

3.3 变压器

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：2023.04.12

本课在课程标准中的表述：了解变压器的构造及工作原理

[学习目标]

- 1.了解变压器的构造及工作原理.
- 2.通过实验探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系.
- 3.掌握理想变压器原、副线圈电压、电流、功率的关系.

[课前预习]

一、变压器的原理

1. 构造：由_____和绕在铁芯上的两个线圈组成，与交流电源连接的线圈叫作_____，与负载连接的线圈叫作_____.
2. 原理：_____现象是变压器工作的基础. 原线圈中电流的大小、方向在不断变化，铁芯中激发的_____也不断变化，变化的磁场在副线圈中产生_____.

二、电压与匝数的关系

1. 理想变压器：没有_____的变压器叫作理想变压器，它是一个理想化模型.
2. 电压与匝数的关系

理想变压器原、副线圈的电压之比等于原、副线圈的_____，即 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$.

3. 两类变压器

副线圈的电压比原线圈的电压低的变压器叫作_____变压器；副线圈的电压比原线圈的电压高的变压器叫作_____变压器.

4. 变压器中的能量转化

原线圈中电场的能量转变成_____的能量，通过铁芯使变化的磁场几乎全部穿过了副线圈，在副线圈中产生了感应电流，磁场的能量转化成了_____的能量.

即学即用：

1. 判断下列说法的正误.

- (1)理想变压器原、副线圈的电压之比等于两个线圈的匝数之比. ()
- (2)变压器能改变交变电流的电压，也能改变恒定电流的电压. ()
- (3)理想变压器不仅能改变交变电流的电压和电流，也能改变交变电流的功率和频率. ()
- (4)理想变压器的输入和输出功率相等. ()

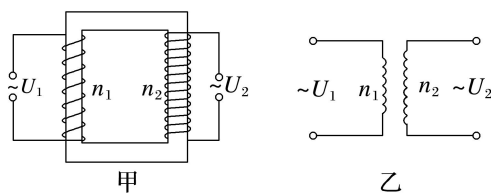
2. 一台理想降压变压器从 10 kV 的线路中降压并提供 200 A 的负载电流. 已知两个线圈的匝数比为 40 : 1, 则副线圈中的输出电压为_____, 输出功率为_____.

[课堂学习]

一、变压器的原理

1. 变压器的构造

变压器由闭合铁芯、原线圈、副线圈组成，其构造示意图与电路中的符号分别如图甲、乙所示。

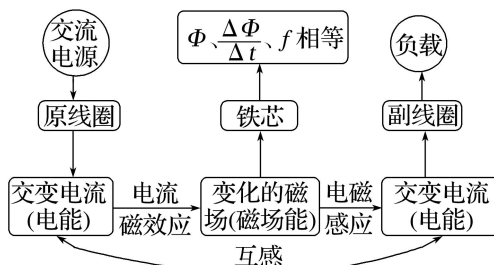


2. 变压器的工作原理

(1)原理

互感现象是变压器工作的基础。电流通过原线圈时在铁芯中激发磁场，由于电流的大小、方向在不断变化，所以铁芯中的磁场也在不断变化。变化的磁场在副线圈中产生了感应电动势，副线圈也能够输出电流。

(2)原理图解



注意 (1)变压器不改变交变电流的周期和频率。(2)变压器只对交变电流起作用，对恒定电流不起作用。(3)变压器的两个线圈之间通过磁场联系在一起，两个线圈间是绝缘的。

【例 1】 关于理想变压器的工作原理，下列说法不正确的是()

- A. 原、副线圈缠绕在一个闭合铁芯上，是为了减少磁场能的损失，有效地传送电能
- B. 铁芯不用整块金属做成，是为了防止原、副线圈短路，造成危险
- C. 变压器不改变交变电流的频率，只改变电压大小
- D. 当原线圈接入恒定电流时，副线圈没有电压输出

二、实验：探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系

1. 实验思路

交变电流通过原线圈时在铁芯中产生变化的磁场，副线圈中产生感应电动势，其两端有输出电压。线圈匝数不同时输出电压不同，实验通过改变原、副线圈匝数，探究原、副线圈的电压与匝数的关系。

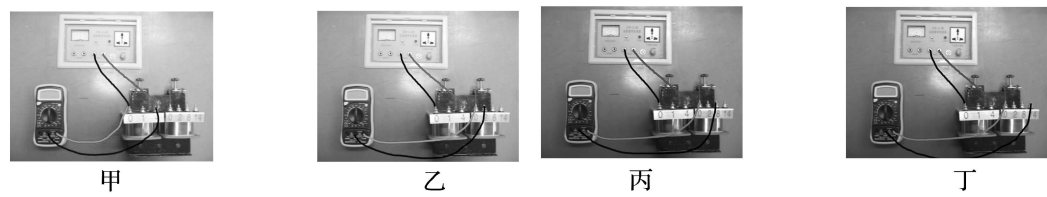
2. 实验器材

多用电表、可拆变压器、学生电源、开关、导线若干(如图所示)



3. 物理量的测量

(1)保持原线圈的匝数 n_1 和电压 U_1 不变，改变副线圈的匝数 n_2 ，研究 n_2 对副线圈电压 U_2 的影响．实物接线如图所示．



表格一 $U_1=5\text{ V}$ ， $n_1=400$ 匝

实验次数	1	2	3
$n_2/\text{匝}$			
U_2/V			

- ①选择 $n_1=400$ 匝，用导线将变压器原线圈接在学生电源的交流输出接线柱上．
- ②将选择开关调至 5 V 挡，使原线圈两端电压为 5 V ，如图甲所示．
- ③将多用电表与副线圈 $n_2=200$ 匝的接线柱相连接，如图乙所示．读出副线圈两端的电压 U_2 ．
- ④将 n_2 、 U_2 记录在表格一中．
- ⑤保持 $n_1=400$ 匝， $U_1=5\text{ V}$ 不变．将多用电表与副线圈 $n_2=800$ 匝的接线柱相连接，如图丙所示，重复上述实验，将结果记录到表格一中．
- ⑥保持 $n_1=400$ 匝， $U_1=5\text{ V}$ 不变．将多用电表与副线圈 $n_2=1\ 400$ 匝的接线柱相连接，如图丁所示，重复上述实验，将结果记录到表格一中．

(2)保持副线圈的匝数 n_2 和原线圈两端的电压 U_1 不变，研究原线圈的匝数 n_1 对副线圈电压 U_2 的影响．

表格二 $U_1=5\text{ V}$ ， $n_2=400$ 匝

实验次数	1	2	3
$n_1/\text{匝}$			
U_2/V			

- ①将(1)中的原线圈作为副线圈，副线圈作为原线圈．
- ②选择 $n_2=400$ 匝，用导线将变压器原线圈 $n_1=200$ 匝接在学生电源的交流输出接线柱上．
- ③将选择开关拨至 5 V 挡．
- ④将多用电表与副线圈 $n_2=400$ 匝的接线柱相连接，读出副线圈两端的电压 U_2 ．
- ⑤将 U_2 、 n_1 记录在表格二中．
- ⑥保持 $n_2=400$ 匝， $U_1=5\text{ V}$ 不变，将连接电源的两根导线先后与原线圈 $n_1=800$ 匝和 $n_1=1\ 400$ 匝的接线柱相连接，重复上述实验，将结果记录到表格二中．
- ⑦拆除实验线路，整理好实验器材．

4. 数据分析与结论

分析表格一和表格二中记录的数据，可得以下结论：

(1)当原线圈电压、原线圈匝数不变时，副线圈电压与副线圈匝数成正比。当原线圈电压、副线圈匝数不变时，副线圈电压与原线圈匝数成反比。

(2)原、副线圈的电压之比 $\frac{U_1}{U_2}$ 等于匝数之比 $\frac{n_1}{n_2}$ 。

【例 2】某同学在实验室进行“探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系”的实验。

(1)下列实验器材必须要用的有_____ (选填字母代号)。

- A. 干电池组
- B. 学生电源
- C. 多用电表
- D. 直流电压表
- E. 滑动变阻器
- F. 条形磁体
- G. 可拆变压器(铁芯、两个已知匝数的线圈)

(2)下列说法正确的是_____ (选填字母代号)。

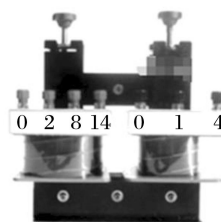
- A. 要研究副线圈匝数对副线圈电压的影响，应该保持原线圈电压、匝数不变，改变副线圈的匝数
- B. 测量电压时，先用最大量程试测，大致确定电压后再选用适当的挡位进行测量
- C. 变压器开始正常工作后，铁芯导电，把电能由原线圈输送到副线圈

(3)该同学通过实验得到了如表所示的实验数据，表中 n_1 、 n_2 分别为原、副线圈的匝数， U_1 、 U_2 分别为原、副线圈的电压，通过实验数据分析可以得到的实验结论是：_____。(用 U_1 、 U_2 、 n_1 、 n_2 表示)

实验次数	n_1 /匝	n_2 /匝	U_1 /V	U_2 /V
1	1 600	400	12.1	2.9
2	800	400	10.2	4.95
3	400	200	11.9	5.92

针对训练 如图所示，在用可拆变压器“探究变压器线圈两端的电压与匝数的关系”实验中，下列说法正确的是()

- A. 可以用多节干电池串联起来作为电源
- B. 若铁芯不闭合，通过正确的操作可以得到结论：在误差允许的范围内原、副线圈的匝数比等于电压之比
- C. 原线圈接 0、8 接线柱，副线圈接 0、4 接线柱，副线圈电压大于原线圈电压
- D. 保持原线圈匝数和电压不变，改变副线圈的匝数，可以研究副线圈匝数对输出电压的影响



三、理想变压器的基本关系

1. 电压关系

(1)只有一个副线圈时， $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 。

当 $n_2 > n_1$ 时， $U_2 > U_1$ ，变压器使电压升高，是升压变压器。

当 $n_2 < n_1$ 时, $U_2 < U_1$, 变压器使电压降低, 是降压变压器.

(2) 有多个副线圈时, $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2} = \frac{U_3}{n_3} = \dots$

2. 功率关系

从能量守恒看, 理想变压器的输入功率等于输出功率, 即 $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$.

3. 电流关系

(1) 只有一个副线圈时, $U_1 I_1 = U_2 I_2$ 或 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$.

(2) 当有多个副线圈时, $I_1 U_1 = I_2 U_2 + I_3 U_3 + \dots$ 或 $n_1 I_1 = n_2 I_2 + n_3 I_3 + \dots$

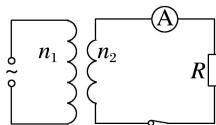
【例 3】 如图所示电路中, 理想变压器原、副线圈的匝数之比 $n_1 : n_2 = 22 : 5$, 原线圈接在 $u_1 = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) 的交流电源上, 电阻 $R = 25 \Omega$, A 为理想电流表, 则 A 的示数为()

A. 12.44 A

B. 8.80 A

C. 2.00 A

D. 2.83 A



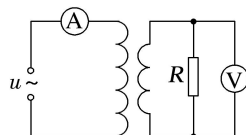
【例 4】 如图所示, 理想变压器的原线圈接在 $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) 的交流电源上, 副线圈接有 $R = 55 \Omega$ 的负载电阻, 原、副线圈匝数之比为 2 : 1, 电流表、电压表均为理想电表. 下列说法正确的是()

A. 电流表的示数为 1 A

B. 原线圈的输入功率为 $220\sqrt{2}$ W

C. 电压表的示数为 $110\sqrt{2}$ V

D. 副线圈输出交流电的周期为 50 s



【课后作业】 完成课后作业

【课后感悟】 _____
