

大学物理大作业

10. 导体与电介质

班号 _____ 学号 _____
姓名 _____ 成绩 _____

高等教育出版社

大学物理大作业

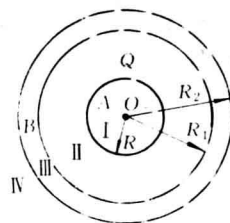
10. 导体与电介质

一、填空题

1. 一个实心金属导体, 不论原先是否带电, 当它处在其它带电体所产生的电场中而达到静电平衡时, 其上的电荷必定分布在_____, 导体表面的电场强度 E 必定沿_____方向, 导体内任一点的电势梯度 $\nabla U =$ _____。

2. 一个半径为 R 的金属球体, 处在相对介电常量为 ϵ_r 的均匀电介质中, 则其电容 $C =$ _____。若金属球带电量 Q , 则电场能量为 $W =$ _____。

3. 如图一、3 所示, 半径为 R 的导体球 A , 带电 Q , 球外套一内半径为 R_1 、外半径为 R_2 的同心球壳 B , 设 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 分别代表图中 I、II、III、IV 区域内任一点至球心 O 的距离, 则若球壳为导体时, 各点电位移 D 的大小分别为:



图一、3

$$D_1 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$D_2 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$D_3 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$D_4 = \underline{\hspace{2cm}};$$

若球壳为介质时(相对介电常量为 ϵ_r), 各点电场强度 E 的大小分别为:

$$E_1 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$E_2 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$E_3 = \underline{\hspace{2cm}};$$

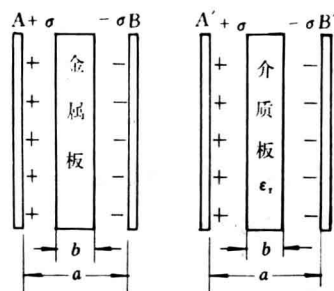
$$E_4 = \underline{\hspace{2cm}};$$

4. 在上题中, 若球壳为介质时, A 球的电势为:

$$U_A = \underline{\hspace{2cm}};$$

$R < r < R_1$ 区域内的电场能量为

$$W = \underline{\hspace{2cm}}.$$



图一、5

5. 两个完全相同的平行板电容器(极板面积为 S , 两极板间距为 a)(见图一、5), 分别

插入厚度均为 b 的金属板和介质板 (相对介电常量为 ϵ_r)。若电容器极板上自由电荷面密度为 σ , 则两极板间的电势差为:

$$U_{AB} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$U_{A'B'} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

6. 在上题中, 若分别将金属板和介质板从电容器中抽出, 则在抽出金属板过程中, 外力做功为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 当抽出介质板时, 电容器电能的增量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

二、选择题

1. 电荷线密度为 $+\lambda$ 的无限长均匀带电直线, 弯成如图二、1 所示的形状, 处于相对介电常量为 ϵ_r 的均匀介质中。 ab 段是个半径为 R 的 $1/4$ 圆弧, 则 O 点的电场强度 E 为:

A. $E = \frac{-\lambda}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r R} (i+j);$

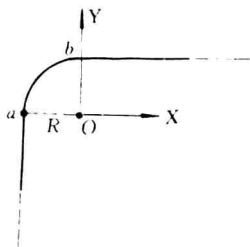
B. $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r R} (i+j);$

C. $E = 0;$

D. $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r R} (-i+j);$

E. $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r R} (i-j).$

()



图二、1

2. 带电体外套一导体球壳, 则下列说法中正确的是:

A. 壳外电场不影响壳内电场, 但壳内电场要影响壳外电场;

B. 壳内电场不影响壳外电场, 但壳外电场要影响壳内电场;

C. 壳内、外电场互不影响;

D. 壳内、外电场仍互相影响;

E. 若将外球壳接地, 则答案 C 是正确的。

()

3. 平板电容器充有两层均匀介质如图二、3 所示, 厚度及相对介电常量分别为: $d_1 = 2.0\text{mm}$, $d_2 = 3.0\text{mm}$, $\epsilon_{r1} = 2$, $\epsilon_{r2} = 3$, 电容器充电后:

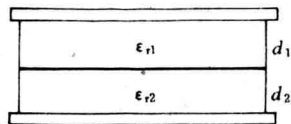
A. 两介质中电位移矢量相等;

B. 两介质中电场强度相等;

C. 两介质中电场能量密度相等;

D. 两介质中电场能量相等。

()



图二、3

4. 一平板电容器充电后和充电电源断开, 现将电容器两板的距离增大, 则

A. 电容器上的 q 增加;

B. 电容器上的 q 减小;

C. 电容增加;

D. 电容器上的电压保持不变;

E. 电容器上的电量和电容器中的电场强度保持不变, 而电压增大, 电容减小。

()

5. 一平板电容器，极板面积为 S ，相距为 d ，极板间电势差为 U ，则板间的作用力为：

A. $\epsilon_0 S U^2$; B. $\epsilon_0 U d / 2 S$; C. $\epsilon_0 U^2 / S d^2$;

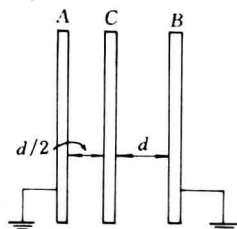
D. $\epsilon_0 S U^2 / 2 d^2$; E. $\epsilon_0 S U / d$. ()

三、计算题

1. A 、 B 、 C 是 three 平行金属板，面积均为 S ， A 、 B 相距为 d 、 A 、 C 相距为 $d/2$ ， A 、 B 两板都接地（见图三、1）， C 板带正电荷 Q ，不计边缘效应。

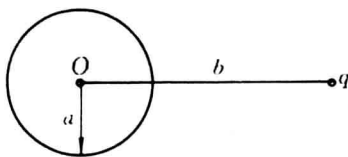
① 求 A 板和 B 板上的感应电荷 Q_A 、 Q_B 及 C 板的电势 U_C 。

② 若在 C 、 B 两板之间充以相对介电常量为 ϵ_r 的均匀电介质，再求 A 板和 B 板上的感应电荷 Q'_A 、 Q'_B 及 C 板的电位 U'_C 。



图三、1

2. 如图三、2 所示，半径为 a 的金属球，球心与点电荷 q 相距为 b ，
- ①求金属球的电势 U ；
 - ②若将金属球接地（设球离地面很远），求金属球上的感应电量 q' 。



图三、2

3. 长为 l 的两个同轴的均匀带电圆柱面，半径分别为 a 及 b ，且 $l \gg b$ ，这两个圆柱面带有等值异号电荷 Q ，两圆柱面间充满介电常量为 ϵ 的电介质。求：

① 在一个半径为 r ($a < r < b$) 厚度为 dr 的圆柱壳中任一点的能量密度 w 是多少？

② 这柱壳中的能量 dW 是多少？

③ 电介质中的总能量 W 是多少？

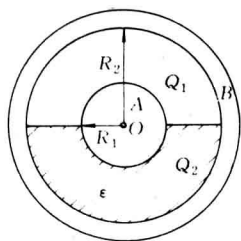
④ 从电介质中的总能量求圆柱形电容器的电容 C 。

四、附加题

球形电容器由半径为 R_1 的导体球和与它同心的导体球壳构成，壳的内半径为 R_2 ，其间一半充满介电常量为 ϵ 的均匀介质（如图四、1）所示。

① 充电后使导体球带电荷 Q ，求未充介质的半球上所带电荷 Q_1 及充有介质的半球上所带电荷 Q_2 。

② 根据电容器的定义式求此电容器的电容 C 。



图四、1

