

第3、4、5章《交变电流》《远距离输电》《传感器及其应用》

单元测试

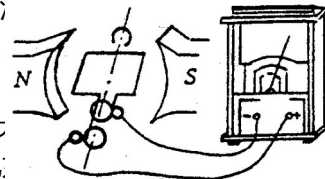
本试卷分第I卷(选择题)和第II卷(非选择题)两部分。共100分考试用时90分钟。

第I卷(选择题 共40分)

一、本题共10小题,每小题4分,共40分。在每小题给出的四个选项中,有的小题只有一个选项正确,有的小题有多个选项正确。全部选对的得4分,选不全的得2分,有选错或不答的得0分。

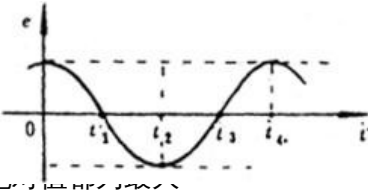
1. 如图所示,观察电流表的指针,可以判定 ()

- A. 指针随着线圈转动而摆动,并且线圈每转一周,指针左右摆动一次
- B. 当线圈平面转到跟磁感线垂直位置时,电流表的指针偏转最大
- C. 当线圈平面转到跟磁感线平行的位置时,电流表的指针偏转最大
- D. 感应电动势和感应电流是周期性变化的



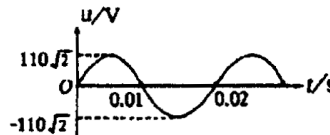
2. 一矩形线圈,绕垂直于匀强磁场并位于线圈平面内的固定轴转动。线圈中的感应电动势 e 随时间 t 的变化如图所示,下面说法中正确的是 ()

- A. t_1 时刻通过线圈的磁通量为零
- B. t_2 时刻通过线圈的磁通量的绝对值最大
- C. t_3 时刻通过线圈的磁通量变化率的绝对值最大
- D. 每当 e 变换方向时,通过线圈的磁通量也变换方向



3. 一交流电压的图像如图所示,将该交流电压加在一阻值为 $22\ \Omega$ 的电阻两端,下列说法中正确的是 ()

- A. 该电阻消耗的功率为1100W
- B. 该交流电压的瞬时值表达式为 $u = 110\sqrt{2}\sin t$
- C. 并联在该电阻两端的交流电压表的示数为110V
- D. 流过电阻的电流方向每秒改变50次



4. 远距离输电线路的示意图如下:

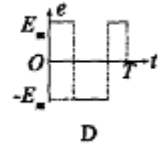
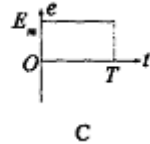
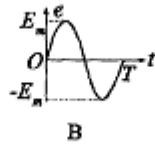
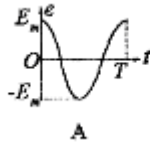
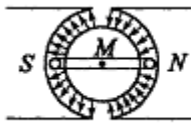


图13-0-4

若发电机的输出电压不变,则下列叙述中正确的是 ()

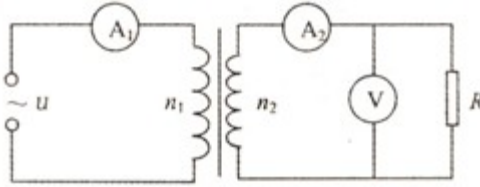
- A. 升压变压器的原线圈中的电流与用户用电设备消耗的功率无关
- B. 输电线中的电流只由升压变压器原副线圈的匝数比决定
- C. 当用户用电器的总电阻减少时,输电线上损失的功率增大
- D. 升压变压器的输出电压等于降压变压器的输入电压

5. 如图所示是一台发电机的机构示意图,其中N、S是永久磁铁的两个磁极,它们的表面呈半圆柱面形状.M是圆柱形铁芯,它与磁极的柱面共轴,铁芯上有一矩形线框,可绕与铁芯M共轴的固定轴旋转。磁极与铁芯之间的缝隙中形成方向沿半径、大小近似均匀的磁场。若从图示位置开始计时,当线框绕固定转轴匀速转动时,下列图象中能正确反映线框中感应电动势 e 随时间 t 变化规律的是 ()

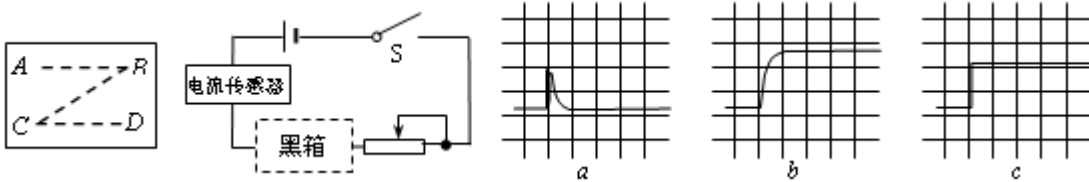


6. 如图所示, 一理想变压器原线圈匝数 $n_1=1100$ 匝, 副线圈匝数 $n_2=180$ 匝, 交流电源的电压 $U_1 = 220\sqrt{2} \sin 120\pi t V$, 电阻 $R=45\Omega$, 电压表、电流表均为理想电表, 则 ()

- A. 交流电的频率为 50Hz
- B. A_1 的示数约为 0.13A
- C. A_2 的示数约为 1.1A
- D. V 的示数为 36V



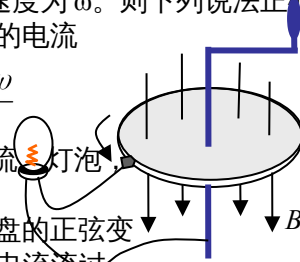
7. 某一电学黑箱内可能有电容器、电感线圈、定值电阻等元件, 在接线柱间以如图所示的“Z”字形连接 (两接线柱间只有一个元件)。为了确定各元件种类, 小华同学把DIS计算机辅助实验系统中的电流传感器 (相当于电流表) 与一直流电源、滑动变阻器、开关串联后, 分别将 AB 、 BC 、 CD 接入电路, 闭合开关, 计算机显示的电流随时间变化的图象分别如图 a 、 b 、 c 所示, 则如下判断中错误的是 ()



- A. AB 间是电容器
- B. BC 间是电感线圈
- C. CD 间是电容器
- D. CD 间是定值电阻

8. 下图是法拉第做成的世界上第一台发电机模型的原理图。将铜盘放在磁场中, 让磁感线垂直穿过铜盘; 图中 a 、 b 导线与铜盘的中轴线处在同一竖直平面内; 转动铜盘, 就可以使闭合电路获得电流。若图中铜盘半径为 L , 匀强磁场的磁感应强度为 B , 回路总电阻为 R , 从上往下看逆时针匀速转动铜盘的角速度为 ω 。则下列说法正确的是 ()

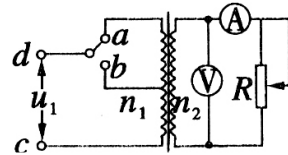
- A. 回路中有大小和方向作周期性变化的电流
- B. 回路中电流大小恒定, 且等于 $\frac{BL^2\omega}{R}$
- C. 回路中电流方向不变, 且从 b 导线流进灯泡, 再从 a 导线流向旋转的铜盘
- D. 若将匀强磁场改为仍然垂直穿过铜盘的正弦变化的磁场, 不转动铜盘, 灯泡中也会有电流流过



9. 如图所示, 理想变压器原、副线圈的匝数比为 $10:1$, b 是原线圈的中心抽头, 电压表 V 和电流表 A 均为理想电表, 除滑动变阻器电阻 R 以外其余电阻均不计, 从某时刻开始在原线圈 c 、 d 两端加上交变电压, 其瞬时值表达式为 $u_1 = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t (V)$ 。下列说法

中正确的是

- A. 当单刀双掷开关与 a 连接时, 电压表的示数为 22V
- B. $t = \frac{1}{600} s$ 时, c 、 d 两点间的电压瞬时值为 110V
- C. 单刀双掷开关与 a 连接, 滑动变阻器触头向上移动的过程中, 电压表和电流表的示数均变小
- D. 当单刀双掷开关由 a 扳向 b 时, 电压表和电流表的示数均变小

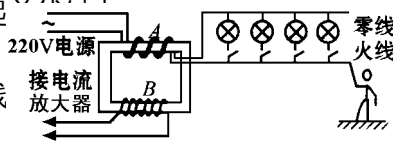


- ()
- 数为 22V
- 为 110V
- 向上移动的过程

10. 如图所示是一种触电保安器, 变压器的 A 部分用火线和零线双股平行绕制而成, 其左右分别与 220V 交流电源和用电器相连; B 部分有一个单股线圈, 接到电流放大器上, 一旦 B 线圈中有电流, 经过放

大器能够带动继电器切断电源.关于以上说法正确的是 ()

- A. 多开灯或者启动其他用电器,不会使保安器切断电源
- B. 图示中,某人用手只接触火线引起时,保安器会切断电源
- C. 如果某人用手同时接触火线和零线触电时,保安器会切断电源
- D. 当用电器电路中负载超荷时,保安器会立即切断电源

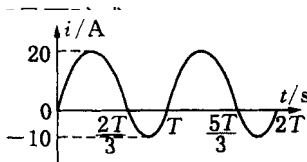


第 II 卷 (非选择题 共 60 分)

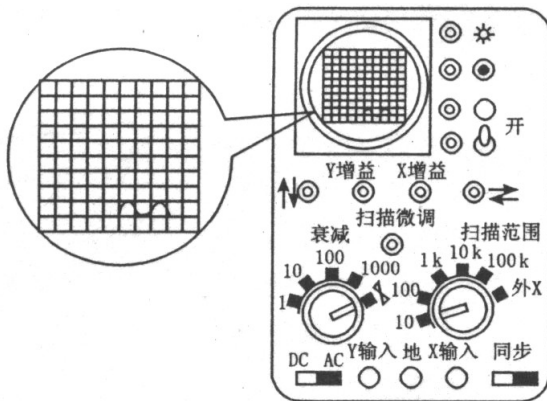
二、本题共 4 小题,共 20 分.把答案填在题中的横线上或按题目要求作答.

11. 交流发电机产生的感应电动势为 $e = \varepsilon_m \sin \omega t$, 若发电机的转速增加到原来的两倍, 则这时交流发电机线圈转动的角速度为 _____, 感应电动势的最大值为 _____.

12. 如图所示的交流电 (此交流电的正向和反向部分各取电流的一部分) 电流的有效值为 _____.



13. 某示波器工作时, 屏上显示出如图所示的波形, (1) 要将波形调到中央, 应调节示波器的 _____ 旋钮; 若要增大显示的亮度, 应调节 _____ 旋钮 (写示波器面板上的相应符号).

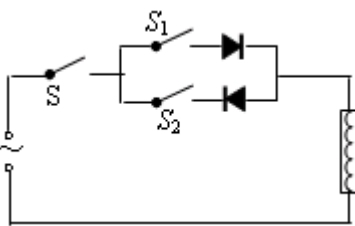


(2) 此时衰减调节旋钮位于“∞”使此波形横向展宽, 并要求波形的波形大些, 需要进行的操作是 _____ (用 ABCD 字母表示)

- A. 将衰减调节旋钮调为“10”档
- B. 调节 Y 增益旋钮
- C. 调节 X 增益旋钮
- D. 调节扫描微调旋钮

14. 如图所示, 一种电热取暖器的电路原理图.

有“220V、800W”字样, 电源电压是 220V 的. 当 S、 S_1 闭合时候, 电热器的发热功率是 _____ W.

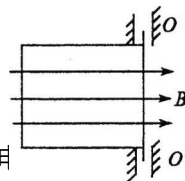


当 S、 S_2 闭合时候, 电热器的发热功率是 _____ W.

三、本题共 4 小题, 满分 40 分. 解答应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤. 只写出最后答案的不能得分. 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位.

15. (12 分) 如图所示, 边长为 a 的单匝正方形线圈在磁感强度为 B 的匀强磁场中, 以 OO' 边为轴匀速转动, 角速度为 ω , 转轴与磁场方向垂直, 线圈电阻为 R , 求:

- (1) 交流电的变化规律表达式;
- (2) 线圈从图示位置转过 $\frac{\pi}{2}$ 的过程中产生的热量 Q ;
- (3) 线圈从图示位置转过 $\frac{\pi}{2}$ 的过程中通过线圈某截面的电荷量 q .

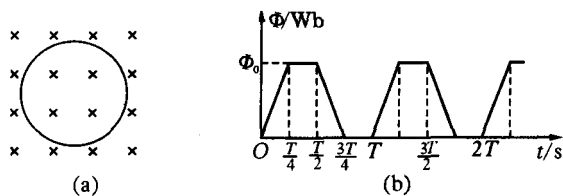


16. (9分) 一小型发电机通过升压、降压变压器把电能输送给用户, 已知发电机的输出功率为 50 kW, 输出电压为 500 V, 升压变压器原、副线圈匝数比为 1:5, 两个变压器间的输电导线的总电阻为 $15\ \Omega$, 降压变压器的输出电压为 220 V, 变压器本身的损耗忽略不计, 在输电过程中电抗造成电压的损失不计, 求:
- (1) 升压变压器副线圈的端电压;
 - (2) 输电线上损耗的电功率;
 - (3) 降压变压器原、副线圈的匝数比.

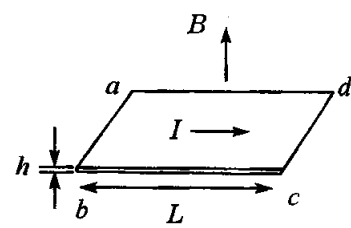
17. (9分) 一电阻为 R 的金属圆环, 放在匀强磁场中, 磁场与圆环所在平面垂直, 如图 (a) 所示, 已知通过圆环的磁通量随时间 t 的变化关系如图 (b) 所示, 图中的最大磁通量 Φ_0 和变化周期 T 都是已知量, 求:

知量, 求:

- (1) 在 $t=0$ 到 $t=T/4$ 的时间内, 通过金属圆环横截面的电荷量 q .
- (2) 在 $t=0$ 到 $t=2T$ 的时间内, 金属环所产生的电热 Q .



18. (10分) 一种半导体材料称为“霍尔材料”, 用它制成的元件称为“霍尔元件”. 这种



材料有可定向移动的电荷，称为“载流子”，每个载流子的电荷量大小为 1 元电荷，即 $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。霍尔元件在自动检测、控制领域得到广泛应用，如录像机中用来测量录像磁鼓的转速、电梯中用来检测电梯门是否关闭以自动控制升降电动机的电源的通断等。在一次实验中，一块霍尔材料制成的薄片宽 $ab = 1.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ 、长 $bc = L = 4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ 、厚 $h = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$ ，水平放置在竖直向上的磁感应强度 $B = 1.5 \text{ T}$ 的匀强磁场中， bc 方向通有 $I = 3.0 \text{ A}$ 的电流，如图所示，沿宽度产生 $1.0 \times 10^{-5} \text{ V}$ 的横电压。

- (1) 假定载流子是电子， a 、 b 两端中哪端电势较高？
- (2) 薄板中形成电流 I 的载流子定向运动的速率是多少？

参考答案

1 . ACD

2 . D

3 . B 有效值为 110 V ，所以该电阻消耗的功率为 $P = \frac{U^2}{R} = 550 \text{ W}$ ，该交流电压的瞬时值

表达式为 $u = 110\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ V}$ ，B 项正确；并联在该电阻两端的交流电压表的示数为 110 V ，流过电阻的电流方向每秒改变 100 次。

4 . C

5. D 该磁场是辐向性磁场,在任何时刻电动势大小都为 $E = NB\omega S$, 所以大小不变,但方向改变。

6. BD

7. C 根据电感对交变电流有阻碍作用,“通直流,阻交流”、“通低频,阻高频”;电容对交变电流有阻碍作用,“通交流,隔直流”、“通高频,阻低频”。所以AB、BC、间分别是电容器、电感线圈,电阻器在通路时有电流,断路时无电流,所以CD间是定值电阻。因此错误的是C项。

8. C

9. A 根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 当单刀双掷开关与a连接时,原线圈的电压为220V,所以电压表的

示数为22V, A项对;当 $t = \frac{1}{600}$ s 时

$$u_1 = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t = 220\sqrt{2} \sin 100\pi \times \frac{1}{600} V = 110\sqrt{2} V, \text{ B项错; 单刀双掷开}$$

关与a连接,滑动变阻器触头向上移动,R值变大,电压表示数不变,电流表的示数变小;当单刀双掷开关由a扳向b时, U_2 变大,所以电压表和电流表的示数均变大。综述A项

正确。

10. AB

11. $2\omega, 2\varepsilon_m$

12. 12.25 A

13. (1) $\uparrow \downarrow$ (竖直位移旋钮)、 $\leftarrow \rightarrow$ (水平位移旋钮)、* (辉度调节旋钮) (2) B、C、D

14. 400W, 800W。

根据二极管的单向导电性,结合交流电的有效值可知:当 S_1 、 S_2 闭合时候,电热器的发热功率是400W;当 S_1 、 S_2 和 S_3 都闭合时,电热器的发热功率是800W。

15. 线圈中产生的热量需要从转动过程中交流电的有效值考虑;通过线圈截面的电量需从交流电的平均值考虑。

(1) 因为最大值为 $E_m = B\omega a^2$, 而线圈中垂直中性面开始转动,所以表达式为

$$e = B\omega a^2 \cos \omega t$$

(2) 线圈转动中感应电动势的峰值 $\varepsilon_m = B\omega a^2$, 感应电流的有效值为

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}R} = \frac{B\omega a^2}{\sqrt{2}R}$$

线圈转过 $\pi/2$ 的时间 $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2\omega}$, 所以在转动过程中产生的热量为

$$Q = I^2 R t = \left(\frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}R} \right)^2 \cdot R \cdot \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi B^2 \omega a^4}{4R}$$

(2) 线圈转过 $\pi/2$ 过程中的感应电动势和感应电流的平均值分别为

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{Ba^2}{\pi/2\omega} = \frac{2Ba^2\omega}{\pi},$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{2Ba^2\omega}{\pi R}$$

所以，在转动过程中流过导体截面的电量为

$$q = \bar{I}t = \frac{2Ba^2\omega}{\pi R} \cdot \frac{\pi}{2\omega} = \frac{Ba^2}{R}.$$

16. (1) 因为 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，所以 $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = 2500 \text{ V}$.

(2) $P_2 = P_1 = 50 \text{ kW}$.

输电线中电流 $I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{50000}{2500} \text{ A} = 20 \text{ A}$,

则 $P_{\text{损}} = I_2^2 R_{\text{线}} = 20^2 \times 15 \text{ W} = 6000 \text{ W}$.

(3) 用户得到功率 $P_4 = P_1 - P_{\text{损}} = 44000 \text{ W}$,

所以降压变压器副线圈电流 $I_4 = \frac{P_4}{U_4} = \frac{44000}{220} \text{ A} = 200 \text{ A}$.

故 $\frac{n_3}{n_4} = \frac{I_4}{I_3} = \frac{I_4}{I_2} = \frac{200}{20} = \frac{10}{1}$.

17. (1) 由磁通量随时间变化的图线可知在 $t=0$ 到 $t=T/4$ 时间内，环中的感应电动势为 $E_1 = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ，在以

上时段内，环中的电流为 $I_1 = \frac{E_1}{R}$ ，则在这段时间内通过金属环某横截面的电量 $q = I_1 t$ ，联立求解

得 $q = \frac{\phi_0}{R}$.

(2) 在 $t=T/4$ 到 $t=T/2$ 和在 $t=3T/4$ 到 $t=T$ 时间内，环中的感应电动势 $E_1=0$ ；在 $t=T/2$ 到 $t=3T/4$ 时间内，

环中的感应电动 $E_3 = \frac{4\phi_0}{T}$ ，由欧姆定律可知在以上时段内，环中的电流为 $I_3 = \frac{4\phi_0}{TR}$ 。在 $t=0$ 到

$t=2T$ 时间内金属环所产生的电热为 $Q = 2(I_1^2 R t_3 + I_3^2 R t_3)$ 。

联立求解得 $Q = 16 \frac{\phi_0^2}{RT}$ 。

18. (1) 根据左手定则可确定 ad 端高。=

(2) 当导体内由于载流子有沿电流方向所在的直线定向分运动时，受洛伦兹力作用而产生横向分运动，产生横向电场，横向电场的电场力与洛伦兹力平衡时，导体横向电压稳定，设载流子沿电流方向所

在直线定向移动的速率为 v ，横向电压为 U_{ab} ，横向电场强度为 E ，电场力 $F_E = Ee = \frac{U_{abe}}{d}$

磁场力 $F_B = evB$ 平衡时 $Ee = evB\vec{\lambda}$

$$\text{得 } v = \frac{U_{ab}}{abB} = \frac{1.0 \times 10^{-5}}{1.0 \times 10^{-2} \times 1.5} \text{ m/s} = 6.7 \times 10^{-4} \text{ m/s}.$$