一、选择题（每小题 2 分，共 20 分）

1-5.　D A C C B ；　6-10.　B D A C B.

二、填空题（每小题 2 分，共 10 分）

11. $\dfrac{qy}{2\pi\varepsilon_0(y^2+a^2)^{3/2}}$，$\dfrac{\sqrt{2}a}{2}$ 或 -$\dfrac{\sqrt{2}a}{2}$.

12. $\dfrac{\lambda}{2\varepsilon_0}$ 或-$\dfrac{\lambda}{2\varepsilon_0}$.

13. $\varepsilon_0\ \varepsilon_r E$.

14. $\dfrac{\mu_0 I}{2R}(1-\dfrac{1}{\pi})$，　垂直纸面向里.

15. $+x$ 轴方向　或　x 轴正向.

三、计算题（每小题 15 分，共 60 分）

16. **解：**第一步分别求球内外电场 E 的分布，第二步求各区域的静电场能量.

（1）球内（$r<R$）

静电能$W_{内}=\iiint\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 dV=\iiint\frac{1}{2}\varepsilon_0\left(\frac{Qr}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\right)^2 dV=\frac{1}{2}\varepsilon_0\frac{Q^2}{16\pi^2\varepsilon_0^2 R^4}\int_0^R r^2 4\pi r^2 dr=\frac{Q^2}{40\pi\varepsilon_0 R}$

（2）球外（$r>R$）

静电能为 $W_{外}=\iiint\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 dV=\iiint\frac{1}{2}\varepsilon_0\left(\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\right)^2 dV=\frac{1}{2}\varepsilon_0\frac{Q^2}{16\pi^2\varepsilon_0^2}\int_R^{+\infty}\frac{4\pi r^2}{r^4}dr=\frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0 R}$.

二者之比 $W_{内}$∶$W_{外}=1:5$.

17. **解：**电流如图所示，作半径为 r 的同心圆回路. 并以逆时针方向为回路正向.

(1) $r<a$，$2\pi r B_1=\mu_0\dfrac{\pi r^2}{\pi a^2}$，则 $B_1=\mu_0 Ir/2\pi a^2$ ；

(2) 运用有磁介质存在时的安培环路定理

$a<r<b$，$\oint_L \vec{H}_2\cdot d\vec{l}=\sum I$

$H_2=I/2\pi r$

$B_2=\mu_0\mu_r H_2=\mu_0\mu_r I/2\pi r$

(3) $b<r<c$，$2\pi r B_3=\mu_0[I-I\dfrac{\pi(r^2-b^2)}{\pi(c^2-b^2)}]$，则 $B_3=\mu_0 I(c^2-r^2)/[2\pi r(c^2-b^2)]$；

(4) $r>c$，$B_4=0$.

18. **解：**本题分为三个步骤

$\sigma_2 = -\sigma_3$
$\sigma_1 = \sigma_4$
$\sigma_1 + \sigma_2 = 3$
$\sigma_3 + \sigma_4 = 7$
可解得，$\sigma_1 = 5\ \mathrm{C/m^2}$，$\sigma_2 = -2\ \mathrm{C/m^2}$，$\sigma_3 = 2\ \mathrm{C/m^2}$，$\sigma_4 = 5\ \mathrm{C/m^2}$.

19. **解：**

$$d\phi_B = \vec{B}\cdot d\vec{S} = \frac{\mu I}{2\pi r} ldr,$$

于是，$\phi_B = \int d\phi_B = \int_d^{d+b} \frac{\mu I}{2\pi r} ldr = \frac{\mu Il}{2\pi} \ln\frac{d+b}{d}$

四、证明题（10 分）

20. **证明：**电子收到洛伦兹力 $\vec{f}_m = q\vec{v}\times\vec{B}$，$f_m = qvB$

该力将于霍尔电场力 $q\boldsymbol{E}_{\mathrm{H}}$ 平衡. $f_m = qvB = qE_H$

于是，$E_H = vB$

又因为 $I = jS = j\cdot hd = nqv\cdot hd$，

因此，得到 $v = \frac{I}{nqhd}$，

代入 $E_H = vB$ 得到 $E_{\mathrm{H}} = \frac{IB}{nqdh}$