

## 五、电磁振荡及电磁波

### 一、填空题

1. 一极板面积  $S = 0.01 \text{ m}^2$  和极板间距  $d = 3.14 \times 10^{-3} \text{ m}$  的平板电容器与自感系数  $L = 1 \times 10^{-6} \text{ H}$  的线圈组成振荡回路，则产生的电磁波在真空中传播的波长为

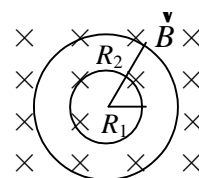
\_\_\_\_\_。（真空介电常数  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ ）

2. 在  $LC$  振荡回路中，设开始时电容为  $C$  的电容器上的电荷为  $Q$ ，自感系数为  $L$  的线圈中的电流为 0。当第一次达到线圈中的磁能等于电容器中的电能时，所

需的时间是\_\_\_\_\_，这时电容器上的电荷

为\_\_\_\_\_。

3. 如图所示，有一充上电的圆柱形电容器长为  $l$ ，内外圆柱面半径分别为  $R_1$  和  $R_2$ ，电荷线密度为  $l$ ，置于均匀磁场  $\vec{B}$  中，并使极板轴线平行于  $\vec{B}$  方向。则电容器极板间距轴



线为  $r$  处的能流密度大小为\_\_\_\_\_。

### 二、计算题

4. 一个半径为  $R$  的长直螺线管，每单位长度有线圈  $n$  匝，通有电流  $i = i_0 \sin \omega t$ ，试求：

- (1) 在螺线管内距轴线为  $r$  处一点的感应电场强度大小；
- (2) 该点的坡印廷矢量的大小。

5. 有一内径为  $a$ 、外径为  $b$  的空气柱形电容器，电容器的长度较  $(b - a)$  大得多。在电容器一端两极之间加上直流电压  $U$ ，另一端两极之间接上负载电阻  $R$ 。忽略电容器极板的电阻，求电容器中能流密度矢量的分布。

### 参考答案

#### 一、填空题

1.  $10 \text{ m}$

2.  $(\pi/4)\sqrt{LC}$   
 $(\sqrt{2}/2)Q$

3.  $\frac{lB}{m_0 \epsilon_0 2\pi r}$

#### 二、计算题

4. 解：(1) 螺线管内的磁感强度  $B = \mu_0 n i$

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

$$2\pi r E = \pi r^2 \left| \frac{\partial B}{\partial t} \right| = \pi r^2 \mu_0 n \left| \frac{di}{dt} \right| = \pi r^2 \mu_0 n i_0 \omega |\cos \omega t|$$

$$E = \frac{1}{2} \mu_0 n i_0 \omega r |\cos \omega t|$$

$$(2) \quad \vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} \quad \text{因 } \vec{E} \perp \vec{H}$$

$$S = EH = \frac{1}{2} \mu_0 n^2 i_0^2 \omega r |\sin \omega t \cos \omega t| = \mu_0 n^2 i_0^2 \omega r |\sin 2\omega t| / 4$$

5. 解：设电容器内外柱沿轴向单位长度上分别带有  $+l$  和  $-l$  的电荷，则内外柱面间的电势差

$U$  为

$$U = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_a^b \frac{I}{2\pi\epsilon_0 r} dr = \frac{I}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$$

$$\therefore I = \frac{2\pi\epsilon_0 U}{\ln(b/a)}$$

$$E = \frac{I}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{U}{r \ln(b/a)}$$

由  $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = I$  可得柱面间的磁场强度分布为  $H = \frac{U}{2\pi r R}$ ,  $\vec{H}$  的方向沿半径为  $r$  的圆的切线方向.  $\therefore$

$$S = EH = \frac{U^2}{2\pi r^2 R \ln(b/a)}$$

$\vec{S}$  的方向平行于柱形电容器的轴线, 向上.