

电磁场理论

（本试题的答案必须全部写在答题纸上，写在试题及草稿纸上无效）

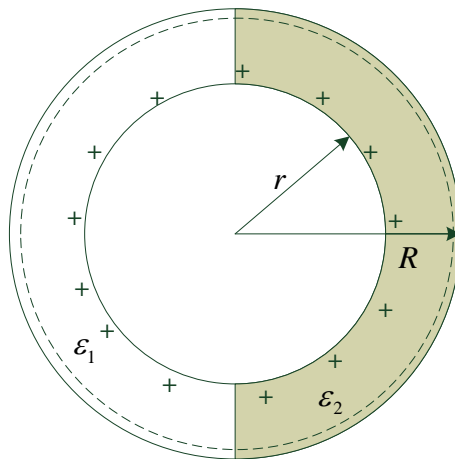
一、填空题（共 20 分）

1、（共 4 分）穿透深度（或趋肤深度） δ 等于电磁波场量的振幅衰减到表面值的_____所经过的距离。

2、（每空 4 分，共 16 分）频率为 1.5GHz 的波在 $\mu_r = 1.6$ 、 $\epsilon_r = 25$ 和 $\sigma = 2.5S/m$ 的媒质中传播，如果该区域的电场强度为 $\vec{E} = 2e^{-\alpha z} \cos(2\pi ft - \beta z)\vec{a}_x$ ，则衰减常数为_____，相位常数为_____，本征阻抗为_____，相速值为_____。

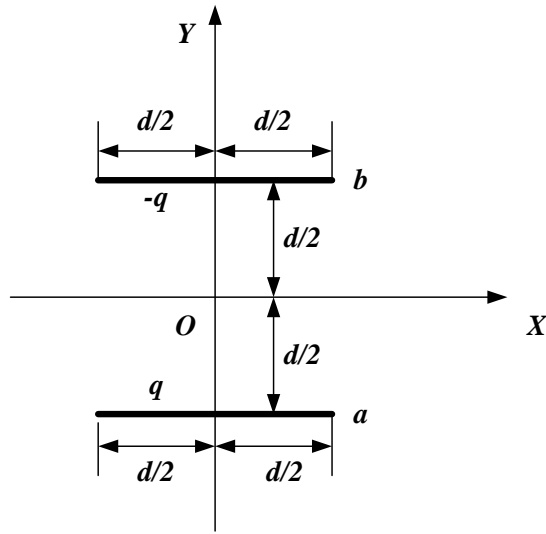
二、计算题（共 130 分）

1、（共 10 分）如图所示两同心球壳间充满两种不同的电介质，两同心球半径分别为 r 和 R ，介电常数分别为 ϵ_1 和 ϵ_2 ，求系统的电容。



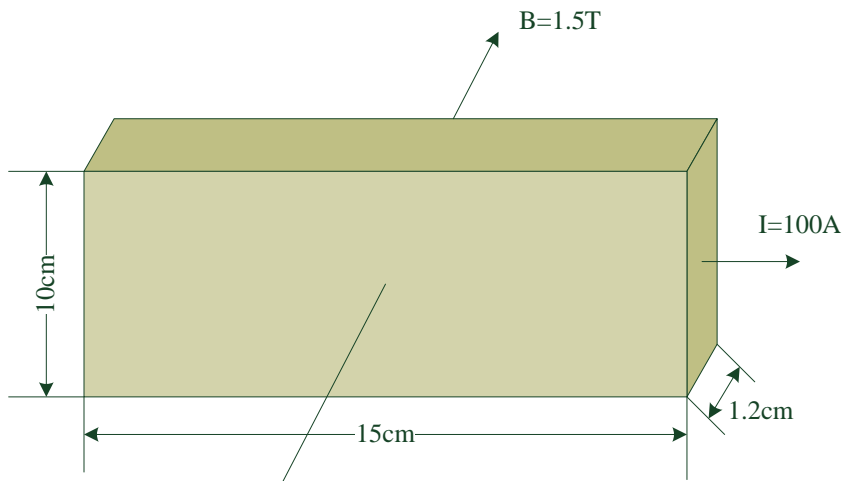
2、（共 10 分）如图所示，在无界真空中，XOY 平面上有两根长度为 d ，且均平行于 X 轴的均匀分布的线电荷 a 和 b ，线电荷直径远远小于 d ，线电荷 a 和 b 的中点均位于 Y 轴上，线电荷 a 和 b 与 X 轴的距离均为 $d/2$ ，线电荷 a 带电量为 q ，线电荷 b 带电量为 $-q$ ，求坐标

原点 O 处的电场。



3、(共 10 分) 如图所示, 一块宽度为 10cm、长度 15cm、厚度为 1.2cm 的薄铜片, 放置在均匀磁场环境中, 铜片与磁场垂直, 磁场强度为 1.5T。假设铜的电导率为 $5.8 \times 10^7 \text{ S/m}$, 自由电子体密度为 $8.5 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$ 。当通以 100A 的电流时, 求对应于铜片电流的电场强度数值是多少? 霍尔效应电场强度数值是多少?

(注: 载流的导电材料放在与一均匀磁场垂直的环境中, 电荷受到磁场作用力会偏向一边, 导致导体一边电荷过剩, 另一边缺少同性电荷, 从而在两边产生电位差, 称为霍尔效应电压。当电场力与磁场力相等时, 电荷将不再向另一边偏移。)



4、(共 20 分) 在本征阻抗分别为 η_1 和 η_3 的电介质 1 和电介质 3 之间, 插入一个厚度为 d 、本征阻抗为 η_2 的电介质层, 如果要使均匀平面波从介质 1 垂直入射到与介质 2 相连的分界面上时电磁波不发生反射, 求 d 和 η_2 需要满足的条件。

5、(共 20 分) 由半径为 r 、长度为 dl 、电导率为 σ 的金属导线制成孤立赫兹偶极子, 试求对应于频率 f 的辐射效率。

6、(共 20 分) 真空中一均匀平面波的电场表达式为

$$\vec{E}(x, y, z, t) = (\vec{e}_x 2 + \vec{e}_y E_{ym} + \vec{e}_z 3) 5 \cos(\omega t + x + y - z) \quad \text{V/m}$$

(1) 确定波的传播方向; (4 分)

(2) 求 E_{ym} ; (4 分)

(3) 求波长和频率; (8 分)

(4) 求与之伴随的磁场。(4 分)

7、(每小题 10 分, 共 20 分) 已知某个无源区域的电场为

$$\vec{E} = A \sin \alpha x \cos(\omega t - kz) \vec{a}_y \text{ V/m}。$$

(1) 证明场存在的必要条件, 其中场存在的必要条件为 $k^2 = \omega^2 \mu \epsilon - \alpha^2$;

(2) 求单位面积的时间平均功率流。

8、(共 20 分) 有两个异号点电荷 $2e$ 和 $-e$, 如图所示, 画出静电场电力线及等电位线示意图, 并简要说明绘制思路。

