

8. 静电场中的导体和电介质

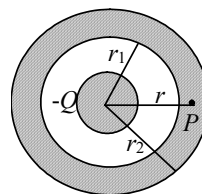
一、选择题

1、在带有电荷 $+Q$ 的金属球产生的电场中，为测量某点场强 \vec{E} ，在该点引入一电荷为 $+q$ 的点电荷，测得其受力为 \vec{F} 。则该点场强 \vec{E} 的大小

- (A) $E = \frac{F}{q}$. (B) $E > \frac{F}{q}$.
(C) $E < \frac{F}{q}$. (D) 无法判断. []

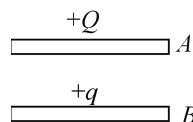
2、图示为一均匀带电导体球，总电荷为 $-Q$ ，其外部同心地罩一内、外半径分别为 r_1 、 r_2 的金属球壳。设无穷远处为电势零点，则在球壳内半径为 r 的 P 点处的场强和电势为：

- (A) $E = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$.
(B) $E = 0$, $U = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_1}$.
(C) $E = 0$, $U = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$.
(D) $E = 0$, $U = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_2}$. []



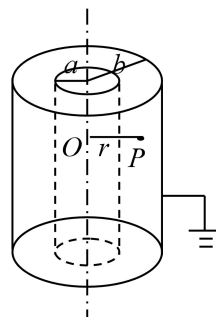
3、 A 、 B 为两导体大平板，面积均为 S ，平行放置，如图所示。 A 板带电荷 $+Q$ ， B 板带电荷 $+q$ ，若 B 板接地，则 AB 间电场强度的大小为

- (A) $\frac{Q}{2\epsilon_0 S}$. (B) $\frac{Q-q}{2\epsilon_0 S}$.
(C) $\frac{Q}{\epsilon_0 S}$. (D) $\frac{Q+q}{2\epsilon_0 S}$. [] (图已更新)



4、一长直导线横截面半径为 a ，导线外同轴地套一半径为 b 的薄圆筒，两者互相绝缘，并且外筒接地，如图所示。设导线单位长度的电荷为 $+\lambda$ ，并设地的电势为零，则两导体之间的 P 点 ($OP=r$)的场强大小和电势分别为：

- (A) $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0}(\frac{1}{a} - \frac{1}{b})$.
(B) $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0}(\frac{1}{r} - \frac{1}{b})$.



$$(C) \quad E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, \quad U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{a}{r}.$$

$$(D) \quad E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, \quad U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{r}. \quad [\quad]$$

5、一空腔导体，在腔内有电荷 $+q_1$ ，腔外有电荷 $+q_2$ ，（去掉如图所示）关于“静电屏蔽”下列说法中哪一个是正确的？

(A) 导体不接地时，腔外电荷对腔内的场强有影响；

(B) 导体不接地时，腔内电荷对腔外的场强有影响；

(C) 导体接地时，腔外电荷对腔内的场强有影响；

(D) 导体接地时，腔内电荷对腔外的场强有影响. [\quad]

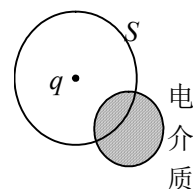
6、在一点电荷 q 产生的静电场中，一块电介质如图放置，以点电荷所在处为球心作一球形闭合面 S ，则对此球形闭合面：

(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) 由于存在极化电荷，高斯定理不成立. [\quad]



7、一平行板电容器中充满相对介电常量为 ϵ_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：

$$(A) \quad \frac{\sigma'}{\epsilon_0}.$$

$$(B) \quad \frac{\sigma'}{2\epsilon_0\epsilon_r}.$$

$$(C) \quad \frac{\sigma'}{2\epsilon_0}.$$

$$(D) \quad \frac{\sigma'}{\epsilon_r}.$$

[\quad]

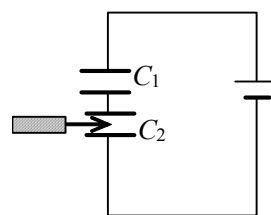
8、 C_1 和 C_2 两空气电容器串联以后接电源充电. 在电源保持联接的情况下，在 C_2 中插入一电介质板，则

(A) C_1 极板上电荷增加， C_2 极板上电荷增加.

(B) C_1 极板上电荷减少， C_2 极板上电荷增加.

(C) C_1 极板上电荷增加， C_2 极板上电荷减少.

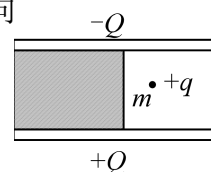
(D) C_1 极板上电荷减少， C_2 极板上电荷减少.



[\quad]

（图已更新）

9、一个大平行板电容器水平放置，两极板间的一半空间充有各向同性均匀电介质，另一半为空气，如图. 当两极板带上恒定的等量异号电荷时，有一个质量为 m 、带电荷为 $+q$ 的质点，在极板间的空气区域中处于平衡. 此后，若把电介质抽去，则该质点



(A) 向上运动. (B) 向下运动.

(C) 向左运动 (D) 向右运动.

[]

10、真空中边长为 $2a$ 的立方体导体带有电量 Q ，静电平衡时全空间的电场总能量记为 W_1 ，真空中半径为 a 的球形导体带有电量 Q ，静电平衡时全空间的电场总能量记为 W_2 ， W_1 和 W_2 间的大小关系为

(A) $W_1 < W_2$ (B) $W_1 > W_2$

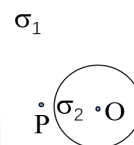
(C) $W_1 = W_2$ (D) 无法判断

[]

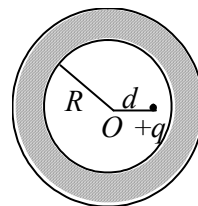
二、填充题

1、带电导体球和无限大均匀带电平面如图放置，P 为导体球表面附近一点，若无限大带电平面的面密度为 σ_1 ，P 点附近导体球表面的面电荷密度为 σ_2 ，则 P 点电场强度的大小 $E =$ _____。

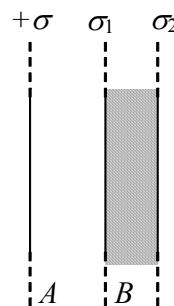
(图已重画)



2、一个带电量为 Q 的空腔导体球壳，内半径为 R 。在腔内离球心的距离为 d 处 ($d < R$)，固定一点电荷 $+q$ ，如图所示。则空腔内表面的带电量 $q_1 =$ _____，空腔外表面的带电量 $q_2 =$ _____，若用导线把球壳接地后，再把地线撤去。选无穷远处为电势零点，则球心 O 处的电势为 $U_0 =$ _____。



3、一“无限大”均匀带电平面 A，其附近放一与它平行的有一定厚度的“无限大”平面导体板 B，如图所示。已知 A 上的电荷面密度为 $+\sigma$ ，则在导体板 B 的两个表面 1 和 2 上的 (感生电荷改为感应电荷) 感应电荷面密度为 $\sigma_1 =$ _____， $\sigma_2 =$ _____；若 AB 之间的距离为 d ，则 AB 间的电势差 $U_{AB} =$ _____。



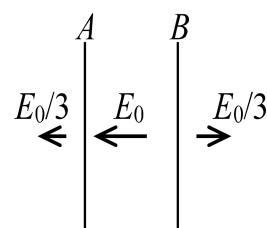
4、真空中，半径为 R_1 、 R_2 的两个带电导体球相距很远，当用细长导线将两球相连达到静电平衡后，两球的电势之比 $U_1/U_2 =$ _____，两球表面附近的场强之比

$E_1/E_2 =$ _____ 它们的总电容 $C =$ _____。

5、在半径为 R 、带电量为 q 的金属球壳内充有相对介电常数为 ϵ_{rl} 的电介质，在

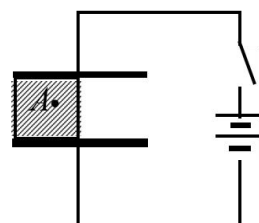
球壳外充满相对介电常数为 ϵ_{r2} 的电介质，则球壳内离球心距离为 r_1 的点的电势 $U_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ；球壳外离球心距离为 r_2 的点的电势 $U_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6、 A 、 B 为两块无限大均匀带电平行薄平板，两板间和左右两侧充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质。已知两板间的场强大小为 E_0 ，两板外的场强均为 $\frac{1}{3}E_0$ ，方向如图。则 A 、 B 两板所带电荷面密度分别为



$\sigma_A = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $\sigma_B = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

7、把平行板电容器的两极板接到电源上，接通开关，再在其中一半放入相对介电常数为 ϵ_r 的电介质，设 A 点在介质插入前后的场强分别为 E_{AO} 和 E_A ，则 $E_A : E_{AO} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。如充电后，先把电源断开再插入一半介质，则 $E_A : E_{AO} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

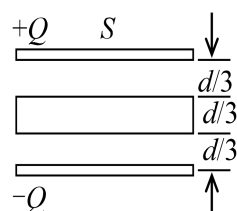


8、一空气平行板电容器 C 、 d 已知，充电后，两极板间的相互作用力为 F ，则电容器的电势差 $\Delta U = \underline{\hspace{2cm}}$ ；电容器的带电量 $Q = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

三、计算题

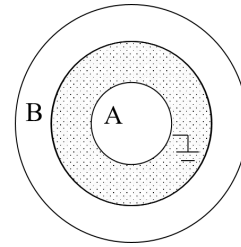
1、如图所示，一空气平行板电容器，极板面积为 S ，两极板之间距离为 d 。求：

- (1) 将与极板面积相同而厚度为 $d/3$ 的导体板平行地插入该电容器中，其电容值为多大？
- (2) 设两极板上带电荷 $\pm Q$ ，在电荷保持不变的条件下，将上述导体板从电容器中抽出，外力需作多少功？



2、如图所示，半径为 a 的导体球 A 接地，与 A 球同心放置的导体球壳 B，内外半径分别为 $3a$ 和 $4a$ 。球壳上带有正电荷，其电量为 $+Q$ ，A、B 间充满相对介电常数为 $\epsilon_r=2$ 的电介质，试求：

- (1) A 球上的电荷
- (2) B 球壳的电势
- (3) 介质中的电场能量



3、有一同轴电缆中间为一半径为 $R_1=0.5\text{cm}$ 的导线，外皮为一金属圆筒，其内半径为 $R_2=1.5\text{cm}$ ，两者间充以 $\epsilon_r=2.5$ 的电介质，其击穿场强为 20kV/mm 。求：

- (1) 此电缆单位长度的电容；
- (2) 电缆能承受的最大电压。

4、试证明：在一任意形状的空腔导体内放一任意形状的带电体，总电荷为 q ，如图所示。试证明，在静电平衡时，整个空腔内表面上的感生电荷总是等于 $-q$ 。

