安徽大学 20 19 —20 20 学年第 1 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. A；2. C；3. C；4. D；5. B；6. B；7. A；8. D；9. A；10. C

二、填空题（每题 4 分，共 20 分）

11. $-f_0-q\sigma/2\varepsilon_0$，$f_0-3q\sigma/2\varepsilon_0$.（每空 2 分）

12. $Q/4\pi\varepsilon_0 R$，$Q^2/8\pi\varepsilon_0 R$.（每空 2 分）

13. $\dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi cos\alpha} ln\dfrac{r+Lcos\alpha}{r}$.

14. $ISB\sin\theta$.

15. $\dfrac{\mu_0 Il}{2\pi} ln\dfrac{b}{a}$.

三、计算题（共 50 分）

16.（本题 20 分）

解：(1) $U(x)=\oint dU=\oint\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r}=\oint\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{R^2+x^2}}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{R^2+x^2}}=$

$\frac{2\pi R\lambda_0}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{R^2+x^2}}=\frac{R\lambda_0}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+x^2}}$ (10 分)

(2) 在圆心处电势为$U(0)=\frac{\lambda_0}{2\varepsilon_0}$，在 x 处电势为$U(x)=\frac{R\lambda_0}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+x^2}}$. (3 分)

二者电势差为 $\Delta U=\frac{R\lambda_0}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+x^2}}-\frac{\lambda_0}{2\varepsilon_0}$ (4 分)

所以，电场力做功是电势能差的负值，即为 $q\left(\frac{\lambda_0}{2\varepsilon_0}-\frac{R\lambda_0}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+x^2}}\right)$. (3 分)

17.（本题 20 分）.

解：先根据高斯定理可求出各个区域的电场强度的分布.

$r<R_1, E_1=0; R_1<r<R_2, E_2=Q_1/4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^2; r>R_2, E_3=(Q_1+Q_2)/4\pi\varepsilon_0 r^2$ (9 分)

电场能量密度$w_e=\frac{1}{2}\vec{D}\cdot\vec{E}=\begin{cases}\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 & \text{(真空)}\\ \frac{1}{2}\varepsilon_0\varepsilon_r E^2 & \text{(线性电介质)}\end{cases}$ （3 分）

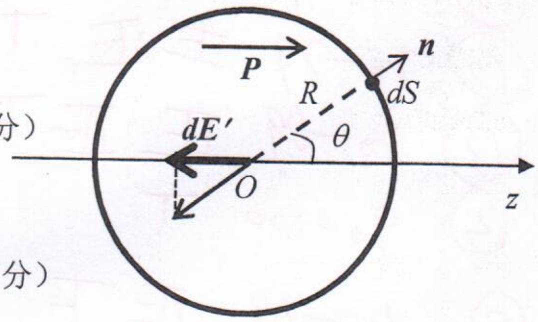
$W_e=\int w_e dV=\int_0^{R_1}\frac{1}{2}\varepsilon_0 E_1^2 4\pi r^2 dr+\int_{R_1}^{R_2}\frac{1}{2}\varepsilon_0\varepsilon_r E_2^2 4\pi r^2 dr+\int_{R_2}^{+\infty}\frac{1}{2}\varepsilon_0 E_3^2 4\pi r^2 dr$

$=0+\frac{Q_1^2}{8\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)+\frac{(Q_1+Q_2)^2}{8\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R_2}=\frac{Q_1^2}{8\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)+\frac{(Q_1+Q_2)^2}{8\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R_2}$ （8 分）

18.（本题 10 分）

解：（1）建立如图所示的坐标系，则 $\sigma^{'}=\vec{P}\cdot\vec{n}=P\cos\theta$ （4 分）

（2）在球面上在极向角为处取一面元 dS，



则 $dq'=\sigma^{'}dS=P\cos\theta dS=P\cos\theta R^2 sin\theta d\theta d\varphi$

$=PR^2\cos\theta sin\theta d\theta d\varphi$ （2 分）

dq'在 O 点产生的电场在 z 轴上的分量为

$$dE'=\frac{dq'}{4\pi\varepsilon_0 R^2}cos\theta=\frac{P\cos^2\theta sin\theta d\theta d\varphi}{4\pi\varepsilon_0}$$ （2 分）

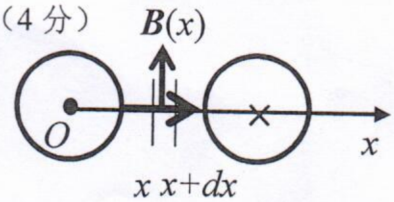
所以 根据对称性，退极化场的大小为 $E'=\int dE'=\iint\frac{P\cos^2\theta sin\theta d\theta d\varphi}{4\pi\varepsilon_0}$

$=\int_0^{2\pi}d\varphi\int_0^{\pi}\frac{P\cos^2\theta sin\theta d\theta}{4\pi\varepsilon_0}=\frac{P}{3\varepsilon_0}$ （2 分）

四、证明题（本题 10 分）

19. 证明：两导轨在弹丸处产生的磁场可视为半无限长导线模型. 作导轨的横截面并建立如图所示的坐标系. 图中点和叉表示流过导轨的电流方向. 根据毕奥-萨法尔定律知，对半无限长直导线，在离端点处距离为 a 时，其 B 等于无限长直导线的一半. 即 $B=\mu_0 I/4\pi a$.

因此，x 处的 $B(x)=\frac{\mu_0 I}{4\pi x}+\frac{\mu_0 I}{4\pi(2r+d-x)}$ （4 分）



在弹丸上取一段 dx，受到的安培力垂直纸面向外，

而整个弹丸受力也是垂直纸面向外.

$$F=\int dF=\int_r^{r+d}IdxB\sin 90^{\circ}=\int_r^{r+d}\left(\frac{\mu_0 I}{4\pi x}+\frac{\mu_0 I}{4\pi(2r+d-x)}\right)Idx=\frac{\mu_0 I^2}{2\pi}ln\frac{r+d}{r}$$ （6 分）