

## 普通物理 A (2) 练习册 B

### 《第 13 静电场中的导体和电解质》

#### 一 选择题

1. 当一个带电导体达到静电平衡时:

- (A) 表面上电荷密度较大处电势较高.  
 (B) 表面曲率较大处电势较高.  
 (C) 导体内部的电势比导体表面的电势高.  
 (D) 导体内任一点与其表面上任一点的电势差等于零.

[      ]

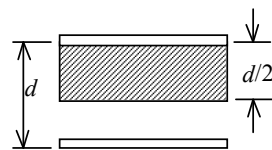
2. 一平行板电容器中充满相对介电常量为  $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质. 已知介质表面极化电荷面密度为  $\pm \sigma'$ , 则极化电荷在电容器中产生的电场强度的大小为:

- (A)  $\frac{\sigma'}{\epsilon_0}$ .      (B)  $\frac{\sigma'}{\epsilon_0 \epsilon_r}$ .      (C)  $\frac{\sigma'}{2\epsilon_0}$ .      (D)  $\frac{\sigma'}{\epsilon_r}$ .

[      ]

3. 一平行板电容器, 两板间距离为  $d$ , 若插入一面积与极板面积相同而厚度为  $d/2$  的、相对介电常量为  $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质板(如图所示), 则插入介质后的电容值与原来的电容值之比  $C/C_0$  为

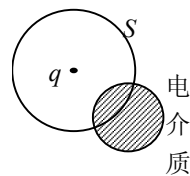
- (A)  $\frac{1}{\epsilon_r + 1}$ .      (B)  $\frac{\epsilon_r}{\epsilon_r + 1}$ .      (C)  $\frac{2\epsilon_r}{\epsilon_r + 1}$ .      (D)  $\frac{2}{\epsilon_r + 1}$ .



[      ]

4. 在一点电荷  $q$  产生的静电场中, 一块电介质如图放置, 以点电荷所在处为球心作一球形闭合面  $S$ , 则对此球形闭合面:

- (A) 高斯定理成立, 且可用它求出闭合面上各点的场强.  
 (B) 高斯定理成立, 但不能用它求出闭合面上各点的场强.  
 (C) 由于电介质不对称分布, 高斯定理不成立.  
 (D) 即使电介质对称分布, 高斯定理也不成立.



[      ]

5.  $C_1$  和  $C_2$  两个电容器, 其上分别标明 200 pF(电容量)、500 V(耐压值)和 300 pF、900 V. 把它们串连起来在两端加上 1000 V 电压, 则

- (A)  $C_1$  被击穿,  $C_2$  不被击穿.      (B)  $C_2$  被击穿,  $C_1$  不被击穿.  
 (C) 两者都被击穿.      (D) 两者都不被击穿.

[      ]

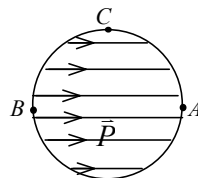
#### 二 填空题

1. 一任意形状的带电导体, 其电荷面密度分布为  $\sigma(x, y, z)$ , 则在导体表面外附近任意点处的电场强度的大小  $E(x, y, z) =$  \_\_\_\_\_, 其方向 \_\_\_\_\_.

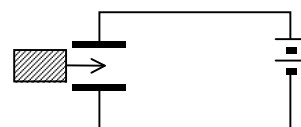
2. 一平行板电容器, 两板间充满各向同性均匀电介质, 已知相对介电常量为  $\epsilon_r$ . 若极板上的自由电荷面密度为  $\sigma$ , 则介质中电位移的大小  $D = \underline{\hspace{2cm}}$ , 电场强度的大小  $E = \underline{\hspace{2cm}}$ .

3. 一带电荷  $q$ 、半径为  $R$  的金属球壳, 壳内充满介电常量为  $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质, 壳外是真空, 则此球壳的电势  $U = \underline{\hspace{2cm}}$ .

4. 图示为一均匀极化的电介质球体, 已知电极化强度为  $\vec{P}$ , 则介质球表面上  $A$ 、 $B$ 、 $C$  各点的束缚电荷面密度分别为  $\sigma'_A = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $\sigma'_B = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $\sigma'_C = \underline{\hspace{2cm}}$ .



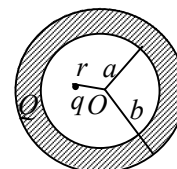
5. 电容为  $C_0$  的平板电容器, 接在电路中, 如图所示. 若将相对介电常量为  $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质插入电容器中(填满空间), 则此时电容器的电容为原来的  $\underline{\hspace{2cm}}$  倍, 电场能量是原来的  $\underline{\hspace{2cm}}$  倍.



### 三 计算题

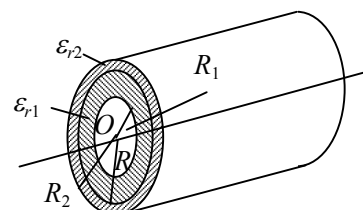
1. 如图所示, 一内半径为  $a$ 、外半径为  $b$  的金属球壳, 带有电荷  $Q$ , 在球壳空腔内距离球心  $r$  处有一点电荷  $q$ . 设无限远处为电势零点, 试求:

- (1) 球壳内外表面上的电荷.
- (2) 球心  $O$  点处, 由球壳内表面上电荷产生的电势.
- (3) 球心  $O$  点处的总电势.



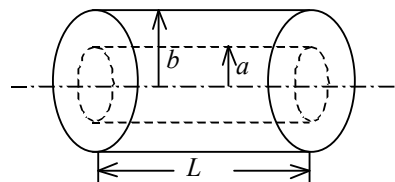
2. 如图所示, 一圆柱形电容器, 内筒半径为  $R_1$ , 外筒半径为  $R_2$  ( $R_2 < 2R_1$ ), 其间充有相对介电常量分别为  $\epsilon_{r1}$  和  $\epsilon_{r2} = \epsilon_{r1} / 2$  的两层各向同性均匀电介质, 其界面半径为  $R$ . 若两种介质的击穿电场强度  $E_M$  相同, 问:

- (1) 当电压升高时, 哪层介质先击穿?
- (2) 该电容器能承受多高的电压?

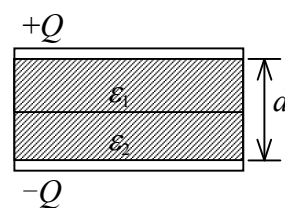


3. 如图所示，一电容器由两个同轴圆筒组成，内筒半径为  $a$ ，外筒半径为  $b$ ，筒长都是  $L$ ，中间充满相对介电常量为  $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质。内、外筒分别带有等量异号电荷  $+Q$  和  $-Q$ 。设  $(b-a) \ll a$ ， $L \gg b$ ，可以忽略边缘效应，求：

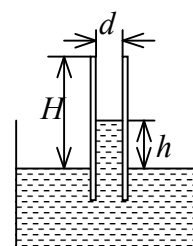
- (1) 圆柱形电容器的电容；
- (2) 电容器贮存的能量。



4. 如图所示，一平板电容器，极板面积为  $S$ ，两极板之间距离为  $d$ ，其间填有两层厚度相同的各向同性均匀电介质，其介电常量分别为  $\epsilon_1$  和  $\epsilon_2$ 。当电容器带电荷  $\pm Q$  时，在维持电荷不变下，将其中介电常量为  $\epsilon_1$  的介质板抽出，试求外力所作的功。



5. 如图所示，将两极板间距离为  $d$  的平行板电容器垂直地插入到密度为  $\rho$ 、相对介电常量为  $\epsilon_r$  的液体电介质中。如维持两极板之间的电势差  $U$  不变，试求液体上升的高度  $h$ 。

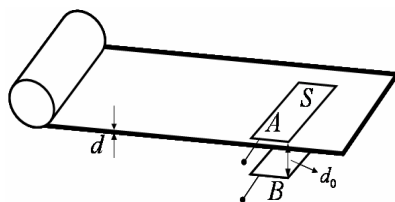


#### 四 研讨题

1. 无限大均匀带电平面（面电荷密度为  $\sigma$ ）两侧场强为  $E = \sigma / (2\epsilon_0)$ ，而在静电平衡状态下，导体表面（该处表面面电荷密度为  $\sigma$ ）附近场强为  $E = \sigma / \epsilon_0$ ，为什么前者比后者小一半？

2. 由极性分子组成的液态电介质，其相对介电常量在温度升高时是增大还是减小？

3. 为了实时检测纺织品、纸张等材料的厚度（待测材料可视作相对电容率为  $\epsilon_r$  的电介质），通常在生产流水线上设置如图所示的传感装置，其中  $A$ 、 $B$  为平板电容器的导体极板， $S$  为极板面积， $d_0$  为两极板间的距离。试说明检测原理，并推出直接测量电容  $C$  与间接测量厚度  $d$  之间的函数关系。如果要检测钢板等金属材料的厚度，结果又将如何？



4. [CCBP 练习题] 在匀强电场中放入导体球之后，说明导体球感应电荷的电场等效于电偶极子的电场，从而求出感应电荷的电场。显示电偶极子的电场线和等势线，显示总电场的电场线和等势线。