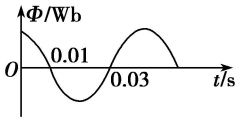
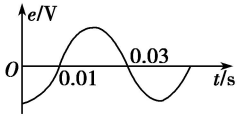
专题 17.3 交变电流（提高训练）

1．一个矩形线圈在匀强磁场中绕垂直于磁感线的轴匀速转动，穿过线圈的磁通量随时间变化的图象如图甲所示，则下列说法正确的是(　　)



甲



乙

A．$t=0$ 时刻，线圈平面与中性面垂直

B．$t=0.01$ s 时刻，Φ的变化率最大

C．$t=0.02$ s 时刻，交流电动势达到最大

D．该线圈产生的交流电动势的图象如图乙所示

【答案】：　B

【解析】：　由Φ-t 图知，在 $t=0$ 时，Φ最大，即线圈处于中性面位置，此时 $e=0$，故 A、D 两项错误；由图知 $T=0.04$ s，在 $t=0.01$ s 时，$\Phi=0$，$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$最大，$e$ 最大，则 B 项正确；在 $t=0.02$ s 时，Φ最大，$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=0$，$e=0$，则 C 项错误。

2．(多选)一个矩形线圈在匀强磁场中匀速转动，产生的交变电动势 $e=220\sqrt{2}\sin 100\pi t$(V)，那么(　　)

A．该交变电流的频率是 50 Hz

B．当 $t=0$ 时，线圈平面恰好位于中性面

C．当 $t=\frac{1}{100}$ s 时，e 有最大值

D．该交变电流电动势的有效值为 $220\sqrt{2}$ V

【答案】：　AB

【解析】：　由 $e=220\sqrt{2}\sin 100\pi t$(V)可知，该交变电流的频率是 50 Hz，选项 A 正确。当 $t=0$ 时，产生的交变电动势为零，说明线圈平面恰好位于中性面，选项 B 正确。当 $t=\frac{1}{100}$ s 时，$e=0$，e 有最小值，该交变电流电动势的有效值为 220 V，选项 C、D 错误。

3.发电厂输出的交流电压为 2.2 万伏,输送功率为 2.2×10^6 瓦,现在用户处安装一降压变压器,用户的电压为 220 伏,发电厂到变压器间的输电导线总电阻为 22 欧,求:(1)输电导线上损失的电功率;(2)变压器原副线圈匝数之比。

【答案】：（1）2.2×10^5（2）90

【解析】：

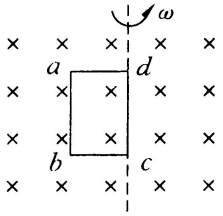
（1）应先求出输送电流，由 $I_{线}=P_{总}/U_{总}=2.2\times10^6\ \ 2.2\times10^4=100(A)$

则损失功率为 $P_{损}=I_{线}^2R_{线}=100^2\times22=2.2\times10^5(w)$

(2)变压器原线圈电压 U_1 为：$U_1=U_{总}-U_{线}=U_{总}-I_{线}R_{线}=2.2\times10^4-100\times22=19800(V)$所以原副线圈匝数比

$\frac{n_1}{n_2}=\frac{U_1}{U_2}$=19800/220=90.

4.如图所示，单匝矩形闭合导线框 abcd 全部处于磁感应强度为 B 的水平匀强磁场中，线框面积为 S，电阻为 R。线框绕与 cd 边重合的竖直固定转轴以角速度 ω 匀速转动，线框中感应电流的有效值 I=_____。线框从中性面开始转过 $\frac{\pi}{2}$ 的过程中，通过导线横截面的电荷量 q=_____。

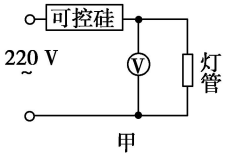


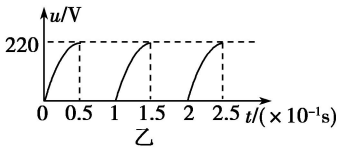
【答案】：（1）$\frac{\sqrt{2}BS\omega}{2R}$，$\frac{BS}{R}$

【解析】：本题考查交变流电的产生和最大值、有效值、平均值的关系及交变电流中有关电荷量的计算等知识。电动势的最大值 $E_m=BS\omega$，电动势的有效值 $E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}$，电流的有效值 $I=\frac{E}{R}=\frac{\sqrt{2}BS\omega}{2R}$；

$q=\bar{I}\Delta t=\frac{\bar{E}}{R}\Delta t=\frac{\Delta\Phi}{R\Delta t}\Delta t=\frac{\Delta\Phi}{R}=\frac{BS}{R}$。

5．如图甲所示为一种调光台灯电路示意图，它通过双向可控硅电子器件实现了无级调节亮度。给该台灯接 220 V 的正弦交流电后加在灯管两端的电压如图乙所示，则此时交流电压表的示数为(　　)





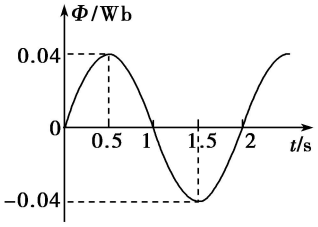
A．220 V　　B．110 V

C.$\frac{220}{\sqrt{2}}$ V　　D．$\frac{110}{\sqrt{2}}$ V

【答案】：　B

【解析】：　根据交流电的有效值定义有：$\frac{\left(\frac{220}{\sqrt{2}}\right)^2}{R}\times\frac{T}{2}=\frac{U^2}{R}T$，得 $U=110$ V，B 正确。

6．(多选)(2017·天津卷·6)在匀强磁场中，一个 100 匝的闭合矩形金属线圈，绕与磁感线垂直的固定轴匀速转动，穿过该线圈的磁通量随时间按图示正弦规律变化。设线圈总电阻为 2 Ω，则(　　)



A．t=0 时，线圈平面平行于磁感线

B．t=1 s 时，线圈中的电流改变方向

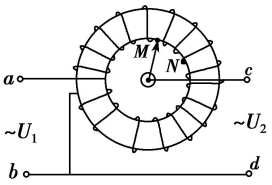
C．t=1.5 s 时，线圈中的感应电动势最大

D．一个周期内，线圈产生的热量为 $8\pi^2$ J

【答案】：　AD

【解析】：　由Φ-t 图可知，t=0 时，Φ=0，则线圈平面平行于磁感线，选项 A 正确；t=1 s 时Φ=0，此时线圈平面平行于磁感线，线圈中的电流方向不变，电动势最大，t=0.5 s 和 t=1.5 s 时，Φ最大，此时电动势为 0，电流改变方向，选项 B、C 错误；交流电电动势的最大值 $E_m=nBS\omega=n\Phi_m\frac{2\pi}{T}=4\pi$ V，有效值 $E=\frac{\sqrt{2}}{2}E_m=2\sqrt{2}\pi$ V，一个周期内线圈产生的热量 $Q=\frac{E^2}{R}\cdot T=8\pi^2$ J，D 正确。

7.(2016·江苏高考)一自耦变压器如图所示，环形铁芯上只绕有一个线圈，将其接在 a、b 间作为原线圈。通过滑动触头取该线圈的一部分，接在 c、d 间作为副线圈。在 a、b 间输入电压为 U_1 的交变电流时，c、d 间的输出电压为 U_2，在将滑动触头从 M 点顺时针旋转到 N 点的过程中(　　)



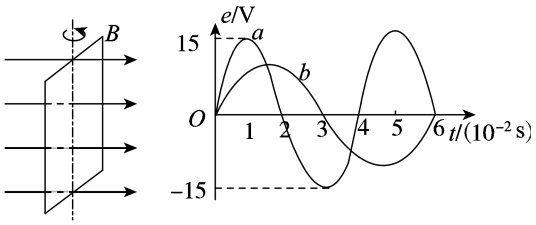
A．$U_2>U_1$，U_2 降低　　B．$U_2>U_1$，U_2 升高

C．$U_2<U_1$，U_2 降低　　D．$U_2<U_1$，U_2 升高

【答案】：　C

【解析】：　由图可知变压器的原线圈匝数 n_1 大于副线圈匝数 n_2，因$\frac{U_1}{n_1}=\frac{U_2}{n_2}$，则 $U_2<U_1$；在将滑动触头从 M 点顺时针转到 N 点的过程中，n_2 减小，U_2 降低，选项 C 正确，选项 A、B、D 错误。

8.（2014·天津卷） 如图所示，在匀强磁场中，一矩形金属线圈两次分别以不同的转速绕与磁感线垂直的轴匀速转动，产生的交变电动势图像如图 2 中曲线 a、b 所示，则(　　)



A．两次 $t=0$ 时刻线圈平面均与中性面重合

B．曲线 a、b 对应的线圈转速之比为 2∶3

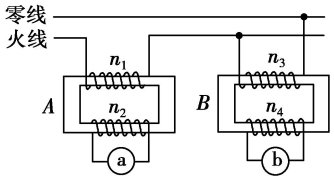
C．曲线 a 表示的交变电动势频率为 25 Hz

D．曲线 b 表示的交变电动势有效值为 10 V

【答案】：AC

【解析】：线圈感应电动势的瞬时值随时间成正比例函数变化，故 t=0 时刻线圈平面与中性面重合，A 选项正确，ab 的周期之比为 Ta：Tb=2：3，故 ab 的角速度之比为 $\omega_a:\omega_b$=3：2，假设转速为 n，$\omega=2\pi n$；故 n_a：n_b=3：2 故 B 错误，$f=\frac{1}{T}$，Ta=0.04s,f_a=25HZ,故 C 选项正确，$E_m=nBs\omega$，$\frac{E_{ma}}{E_{mb}}=\frac{\omega_a}{\omega_b}=\frac{3}{2}$，$E_{ma}$=15v 故 E_{mb}=10v，有效值 $U_b=\frac{10}{\sqrt{2}}$,D 错误。

9.(多选)电流互感器和电压互感器如图所示。其中 n_1、n_2、n_3、n_4 分别为四组线圈的匝数，a、b 为两只交流电表，则(　　)



A．A 为电流互感器，且 $n_1<n_2$，a 是电流表

B．A 为电压互感器，且 $n_1>n_2$，a 是电压表

C．B 为电流互感器，且 $n_3<n_4$，b 是电流表

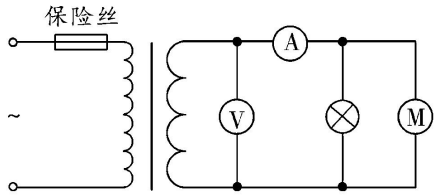
D．B 为电压互感器，且 $n_3>n_4$，b 是电压表

【答案】：　AD

【解析】：　由题图可知，A 为电流互感器，B 为电压互感器；a 是电流表，b 是电压表。在 A 中有 $I_1n_1=I_2n_2$，要求 $I_2<I_1$，故有 $n_2>n_1$；在 B 中有 $\frac{U_3}{U_4}=\frac{n_3}{n_4}$，要求 $U_4<U_3$，故有 $n_3>n_4$，所以本题 B、C 错误，A、D 正确。

10.(2011 北京东城区期末)如图所示，理想变压器的原线圈通过保险丝接在一个交流电源上，交变电压瞬时

值随时间变化的规律为 $u=311\sin 100\pi t$ (V)，副线圈所在电路中接有电灯、电动机、理想交流电压表和理想交流电流表．已知理想变压器原、副线圈匝数比为 10∶1，电灯额定功率为 44 W，电动机内电阻为 1 Ω，电流表示数为 3 A，各用电器均正常工作．则(　　)



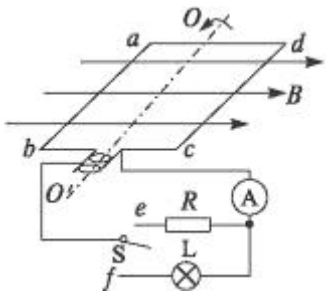
A. 电压表示数为 31.1 V　　B. 电动机的输出功率为 21 W

C. 变压器的输入功率为 44 W　　D. 通过保险丝的电流为 30 A

【答案】B

【解析】：该交流电源的电压有效值为 220 V，根据理想变压器的电压比等于匝数比，则电压表的示数为 22 V，选项 A 错误；电灯两端的电压为 22 V，电灯正常工作，根据 $P=UI$，可得流经电灯的电流为 2 A，根据串、并联电路特点，流经电动机的电流为 1 A，则电动机的输出功率 $P_{出}=UI_M-I_M^2r=21$ W，选项 B 正确；根据理想变压器的电流比与匝数比成反比，则通过保险丝的电流为 0.3 A，选项 D 错误；变压器的输入功率 $P_{入}=220\times0.3$ W$=66$ W，选项 C 错误．

11.如图所示，矩形线框的匝数 n=250 匝，ab=12 cm,ad=10 cm，线框置于 B=$\frac{2}{\pi}$ T 的匀强磁场中绕垂直于磁场的轴以 120 r/min 匀速转动，线框通过滑环与外电路相连，外电路接有 R=12 Ω 的电阻及一只发光的电压为 12 V 的氖泡 L，求：



（1）当开关 S 接 e 时，A 表的读数为多少？R 的热功率为多大？10 min 内外力对线框做功多少？

（2）当开关 S 接 f 时，氖泡的闪光频率为多大？通电 10 min，氖泡发光的总时间为多少？（线框电阻不计）

【答案】：见解析

【解析】：(1)开关 s 接 e 时，A 表的读数为干路中的总电流，且为有效值；$I=\frac{U_{有}}{R}$ (1)

$U_{有}=\frac{E_m}{\sqrt{2}}$ (2)；　　$\omega=2\pi n=4\pi$ （3）

Em=NBSω=250×$\frac{2}{\pi}$×0.012×4π=24V(4)

1、2、3、4 式联立得：I=$\sqrt{2}$ A；电阻 R 的热功率用有效值来计算；P_R=I^2R=24w；10 分钟内外力对线框做的功等于全电路的电热 W=I^2R×t=2×12×600=1440J

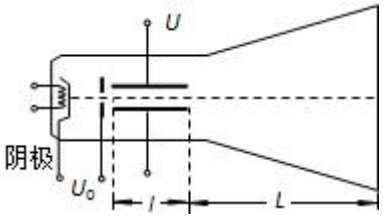
(2)当电压的值为 12V 时氖泡开始发光，所以一个周期里氖泡发光两次，线圈转动的频率为 2HZ，因而氖泡的发光频率为 4HZ；$e=E_m\times\cos\theta$ 代入当 e=12V 时θ=60，当θ取 0-60，120-180，180-240，300-360 的过程中电压的瞬时值大于 12V 氖泡发光，一个周期内氖泡的发光时间为$\frac{2}{3}T$，T=0.5s；通电 10 分钟氖泡的发光时间 t=600×$\frac{2}{3}\times0.5$=200s

12.如图所示为示波管的示意图，竖直偏转电极的极板长 l=4.0cm，两板间距离 d=1.0cm，极板右端与荧光屏的距离 L=18cm．由阴极发出的电子经电场加速后，以 v=1.6×107 m/s 沿中心线进入竖直偏转电场．若电子由阴极逸出时的初速度、电子所受重力及电子之间的相互作用力均可忽略不计，已知电子的电荷量 e=1.6×10-19 C，质量 m=0.91×10-30 kg．

（1）求加速电压 U0 的大小；

（2）要使电子束不打在偏转电极的极板上，求加在竖直偏转电极上的电压应满足的条件；

（3）在竖直偏转电极上加 u=40sin100πt（V）的交变电压，求电子打在荧光屏上亮线的长度．



【答案】：见解析

【解析】：

（1）对于电子通过加速电场的过程，根据动能定理有 eU_0=$\frac{1}{2}mv^2$　解得 U_0=728V

（1）设偏转电场电压为 U_1 时，电子刚好飞出偏转电场，则此时电子沿电场方向的位移恰为$\frac{1}{2}d$，

$\frac{1}{2}d=\frac{1}{2}at^2=\frac{1}{2}\frac{eU_1}{md}.t^2$ 电子通过偏转电场的时间 t=$\frac{l}{v}$ ；解得 U_1=$\frac{d^2m}{et^2}=91V$。所以，为使电子束不打在偏转电极上，加在偏转电极上的电压 U 应小于 91V．

（3）由 u=40sin100πt（V）可知ω=100πrad/s，U_m=40V

偏转电场变化的周期 T=偏转电场变化的周期 T=$\frac{2\pi}{\omega}$=0.02s，而 t=$\frac{l}{v}$=2.5×10^{-9} s．T＞＞t，可见每个电子通

过偏转电场的过程中，电场可视为稳定的匀强电场．

当极板间加最大电压时，电子有最大偏转量 $y_m=\frac{1}{2}\frac{eU_m}{md}t^2=0.20\text{cm}$

电子飞出偏转电场时平行极板方向分速度 $v_x=v$，

垂直极板方向的分速度 $v_y=a_yt=\frac{eU_m}{md}t'$

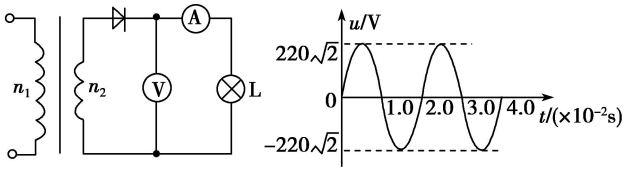
电子离开偏转电场到达荧光屏的时间 $t'=\frac{L}{v_x}=\frac{L}{v}$

电子离开偏转电场后在竖直方向的位移为 $y_2=v_y\,t'=2.0\text{cm}$

电子打在荧光屏上的总偏移量 $Y_m=y_m+y_2=2.2\text{cm}$

电子打在荧光屏产生亮线的长度为 $2Y_m=4.4\text{cm}$．

13．如图甲所示，理想变压器原、副线圈匝数比 $n_1∶n_2=2∶1$，电压表和电流表均为理想电表，二极管为理想二极管，灯泡电阻 $R=55\ \Omega$，原线圈两端加如图乙所示的电压，下列说法正确的是(　　)



甲　　乙

A．电流表的读数为$\sqrt{2}$ A

B．电压表的读数为 110 V

C．灯泡 L 的功率为 440 W

D．副线圈两端电压为 $110\sqrt{2}$ V

【答案】：　A

【解析】：　根据图乙可得原线圈两端电压的有效值为 $U_1=220\text{ V}$，根据公式$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$可得副线圈两端电压的有效值为 110 V，D 错误；因为二极管为理想二极管，所以二极管正向导通时的电流为 $I_2=\frac{110}{55}\text{ A}=2\text{ A}$，设电流表的示数为 I，则有 $I^2RT=I_2^2R\cdot\frac{T}{2}$，得 $I=\sqrt{2}$ A，A 正确；电压表的示数为 $U=IR=55\sqrt{2}\text{ V}$，B 错误；灯泡 L 的功率为 $P=I^2R=110\text{ W}$，C 错误。