



第10讲 恒定电流 与交变电流



Shuai Liu

课标内容要求

1. 观察并能识别常见的电路元器件，了解它们在电路中的作用
2. 了解串、并联电路电阻的特点
3. 理解闭合电路欧姆定律
4. 理解电功、电功率及焦耳定律，能用焦耳定律解释生产生活中的电热现象

目录

C O N T E N T S

01 考情分析

02 知识构建

03 考点突破

考点一 恒定电流

考点二 交变电流



01

考情分析

PART ONE

考情分析

考情分析

命题规律及方法指导

1.命题重点：本专题就是高考的**热点**，恒定电流主要考察**电路中的功率和效率问题**（结合电磁感应在计算题中考察），**电路的分析**（以选择题考察），其他以实验题为主。交流电主要以选择题形式结合图像考查交变电流的描述（熟练掌握交流电的产生过程及“四值”的理解和应用）、理想变压器（掌握变压器的原理，及“三个关系”）及远距离输电（注意输电线上损失电压和电功率的计算问题）。

2.常考题型：选择题，实验题，计算题。

命题预测

1.本专题属于**热点**内容；
2.高考命题考察方向
①恒定电流：电路中的功率与效率、闭合电路欧姆定律的应用、电路及含容电路动态分析。
②交变电流：交变电流的产生及描述，理想变压关系的应用及动态分析，远距离输电。



02

网络构建

PART TWO

恒定电流与交变电流

恒定电流

- 闭合电路中的功率与效率
- 电路的简化与分析
- 电路的动态分析
- 闭合电路的图像问题

交变电流

- 交变电流的产生及描述
- 变压器电路的动态分析
- 远距离输电的三个易错点



考点一 恒定电流

核心提炼

闭合电路中的功率与效率

1) 电源的总功率: 就是电源提供的总功率, 即电源将其他形式的能转化为电能的功率, 也叫电源消耗的功率.

① 任意电路: $P_{\text{总}} = EI = IU_{\text{外}} + IU_{\text{内}} = P_{\text{出}} + P_{\text{内}}$

② 纯电阻电路: $P_{\text{总}} = I^2(R + r) = \frac{E^2}{R + r}$

2) 电源输出功率: 整个外电路上消耗的电功率.

① 任意电路: $P_{\text{出}} = U_{\text{外}}I = IE - I^2r = P_{\text{总}} - P_{\text{内}}$

② 纯电阻电路: $P_{\text{出}} = I^2R = \left(\frac{E}{R + r} \right)^2 R$

核心提炼

闭合电路中的功率与效率

3) 电源内耗功率: 内电路上消耗的电功率 $P_{\text{内}} = U_{\text{内}}I = I^2r = P_{\text{总}} - P_{\text{出}}$

4) 电源的效率: 指电源的输出功率与电源的功率之比, 即

① 任意电路: $\eta = \frac{P_{\text{出}}}{P_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{UI}{EI} \times 100\% = \frac{U}{E} \times 100\%$

② 纯电阻电路: $\eta = \frac{R}{R + r} \times 100\%$

提高纯电阻电路效率的方法: R 越大, η 越高.

核心提炼

电路的简化与分析

1) 含有电容器电路的简化与分析

①电路简化：不分析电容器的充、放电过程时,把电容器所在的电路视为断路,简化电路时可以去掉,求电荷量时再在相应位置补上.

②电容器的电压

i、电容器所在的支路中没有电流，与之串联的电阻两端无电压，相当于导线.

ii、电容器两端的电压等于与之并联的电阻两端的电压.

③电容器的电荷量及变化

i、电路中电流、电压的变化可能会引起电容器的充、放电. 若电容器两端电压升高，电容器将充电；若电压降低，电容器将通过与它连接的电路放电.

核心提炼

电路的简化与分析

2) 理想电表 中电流表一般可视为导线,电压表可以视为开关断开.

3) 等效电源法

把含有电源、电阻的部分电路等效为新的“电源”，其“电动势”、“内阻”如下：

① 两点间断路时的电压等效为电动势 E' .

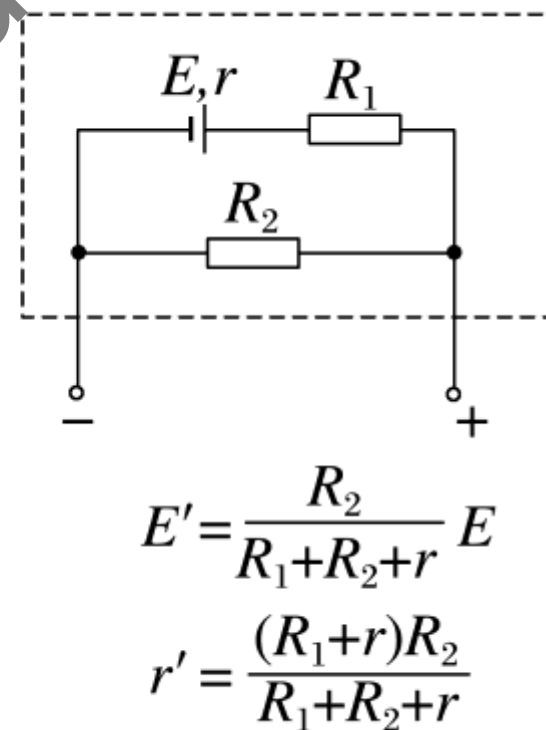
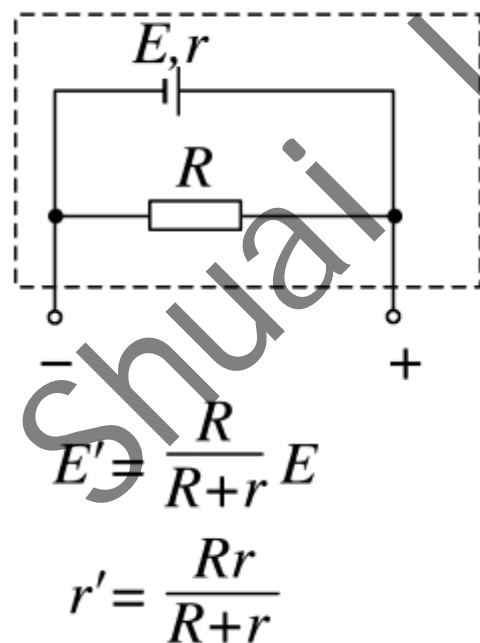
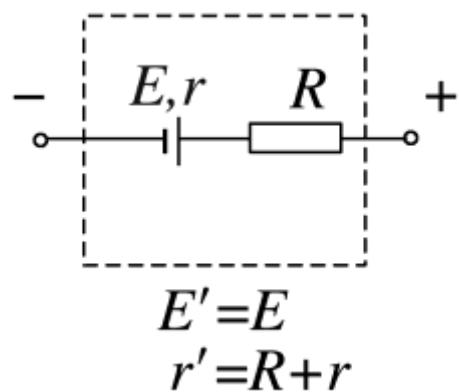
② 两点短路时的电流为等效短路电流 $I_{\text{短}}'$,

等效内电阻 $r = \frac{E'}{I_{\text{短}}'}$.

核心提炼

电路的简化与分析

常见电路等效电源如下：



核心提炼

电路的简化与分析

4) 非纯电阻电路的分析方法

①抓住两个关键量:确定非纯电阻电路的电压 U_M 和电流 I_M 是解决所有问题的关键.若能求出 U_M 、 I_M ,就能确定非纯电阻电路的电功率 $P=U_M I_M$,根据电流 I_M 和非纯电阻电路的电阻 r 可求出热功率 $P_r=I_M^2 r$,最后求出输出功率 $P_{出}=P-P_r$.

②坚持“躲着”求解 U_M 、 I_M :首先,对其他纯电阻电路、电源的内电路等,利用欧姆定律进行分析计算,确定相应的电压或电流.然后,利用闭合电路的电压关系、电流关系间接确定非纯电阻电路的工作电压 U_M 和电流 I_M .

③应用能量守恒定律分析:要善于从能量转化的角度出发,紧紧围绕能量守恒定律,利用“电功=电热+其他能量”寻找等量关系求解.

核心提炼

电路的简化与分析

技 巧 点 拨

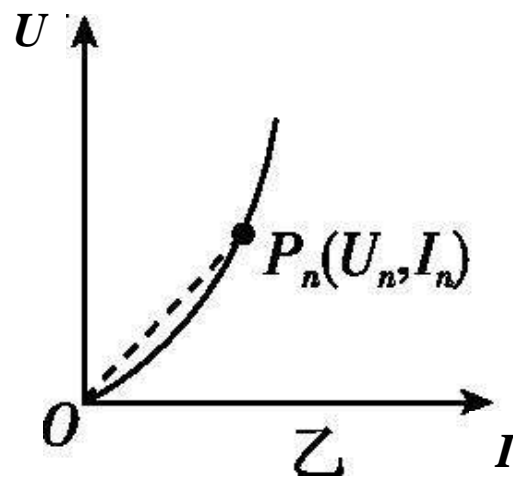
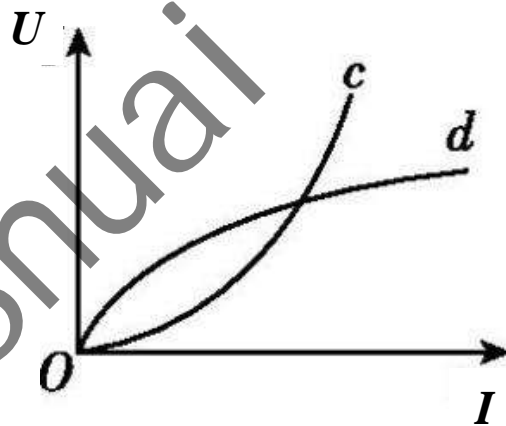
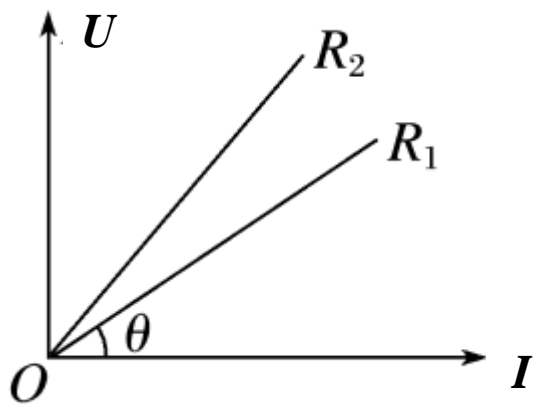
①非纯电阻电路中, $\frac{U^2}{R}t$ 既不能表示电功也不能表示电热, 因为欧姆定律不再成立.

②不要认为有 **电动机** 的电路一定是非纯电阻电路. 当 **电动机不转动** 时, 仍为纯电阻电路, 欧姆定律仍适用, 电能全部转化为内能. 只有在电动机转动时才为非纯电阻电路, 此时欧姆定律不再适用, 大部分电能转化为机械能.

核心提炼

闭合电路的图像问题

1) 导体的伏安特性曲线: 由于电阻的导电性能不同, 所以不同的电阻有不同的伏安特性曲线. 伏安特性曲线上每一点的电压坐标与电流坐标的比值对应这一状态下的电阻.

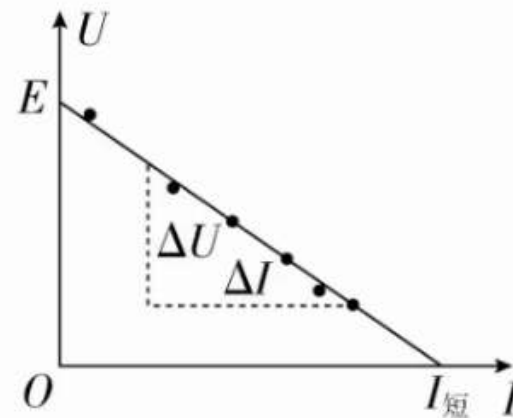


核心提炼

闭合电路的图像问题

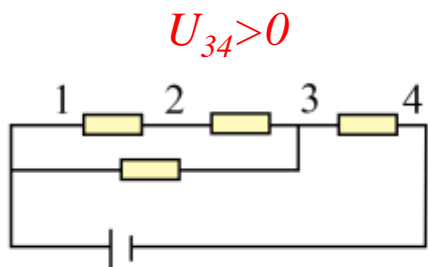
2) 电源的伏安特性曲线: 闭合电路中, 当外电阻 R 发生变化时, 干路电流 I 发生变化, 路端电压 U 也随之发生, 路端电压 U 与电流 I 的关系可表示为

$U=E-Ir$ 。函数图像是一条向下倾斜的直线。纵坐标轴上的截距等于电动势的大小; 横坐标轴上的截距等于短路电流 $I_{\text{短}}$; 图线的斜率值等于电源内阻的大小。

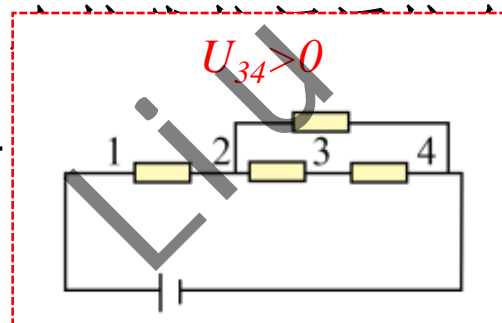


直(模拟)题研析

【考向】电路的简化与分析

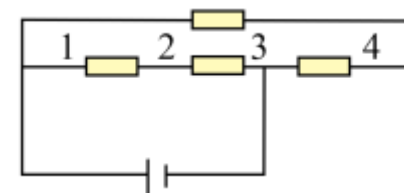


考真题)(多选)黑箱外有编号为1、2、3、4的四个接线柱,接线柱1、2、3、4之间各接有一个电阻,另外一个电阻R和另一个直流电源。测得接线柱之间的电压 $U_{12}=0$, $U_{34} > 0$ 。符合上述测量结果的可能接法是 (**CD**)

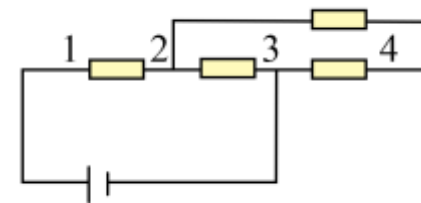


另外一个电阻R和另一个直流电源。 $U_{34} = -1.5V$ 。符合上述

符合题意



符合题意



- A. 电源接在1、4之间, R接在1、3之间
- B. 电源接在1、4之间, R接在2、4之间
- C. 电源接在1、3之间, R接在1、4之间
- D. 电源接在1、3之间, R接在2、4之间

真(模拟)题研析

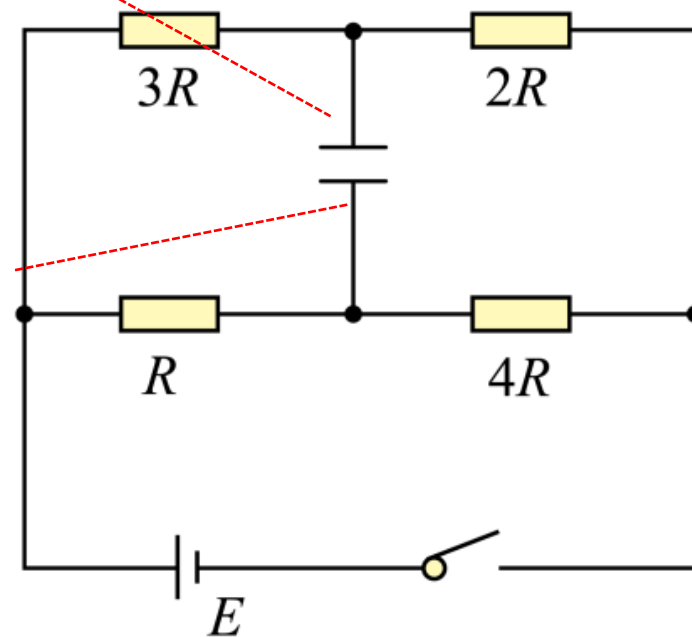
【考向】含容电路的分析

2. (2023·海南·高考真题) 如图所示电路, 已知电源电动势为 E , 内阻不计, 电容器电容为 C , 闭合开关 K , 待电路稳定后, 电容器上电荷量为 (C)

$$\text{上极板 } \varphi_{\text{上}} = \frac{E}{5R} \cdot 2R = \frac{2E}{5}$$

$$U_{\text{下上}} = \frac{2E}{5}$$

$$\text{下极板 } \varphi_{\text{下}} = \frac{E}{5R} \cdot 4R = \frac{4E}{5}$$



A. CE

B. $\frac{1}{2}CE$

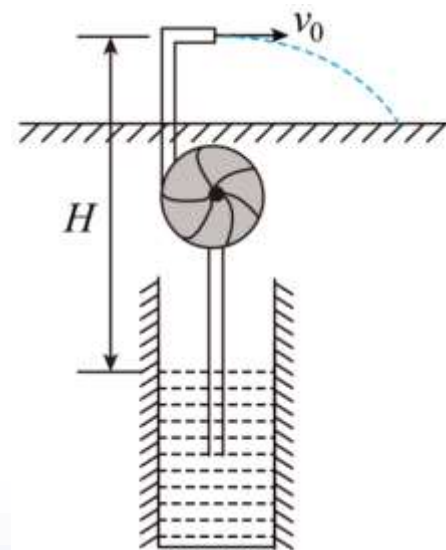
C. $\frac{2}{5}CE$

D. $\frac{3}{5}CE$

真(模拟)题研析

【考向】电路的功率与效率

3. (2022·浙江·高考真题) 某节水喷灌系统如图所示, 水以 $v_0=15\text{m/s}$ 的速度水平喷出, 每秒喷出水的质量为 2.0kg 。喷出的水是从井下抽取的, 喷口离水面的高度保持 $H=3.75\text{m}$ 不变。水泵由电动机带动, 电动机正常工作时, 输入电压为 220V , 输入电流为 2.0A 。不计电动机的摩擦损耗, 电动机的输出功率等于水泵所需要的输入功率。已知水泵的抽水效率 (水泵的输出功率与输入功率之比) 为 75% , 忽略水在管道中运动的机械能损失, 则 (D)



A. 每秒水泵对水做功为 75J

$$W = m_0 g H + \frac{1}{2} m_0 v_0^2 = 300\text{J}$$

B. 每秒水泵对水做功为 225J

$$P_{\lambda} = \frac{P_{\text{出}}}{75\%} = \frac{\frac{W}{t}}{75\%} = 400\text{W}$$

C. 水泵输入功率为 440W

$$P_{\text{电}} = UI = 440\text{W}$$

D. 电动机线圈的电阻为 10Ω

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{电}} = UI = 440\text{W} \\ P_{\text{机}} = P_{\lambda} = 400\text{W} \end{array} \right\} P_{\text{电}} = I^2 R + P_{\text{机}}$$



考点二 交变电流

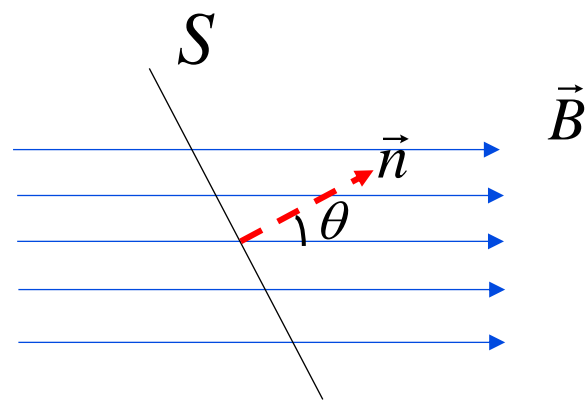
核心提炼

交变电流的产生及描述

1) 瞬时值: 交流电某一时刻的值, 用于计算线圈某时刻的受力情况.

$$E = -n \frac{d\Phi}{dt} = -n \frac{d(BS \cos \theta)}{dt} = -n \frac{d(BS \cos \omega t)}{dt} = nBS\omega \sin \omega t, \quad \theta \text{ 为 } B \text{ 与线圈平面法线间的夹角}$$

$$E_M = nBS\omega, \quad I_M = \frac{E_M}{R + r}$$



核心提炼

交变电流的产生及描述

2) 最大值: $E_M = nBS\omega$, 最大值 E_M (U_M , I_M) 与线圈的形状, 以及转动轴处于线圈平面内哪个位置无关. 在考虑电容器的耐压值时, 则应根据交流电的最大值.

3) 有效值: 交流电的有效值是根据电流的热效应来规定的. 即在同一时间内, 跟某一交流电能使同一电阻产生相等热量的直流电的数值, 叫做该交流电的有效值.

技巧点拨

计算与电流的热效应有关的量(如电功、电功率、电热等)以及确定保险丝的熔断电流等物理量时, 要用有效值计算. 在正弦交流电中, 各种交流电器设备上“铭牌”上所标的一般是有效值, 及交流电表上的测量值都指有效值.

核心提炼

交变电流的产生及描述

4) 平均值: $\bar{E} = Bl\bar{v}$, $\bar{E} = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R + r}$ 用于计算通过电路截面的电荷量

5) 周期和频率

①周期 T :交流电完成一次周期性变化所需的时间.在一个周期内,交流电的方向变化两次.

②频率 f :交流电在1s内完成周期性变化的次数.角频率: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$.

核心提炼

变压器电路的动态分析

常见的理想变压器的动态分析一般分匝数比不变和负载电阻不变两种情况：

1. 匝数比不变的情况(如图所示)

① U_1 不变, 根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 输入电压 U_1 决定输出电压 U_2 , 不论负载电阻 R 如何变化, U_2 不变.

② 当负载电阻发生变化时, I_2 变化, 输出电流 I_2 决定输入电流 I_1 , 故 I_1 发生变化.

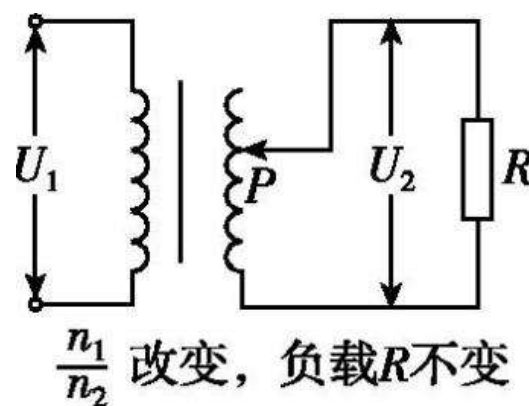
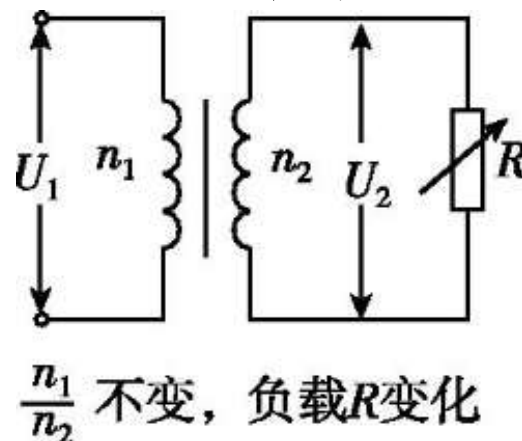
③ I_2 变化引起 P_2 变化, $P_1 = P_2$, 故 P_1 发生变化.

2. 负载电阻不变的情况(如图所示)

① U_1 不变, $\frac{n_1}{n_2}$ 发生变化, 故 U_2 变化.

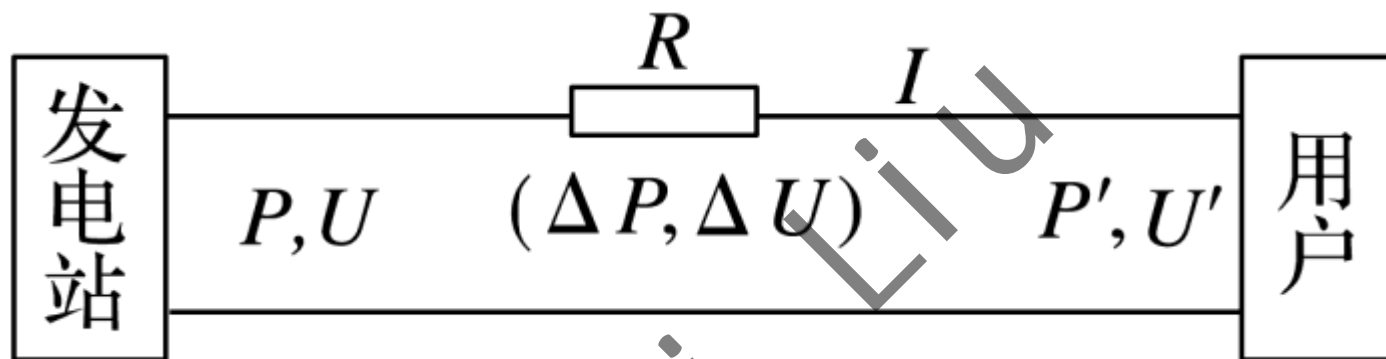
② R 不变, U_2 变化, 故 I_2 发生变化.

③ 根据 $P_2 = \frac{U_2^2}{R}$, P_2 发生变化, 再根据 $P_1 = P_2$, 故 P_1 变化, $P_1 = U_1 I_1$, U_1 不变, 故 I_1 发生变化.



核心提炼

交变电流的产生及描述



- 1) 输电线上损失的功率 $P_{\text{损}} = \frac{U^2}{R_{\text{线}}}$, U 应为输电线上损耗的电压, 而不是输电电压;
- 2) 输电导线损耗的电功率: $P_{\text{损}} = \left(\frac{P_{\text{输}}}{U} \right)^2 R_{\text{线}}$, 因此, 当输送功率一定时, 输电电压增大到原来的 n 倍, 输电线上损耗的功率就减小到原来的 $\frac{1}{n^2}$;
- 3) 电网送电遵循“用多少送多少”的原则, 而不是“送多少用多少”, 说明原线圈电流由副线圈电流决定.

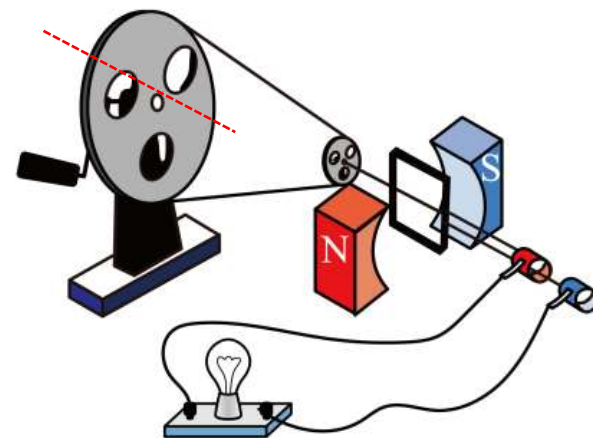
真(模拟)题研析

【考向】交变电流的产生及描述

1. (2023·湖南·高考真题) (多选)

大轮和小轮通过皮带传动，线速度相等，小轮和线圈同轴转动，角速度相等

发电机，如图所示。大轮与小轮通过皮带传动（皮带不打滑），半径之比为 4:1，小轮与线圈固定在同一转轴上。线圈是由漆包线绕制而成的边长为 L 的正方形，共 n 匝，总阻值为 R 。磁体间磁场可视为磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。大轮以角速度 ω 匀速转动，带动小轮及线圈绕转轴转动，转轴



与磁感线垂直。线圈通过电刷和滑环和电刷连接一个阻值恒为 R 的灯泡。假设压以内，下列说法正确的是 (AC)

$$E'_{\max} = 8nBL^2\omega, R' = 2R, U' = \frac{RE'}{R+2R} = \frac{4\sqrt{2}nBL^2\omega}{3}$$

A. 线圈转动的角速度为 4ω

B. 灯泡两端电压有效值为 $3\sqrt{2}nBL^2\omega$ $E = \frac{E_{\max}}{\sqrt{2}}, E_{\max} = nBS \cdot 4\omega, S = L^2 \Rightarrow 2\sqrt{2}nBL^2\omega$

C. 若用总长为原来两倍的相同漆包线重新绕制成边长仍为 L 的多匝正方形线圈，则灯泡两端电压有效值为 $\frac{4\sqrt{2}nBL^2\omega}{3}$

小轮和线圈的角速度变小 $E = \frac{nBS\omega}{\sqrt{2}}$

D. 若仅将小轮半径变为原来的两倍，则灯泡变得更亮

真(模拟)题研析

【考向】理想变压器的应用及动态分析

2. (2023·海南·高考真题) (多选) 下图是工厂利用 $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t$ V 的交流电给 36V 照明灯供电的电路，变压器原线圈匝数为 1100 匝，下列说法正确的是 (BC)

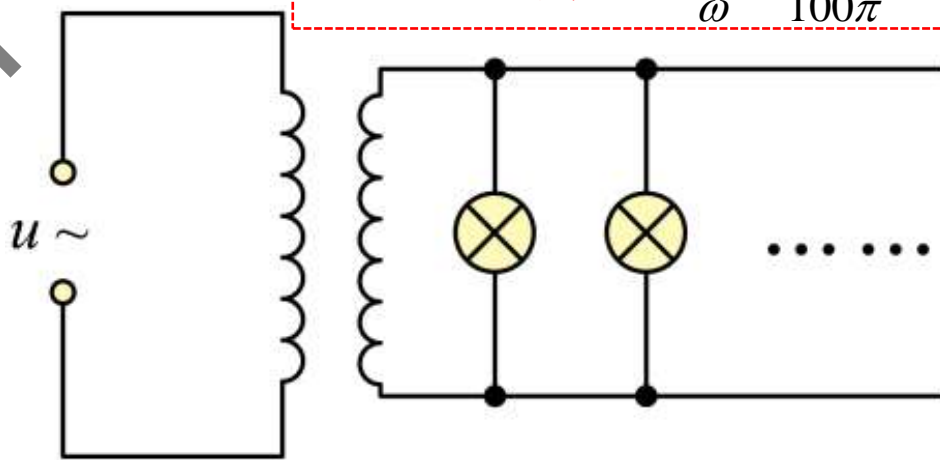
电源电压的有效值 $U = \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \text{ V} = 220 \text{ V}$
交流电的周期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} \text{ s} = 0.02 \text{ s}$

A. 电源电压有效值为 $220\sqrt{2} \text{ V}$

B. 交变电流的周期为 0.02s

C. 副线圈匝数为 180 匝

D. 副线圈匝数为 240 匝



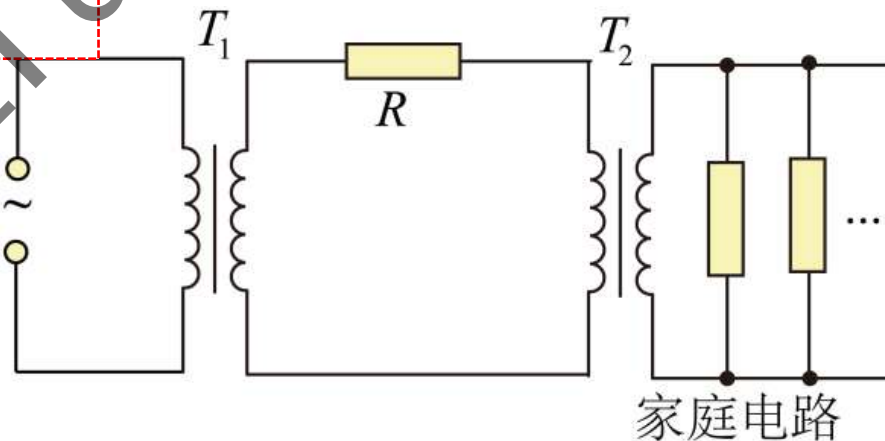
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} \Rightarrow n_2 = \frac{U_2}{U_1} n_1 = \frac{36}{220} \times 1100 = 180$$

真(模拟)题研析

【考向】理想变压器的应用及动态分析 远距离输电

3. (2023·天津·高考真题) 下图为输电线为用户输电的情景，电路中升压变压器 T_1 和降压变压器 T_2 ，中间输电电路电阻为 R ，下列说法正确的有 (**B**)

输电过程中电阻 R 要产生热量，会损失功率
 T_1 输出电压大于 T_2 输入电压相等
 T_1 输出功率大于 T_2 输入功率



- A. T_1 输出电压与 T_2 输入电压相等
- B. T_1 输出功率大于 T_2 输入功率
- C. 若用户接入的用电器增多，则 R 功率降低
- D. 若用户接入的用电器增多，则 T_2 输出功率降低

用户接入的用电器增多，导致用户端的等效电阻变小，则电流变大， R 功率增大，用电器消耗功率增大



Liu
THANK YOU!