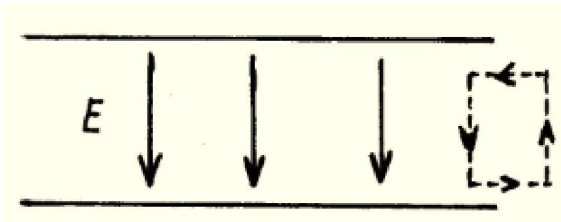
7-21
由楞次定律知，接通一瞬间，铝环内的磁通量增加。为反抗这种变化，铝环跳起，磁通量减

第八章

8-1
在电容器边缘处做一个如图所示的回路。



题解 8-1 图

考虑沿该回路的积分，若不存在边缘效应，则

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} > 0$$

与环路定理相违背
因此一定存在边缘效应

8-2
在磁场边缘处做一个类似上一题的矩形回路，有

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$$

而回路中无传导电流通过，因此上式应为零。矛盾。
因此该磁场必存在边缘效应

8-3
若只受静电作用的电荷处于静止稳定平衡状态，则说明静电场中存在一点电势最低，即

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} > 0, \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} > 0, \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} > 0$$

因此$\nabla^2 \varphi > 0$。这在静电场中是不可能的。命题得证。

8-4
两点电荷的受力情况可以用像电荷模拟，如图。可得初始时的静电能

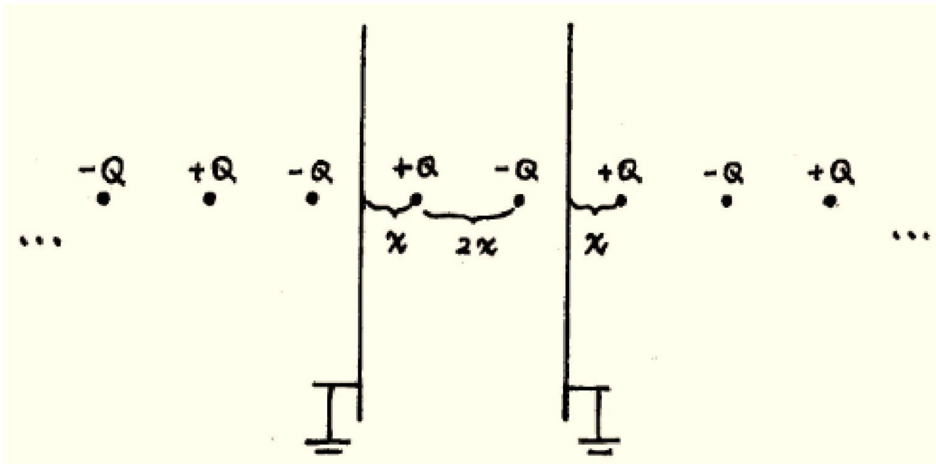
$$W_e = 2(-\frac{kQ^2}{2x} + \frac{kQ^2}{4x} - \frac{kQ^2}{6x} + \cdots\cdots)$$
$$= -\frac{kQ^2}{x}\ln 2$$

末态静电能

$$W_e' = 0$$

需要做功

$$W = W_e - W_e' = \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 x}\ln 2$$



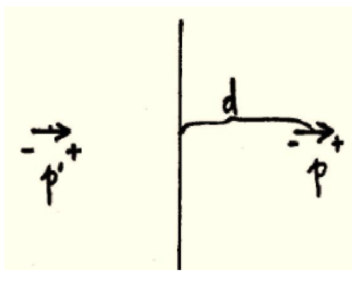
题解 8-4 图

8-5

像极子与原极子相同，只考虑低阶近似，该电偶极子受到导体的作用力为

$$F = -\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}(-\frac{1}{4(d-\frac{l}{2})^2} - \frac{1}{4(d+\frac{l}{2})^2} + \frac{1}{4d^2} + \frac{1}{4d^2})$$
$$= -\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{3l^2}{8d^2}$$
$$= -\frac{3p^2}{32\pi\varepsilon_0 d^2}$$

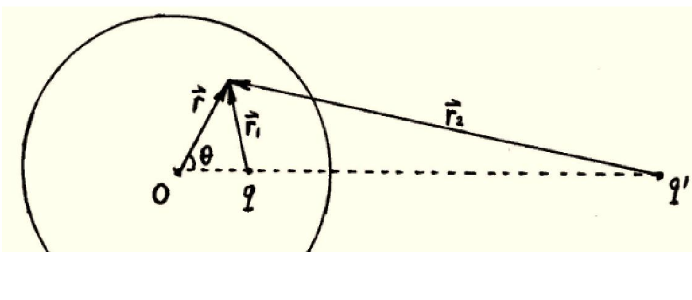
负号表示所受到的力为吸引力



题解 8-5 图

8-6

（1） 像电荷距离球心$l = \frac{R^2}{d}$，电荷大小$q' = -\frac{R}{d}q$，如图。



题解 8-6 图

球内的电势是…的叠加，即

$$U_1=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{(r^2+d^2-2rd\cos\theta)^{1/2}}-\frac{1}{(r^2d^2+R^4-2rdR^2\cos\theta)^{1/2}}\right)$$

因此，可求得球内电场强度

$$\vec{E}=-\nabla U_1$$

$$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{-d\cos\theta+r}{(r^2+d^2-2rd\cos\theta)^{3/2}}+\frac{R(dR^2\cos\theta-rd^2)}{(r^2d^2+R^4-2rdR^2\cos\theta)^{3/2}}\right)\vec{e_r}$$

$$+\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{rd\sin\theta}{(r^2+d^2-2rd\cos\theta)^{3/2}}-\frac{drR^3\sin\theta}{(r^2d^2+R^4-2rdR^2\cos\theta)^{3/2}}\right)\vec{e_\theta}$$

（2） 若球壳不接地，且带有电量 Q，则除了电荷和像电荷的影响，还需考虑球面上带有均匀的电量$Q'=Q-q'$

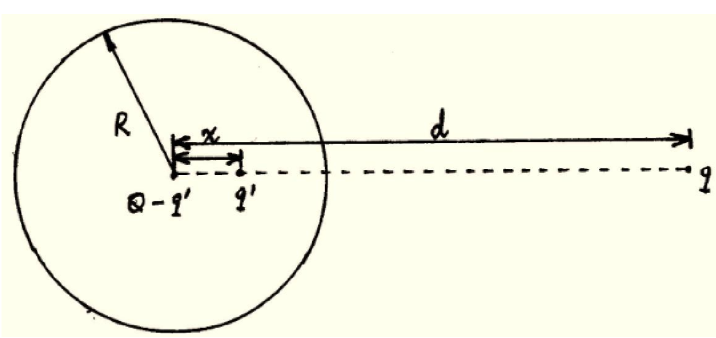
因此

$$\vec{E_2}=\vec{E_1}$$

$$U_2=U_1+\frac{Q+Rq/d}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

8-7

由电像法，球内的像电荷$q'=-\frac{R}{d}q$，$x=\frac{R^2}{d}$，如图。



题解 8-7 图

作用力为

$$F=\frac{qq'}{4\pi\varepsilon_0(d-x)^2}+\frac{q(Q-q')}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$$

$$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{Q+\frac{R}{d}q}{d^2}-\frac{Rdq}{(d^2-R^2)^2}\right)$$

F 是吸引力要求$F<0$，因此

$$\frac{Q+\frac{R}{d}q}{d^2}<\frac{Rdq}{(d^2-R^2)^2}$$

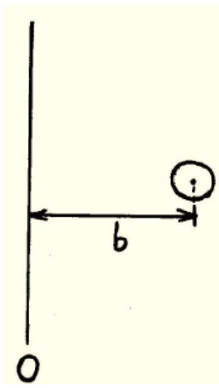
8-8

无限长直导线关于金属般的像电荷位于对称的位置，带电量等值反号。则在 x 轴上$0<x<b$范围内

$$U=\frac{\lambda_e}{2\pi\varepsilon_0}(\ln\frac{1}{b-x}-\ln\frac{1}{b+x})+C$$

取$x=0, U=0$，则

$$U=\frac{\lambda_e}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{b+x}{b-x}$$



题解 8-8 图

金属板与导线间的电势差

$$\Delta U=U|_{x=b-a}-U|_{x=0}=\frac{\lambda_e}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{2b-a}{a}\approx\frac{\lambda_e}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{2b}{a}$$

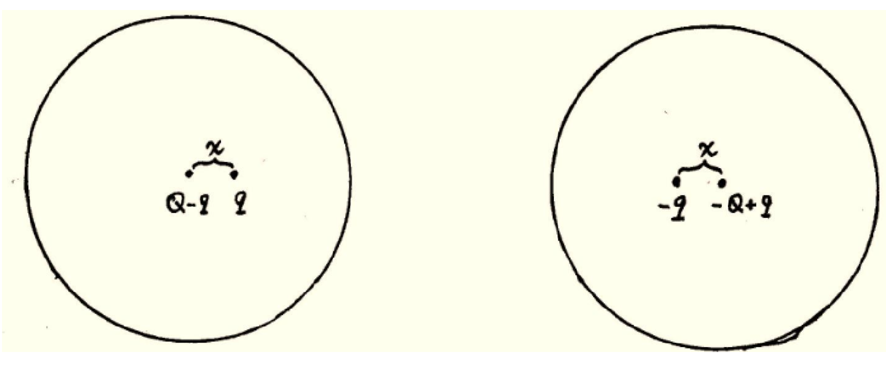
近似依据$b\gg a$

因此，电容为

$$C=\frac{Q}{\Delta U}=\frac{\lambda_e}{\frac{\lambda_e}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{2b}{a}}=\frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\frac{2b}{a}}$$

8-9

设导体均匀带电 Q，-Q。一阶近似下，考虑以下的四个电荷的作用，如图。



题解 8-9 图

其中，像电荷 q 满足

$$q=-\frac{R}{d}Q=-\frac{Q}{5},\ x=\frac{R^2}{d}=\frac{R}{5}$$

两球的电势差

$$U=(\frac{Q-q}{R}+\frac{q}{R-x}-\frac{Q-q}{d-R}-\frac{q}{d-R-x})\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times 2$$
$$=\frac{267}{380}\frac{Q}{\pi\varepsilon_0 R}$$

两球心连线上与球面相交处场强为

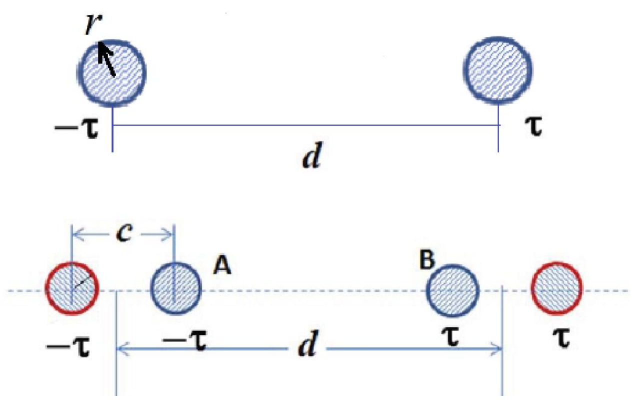
$$E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}[\frac{\frac{6}{5}Q}{R^2}-\frac{\frac{Q}{5}}{(\frac{4}{5}R)^2}+\frac{\frac{6}{5}Q}{(d-R)^2}-\frac{\frac{Q}{5}}{(d-R-x)^2}]$$
$$=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}(\frac{6}{5}-\frac{5}{16}+\frac{3}{40}-\frac{5}{19^2})$$

当该场强达到击穿临界值时，两球间电压为

$$U=\frac{267RE_m}{95}\times(\frac{6}{5}-\frac{5}{16}+\frac{3}{40}-\frac{5}{19^2})^{-1}$$
$$=1.8\times10^5 V$$

8-10

为保证无分裂导线与二分裂导线的有效面积相等，设截面分别为r与r_0，如图。



题解 8-10 图

则有

$$\pi r^2 = 2\pi r_0^2$$

即 $r = \sqrt{2} r_0$

无分裂导线表面处电势差和电场强度分别为

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{d-r}\right)$$

$$U = \frac{\lambda}{\pi\varepsilon_0}\ln\frac{d-r}{r}$$

而者的关系可以表述为

$$U = \frac{2E\ln\frac{d-r}{r}}{\frac{1}{r} + \frac{1}{d-r}} = 2Ek_1$$

两分裂导线之间的电势差与表面电场强度分别为

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_0} + \frac{1}{c+r_0} + \frac{1}{d-c-r_0} + \frac{1}{d-r_0}\right)$$

$$U = \frac{\lambda}{\pi\varepsilon_0}\left(\ln\frac{d-c-r_0}{r_0} + \ln\frac{d-r_0}{c+r_0}\right)$$

于是有

$$U = \frac{2E\left(\ln\frac{d-c-r_0}{r_0} + \ln\frac{d-r_0}{c+r_0}\right)}{\frac{1}{r_0} + \frac{1}{c+r_0} + \frac{1}{d-c-r_0} + \frac{1}{d-r_0}} = 2Ek_2$$

由 $d \gg c \gg r \approx r_0$ 知

$$\begin{aligned}
\frac{k_2}{k_1} &= \frac{\ln\frac{(d-c-r_0)(d-r_0)}{r_0(c+r_0)}}{2\ln\frac{d-r}{r}} \cdot \frac{\frac{1}{r} + \frac{1}{d-r}}{\frac{1}{r_0} + \frac{1}{c+r_0} + \frac{1}{d-c-r_0} + \frac{1}{d-r_0}} \\
&< \frac{\ln\frac{(d-c-r_0)(d-r_0)}{r_0(c+r_0)}}{2\ln\frac{d-r}{r}} \cdot \frac{\frac{1}{r_0} + \frac{1}{d-r_0}}{\frac{1}{r_0} + \frac{1}{c+r_0} + \frac{1}{d-c-r_0} + \frac{1}{d-r_0}} \\
&< 1
\end{aligned}$$

因此有 $E_2 > E_1$，即分裂导线电场强度更大，这与结论是相反的。

究其原因，由于高压输电线的电流多集中在表面，因此导线电场并不能用均匀直导线的电场公式计算。事实上，工程上多用经验公式（如皮克公式），这超出了此题范围。有文献

报道，题解中运用的方法可以证明分裂数越高，场强越小。此外，题目中默认点 A,B 处电场强度最大，并没有给出证明。若想进一步探究此题，可参阅《高电压技术》有关书籍和相关文献。

8-11

设每一根导线带电量为 Q，则其产生的计划电荷量为$-\dfrac{\varepsilon-\varepsilon_0}{\varepsilon+\varepsilon_0}Q$。于是净电荷量为$\dfrac{2\varepsilon_0}{\varepsilon+\varepsilon_0}Q$，

相应的电场为之前的$\dfrac{2\varepsilon_0}{\varepsilon+\varepsilon_0}$倍，电压也为$\dfrac{2\varepsilon_0}{\varepsilon+\varepsilon_0}$倍，因此电容为$\dfrac{\varepsilon+\varepsilon_0}{2\varepsilon_0}C$。

8-12

（1）

传导电流为

$$I=I_0\sin\omega t$$

位移电流为

$$I_d=\frac{\partial D}{\partial t}S=\varepsilon\frac{\partial E}{\partial t}S=\frac{\varepsilon}{\sigma}\frac{\partial I}{\partial t}=\frac{\varepsilon\omega I_0}{\sigma}\cos\omega t$$

二者大小之比为

$$\frac{I}{I_d}=\frac{\sigma}{\omega\varepsilon}$$

（2）

取铜的相对介电常数值为 8，且在题中所给的两个频率下一致。则

$$\omega=50Hz\text{时},\ \frac{I_0}{I_d}=\frac{5.9\times10^7}{50\times8\times8.85\times10^{-12}}=1.67\times10^{16}$$

$$\omega=3.0\times10^{11}Hz\text{时},\ \frac{I_0}{I_d}=\frac{5.9\times10^7}{3.0\times10^{11}\times8\times8.85\times10^{-12}}=2.78\times10^{6}$$

事实上，金属的介电常数并不是一个定值，而是一个随频率变化的复数，并且在高频和低频下显示出不同的性质。进一步讨论请参考相关文献。

8-13

螺线管内部磁场

$$B=\mu_0 nI=\mu_0 nI_0\sin\omega t$$

产生的感应电场为

$$E=\frac{\pi r^2\cdot\omega\mu_0 nI_0\cos\omega t}{2\pi r}$$

因此，位移电流为

$$j=\frac{\partial D}{\partial t}=-\frac{\mu_0\varepsilon_0 nI\omega^2 r\sin\omega t}{2}$$

螺线管外部电场满足

$$E\cdot 2\pi r=\pi a^2\cdot B$$

故相应的位移电流为

$$j=\frac{\partial D}{\partial t}=\frac{\mu_0\varepsilon_0 a^2 n\omega I_0\cos\omega t}{2r}$$

8-14

（1）

电能和磁能密度分别为

$$w_e=\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$$

$$w_m=\frac{B^2}{2\mu_0}$$

不妨设空间区域内场强处处相等，令 $w_e=w_m$ 可得

$$\frac{E}{B}=c$$

因此，小球受电场，磁场力的比值为

$$\frac{F_e}{F_m}=\frac{qE}{qvB}=\frac{c}{v}\gg 1$$

故施加电场受力大

（2）

金属球表面电场极大值为 $E_0=10kV/cm$

外场为电场时，金属球表面电荷密度分布为

$$\sigma=\sigma_0+\sigma_1\cos\theta$$

$$\sigma_1=3E\varepsilon_0$$

在 $\theta=0$ 处，金属球表面电场取极大值 E_0，因此

$$E_0=\frac{\sigma_0+\sigma_1}{\varepsilon_0}$$

由此求得金属球带的总电荷量为

$$Q=4\pi r^2\sigma_0=4\pi\varepsilon_0 r^2(E_0-3E),\ E<\frac{1}{3}E_0$$

走完全程的时间为$\Delta t=\dfrac{l}{v_0}$

横向加速度为$\dfrac{QE}{m}$，得

$$v_\perp=\frac{QE}{m}\Delta t=\frac{4\pi\varepsilon_0 r^2(E_0-3E)El}{mv_0},\ E<\frac{1}{3}E_0$$

对应磁场的情形，只需将上式中的 E 改成v_0B，得

$$v_\perp=\frac{4\pi\varepsilon_0 r^2(E_0-3E)\mathrm{B}l}{m},\ B<\frac{E_0}{3v_0}$$

8-15

可以。设该电场为$\overrightarrow{E}=kx\overrightarrow{e_x}$，则根据麦克斯韦方程组，有

$$\nabla\cdot\overrightarrow{E}=k=\frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

$$\nabla\times\overrightarrow{E}=0=-\frac{\partial\overrightarrow{B}}{\partial t}$$

因此，构造出这样的电场需满足空间中磁场不随时间变化且电荷密度为$k\varepsilon_0$。考虑两带电量等值异号的平行平板，期间均匀的带有密度为$k\varepsilon_0$的电荷，则两平板间电场满足平行和强度线性增加的条件。

8-16

（1） 电荷共轭变换

由$e\to-e$可知$\rho\to-\rho,\ j\to-j$，对时间，空间的微分符号不变。于是，麦克斯韦方程组变成：

$$\nabla\cdot\overrightarrow{E'}=-\frac{\rho}{\varepsilon_0},\qquad \nabla\cdot\overrightarrow{B'}=0$$

$$\nabla\times\overrightarrow{E'}=-\frac{\partial\overrightarrow{B'}}{\partial t},\ \ \nabla\times\overrightarrow{B'}=-\mu_0 j+\frac{1}{c^2}\frac{\partial\overrightarrow{E'}}{\partial t}$$

与麦克斯韦方程组比较可知

$$\overrightarrow{E'}\to-\overrightarrow{E}$$

$$\overrightarrow{B'}\to-\overrightarrow{B}$$

（2） 空间反演变换满足

$$\vec{r}\to-\vec{r},\ \nabla\to-\nabla$$

与电荷有关量则没有变化。仿照（1）写出变换后的麦克斯韦方程组，则有

$$\vec{E'} \to \vec{E}$$

$$\vec{B'} \to \vec{B}$$

（3） 时间反演变换下，注意到 $\vec{j}$ 改变方向，则有

$$\vec{E'} \to \vec{E}$$

$$\vec{B'} \to -\vec{B}$$

8-17

（1） 开关 K 断开时刻记为 0 时刻，则有

$$R_1 \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$$

解得

$$q = q_0 e^{-\frac{t}{R_1 C}}$$

又

$$q_0 = CU_1 = CU_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

则两极板间电压及电场强度

$$U = U_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2} e^{-\frac{t}{R_1 C}}$$

$$E = U_0 \frac{R_1}{(R_1 + R_2)d} e^{-\frac{t}{R_1 C}}$$

位移电流

$$I_d = \frac{\partial D}{\partial t} \cdot S = -\frac{\pi \varepsilon_0 U_0 b^2}{(R_1 + R_2)dC} e^{-\frac{t}{R_1 C}}$$

（2） 以电容器极板中心为圆心，在电容器内部做一个平行于极板的圆。由安培环路定理

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \iint \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

得

$$H \cdot 2\pi r = \frac{\partial D}{\partial t} \cdot \pi r^2$$

因此，两极板间磁感应强度为

$$B = \frac{1}{2} \mu_0 \varepsilon_0 r \frac{\partial E}{\partial t} = -\frac{\mu_0 \varepsilon_0 r U_0}{2(R_1 + R_2)dC} e^{-\frac{t}{R_1 C}}$$

（3） 考虑边界处，即 $r = b$ 出的玻印廷矢量

$$|\vec{S}|=|\vec{E}\times\vec{H}|$$
$$=U_0\frac{R_1}{(R_1+R_2)d}e^{-\frac{t}{R_1C}}\cdot\frac{\varepsilon_0 bU_0}{2(R_1+R_2)dC}e^{-\frac{t}{R_1C}}$$
$$=\frac{\varepsilon_0 bU_0{}^2R_1}{2(R_1+R_2)^2d^2C}e^{-\frac{2t}{R_1C}}$$

就是从电容器流出的能量密度

8-18

由

$$\nabla\times\vec{E}=-\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}=-E_0\cos\omega t\overrightarrow{e_z}$$

得

$$\vec{B}=-\frac{E_0}{\omega}\sin\omega t\overrightarrow{e_z}$$

因此

$$\nabla\times\vec{B}=0=\mu_0\vec{j}+\frac{1}{c^2}\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$$

求得电流密度

$$\vec{j}=\varepsilon_0E_0y\sin\omega t\overrightarrow{e_x}$$

而

$$\nabla\cdot\vec{E}=0,\ \rho=0$$

空间中处处无电荷却有电流分布，是不可能的。因此这个电场不存在。

8-19

（1） 由

$$-\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}=\nabla\times\vec{E}$$
$$=\frac{\partial E}{\partial z}\overrightarrow{e_y}$$
$$=-\omega E_0\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}\sin(\omega\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}z-\omega t)\overrightarrow{e_y}$$

得

$$\vec{B}=E_0\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}\cos(\omega\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}z-\omega t)\overrightarrow{e_y}$$
$$\vec{H}=E_0\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}\cos(\omega\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}z-\omega t)\overrightarrow{e_y}$$

（2） 能流密度

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$$

$$= {E_0}^2 \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} \cos^2(\omega\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}z - \omega t)\vec{e_z}$$

一周期内的平均值

$$\overline{S} = \int_0^{\frac{2\pi}{\omega}} S dt / \frac{2\pi}{\omega} = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} \cdot \frac{E_0^2}{2}$$

8-20

（1）

由于

$$\frac{\sigma}{\varepsilon\omega} = \frac{\sigma\lambda}{2\pi c\varepsilon}$$

$$= \frac{4.5 \times 600}{2\pi \times 3 \times 10^8 \times 80 \times 8.85 \times 10^{-12}}$$

$$= 2023$$

故有 $\frac{\sigma}{\varepsilon\omega} \gg 1$，即对于该波长平面电磁波来说，此导电介质是良导体。因此有趋肤深度

$$\delta = \frac{1}{\alpha} = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\sigma}} = \sqrt{\frac{2 \times 600}{2\pi \times 3 \times 10^8 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 4.5}} = 0.34m$$

（2）

介质中波长

$$\lambda = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_r\mu_r}}\lambda_0 = 67m$$

（3）

相速度

$$v_p = \frac{\omega}{k} = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_r\mu_r}}c = 3.35 \times 10^7 m/s$$

8-21

(1)

由安培环路定理，在电容器内（$r \le R$）以电容器中轴线上一点为圆心，r 为半径做圆，则由

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \iint_{SC} (\vec{j_0} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \mathrm{d}\vec{S}$$

有

$$2\pi r H = (\sigma \frac{U_m \cos\omega t}{d} - \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r U_m \omega \sin\omega t}{d}) \cdot \pi r^2$$

得到

$$\overrightarrow{H}=(\sigma\frac{U_m\cos\omega t}{2d}-\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r U_m\omega\sin\omega t}{2d})\cdot r\overrightarrow{e_\varphi}$$

因此，波印廷矢量

$$\begin{aligned}\overrightarrow{S}&=\overrightarrow{E}\times\overrightarrow{H}\\&=\frac{U_m\cos\omega t}{d}(\sigma\frac{U_m\cos\omega t}{2d}-\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r U_m\omega\sin\omega t}{2d})\cdot r\overrightarrow{e_z}\end{aligned}$$

其平均值为

$$\begin{aligned}\overline{S}&=\frac{\omega}{2\pi}\int_0^{\frac{\omega}{2\pi}}\frac{U_m\cos\omega t}{d}(\sigma\frac{U_m\cos\omega t}{2d}-\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r U_m\omega\sin\omega t}{2d})\cdot rdt\\&=\frac{U_m^2 r\sigma}{4d^2}\end{aligned}$$

（2）

进入电容器的平均功率

$$\begin{aligned}\overline{P}&=2\pi Rd\overline{S}\\&=\frac{\pi U_m^2R^2\sigma}{2d}\end{aligned}$$

（3）

电容器内损耗的瞬时功率

$$\begin{aligned}P_{损}&=\int\frac{d}{\sigma\Delta S}(j\Delta S)^2\\&=\frac{d\pi R^2}{\sigma}\sigma^2E^2\\&=\sigma\frac{\pi R^2}{d}(U_m\cos\omega t)^2\end{aligned}$$

其平均值为

$$\begin{aligned}\overline{P_{损}}&=\frac{\omega}{2\pi}\int_0^{\frac{\omega}{2\pi}}P_{损}dt\\&=\frac{\pi^2R^2\sigma}{2d}U_m^2\end{aligned}$$

8-22

磁场满足

$$B(r)\cdot 2\pi\,\mathrm{r}=\mu_0 I$$

即

$$B(r)=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

电场满足

$$E(r)\cdot 2\pi rl=\phi$$

故

$$U=\int_a^b E(r)dl=\frac{\phi}{2\pi l}\ln\frac{b}{a}$$

因此

$$E(r)=\frac{U}{r\ln\frac{b}{a}}$$

波印廷矢量

$$S(r)=E(r)\cdot\frac{B(r)}{\mu_0}=\frac{UI}{2\pi r^2\ln\frac{b}{a}}$$

则能量

$$W=\int_a^b S\cdot 2\pi rdr=UI$$

8-23

（1）

磁场的能量密度

$$w=\frac{B^2}{2\mu_0}=\frac{1}{8\pi\times 10^{-7}}J/m^2=3.98J/m^2$$

（2）

电场强度为

$$E=Bc=3\times 10^8 V/m$$

实验中能够实现的强电场约$10^6 V/m$，因此不容易达到如此高的电场

8-24

由于

$$F=\frac{G\mu_S m}{R^2}=P_{压}\cdot S$$

又能流密度

$$S=\frac{P}{4\pi R^2}$$

且

$$P_{压}=\frac{2S}{c}$$

因此

$$S=\frac{2\pi G\mu_S mc}{P}$$

（2）

由（1）知

$$L=\sqrt{\frac{2\pi G\mu_S mc}{P}}=2.58\times10^4 m$$

其中，太阳质量 $\mu_S=2.0\times10^{30}kg$

8-25

（1）

假设光线全部反射，则产生的压力为

$$F_z=\frac{2\overline{S}}{c}r^2\int_0^{2\pi}d\varphi\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^2\theta\sin\theta d\theta=\frac{4}{3}\pi r^2\frac{\overline{S}}{c}$$

Z 方向即光线方向。如果光线全部被吸收，则产生的压力为上述值的一半

因此，卫星所受太阳光的压力为

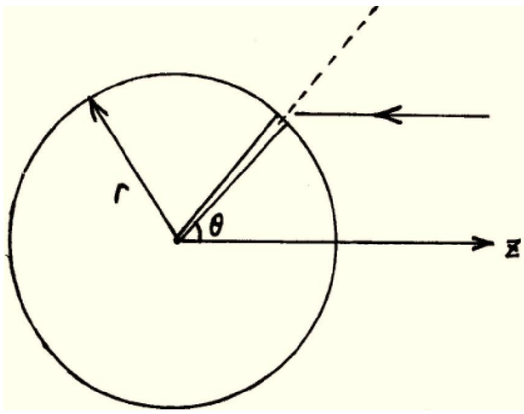
$$F=\frac{1}{2}\times(\frac{4}{3}\pi r^2\frac{\overline{S}}{c}+\frac{2}{3}\pi r^2\frac{\overline{S}}{c})$$
$$=\pi r^2\frac{\overline{S}}{c}$$
$$=1.4\times10^{-5}N$$

（2）

附加加速度

$$a=\frac{F}{m}=1.4\times10^{-7}m/s^2$$

方向沿 z 向



题解 8-25 图

8-26

中国平均年太阳辐射总量为$5852MJ/m^2$，人均年用电量为$1000kW\cdot h$。用太阳能电池发电，所需面积

$$S=\frac{4\times1000\times3.6\times10^6}{5852\times10^6\times10\%}m^2=24.6m^2$$

一个典型的房顶面积是足够的。

8-27

（1）

由于距离 r 处辐射平均强度为$\frac{\eta P}{4\pi r^2}$，故一米处光辐射的平均强度为

$$5\%\times\frac{100}{4\pi}=0.4W/m^2$$

（2）

10 米处的平均强度为

$$5\% \times \frac{100}{4\pi \times 100} = 4 \times 10^{-3} W / m^2$$

8-28

（1）

光施加的压强为

$$P_{压} = \frac{\overline{S}}{c} = \frac{4.3 \times 10^{-3}}{3 \times 10^8 \times \pi \times 1.2^2} Pa = 3 \times 10^{-12} Pa$$

（2）

施加在表面上的力

$$F = P_{压} S = \frac{4.3 \times 10^{-3}}{3 \times 10^8} N = 1.4 \times 10^{-11} N$$

8-29

真空平面电磁波有性质

$E = Bc$

因此

$$\frac{F_e}{F_m} = \frac{qE}{Bqv} = \frac{c}{v}$$

由于带电粒子的速度

$v < c$

所以$\frac{F_e}{F_m} > 1$，即电场作用力大于磁场作用力