

第二讲习题作业

《工程电磁场（第2版）》教材习题2

(注意：以下各题中凡是未标明电介质和导体的空间，按真空考虑)

2-4 在空间，下列矢量函数中哪些可能是静电场的电场强度，哪些不是？回答并说明理由。

1) $3\mathbf{e}_x + 4\mathbf{e}_y - \mathbf{e}_z$ 2) $x\mathbf{e}_x + 4y\mathbf{e}_y - z\mathbf{e}_z$ 3) $y\mathbf{e}_x + 4z\mathbf{e}_y - x\mathbf{e}_z$

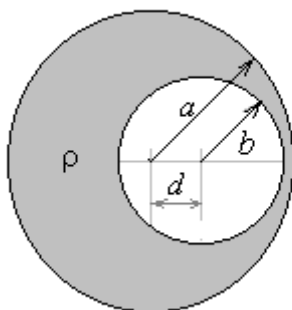
4) $r\mathbf{e}_r$ (球坐标系) 5) $r^2\mathbf{e}_\alpha$ (圆柱坐标系)

(2-4 参考答案 1) 可能是 2) 可能是 3) 不是 4) 可能是 5) 不是)

2-6 求厚度为 d ，体电荷密度为 ρ 的均匀带电无限大平板在空间三个区域（电荷区和两侧的无电荷区）产生的电场强度。

(2-6 参考答案 $\rho d / (2\epsilon_0)$; $\rho x / \epsilon_0$; $\rho d / (2\epsilon_0)$)

2-8 如题 2-8 图所示，一半径为 a 的均匀带电无限长圆柱体电荷，电荷体密度为 ρ ，在其中挖出半径为 b 的无穷长平行圆柱孔洞，两圆柱轴线距离为 d 。求孔洞内各处的电场强度。



题 2-8 图

(2-8 参考答案 $\rho d \mathbf{e}_x / (2\epsilon_0)$)

2-11 有一带电导体球，带电荷量为 q ，周围空间为空气。空气的介电常数为 ϵ_0 ，空气的击穿场强为 E_0 。问导体球的半径大到什么程度就不会出现空气击穿？

(2-11 参考答案 $\sqrt{q / (4\pi\epsilon_0 E_0)}$)

2-13 已知某种球对称分布的电荷产生的电位在球坐标系中的表示式为 $\varphi(r) = \frac{a}{r} e^{br}$ ， a 和 b 均为常数。求体电荷密度。

(2-13 参考答案 $-\epsilon_0 ab^2 e^{br} / r$)

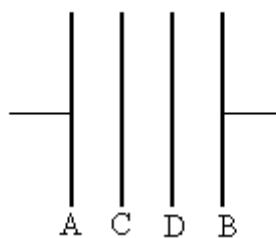
2-14 有一平行平板电容器，两极板距离 $AB = d$ ，之间平行地放置两块薄金属片 C 和 D，忽略薄金属片的厚度，有 $AC = CD = DB = \frac{d}{3}$ 。若将 AB 两极板充电到电压 U_0 后，拆去电源，问：

1) AC, CD, DB 之间的电压为多少？C 和 D 两金属片上电荷分布如何？AC, CD, DB 之间的电场强度为多少？

2) 在 1) 的基础上，若将 C 和 D 两金属片用导线联接后再断开，重新回答 1) 中的三个问题。

3) 若充电前先用导线联接 C 和 D 两金属片，充电完成后先断开电源，再断开 C 和 D 之间连线，重新回答 1) 中的三个问题。

4) 在 2) 的基础上，若将 A 和 B 用导线联接再断开，重新回答 1) 中的三个问题。



题 2-14 图

(2-14 参考答案

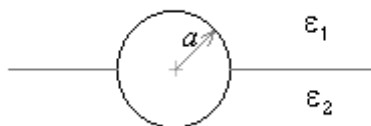
- 1) $U_{AC} = U_{CD} = U_{DB} = U_0 / 3$, $\sigma = \epsilon_0 U_0 / d$, $\sigma_{CL} = -\sigma$, $\sigma_{CR} = \sigma$, $\sigma_{DL} = -\sigma$, $\sigma_{DR} = \sigma$, $E_{AC} = E_{CD} = E_{DB} = U_0 / d$
- 2) $U_{AC} = U_{DB} = U_0 / 3$, $U_{CD} = 0$, $\sigma = \epsilon_0 U_0 / d$, $\sigma_{CL} = -\sigma$, $\sigma_{CR} = 0$, $\sigma_{DL} = 0$, $\sigma_{DR} = \sigma$, $E_{AC} = E_{DB} = U_0 / d$, $E_{CD} = 0$
- 3) $U_{AC} = U_{DB} = U_0 / 2$, $U_{CD} = 0$, $\sigma = 1.5 \epsilon_0 U_0 / d$, $\sigma_{CL} = -\sigma$, $\sigma_{CR} = 0$, $\sigma_{DL} = 0$, $\sigma_{DR} = \sigma$, $E_{AC} = E_{DB} = 1.5 U_0 / d$, $E_{CD} = 0$
- 4) $U_{AC} = U_{DB} = U_0 / 9$, $U_{CD} = -2U_0 / 9$, ($\sigma = \epsilon_0 U_0 / d$, $\sigma' = -\sigma / 3$), $\sigma_{CL} = -\sigma'$, $\sigma_{CR} = \sigma' + \sigma$, $\sigma_{DL} = -\sigma' - \sigma$, $\sigma_{DR} = \sigma'$, $E_{AC} = E_{DB} = 0.333 U_0 / d$, $E_{CD} = -0.667 U_0 / d$

(面电荷密度下标 **R** 代表面的右侧, **L** 代表面的左侧))

2-15 有一分区均匀电介质电场, 区域 1 ($z < 0$) 中的相对介电常数为 ϵ_{r1} , 区域 2 ($z > 0$) 中的相对介电常数为 ϵ_{r2} 。已知 $\mathbf{E}_1 = 20\mathbf{e}_x - 10\mathbf{e}_y + 50\mathbf{e}_z$, 求 \mathbf{D}_1 、 \mathbf{E}_2 和 \mathbf{D}_2

(2-15 参考答案 $20\epsilon_{r1}\epsilon_0\mathbf{e}_x - 10\epsilon_{r1}\epsilon_0\mathbf{e}_y + 50\epsilon_{r1}\epsilon_0\mathbf{e}_z$; $20\mathbf{e}_x - 10\mathbf{e}_y + 50(\epsilon_{r1}/\epsilon_{r2})\mathbf{e}_z$; $20\epsilon_{r2}\epsilon_0\mathbf{e}_x - 10\epsilon_{r2}\epsilon_0\mathbf{e}_y + 50\epsilon_{r1}\epsilon_0\mathbf{e}_z$)

2-16 一半径为 a 的金属球位于两种不同电介质的无穷大分界平面处, 导体球的电位为 φ_0 。求两种电介质中各点的电场强度和电位移矢量。



题 2-16 图

(2-16 参考答案 $E_1 = E_2 = a\varphi_0 / r^2$; $D_1 = \epsilon_1 a\varphi_0 / r^2$; $D_2 = \epsilon_2 a\varphi_0 / r^2$)

2-17 在直角坐标系中, 给定一电荷分布为

$$\rho = \begin{cases} \rho_0 \cos(\frac{\pi}{a}x) & (-a \leq x \leq a) \\ 0 & (|x| > a) \end{cases}$$

求空间各区域的电位分布。

(2-17 参考答案 $\mathbf{E} = [a\rho_0 / (\epsilon_0\pi)]\sin(\pi x/a)\mathbf{e}_x$; $(a^2\rho_0) / (\pi^2\epsilon_0)[\cos(\pi x/a) - 1]$, ($x=0$ 为参考点))

2-19 静电场边值问题中, 第一类齐次边界条件处电场强度的方向与边界成什么关系?

(2-19 参考答案 电场强度与边界法线方向一致。)

2-20 静电场边值问题中, 第二类齐次边界条件处电场强度的方向与边界成什么关系?

(2-20 参考答案 电场强度与边界切线方向一致。)