

五年真题 2020-2024

专题 17 交变电流

五年考情·探规律



考点	五年考情（2020-2024）	命题趋势
考点 1 交变电流	2020 年海南卷、浙江卷； 2021 年天津卷、辽宁卷、北京卷、江苏卷、浙江卷； 2022 年浙江卷、海南卷、广东卷、重庆卷； 2023 年浙江卷、湖南卷； 2024 年河北卷、全国卷、广东卷、湖北卷等	<p>交变电流是高中物理中的一个重要概念，也是高考中的一个常见考点。</p> <p>基础知识考查：高考中对交变电流的考查往往从基础知识入手，如交变电流的定义、产生条件、图像表示、周期与频率、峰值与有效值等。这些基本概念和规律是理解和分析交变电流问题的基础，因此在高考中占有重要地位。</p> <p>图像分析：交变电流的图像能够直观地展示电流随时间的变化规律，因此对图像的分析也是高考中的一个重要方面。考生需要能够从图像中提取出峰值、周期等关键信息，并利用这些信息进行进一步的计算和分析。</p> <p>函数表达式：正弦交变电流的函数表达式是描述电流随时间变化的数学公式，也是高考中的一个考点。考生需要掌握如何根据给定的条件写出正确的函数表达式，以及如何通过表达式求出峰值、有效值、变压器的工作原理等等。</p>

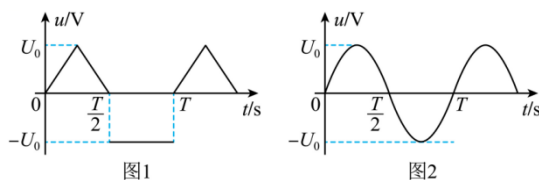
		<p>实际应用：交变电流在实际生活中有着广泛的应用，如远距离输电系统、电子技术等。高考命题可能会结合实际应用场景，考查学生对交变电流知识的应用能力。</p>
<p>考点 2 变压器及远距离输电</p>	<p>2020 年全国卷、山东卷、北京卷、浙江卷； 2021 年湖北卷、海南卷、广东卷、河北卷、福建卷、山东卷、湖南卷、重庆卷； 2022 年重庆卷、北京卷、河北卷、湖南卷、山东卷、天津卷、湖北卷； 2023 年浙江卷、北京卷、山东卷、海南卷； 2024 年湖南卷、全国卷、浙江卷、辽宁卷等</p>	<p>综合考查：高考中对交变电流的考查也可能与其他知识点结合，如电磁感应、电路分析等，形成综合性的题目，考查学生的综合分析能力。</p> <p>实验探究：实验探究也是高考中的一个重要环节，可能会要求学生通过实验来验证或探究交变电流的相关规律，培养学生的实验操作能力和数据分析能力。</p> <p>总的来说，高考对交变电流的命题趋势是注重基础知识的掌握、图像分析能力的培养、函数表达式的应用、实际应用场景的考查以及综合分析能力的提升。考生在备考过程中需要全面复习，不仅要掌握理论知识，还要学会如何将这些知识应用到实际问题的分析和解决中。</p>

分考点·精准练



考点 01 交变电流

1. (2024·河北·高考卷) R_1 、 R_2 为两个完全相同的定值电阻， R_1 两端的电压随时间周期性变化的规律如图 1 所示（三角形脉冲交流电压的峰值是有效值的 $\sqrt{3}$ 倍）， R_2 两端的电压随时间按正弦规律变化如图 2 所示，则两电阻在一个周期 T 内产生的热量之比 $Q_1:Q_2$ 为（ ）



- A. 2:3 B. 4:3 C. $2:\sqrt{3}$ D. 5:4

【答案】 B

【解析】 根据有效值的定义可知图 1 的有效值的计算为

$$\frac{U_1^2}{R_1} T = \frac{\left(\frac{U_0}{\sqrt{3}}\right)^2}{R_1} \times \frac{T}{2} + \frac{U_0^2}{R_1} \times \frac{T}{2}$$

解得

$$U_1 = \sqrt{\frac{2}{3}} U_0$$

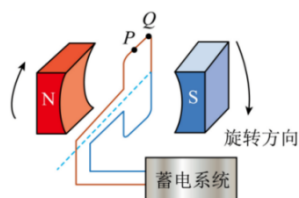
图二的有效值为

$$U_2 = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

接在阻值大小相等的电阻上，因此 $Q_1:Q_2 = U_1^2:U_2^2 = 4:3$

故选 B。

2. (多选) (2024·全国新课标·高考卷) 电动汽车制动时可利用车轮转动将其动能转换成电能储存起来。车轮转动时带动磁极绕固定的线圈旋转，在线圈中产生电流。磁极匀速转动的某瞬间，磁场方向恰与线圈平面垂直，如图所示。将两磁极间的磁场视为匀强磁场，则磁极再转过 90° 时，线圈中 ()



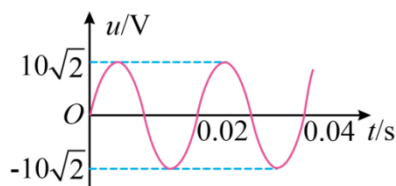
- A. 电流最小 B. 电流最大
C. 电流方向由 P 指向 Q D. 电流方向由 Q 指向 P

【答案】 BD

【解析】 如图开始线圈处于中性面位置，当磁极再转过 90° 时，此时穿过线圈的磁通量为 0，故可知电流最大；在磁极转动的过程中，穿过线圈的磁通量在减小，根据楞次定律可知，此时感应电流方向由 Q 指向 P。

故选 BD。

3. (2024·广东·高考卷) 将阻值为 50Ω 的电阻接在正弦式交流电源上。电阻两端电压随时间的变化规律如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 该交流电的频率为 100Hz
 B. 通过电阻电流的峰值为 0.2A
 C. 电阻在 1 秒内消耗的电能为 1J
 D. 电阻两端电压表达式为 $u = 10\sqrt{2} \sin(100\pi t)$ V

【答案】D

【解析】A. 由图可知交流电的周期为 0.02s，则频率为 $f = \frac{1}{T} = 50\text{Hz}$ ，故 A 错误；

B. 根据图像可知电压的峰值为 $10\sqrt{2}\text{V}$ ，根据欧姆定律可知电流的峰值

$$I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{10\sqrt{2}\text{V}}{50\Omega} = 0.2\sqrt{2}\text{A}，\text{故 B 错误；}$$

C. 电流的有效值为

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.2\text{A}$$

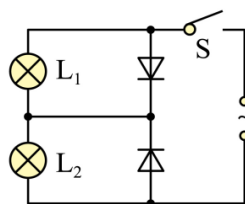
所以电阻在 1s 内消耗的电能为 $W = I^2 R t = 0.2^2 \times 50 \times 1\text{J} = 2\text{J}$ ，故 C 错误；

D. 根据图像可知其电压表达式为 $u = U_m \sin \omega t = 10\sqrt{2} \sin \frac{2\pi}{T} t (\text{V}) = 10\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V})$

故 D 正确。

故选 D。

4. (2024·湖北·高考卷) 在如图所示电路中接入正弦交流电，灯泡 L_1 的电阻是灯泡 L_2 的 2 倍。假设两个二极管正向电阻为 0、反向电阻无穷大。闭合开关 S，灯泡 L_1 、 L_2 的电功率之比 $P_1:P_2$ 为 ()



- A. 2 : 1
 B. 1 : 1
 C. 1 : 2
 D. 1 : 4

【答案】C

【解析】两个二极管正向电阻为 0，反向电阻无穷大，二极管导通则短路并联的灯泡，此时另一个灯泡与电源串联，根据电路图可知在一个完整的周期内，两个灯泡有电流通过的时间相等都为半个周期，电压有效值相等，则根据 $P = \frac{U^2}{R}$ 可知 $P_1 : P_2 = R_{L2} : R_{L1} = 1 : 2$

故 C 正确。

故选 C。

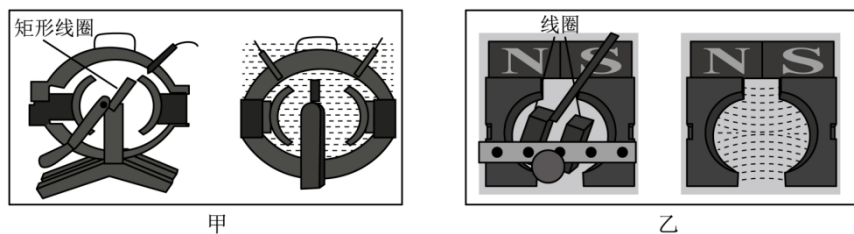
5. (2022·浙江·统考高考真题) 下列说法正确的是 ()

- A. 恒定磁场对静置于其中的电荷有力的作用
- B. 小磁针 N 极在磁场中的受力方向是该点磁感应强度的方向
- C. 正弦交流发电机工作时，穿过线圈平面的磁通量最大时，电流最大
- D. 升压变压器中，副线圈的磁通量变化率大于原线圈的磁通量变化率

【答案】B

【解析】A. 恒定磁场对速度不平行于磁感线的运动电荷才有力的作用，A 错误；
 B. 小磁针 N 极在磁场中的受力方向是该点磁感应强度的方向，B 正确；
 C. 正弦交流发电机工作时，穿过线圈平面的磁通量最大时，电流为 0，C 错误；
 D. 根据变压器的原理可知，副线圈中磁通量的变化率小于或等于原线圈中磁通量的变化率，D 错误。
 故选 B。

6. (2022·浙江·统考高考真题) 如图所示，甲图是一种手摇发电机及用细短铁丝显示的磁场分布情况，摇动手柄可使对称固定在转轴上的矩形线圈转动；乙图是另一种手摇发电机及磁场分布情况，皮带轮带动固定在转轴两侧的两个线圈转动。下列说法正确的是 ()



- A. 甲图中线圈转动区域磁场可视为匀强磁场
- B. 乙图中线圈转动区域磁场可视为匀强磁场
- C. 甲图中线圈转动时产生的电流是正弦交流电
- D. 乙图线圈匀速转动时产生的电流是正弦交流电

【答案】A

【解析】A. 甲图中细短铁丝显示的磁场分布均匀，则线圈转动区域磁场可视为匀强磁场，故 A 正确；
 B. 乙图中细短铁丝显示的磁场分布不均匀，则线圈转动区域磁场不能看成匀强磁场，故 B 错误；
 C. 根据发电机原理可知甲图中线圈在匀强磁场中绕垂直磁场的转轴匀速转动时才能产生正弦交流电，故 C 错误；
 D. 乙图中是非匀强磁场，则线圈匀速转动时不能产生正弦交流电，故 D 错误。
 故选 A。

7. (2023·浙江·统考高考真题) 我国 1100kV 特高压直流输电工程的送电端用“整流”设备将交流变换成直流，用户端用“逆变”设备再将直流变换成交流。下列说法正确的是 ()

- A. 送电端先升压再整流
- B. 用户端先降压再变交流
- C. 1100kV 是指交流电的最大值
- D. 输电功率由送电端电压决定

【答案】A

【解析】AB

· 升压和降压都需要在交流的时候才能进行，故送电端应该先升压再整流，用户端应该先变交流再降压，故 A 正确，B 错误；
 C. 1100kV 指的是交流电的有效值，故 C 错误；
 D. 输电的功率是由用户端负载的总功率来决定的，故 D 错误。
 故选 A。

8. (2022 · 重庆 · 高考真题) 低压卤素灯在家庭电路中使用时需要变压器降压。若将“12V 50W”的交流卤素灯直接通过变压器(视为理想变压器)接入电压为 220V 的交流电后能正常工作，则 ()

- A. 卤素灯两端的电压有效值为 $6\sqrt{2}\text{V}$ B. 变压器原、副线圈的匝数比为 55 : 3
 C. 流过卤素灯的电流为 0.24A D. 卤素灯的电阻为 968Ω

【答案】B

【解析】A. 卤素灯上标记的额定电压 12V 即为卤素灯两端的电压有效值，A 错误；

B. 根据理想变压器的原理可知

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{12} = \frac{55}{3}$$

B 正确；

C. 流过卤素灯的电流为

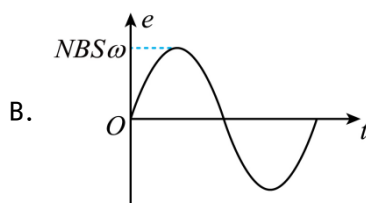
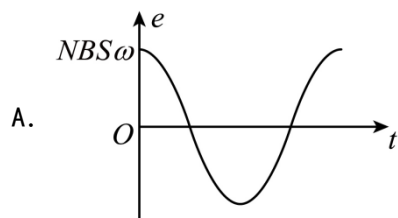
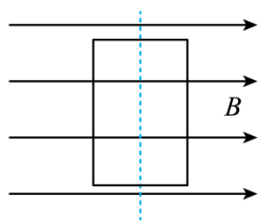
$$I = \frac{P}{U} = \frac{50\text{W}}{12\text{V}} = \frac{25}{6}\text{A}$$

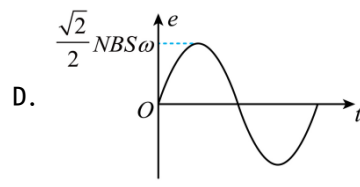
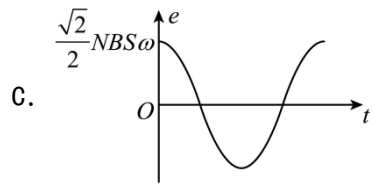
C 错误；

D. 卤素灯是非线性元件，电阻随着电压不同而改变，D 错误。

故选 B。

6. (2022 · 海南 · 高考真题) 一个有 N 匝的矩形线框，面积为 S，以角速度 ω 从如图所示的位置开始，在匀强磁场 B 中匀速转动，则产生的感应电动势随时间变化的图像是 ()





【答案】A

【解析】图示位置线框处于与中性面垂直的平面，竖直长边垂直切割磁感线，此时产生的感应电动势最大为

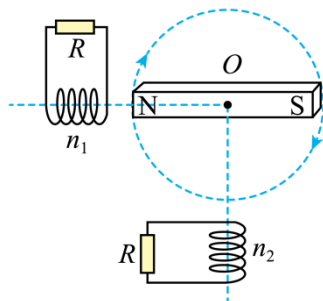
$$E_m = NBS\omega$$

根据正弦式交变电流的表达式可知感应电动势随时间的变化关系为

$$e = NBS\omega \cos \omega t$$

故选 A。

7. (2022·广东·高考真题) 图是简化的某种旋转磁极式发电机原理图。定子是匝数 n 不同的两线圈， $n_1 > n_2$ ，二者轴线在同一平面内且相互垂直，两线圈到其轴线交点 O 的距离相等，且均连接阻值为 R 的电阻，转子是中心在 O 点的条形磁铁，绕 O 点在该平面内匀速转动时，两线圈输出正弦式交变电流。不计线圈电阻、自感及两线圈间的相互影响，下列说法正确的是 ()



- A. 两线圈产生的电动势的有效值相等 B. 两线圈产生的交变电流频率相等
C. 两线圈产生的电动势同时达到最大值 D. 两电阻消耗的电功率相等

【答案】B

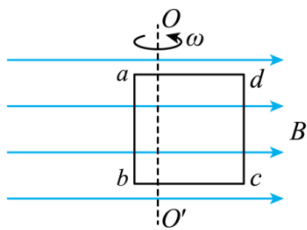
【解析】AD. 根据 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可得两线圈中磁通量的变化率相等，但是匝数不等，则产生的感应电动势最大值不相等，有效值也不相等；根据 $P = \frac{U^2}{R}$ 可知，两电阻的电功率也不相等，选项 AD 错误；

B. 因两线圈放在同一个旋转磁铁的旁边，则两线圈产生的交流电的频率相等，选项 B 正确；

C. 当磁铁的磁极到达一线圈附近时，一个线圈的磁通量最大，感应电动势为 0，另一个线圈通过的磁通量最小，感应电动势最大，可知两线圈产生的感应电动势不可能同时达到最大值，选项 C 错误。

故选 B。

8. (2021·辽宁·统考高考真题) 如图所示， N 匝正方形闭合金属线圈 $abcd$ 边长为 L ，线圈处于磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中，绕着与磁场垂直且与线圈共面的轴 OO' 以角速度 ω 匀速转动， ab 边距轴 $\frac{L}{4}$ 。线圈中感应电动势的有效值为 ()



- A. $NBL^2\omega$ B. $\frac{\sqrt{2}}{2}NBL^2\omega$ C. $\frac{1}{2}NBL^2\omega$ D. $\frac{\sqrt{2}}{4}NBL^2\omega$

【答案】B

【解析】交流电的最大值和两条边到转轴的距离无关，为

$$E_m = NBS\omega = NB\omega L^2$$

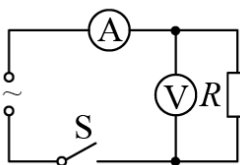
因此有效值为

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}NB\omega L^2$$

故选 B。

9. (2021·天津·高考真题) 如图所示，闭合开关后， $R = 5\Omega$ 的电阻两端的交流电压为

$u = 50\sqrt{2}\sin 10\pi t \text{V}$ ，电压表和电流表均为理想交流电表，则 ()



- A. 该交流电周期为 0.02s B. 电压表的读数为 100V
C. 电流表的读数为 10A D. 电阻的电功率为 1kW

【答案】C

【解析】A. 该交流电的周期

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} \text{s} = 0.2\text{s}$$

B. 电压表的读数为交流电的有效值，即

$$U = \frac{50\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \text{V} = 50\text{V}$$

选项 B 错误；

C. 电流表的读数为

$$I = \frac{U}{R} = \frac{50}{5} \text{A} = 10\text{A}$$

选项 C 正确；

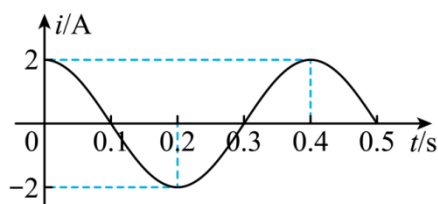
D. 电阻的电功率为

$$P = IU = 10 \times 50 \text{W} = 500\text{W}$$

选项 D 错误。

故选 C。

10. (2021·北京·高考真题) 一正弦式交变电流的 $i-t$ 图像如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 在 $t=0.4\text{ s}$ 时电流改变方向
 B. 该交变电流的周期为 0.5 s
 C. 该交变电流的表达式为 $i=2\cos 5\pi t\text{ A}$
 D. 该交变电流的有效值为 $\frac{\sqrt{2}}{2}\text{ A}$

【答案】C

【解析】A. 由图可知 $t=0.4\text{ s}$ 时电流为正方向最大，电流方向没有发生变化，故 A 错误；

B. 由图可知，该交变电流的周期为 $T=0.4\text{ s}$ ，故 B 错误；

C. 由图可知，电流的最大值为 $i_{\max}=2\text{ A}$ ，角速度为 $\omega=\frac{2\pi}{T}=5\pi\text{ rad/s}$

故该交变电流的表达式为 $i=i_{\max}\cos\omega t=2\cos 5\pi t\text{ A}$

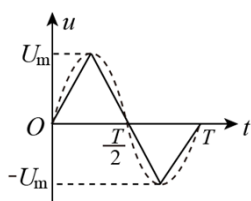
故 C 正确；

D. 该交变电流的有效值为 $i=\frac{i_{\max}}{\sqrt{2}}=\sqrt{2}\text{ A}$

故 D 错误。

故选 C。

11. (2021·浙江·高考真题) 如图所示，虚线是正弦交流电的图像，实线是另一交流电的图像，它们的周期 T 和最大值 U_m 相同，则实线所对应的交流电的有效值 U 满足 ()



- A. $U=\frac{U_m}{2}$
 B. $U=\frac{\sqrt{2}U_m}{2}$
 C. $U>\frac{\sqrt{2}U_m}{2}$
 D. $U<\frac{\sqrt{2}U_m}{2}$

【答案】D

【解析】因虚线是正弦交流电的图像，则该交流电的有效值为

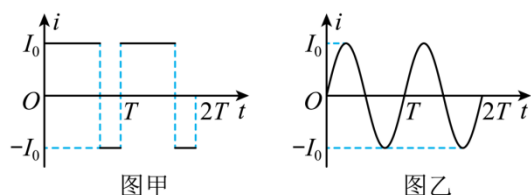
$$U_{\text{有效值}}=\frac{U_m}{\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}U_m}{2}$$

由图可知，在任意时刻，实线所代表的交流电的瞬时值都不大于虚线表示的正弦交流电的瞬时值，则实线所代表的交流电的有效值小于虚线表示的正弦交流电的有效值，则

$$U < \frac{\sqrt{2}U_m}{2}$$

故选 D。

12. (2020·海南·统考高考真题) 图甲、乙分别表示两种电流的波形, 其中图乙所示电流按正弦规律变化, 分别用 I_1 和 I_2 表示甲和乙两电流的有效值, 则 ()

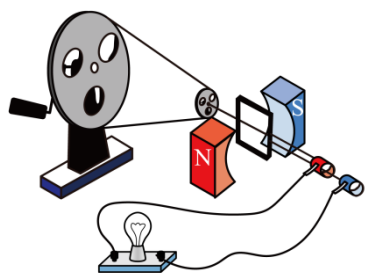


- A. $I_1 : I_2 = 2 : 1$ B. $I_1 : I_2 = 1 : 2$
C. $I_1 : I_2 = 1 : \sqrt{2}$ D. $I_1 : I_2 = \sqrt{2} : 1$

【答案】D

【解析】对图甲的交流电分析, 可知一个周期内交流电的电流方向变化, 而电流的大小不变, 故图甲的电流有效值为 $I_1 = I_0$; 对图乙的交流电分析可知, 其为正弦式交流电, 故其有效值为 $I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$, 故 $I_1 : I_2 = \sqrt{2} : 1$, 故选 D。

13. (多选) (2023·湖南·统考高考真题) 某同学自制了一个手摇交流发电机, 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, 转轴与磁场方向垂直。线圈通过导线、滑环和电刷连接一个阻值恒为 R 的灯泡。假设发电时灯泡能发光且工作在额定电压以内, 下列说法正确的是 ()



- A. 线圈转动的角速度为 4ω
B. 灯泡两端电压有效值为 $3\sqrt{2}nBL^2\omega$
C. 若用总长为原来两倍的不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 $\frac{4\sqrt{2}nBL^2\omega}{3}$
D. 若仅将小轮半径变为原来的两倍, 则灯泡变得更亮

【答案】AC

【解析】A. 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, 根据

$$v = \omega r$$

根据题意可知大轮与小轮半径之比为 4:1，则小轮转动的角速度为 4ω ，线圈转动的角速度为 4ω ，A 正确；

B. 线圈产生感应电动势的最大值

$$E_{\max} = nBS \cdot 4\omega$$

又

$$S = L^2$$

联立可得

$$E_{\max} = 4nBL^2\omega$$

则线圈产生感应电动势的有效值

$$E = \frac{E_{\max}}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}nBL^2\omega$$

根据串联电路分压原理可知灯泡两端电压有效值为

$$U = \frac{RE}{R+R} = \sqrt{2}nBL^2\omega$$

B 错误；

C. 若用总长为原来两倍的不同漆包线重新绕制成边长仍为 L 的多匝正方形线圈，则线圈的匝数变为原来的 2 倍，线圈产生感应电动势的最大值

$$E'_{\max} = 8nBL^2\omega$$

此时线圈产生感应电动势的有效值

$$E' = \frac{E'_{\max}}{\sqrt{2}} = 4\sqrt{2}nBL^2\omega$$

根据电阻定律

$$R' = \rho \frac{l}{S'}$$

可知线圈电阻变为原来的 2 倍，即为 $2R$ ，根据串联电路分压原理可得灯泡两端电压有效值

$$U' = \frac{RE'}{R+2R} = \frac{4\sqrt{2}nBL^2\omega}{3}$$

C 正确；

D. 若仅将小轮半径变为原来的两倍，根据 $v = \omega r$ 可知小轮和线圈的角速度变小，根据

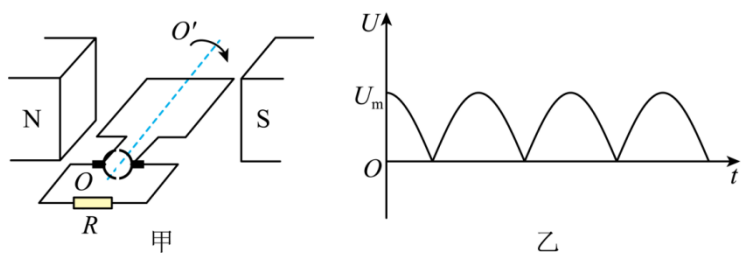
$$E = \frac{nBS\omega}{\sqrt{2}}$$

可知线圈产生的感应电动势有效值变小，则灯泡变暗，D 错误。

故选 AC。

14. (多选) (2021 · 浙江 · 统考高考真题) 发电机的示意图如图甲所示，边长为 L 的正方形金属框，在磁感应强度为 B 的匀强磁场中以恒定角速度绕 OO' 轴转动，阻值为 R

的电阻两端的电压如图乙所示。其它电阻不计，图乙中的 U_m 为已知量。则金属框转动一周 ()



- A. 框内电流方向不变
- B. 电动势的最大值为 U_m
- C. 流过电阻的电荷 $\frac{2BL^2}{R}$
- D. 电阻产生的焦耳热 $\frac{\pi U_m BL^2}{R}$

【答案】BD

【解析】A. 当线框转动时，框内电流方向每经过中性面一次都要变化一次，而线圈和外电路接点处通过换向器，保证电流的方向不发生变化，从而使加在电阻两端的电压方向保持不变，A 错误；

B. 由图乙可知，电动势的最大值为 U_m ，B 正确；

C. 线圈转过半周，则流过电阻的电荷量为

$$q = \bar{I}\Delta t = \frac{\bar{E}}{R}\Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{2BL^2}{R}$$

则金属框转过一周流过电阻的电荷量为

$$q' = 2q = \frac{4BL^2}{R}$$

C 错误；

D. 因为

$$U_m = B\omega L^2$$

则

$$\omega = \frac{U_m}{BL^2}$$

金属框转过一周电阻产生的焦耳热

$$Q = \frac{U^2}{R}T = \frac{\left(\frac{U_m}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi U_m BL^2}{R}$$

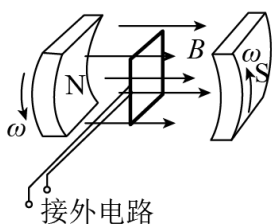
D 正确。

故选 **BD**。

15. (2021·江苏·高考真题) 贯彻新发展理念，我国风力发电发展迅猛，2020 年我国风力发电量高达 4000 亿千瓦时。某种风力发电机的原理如图所示，发电机的线圈固定，磁体在叶片驱动下绕线圈对称轴转动，已知磁体间的磁场为匀强磁场，磁感应强度的大小为 0.2T，线圈的匝数为 100、面积为 0.5m²，电阻为 0.6Ω，若磁体转动的角速度为 90rad/s，线圈中产生的感应电流为 50A。求：

(1) 线圈中感应电动势的有效值 E ；

(2) 线圈的输出功率 P 。



【答案】 (1) $6.4 \times 10^2 \text{ V}$; (2) $3.1 \times 10^4 \text{ W}$

【解析】 (1) 电动势的最大值

$$E_m = NBS\omega$$

有效值

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

解得

$$E = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$$

代入数据得

$$E \approx 6.4 \times 10^2 \text{ V}$$

(2) 输出电压

$$U = E - Ir$$

输出功率

$$P = IU$$

解得

$$P = I(E - Ir)$$

代入数据得

$$P = 3.1 \times 10^4 \text{ W}$$

16. (2020 · 浙江 · 高考真题) 如图甲所示, 在 xOy 水平面内, 固定放置着间距为 l 的两平行金属直导轨, 其间连接有阻值为 R 的电阻, 电阻两端连接示波器 (内阻可视为无穷大), 可动态显示电阻 R 两端的电压。两导轨间存在大小为 B 、方向垂直导轨平面的匀强磁场。 $t=0$ 时一质量为 m 、长为 l 的导体棒在外力 F 作用下从 $x=x_0$ 位置开始做简谐运动, 观察到示波器显示的电压随时间变化的波形是如图乙所示的正弦曲线。

取 $x_0 = -\frac{U_m T}{2\pi Bl}$, 则简谐运动的平衡位置在坐标原点 O 。不计摩擦阻力和其它电阻, 导体棒始终垂直导轨运动。

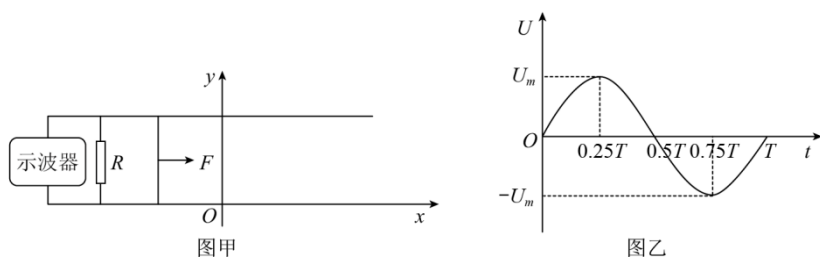
(提示: 可以用 $F-x$ 图象下的“面积”代表力 F 所做的功)

(1) 求导体棒所受到的安培力 F_A 随时间 t 的变化规律;

(2) 求在 0 至 $0.25T$ 时间内外力 F 的冲量;

(3) 若 $t=0$ 时外力 $F_0 = 1\text{ N}$, $l = 1\text{ m}$, $T = 2\pi\text{ s}$, $m = 1\text{ kg}$, $R = 1\Omega$, $U_m = 0.5\text{ V}$, $B = 0.5\text{ T}$

，求外力与安培力大小相等时棒的位置坐标和速度。



【答案】 (1) $-\frac{BlU_m}{R} \sin \frac{2\pi}{T}t$

(2) $I_F = \frac{BlU_m T}{2\pi R} + \frac{mU_m}{Bl}$

(3) $x = 0$ 和 $v = \pm 1\text{m/s}$; $x'_1 = \frac{1}{\sqrt{5}}\text{m}$ 和 $v'_1 = \frac{2}{\sqrt{5}}\text{m/s}$; $x'_2 = -\frac{1}{\sqrt{5}}\text{m}$ 和 $v'_2 = -\frac{2}{\sqrt{5}}\text{m/s}$

【解析】 (1) 由显示的波形可得

$$U = U_m \sin \frac{2\pi}{T}t$$

$$I = \frac{U_m}{R} \sin \frac{2\pi}{T}t$$

安培力随时间变化规律：

$$F_A = -BlI = -\frac{BlU_m}{R} \sin \frac{2\pi}{T}t$$

(2) 安培力的冲量： $I_A = -Bl\Delta q = -\frac{B^2|x_0|l^2}{R}$

由动量定理，有： $I_F + I_A = mv_m$

解得： $I_F = \frac{BlU_m T}{2\pi R} + \frac{mU_m}{Bl}$

(3) 棒做简谐运动，有：

$$F_A + F = -kx$$

当 $F_A = -F$ 时：

$$x = 0$$

$$v = \pm v_m = \pm 1\text{m/s}$$

当 $F_A = F$ 时，设 $x = x'$ ， $v = v'$

$$F_A = -\frac{1}{2}kx'$$

$$F_0 = -kx_0$$

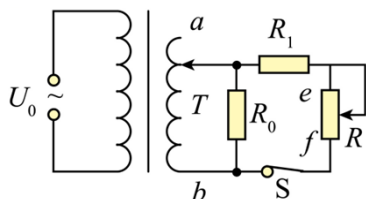
$$2x' = v'$$

根据动能定理： $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k(x_0^2 - x'^2)$

解得： $x_1' = \frac{1}{\sqrt{5}}\text{m}$ 和 $v_1' = \frac{2}{\sqrt{5}}\text{m/s}$ ； $x_2' = -\frac{1}{\sqrt{5}}\text{m}$ 和 $v_2' = -\frac{2}{\sqrt{5}}\text{m}$

考点 02 变压器及远距离输电

1. (多选) (2024·全国甲卷·高考真题) 如图, 理想变压器的副线圈接入电路的匝数可通过滑动触头 T 调节, 副线圈回路接有滑动变阻器 R 、定值电阻 R_0 和 R_1 、开关 S 。 S 处于闭合状态, 在原线圈电压 U_0 不变的情况下, 为提高 R_1 的热功率, 可以 ()



- A. 保持 T 不动, 滑动变阻器 R 的滑片向 f 端滑动
- B. 将 T 向 b 端移动, 滑动变阻器 R 的滑片位置不变
- C. 将 T 向 a 端移动, 滑动变阻器 R 的滑片向 f 端滑动
- D. 将 T 向 b 端移动, 滑动变阻器 R 的滑片向 e 端滑动

【答案】AC

【解析】A. 保持 T 不动, 根据理想变压器的性质可知副线圈中电压不变, 当滑动变阻器 R 的滑片向 f 端滑动时, R 与 R_1 串联后的总电阻减小, 电流增大, 根据 $P = I^2 R_1$ 可知此时热功率增大, 故 A 正确;

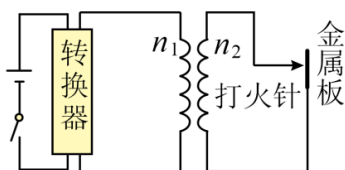
B. 将 T 向 b 端移动, 副线圈匝数变小, 故副线圈两端电压变小, 滑动变阻器 R 的滑片位置不变时, 通过 R_1 的电流减小, 故热功率减小, 故 B 错误;

C. 将 T 向 a 端移动, 副线圈匝数增加, 故副线圈两端电压变大, 滑动变阻器 R 的滑片向 f 端滑动, R 与 R_1 串联后的总电阻减小, 电流增大, 此时热功率增大, 故 C 正确;

D. 将 T 向 b 端移动, 副线圈匝数减少, 故副线圈两端电压变小, 滑动变阻器 R 的滑片向 e 端滑动, R 与 R_1 串联后的总电阻增大, 电流减小, 此时热功率减小, 故 D 错误。

故选 AC。

2. (2024·浙江1月·高考真题) 如图为某燃气灶点火装置的原理图。直流电经转换器输出 $u = 5\sin 100\pi t(\text{V})$ 的交流电, 经原、副线圈匝数分别为 n_1 和 n_2 的变压器升压至峰值大于 10kV , 就会在打火针和金属板间引发电火花, 实现点火。下列正确的是 ()



A. $\frac{n_2}{n_1} < \frac{7}{20000}$

B. $\frac{n_1}{n_2} < \frac{1}{2000}$

C. 用电压表测原线圈两端电压，示数为 5V

D. 副线圈输出交流电压的频率是 100Hz

【答案】B

【解析】AB. 原线圈两端电压的有效值 $U_1 = \frac{5}{\sqrt{2}} \text{V} = \frac{5\sqrt{2}}{2} \text{V}$

根据电压匝数关系有 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

变压器副线圈电压的峰值 $U_{2\max} = \sqrt{2}U_2$

根据题意有 $U_{2\max} > 10 \times 10^3 \text{V}$

解得 $\frac{n_2}{n_1} > 20000$ ， $\frac{n_1}{n_2} < \frac{1}{2000}$ ，故 A 错误，B 正确；

C. 用电压表测原线圈两端电压，电压表测的是有效值，则示数为 $U_1 = \frac{5}{\sqrt{2}} \text{V} = \frac{5\sqrt{2}}{2} \text{V}$ ，故 C 错误；

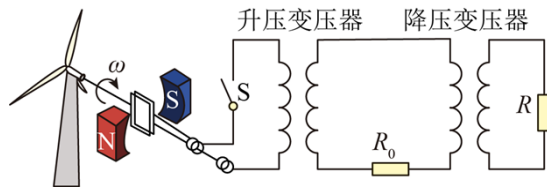
D. 根据 $\frac{2\pi}{T} = 2\pi f = 100\pi \text{Hz}$

解得 $f = 50 \text{Hz}$

变压器不改变频率，则副线圈输出交流电压的频率是 50Hz，故 D 错误。

故选 B。

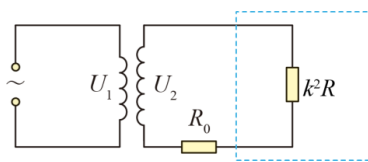
3. (2024·湖南·高考真题) 根据国家能源局统计，截止到 2023 年 9 月，我国风电装机 4 亿千瓦，连续 13 年居世界第一位，湖南在国内风电设备制造领域居于领先地位。某实验小组模拟风力发电厂输电网络供电的装置如图所示。已知发电机转子以角速度 ω 匀速转动，升、降压变压器均为理想变压器，输电线路上的总电阻可简化为一个定值电阻 R_0 。当用户端接一个定值电阻 R 时， R_0 上消耗的功率为 P 。不计其余电阻，下列说法正确的是 ()



- A. 风速增加，若转子角速度增加一倍，则 R_0 上消耗的功率为 $4P$
- B. 输电线路距离增加，若 R_0 阻值增加一倍，则 R_0 消耗的功率为 $4P$
- C. 若升压变压器的副线圈匝数增加一倍，则 R_0 上消耗的功率为 $8P$
- D. 若在用户端再并联一个完全相同的电阻 R ，则 R_0 上消耗的功率为 $6P$

【答案】A

【解析】



如图为等效电路图，设降压变压器的原副线圈匝数比为 $k:1$ ，则输电线上的电流为 $I_2 = \frac{U_2}{R_0 + k^2R}$

转子在磁场中转动时产生的电动势为 $e = NBS\omega \sin \omega t$

A. 当转子角速度增加一倍时，升压变压器原副线圈两端电压都增加一倍，输电线上的电流变为 $I_2' = 2I_2$ ，故 R_0 上消耗的电功率变为原来的 4 倍，故 A 正确；

C. 升压变压器副线圈匝数增加一倍，副线圈两端电压增加一倍，输电线上的电流增加一倍，故 R_0 上消耗的电功率变为原来的 4 倍，故 C 错误；

B. 若 R_0 阻值增加一倍，输电线路上的电流 $I_2'' = \frac{U_2}{2R_0 + k^2R}$ ， R_0 消耗的功率 $P_3 = I_2''^2 \cdot 2R_0 \neq 4P$ ，故 B 错误；

D. 若在用户端并联一个完全相同的电阻 R ，用户端电阻减为原来的一半，输电线上的电流为

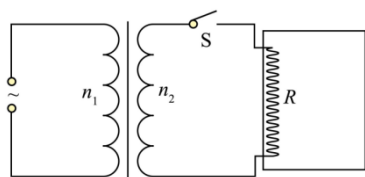
$$I_2''' = \frac{U_2}{R_0 + \frac{k^2R}{2}} = \frac{2U_2}{2R_0 + k^2R} \quad R_0 \text{ 消耗的功率 } P_4 = I_2'''^2 R_0 \neq 6P, \text{ 故 D 错误。}$$

故选 A。

4. (2024·辽宁·高考真题) 如图，理想变压器原、副线圈的匝数比为 $n_1:n_2 = 5:1$ ，原线圈接在电压峰值为 U_m 的正弦交变电源上，副线圈的回路中接有阻值为 R 的电热丝，电热丝密封在绝热容器内，容器内封闭有一定质量的理想气体。接通电路开始加热，加热前气体温度为 T_0 。

(1) 求变压器的输出功率 P ；

(2) 已知该容器内的气体吸收的热量 Q 与其温度变化量 ΔT 成正比，即 $Q = C\Delta T$ ，其中 C 已知。若电热丝产生的热量全部被气体吸收，要使容器内的气体压强达到加热前的 2 倍，求电热丝的通电时间 t 。



【答案】 (1) $\frac{U_m^2}{50R}$ ； (2) $\frac{50CT_0R}{U_m^2}$

【解析】 (1) 由原线圈正弦交流电的峰值可知变压器输入电压有效值为 $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

设变压器副线圈的输出电压为 U_2 ，根据理想变压器的电压与匝数之间的关系有 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

联立解得 $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = \frac{U_m}{5\sqrt{2}}$

理想变压器的输出功率等于 R 的热功率，即 $P = \frac{U_2^2}{R} = \frac{U_m^2}{50R}$

(2) 设加热前容器内气体的压强为 p_0 ，则加热后气体的压强为 $2p_0$ ，温度为 T_2 ，容器内的气体做等容

变化，则有 $\frac{p_0}{T_0} = \frac{2p_0}{T_2}$

由 $Q = C\Delta T$ 知气体吸收的热量 $Q = C(2T_0 - T_0) = CT_0$

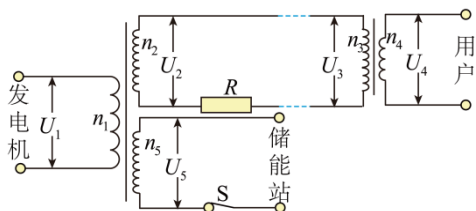
根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ ，气体的体积不变，所以 $W = 0$ ，容器是绝热容器，则 $\Delta U = Q$

电热丝产生的热量全部被气体吸收 $Q = Pt$

联立整理得 $\frac{U_m^2}{50R} t = CT_0$

解得 $t = \frac{50CT_0R}{U_m^2}$

5. (2023 · 山东 · 统考高考真题) 某节能储能输电网络如图所示，发电机的输出电压 $U_1 = 250V$ ，输出功率 $500kW$ 。降压变压器的匝数比 $n_3 : n_4 = 50 : 1$ ，输电线总电阻 $R = 62.5\Omega$ 。其余线路电阻不计，用户端电压 $U_4 = 220V$ ，功率 $88kW$ ，所有变压器均为理想变压器。下列说法正确的是 ()



- A. 发电机的输出电流为 368A
- B. 输电线上损失的功率为 4.8kW
- C. 输送给储能站的功率为 408kW
- D. 升压变压器的匝数比 $n_1 : n_2 = 1 : 44$

【答案】C

【解析】A. 由题知，发电机的输出电压 $U_1 = 250V$ ，输出功率 $500kW$ ，则有

$$I_1 = \frac{P}{U_1} = 2 \times 10^3 A$$

A 错误；

BD. 由题知，用户端电压 $U_4 = 220V$ ，功率 $88kW$ ，则有

$$\frac{U_3}{U_4} = \frac{I_4}{I_3} = \frac{n_3}{n_4}$$

$$P' = U_4 I_4$$

联立解得

$$I_4 = 400A, I_3 = 8A, U_3 = 11000V$$

则输电线上损失的功率为

$$P_{\text{损}} = I_3^2 R = 4\text{kW}$$

且

$$U_2 = U_3 + I_3 R = 11500\text{V}$$

再根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，解得

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{46}$$

BD 错误；

C. 根据理想变压器无功率损失有

$$P = U_2 I_3 + P_{\text{损}}$$

代入数据有

$$P_{\text{损}} = 408\text{kW}$$

C 正确。

故选 C。

6. (2023·北京·统考高考真题) 自制一个原、副线圈匝数分别为 600 匝和 190 匝的变压器，原线圈接 12V 的正弦交流电源，副线圈接额定电压为 3.8V 的小灯泡。实际测得小灯泡两端电压为 2.5V。下列措施有可能使小灯泡正常发光的是 ()

- A. 仅增加原线圈匝数 B. 仅增加副线圈匝数
C. 将原、副线圈匝数都增为原来的两倍 D. 将两个 3.8V 小灯泡并联起来接入副线圈

【答案】B

【解析】A. 由 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$ 知，仅增加原线圈匝数，副线圈的输出电压 U_2 减小，不能使小灯泡正常发光，故 A 错误；

B. 由 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$ 知，仅增加副线圈匝数，副线圈的输出电压 U_2 增大，有可能使小灯泡正常发光，故 B 正确；

C. 由 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$ 知，将原、副线圈匝数都增为原来的两倍，但由于原线圈的电压不变，则副线圈的输出电压 U_2 不变，不能使小灯泡正常发光，故 C 错误；

D. 将两个 3.8V 小灯泡并联，但由于原线圈的电压不变，则副线圈的输出电压 U_2 不变，不能使小灯泡正常发光，故 D 错误。

故选 B。

7. (2023·浙江·统考高考真题) 我国 1100kV 特高压直流输电工程的送电端用“整流”设备将交流转换成直流，用户端用“逆变”设备再将直流转换成交流。下列说法正确的是 ()

- A. 送电端先升压再整流 B. 用户端先降压再变交流

C. 1100kV 是指交流电的最大值

D. 输电功率由送电端电压决定

【答案】A

【解析】AB. 升压和降压都需要在交流的时候才能进行，故送电端应该先升压再整流，用户端应该先变交流再降压，故 A 正确，B 错误；

C. 1100kV 指的是交流电的有效值，故 C 错误；

D. 输电的功率是由用户端负载的总功率来决定的，故 D 错误。

故选 A。

8. (2022·重庆·高考真题) 低压卤素灯在家庭电路中使用时需要变压器降压。若将“12V 50W”的交流卤素灯直接通过变压器（视为理想变压器）接入电压为 220V 的交流电后能正常工作，则（ ）

A. 卤素灯两端的电压有效值为 $6\sqrt{2}\text{V}$

B. 变压器原、副线圈的匝数比为 55 : 3

C. 流过卤素灯的电流为 0.24A

D. 卤素灯的电阻为 968Ω **【答案】B**

【解析】A. 卤素灯上标记的额定电压 12V 即为卤素灯两端的电压有效值，A 错误；

B. 根据理想变压器的原理可知

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{12} = \frac{55}{3}$$

B 正确；

C. 流过卤素灯的电流为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{50\text{W}}{12\text{V}} = \frac{25}{6}\text{A}$$

C 错误；

D. 卤素灯是非线性元件，电阻随着电压不同而改变，D 错误。

故选 B。

9. (2022·北京·高考真题) 某理想变压器的原线圈接在 220V 的正弦交流电源上，副线圈输出电压为 22000V，输出电流为 300mA。该变压器（ ）

A. 原、副线圈的匝数之比为 100 : 1

B. 输入电流为 30A

C. 输入电流的最大值为 $15\sqrt{2}\text{A}$

D. 原、副线圈交流电的频率之比为 1 : 100

【答案】B

【解析】A. 原、副线圈的匝数之比为

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{22000} = \frac{1}{100}$$

故 A 错误；

B. 根据

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

可得输入电流为

$$I_1 = \frac{n_2}{n_1} I_2 = 100 \times 300 \times 10^{-3} \text{ A} = 30 \text{ A}$$

故 B 正确；

C. 输入电流的最大值为

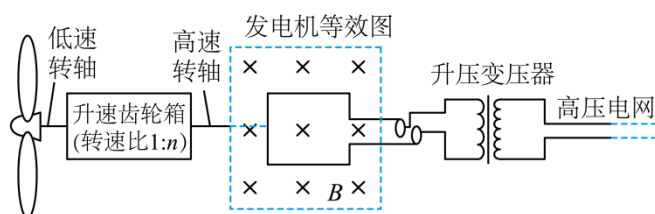
$$I_m = \sqrt{2} I_1 = 30\sqrt{2} \text{ A}$$

故 C 错误；

D. 变压器不会改变交流电的频率，故原、副线圈交流电的频率之比为 1:1，故 D 错误。

故选 B。

10. (2022·河北·统考高考真题) 张家口市坝上地区的风力发电场是北京冬奥会绿色电能的主要供应地之一，其发电、输电简易模型如图所示，已知风轮机叶片转速为每秒 z 转，通过转速比为 1:n 的升速齿轮箱带动发电机线圈高速转动，发电机线圈面积为 S ，匝数为 N ，匀强磁场的磁感应强度为 B ， $t=0$ 时刻，线圈所在平面与磁场方向垂直，发电机产生的交变电流经过理想变压器升压后。输出电压为 U 。忽略线圈电阻，下列说法正确的是 ()



- A. 发电机输出的电压为 $\sqrt{2}\pi NBSz$
- B. 发电机输出交变电流的频率为 $2\pi nz$
- C. 变压器原、副线圈的匝数比为 $\sqrt{2}\pi NBSnz : U$
- D. 发电机产生的瞬时电动势 $e = \sqrt{2}\pi NBSnz \sin(2\pi nz)$

【答案】C

【解析】B. 发电机线圈的转速为 nz ，输出交变电流的频率为

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = nz$$

B 错误；

A. 线圈绕垂直于磁场的轴匀速转动，产生的为正弦交流电，最大值为

$$E_m = NBS \cdot 2\pi \cdot nz$$

输出电压的有效值为

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}\pi NBSnz$$

A 错误；

C. 变压器原、副线圈的匝数比为

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{E}{U} = \frac{\sqrt{2}\pi NBSnz}{U}$$

C 正确；

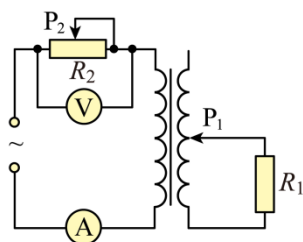
D. 发电机产生的瞬时电动势为

$$e = E_m \sin \omega t = 2\pi NBSnz \sin(2\pi nz)t$$

D 错误。

故选 C。

11. (2022·湖南·统考高考真题) 如图, 理想变压器原、副线圈总匝数相同, 滑动触头 P_1 初始位置在副线圈正中间, 输入端接入电压有效值恒定的交变电源。定值电阻 R_1 的阻值为 R , 滑动变阻器 R_2 的最大阻值为 $9R$, 滑片 P_2 初始位置在最右端。理想电压表 V 的示数为 U , 理想电流表 A 的示数为 I 。下列说法正确的是 ()



- A. 保持 P_1 位置不变, P_2 向左缓慢滑动的过程中, I 减小, U 不变
- B. 保持 P_1 位置不变, P_2 向左缓慢滑动的过程中, R_1 消耗的功率增大
- C. 保持 P_2 位置不变, P_1 向下缓慢滑动的过程中, I 减小, U 增大
- D. 保持 P_2 位置不变, P_1 向下缓慢滑动的过程中, R_1 消耗的功率减小

【答案】B

【解析】AB. 由题意可知, 原副线圈的匝数比为 2, 则副线圈的电流为 $2I$, 根据欧姆定律可得副线圈的电压有效值为

$$U_2 = 2IR_1$$

则变压器原线圈的电压有效值为

$$U_1 = 2U_2 = 4IR_1$$

设输入交流电的电压有效值为 U_0 , 则

$$U_0 = 4IR_1 + IR_2$$

可得

$$I = \frac{U_0}{4R_1 + R_2}$$

保持 P_1 位置不变, P_2 向左缓慢滑动的过程中, I 不断变大, 根据欧姆定律

$$U_1 = 4IR$$

可知变压器原线圈的电压有效值变大，输入电压有效值不变，则 R_2 两端的电压不断变小，则电压表示数 U 变小，原线圈的电压电流都变大，则功率变大，根据原副线圈的功率相等，可知 R_1 消耗的功率增大，故 **B** 正确，**A** 错误；

CD. 设原副线圈的匝数比为 n ，同理可得

$$U_1 = n^2 IR_1$$

则

$$U_0 = n^2 IR_1 + IR_2$$

整理可得

$$I = \frac{U_0}{n^2 R_1 + R_2}$$

保持 P_2 位置不变， P_1 向下缓慢滑动的过程中， n 不断变大，则 I 变小，对 R_2 由欧姆定律可知

$$U = IR_2$$

可知 U 不断变小，根据原副线圈的功率相等可知 R_1 消耗的功率

$$P_1 = IU_1 = \frac{U_0}{n^2 R_1 + R_2} \cdot \left(U_0 - \frac{U_0 R_2}{n^2 R_1 + R_2} \right)$$

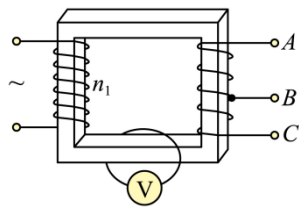
整理可得

$$P_1 = \frac{U_0^2}{n^2 R_1 + \frac{R_2^2}{n^2 R_1} + 2R_2}$$

可知 $n=3$ 时， R_1 消耗的功率有最大值，可知 R_1 消耗的功率先增大，后减小，故 **CD** 错误。

故选 **B**。

12. (2022·山东·统考高考真题) 如图所示的变压器，输入电压为 220V，可输出 12V、18V、30V 电压，匝数为 n_1 的原线圈中电压随时间变化为 $u = U_m \cos(100\pi t)$ 。单匝线圈绕过铁芯连接交流电压表，电压表的示数为 0.1V。将阻值为 12Ω 的电阻 R 接在 BC 两端时，功率为 12W。下列说法正确的是 ()



- A. n_1 为 1100 匝， U_m 为 220V
- B. BC 间线圈匝数为 120 匝，流过 R 的电流为 1.4A
- C. 若将 R 接在 AB 两端， R 两端的电压为 18V，频率为 100Hz
- D. 若将 R 接在 AC 两端，流过 R 的电流为 2.5A，周期为 0.02s

【答案】D

【解析】A. 变压器的输入电压为 220V，原线圈的交流电的电压与时间成余弦函数关系，故输入交流电压的最大值为 $220\sqrt{2}\text{V}$ ，根据理想变压器原线圈与单匝线圈的匝数比为

$$\frac{n_1}{1} = \frac{220\text{V}}{0.1\text{V}}$$

解得原线圈为 2200 匝，A 错误；

B. 根据图像可知，当原线圈输入 220V 时，BC 间的电压应该为 12V，故 BC 间的线圈匝数关系有

$$\frac{n_{BC}}{1} = \frac{12\text{V}}{0.1\text{V}} = 120$$

BC 间的线圈匝数为 120 匝，流过 R 的电流为

$$I_{BC} = \frac{P}{U_{BC}} = \frac{12\text{W}}{12\text{V}} = 1\text{A}$$

B 错误；

C. 若将 R 接在 AB 端，根据图像可知，当原线圈输入 220V 时，AB 间的电压应该为 18V。根据交流电原线圈电压的表达式可知，交流电的角速度为 100π ，故交流电的频率为

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = 50\text{Hz}$$

C 错误；

D. 若将 R 接在 AC 端，根据图像可知，当原线圈输入 220V 时，AC 间的电压应该为 30V，根据欧姆定律可知，流过电阻 R 的电流为

$$I_{AC} = \frac{U_{AC}}{R} = \frac{30}{12}\text{A} = 2.5\text{A}$$

交流电的周期为

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = 0.02\text{s}$$

D 正确。

故选 D。

13. (2021·重庆·高考真题) 某电动牙刷的充电装置含有变压器，用正弦交流电给此电动牙刷充电时，原线圈两端的电压为 220V，副线圈两端的电压为 4.4V，副线圈的电流为 1.0A，若将该变压器视为理想变压器，则 ()

A. 原、副线圈匝数之比为 25:1

B. 原线圈的电流为 0.02A

C. 副线圈两端的电压最大值为 5V

D. 原、副线圈的功率之比为 50:1

【答案】B

【解析】A. 由理想变压器的变压公式，可知原副线圈匝数之比为

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{4.4} = \frac{50}{1}$$

A 错误；

B. 由理想变压器的变流公式

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{50}$$

解得原线圈电流

$$I_1 = \frac{1}{50} \times 1.0 \text{ A} = 0.02 \text{ A}$$

B 正确；

C. 根据有效值与最大值的关可知，副线圈两端的电压最大值

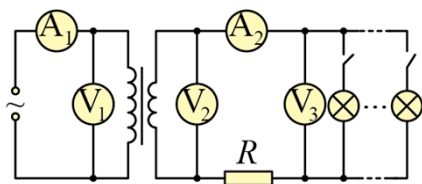
$$U_{2m} = \sqrt{2} \times U_2 = \sqrt{2} \times 4.4 \text{ V} = 6.16 \text{ V}$$

C 错误；

D. 根据理想变压器输出功率大于输入功率可知，原副线圈的功率之比为1:1，D 错误。

故选 B。

14. (2021·福建·统考高考真题) 某住宅小区变压器给住户供电的电路示意图如图所示，图中 R 为输电线的总电阻。若变压器视为理想变压器，所有电表视为理想电表，不考虑变压器的输入电压随负载变化，则当住户使用的用电器增加时，图中各电表的示数变化情况是 ()



- A. A_1 增大， V_2 不变， V_3 增大
 B. A_1 增大， V_2 减小， V_3 增大
 C. A_2 增大， V_2 增大， V_3 减小
 D. A_2 增大， V_2 不变， V_3 减小

【答案】D

【解析】不考虑变压器的输入电压随负载变化，即变压器原线圈的输入电压 $U_1 = U_{V1}$ 不变，根据

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

可知，变压器副线圈的输出电压 $U_2 = U_{V2}$ 不变；当住户使用的用电器增加时，即用户的总电阻 $R_{\text{灯}}$ 变小，由

$$I_2 = \frac{U_2}{R + R_{\text{灯}}}$$

可知，副线圈的电流 $I_2 = I_{A2}$ 变大，而由

$$U_{V3} = U_2 - I_2 R$$

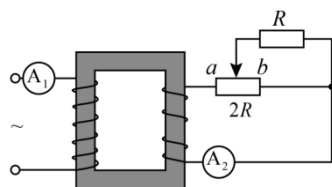
可知 V_3 减小；由理想变压器的原理

$$U_1 I_1 = U_2 I_2$$

可知原线圈的电流 $I_1 = I_{A1}$ 变大；故综合上述分析可知 A_1 增大， A_2 增大， V_2 不变， V_3 减小；

故选 D。

15. (2021·湖北·统考高考真题) 如图所示，理想变压器原线圈接入电压恒定的正弦交流电，副线圈接入最大阻值为 $2R$ 的滑动变阻器和阻值为 R 的定值电阻。在变阻器滑片从 a 端向 b 端缓慢移动的过程中 ()



- A. 电流表 A_1 示数减小
 B. 电流表 A_2 示数增大
 C. 原线圈输入功率先增大后减小
 D. 定值电阻 R 消耗的功率先减小后增大

【答案】A

【详解】本题考查含理想变压器电路的动态分析。

【解析】AB. 由于原线圈所接电压恒定，匝数比恒定，故变压器副线圈的输出电压恒定，变阻器的滑片从 a 端向 b 端缓慢移动的过程中，由数学知识可知，变压器副线圈所接的电阻值逐渐增大，则由欧姆定律得

$$I_2 = \frac{U_2}{R_{\text{副}}}$$

可知副线圈的电流逐渐减小，由

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

可知变压器原线圈的电流 I_1 也逐渐减小，故 A 正确，B 错误；

C. 原线圈的输入功率为

$$P_{\text{入}} = U_1 I_1$$

由于 I_1 逐渐减小，则原线圈的输入功率逐渐减小，故 C 错误；

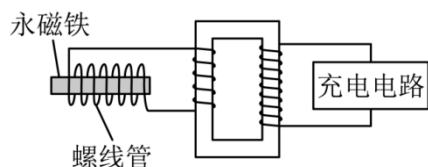
D. 由于副线圈的电流逐渐减小，则定值电阻与变阻器右半部分并联的总电流减小，又与定值电阻并联的变阻器右半部分的电阻值减小，则由并联分流规律可知，流过定值电阻的电流逐渐减小，则由公式

$$P_R = I^2 R$$

可知，定值电阻 R 消耗的电功率逐渐减小，故 D 错误。

故选 A。

16. (2021·广东·高考真题) 某同学设计了一个充电装置，如图所示，假设永磁铁的往复运动在螺线管中产生近似正弦式交流电，周期为 0.2s ，电压最大值为 0.05V ，理想变压器原线圈接螺线管，副线圈接充电电路，原、副线圈匝数比为 $1:60$ ，下列说法正确的是 ()



- A. 交流电的频率为 10Hz
- B. 副线圈两端电压最大值为 3V
- C. 变压器输入电压与永磁铁磁场强弱无关
- D. 充电电路的输入功率大于变压器的输入功率

【答案】 B

【解析】 A. 周期是 $T=0.2s$ ，频率是

$$f = \frac{1}{T} = 5\text{Hz}$$

故 A 错误；

B. 由理想变压器原理可知

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

解得，副线两端的最大电压为

$$U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = 3\text{V}$$

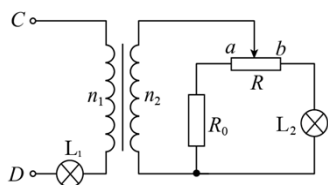
故 B 正确；

C. 根据法拉第电磁感应定律可知，永磁铁磁场强，线圈中产生的感应电动势越大，变压器的输入电压会越大，故 C 错误；

D. 由理想变压器原理可知，充电电路的输入功率等于变压器的输入功率，故 D 错误。

故选 B。

17. (2021·湖南·高考真题) 如图，理想变压器原、副线圈匝数比为 $n_1:n_2$ ，输入端 C、D 接入电压有效值恒定的交变电源，灯泡 L_1 、 L_2 的阻值始终与定值电阻 R_0 的阻值相同。在滑动变阻器 R 的滑片从 a 端滑动到 b 端的过程中，两个灯泡始终发光且工作在额定电压以内，下列说法正确的是 ()



- A. L_1 先变暗后变亮， L_2 一直变亮
- B. L_1 先变亮后变暗， L_2 一直变亮
- C. L_1 先变暗后变亮， L_2 先变亮后变暗
- D. L_1 先变亮后变暗， L_2 先变亮后变暗

【答案】 A

【解析】副线圈的总电阻为 $\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_0 + R_{ap}} + \frac{1}{R_0 + R_{pb}}$

$$\text{解得 } R_2 = \frac{(R_0 + R_{ap}) \cdot (R_0 + R_{pb})}{(R_0 + R_{ap}) + (R_0 + R_{pb})} = \frac{(R_0 + R_{ap}) \cdot (R_0 + R_{pb})}{2R_0 + R}$$

则滑动变阻器 R 的滑片从 a 端滑到 b 端过程中，副线圈的总电阻先增大后减小，根据等效电阻关系有

$$R_{\text{等}} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{\frac{n_1}{n_2} U_2}{\frac{n_2}{n_1} I_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \frac{U_2}{I_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_2$$

则等效电阻先增大后减小，由欧姆定律有

$$I_1 = \frac{U}{R_0 + R_{\text{等}}}, \quad I_2 = \frac{n_1}{n_2} I_1$$

I_1 先减小后增大， I_2 先减小后增大，则 L_1 先变暗后变亮，根据

$$U_1 = U - I_1 R_0, \quad U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1$$

由于 I_1 先减小后增大，则副线圈的电压 U_2 先增大后减小，通过 L_2 的电流为

$$I_{L2} = \frac{U_2}{R_0 + R_{pb}}$$

则滑动变阻器 R 的滑片从 a 端滑到 b 端过程中， R_{pb} 逐渐减小，副线圈的电压 U_2 增大过程中 I_{L2} 增大；在副线圈的电压 U_2 减小过程中，通过 R_0 的电流为

$$I_{R_0} = \frac{U_2}{R_0 + R_{ap}}$$

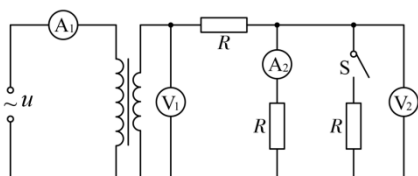
R_{ap} 逐渐增大，则 I_{R_0} 越来越小，则

$$I_{L2} \uparrow = I_2 \uparrow - I_{R_0} \downarrow$$

则 L_1 先变暗后变亮， L_2 一直变亮；

故选 A。

18. (2020·北京·统考高考真题) 如图所示，理想变压器原线圈接在 $u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$ 的交流电源上，副线圈接三个阻值相同的电阻 R ，不计电表内电阻影响。闭合开关 S 后 ()



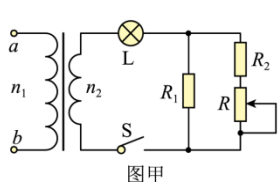
- A. 电流表 A_2 的示数减小
- B. 电压表 V_1 的示数减小

- C. 电压表 V_2 的示数不变
D. 电流表 A_1 的示数不变

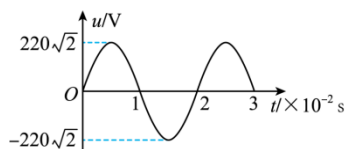
【答案】A

【解析】开关 S 闭合时，副线圈总的电阻减小，由于变压器的匝数比和输入的电压都不变，所以输出的电压也不变，即 V_1 示数不变，但因副线圈的总电阻减小，则副线圈的总电流增大，则原线圈的电流增大，故 A_1 的示数变大；由于副线圈的电流增大，故串联在副线圈的电阻 R 两端的电压增大，而副线圈的总电压不变，所以副线圈并联部分的电压减小，即 V_2 的示数减小，故电流表 A_2 的示数减小，故 **A** 正确，**BCD** 错误。故选 **A**。

19. (2020·山东·统考高考真题) 图甲中的理想变压器原、副线圈匝数比 $n_1:n_2=22:3$ ，输入端 a 、 b 所接电压 u 随时间 t 的变化关系如图乙所示。灯泡 L 的电阻恒为 $15\ \Omega$ ，额定电压为 $24\ V$ 。定值电阻 $R_1=10\ \Omega$ 、 $R_2=5\ \Omega$ ，滑动变阻器 R 的最大阻值为 $10\ \Omega$ 。为使灯泡正常工作，滑动变阻器接入电路的电阻应调节为 ()



图甲



图乙

- A. $1\ \Omega$ B. $5\ \Omega$ C. $6\ \Omega$ D. $8\ \Omega$

【答案】A

【解析】输电电压的有效值为 (即原线圈电压的有效值)

$$U_1 = \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\text{V} = 220\text{V}$$

根据理想变压器电压规律 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知副线圈电压有效值为

$$U_2 = \frac{n_2}{n_1}U_1 = \frac{3}{22} \times 220\text{V} = 30\text{V}$$

灯泡正常工作，根据欧姆定律可知分压为 24V ，则通过灯泡的电流，即副线圈部分的干路电流为

$$I_L = \frac{U_L}{R_L} = \frac{24}{15}\text{A} = 1.6\text{A}$$

根据串联分压规律可知， R_1 和 R_2 、 R 构成的并联电路部分的分压为

$$U = U_2 - U_L = 30\text{V} - 24\text{V} = 6\text{V}$$

通过 R_1 的电流为

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{6}{10}\text{A} = 0.6\text{A}$$

通过 R_2 、 R 的电流为

$$I_2 = I_L - I_1 = 1.6\text{A} - 0.6\text{A} = 1\text{A}$$

R_2 、 R 的分压为

$$U = I_2(R_2 + R)$$

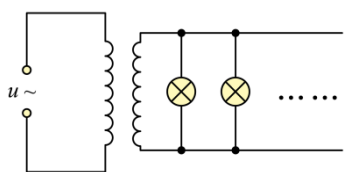
解得滑动变阻器的阻值为

$$R = \frac{U}{I_2} - R_2 = \frac{6}{1}\Omega - 5\Omega = 1\Omega$$

A 正确，BCD 错误。

故选 A。

20. (多选) (2023·海南·统考高考真题) 下图是工厂利用 $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t\text{V}$ 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 ()



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

【答案】BC

【解析】A. 电源电压的有效值

$$U = \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\text{V} = 220\text{V}$$

选项 A 错误；

B. 交流电的周期

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi}\text{s} = 0.02\text{s}$$

选项 B 正确；

CD. 根据

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

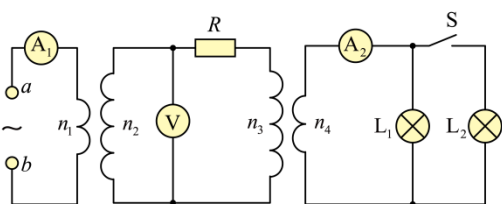
可得副线圈匝数

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

选项 C 正确，D 错误。

故选 BC。

21. (多选) (2022·天津·高考真题) 如图所示，两理想变压器间接有电阻 R ，电表均为理想交流电表， a 、 b 接入电压有效值不变的正弦交流电源。闭合开关 S 后 ()



- A. R 的发热功率不变
- B. 电压表的示数不变
- C. 电流表 A_1 的示数变大
- D. 电流表 A_2 的示数变小

【答案】BC

【解析】AC. 闭合开关 S 后，负载电阻减小，匝数为 n_4 的线圈输出功率变大，匝数为 n_1 的线圈输入功率也变大， a 、 b 两端电压有效值不变，由 $P_1 = U_1 I_1$

可知电流表 A_1 的示数变大，根据 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$

因 $\frac{n_2}{n_1}$ 比值不变， I_1 变大， I_2 变大，因此， R 的发热功率变大，故 **A** 错误，**C** 正确；

B. 根据理想变压器电压比等于匝数比 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

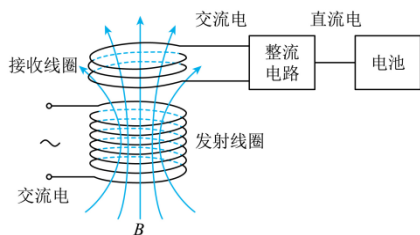
可知输出电压 U_2 不变，电压表的示数不变，故 **B** 正确；

D. 根据理想变压器电流与匝数关系可得 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ， $\frac{I_2}{I_4} = \frac{n_4}{n_3}$

由于匝数均保持不变， I_1 增大，所以 I_2 、 I_4 增大，故电流表 A_2 的示数变大，故 **D** 错误。

故选 **BC**。

22. (多选) (2022 · 湖北 · 统考高考真题) 近年来，基于变压器原理的无线充电技术得到了广泛应用，其简化的充电原理图如图所示。发射线圈的输入电压为 220V、匝数为 1100 匝，接收线圈的匝数为 50 匝。若工作状态下，穿过接收线圈的磁通量约为发射线圈的 80%，忽略其它损耗，下列说法正确的是 ()



- A. 接收线圈的输出电压约为 8 V
- B. 接收线圈与发射线圈中电流之比约为 22:1
- C. 发射线圈与接收线圈中交变电流的频率相同
- D. 穿过发射线圈的磁通量变化率与穿过接收线圈的相同

【答案】AC

【解析】A. 根据

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{80\%U_1}{U_2}$$

可得接收线圈的输出电压约为 $U_2=8V$;

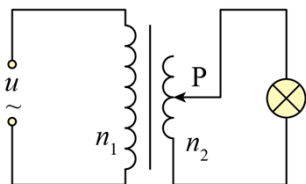
B. 由于存在磁漏现象, 电流比不再与匝数成反比, 故 B 错误;

C. 变压器是不改变其交变电流的频率的, 故 C 正确;

D. 由于穿过发射线圈的磁通量与穿过接收线圈的磁通量大小不相同, 所以穿过发射线圈的磁通量变化率与穿过接收线圈的不相同, 故 D 错误。

故选 AC。

23. (多选) (2021·海南·高考真题) 如图, 理想变压器原线圈接在 $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$ 的交流电源上, 副线圈匝数可通过滑片 P 来调节。当滑片 P 处于图示位置时, 原、副线圈的匝数比 $n_1:n_2 = 2:1$, 为了使图中“100V, 50W”的灯泡能够正常发光, 下列操作可行的是 ()



- A. 仅将滑片 P 向上滑动
- B. 仅将滑片 P 向下滑动
- C. 仅在副线圈电路中并联一个阻值为 20Ω 的电阻
- D. 仅在副线圈电路中串联一个阻值为 20Ω 的电阻

【答案】 BD

【解析】 原线圈电压有效值

$$U_1 = \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \text{V} = 220\text{V}$$

则次级电压有效值

$$U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = \frac{1}{2} \times 220\text{V} = 110\text{V} > 100\text{V}$$

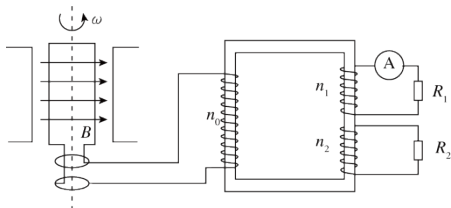
则为了使图中“100V, 50W”的灯泡能够正常发光, 则需要减小次级电压, 即仅将滑片 P 向下滑动; 或者仅在副线圈电路中串联一个电阻, 阻值为

$$R = \frac{U_2 - U_L}{\frac{P_L}{U_L}} = \frac{110 - 100}{\frac{50}{100}} \Omega = 20\Omega$$

故选 BD。

24. (多选) (2021·河北·高考真题) 如图, 发电机的矩形线圈长为 $2L$ 、宽为 L , 匝数为 N , 放置在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中, 理想变压器的原、副线圈匝数分别为 n_0 、 n_1 和 n_2

，两个副线圈分别接有电阻 R_1 和 R_2 ，当发电机线圈以角速度 ω 匀速转动时，理想电流表读数为 I ，不计线圈电阻，下列说法正确的是（ ）



- A. 通过电阻 R_2 的电流为 $\frac{n_1 I}{n_2}$
- B. 电阻 R_2 两端的电压为 $\frac{n_2 I R_1}{n_1}$
- C. n_0 与 n_1 的比值为 $\frac{\sqrt{2} N B L^2 \omega}{I R_1}$
- D. 发电机的功率为 $\frac{\sqrt{2} N B L^2 \omega I (n_1 + n_2)}{n_0}$

【答案】BC

【解析】AB. 由题知理想电流表读数为 I ，则根据欧姆定律

$$U_1 = I R_1$$

根据变压器电压与匝数的关系有

$$\frac{n_0}{n_1} = \frac{U_0}{U_1}, \quad \frac{n_0}{n_2} = \frac{U_0}{U_2}$$

代入数据有

$$U_0 = \frac{n_0}{n_1} I R_1, \quad U_2 = \frac{n_2}{n_1} I R_1$$

再由欧姆定律有

$$U_2 = I_2 R_2$$

可计算出

$$I_2 = \frac{n_2 R_1}{n_1 R_2} I$$

综上所述，A 错误、B 正确；

C. 由于矩形线圈产生的交变电流直接输入原线圈，则有

$$E_{\max} = N B 2 L^2 \omega, \quad U_0 = \frac{E_{\max}}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} N B L^2 \omega$$

由选项 AB 知

$$U_0 = \frac{n_0}{n_1} I R_1$$

则

$$\frac{n_0}{n_1} = \frac{\sqrt{2} N B L^2 \omega}{I R_1}$$

C 正确；

D. 由于变压器为理想变压器则有

$$P_0 = P_1 + P_2 = U_1 I + U_2 I_2 = I^2 R_1 + U_2 I_2$$

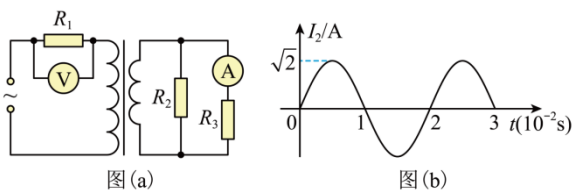
代入选项 ABC 公式有

$$P_0 = \frac{\sqrt{2} N B L^2 \omega I}{n_0} \left(\frac{n_1^2 R_2 + n_2^2 R_1}{n_1 R_2} \right)$$

由于矩形线圈产生的交变电流直接输入原线圈，则发电机的功率为 P_0 ，D 错误。

故选 BC。

25. (多选) (2020·全国·统考高考真题) 在图 (a) 所示的交流电路中，电源电压的有效值为 220V，理想变压器原、副线圈的匝数比为 10:1， R_1 、 R_2 、 R_3 均为固定电阻， $R_2=10\Omega$ ， $R_3=20\Omega$ ，各电表均为理想电表。已知电阻 R_2 中电流 i_2 随时间 t 变化的正弦曲线如图 (b) 所示。下列说法正确的是 ()



- A. 所用交流电的频率为 50Hz
 B. 电压表的示数为 100V
 C. 电流表的示数为 1.0A
 D. 变压器传输的电功率为 15.0W

【答案】AD

【解析】A. 交流电的频率为

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02\text{s}} = 50\text{Hz}$$

A 正确；

B. 通过 R_2 电流的有效值为

$$I = \frac{\sqrt{2}\text{A}}{\sqrt{2}} = 1\text{A}$$

R_2 两端即副线圈两端的电压，根据欧姆定律可知

$$U_2 = IR_2 = 1 \times 10\text{V} = 10\text{V}$$

根据理想变压器的电压规律 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知原线圈的电压

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

电阻 R_1 两端分压即为电压表示数，即

$$U_V = U_0 - U_1 = 220\text{V} - 100\text{V} = 120\text{V}$$

B 错误；

C. 电流表的示数为

$$I_A = \frac{U_2}{R_3} = \frac{10}{20}\text{A} = 0.5\text{A}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/238127034006007004>