2019 年下学期大学物理 C（二）参考答案

一、 选择题

1．A　2．A　3．C　4．D　5．C　6．A　7．B　8．D　9.D　10.C

二、 填空题

1．$\dfrac{Qq}{6\pi\varepsilon_0 R}$；　　2．$-\dfrac{\sigma}{2}$，$\dfrac{\sigma}{2}$；　　3．$\mu_0 jx$，$\mu_0 jd$；

4．-0.0000088，弱；　　5．$Blv\sin\theta$，a；　　6．$\dfrac{\varepsilon_0 E_0 \pi r^2}{RC}e^{-t/RC}$；

7．6，2；　8.a/6、a/2、5a/6，1/3。

三、 计算题

1．解：　$\lambda = \dfrac{Q}{\pi R}$　　　$dq = \lambda R d\theta = Q d\theta / \pi$

它在 O 处产生场强：$dE = \dfrac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R^2} = \dfrac{Qd\theta}{4\pi^2\varepsilon_0 R^2}$　　（3 分）

按θ角变化，将 dE 分解成二个分量，由对称性可知，合场强沿 x 负方向

$$dE_x = dE\cos\theta = \frac{Qd\theta}{4\pi^2\varepsilon_0 R^2}\cos\theta$$　　（2 分）

积分：$E_x = \int dE_x = \int dE\cos\theta = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \dfrac{Qd\theta}{4\pi^2\varepsilon_0 R^2}\cos\theta = \dfrac{Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}$　（2 分）

$$U = \frac{\sum_i Q_i}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$$　　（3 分）

2、解：设圆柱形电容器单位长度上带电量为λ，则电容器间的场强分布为

$$E=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon r}$$ （2 分）

设电容器内半径为 R_0，则有 $U=\int_{R_0}^{R}Edr=\int_{R_0}^{R}\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon r}dr=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon}\ln\frac{R}{R_0}$ （2 分）

电介质中场强最大在内柱面上，当这里场强达到 E0 时电容器击穿，这时有

$E_0=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon R_0}$ 有 $\quad U=E_0R_0\ln\frac{R}{R_0}$ （2 分）

适当选择 R_0，可使 U 有极大值，即 $\frac{dU}{dR_0}=0$ 得 $R_0=\frac{R}{e}$ （2 分）

电容器可承受的最高电压为 $U=E_0R/e$ （2 分）

3、解：（1） $B=\frac{\mu_0I_1}{2\pi r}$ （2 分）

$$dF=I_2dr\cdot\frac{\mu_0I_1}{2\pi r}=\frac{\mu_0I_1I_2}{2\pi r}dr$$ （2 分）

4、两边积分有 $F=\int_d^{d+l}\frac{\mu_0I_1I_2}{2\pi r}dr=\frac{\mu_0I_1I_2}{2\pi}\ln\frac{d+l}{d}$ （2 分）

（2） $dM=rdF=\frac{\mu_0I_1I_2}{2\pi}dr$

两边积分有 $M=\int_d^{d+l}\frac{\mu_0I_1I_2}{2\pi}dr=\frac{\mu_0I_1I_2l}{2\pi}$ （2 分）

方向：力的方向与导线 ab 垂直向上，力矩的方向与 ab 导线垂直，垂直纸面向外。（2 分）

4．解：(1) 电流密度 $j_0=\dfrac{I_0}{S}$，由欧姆定律微分形式 $j_0=\sigma E$ 得

$E=\dfrac{j_0}{\sigma}=\rho j_0=\rho\dfrac{I_0}{\pi a^2}$，方向与电流方向一致　　（2 分）

(2) 取以导线轴为圆心，垂直于导线的平面圆周 $l=2\pi r$，则

由 $\oint_l \vec{H}\cdot d\vec{l}=\int_S \vec{j}_0 d\vec{S}$ 可得　　$H2\pi r=I_0\dfrac{r^2}{a^2}$

$\therefore H=\dfrac{I_0 r}{2\pi a^2}$，方向与电流成右螺旋　　（2 分）

(3)　$\vec{S}$ 垂直于导线侧面而进入导线，大小为 $S=EH=\dfrac{\rho I_0^2 r}{2\pi^2 a^4}$（2 分）

(4) 长为 l，半径为 $r(r<a)$ 导体内单位时间消耗能量为

$$W_1=I^2{}_0R=(\frac{I_0 r^2}{a^2})^2\rho\frac{l}{\pi r^2}=\frac{I_0{}^2\rho l r^2}{\pi a^4}$$（2 分）

单位时间进入长为 l，半径为 r 导体内的能量

$$W_2=S2\pi rl=\frac{I_0{}^2\rho l r^2}{\pi a^4}$$（2 分）

$W_1=W_2$ 说明这段导线消耗的能量正是电磁场进入导线的能量。