

清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程 《电磁场与波》 期末 2016 年 6 月 15 日

(总分 100 分, 每题 25 分)

1.

一个三维柱型区域的静电场边界条件如右图,

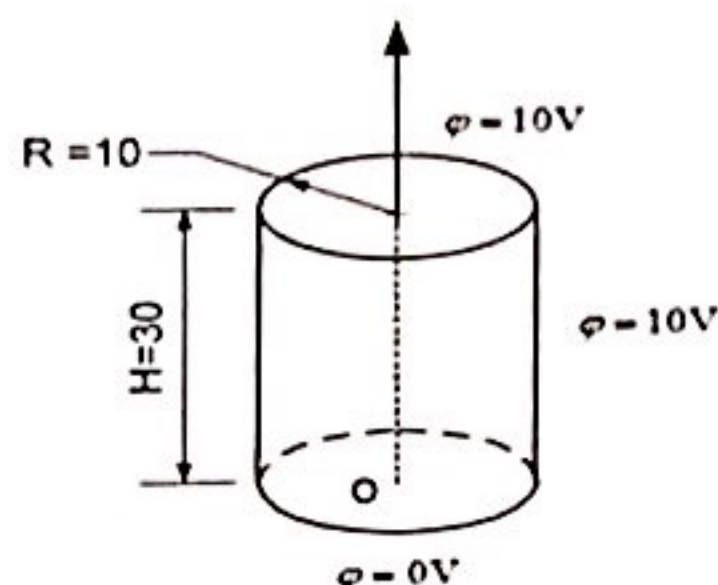
- 求区域内的电位分布 $\varphi(\rho, \phi, z)$ 的解析表达式, 通解的选取需要说明理由 (10 分)

- 在答题纸上用虚线画出过 Z 轴平面内等位线 (5 分)

- 在答题纸上用实线画出过 Z 轴平面内电力线 (5 分)

- 在 0 时刻, Z 坐标轴上 $Z=15$ 处有一个静止的带正电荷的球;

假设球和边界均为不形变的刚体, 不存在重力, 仅存在电磁力, 碰撞时不损失能量; 请文字描述该球在 0 时候以后的运动轨迹, 不需要公式。(5 分)



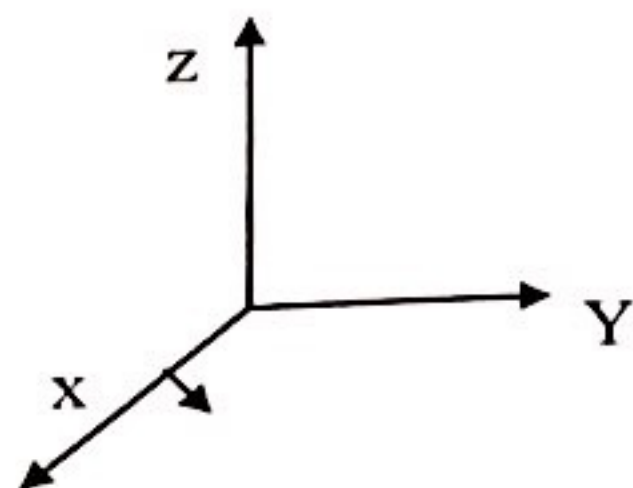
2.

无限大自由空间中

- 静电场: 有一组电荷分布在坐标系原点附近, 且所有电荷均分布在 x, y 或 z 轴上。现在需要在 x 轴上远离坐标原点的所有

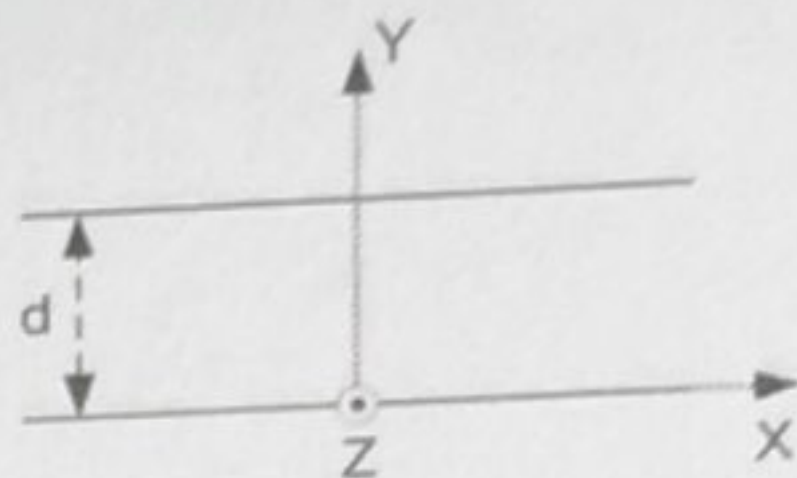
位置上均产生归一化电场矢量 $\frac{\vec{E}}{|\vec{E}|} = \frac{\sqrt{2}}{2} \hat{x} + \frac{\sqrt{2}}{2} \hat{y}$, 请给出这组电荷中各电荷的坐标、电荷正负、相对电荷量。(10 分)

- 时变电磁场: 假设辐射源集中在在坐标系原点附近, 是否可能在 x 轴上远离坐标原点的所有位置上产生瞬时归一化电场矢量 $\frac{\vec{E}}{|\vec{E}|} = \frac{\sqrt{2}}{2} \hat{x} + \frac{\sqrt{2}}{2} \hat{y}$? 如果可以, 请说明产生的方式。如果不可以, 请说明原因。(5 分)



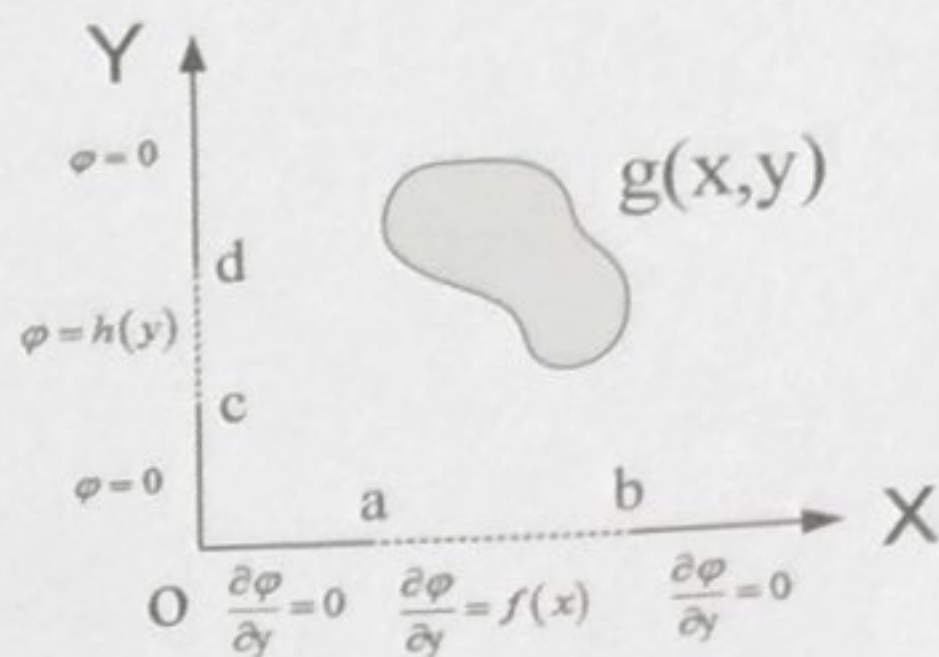
- 时变电磁场: 假设辐射源在坐标原点, 请写出 -Y 轴上远离坐标原点的归一化幅度为 1 的右旋圆极化波的电场的完整复数矢量表达式 (包括波动项、时谐项)。(5 分)
- 时变电磁场: 给出两种产生这个圆极化波的具体方法。(5 分)

3. 由两块位于 $y=0$ 和 $y=d$ 的无穷大理想金属板构成的平板波导。一个频率为 300MHz 电磁波在其中沿 +X 方向传播。全空间 $\epsilon_r = 1; \mu_r = 1$ 。



- 请问 $d=5\text{mm}$ 的时候，电磁波是否可以传播？如果可以，该电磁波是什么波？如果不可以，请给出原因。(5分)
- 如果希望用该平板波导传 300MHz TE 波，请问 d 的最小尺寸是多少？(5分)
- 请写出平板波导中 TE 波基模的所有电场、磁场分量的完整复数表达式（包括波动项、时谐项），实数系数及符号可以合并，虚数符号 j 的关系必须正确。(5分)
- 请画出 $[0, \lambda_x]$ 区域 TE 波基模的电场、磁场的三维场型，电场用实线、磁场用虚线(5分)
- 请画出 $[0, \lambda_x]$ 区域 TM 波基模的电场、磁场的三维场型，电场用实线、磁场用虚线(5分)

4. 右图所示二维静电场问题中，研究的区域为第一象限。X, Y 正半轴构成边界。边界上一共存在 4 类边界条件。图中的灰色区域为电荷分布 $g(x,y)$ 。



- 请给出本问题所对应的格林函数 $G(x, y, x', y')$ 在空间满足的偏微分方程(5分)
- 请问这是格林函数的第几类边值问题？请给出该格林函数 G 需要满足的边界条件。(5分)
- 请给利用格林函数计算本问题的积分表达式。 $\varphi(\vec{r}) = ?$ 。需要准确给出积分区域、积分起始点(5分)
- 请给出该格林函数的解析解 $G(\vec{r}, \vec{r}')$ 。(提示：二维问题，通解 \ln)(5分)
- 假定源点位于 (x', y') ，在答题纸上(不是试卷)画出该格林函数的电力线(实线)、等位线(虚线)。(5分)