV ,原线圈两端电压为 $u = 311\sin 100\pi t \text{V}$,求原副线圈的匝数和铁芯内的磁通量变化率表达式。

8. 如图 18-3-5 所示,理想变压器的次级有两组线圈,图中三个灯泡的规格相同,四个电表对电路的影响都可忽略不计。开关 K 断开时,灯 L_1 正常发光,这时两电流表示数之比 $I_1 : I_2$ 是 $1 : 4$;开关 K 闭合时,三个灯都正常发光,这时两电流表示数之比 $I'_1 : I'_2 =$ _____,两电压表示数之比 $U_1 : U_2 =$ _____。

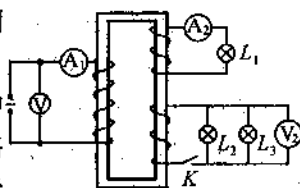


图 18-3-5

9. 如图 18-3-6 所示,变压器的初级线圈 $n_1 = 1100$ 匝,两个副线圈的匝数分别是 $n_2 = 10$ 匝、 $n'_2 = 35$ 匝,输入电压 $U_1 = 220\text{V}$ 。今有两个“ 6V 、 0.9W ”和一个“ 3V 、 0.9W ”的灯泡,要求它们接入电路后都能正常发光。

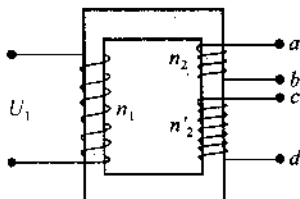


图 18-3-6

(1)画出这三个灯泡与次级线圈连接的电路图。

(2)求原线圈的输入电流多大?

四、电能的输送

【知识要点】

1. 高压输电原理

发电机发出的电能用导线向用户输送时,在输电导线上要产生热量而将一部分电能消耗。

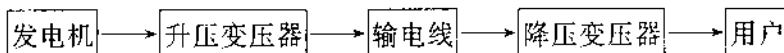
在输电功率 $P_{\text{总}}$ 一定的前提下,输电线上的热损耗 $P_{\text{损}} = I_{\text{输}}^2 R = \left(\frac{P_{\text{总}}}{U_{\text{输}}}\right)^2 R$ 。由上式可以看出,提高输电电压 $U_{\text{输}}$ 能减少输电线上的损耗,因而采用高压输电。

2. 输电导线上的功率损失分析:

(1)减小导线的电阻可减小输电线上损失功率,但有限。

(2)减小输电电流可大大减小输电线上损失的功率,在线路和输电功率不变时,可提高输电电压以减小输电电流。

3. 远距离输电模型



【例题精析】

例 1 发电机的输出电压为 220V ,输出功率为 44kW ,每条输电线电阻为 0.2Ω ,求用户得到的电压和电功率各是多少?如果发电站先用变压比为 $1 : 10$ 的升压变压器将电压升高,经同样输电线路后,经过 $10 : 1$ 的降压变压器降压后供给用户,则用户得到的电压和电功率各是多少?

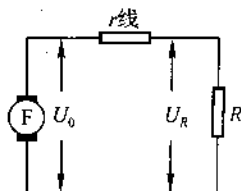
分析:若将发电机发出的电直接输送到用户,因输电电压低电流大,因而在输电导线上的消耗相当大,使得用户得到的电压和功率都相当小。对于利用变压器输电的问题,应画出输电示意图进行分析,如图所示。因为 $Q=I^2Rt$, 为了减少线路上损失,在输送功率一定的情况下,应采用“高电压,小电流”的方式输电。为此,需在发电机输出端将电压升高后接入输电线,在用户区将电压降低后再接入用户。(如果用公式 U^2/r 计算时, U 必须是输电导线上的电压降落,而不是输电导线两端的电压。)由于我们研究的是理想变压器,发电机的输出功率等于升压变压器的输入功率,其中一部分消耗在输电线上,其余均为用户消耗,分别用 $P_{\text{损}}$ 和 $P_{\text{用}}$ 来表示,则有关系 $P_{\text{输出}}=P_{\text{损}}+P_{\text{用}}$ 。

解答:在用 220V 低压直接供电时,电路如图甲所示,则有:

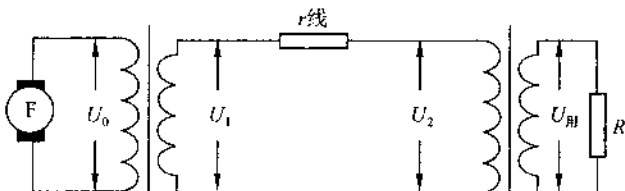
$$\begin{aligned} I &= P_0/U_0 = 44 \times 10^3/220 = 200(\text{A}) & U'_{\text{线}} &= Ir_{\text{线}} = 200 \times (2 \times 0.2) = 80(\text{V}) \\ U_{\text{用}} &= U_0 - U'_{\text{线}} = 220 - 80 = 140(\text{V}) & P'_{\text{线}} &= IU'_{\text{线}} = 200 \times 80 = 16 \times 10^3(\text{W}) \\ P'_{\text{用}} &= P_0 - P'_{\text{线}} = 44 \times 10^3 - 16 \times 10^3 = 28 \times 10^3(\text{W}) \end{aligned}$$

在采用高压供电时,电路图如图乙所示:

$$\begin{aligned} U_1 &= n_1/n_0 \cdot U_0 = 10U_0 = 2200(\text{V}) & I_1 &= P_0/U_1 = 44 \times 10^3/2200 = 20(\text{A}) \\ U'_{\text{线}} &= Ir_{\text{线}} = 20 \times (2 \times 0.2) = 8(\text{V}) & \therefore U_2 &= U_1 - U'_{\text{线}} = 2200 - 8 = 2192(\text{V}) \\ \therefore U_{\text{用}} &= U'_2 n_4/n_3 = 2192 \times 1/10 = 219.2(\text{V}) & P''_{\text{线}} &= I_1 U'_{\text{线}} = 20 \times 8 = 160(\text{W}) \\ P_{\text{用}} &= P_0 - P''_{\text{线}} = 44 \times 10^3 - 160 = 43840(\text{W}) \end{aligned}$$



甲



乙

练习

- 在远距离输电中采用高压输电的原因是 ()
 - 为了提高输电功率
 - 为了减少输电线路中的电压损失
 - 为了使用户获得较高的电压
 - 为了减少输电导线中的损耗
- 远距离输送一定功率的交变电流,若送电电压提高到 n 倍,则输电导线上: ()
 - 电能损失为原来的 $1/n^2$ 倍
 - 电压损失为原来的 $1/n$ 倍
 - 电能损失减少 $\frac{n^2-1}{n^2}$ 倍
 - 电压损失减少 $\frac{n^2-1}{n^2}$ 倍
- 某用电器距供电电源为 $L(\text{m})$,线路上的电流为 I ,若要求线路上的电压降不超过 U ,已知输电导线的电阻率为 ρ ,那么,该输电导线的横截面积最小值是 ()
 - $\frac{\rho L}{R}$
 - $\frac{2\rho LI}{U}$
 - $\frac{U}{\rho IL}$
 - $\frac{2UL}{I\rho}$
- 如图 18-4-1 所示,理想变压器的原线圈接高电压,降压后通过一段电阻不可忽略的线路接用电器。 S 原来闭合,且 $R_1=R_2$,现将 S 断开,那么接在 R_1 两端的交流电压表的示数 V ,原线圈的交流电流表的示数 A 和用电器 R_1 上的功率 P_1 将分别是 ()
 - V 增大, A 增大, P_1 增大

- B. V 增大, A 减小, P_1 增大
C. V 减小, A 减小, P_1 减小
D. V 减小, A 增大, P_1 减小
5. 一小水电站,输出的电功率为 20kW ,输电线总电阻为 0.5Ω ,如果先用 400V 电压输送,后改用 2000V 电压输送,则输送电压提高后,输电导线上损失的电功率的变化情况是
- A. 减少 50W B. 减少 1200W
C. 减少 $7.68 \times 10^6\text{W}$ D. 增大 $7.68 \times 10^6\text{W}$
6. 有一台内阻为 1Ω 的发电机,供给一个学校用电,升压变压器的匝数之比 $4 : 1$,输电线总电阻是 4Ω ,全校共有 “ 40W ” 的电灯 6 盏,若要保持全部电灯正常发光,则:(1)
- (2)发电机的电动势是多大? (3)输电效率是多大?

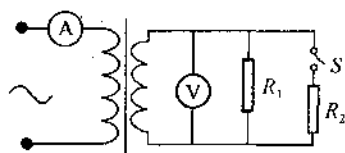


图 18-4-1

7. 在离用电单位较远处建了一座小型的水电站,发电机输出功率为 5kW ,输出电压为 200V ,输电线的电阻为 12Ω ,允许输电线路损耗功率为输送功率的 6% ,用电单位所需的电压为 220V ,根据上述条件:(1)画出供电的电路示意图;(2)计算所用的升压变压器和降压变压器原、副线圈的匝数比各是多少?(假设变压器为理想变压器)

单元测试卷(A)

一、选择题

1. 关于中性面, 下列说法正确的是 ()
- A. 线圈平面跟中性面重合的瞬间, 穿过线圈的磁通量最大, 感应电动势最大
- B. 中性面就是指在匀强磁场中跟磁力线平行的平面
- C. 线圈平面跟中性面重合的瞬间, 穿过线圈的磁通量最小, 感应电动势最小
- D. 线圈平面跟中性面重合的瞬间, 穿过线圈的磁通量最大, 感应电动势为零