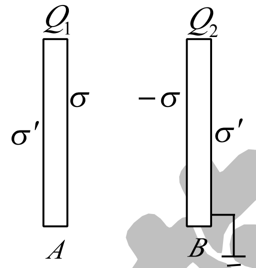
静电场中的导体（2）

1. 处于静电平衡的导体是等势体，导体表面是等势面，导体表面附近的电场线与导体表面相互垂直，导体体内的电场处处为零，所以**在该区域靠近导体的一侧电场为零**。　　　　　　**本题选（C）**

2. 金属平板静电平衡后，金属平板 A 和 B 相邻两表面电荷电量等量异号，设电荷面密度分别为 σ 和 $-\sigma$；金属平板 A 和 B 最外边两表面电荷电量相等，设电荷面密度为 σ'，如图所示。



（第 2 题图）

若金属板 B 接地，金属板 B 和无穷远处电势相等，$V_B = V_\infty = 0$，

则金属板 B 右侧电荷不能存在，即 $\sigma' = 0 \Rightarrow$ 金属板 A 左侧电荷也为零，

$\Rightarrow$ 金属板 A 带电量 Q_1 全部分布在 A 板右表面，即 $\sigma = \dfrac{Q_1}{S}$，

此时，**金属平板 *A* 和 *B* 之间的电场强度大小**：$E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0} = \dfrac{Q_1}{\varepsilon_0 S}$.　　**本题选（C）**

3. 设导体板 B 左右两个面上感应电荷面密度分别为 σ_1 和 σ_2，导体板 B 原来不带电，则 $\sigma_1 + \sigma_2 = 0$；

空间等效为三个无限大均匀带电平面：σ、σ_1 和 σ_2，它们在导体板 B 内部任一点 P 产生的场强大小为：

$E_{\mathrm{P}} = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \dfrac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} - \dfrac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = 0$，设水平向右为正方向，导体中场强处处为零。$\Rightarrow\ \sigma + \sigma_1 - \sigma_2 = 0$；

联立 $\begin{cases} \sigma_1 + \sigma_2 = 0 \\ \sigma + \sigma_1 - \sigma_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sigma_1 = -\dfrac{\sigma}{2} \\ \sigma_2 = \dfrac{\sigma}{2} \end{cases}$.　　**本题选（B）**

4. 由于点电荷不在球心处，**内表面感应电荷分布不均匀**，外表面电荷分布只与导体的形状有关，所以**外表面电荷分布均匀**。　　　　**本题选（B）**

5. a 点电荷面密度为 σ_1，**导体内电场强度为 $E_{内} = 0$，导体外表面附近电场强度大小为** $E_{表} = \dfrac{\sigma_1}{\varepsilon_0}$；由于导体表面电荷面密度与导体表面的曲率成正比，由 $\sigma_1 > \sigma_2$，所以**曲率较大的点是** a 点。

6. 导体球壳 R_1 上电量 q_1 均匀分布在导体球壳 R_1 的外表面上，则导体球壳 R_2 的内表面均匀分布感应电荷电量为 $-q_1$，导体球壳 R_2 的外表面上均匀分布电荷电量为 $q_1 + q_2$.

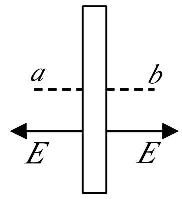
空间等效为三个均匀带电球面，电量分别为 q_1，$-q_1$，$q_1 + q_2$，半径分别为 R_1，R_2，R_2（**注意薄导体球壳**），则以无穷远处电势为零，由电势标量叠加，

导体球壳 R_1 的电势：$U_1 = \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_1} + \dfrac{-q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_2} + \dfrac{q_1 + q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{q_1}{R_1} + \dfrac{q_2}{R_2}\right)$；

导体球壳 R_2 的电势：$U_2 = \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_2} + \dfrac{-q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_2} + \dfrac{q_1 + q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2} = \dfrac{q_1 + q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$；

若用导线连接两球壳，则导体球壳 R_1 外表面上电荷 q_1 和导体球壳 R_2 内表面上电荷 $-q_1$ 中和，只有导体球壳 R_2 外表面上均匀分布电荷 $q_1 + q_2$，取无穷远处电势为零，**导体球壳的电势为**：$\dfrac{q_1 + q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2} = U_2$.

7. 导体平板电荷面密度为σ，板两侧为匀强电场，场强为$E=\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}$，方向如图所示。



（第 7 题图）

若取导体平板电势为零，$V_a=-Eh$，$V_b=-Eh$，***a*和*b*的电势差为**$V_{ab}=V_a-V_b=0$.

8. 利用“静电场中的导体（1）”第 3 题中的方法，可得**实际测得 P 点的场强要更大**。

9. 设金属球半径为R，带电量$Q=1.2\times10^{-8}\,\mathrm{C}$均匀分布在金属球的表面，

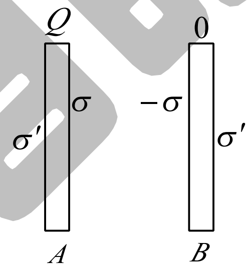
则空间电场强度的分布：

$$E(r)=\begin{cases}0 & (r<R)\\ \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} & (r>R)\end{cases},$$

可得，**在金属球表面附近场强最大**，$E_{\max}=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\le 3\times10^{-6}\,\mathrm{V/m}$，$\Rightarrow$ **金属球的半径**：$R\ge 6\times10^{-3}\,\mathrm{m}$.

10. （1）金属平板静电平衡后，金属平板A和B相邻两表面电荷电量等量异号，设电荷面密度分别为σ和$-\sigma$；金属平板A和B最外边两表面电荷电量相等，设电荷面密度为σ'，如图a，则

$$\begin{cases}(\sigma+\sigma')S=Q\\(\sigma'-\sigma)S=0\end{cases}\Rightarrow\quad \sigma=\sigma'=\frac{Q}{2S},$$



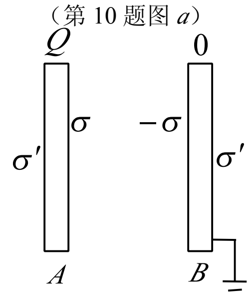
（第 10 题图 a）

金属平板*A*和*B*之间的电场强度大小：$E=\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}=\dfrac{Q}{2\varepsilon_0 S}$，

电势差：$U_{AB}=E\cdot d=\dfrac{Q}{2\varepsilon_0 S}d$；

（2）若金属板B接地，金属板B和无穷远处电势相等，$V_B=V_\infty=0$，

则金属板B右侧电荷不能存在，即$\sigma'=0$ $\Rightarrow$ 金属板 A 左侧电荷也为零，金属板A带电量Q全部分布在A板右表面，即$\sigma=\dfrac{Q}{S}$，**注意由于*B*板接地，*B*板电荷不守恒**。



（第 10 题图 b）

此时，**金属平板*A*和*B*之间的电场强度大小**：$E'=\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}=\dfrac{Q}{\varepsilon_0 S}$，

电势差：$U'_{AB}=E'\cdot d=\dfrac{Q}{\varepsilon_0 S}d$.

11. 导体球外放一点电荷q，导体球左右两侧会感应出等量异号的电荷$\pm q'$，静电平衡后，导体内电势处处相等，导体球球心处的电势等于点电荷q和感应电荷$\pm q'$在球心 o 产生的电势之和，取无穷远处电势为零，有：

$$V_o=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}+\oint_S\frac{dq'}{4\pi\varepsilon_0 R}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}+\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 R}\oint_S dq'=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}.$$

12. 圆柱面a上电荷均匀分布，电荷线密度为λ，由静电感应，薄金属圆筒内表面感应出等量异号的电荷，电荷线密度为$-\lambda$，金属圆筒外表面感应电荷线密度为$+\lambda$.

由于**金属圆筒接地**，圆筒和无穷远处电势相等：$V=V_\infty=0$，由静电屏蔽，金属圆筒外表面电荷被大地中和。空间等效为两个均匀带电圆柱面，半径分别为a和b，电荷线密度分别为λ和$-\lambda$. 电荷分布具有柱对称性，由高斯定理，在各区域作半径为r，高为h的闭合圆柱面S做为高斯面，可得空间电场强度分布：

$$E(r)=\begin{cases}0 & (r<a)\\ \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} & (a<r<b)\\ 0 & (r>b)\end{cases}$$

则**内圆柱面*a*里面、距离为r的P点电场强度大小**：$E_P=0$，

P点电势：$V_P=\int_P^b\vec{E}\cdot d\vec{r}=\int_P^a\vec{E}\cdot d\vec{r}+\int_a^b\vec{E}\cdot d\vec{r}=\int_P^a 0\cdot d\vec{r}+\int_a^b\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}dr=\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\dfrac{b}{a}.$