安徽大学 20<u>24</u>—20<u>25</u> 学年第<u>1</u>学期
《 大学物理 A（下） 》期中考试参考答案及评分标准

一、选择题（每小题 2 分，共 20 分）

1．C；　2．B；　3．A；　4．A；　5．B；

6．B；　7．C；　8．B；　9．A；　10．D

二、填空题（每题 4 分，共 20 分）

11．静电场强度对任意闭合路径的积分为零或静电场是保守场或 $\oint_L \vec{E}\cdot d\vec{l}=0$

12. 不变　　增大

13. $w=\frac{1}{2}\mu_0(nI)^2$.

14. 0.

15. $-q$　　$-q$.

三、计算题（共 50 分）

16.（本题 12 分）

解：(1) 设电荷的平均体密度为ρ，取圆柱形高斯面如图(1)(侧面垂直底面，底面ΔS平行地面)上下底面处的场强分别为 E_1 和 E_2，则通过高斯面的电场强度通量为

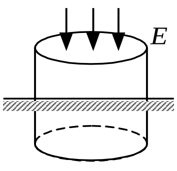
$$\oiint \vec{E}\cdot d\vec{S}=E_2\Delta S-E_1\Delta S=(E_2-E_1)\Delta S \qquad (3\text{ 分})$$

高斯面 S 包围的电荷　　$\sum q_i=h\Delta S\rho$

由高斯定理　　$(E_2-E_1)\Delta S=h\Delta S\rho/\varepsilon_0$

所以　　$$\rho=\frac{1}{h}\varepsilon_0(E_2-E_1)=4.43\times10^{-13}\ \mathrm{C/m^3} \qquad (3\text{ 分})$$

(2) 设地面面电荷密度为σ. 由于电荷只分布在地表面，所以电力线终止于地面，取高斯面如图(2)



(2)

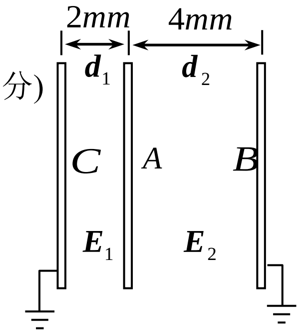
由高斯定理　　$$\oiint \vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum q_i \qquad (3\text{ 分})$$

$$-E\Delta S=\frac{1}{\varepsilon_0}\sigma\Delta S$$

所以　　$$\sigma=-\varepsilon_0E=-8.85\times10^{-10}\ \mathrm{C/m^3} \qquad (3\text{ 分})$$

17.（本题 14 分）

解：（1）解法一



$$E=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$ (3 分)

由于$U_{AB}=U_{AC}$，则$E_1d_1=E_2d_2$，得

$$\sigma_B d_2=\sigma_C d_1 \qquad （1）$$

由高斯定理得

$\sigma_A+\sigma_B+\sigma_C=0$ （2） (3 分)

由上述两个方程，解得

$$\sigma_B=-\frac{d_1}{d_1+d_2}\sigma_A,\quad Q_B=-\frac{d_1}{d_1+d_2}Q_A=-\frac{2}{2+4}\times3\times10^{-7}=-1\times10^{-7}(C)$$

$$\sigma_C=-\frac{d_2}{d_1+d_2}\sigma_A,\quad Q_C=-\frac{d_2}{d_1+d_2}Q_A=-\frac{4}{2+4}\times3\times10^{-7}=-2\times10^{-7}(C)$$ (4 分)

解法二

$Q_A+Q_B+Q_C=0$ (2 分)

由于 U=$C_1/Q_1=C_2/Q_2$ (2) (2 分)

$$C=\varepsilon S/d$$ （2 分）

$U_{AB}=U_{AC}\Rightarrow Q_B:Q_C=1:2$ （2 分）

由上述方程，解得

$$Q_B==-1\times10^{-7}(C)\qquad Q_C=-2\times10^{-7}(C)$$ (2 分)

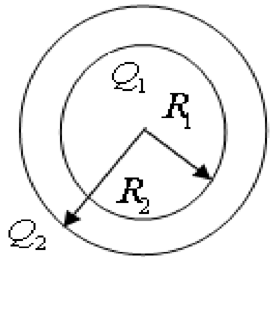
（2）A 的电势为

$$U_A=U_{AB}=E_2d_2=\frac{-\sigma_B}{\varepsilon_0}\times d_2=\frac{-Q_B}{S\varepsilon_0}\times d_2=\frac{1\times10^{-7}}{200\times10^{-4}\times8.85\times10^{-12}}\times4\times10^{-3}$$

$=2.26\times10^3(V)$ (4 分)

18. （本题 12 分）

解：运用高斯定理可求得各区域(如图)电场强度的值为



$E_0=0(r<R_1)$ (2 分)

$$E_1=\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}(R_1<r<R_2)$$ (2 分)

$$E_2=\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}(r>R_2)$$ (2 分)

取无限远处为电势零点，积分路径沿径向，可求得各区域的电势为

$$U_0=\int_r^{R_1}E_0dr+\int_{R_1}^{R_2}E_1dr+\int_{R_2}^{\infty}E_2dr=\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_1}+\frac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}(r<R_1)$$ (2 分)

$$U_1=\int_r^{R_2}E_1dr+\int_{R_2}^{\infty}E_2dr=\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r}+\frac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}(R_1\le r<R_2)$$ (2 分)

$$U_2=\int_r^{\infty}E_2dr=\int_r^{\infty}\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr=\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r}(r\ge R_2)$$ (2 分)

19. （本题 12 分）

解：（a）设金属圆柱体在挖去小圆柱前在 o、o′处激发的磁感强度由安培环路定理求得

$$B_{o1}=0$$

$$B_{o'1}=\frac{\mu_0 I_1'}{2\pi d}=\frac{\mu_0}{2\pi d}\frac{I}{\pi R^2-\pi r^2}\pi d^2=\frac{\mu_0}{2\pi d}\frac{I}{R^2-r^2}d^2$$ (4 分)

（b）设被挖去小圆柱在 o 、o' 处激发的磁感强度大小分别为 B_{o2} 和 $B_{o'2}$ 根据安培环路定理，得

$$B_{o'2}=0$$

$$B_{o2}=\frac{\mu_0 I_2'}{2\pi d}=\frac{\mu_0}{2\pi d}\frac{I}{\pi R^2-\pi r^2}\pi r^2=\frac{\mu_0}{2\pi d}\frac{I}{R^2-r^2}r^2$$ (4 分)

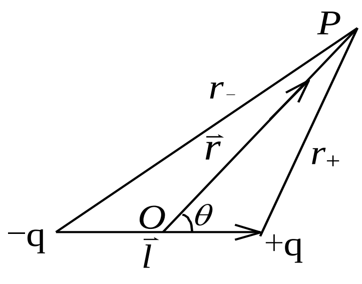
(c) 挖去小圆柱后在 o 、o' 处的磁感强度大小分别为

$$B_o=B_{o1}-B_{o2}=\frac{\mu_0}{2\pi d}\frac{I}{R^2-r^2}r^2$$

$$B_{o'}=B_{o'1}-B_{o'2}=\frac{\mu_0}{2\pi d}\frac{I}{R^2-r^2}d^2$$ (4 分)

20. （本题 10 分）

证明：设以电偶极子轴线中心为坐标原点，如图所示.



P 点电势

$$U=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_+}-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_-}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{r_- - r_+}{r_- r_+}$$ (5 分)

因为 $r>>l$，可认为

$$r_- r_+ = r^2,\quad r_- - r_+ = l\cos\theta$$ (2 分)

∴ $$U=\frac{ql\cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^2}=\frac{\vec{p}\cdot\vec{r}}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$$

(3 分)