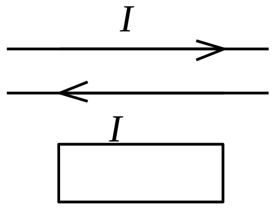
大学物理 B　电磁感应作业

1. 　两根无限长平行直导线载有大小相等方向相反的电流I，并各以dI /dt 的变化率增长，一矩形线圈位于导线平面内(如图)，则：[　B　]



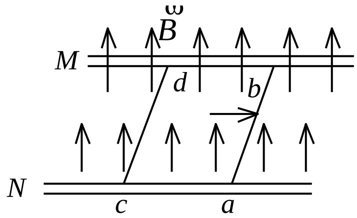
(A) 线圈中无感应电流.

(B) 线圈中感应电流为顺时针方向.

(C) 线圈中感应电流为逆时针方向.

(D) 线圈中感应电流方向不确定.

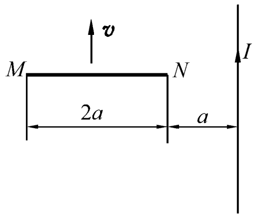
2. 　如图所示，M、N为水平面内两根平行金属导轨，ab与cd为垂直于导轨并可在其上自由滑动的两根直裸导线.外磁场垂直水平面向上，当外力使ab向右平移时，则导线cd将：【D】



(A) 不动　　　　(B) 转动

(C) 向左移动　　(D) 向右移动

3. 如右图所示，一长为 2a 的细铜杆 MN 与载流长直导线垂直且共面．N 端距长直导线为 a，当铜杆以 v 平行长直导线运动时，则杆内出现的动生电动势大小为 ε=____$\frac{\mu_0 \mathrm{I} v}{2\pi} ln3$________；____N____端电势较高．



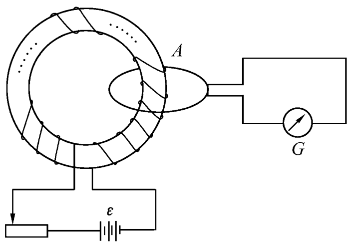
$$d\varepsilon_i = (v \times B) \cdot dx = \mathrm{v}\frac{\mu_0 \mathrm{I}}{2\pi(x+a)} dx$$

$$\varepsilon_i = U_N - U_M = \int_0^{2a} \mathrm{v}\frac{\mu_0 \mathrm{I}}{2\pi(x+a)} dx = \frac{\mu_0 \mathrm{I} \mathrm{v}}{2\pi} ln3$$

4．一铁芯上绕有线圈 N 匝，已知铁芯中磁通量与时间的关系 $\Phi = A\sin 100\pi t$(Wb)，则在 $t=1.0\times10^{-2}$s 时线圈中的感应电动势为___$100\pi NA$ (V)_______________.

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Psi}{dt} = -100\pi NAcos100\pi t$$

5. 设环形螺线管单位长度上的匝数为 n=**5000 m^{-1}**，截面积为 S=**2×10^{-3}** m^2，它和电源 ε 以及可变电阻串联成一个闭合电路，在环上再绕一个线圈 A，匝数 N=**5**，电阻 R=**2.0** Ω，如右图所示．调节可变电阻，使通过环形螺线管的电流强度 I 每秒降低 **20 A**．求：



(1) 线圈 A 中产生的感应电动势 ε_i 及感应电流 I；

(2) 求两秒钟内通过检流计的感应电量 Q.

$$B = \mu_0 ni$$

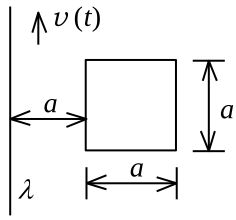
$$\Psi = N\Phi = NBS = N\mu_0 niS$$

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Psi}{dt} = -N\mu_0 nS\frac{di}{dt} = -5\times4\pi\times10^{-7}\times5000\times2\times10^{-3}\times(-20) = 4\pi\times10^{-4}\ \text{(SI)}$$

$I=\frac{\varepsilon_i}{R}=2\pi\times10^{-4}(\mathrm{SI})$

$Q=\int_t^{t+2}Idt=\int_t^{t+2}\frac{\varepsilon_i}{R}dt=\int_t^{t+2}\frac{-N\mu_0 nS}{R}\frac{di}{dt}dt=\int_t^{t+2}\frac{-N\mu_0 nS}{R}\times(-20)dt=4\pi\times10^{-4}(\mathrm{SI})$

6. 如图所示，一电荷线密度为λ的长直带电线(与一正方形线圈共面并与其一对边平行)以变速率$v=v(t)$沿着其长度方向运动，正方形线圈中的总电阻为R，求t时刻方形线圈中感应电流 $i(t)$的大小(不计线圈自身的自感).



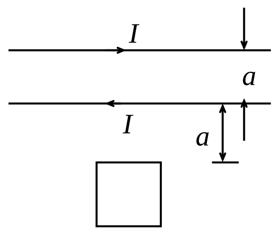
解：长直带电线运动相当于电流 $I=\upsilon(t)\cdot\lambda$.

正方形线圈内的磁通量可如下求出： $\Phi=\frac{\mu_0}{2\pi}Ia\int_0^a\frac{\mathrm{d}x}{a+x}=\frac{\mu_0}{2\pi}Ia\cdot\ln2$

据法拉第定律，有：$|\varepsilon_i|=\left|-\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}\right|=\frac{\mu_0 a}{2\pi}\left|\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}\right|\ln2=\frac{\mu_0}{2\pi}\lambda a\left|\frac{\mathrm{d}v(t)}{\mathrm{d}t}\right|\ln2$

据欧姆定律，有： $|i(t)|=\frac{|\varepsilon_i|}{R}=\frac{\mu_0}{2\pi R}\lambda a\left|\frac{\mathrm{d}\upsilon(t)}{\mathrm{d}t}\right|\ln2$

7. 两根平行无限长直导线相距为a，载有大小相等方向相反的电流I，其上电流以 $I=I_0\sin\omega t$ 变化．设一个边长为a的正方形线圈位于导线平面内与一根导线相距a，如右图所示：求线圈中的感应电动势ε.



无限长载流直导线在与其相距为r处产生的磁感强度为$\boldsymbol{B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}}$

以顺时针为回路正方向，与线圈相距较远和较近的导线在线圈中产生的磁通量为：

$$\Phi_1=\int_{2a}^{3a}\frac{\mu_0 I}{2\pi r}adr=\frac{\mu_0 Ia}{2\pi}ln\frac{3}{2}$$

$$\Phi_2=\int_a^{2a}-\frac{\mu_0 I}{2\pi r}adr=-\frac{\mu_0 Ia}{2\pi}ln2$$

总磁通量为：

$$\Phi=\Phi_1+\Phi_2=-\frac{\mu_0 Ia}{2\pi}ln\frac{4}{3}$$

感应电动势为：

$$\varepsilon=-\frac{d\Phi}{dt}=\frac{\mu_0 a}{2\pi}ln\frac{4}{3}\frac{dI}{dt}=\frac{\mu_0 I_0 a\omega}{2\pi}ln\frac{4}{3}cos\omega t$$