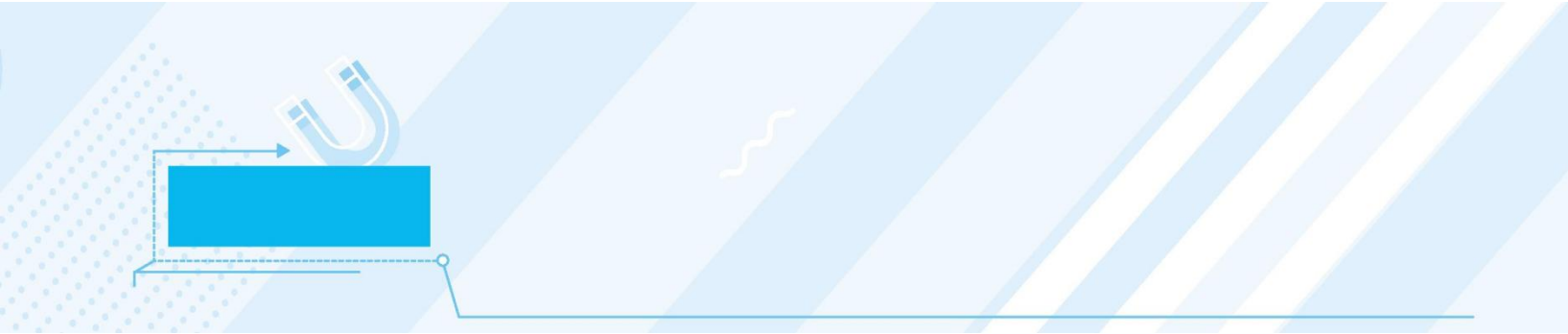


2025 版《新亮剑》高中物理：第十三章 交变电流 电
磁振荡 电磁波 传感器



第十三章 交变电流 电磁振荡
 电磁波 传感器

考情报告

核心素养	考点内容	高考真题	备考建议
物理观念	交流电的产生、变压器的原理、远距离输电、电磁波	2023 辽宁 T4(交变电流的描述) 2023 湖南 T9(交变电流的描述) 2023 北京 T7(理想变压器) 2023 广东 T6(理想变压器)	本章高考考查内容主要有:

		2023 海南 T11(理想变压器)	交变电流的产生及变化规律、交变电流的四值及应用、理想变压器的工作原理与规律、理想变压器的动态电路分析、远距离输电的模式以及电压和功率的损耗、LC 振荡电路的分析,题型主要为选择题。物理核心素养主要考查学生的“模型构建和科学推理”要素。能力主要考查理解与推理能力。整体难度中等偏易。 复习时要重点关注:理解交变电流的产生过程,理解交变电流的图像和交变电流的四值,掌握理想变压器电路中原、副线圈与各物理量之间的制约关系,能够利用闭合电路欧姆定律及理想变压器知识分析远距离输电问题,其中变压器的动态变化问题应作为本章的重点和难点
科学思维	交流发电机、理想变压器、远距离输电、	2023 浙江 6 月选考 T7(远距离输电)	
	LC 振荡电路	2023 天津 T6(远距离输电)	
科学探究	探究变压器原、副线圈与匝数的关系,变压器的工作原理	2023 山东 T7(远距离输电)	
		2023 浙江 1 月选考 T14(传感器)	
		2022 河北 T3(交变电流的描述、理想变压器)	
科学态度 与责任	电能的产生和传输对人类进步的巨大贡献,传感器改变人类的生活	2022 湖南 T6(理想变压器)	
		2022 湖北 T9(变压器)	
		2022 山东 T4(理想变压器)	
		2022 广东 T4(交变电流的产生)	
		2022 海南 T5(交变电流的图像)	
		2021 广东 T7(理想变压器)	
		2021 湖南 T6(理想变压器)	
		2021 河北 T8(交变电流的描述、理想变压器)	
		2021 浙江 6 月选考 T5(有效值)	

第 1 讲 交变电流的产生和描述

考点一 交变电流的产生及变化规律

理清 知识结构 / 基础全通关

知识梳理 构建体系

1.产生:线圈绕①_____匀强磁场方向的轴匀速转动。

2.描述交变电流的物理量

(1)最大值

$E_m = ②$ _____,与转轴位置③_____ (选填“有关”或“无关”),与线圈形状④_____ (选填“有关”或“无关”)。

(2)周期和频率

a.周期(T):交变电流完成⑤_____变化所需的时间,单位是秒(s),公式 $T = ⑥$ _____。

b.频率(f):交变电流在单位时间内完成周期性变化的⑦_____,单位是赫兹(Hz)。

c.周期和频率的关系: $T = ⑧$ _____或 $f = ⑨$ _____。

答案 ①垂直于 ② $nBS\omega$ ③无关 ④无关 ⑤一次周期性 ⑥ $\frac{2\pi}{\omega}$ ⑦次数 ⑧ $\frac{1}{f}$ ⑨ $\frac{1}{T}$

突破 考点题型 / 命题全研透

1.正弦式交变电流产生过程中的两个特殊位置

图示		
概念	中性面位置	与中性面垂直的位置
特点	$B \perp S$	$B \parallel S$
	$\Phi = BS$, 最大	$\Phi = 0$, 最小
	$e = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0$, 最小	$e = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = nBS\omega$, 最大
	电流为零, 方向改变	电流最大, 方向不变

2. 正弦式交变电流的变化规律(线圈从中性面位置开始计时)

函数表达式	图像
磁通量 $\Phi = \Phi_m \cos \omega t = BS \cos \omega t$	
电动势 $e = E_m \sin \omega t = nBS\omega \sin \omega t$	
电流 $i = I_m \sin \omega t = \frac{E_m}{R + r} \sin \omega t$ (外电路为纯电阻电路)	
电压 $u = U_m \sin \omega t = \frac{R E_m}{R + r} \sin \omega t$ (外电路为纯电阻电路)	

3. 解决交变电流图像问题的四点注意

(1)只有当线圈从中性面位置开始计时,电流的瞬时值表达式才是正弦函数形式,其变化规律与线圈的形状及转动轴在
线圈平面内的位置无关。

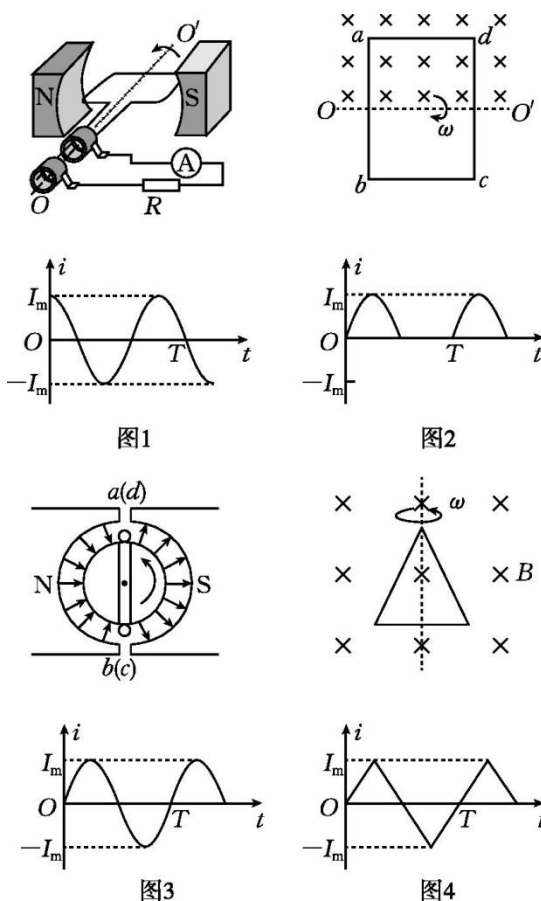
(2)注意峰值公式 $E_m = nBS\omega$ 中的 S 为线圈在磁场中的有效面积。

(3)在解决有关交变电流的图像问题时,应先把交变电流的图像与线圈的转动位置对应起来,再根据特殊位置求特殊解。

(4)根据法拉第电磁感应定律 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$,若 Φ 按余弦规律变化,则 e 必按正弦规律变化; Φ 按正弦规律变化, e 必按余弦规律变化。故 Φ 增大时, e 必减小; Φ 最大时, e 最小。

角度 1 交变电流的常规产生情况

例 1 (2024 届广州三模)在以下四种情境中,线圈中产生的电流与其正下方所示的 $i-t$ 图线相对应的是()。



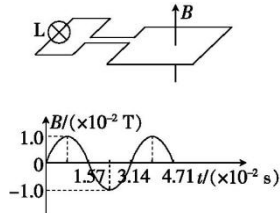
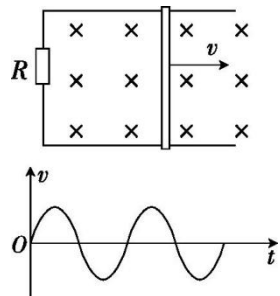
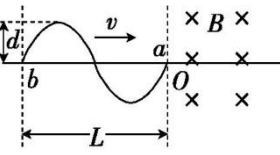
A.图 1 B.图 2 C.图 3 D.图 4

答案 A

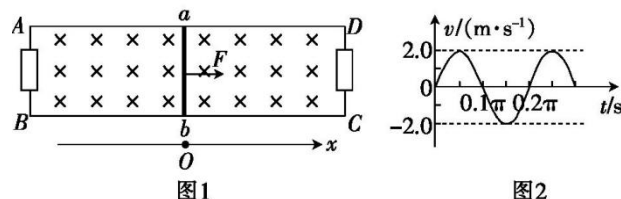
解析 图 1 中的线圈从垂直中性面开始转动,产生的交流电是余弦交变电流,A 项符合题意;图 2 中线圈转动时仍产生不间断的正弦交流电,B 项不符合题意;图 3 中线圈处于辐射状的磁场中,线圈的两边所处位置的磁场大小不变,则产生大小恒定不变的电动势,C 项不符合题意;图 4 中线圈转动时产生正弦交变电流,D 项不符合题意。

角度 2 正弦式交变电流产生的三种非常规情况

下面三种情况也能产生正弦式交变电流。

方式与说明	图示
磁感应强度随时间按正弦规律变化 线圈在匀强磁场中处于非平行于磁场的位置不动,匀强磁场的磁感应强度随时间按正弦规律变化	 The diagram shows a coil with current I (into the page) in a magnetic field B (upwards). Below it is a graph of magnetic field B (in units of $\times 10^{-2}$ T) versus time t (in units of $\times 10^{-2}$ s). The graph is a sine wave starting at 0, with peaks at 1.0 and troughs at -1.0. The period is marked as 3.14, with intermediate points at 1.57 and 4.71.
有效切割速度随时间按正弦规律变化 导体棒在匀强磁场中做切割磁感线运动的速度随时间按正弦规律变化	 The diagram shows a rod moving with velocity v to the right in a magnetic field B (into the page). Below it is a graph of velocity v versus time t. The graph is a sine wave starting at 0, oscillating between positive and negative values.
有效切割长度随时间按正弦规律变化 线圈做切割磁感线运动的一边的有效长度随时间按正弦规律变化	 The diagram shows a rod with a sinusoidal shape moving with velocity v to the right in a magnetic field B (into the page). The rod's shape is defined by a sine wave with amplitude d and length L. The points a, b, and O are marked on the rod.

例2 (2024 届宁德模拟)(多选)如图1所示,电阻不计的光滑矩形金属框 $ABCD$ 固定于水平地面上,其中 AD 、 BC 两边足够长, AB 、 CD 两边的长度均为 1.0 m ,且都接有 $R=0.2\ \Omega$ 的电阻,空间存在竖直向下的匀强磁场,磁感应强度大小 $B=1\text{ T}$ 。一质量 $m=1.0\text{ kg}$ 、阻值 $r=0.1\ \Omega$ 、长度 $l=1.0\text{ m}$ 的导体棒 ab 放置在金属框上。 $t=0$ 时刻,导体棒 ab 在水平外力 F 作用下从 $x=-0.2\text{ m}$ 位置由静止开始做简谐运动,简谐运动的回复力系数 $k=100\text{ N/m}$,平衡位置在坐标原点 O 处。导体棒 ab 的速度随时间变化的图像是如图2所示的正弦曲线。下列说法正确的是()。



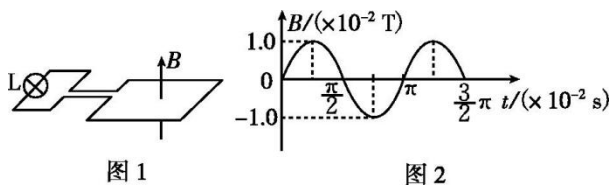
- A.导体棒在 $x=0$ 位置时的水平外力 $F=10\text{ N}$
- B.导体棒在 $x=0.1\text{ m}$ 位置时的动能 $E_k=1.5\text{ J}$
- C.0 至 $0.05\pi\text{ s}$ 时间内,通过导体棒 ab 的电荷量 $q=2\text{ C}$
- D.0 至 $0.05\pi\text{ s}$ 时间内,导体棒 ab 产生的焦耳热 $Q=0.25\text{ J}$

答案 AB

解析 $x=0$ 是简谐运动的平衡位置,此时水平外力 F 与导体棒受到的安培力大小相等,即 $F=\frac{B^2 l^2 v_m}{R_{\text{总}}}$,其中 $R_{\text{总}}=\frac{R}{2}+r=0.2\ \Omega$,解得 $F=10\text{ N}$,A 项正确由题图2可得 $v=2\sin 10t(\text{m/s})$,由题意可知位移与时间的关系式为 $x=-0.2\cos 10t(\text{m})$,当 $x=0.1\text{ m}$ 时,得 $10t=\frac{2}{3}\pi$ 或 $10t=\frac{4}{3}\pi$,代入 $v=2\sin 10t(\text{m/s})$ 可得 $v=\sqrt{3}\text{ m/s}$ 或 $v=-\sqrt{3}\text{ m/s}$,故导体棒在 $x=0.1\text{ m}$ 位置的动能 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=1.5\text{ J}$,B 项正确;0 至 $0.05\pi\text{ s}$ 时间内,通过导体棒 ab 的电荷量 $q=\frac{B\Delta S}{R_{\text{总}}}=\frac{1\times 0.2}{0.2}\text{ C}=1\text{ C}$,C 项错误;导体棒切割磁感线产生的感应电动势的瞬时表达式为 $e=Blv=2\sin 10t(\text{V})$,0 至 $0.05\pi\text{ s}$ 时间内导体棒 ab 产生焦耳热 $Q=\left(\frac{E_m}{\sqrt{2}R_{\text{总}}}\right)^2 Rt=0.25\pi\text{ J}$,D 项错误。

例3 (2024 届焦作质检)如图1所示,一固定的矩形导体线圈水平放置,线圈的两端接一只小灯泡,在线圈所在空间内存在着与线圈平面垂直的均匀分布的磁场。已知线圈的匝数 $n=100$ 匝,总电阻 $r=1.0\ \Omega$,所围成矩形的面积 $S=0.04\text{ m}^2$,小灯泡的电阻 $R=9.0\ \Omega$,磁感应强度随时间按如图2所示的规律变化,线圈中产生的感应电动势瞬时值的表达式为

$e = nB_m S \frac{2\pi}{T} \cos \frac{2\pi}{T} t$, 其中 B_m 为磁感应强度的最大值, T 为磁场变化的周期, 不计灯丝电阻随温度的变化, 求:



(1) 线圈中产生感应电动势的最大值。

(2) 小灯泡消耗的电功率。

(3) 在磁感应强度变化的 $0 \sim \frac{T}{4}$ 时间内, 通过小灯泡的电荷量。

答案 (1) 8.0 V (2) 2.88 W (3) 4.0×10^{-3} C

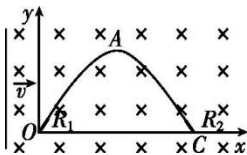
解析 (1) 由图 2 知, 线圈中产生的交变电流的周期 $T = 3.14 \times 10^{-2}$ s, 所以 $E_m = nB_m S \omega = \frac{2\pi n B_m S}{T} = 8.0$ V。

(2) 电流的最大值 $I_m = \frac{E_m}{R+r} = 0.80$ A, 有效值 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{5}$ A, 小灯泡消耗的电功率 $P = I^2 R = 2.88$ W。

(3) 在 $0 \sim \frac{T}{4}$ 时间内, 电动势的平均值 $\bar{E} = \frac{nS\Delta B}{\Delta t}$, 平均电流 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r} = \frac{nS\Delta B}{(R+r)\Delta t}$, 流过灯泡的电荷量 $Q = \bar{I}\Delta t = \frac{nS\Delta B}{R+r} = 4.0 \times 10^{-3}$

C。

例 4 (2024 届杨浦区二模) 如图所示, $OACO$ 为固定在水平面上的光滑闭合金属导轨, O 、 C 两处分别接有阻值 $R_1 = 4 \Omega$ 、 $R_2 = 8 \Omega$ 的长度可忽略的短电阻丝(图中用粗线表示), 导轨其他部分电阻不计。导轨 OAC 的形状满足 $y = 2\sin \frac{\pi}{3}x$ (单位: m), 匀强磁场垂直于导轨平面, 磁感应强度 $B = 0.2$ T。一足够长、阻值不计的金属棒 ab 在水平外力 F 作用下, 以水平向右的恒定速度 $v = 5.0$ m/s 从导轨上 O 点滑动到 C 点, 棒与导轨接触良好且始终保持与 OC 导轨垂直。求:



(1) 外力 F 的最大值。

(2)在滑动过程中通过金属棒的电流*i*与时间*t*的关系式。

答案 (1) 0.3 N (2) $i=\frac{3}{4}\sin\frac{5\pi}{3}t(\text{A})$

解析 (1)回路中产生的感应电动势 $E=Byv$

由闭合电路欧姆定律可得 $i=\frac{E}{R_{\text{总}}}$,其中 $R_{\text{总}}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$

金属棒匀速运动,可得 $F_{\text{外}}=F_{\text{安}}=Bly$

又 $y_{\text{max}}=2\sin\frac{\pi}{2}=2\text{ m}$

则 $F_{\text{max}}=F_{\text{安max}}=\frac{B^2y_{\text{max}}^2v}{R_{\text{总}}}=0.3\text{ N}$ 。

(2) $y=2\sin\frac{\pi}{3}x$

又 $x=vt,e=Byv,i=\frac{e}{R_{\text{总}}}$

联立可得 $i=\frac{3}{4}\sin\frac{5\pi}{3}t(\text{A})$ 。

考点二 交变电流“四值”的理解和应用

理清

知识结构

基础全通关

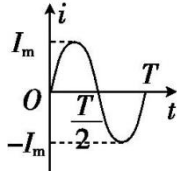
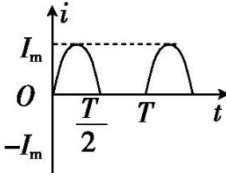
知识梳理 构建体系

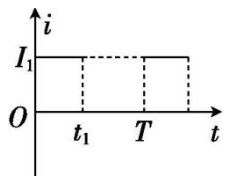
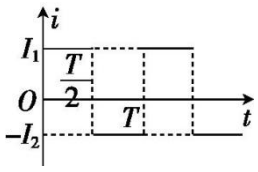
1. “四值” 的比较

物理量	物理含义	重要关系	适用情况及说明
瞬时值	交变电流某一时刻的值	$e=\textcircled{1}$ ____ $i=\textcircled{2}$ ____	计算线圈某时刻的受力情况

峰值	最大的瞬时值	$E_m = ③$ ____ $I_m = ④$ ____	讨论电容器的⑤____电压
有效值	跟交变电流的热效应等效的恒定电流的值	$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$ 、 $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ 、 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ 适用于正(余)弦式交变电流	(1)交流电流表、交流电压表的示数 (2)电气设备“铭牌”上所标的值(如额定电压、额定电流等) (3)计算与电流的热效应有关的量(如电功、电功率、电热、保险丝的熔断电流等) (4)没有特别加以说明的指有效值
平均值	交变电流图像中图线与时间轴所围的面积与时间的比值	$\bar{E} = ⑥$ ____ $\bar{I} = ⑦$ ____	计算通过导线横截面的⑧____

2.几种典型的电流及其有效值

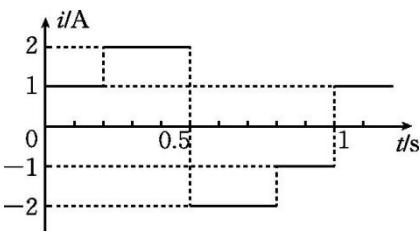
电流名称	电流图像	有效值
正弦式交变电流		$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$
正弦式半波脉		$I = \frac{I_m}{2}$

冲电流		
矩形脉 冲电流		
非对称性 交变电流		$I = \sqrt{\frac{1}{2}(I_1^2 + I_2^2)}$

答案 ① $E_m \sin \omega t$ ② $I_m \sin \omega t$ ③ $NBS\omega$ ④ $\frac{E_m}{R+r}$ ⑤击穿 ⑥ $n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ⑦ $\frac{\bar{E}}{R+r}$ ⑧电荷量

考教衔接 以图说法

如图所示,电流的有效值 $I =$ _____ A。



答案 $\sqrt{\frac{14}{5}}$

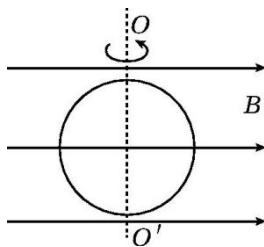
解析 由于 $I^2 R t = I_1^2 R t_1 + I_2^2 R t_2$, 其中 $t=1$ s, $t_1=0.4$ s, $t_2=0.6$ s, $I_1=1$ A, $I_2=2$ A, 解得 $I = \sqrt{\frac{14}{5}}$ A。

突破 考点题型 命题全研透

角度 1 交变电流“四值”的理解和应用

例 5 (2024 届丹东一模) 如图所示, 圆形闭合金属线圈在水平匀强磁场中匀速转动, 转动周期为 T , 竖直转轴 OO'

过圆心且垂直于磁场方向。从线圈平面与磁场方向平行开始计时,当 $t=\frac{T}{6}$ 时,线圈中的感应电动势为 4 V,则线圈感应电动势的有效值为()。



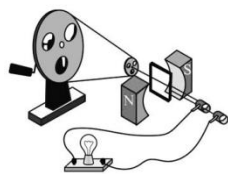
A. $4\sqrt{3}$ V B. $\frac{4}{3}\sqrt{6}$ V

C. $\frac{\sqrt{2}}{4}$ V D. $4\sqrt{2}$ V

答案 D

解析 由题可知,从线圈平面与磁场方向平行开始计时,线圈产生的感应电动势表达式为 $e=E_m\cos\omega t$,当 $t=\frac{T}{6}$ 时,线圈中的感应电动势为 4 V,即 $E_m\cos\frac{\pi}{3}=4$ V,解得 $E_m=8$ V,故线圈感应电动势的有效值 $E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=4\sqrt{2}$ V,D 项正确。

例 6 (2023 年湖南卷)(多选)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同种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 $\frac{4\sqrt{2}nBL^2\omega}{3}$

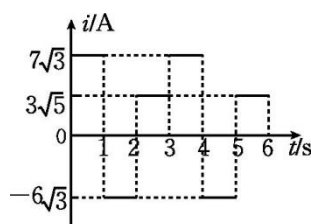
D.若仅将小轮半径变为原来的两倍,则灯泡变得更亮

答案 AC

解析 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 $v=\omega r$,由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 项正确;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 $U=\frac{RE}{R+R}=\sqrt{2}nBL^2\omega$,B 项错误;若用总长为原来两倍的同种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 项正确;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 项错误。

角度 2 交变电流有效值的计算

例 7 (2024 届衡阳二模)某电流 i 随时间 t 变化的关系如下图,它的有效值是()。



A.10 A

B. $10\sqrt{3}$ A

C. $2\sqrt{7}$ A

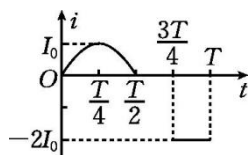
D. 20 A

答案 AC

解析 根据有效值的定义,可得 $Q = I_1^2 R t_1 + I_2^2 R t_2 + I_3^2 R t_3 = I_{\text{有}}^2 R t$ 可知一个周期 3 s 内 $Q = 300 R = 3 I_{\text{有}}^2 R$, 解得 $I_{\text{有}} = 10$

A, A 项正确。

例 8 (2024 届珠海期中) 某一线圈通过的交流电的电流—时间关系图像(前半周期为正弦波形的 $\frac{1}{2}$) 如图所示(图中只画出了一个周期), 则该电流的有效值为()。



A. $\frac{3}{2} I_0$ B. $\frac{\sqrt{5}}{2} I_0$ C. $\frac{\sqrt{3}}{2} I_0$ D. $\frac{5}{2} I_0$

答案 B

解析 设该电流的有效值为 I , 由 $P R T = \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}} \right)^2 R \times \frac{T}{2} + (2 I_0)^2 R \times \frac{T}{4}$, 解得 $I = \frac{\sqrt{5}}{2} I_0$, B 项正确。

核心归纳

计算交变电流有效值的方法

1. 设阻值、定时间: 设将交变电流加在阻值为 R 的电阻上, 时间取 $t = T$ 。

2. 求热量: $Q = Q_1 + Q_2 + \dots$ 。(分段法)

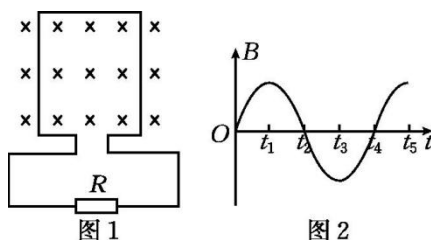
3. 求解有效值: 根据 $Q = P R t = \frac{U^2}{R} t$ 代入求解有效值。

注意:若图像部分是正弦(或余弦)式交变电流,其中的 $\frac{1}{4}$ (必须是从零至最大值或从最大值至零)和 $\frac{1}{2}$ 周期部分可直接应用正弦式交变电流有效值与最大值间的关系 $I=\frac{I_m}{\sqrt{2}}$ 、 $U=\frac{U_m}{\sqrt{2}}$ 求解。

练创新试题 知命题导向

新情境新视角 从知识到见识

1. **原创新题** (多选)如图 1, R 为定值电阻, 面积为 S 的线圈置于磁场中, 磁场垂直穿过线圈。磁场的磁感应强度 B 随时间 t 按正弦规律变化, 如图 2 所示(垂直纸面向里为正), 下列说法正确的是()。



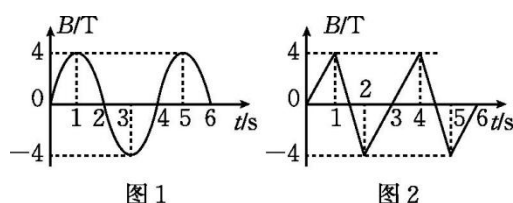
- A. t_1 、 t_3 时刻通过线圈的磁通量的变化率为零
- B. t_1 、 t_3 时刻线圈中感应电流方向改变
- C. $0 \sim t_1$ 与 $t_3 \sim t_4$ 时间内通过 R 的电流的方向相同
- D. t_1 时刻线圈中的电流大于 t_4 时刻线圈中的电流

答案 ABC

解析 由题图 2 可知 t_1 、 t_3 时刻通过线圈的磁通量最大, 磁通量变化率为零, A 项正确; t_1 、 t_3 时刻通过线圈的磁通量最大, 感应电流为 0, 感应电流方向改变, B 项正确; 根据楞次定律可知, $0 \sim t_1$ 与 $t_3 \sim t_4$ 时间内通过 R 的电流的方向相同, C

项正确; t_1 时刻线圈中感应电动势为零,电流为零, t_4 时刻线圈中感应电动势最大,电流最大, t_1 时刻线圈中的电流小于 t_4 时刻线圈中的电流,D项错误。

2.(改编)将一匝闭合线圈依次放在两个变化的磁场中,磁感线垂直线圈平面,磁感应强度 B 随时间的变化规律如图 1、2 所示,其中图 1 按正弦规律变化,图 2 周期性线性变化,下列说法正确的是()。



- A.线圈中均能产生正弦交流电
- B.线圈置于如图 1 所示的磁场中产生交流电,置于如图 2 所示的磁场中产生直流电
- C.置于两个磁场的线圈中的电流均在 1 s 和 5 s 时方向发生改变
- D.线圈在两个磁场中产生的感应电动势最大值相等

答案 C

解析 线圈置于如图 1 所示的磁场中产生正弦交流电,线圈置于如图 2 所示的磁场中时,图线斜率有两个确定值,产生的是交流电,但不是正弦交流电,A、B 两项错误;在 1 s 和 5 s 时,磁场变化由增大变为减小,根据楞次定律可以判断电流方向发生改变,C 项正确设线圈的面积为 S ,线圈在如图 1 所示的磁场中产生感应电动势的最大值 $E_1 = BS\omega = 2\pi S(V)$,线圈在如图 2 所示的磁场中产生感应电动势的最大值 $E_2 = \frac{\Delta B_m S}{\Delta t} = 8S(V)$,则 $E_2 > E_1$,D 项错误。

3.(改编)一台教学用手摇式交流发电机如图所示,当缓慢摇动大皮带轮上的手柄时,连接在发电机上的小灯泡就会一闪一闪地发光。已知大皮带轮半径为 R ,小皮带轮半径为 r ,摇动手柄的角速度为 ω ,且摇动过程中皮带不打滑,下列说法正确的是()。



A.发电机产生的交变电流频率为 $\frac{\omega}{2\pi}$

B.小灯泡闪烁的频率为 $\frac{\omega R}{\pi r}$

C.小灯泡瞬时功率等于通过小灯泡的电流、电压二者有效值的乘积

D.发电机启动阶段,当手摇转速加倍后,小灯泡的功率变为原来的2倍

答案 B

解析 大皮带轮与小皮带轮线速度大小相等,则有 $\omega'r=\omega R$,解得小皮带轮的角速度 $\omega'=\frac{\omega R}{r}$,再由 $\omega'=2\pi f$ 可知发电机线圈转动的频率 $f=\frac{\omega R}{2\pi r}$,此即为发电机产生的交变电流的频率,A项错误;小灯泡发光频率只与电流频率有关,它在一个周期内会闪烁两次,所以闪烁的频率 $f'=2f=\frac{\omega R}{\pi r}$,B项正确;小灯泡闪烁,也就是小灯泡亮度时刻变化,说明小灯泡的瞬时功率是时刻变化的,而电流、电压二者有效值的乘积是定值,C项错误;由题意知 ω 加倍,则由 $E_m=nBS\omega$ 可知电压最大值加倍,由 $P=\left(\frac{E_m}{\sqrt{2}}\right)^2\frac{1}{R}$ 可知小灯泡的功率变为原来的4倍,D项错误。

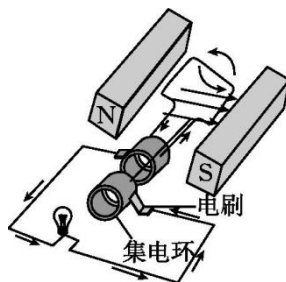
训练 逐点排查

素能快提升

见《高效训练》P101

基础练

1.(2024 届汕头一模)交流发电机的模型图如图所示,下列说法正确的是()。



A.仅对调磁极 N 和 S,发电机将输出直流电

B.仅增加线圈匝数,产生的电动势将增大

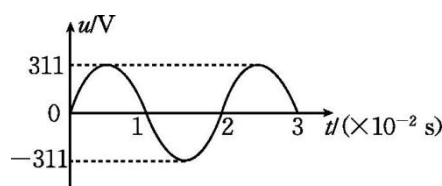
C.仅提高线圈转速,输出的电流频率不变

D.仅采用更粗的导线制作的线圈产生的电动势更大

答案 B

解析 磁极的对调只是实现了电流的方向改变,产生的仍是交流电,A项错误;旋转线圈产生电动势的峰值 $E=NBS\omega$,增加匝数 N ,产生的电动势自然会增大,B项正确;由 $\omega=2\pi f$ 可知,提高线圈的转速产生的交变电流频率增大,C项错误;用更粗的导线制作的线圈能够减小线圈内阻,可以提高输出电压,但不影响电动势,D项错误。

2.(2024 届莆田二模)某家庭电路两端的电压 u 随时间 t 变化的关系如图所示,下列说法正确的是()。



A.该交流电的频率为 100 Hz

B.该交流电的电压有效值为 311 V

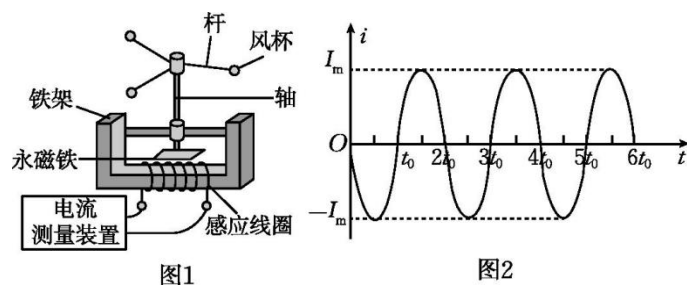
C.用交流电压表测量该电压时示数为 220 V

D.该交流电的电压表达式为 $u=220\sin 100\pi t$ (V)

答案 C

解析 该交流电的周期 $T=2\times 10^{-2}$ s,则该交流电的频率 $f=\frac{1}{T}=50$ Hz,A项错误;该交流电的电压最大值为 311 V,则该交流电的电压有效值 $U=\frac{311}{\sqrt{2}}$ V ≈ 220 V,即用交流电压表测量该电压时示数为 220 V,B项错误,C项正确;该交流电的电压表达式为 $u=311\sin 100\pi t$ (V),D项错误。

3.(2024 届广州一模)某小组用图 1 所示的风速仪研究交流电,风杯在风力作用下带动与其连在一起的永磁铁转动。某一风速时,线圈中产生的交变电流如图 2 所示,已知风杯转速与风速成正比,则()。

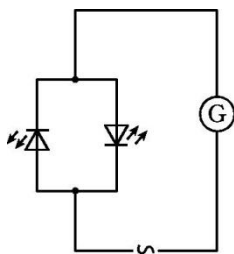


- A.该交变电流的周期为 t_0
- B.该交变电流的峰值为 $\sqrt{2}I_m$
- C.风速增大,产生的交变电流周期增大
- D.风速增大,产生的交变电流峰值增大

答案 D

解析 从图像可以看出该交变电流的周期为 $2t_0$,峰值为 I_m ,A、B 两项错误;已知风杯转速与风速成正比,风速增大,风杯转速就增大,由 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{n}$ 知产生的交变电流周期减小,由 $I_m = \frac{E_m}{R} = \frac{NBS\omega}{R} = \frac{2NBS\pi n}{R}$,可知产生的交变电流峰值增大,C 项错误,D 项正确。

4.(2024 届绍兴一模)老师采用手摇式发电机演示交变电流的产生,并联的两个发光二极管连接方式如图所示,二极管两端正向电压大于 0.7 V 时才能发光,反向电压超过 20 V 时将损坏。匀速转动手柄,1 min 内二极管闪烁 100 次。已知发电机中正方形线框的边长为 10 cm ,匝数为 1000,内阻不计。假设线圈所在处的磁场可视为匀强磁场,下列判断正确的是()。



- A.线框的转速为 100 r/min
- B.线框的电动势有效值可能是 20 V

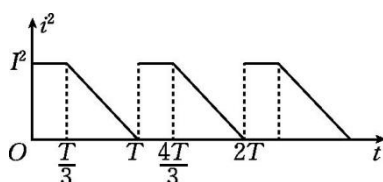
C.磁感应强度 B 不会超过 0.4 T

D.若转速减半,1 min 内闪烁次数一定会变为 50 次

答案 C

解析 正弦式交变电流一个周期内电流方向改变 2 次,二极管 1 min 内闪烁 100 次,所以 1 min 内有 50 个周期,线框的转速为 50 r/min ,A 项错误;若线框的电动势有效值是 20 V ,则最大值为 $20\sqrt{2}\text{ V}\approx 28.2\text{ V}$,二极管将被击穿,B 项错误;由最大值 $E_m = nBS\omega = nBS \cdot 2\pi f = 1000 \times B \times 0.1^2 \times 2 \times 3.14 \times \frac{50}{60}\text{ V} < 20\text{ V}$,解得 $B < 0.4\text{ T}$,C 项正确;若转速减半,交流电的最大值减半,如果这时的最大值小于 0.7 V ,二极管将不会闪烁,1 min 内闪烁次数将变为 0 次,D 项错误。

5.(2024 届安庆联考)一交变电流大小的二次方随时间变化的关系的图像(i^2-t 图像)如图所示,则该交变电流的有效值为()。



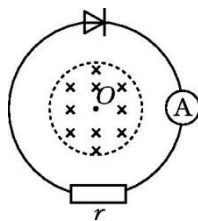
A. $\frac{2}{3}P$ B. $\frac{\sqrt{6}}{2}P$ C. $\frac{\sqrt{6}}{3}P$ D. $\frac{3}{2}P$

答案 C

解析 根据题意,设交流电有效值为 $I_{\text{有}}$,根据交流电有效值的定义与图中的条件有 $I_{\text{有}}^2 RT = P R \frac{T}{3} + \frac{1}{2} P R \frac{2T}{3}$,解得 $I_{\text{有}} = \frac{\sqrt{6}}{3}P$,C 项正确。

提升练

6.(2024 届钟祥期末)(多选)如图所示,面积为 S_1 的圆形磁场,磁场方向垂直纸面向里,磁感应强度随时间变化的关系为 $B = B_m \cos \pi t$ 。在纸面内有一金属导线围成面积为 S_2 的单匝圆形线圈,圆心与磁场圆心重合,导线上串有理想二极管、阻值为 r 的标准电阻和理想交流电流表,导线电阻不计,下列说法正确的是()。

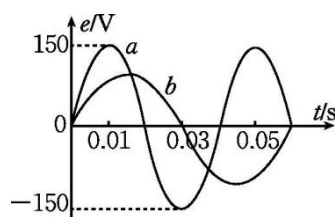


- A. 电流表的示数为 $\frac{B_m S_1 \pi}{\sqrt{2} r}$
- B. 电流表的示数为 $\frac{B_m S_1 \pi}{2 r}$
- C. 在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内流过电阻的电荷量为 $\frac{B_m S_2}{r}$
- D. 在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内流过电阻的电荷量为 $\frac{2 B_m S_1}{r}$

答案 BD

解析 圆形线圈中电动势的最大值 $E_m = NBS\omega = B_m S_1 \pi$, 可知无二极管时 $U_{\text{有}} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{B_m S_1 \pi}{\sqrt{2}}$, 有二极管时 $\frac{U_{\text{有}}^2}{r} \cdot \frac{T}{2} = \frac{U_{\text{有}}'^2}{r} T$, 解得 $U_{\text{有}}' = \frac{\pi B_m S_1}{2}$, 所以 $I = \frac{U_{\text{有}}'}{r} = \frac{\pi B_m S_1}{2 r}$, A 项错误, B 项正确; 因存在二极管, 且周期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2 \text{ s}$, 所以只有 1 s (半个周期) 内有电流, 则 $\bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{T} = \frac{4B_m S_1}{T}$, $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{r} = \frac{4B_m S_1}{rT}$, $Q = \bar{I} \cdot \frac{T}{2} = \frac{2B_m S_1}{r}$, C 项错误, D 项正确。

7. (2024 届杭州期中) 一矩形线圈在匀强磁场中绕垂直于磁场的轴匀速转动时产生正弦式交变电流, 其电动势的变化规律如图线 a 所示。在调整线圈转速后, 电动势的变化规律如图线 b 所示。以下关于这两个正弦式交变电流的说法正确的是()。

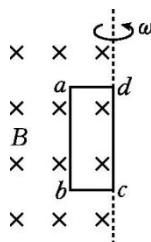


- A. 图线 a 电动势的有效值为 $150\sqrt{2} \text{ V}$
- B. 线圈先后两次转速之比为 $2 : 3$
- C. 两次转动过程中, $t = 0.06 \text{ s}$ 时, 穿过线圈的磁通量均为零
- D. 图线 b 电动势的瞬时值表达式为 $e = 100 \sin \frac{100}{3} \pi t (\text{V})$

答案 D

解析 由图像可知,交流电 a 的最大值为 150 V , 则有效值 $E = \frac{150}{\sqrt{2}}\text{ V} = 75\sqrt{2}\text{ V}$, A 项错误; 图线 a 对应的周期 $T_a = 0.04\text{ s}$, 图线 b 对应的周期 $T_b = 0.06\text{ s}$, 根据转速 $n = \frac{1}{T}$, 可知转速之比 $\frac{n_a}{n_b} = \frac{T_b}{T_a} = \frac{3}{2}$, B 项错误; 在 $t = 0.06\text{ s}$ 时刻, 两种情况下电动势均为 0 , 所以此时穿过线圈的磁通量为最大值, C 项错误; 根据 $E_m = NBS\omega = NBS2\pi n$, 可知 $\frac{E_{ma}}{E_{mb}} = \frac{3}{2}$, 所以图线 b 电动势的最大值 $E_{mb} = 100\text{ V}$, 角速度 $\omega_b = \frac{2\pi}{T_b} = \frac{2\pi}{0.06}\text{ rad/s} = \frac{100}{3}\pi\text{ rad/s}$, 所以图线 b 电动势的瞬时值表达式为 $e = 100\sin \frac{100}{3}\pi t (\text{V})$, D 项正确。

8. (2024 届四川月考)(多选) 如图所示, 面积为 S 、电阻为 R 的单匝矩形闭合导线框 $abcd$ 处于磁感应强度大小为 B 、方向垂直纸面向里的匀强磁场中 (cd 边右侧没有磁场)。若线框从图示位置开始绕与 cd 边重合的竖直固定轴以角速度 ω 开始匀速转动, 则线框旋转一周的过程中, 下列说法正确的是()。



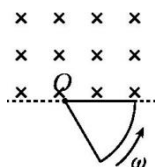
- A. 线框中感应电动势的最大值为 $\frac{BS\omega}{2}$
- B. 线框中感应电动势的有效值为 $\frac{BS\omega}{2}$
- C. 线框中感应电流的有效值为 $\frac{BS\omega}{\sqrt{2}R}$
- D. 从图示位置开始转过 $\frac{\pi}{6}$ 的过程中, 通过导线某横截面的电荷量为 $\frac{(2-\sqrt{3})BS}{2R}$

答案 BD

解析 根据题意可知, 线框中感应电动势的最大值 $E_m = BS\omega$, A 项错误; 设电动势的有效值为 E , 由电流的热效应有 $\frac{\left(\frac{E_m}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} \cdot \frac{T}{2} = \frac{E^2}{R} \cdot T$, 解得 $E = \frac{E_m}{2} = \frac{BS\omega}{2}$, 线框中感应电流的有效值 $I = \frac{BS\omega}{2R}$, B 项正确, C 项错误; 线框转过 $\frac{\pi}{6}$ 后, 此时线框在磁场中的有效面积 $S_{\text{有}} = S \cos \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}S$, 根据 $\dot{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, $\dot{I} = \frac{\dot{E}}{R}$ 和 $q = I\Delta t$ 可得 $q = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{(2-\sqrt{3})BS}{2R}$, D 项正确。

预测练

9. **原创新题** 如图所示,空间有一有界匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,半径为 R 、圆心角为 60° 的扇形导线框电阻为 r ,现令导线框以圆心 O 为轴从图示位置开始匀速转动,角速度为 ω ,下列说法正确的是()。

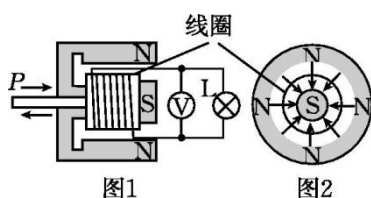


- A. 导线框中产生交流电,半个周期有电流半个周期无电流
 B. 导线框从图示位置转过 30° 时的电动势大小为 $\frac{1}{2}BR\omega^2$
 C. 导线框转动产生的电流的有效值为 $\frac{\sqrt{3}BR^2\omega}{6r}$
 D. 导线框从开始到转过半圈的过程中,通过导体横截面的电荷量为零

答案 C

解析 导线框中产生交流电,但仅第一个、第四个六分之一周期内(线框进、出磁场)有电流,A 项错误;导线框从图示位置转过 30° 时的电动势大小为 $\frac{1}{2}BR^2\omega$,B 项错误;一个周期内产生的热量 $Q = \left(\frac{1}{2}BR^2\omega\frac{1}{r}\right)^2 r \frac{T}{6} \cdot 2$,设电流的有效值为 I ,有 $Q = I^2 r T$,联立解得 $I = \frac{\sqrt{3}BR^2\omega}{6r}$,C 项正确;导线框从开始到转过半圈的过程中,通过导体横截面的电荷量 $q = \frac{\Delta\Phi}{r} = \frac{B\pi R^2}{6r}$,D 项错误。

10. (改编)(多选)图 1 是一种振动发电装置的示意图,半径 $r=0.1\text{ m}$ 、匝数 $n=20$ 的线圈位于辐向分布的磁场中,磁场的磁感线均沿半径方向均匀分布(其右视图如图 2 所示),线圈所在位置的磁感应强度的大小均为 $B=\frac{0.20}{\pi}\text{ T}$,线圈电阻 $R_1=0.5\ \Omega$,它的引出线接有 $R_2=9.5\ \Omega$ 的小电珠 L。外力推拉线圈框架的 P 端,使线圈沿轴线做往复运动,线圈运动速度 v 随时间 t 变化的规律如图 3 所示(摩擦等损耗不计),则()。



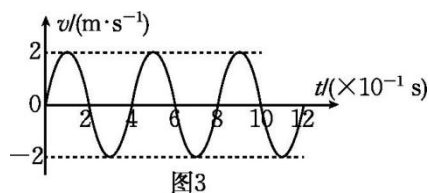


图3

- A.小电珠中电流的峰值为 0.16 A
- B.小电珠中电流的有效值为 0.16 A
- C.电压表的示数约为 1.5 V
- D. $t=0.1\text{ s}$ 时外力的大小为 0.128 N

答案 AD

解析 由题意及法拉第电磁感应定律知,线圈在磁场中做往复运动,产生的感应电动势的大小符合正弦曲线变化规律,线圈中的感应电动势的峰值 $E_m = nB\ell v = nB \cdot 2\pi r v_m$, 故小电珠中电流的峰值 $I_m = \frac{E_m}{R_1 + R_2} = \frac{20 \times \frac{0.20}{\pi} \times 2\pi \times 0.1 \times 2}{0.5 + 9.5}$ A = 0.16 A, A 项正确, B 项错误; 电压表示数 $U = \frac{I_m}{\sqrt{2}} R_2 \approx 1.07\text{ V}$, C 项错误; 当 $t=0.1\text{ s}$ 也就是 $\frac{T}{4}$ 时, 由图 3 可知此时加速度为零, 则此时外力的大小等于线圈受到的安培力, 即 $F = nB \cdot 2\pi r I_m = 0.128\text{ N}$, D 项正确。

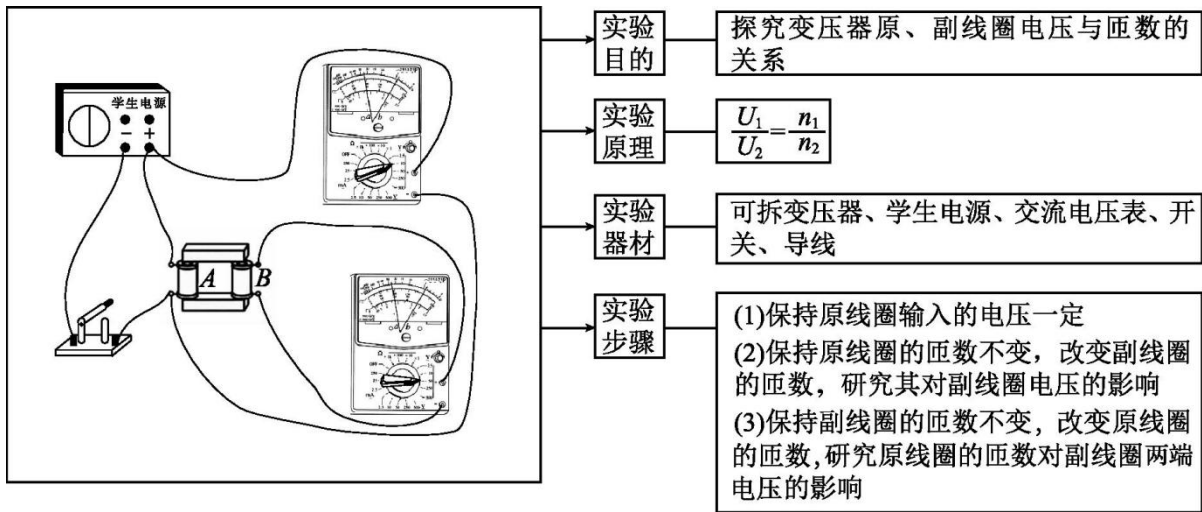
第2讲 理想变压器 远距离输电

对应学生用书 P303

考点一 实验:探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系

理清 知识结构

基础全通关



实验数据处理

用表格的形式把原、副线圈的匝数与电压进行比较,得到理想变压器原、副线圈两端电压与两个线圈的匝数之比的关系为 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 。

误差分析

- 1.实际变压器存在多种损耗(漏磁、铜损、铁损)。
- 2.交流电表的读数存在误差。

突破 考点题型

命题全研透

例1 (2024 届漳州三模)某物理小组欲探究变压器线圈两端电压与匝数关系,提供的实验器材有:学生电源、可拆变压器、交流电压表、导线若干。图1为实验原理图,在原线圈A、B两端加上电压,用电压表分别测量原、副线圈两端的电压,测量数据如表:

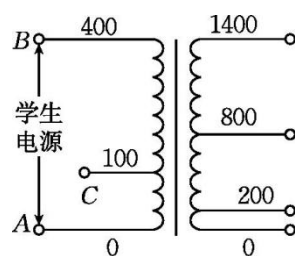
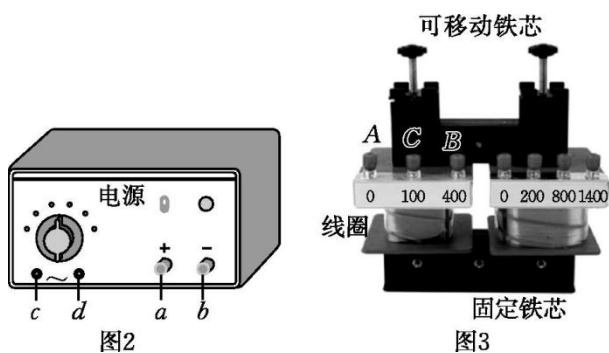


图1

实验序号	原线圈匝数 $n_1=400$ 原线圈两端电压 U_1/V	副线圈匝数 $n_2=200$ 副线圈两端电压 U_2/V	副线圈匝数 $n_3=1400$ 副线圈两端电压 U_3/V
1	5.8	2.9	20.3
2	8.0	4.0	27.9
3	12.6	6.2	44.0

请回答下列问题:

(1)在图 2 中,应将 A、B 分别与_____ (选填 "a、b" 或 "c、d")连接。



(2)根据上表数据得出的实验结论是:在实验误差允许范围内,变压器原、副线圈的电压之比等于_____。

(3)在实验序号为 2 的测量中,若把图 3 中的可移动铁芯取走,副线圈匝数 $n_2=200$,则副线圈两端电压_____ (选填正确答案标号)。

A.一定小于 4.0 V

B.一定等于 4.0 V

C.一定大于 4.0 V

答案 (1)c、d (2)原、副线圈的匝数之比 (3)A

解析 (1)在探究变压器线圈两端电压与匝数关系的实验中,原线圈两端应接入交流电,故应将 A、B 分别与 c、d 连接。

(2)根据题表中数据可得,在实验误差允许范围内, $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 、 $\frac{U_1}{U_3}=\frac{n_1}{n_3}$ 。得出结论:在实验误差允许范围内,

变压器原、副线圈的电压之比等于原、副线圈的匝数之比。

(3)若把题图 3 中的可移动铁芯取走,磁损耗变大,原线圈中磁通量变化率比副线圈磁通量变化率大,根据法拉第电磁感应定律知,副线圈两端电压一定小于 4.0 V,A 项正确。

考点二 理想变压器

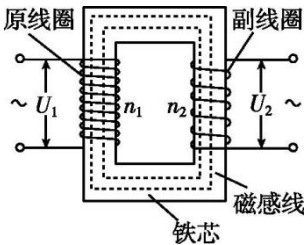
理清

知识结构

基础全通关

知识梳理 构建体系

1.构造:如图所示,变压器是由闭合①_____和绕在铁芯上的两个②_____组成的。



(1)原线圈:与③_____连接的线圈,也叫④_____线圈。

(2)副线圈:与⑤_____连接的线圈,也叫⑥_____线圈。

2.原理:线圈的⑦_____。

3.理想变压器的基本关系

(1)电压关系: $\frac{U_1}{U_2} = \textcircled{8}$ _____。

(2)电流关系: $\frac{I_1}{I_2} = \textcircled{9}$ _____。

(3)功率关系: $P_{\lambda} = \textcircled{10}$ _____。

答案 ①铁芯 ②线圈 ③交流电源 ④初级 ⑤负载 ⑥次级 ⑦互感现象 ⑧ $\frac{n_1}{n_2}$ ⑨ $\frac{n_2}{n_1}$ ⑩ $P_{\text{出}}$

突破

考点题型

命题全研透

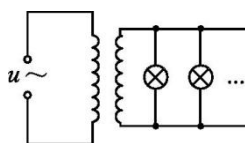
1.分析原线圈有串联负载的变压器电路问题时要注意:变压器的输入电压不等于电源的电压,而是等于电源电压减去串联负载的电压,即 $U_1 = U_{\text{源}} - U_{\text{串}}$ 。

2.含有多个副线圈的变压器的电路分析

有两个或两个以上副线圈时,一般从原、副线圈的功率相等入手。利用 $P_1 = P_2 + P_3 + \dots$,结合电压比与匝数比关系、欧姆定律等分析。

角度 1 变压器的原理及其规律的应用

例 2 (2023 年海南卷)(多选)工厂利用 $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V)的交流电给 36 V 照明灯供电的电路如图所示,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 $220\sqrt{2}$ V

B.交变电流的周期为 0.02 s

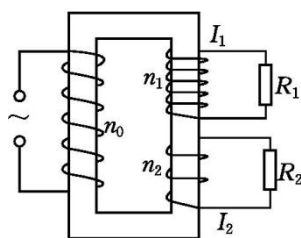
C.副线圈匝数为 180 匝

D.副线圈匝数为 240 匝

答案 BC

解析 电源电压的有效值 $U = \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$ V = 220 V, A 项错误;交流电的周期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi}$ s = 0.02 s, B 项正确;根据 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$, 可得副线圈匝数 $n_2 = \frac{U_2}{U_1} n_1 = \frac{36}{220} \times 1100 = 180$ 匝, C 项正确, D 项错误。

例 3 (2024 届黔东南模拟)(多选)如图,电阻 R_1 与 R_2 连接在理想变压器副线圈的两端,且阻值相等。变压器原线圈两端接入恒定的正弦式交变电压,原、副线圈匝数比 $n_0 : n_1 : n_2 = 2 : 2 : 1$, 下列说法正确的是()。

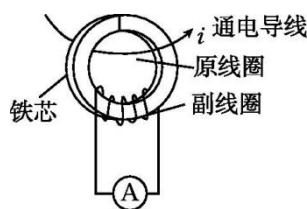


- A. 原线圈 n_0 与副线圈 n_1 中的电流有效值满足 $\frac{I_0}{I_1} = \frac{n_1}{n_0}$
- B. 两个副线圈中电流有效值之比 $I_1 : I_2 = 2 : 1$
- C. 若电阻 R_2 功率为 P , 则该交流电源输出功率为 $5P$
- D. 若仅减小 R_1 的阻值, 可使原线圈中电流 I_0 减小

答案 BC

解析 根据理想变压器输入功率等于输出功率有 $U_0 I_0 = U_1 I_1 + U_2 I_2$, 结合电压比等于匝数比, 即 $\frac{U_0}{U_1} = \frac{n_0}{n_1}$ 、 $\frac{U_0}{U_2} = \frac{n_0}{n_2}$, 联立可得 $\frac{I_0}{I_1} = \frac{n_1}{n_0} + \frac{n_2}{n_0} \frac{I_2}{I_1}$, A 项错误; 根据 $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$, $I_2 = \frac{U_2}{R_2}$, $R_1 = R_2$, 可得 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{1}$, B 项正确; 若电阻 R_2 功率为 P , 由 $P = I^2 R$, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{2}{1}$, 则电阻 R_1 功率为 $4P$, 根据理想变压器输入功率等于输出功率, 则该交流电源输出功率为 $5P$, C 项正确; 若仅减小 R_1 的阻值, 由于 U_1 、 U_2 不变, 则 I_1 增大, I_2 不变, 结合 $\frac{I_0}{I_1} = \frac{n_1}{n_0} + \frac{n_2}{n_0} \frac{I_2}{I_1}$, 可得 $I_0 = \frac{n_1}{n_0} I_1 + \frac{n_2}{n_0} I_2$, 可知 I_0 将增大, D 项错误。

例 4 (2024 届厦门四模) 如图所示, 电流互感器是一种测量大电流的仪器, 将待测通电导线绕过铁芯作为原线圈, 副线圈两端接在电流表上, 则该电流互感器()。



- A. 电流表示数为电流的瞬时值
- B. 能测量直流输电电路的电流
- C. 原、副线圈电流的频率不同
- D. 副线圈的电流小于原线圈的电流

答案 D

解析 电流表示数为电流的有效值, A 项错误; 电流互感器不能测量直流输电电路的电流, B 项错误;

原、副线圈电流的频率相同,C 项错误;根据变压器原、副线圈电流与匝数关系可得 $\frac{I_2}{I_1}=\frac{n_1}{n_2}$,由于原线圈匝数小于副线圈匝数,可知副线圈的电流小于原线圈的电流,D 项正确。

核心归纳

两类互感器

	电压互感器	电流互感器
原理图		
原线圈的连接	并联在交流电路中	串联在交流电路中
副线圈的连接	连接电压表	连接电流表
互感器的作用	将高电压变为低电压	将大电流变为小电流
利用的公式	$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$	$\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$

角度 2 含变压器的电路分析问题

1.理想变压器的制约关系

制约关系	电压	(1)输入电压 U_1 由电源决定 (2) $U_2=\frac{n_2}{n_1}U_1\Rightarrow$ 输出电压 U_2 由输入电压 U_1 和匝数比共同决定
	功率	$P_{\text{入}}=P_{\text{出}}\Rightarrow$ 输入功率 $P_{\text{入}}$ 由输出功率 $P_{\text{出}}$ 决定
	电流	$I_1=\frac{n_2}{n_1}I_2\Rightarrow$ 输入电流 I_1 由输出电流 I_2 和匝数比共同决定

2.匝数比不变的分析思路

(1) U_1 不变,根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知,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,又 $P_1 = P_2$,故 P_1 发生变化。

3.负载电阻不变的分析思路

(1) U_1 不变, $\frac{n_1}{n_2}$ 发生变化时, U_2 变化。

(2) R 不变, U_2 变化时, 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,又 $P_1 = U_1 I_1$, U_1 不变,故 I_1 发生变化。

例 5 (2024 届邵阳三模)如图 1 所示,调压变压器原、副线圈的匝数比为 $3:1$, L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 为四只规格均为 “9 V 6

W” 的相同灯泡。各电表均为理想交流电表,输入端交变电压 u 的图像如图 2 所示,则下列说法中正确的是()。

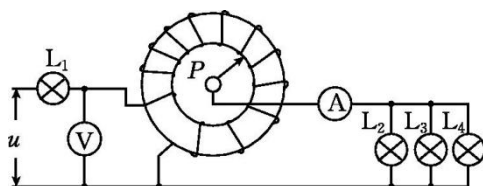


图1

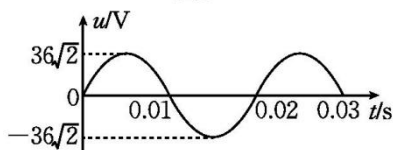


图2

A. 电压表的示数为 36 V

B. 电流表的示数为 $2\sqrt{2}$ A

C. 四只灯泡均能正常发光

D. 顺时针旋转 P , 则灯泡 L_1 变亮

答案 C

解析 输入端电压有效值为 36 V, 设输出端每个灯泡电流为 I , 输出电压为 U , 则输出电流为 $3I$, 根据原、副线圈电流、电压与匝数的关系可得, 输入电流为 I , 输入电压为 $3U$, 则 $36 \text{ V} = IR + 3U$, 而 $U = IR$, $R = \frac{U_L^2}{P_L}$, 解得 $U = 9 \text{ V} = U_L$, $I = \frac{2}{3} \text{ A}$, C

项正确; 电压表的示数 $U_V = 3U = 27 \text{ V}$, A 项错误; 电流表的示数 $I_A = 3I = 2 \text{ A}$, B 项错误; 根据题意, 有 $36 \text{ V} = I_1 R + U_1$, 而 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$,

$U_2 = I_2 \frac{R}{3}$, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$, 所以 $36 \text{ V} = I_1 R + \frac{1}{3} \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 I_1 R$, 若顺时针旋转 P , 则 n_2 减小, I_1 减小, 灯泡 L_1 变暗, D 项错误。

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/488062061011006141>