期中考试样题解答

仅供参考，有错请指出！

一、填空题

1. 2.05×10^{-8}N, −13.6, 2. $b/2$, $4U/b$, 3. 4.0pF, 30V, 4. $\frac{2\sqrt{2}-1}{32\pi\varepsilon_0}q^2$, $-\frac{25-\sqrt{5}}{50\pi}\frac{q}{a^2}$,

5. $2\pi\rho_e^2R^5/45\varepsilon_0$, $2\pi\rho_e^2R^5/9\varepsilon$, 6. $l/\sigma S$, I/neS, $I^2l/\sigma S$; 7. 6, 1A.

二、判断题

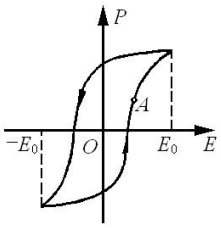
1.× 2.√ 3.× 4.√ 5.√ 6.√ 7.√ 8.× 9.× 10.√

三、简答题

1.答：静电场的无旋性，即静电力做功与路径无关，保证了引入电势的合理性。电势是标量，原则上比求矢量型的电场强度更容易，而电势的负梯度即为电场强度。

2.答：**孤立**导体表面各处的电荷不可异号。如果可以异号，因为正电荷和负电荷在同一个导体，电势相同，所以正电荷发出的电场线不可能终止于负电荷，只能指向无穷远处；类似地，终止于负电荷的电场线只能来自无穷远处，于是正电荷电势>无穷远处电势>负电荷电势，与正负电荷等电势矛盾。

3.答：图略。箭头一定是逆时针，不能反向。可以从两个角度来解释：其一，若反向，极化强度对电场强度具有超前效应，违反因果关系；其二，若反向，非但没有电滞损耗，极化状态每循环一次，反而会凭空增加静电能。



4.答：强电场中载流子可以获得与热运动平均速率相当的定向漂移速度，相邻两次的碰撞时间间隔与电场有关，最终使得电导率随电场改变，从而导致欧姆定律失效。

四、计算题

1. 解：(1) 设 A 的电量为 q，则 B 的内腔和外腔分别带电 $-q$ 和 $Q+q$，$U_B=(Q+q)/4\pi\varepsilon_0c$，
$U_A=U_B+q(1/a-1/b)/4\pi\varepsilon_0=Q/4\pi\varepsilon_0c+q(1/a-1/b+1/c)/4\pi\varepsilon_0=0$，所以 $q=-abQ/(ab+bc-ac)$；
(2) 法 1：总静电能 $W_e=QU_B/2=Q^2(b-a)/(ab+bc-ac)/8\pi\varepsilon_0=Q^2/2C\rightarrow C=4\pi\varepsilon_0(ab+bc-ac)/(b-a)$，
法 2：将体系视为 A、B 间电容 $C_1=4\pi\varepsilon_0ab/(b-a)$和 B 与无穷远处电容 $C_2=4\pi\varepsilon_0c$ 的并联，
$C=C_1+C_2=4\pi\varepsilon_0ab/(b-a)+4\pi\varepsilon_0c=4\pi\varepsilon_0(ab+bc-ac)/(b-a)$.

2. 解：以 $\boldsymbol{P}$ 方向为 z 轴，设圆板侧面一点的法线与 z 轴夹 θ 角，则 $\sigma_e'=P\cos\theta$；
底面的法线与 $\boldsymbol{P}$ 垂直，没有极化电荷。
由对称性，中心的电场沿着 $-z$ 方向。任一面电荷元 $\sigma_e'hR\mathrm{d}\theta$ 在中心的电场 z 分量为
$\mathrm{d}E_z'=-\cos\theta\sigma_e'hR\mathrm{d}\theta/4\pi\varepsilon_0R^2=-Ph\cos^2\theta\mathrm{d}\theta/4\pi\varepsilon_0R$，所以

$$E'=-\int_0^{2\pi}\frac{Ph\cos^2\theta d\theta}{4\pi\varepsilon_0R}=-\frac{Ph}{4\varepsilon_0R}。$$

3. 解：

(1) $E_1 = E_2 = U/d$， $D_1 = \varepsilon_1 E_1 = \varepsilon_1 U/d$， $D_2 = \varepsilon_2 U/d$，方向均竖直向下；

(2) 正（负）极板的左半部分自由电荷面密度 $\sigma_{01\pm} = \pm D_1 = \pm\varepsilon_1 U/d$，

正（负）极板的右半部分自由电荷面密度 $\sigma_{02\pm} = \pm D_2 = \pm\varepsilon_2 U/d$，

介质 1 的上（下）表面的极化电荷面密度 $\sigma'_{1上/下} = \mp P_1 = \mp(\varepsilon_1 - \varepsilon_0)E_1 = \mp(\varepsilon_1 - \varepsilon_0)U/d$，

介质 2 的上（下）表面的极化电荷面密度 $\sigma'_{2上/下} = \mp(\varepsilon_2 - \varepsilon_0)U/d$；

(3) $W_{e0} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 abd = \frac{1}{2}\varepsilon_0 U^2 ab/d$；

(4) 设介质向右作虚位移 x，则

$C = \varepsilon_1(a/2+x)b/d + \varepsilon_2(a/2-x)b/d = C_0 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)xb/d$，其中 $C_0 = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)ab/2d$，

静电力 $F_e = \partial(\frac{1}{2}CU^2)/\partial x = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)bU^2/2d$，

平衡外力 $F = -F_e = (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)bU^2/2d$，由介电常数小的介质指向介电常数大的介质。