选择题1：真空中一根无限长直细导线上通有电流强度为 I 的电流，则距导线垂直距离为a 的空间某点处的磁能密度为：

（**A**） $\frac{1}{2}\mu_0(\frac{\mu_0 I}{2\pi a})^2$ 　　（**B**） $\frac{1}{2\mu_0}(\frac{\mu_0 I}{2\pi a})^2$

（**C**） $\frac{1}{2}(\frac{2\pi a}{\mu_0 I})^2$ 　　（**D**） $\frac{1}{2\mu_0}(\frac{\mu_0 I}{2a})^2$

$$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \qquad w_m=\frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0}$$

选择题2: 一铜条置于均匀磁场中，铜条中电子流的方向如图所示，试问下述哪一种情况将会发生?

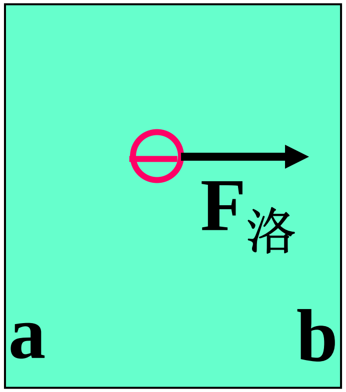
（A）在铜条上 ab 两点产生一小电势差，且$U_a > U_b$，

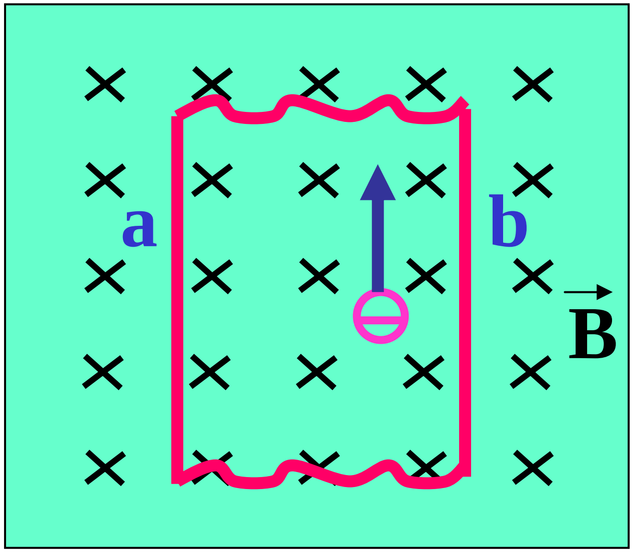
（B）在铜条上 ab 两点产生一小电势差，且$U_a < U_b$，

（C）在铜条上产生涡流，

（D）电子受到洛伦兹力而减速。

[A]





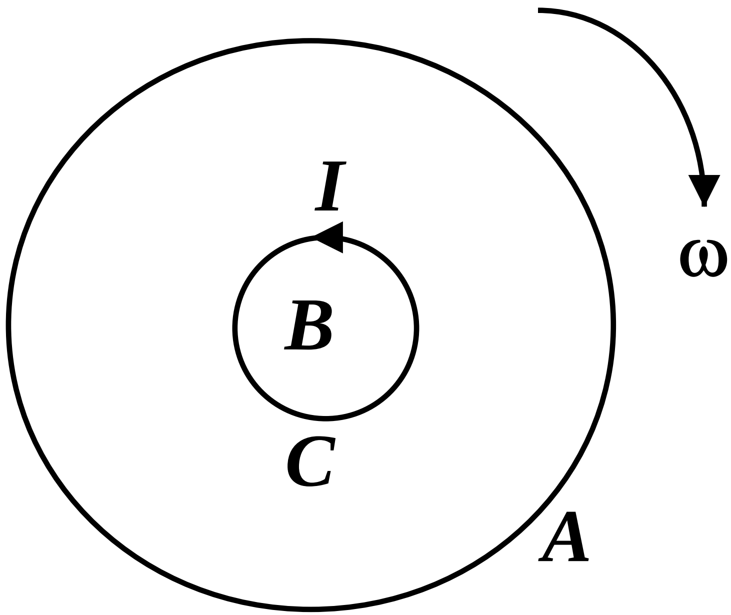
选择题3: 如图所示，两圆环*A*、*C*置于同一水平面上，其中*A*为均匀带电绝缘环，*C*为导体环，当*A*以如图所示的方向绕中心转动的角速度发生变化时，**B**中产生如图所示方向的感应电流，则（ **B、C** ）

A． **A**可能带正电且转速减小

B． **A**可能带正电且转速增大

C． **A**可能带负电且转速减小

D． **A**可能带负电且转速增大



由*C*环的电流

*1. B*方向⊗、增大 →

*A*环电流顺时针、增大 → *B*

*2. B*方向⊙、减小 →

*A*环电流逆时针、减小 → *C*

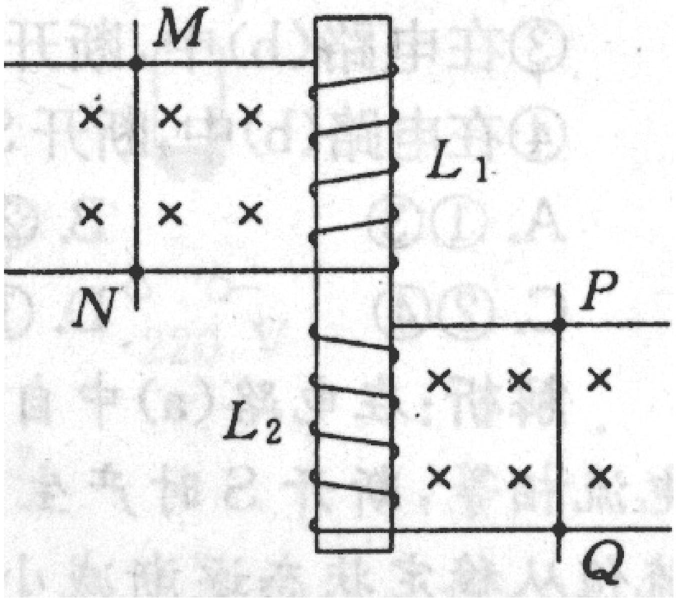
选择题4：如图所示，水平放置的两条光滑轨道上有可自由移动的金属棒*PQ*、*MN*，当*PQ*在外力作用下运动时，*MN*在磁场力作用下向右运动，则*PQ*所做的运动可能是（ B、C ）

A．向右加速运动

B．向左加速运动

C．向右减速运动

D．向左减速运动



电流方向*M*至*N* →

*1. L_1*中*B*方向向上、减小

*PQ*中电流向上、减小

→ *PQ*向右运动、减速 → *C*

*2. L_1*中*B*方向向下、增大

*PQ*中电流向下、增大

→ *PQ*向左运动、加速 → *B*

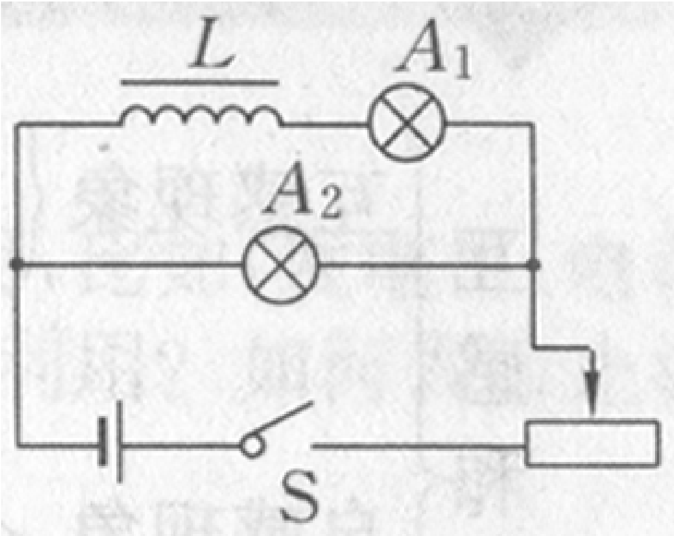
选择题5: 如图所示的电路中，A_1和A_2是完全相同的灯泡，线圈L的电阻可以忽略．下列说法中正确的是(A、D)

A．合上开关S接通电路时，A_2先亮，A_1后亮，最后一样亮

B．合上开关S接通电路时，A_1和A_2始终一样亮

C．断开开关S切断电路时，A_2立刻熄灭，A_1过—会儿熄灭

D．断开开关S切断电路时，A_1和A_2都要过一会儿才熄灭



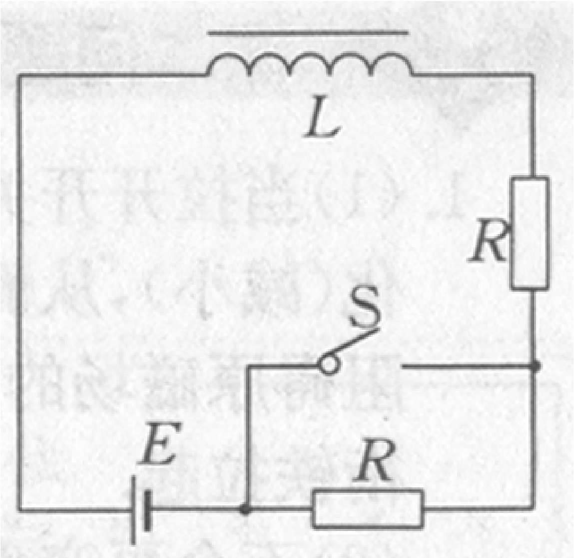
选择题6: 如图所示两个电阻均为R，L的电阻及电池内阻均可忽略，S原来断开，电路中电流 $I_0=\frac{E}{2R}$，现将S闭合，于是电路中产生自感电动势，此自感电动势的作用是(　D　)

A．使电路的电流减小，最后由 I_0 减到零

B．有阻碍电流增大的作用，最后电流小于I_0

C．有阻碍电流增大的作用，因而电流总保持不变

D．有阻碍电流增大的作用，但电流还是增大，最后变为$2I_0$



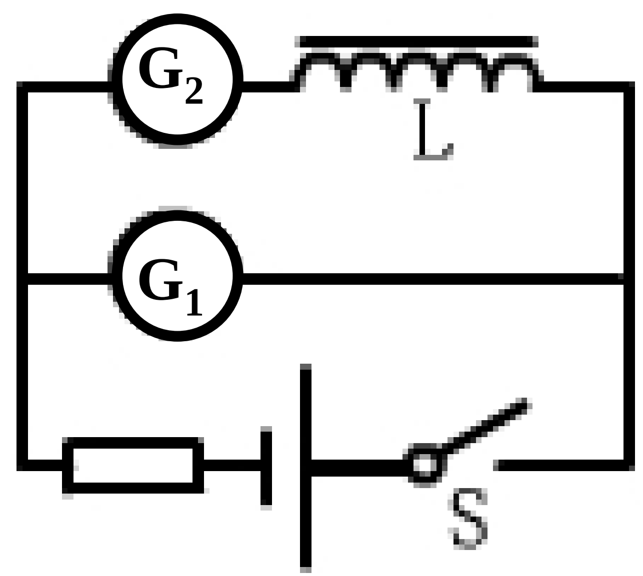
选择题7：如图所示的电路中，L为电阻很小的线圈，G_1和G_2为零点在表盘中央的相同的电流表，当开关S闭合时，电流表G_1指针偏向右方，那么当开关S断开时，将出现的现象是（ **D**）

A．G_1和G_2指针都立刻回到零点

B．G_1指针立刻回到零点，而G_2指针缓慢地回到零点

C．G_1指针立刻回到零点，而G_2指针先立即偏向左方，然后缓慢地回到零点

D．G_1指针先立即偏向左方，然后缓慢地回到零点，而G_2指针缓慢地回到零点

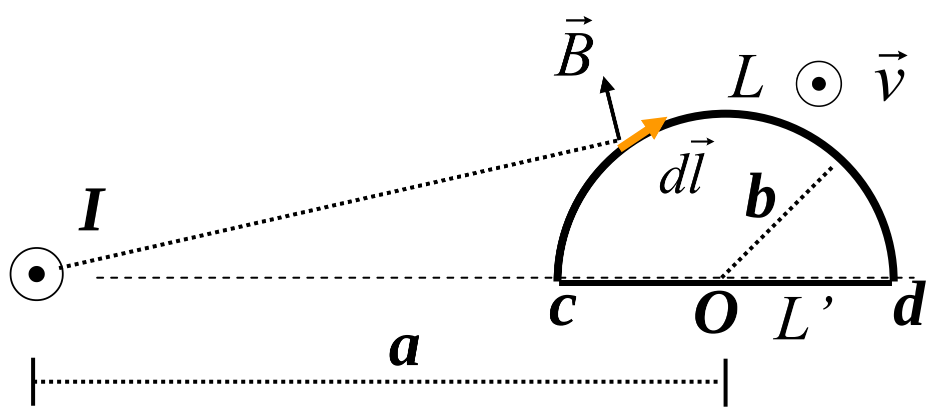


填空题1：一根直导线在磁感应强度为***B***的均匀磁场中以速度运动切割磁力线，导线中对应于非静电力的场强（又称非静电场场强）____$\vec{v}\times\vec{B}$____.

填空题2：一无铁芯的长直螺线管，在保持其半径和总匝数不变的情况下，把螺线管拉长一些，则它的自感系数将____减少____。（增大、减少和不变）

$$L=\mu_0 n^2 V \quad =\mu_0 \frac{N^2}{L^2} LS=\mu_0 \frac{N^2}{L} S$$

填空题3：载有恒定电流 I 的长直导线旁有一半圆环导线cd，半圆环半径为b，环面与直导线垂直，且半圆环两端点连线的延长线与直导线相交，中心距导线的距离为a，如图所示。当半圆环以速度v 沿平行于直导线的方向平移时，半圆环上的感应电动势的大小是 $\underline{\dfrac{\mu_0 I v}{2\pi}\ln\dfrac{a+b}{a-b}}$，方向 $\underline{d\rightarrow c}$。



$$d\varepsilon_i = (\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}$$

$$\varepsilon_i = \oint d\varepsilon_i = \varepsilon_{iL} + \varepsilon_{iL'}$$

$$= \int_{L,\ c\to d} d\varepsilon_i + \int_{L',\ d\to c} d\varepsilon_i = 0$$

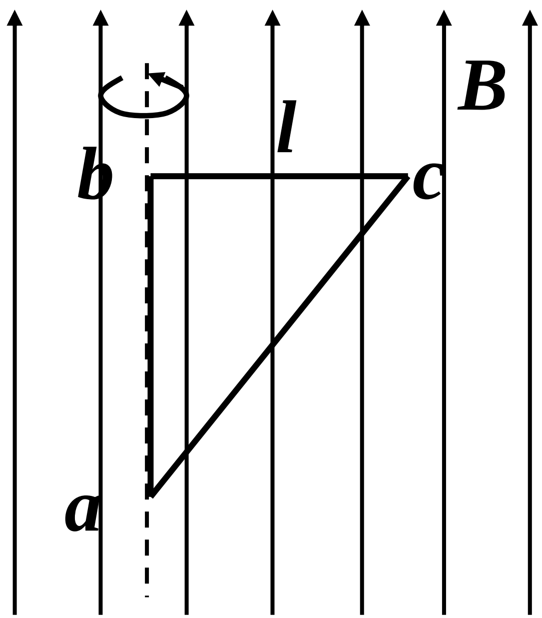
$$\varepsilon_{iL} = -\varepsilon_{iL'} = \int_{L',\ c\to d} (\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l} = -\int_{a-b}^{a+b} \frac{\mu_0 I v}{2\pi l} dl = -\frac{\mu_0 I v}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a-b}$$

填空题**4**：如图所示，直角三角形金属框架***abc***放在均匀磁场中，磁场平行于***ab***边，***bc***的长度为 ***l*** 。当金属框架绕***ab***边以匀角速度 ω 转动时，***abc***回路中的感应电动势 ε = **0** ；***ac***边的感应电动势 = $-\frac{1}{2}\omega Bl^2$ 。

$$\varepsilon = \oint (\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}$$

$$= \Big(\int_{a\to b} + \int_{b\to c} + \int_{c\to a}\Big)(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}$$

$$= \varepsilon_{ab} + \varepsilon_{bc} + \varepsilon_{ca} = 0$$

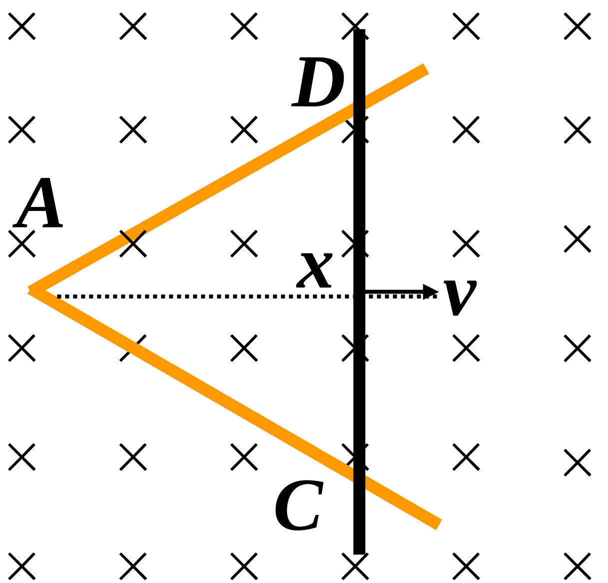


$$\varepsilon_{ab} = 0$$

$$\varepsilon_{bc} = \int_b^c (\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l} = \int_b^c \omega rBdr = \frac{1}{2}\omega Bl^2$$

$$\varepsilon_{ca} = -\varepsilon_{bc} = -\frac{1}{2}\omega Bl^2$$

计算题1：将等边三角形平面回路*ACDA*放在磁感应强度大小为 $B = B_0 t$（式中B_0为常量）的均匀磁场中，回路平面垂直于磁场方向，如图所示。回路中*CD*段为滑动导线，设 $t = 0$ 时，*CD*段从A端出发，以匀速 v 远离A端运动，且始终保持回路为等边三角形。求回路*ACDA*中的感应电动势与时间 t 的关系。



选回路正方向：逆时针

由于*CD*运动产生的动生电动势为

$$\varepsilon_1 = \int_C^D (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} \quad = vB \cdot \overline{CD}$$

$$x = vt, \ \overline{CD} = \frac{2\sqrt{3}}{3} x = \frac{2\sqrt{3}}{3} vt$$

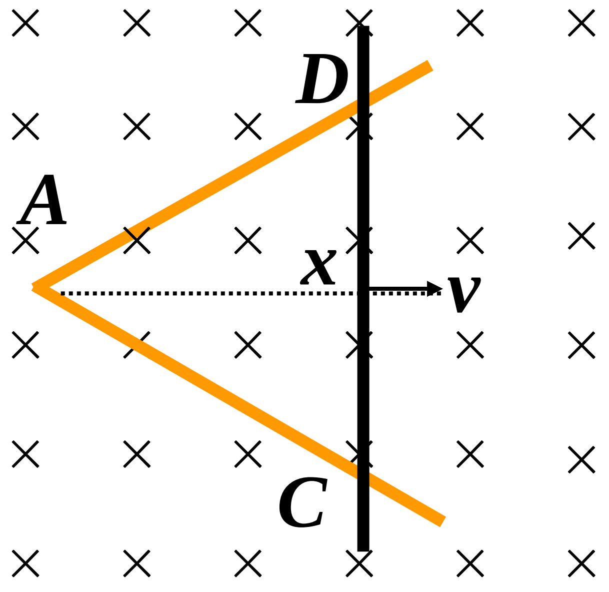
$$\varepsilon_1 = \frac{2\sqrt{3}}{3} B_0 v^2 t^2$$

由于磁感应强度的变化产生的感生电动势为

$$\varepsilon_2 = -\iint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} \quad = \iint_S B_0 dS \quad = B_0 S \quad = \frac{\sqrt{3}}{3} B_0 v^2 t^2$$

总的感应电动势为 $$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \sqrt{3} B_0 v^2 t^2$$

方法2　选回路正方向：逆时针



$$S_{\Delta ABC} = \frac{1}{2}\cdot x\cdot\frac{2\sqrt{3}}{3}x$$

$$=\frac{\sqrt{3}}{3}v^2t^2$$

$$\Phi=\iint_S \vec{B}\cdot d\vec{S}=-BS_{\Delta ABC}$$

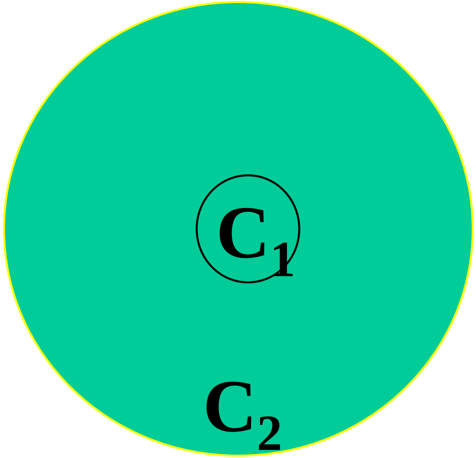
$$=-B_0t\cdot\frac{\sqrt{3}}{3}v^2t^2=-\frac{\sqrt{3}}{3}B_0v^2t^3$$

$$\varepsilon=-\frac{d\Phi}{dt}=\sqrt{3}B_0v^2t^2$$

计算题2 一圆形线圈C_1由N_1匝表面绝缘的细导线绕成，原圆面积为S，将此线圈放在另一半径为R的圆形大线圈C_2的中心（C_2比C_1的尺寸大的多）两者同轴，大线圈由N_2匝表面绝缘的导线绕成。

（1）求这两线圈的互感M。

（2）当大线圈中的电流变化率为dI/dt时，求小线圈C_1中的感应电动势ε。

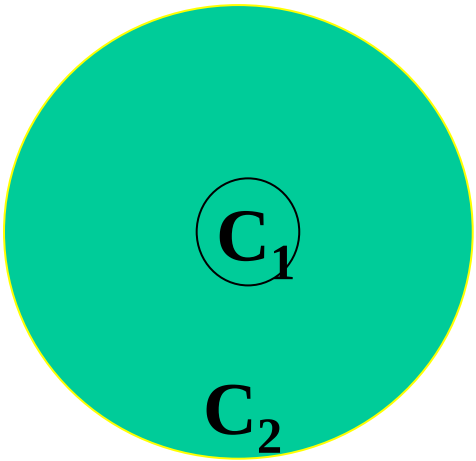


解:

(1)设C_2通有电流I。

由于C_2比C_1大的多， C_2在C_1处产生的磁场可看作均匀磁场

$$B=\frac{N_2\mu_0 I}{2R}$$



穿过C_1的磁链数

$$\Phi_N=N_1BS=\frac{N_1N_2\mu_0 IS}{2R}$$

两线圈的互感为

$$M=\frac{\Phi_N}{I}=\frac{N_1N_2\mu_0 S}{2R}$$

(2)

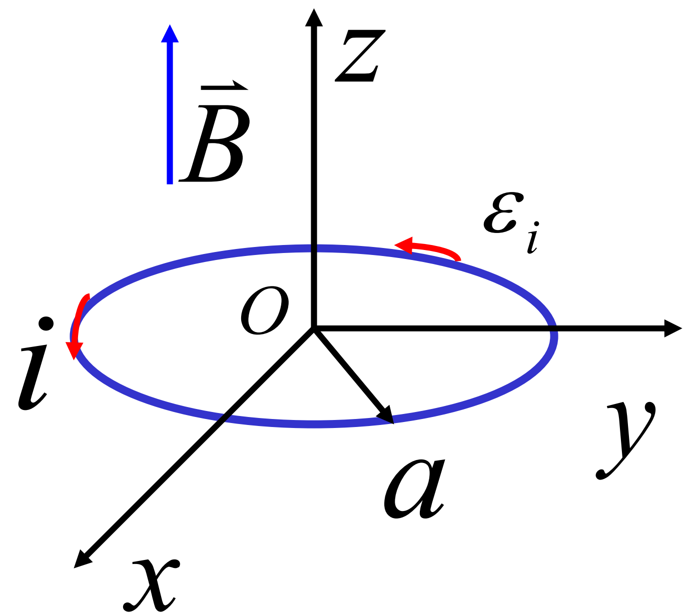
$$\varepsilon=-M\frac{dI}{dt}=-\frac{N_1N_2\mu_0 S}{2R}\frac{dI}{dt}$$

计算题3

一单匝圆形线圈位于*xoy*平面内，其中心位于原点*O*，半径为*a*，电阻为*R*。平行于*z* 轴有一匀强磁场，假设*R*极大, 当磁场依照$B=B_0e^{-\alpha t}$的关系降为零, 求通过该线圈的电流和电量。

解:

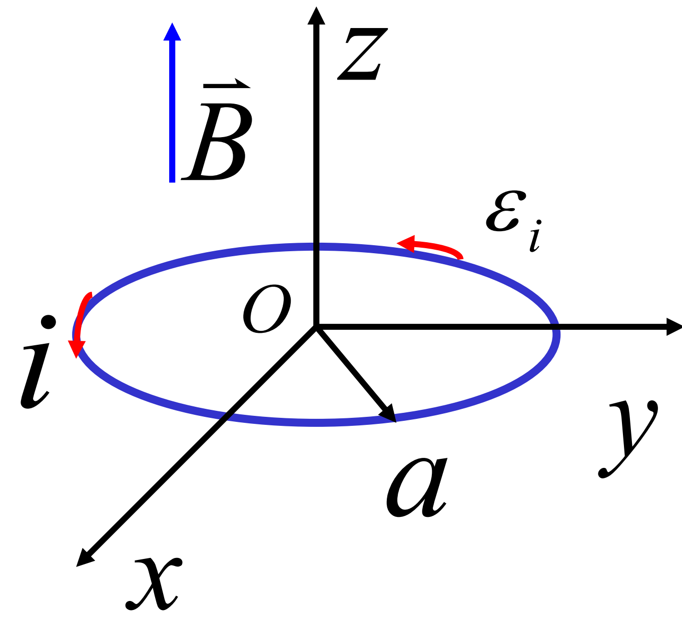
题中线圈不动亦不变形，故线圈内只存在感应电动势。
取逆时针为绕行正方向



根据法拉第电磁感应定律, 线圈中的感应电动势

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(BS)}{dt} = -S\frac{d(B_0 e^{-\alpha t})}{dt}$$

$$= -SB_0(-\alpha)e^{-\alpha t} = \pi a^2 \alpha B_0 e^{-\alpha t}$$



电动势为正, 说明它的方向与绕行方向一致，沿逆时针。
也可根据楞次定律得出。

根据欧姆定律，线圈中的感应电流为

$$i = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{\pi a^2 \alpha B_0}{R} e^{-\alpha t}$$

感应电流的方向亦沿逆时针流向

在**0~*t*** 时间内，通过线圈某一截面的电量为

$$q=\int_0^t i dt=\frac{\pi a^2\alpha B_0}{R}\int_0^t e^{-\alpha t}dt$$

$$=\frac{\pi a^2 B_0}{R}\left(1-e^{-\alpha t}\right)=\frac{1}{R}[\Phi_0-\Phi(t)]$$

当$t\sim\infty$时，$\boldsymbol{B=B_0e^{-\alpha t}}$降为零，通过线圈截面的总电量为

$$q=\int_0^\infty i dt=\frac{\pi a^2 B_0}{R}=\frac{\Phi_0}{R}$$

可见，$\boldsymbol{q}$ 仅与磁通量的变化值$\Delta\boldsymbol{\Phi}$有关，而与变化过程无关，即与$\boldsymbol{B(t)}$无关

计算题4

边长为 20cm 的正方形导体回路，放置在圆柱形空间的均匀磁场中，已知磁感应强度的量值为 0.5 T，方垂向直于导体回路所围平面（如图所示），若磁场以$0.1T/s$的变化率减小， AC边沿圆柱体直径，B点在磁场的中心。

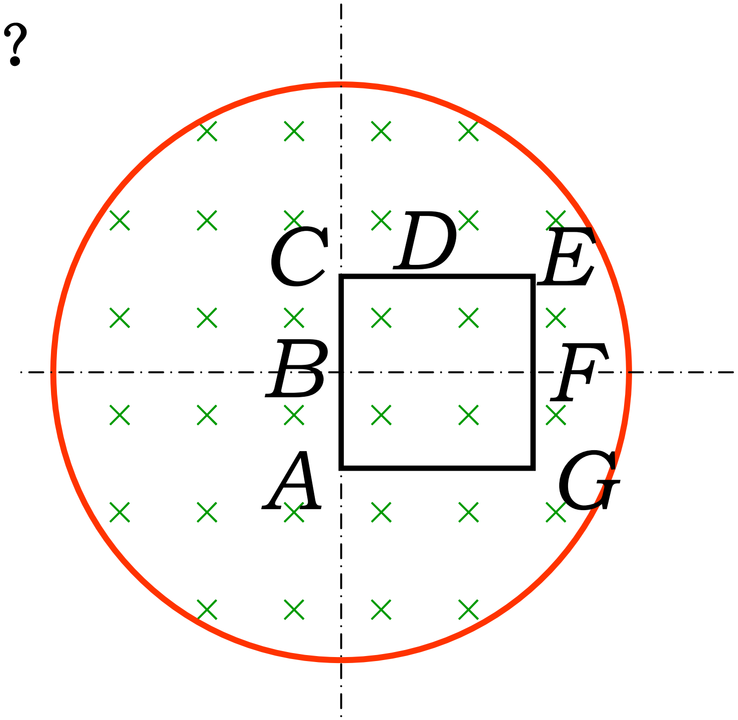
（**1**）用矢量标出A、B、C、D、E、F、G各点处感生电场 E 的方向和大小；

（**2**）AC边内的感生电动势有多大？

（**3**）回路内的感生电动势有多大？

（**4**）如果回路的电阻为 2 Ω，回路中的感应电流有多大？

（**5**）A 和C 两点间的电势差为多少？哪一点电势高。



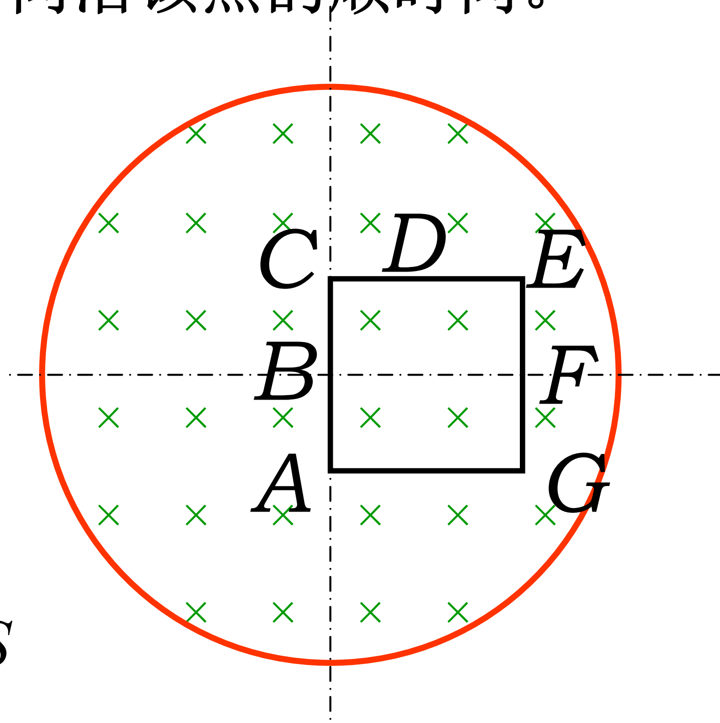
已知：$a=20cm$, $B=0.5T$, $dB/dt=-0.1T/s$,

求：(1) 标出A、B、C、D、E、F、G各点 E 的方向；

(2) ε_{AC}；(3) ε；(4)若$R=2\Omega$；求回路的I；(5)U_{AC}

解：

(1) 因为$dB/dt<0$，涡旋感生电场线的绕行方向与磁场方向成右手螺旋关系，因此各点感生电场的方向沿该点的顺时向。



(2)
$$\varepsilon_{AC}=\int_A^C E_i\cos\frac{\pi}{2}dl \quad =0$$

(3) 根据法拉第电磁感应定律，闭合回路内的感生电动势为

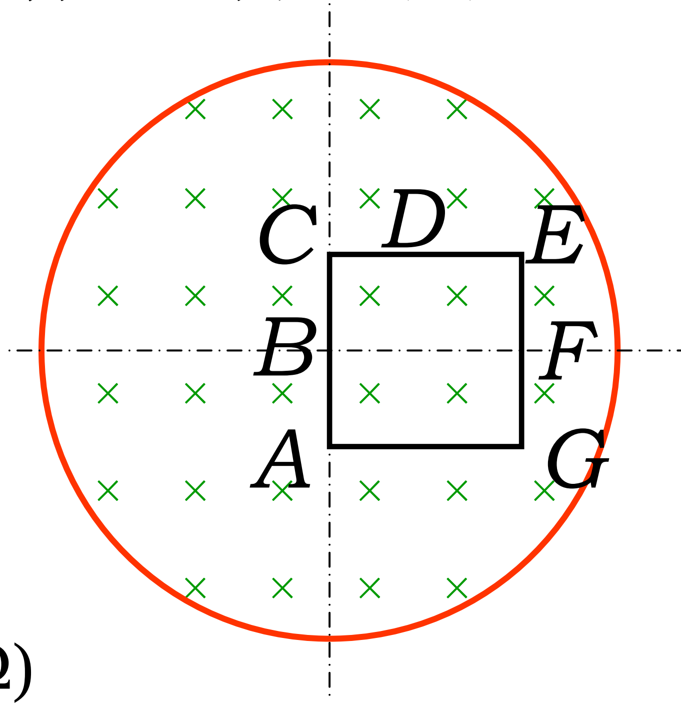
$$\varepsilon=-\frac{d\Phi}{dt}=-\frac{d}{dt}\iint_S \vec{B}\cdot d\vec{S}=-\iint_S\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}\cdot dS$$

$$=-a^2\frac{dB}{dt}=0.02^2\times0.1=4\times10^{-3}(V)$$

(4) 回路的电阻若***R* =2*Ω*,** 则回路中的感应电流为

$$I=\frac{\varepsilon}{R}=\frac{4\times10^{-3}}{2}=2\times10^{-3}(A)$$ 方向沿顺时针

(5) 闭合回路内的感生电动势（电源）存在于***AC***边以外的另外三边内。根据含源电路的欧姆定律，可得***A***、***C***两点间的电势差



$$U_{AC}=V_A-V_C=\varepsilon-I\frac{3}{4}R$$

$$=4\times10^{-3}-2\times10^{-3}\times\frac{3}{4}\times2$$

$$=1\times10^{-3}(V)$$

$V_A>V_C$ **A**点的电势高

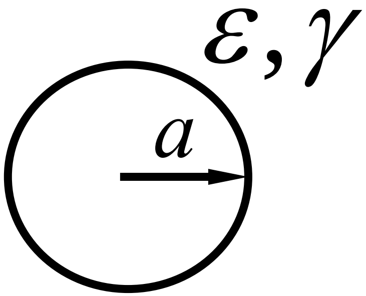
或**AC**段的电阻为 $R_{AC}=R/4=0.5(\Omega)$

A、**C**间的电势差为

$$U_{AC}=IR_{AC}=2\times10^{-3}\times0.5=1\times10^{-3}(V)$$

[位移电流] 各向同性均匀无限大介质，已知介电常数和电导率分别为 ε, γ。内有半径为 **a** 的导体球，$t=0$，带电 Q，求 H。

解：设 **t** 时刻导体球带有电量为 $q(t)$



则其电势为 $$U(t)=\frac{q(t)}{4\pi\varepsilon a}$$

介质的电阻为

$$R=\int \mathrm{d}R=\int_a^{\infty}\frac{1}{\gamma}\frac{\mathrm{d}r}{4\pi r^2}=\frac{1}{4\pi\gamma a}$$

介质中的传导电流电流为

$$I_{\mathrm{c}}(t)=\frac{U(t)}{R}=\frac{\gamma\, q(t)}{\varepsilon}=-\frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$$

$$\int_Q^q\frac{\mathrm{d}q}{q}=\int_0^t-\frac{\gamma}{\varepsilon}\mathrm{d}t\quad q(t)=Qe^{-\frac{\gamma}{\varepsilon}t}$$

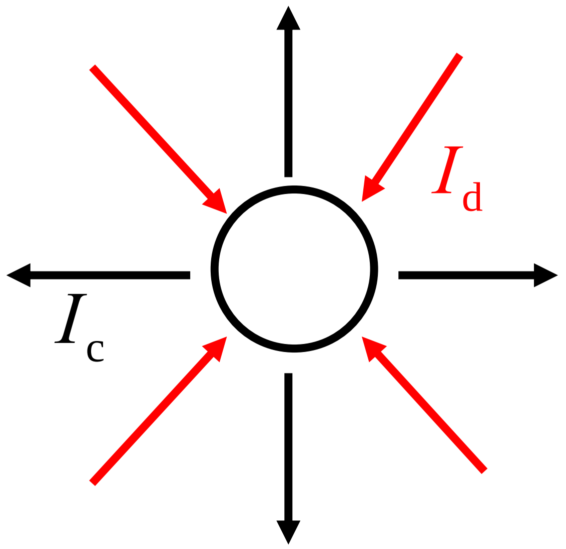
$$I_{\mathrm{c}}=-\frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}=Q\frac{\gamma}{\varepsilon}e^{-\frac{\gamma}{\varepsilon}t}$$

介质中的电位移矢量为 $D=\dfrac{q}{4\pi r^2}=\dfrac{Q}{4\pi r^2}e^{-\frac{\gamma}{\varepsilon}t}$

位移电流密度为

$$j_\mathrm{d}=\frac{\partial D}{\partial t}=-\frac{\gamma}{\varepsilon}\frac{Q}{4\pi r^2}e^{-\frac{\gamma}{\varepsilon}t}$$

$$I_\mathrm{d}=\vec{j}_d\cdot\vec{S}=j_\mathrm{d}4\pi r^2=-Q\frac{\gamma}{\varepsilon}e^{-\frac{\gamma}{\varepsilon}t}$$



$$\Rightarrow\ I=I_\mathrm{c}+I_\mathrm{d}=0$$

$$\Rightarrow\ H=0$$

或由欧姆定律得介质中的传导电流密度为

$$j_\mathrm{c}=\gamma E=\gamma\frac{D}{\varepsilon}=\frac{\gamma}{\varepsilon}\frac{Q}{4\pi r^2}e^{-\frac{\gamma}{\varepsilon}t}$$

与位移电流密度大小相等方向相反