

4 变 压 器

目标定位

1. 知道变压器的构造,了解变压器的应用。
2. 知道变压器的工作原理。
3. 理解理想变压器原、副线圈中电压和匝数、电流和匝数之间的关系。

核心提示

- 重点:** 1. 变压器的工作原理。
2. 理想变压器原、副线圈两端的电压关系及两线圈中的电流关系。
- 难点:** 1. 理想变压器中各物理量的制约关系。
2. 电压关系、电流关系的应用。

自主初探·夯基础

温馨提示
如果您在观看本课件的过程中出现压字现象，请关闭所有幻灯片，重新打开可正常观看。

前知回顾

1. 电磁感应：穿过闭合回路的 **磁通量** 发生变化，回路中就产生感应电动势和感应电流。

2. 法拉第电磁感应定律的公式： $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。

3. 交流电路中电压的瞬时值表达式： $u = U_m \sin\omega t$ 。

4. 正弦交变电流电压的有效值与最大值之间的关系：

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}。$$

自主学习

一、变压器的原理

1. 构造：由闭合铁芯和绕在铁芯上的两个线圈组成，与电源连接的线圈叫作 **原线圈**，与负载连接的线圈叫作 **副线圈**。

2. 原理：互感现象是变压器的工作基础。原线圈中电流的大小、方向不断变化，在铁芯中激发的磁场也不断变化，变化的磁场在副线圈中产生 **感应电动势**，能够输出电压和电流。

二、电压与匝数的关系

1. 电压与匝数的关系：原、副线圈的电压之比等于两个线圈的

匝数 之比，即 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 。

2. 两类变压器：副线圈的电压比原线圈电压低的变压器叫 降压 变压器；副线圈的电压比原线圈电压高的变压器叫 升压 变压器。

3. 理想变压器：没有 能量损失 的变压器。

【思考辨析】

1. 判断正误：

- (1) 变压器的原、副线圈是用导线连接在一起的。 ()
- (2) 变压器只能改变交变电流的电压。 ()
- (3) 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。 ()
- (4) 理想变压器是一个理想化模型。 ()
- (5) 学校中用的变压器工作时没有能量损失。 ()

提示：（1）×。变压器的原、副线圈是互相绝缘的。

（2）√。变压器只能改变交变电流的电压。

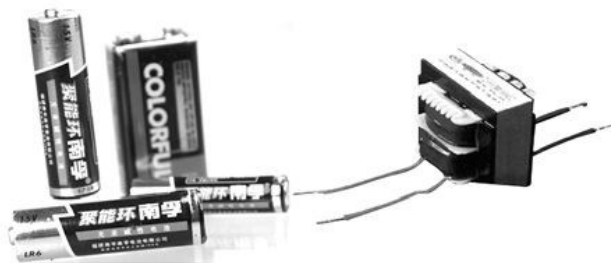
（3）√。实验和理论分析都表明，原、副线圈的电压之比等于两个线圈的匝数之比。

（4）√。理想变压器和我们以前学过的质点、点电荷一样也是一个理想化模型。

（5）×。实际生活中使用的变压器工作时都有能量损失。

2. 问题思考：

(1) 如果将变压器的原线圈接到直流电源上，在副线圈上还能输出电压吗？



提示：不能。变压器的工作原理是互感现象，在原线圈上接直流电源，在铁芯中不会形成变化的磁场，所以在副线圈上不会有感应电动势产生。

(2) 变压器线圈两端的电压与匝数有什么关系？

提示：原线圈两端的电压由输入电压决定，与匝数无关，副线圈两端的电压在输入电压和原线圈的匝数一定的情况下，随副线圈的匝数的增加而增大，即副线圈匝数越多，其两端的电压越大。

核心归纳 · 抓要点

— 理想变压器的变压及变流

拓展
提升

1. 理想变压器的特点：

- (1) 原、副线圈的电阻不计，不产生热量。
- (2) 变压器的铁芯无漏磁，原、副线圈磁通量无差别。
- (3) 变压器自身的能量损耗不计，原线圈的输入功率等于副线圈的输出功率。

2. 电压关系：由于不计原、副线圈的电阻，所以 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 。当有 n 组线圈时，则有：

$$\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2} = \frac{U_3}{n_3} \dots$$

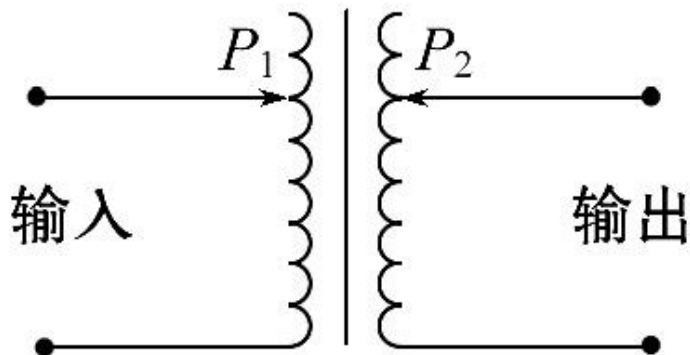
3. 功率关系：对于理想变压器，不考虑能量损失， $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$ 。

4. 电流关系：由功率关系，当只有一个副线圈时， $I_1 U_1 = I_2 U_2$ ，
 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}$ 。
 当有多个副线圈时， $I_1 U_1 = I_2 U_2 + I_3 U_3 + \dots$ 得 $I_1 n_1 = I_2 n_2 + I_3$

$n_3 + \dots$

- 【特别提醒】**（1）变压器只对变化的电流起作用，对恒定电流不起作用；
- （2）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；
- （3）变压器不能改变交变电流的周期和频率；
- （4）原、副线圈的感抗均趋于无穷大，从而空载电流趋于0。

【典例 1】（多选）（2013·哈尔滨高二检测）某型号家用交流稳压器中，变压器的原、副线圈都带有滑动触头，如图所示，当变压器输入电压发生变化时，可通过向上、向下调节 P_1 、 P_2 的位置，使输出电压稳定在 220 V 。现发现输出电压低于 220 V ，欲通过调节 P_1 、 P_2 的位置使输出电压稳定在 220 V ，下列措施可行的是（ ）



- A. 保持 P_1 不动，将 P_2 向上移
- B. 保持 P_2 不动，将 P_1 向下移
- C. 将 P_1 向上移，同时 P_2 向下移
- D. 将 P_1 向下移，同时 P_2 向上移

【解题探究】增多1) P_1 向下移，原线圈匝数 ， P_1 向上移，原线圈匝数 。

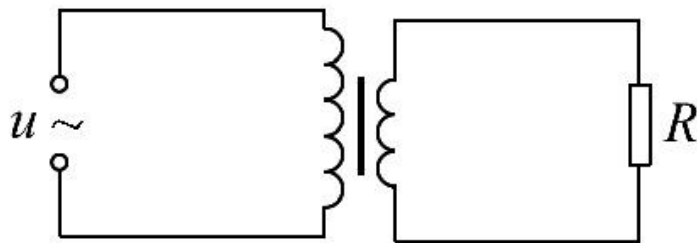
减少

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

(2) 变小与原、副线圈匝数的关系： ，只有 n_1 增加时， U_2 ；只有 n_2 增加时， U_2 。

【标准解答】选 A、B、D。设变压器的输入电压为 U_1 ，输出电压为 U_2 ，原、副线圈匝数分别为 n_1 、 n_2 ；现输出电压低于 220V，要调高 U_2 ，根据变压器的工作原理， $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，则 $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1$ ，增大 U_2 的方法：可以增大 n_2 ，A 正确，也可以减小 n_1 ，B 正确，还可以增大 n_2 的同时减小 n_1 ，D 正确。

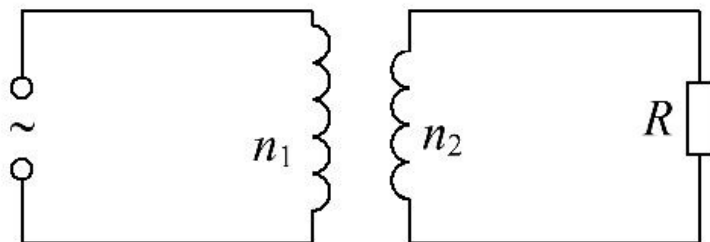
【变式训练】（2013·西城区高二检测）如图所示，理想变压器原、副线圈的匝数比为 2:1，电阻 $R=55.0\ \Omega$ ，原线圈两端接一正弦式交变电流，电压 u 随时间 t 变化的规律为 $u=110\sqrt{2}\sin 20\pi t$ （V），时间 t 的单位是 s。那么，通过电阻 R 的电流有效值和频率分别为（ ）



- A. 1.0 A、20 Hz B. $A\sqrt{2}$ 20 Hz
C. $\sqrt{2}$ A、10 Hz D. 1.0 A、10 Hz

【解析】选 D。原线圈电压有效值为 110 V，副线圈电压有效值为 55 V，通过电阻 R 的电流有效值为 1.0 A，频率为 10 Hz，选项 D 正确。

【变式备选】 如图所示，原、副线圈匝数比为 **2:1** 的理想变压器正常工作时 ()



- A. 原、副线圈磁通量之比为 1:2
- B. 原、副线圈电流之比为 1:2
- C. 输入功率和输出功率之比为 1:2
- D. 原、副线圈电压之比为 1:2

【解析】选 B。理想变压器原、副线圈的磁通量总相等，A 错；
电流之比等于原、副线圈匝数之比 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$ ，B 对；输入功率总
等于输出功率，C 错；电压与匝数满足 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，D 错。

二 理想变压器中各量的制约关系和动态分析

1. 变压器工作时的制约关系：

(1) 电压制约：当变压器原、副线圈的匝数比 $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$ 一定时，输入电压 U_1 决定输出电压 U_2 ，即 $U_2 = \frac{n_2 U_1}{n_1}$ 。

(2) 功率制约： $P_{\text{出}}$ 决定 $P_{\text{入}}$ ， $P_{\text{出}}$ 增大， $P_{\text{入}}$ 增大； $P_{\text{出}}$ 减小， $P_{\text{入}}$ 减小， $P_{\text{出}}$ 为 0， $P_{\text{入}}$ 为 0。

(3) 电流制约：当变压器原、副线圈的匝数比 $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$ 一定，且输入电压 U_1 确定时，副线圈中的输出电流 I_2 决定原线圈中的电流 I_1 ，即 $I_1 = \frac{n_2 I_2}{n_1}$ 。

2. 对理想变压器进行动态分析的两种常见情况：

(1) 原、副线圈匝数比不变，分析各物理量随负载电阻变化而变化的情况，进行动态分析的顺序是 $R \rightarrow I_2 \rightarrow P_{\text{出}} \rightarrow P_{\text{入}} \rightarrow I_1$ ；

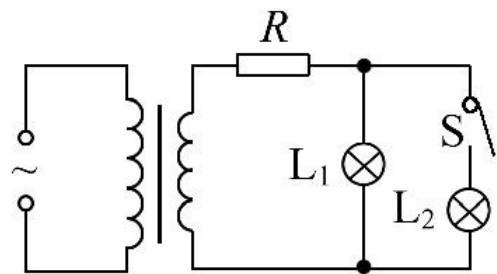
(2) 负载电阻不变，分析各物理量随匝数比的变化而变化的情况，进行动态分析的顺序是 $n_1、n_2 \rightarrow U_2 \rightarrow I_2 \rightarrow P_{\text{出}} \rightarrow P_{\text{入}} \rightarrow I_1$ 。

【特别提醒】（1）电压的制约关系反映了感应电动势的因果关系；

（2）功率和电流的制约关系，体现了能量守恒的特点；

（3）含有理想变压器的动态电路分析，变压器的副线圈可以看作负载的无阻电源，与副线圈组成的电路可以参照直流电路动态分析的方法。

【典例 2】（2013·福州高二检测）用电高峰期，电灯往往会变暗，其原理可简化为如下物理问题。如图所示，理想变压器的副线圈上，通过输电线连接两只相同的灯泡 L_1 和 L_2 ，输电线的等效电阻为 R ，原线圈输入有效值恒定的交流电压，当开关 S 闭合时，以下说法中正确的是（ ）



- A. 原线圈中电流减小
- B. 副线圈输出电压减小
- C. R 两端的电压增大
- D. 原线圈输入功率减小

【解题探究】 (1) 开关 S 闭合后，副线圈电路中的总电阻 减小，总功率 增大，总电流 增大。

(2) 开关 S 闭合后，副线圈和灯泡 L_1 两端的电压怎样变化？

提示：副线圈两端的电压不变，灯泡 L_1 两端的电压减小。

【标准解答】选 C。原线圈输入电压恒定，副线圈输出电压不变，B 错误；当开关 S 闭合后，电路中总电阻减小，总电流和总功率变大，原线圈中电流和输入功率都变大，R 两端的电压增大，故 C 正确，A、D 错误。

【总结提升】理想变压器动态问题的处理方法

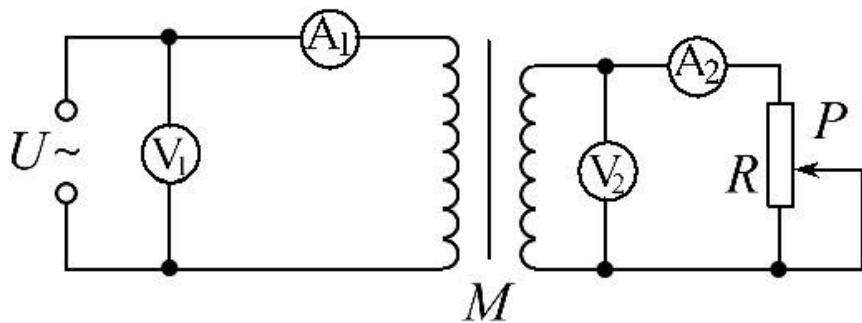
(1) 首先抓住三个决定原则：输入电压 U_1 决定输出电压 U_2 ；输出电流 I_2 决定输入电流 I_1 ；输出功率 P_2 决定输入功率 P_1 。

(2) 把副线圈当作电源，研究副线圈电路电阻变化。

(3) 根据闭合电路的欧姆定律，判定副线圈电流的变化、功率的变化。

(4) 根据理想变压器的变压规律、变流规律和功率规律判定原线圈电流的变化及输入功率的变化。

【变式训练】（多选）（2013·大连高二检测）如图所示， M 为理想变压器，电表均可视为理想电表，电源电压 U 不变，输电线电阻忽略不计。当变阻器滑片 P 向上移动时，读数发生变化的电表是（ ）



A. A_1

B. A_2

C. V_1

D. V_2

【解析】选 A、B。由于电源电压 U 不变，根据理想变压器工作原理可知，两电压表示数不变，C、D 错误；当变阻器滑片 P 向上移动时，变阻器连入电路的电阻减小，右侧电路中电流增大，B 正确；根据 $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$ 可知，原线圈中的输入功率增大，所以电流也增大，A 正确。

备选例题

考查内容

交变电流与变压器综合问题

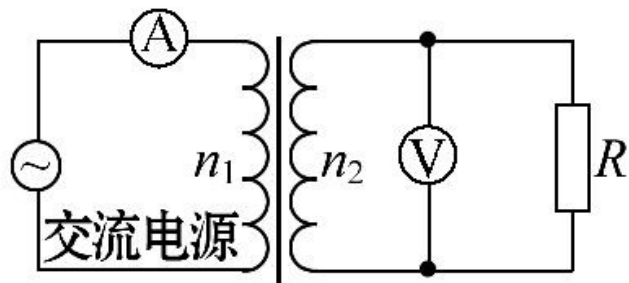
【典例】 (多选) (2013·日照一模) 如图所示, 一理想变压器的原线圈匝数为 $n_1=1000$, 副线圈匝数为 $n_2=200$, 电阻 $R=8.8\Omega$, 原线圈接入一电压 $u=220\sqrt{3}\sin 100\pi t$ (V) 的交流电源, 电压表和电流表对电路的影响可忽略不计, 则 ()

A. 副线圈交变电流的频率是 100 Hz

B. $t=1\text{s}$ 时, 电压表的示数为 0

C. 电流表的示数为 1 A

D. 变压器的输入功率为 220 W



【解析】选 C、D。由 $u=20\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V) 可知, 交流电源的频率为 50 Hz, 变压器不改变交变电流的频率, 选项 A 错误; $t=1$ s 时, 电源电压的瞬时值为 0, 而电压表测的是电阻两端电压的有效值, 由 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$ 得, $U_2=44$ V, 即电压表的示数是 44 V, 故选项 B 错误; 通过电阻 R 的电流是 5 A, 电阻 R 消耗的电功率为 220 W, 选项 D 正确; 由 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$ 得通过电流表的电流为 1 A, 选项 C 正确。



易错辨析

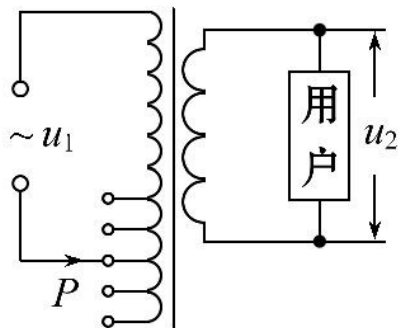
交变电流和变压器问题的辨析变压器是交变电流产生的延伸，此知识点可以与前面三节进行整合，关于计算变压器副线圈输出电压的技巧要注意以下三点：

(1) 深刻理解交变电流的产生原理，从而进一步理解好变压器的变压原理；

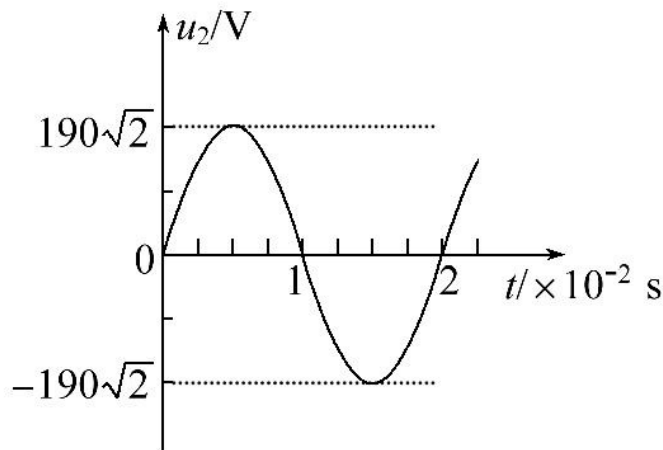
(2) 变压器是利用互感原理，所以变压器的输出电压的周期和频率与输入电压的周期和频率相同；

(3) 分清原线圈和副线圈，利用公式 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 和 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 列出相应方程式并求解。

【案例展示】（多选）为保证用户电压稳定在 220V ，变电所需适时进行调压，图甲为调压变压器示意图。保持输入电压 u_1 不变，当滑动接头 P 上下移动时可改变输出电压。某次检测得到用户电压 u_2 随时间 t 变化的曲线如图乙所示。以下选项正确的是（ ）



甲



乙

A. $u_2 = 190\sqrt{2} \sin(50\pi t) \text{ V}$

B. $u_2 = 190\sqrt{2} \sin(100\pi t) \text{ V}$

C. 为使用户电压稳定在 220 V，应将 P 适当下移

D. 为使用户电压稳定在 220 V，应将 P 适当上移

【标准解答】选 B、D。由电压 u_2 随时间 t 变化的曲线可知，用户电压的最大值是 $190\sqrt{2}$ V，周期是 2×10^{-2} s，所以 $u_2 = 190\sqrt{2} \sin(100\pi t)$ V，A 错误，B 正确；根据 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$ ， n_1 减小， U_2 增大，因此为使用户电压稳定在 220 V，应将 P 适当上移，C 错误，D 正确。

【易错分析】 本题易错选项及错误原因分析如下：

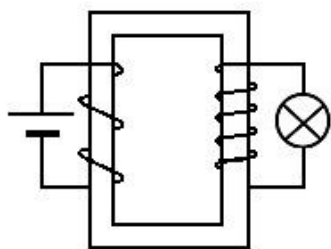
易错选项	错误原因
A	在列瞬时值表达式时对交变电流的周期（或频率）与圆频率的关系 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 不清导致错误
C	不理解升高输出电压时如何改变原线圈的匝数导致错误

学业测试·速达标

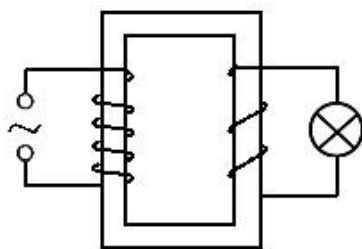
1. (多选) (基础理论辨析题) 关于变压器的原理和应用, 下列说法正确的是 ()
- A. 变压器的原线圈和副线圈是用导线连接的
 - B. 变压器的工作原理是互感现象
 - C. 输入电压一定时, 原线圈匝数越多, 输出电压越大
 - D. 没有能量损失的变压器叫作理想变压器
 - E. 理想变压器的输入功率大于输出功率
 - F. 理想变压器的原、副线圈的电流之比等于原、副线圈的匝数之比

【解析】选 B、D。变压器的原、副线圈是绝缘的，A 错误；变压器的工作原理是互感现象，B 正确；根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，原线圈匝数越多，输出电压越小，C 错误；没有能量损失的变压器叫作理想变压器，D 正确；理想变压器的输入功率等于输出功率，E 错误；理想变压器原、副线圈的电流之比等于原、副线圈匝数之比的倒数，F 错误。

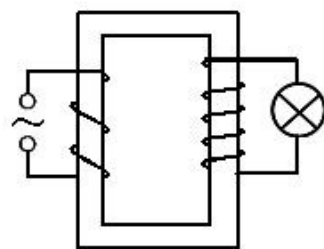
2. 下面可以将电压升高供给家用电灯的变压器是 ()



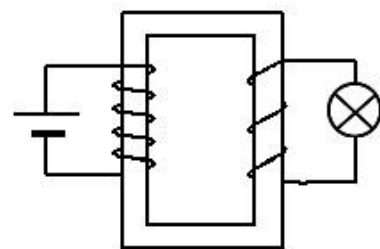
A



B



C



D

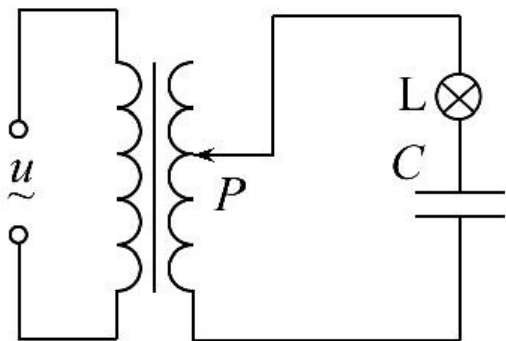
【解析】选C。电压升高，原线圈的匝数要少于副线圈的匝数，要接交流电，接直流电时变压器不工作，故C正确。

3. 一个正常工作的理想变压器的原、副线圈中，下列的哪个物理量一定相等（ ）

- A. 交变电流的电压 B. 交变电流的电流
C. 输入和输出的电功率 D. 没有物理量相等

【解析】选C。变压器可以改变原、副线圈中的电压和电流，因此原、副线圈中的电压和电流一般是不相同的，所以A、B错；由于理想变压器不消耗能量，故原线圈输入功率等于副线圈输出功率，C对、D错。

4. (多选) (2013·江苏高考) 如图所示, 理想变压器原线圈接有交流电源, 当副线圈上的滑片 P 处于图示位置时, 灯泡 L 能发光, 要使灯泡变亮, 可以采取的方法有 ()



- A. 向下滑动 P
- B. 增大交流电源的电压
- C. 增大交流电源的频率
- D. 减小电容器 C 的电容

【解析】选 B、C。根据变压器的变压原理，滑片 P 向下滑动时，副线圈的匝数变少，则输出电压变小，灯变暗，A 项错误；增大交流电源的电压时，输出电压随之增大，灯变亮，B 项正确；电容器具有“通高频，阻低频”的特性，故增大交流电源的频率，使电容器通交流电的性能增强，灯变亮，C 项正确；减小电容器 C 的电容，会使电容器通交流电的性能减弱，导致灯变暗，D 项错误。

5. (2013·广东高考) 如图, 理想变压器原、副线圈匝数比 $n_1:n_2=2:1$,

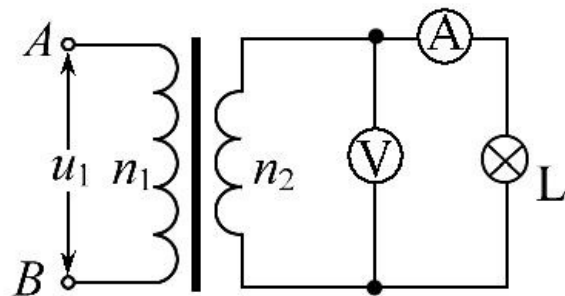
\textcircled{V} 和 \textcircled{A} 均为理想电表, 灯泡电阻 $R_L=$

$6\ \Omega$, AB 端电压 $u_1=12\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V)。下列说法正确的

是 ()

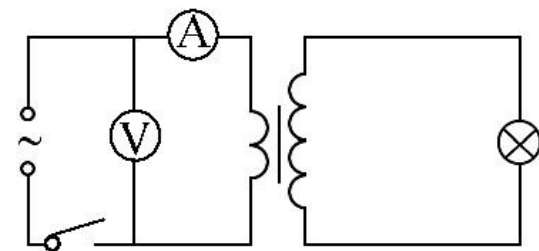
A. 电流频率为 100 Hz B. \textcircled{V} 的读数为 24 V

C. \textcircled{A} 的读数为 0.5 A D. 变压器输入功率为 6 W



【解析】选D。由AB端电压 $u_1 = \sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V) 知 $\omega = 100\pi$ ，又 $\omega = 2\pi f$ ，得频率 $f = 50$ Hz，A 错误；由理想变压器规律 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ， $U_2 = 6$ V，B 错误；又 $I_2 \frac{U_2}{R_L} = 1$ A，C 错误； $P_2 = U_2 I_2 = 6$ W， $P_1 = P_2$ ，D 正确。

6. (2011·新课标全国卷) 如图，一理想变压器原、副线圈的匝数比为 **1:2**；副线圈电路中接有灯泡，灯泡的额定电压为 **220V**，额定功率为 **22W**；原线圈电路中接有电压表和电流表。现闭合开关，灯泡正常发光。若用 **U** 和 **I** 分别表示此时电压表和电流表的读数，则 ()



A. $U=110\text{ V}$, $I=0.2\text{ A}$

B. $U=110\text{ V}$, $I=0.05\text{ A}$

C. $U=10\sqrt{2}\text{ V}$, $I=0.2\text{ A}$

D. $U=10\sqrt{2}\text{ V}$, $I=0.2\sqrt{2}\text{ A}$

【解析】选 A。在副线圈电路中, $I_2 = \frac{P}{U_2} = \frac{22 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0.1 \text{ A}$ 。
再根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 及 $\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2}$, 得 $U_1=110 \text{ V}$, $I_1=0.2 \text{ A}$, 故 B、C

D

错, A 正确。

7. (2013·东莞高二检测) 一台理想变压器原、副线圈匝数比为 10:1，原线圈接 $u=100\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) 的交变电压，副线圈两端用导线接规格为“6 V 12 W”的小灯。已知导线总电阻 $r=0.5\ \Omega$ ，试求：副线圈应接几盏小灯？这些小灯应如何连接才能使这些小灯都正常发光？

【解析】 由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，得副线圈两端电压的有效值

$$U_2 = U_1 \frac{n_2}{n_1} = 100 \times \frac{1}{10} \text{ V} = 10 \text{ V}$$

导线上的电压 $U_{\text{线}} = 10 \text{ V} - 6 \text{ V} = 4 \text{ V}$

副线圈中的输出电流 $I_2 = \frac{4}{0.5} \text{ A} = 8 \text{ A}$

每个小灯的额定电流 $I = \frac{P}{U} = \frac{12}{6} \text{ A} = 2 \text{ A}$

应接小灯的盏数： $n = \frac{8}{2} = 4$ （盏） 连接方式为并联。

答案： 4 盏 并联



课时提升卷



点击进入
Word版可编辑套题

