

# 专题五 电路 电磁感应

## 一、考情统计

| 讲次          | 近三年考情统计 |            |         |
|-------------|---------|------------|---------|
|             | 2017    | 2018       | 2019    |
| 第1讲<br>电路分析 |         |            |         |
|             |         | 全国卷Ⅲ 16    |         |
|             |         |            |         |
| 第2讲<br>电磁感应 | 全国卷Ⅰ 18 | 全国卷Ⅰ 17、19 | 全国卷Ⅰ 20 |
|             | 全国卷Ⅱ 20 | 全国卷Ⅱ 18    | 全国卷Ⅱ 21 |
|             | 全国卷Ⅲ 15 | 全国卷Ⅲ 20    | 全国卷Ⅲ 19 |

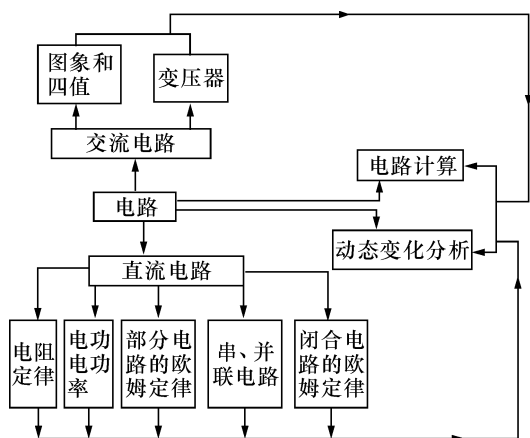
## 二、考向分析及备考建议

高考着重考查的知识点有:含变压器、电容器及其他电学元件的动态电路分析问题;交变电流的产生与四值问题;电磁感应现象、感应电流产生的条件、楞次定律、法拉第电磁感应定律、电磁感应与电路结合问题、电磁感应中的力学规

律、电磁感应中的功能问题;理想变压器及其规律.本节容易以近代科技、生活实际为背景命题.复习备考时,要熟练掌握基本概念和基本规律,会运用相关知识解决实际问题,同时注意本专题知识与力学、电路知识的综合应用,不断提高综合分析能力.

## 第1讲 电路分析

### 知识网络



### 基础落实

1. 闭合电路的欧姆定律:

$$I = \frac{E}{R + r}, U_{\text{路端}} = E - Ir$$

2. 交流电的四值:

①最大值:  $E_m = \dots$ ;

②瞬时值:  $e = E_m \sin \omega t$ ;

③平均值:  $\bar{E} = \dots$ ;

④有效值:由电流热效应定义求解.

对于正弦(或余弦)交流电,有效值=\_\_\_\_\_.

3. 理想变压器

①功率:  $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$ , 由\_\_\_\_\_决定\_\_\_\_\_;

②电压:  $\frac{U_1}{U_2} = \dots$ ;

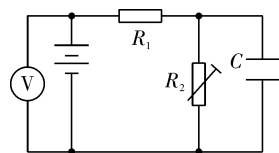
③电流:  $\frac{I_1}{I_2} = \dots$  (“一原一副”变压器);

④频率:  $f_1 = f_2$ .

### 考点突破

#### 考点一 直流电路的动态问题

**例1** 如图所示的温控电路中,  $R_1$  为定值电阻,  $R_2$  为半导体热敏电阻(温度越高电阻越小),  $C$  为电容器, 电源内阻不可忽略. 当环境温度降低时下列说法正确的是 ( )



A. 电容器  $C$  的带电量增大

B. 电压表的读数减小

C. 干路电流增大

D.  $R_1$  消耗的功率变大

**【方法总结】**直流电路动态问题分析方法

1. 程序法

基本思路是“部分→整体→部分”。即从阻值的变化入手,由串、并联规律判定 $R_{总}$ 的变化情况,再由闭合电路欧姆定律判断 $I_{总}$ 和 $U_{端}$ 的变化情况,最后由部分电路欧姆定律及串联分压、并联分流等规律判断各部分的变化情况。

2. 结论法——“串反并同”

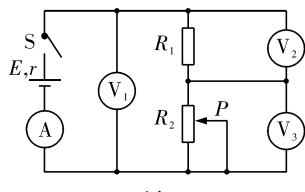
“串反”:指某一电阻增大(减小)时,与它串联或间接串联的电阻中的电流、两端电压、电功率都将减小(增大)。

“并同”:指某一电阻增大(减小)时,与它并联或间接并联的电阻中的电流、两端电压、电功率都将增大(减小)。

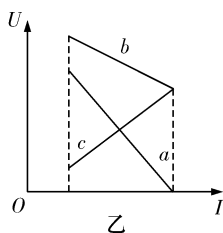
**变式训练 1**

(多选)在如图甲所示的电路中,电源的电动势为 $E$ ,内阻为 $r$ , $R_1$ 为定值电阻, $R_2$ 为滑动变阻器,闭合开关 $S$ ,在滑动变阻器的滑动触头 $P$ 向上滑动的过程中,四个理想电表的示数都发生了变化。图乙中的三条图线分别表示了三个电压表示数的变化情况,则下列说法正确的是

( )



甲



乙

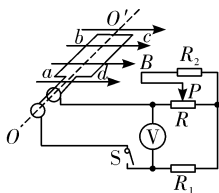
- A. 图线 $a$ 表示的是电压表 $V_1$ 的示数的变化情况
- B. 图线 $c$ 表示的是电压表 $V_2$ 的示数的变化情况
- C. 此过程中电压表 $V_1$ 示数的变化量 $\Delta U_1$ 和电流表 $A$ 示数的变化量 $\Delta I$ 的比值的绝对值不变
- D. 此过程中电压表 $V_3$ 示数的变化量 $\Delta U_3$ 和电流表 $A$ 示数的变化量 $\Delta I$ 的比值的绝对值变小

**考点二 交变电流的产生及其变化规律**

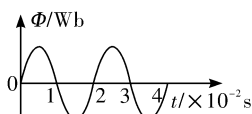
**例 2**

(多选)图甲为小型旋转电枢式交流发电机,电阻为 $r=2\ \Omega$ 的矩形线圈在磁感应强度为 $B$ 的匀强磁场中,绕垂直于磁场方向的固定轴 $OO'$ 匀速转动,线圈的两端经集流环和电刷与右侧电路连接,右侧电路中滑动变阻器 $R$ 的最大阻值为 $R_0=\frac{40}{7}\ \Omega$ ,滑片 $P$ 位于滑动变阻器中央,定值电阻 $R_1=R_0$ 、 $R_2=\frac{R_0}{2}$ ,其他电阻不计。从线圈平面与磁场方向平行时开始计时,闭合开关 $S$ ,线圈转动过程中理想交流电压表示数是 $10\ \text{V}$ ,图乙是矩形线圈磁通量 $\Phi$ 随时间 $t$ 变化的图象,则下列说法正确的是

( )



甲



乙

- A. 电阻 $R_2$ 上的热功率为 $\frac{5}{7}\ \text{W}$

B.  $0.02\ \text{s}$ 时滑动变阻器 $R$ 两端的电压瞬时值为零

C. 线圈产生的电动势 $e$ 随时间 $t$ 变化的规律是 $e=10\sqrt{2}\cos 100\pi t(\text{V})$

D. 线圈从开始转动到 $t=\frac{1}{600}\ \text{s}$ 的过程中,通过 $R_1$ 的电荷量为 $\frac{\sqrt{2}}{200\pi}\ \text{C}$

**【方法总结】**1. 正弦式交变电流的变化规律(线圈在中性面位置开始计时)

|     | 表达式  | 图象 |
|-----|--|----|
| 磁通量 | $\Phi = \Phi_m \cos \omega t = BS \cos \omega t$         |    |
| 电动势 | $e = E_m \sin \omega t = NBS\omega \sin \omega t$        |    |
| 电压  | $u = U_m \sin \omega t = \frac{RE_m}{R+r} \sin \omega t$ |    |
| 电流  | $i = I_m \sin \omega t = \frac{E_m}{R+r} \sin \omega t$  |    |

2. 对交流电“四值”的理解

(1) 通常所说的电流值、电压值、电表的示数均为有效值。

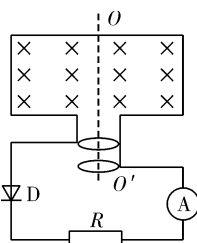
(2) 只有正弦交流电,最大值等于有效值的 $\sqrt{2}$ 倍。

(3) 计算用电器上消耗的热功率时,必须用电流的有效值,不可应用平均值。

(4) 电动势的最大值与线圈匝数成正比,但线圈磁通量的最大值与线圈匝数无关。

**变式训练 2**

如图所示, $N$ 匝矩形导线框在磁感应强度为 $B$ 的匀强磁场中绕轴 $OO'$ 匀速转动,线框面积为 $S$ ,线框的电阻为 $r$ ,电感不计,外电路接有电阻 $R$ 、理想电流表 $\text{A}$ 和理想二极管 $D$ ,此时电流表的示数为 $I$ 。下列说法正确的是

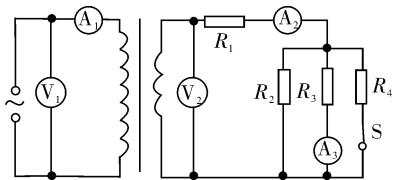


( )

- A. 导线框转动的角速度为 $\frac{2\sqrt{2}(r+R)I}{NBS}$
- B. 导线框转动的角速度为 $\frac{4(r+R)I}{NBS}$
- C. 若无二极管,电流表的示数 $\sqrt{2}I$
- D. 若无二极管,电流表的示数 $2I$

### 考点三 变压器及远距离输电

**例 3** (多选) 如图, 一理想变压器原线圈接入一交流电源, 副线圈电路中  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  和  $R_4$  均为定值电阻, 开关 S 是闭合的.  $V_1$  和  $V_2$  为理想电压表, 读数分别为  $U_1$  和  $U_2$ ;  $A_1$ 、 $A_2$  和  $A_3$  为理想电流表, 读数分别为  $I_1$ 、 $I_2$  和  $I_3$ . 现断开 S,  $U_1$  数值不变, 下列推断中正确的是 ( )



- A.  $U_2$  变小、 $I_3$  变小      B.  $U_2$  不变、 $I_3$  变大  
C.  $I_1$  变小、 $I_2$  变小      D.  $I_2$  变大、 $I_3$  变大

**【方法总结】**1. 理想变压器原、副线圈基本量的关系

|      |  |
|------|--|
| 功率关系 | 原线圈的输入功率等于副线圈的输出功率, 即 $P_{\lambda} = P_{\text{出}}$   |
| 电压关系 | 原、副线圈的电压比等于匝数比, 即 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ , 与副线圈的个数无关  |
| 电流关系 | ① 只有一个副线圈时: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ;<br>② 有多个副线圈时: 由 $P_{\lambda} = P_{\text{出}}$ 得 $U_1 I_1 = U_2 I_2 + U_3 I_3 + \dots + U_n I_n$ 或 $I_1 n_1 = I_2 n_2 + I_3 n_3 + \dots + I_n n_n$ |
| 频率关系 | $f_1 = f_2$ , 变压器不改变交流电的频率   |

#### 2. 变压器电路动态问题分析方法

(1) 分析变压器动态变化问题的一般思维流程

$$U_1 \xrightarrow{\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}} U_2 \xrightarrow{I_2 = \frac{U_2}{R}} I_2 \xrightarrow{\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}} I_1 \xrightarrow{P_1 = I_1 U_1} P_1$$

(2) 分析变压器动态变化问题的关键

① 弄清变量和不变量, 确定是负载电阻不变还是匝数比不变.

② 弄清变压器动态变化中的决定关系, 即  $P_2$  决定  $P_1$ ,  $I_2$  决定  $I_1$ ,  $U_1$  决定  $U_2$ .

#### 3. 远距离输电问题的处理思路

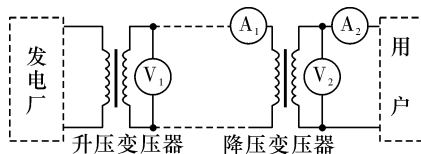
(1) 画出输电线路图, 包括发电机、升压变压器、输电线、降压变压器、负载.

(2) 将输电线路划分成几个独立回路.

(3) 根据串并联电压特点、欧姆定律、电功率公式确定部分回路物理量之间的关系.

(4) 根据升压、降压过程中原副线圈的电压、电流关系和功率关系列式求解.

**例 4** 如图所示为远距离输电的原理图, 发电厂输出的电压恒定, 升压、降压变压器均为理想变压器. 由于用户负载的变化会造成其得到的电压变化, 供电部门要实时监控. 监控电表为理想电表. 若某次监测发现  $V_2$  表的示数减小, 则下列判断正确的是 ( )



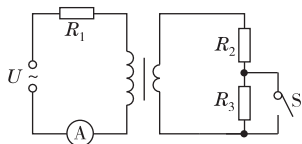
- A. 电流表  $A_1$  的示数增大  
B. 电流表  $A_2$  的示数减小  
C. 电压表  $V_1$  的示数增大  
D. 输电线损失的功率减小

**温馨提示:** 请完成限时训练(十四)P141

## 微专题突破七 原线圈含负载的变压器模型

### 真题回顾

1. (2016 · 全国卷 I) 一含有理想变压器的电路如图所示, 图中电阻  $R_1$ 、 $R_2$  和  $R_3$  的阻值分别为  $3 \Omega$ 、 $1 \Omega$  和  $4 \Omega$ ,  $\textcircled{A}$  为理想交流电流表,  $U$  为正弦交流电压源, 输出电压的有效值恒定. 当开关  $S$  断开时, 电流表的示数为  $I$ ; 当  $S$  闭合时, 电流表的示数为  $4I$ . 该变压器原、副线圈匝数比值为 ( )



- A. 2      B. 3      C. 4      D. 5

### 模型破解

#### 原线圈连接有负载变压器问题的处理

变压器的原理是电磁感应中的互感现象, 变压器不能改变恒定电压, 当原线圈接有电阻等负载时, 变压器的原线圈输出电压不是电源的电压, 所以求解的关键是先求出原线圈中的电流, 再由电压关系列式.

### 热身练习

1. 如图 1 所示的理想变压器原线圈接一定值电阻  $R_1$ , 副线圈与一额定电流较大的滑动变阻器  $R_2$  相连接, 现在  $m$ 、 $n$  间加如图 2 所示的交变电压. 已知变压器原副线圈的匝数比为  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{10}{1}$ , 定值电阻  $R_1$  的额定电流为  $2.0 \text{ A}$ , 且定值电阻的阻值为  $R_1 = 10 \Omega$ . 为了保证电路安全, 滑动变阻器接入电路的电阻值至少为 ( )

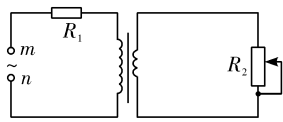


图 1

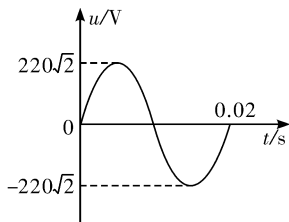
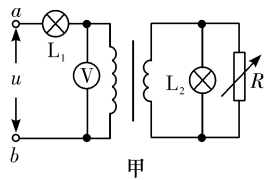


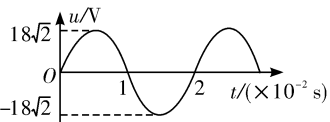
图 2

- A.  $1 \Omega$       B.  $\sqrt{2} \Omega$   
C.  $10 \Omega$       D.  $10\sqrt{2} \Omega$

2. 如图甲中  $L_1$ 、 $L_2$  是规格为“ $6 \text{ V } 3 \text{ W}$ ”的灯泡,  $a$ 、 $b$  端接图乙所示的交变电压, 调节电阻箱  $R$  为某一值时恰好能使两灯泡均正常发光. 则 ( )



甲

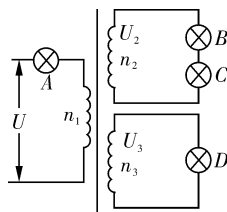


乙

- A. 变压器原、副线圈匝数比为  $3 : 1$

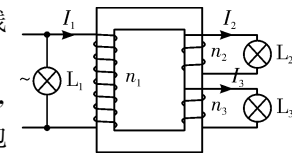
- B. 流过电阻箱的电流为  $1 \text{ A}$   
C. 电压表示数为  $12 \text{ V}$   
D. 若减小电阻箱连入电路的阻值, 灯  $L_2$  变亮

3. 如图所示, 接于理想变压器中的四个规格相同的灯泡都正常发光, 那么, 理想变压器的匝数比  $n_1 : n_2 : n_3$  为 ( )



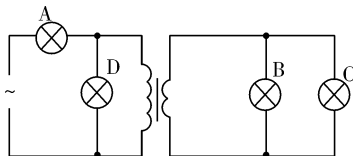
- A.  $1 : 1 : 1$   
B.  $3 : 2 : 1$   
C.  $6 : 2 : 1$   
D.  $2 : 2 : 1$

4. 如图所示, 理想变压器原、副线圈的匝数比  $n_1 : n_2 : n_3 = 3 : 1 : 1$ , 三个灯泡的规格均相同, 此时  $L_1$  的功率为  $P$ . 假定灯泡的电阻不随电压变化而改变, 则下列说法正确的是 ( )



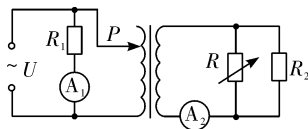
- A.  $L_2$  的功率为  $\frac{P}{3}$       B.  $L_2$  的功率为  $\frac{P}{9}$   
C.  $I_1 : I_2 = 3 : 1$       D.  $I_1 : I_2 = 1 : 3$

5. 如图所示,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  为三个相同的灯泡, 假设它们的额定电压为  $U_1$ , 电阻为  $R_1$ , 额定功率为  $P_1$ ;  $D$  灯泡的额定电压为  $3U_1$ , 电阻为  $R_2$ , 额定功率为  $P_2$ , 理想变压器原、副线圈匝数分别为  $n_1$ 、 $n_2$ , 电源两端的电压为  $U$ ; 若四盏灯泡均能正常发光, 则下列关系式不正确的是 ( )



- A.  $n_1 : n_2 = 3 : 1$       B.  $R_2 = 6R_1$   
C.  $U = 4U_1$       D.  $P_1 = P_2$

6. 如图所示, 一理想变压器原线圈与定值电阻  $R_1$ 、理想电流表  $A_1$  一起接入电压恒为  $U$  的交流电源上, 原线圈接入电路的匝数可通过调节触头  $P$  进行改变, 副线圈和电阻值  $R$ 、定值电阻  $R_2$  以及理想电流表  $A_2$  连接在一起, 下列说法正确的是 ( )



- A. 保持  $R$  不变, 将触头  $P$  向上移动, 则  $A_1$  的示数变小,  $A_2$  的示数变小  
B. 保持  $R$  不变, 将触头  $P$  向下移动, 电源输出的总功率变小  
C. 保持  $P$  的位置不动, 增大  $R$ , 则  $A_1$  的示数减小,  $A_2$  的示数减小  
D. 保持  $P$  的位置不动, 增大  $R$ , 则  $R$  的电功率变小,  $R_1$  的电功率不变