第十三章　电磁场

一、选择题

13.1.1.
答案：D

13.1.2.
答：C

13.1.3.
答：D

13.1.4.
答：C

13.1.5.
答案：B

13.1.6.
答：D

13.1.7.
答：D

13.1.8.
答：D

13. 1.9.
答：C

13.1.10.
答：C

13.1.11.
答：A

13.1.12.
答：B

13.1.13.
答：A

13.1.14.
答：C

13.1.15.
答：D

13.1.16.
答：B

13.1.17.
答：D

13.1.18.
答：D

13.1.19.
答：D

13.1.20.
答：D

二　填空题

13.2.1.
答案：0

13.2.2.
答：$\varepsilon_{ab}=\frac{1}{2}\omega BL^2$、$a\to b$；$\varepsilon_{bc}=\frac{1}{2}\omega BL^2$、$b\to c$；$\varepsilon_{cd}=-\frac{1}{2}\omega BL^2$、$d\to c$；
$\varepsilon_{da}=-\frac{1}{2}\omega BL^2$、$a\to d$；$\varepsilon_{ac}=\omega BL^2$、$a\to c$。

13.2.3.
答：$\varepsilon_{APC}=lvB\sin\theta$，<；$\varepsilon_{PC}=lvB$，<。

13.2.4.
答：$U_{Oa}=-\frac{1}{50}\omega BL^2$，高；$U_{Ob}=-\frac{8}{25}\omega BL^2$，高；$U_{ab}=-\frac{3}{10}\omega BL^2$，低。

13.2.5.

答：$U_{\mathrm{OP}}=-\frac{1}{2}\omega BR^2$

13. 2. 6.

答：$\varepsilon_i=\pi\omega R^2B\,sin\,\omega\,t=0.004\sin\frac{10\pi t}{3}$ (V)

13. 2. 7.

答：$\varepsilon_i=SNB\omega\sin\omega\,t$

13. 2. 8.

答：0

13. 2. 9.

答：$L=6.8\times10^{-4}\ H$

13. 2. 10.

答：$\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}=\frac{IR}{\mu_0 nS}$

13. 2. 11.

答：$\varepsilon_{\mathrm{AB}}=\frac{\pi R^2}{8}\left|\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}\right|$，$\mathrm{A}\rightarrow\mathrm{B}$

13. 2. 12.

答：静电场电场线；净电荷；静电场，电场。

13. 2. 13.

答：磁场，电场；静电场，感生电场。

13. 2. 14.

答：无源场，无头无尾的闭合曲线；磁单极。

13. 2. 15.

答：磁场；电场；磁场；电场时间变化率。

三、计算题

13. 3. 1.

$$\varepsilon=\varepsilon_{cd}=vBL\,cos\,\alpha=0.0866(V)$$

13. 3. 2.

$$\varepsilon_{ab}=\int_{ab}d\varepsilon_{ab}=\int_{d}^{d+l}-v\frac{\mu_0 I}{2\pi x}dx=-\frac{\mu_0 Iv}{2\pi}ln\frac{(l+d)}{d}=-9.8\times10^{-6}V$$

a 端电势高。

13. 3. 3.

$\varepsilon_{AB}=-\frac{\mu_0 vI}{2\pi}ln\frac{a+2R}{a}<0$

13. 3. 4.

$\varepsilon_{OM}=\frac{\mu_0\omega I}{2\pi\cos\theta}\left(L-\frac{a}{\cos\theta}ln\frac{a+L\cos\theta}{a}\right)$

电动势的方向，$O\to M$

13.3.5.

以顺时针方向为线框中电动势的正方向，电动势为

$$E=N\frac{\mu_0 Iv}{2\pi}L(\frac{1}{d}-\frac{1}{d+a})=2.4\times10^{-5}(V)$$

13.3.6.

$\varepsilon=\pi\omega R^2NB\sin\omega t=0.6\sin 60\pi t$

13.3.7.

$$\varepsilon=-\frac{\mathrm{d}\Phi_{\mathrm{m}}}{\mathrm{d}t}=-\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{5\mu_0 a\cos(10t)}{\pi}\ln\frac{d+b/2}{d-b/2}\right)=\frac{50\mu_0 a\sin(10t)}{\pi}\ln\frac{d+b/2}{d-b/2}$$

13.3.8.

$\varepsilon_i\big|_{t=3\mathrm{s}}=-2.51\times10^{-2}\,\mathrm{V}$

感生电动势的方向为顺时针方向

13.3.9.

（1）回路 0ab0 上的感生电动势等于直线段 ab 上的感生电动势

$$\varepsilon_{\mathrm{ab}}=\varepsilon_{\mathrm{OabO}}=-\frac{\mathrm{d}\Phi_{\mathrm{m}}}{\mathrm{d}t}=-S_{\mathrm{OabO}}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}=-\frac{l^2}{4}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}<0$$

方向 b→a

（2）回路 0bc0 上的感生电动势等于直线段 bc 上的感生电动势

$$\varepsilon_{\mathrm{bc}}=\varepsilon_{\mathrm{ObcO}}=-\frac{\mathrm{d}\Phi_{\mathrm{m}}}{\mathrm{d}t}=-S_{\mathrm{ObcO}}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}=-\frac{l^2}{2}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}<0$$

方向 c→b

（3）abcda 回路的电动势

$$\varepsilon_{\mathrm{abcda}}=-\frac{\mathrm{d}\Phi_{\mathrm{m}}}{\mathrm{d}t}=-S_{\mathrm{abcda}}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}=-l^2\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}<0$$

方向逆时针

13.3.10.

感应电动势 $\varepsilon_i=-\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}=-S'\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}=-22.7\mathrm{V}$

其方向由 d 到 c。

13.3.11.

解：（1）

对于螺线管内，$r<R$，则

$$2\pi rE_i=-S_0\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}=-\pi r^2\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t},\quad E_i=-\frac{r}{2}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}$$

对于螺线管外，$r>R$，则

$$2\pi rE_i=-S_0\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}=-\pi R^2\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t},\quad E_i=-\frac{R^2}{2r}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}$$

方向逆时针

（2）距螺线管中心轴 $r=5.0\mathrm{cm}$ 处感生电场的大小和方向

$E_i = -\frac{R^2}{2r}\frac{dB}{dt} = -\frac{0.02^2}{2\times 0.05}\times 0.010 = 0.00004\ \mathrm{V/m}$

方向逆时针

13. 3. 12.

（1）则电场随时间的变化率：$\dfrac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t} = \dfrac{I}{\varepsilon_0 S} = 1.8\times 10^{15}\ \mathrm{V/m\cdot S}$

（2）位移电流密度：$J_D = \dfrac{\mathrm{d}D}{\mathrm{d}t} = \dfrac{I}{S} = 1.6\times 10^4\ \mathrm{A/m^2}$

（3）极板间的位移电流：$I_D = J_D S = I = 5\mathrm{A}$ ，

（4）$B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi R} = 1.0\times 10^{-4}\mathrm{T}$

13. 3. 13.

$$H = \frac{r}{2}J_D = 3.6\times 10^5 \pi\varepsilon_0 \cos(10^5\pi t) = 10^{-5}\ \mathrm{A/m}$$

13. 3. 14.

$$\varepsilon_i = -1.5Lv\left(1-\frac{t}{10}\right)e^{-\frac{t}{10}} = -0.15\left(1-\frac{t}{10}\right)e^{-\frac{t}{10}}$$

13. 3. 15.

（1）在$t = 3.00\ \mathrm{s}$时，穿过轨道和导体组成的三角形面积的磁通量

$$\Phi_m = \frac{1}{2}v^2t^3 = \frac{1}{2}\times 5.2^2\times 3^3 = 365\ \mathrm{Wb}$$

（2）在$t = 3.00\ \mathrm{s}$时，三角形回路的电动势

$\varepsilon = \dfrac{3}{2}v^2t^2 = \dfrac{3}{2}\times 5.2^2\times 3^2 = 365\ \mathrm{V}$，方向：顺时针