浙江大学 20 19 －20 20 学年 秋冬 学期

《 大学物理甲 2 》课程期中考试试卷（A）

课程号： 761T0020 ，开课学院： 物理系

考试试卷：A √卷、B 卷（请在选定项上打 √）

考试形式：闭 √、开卷（请在选定项上打 √）

允许带 无存储功能的计算器 入场

考试日期： 2019 年 11 月 10 日，考试时间： 120 分钟

诚信考试，沉着应考，杜绝违纪。

考生姓名________学号____________所属院系__________任课老师________序号________

题序	一（1~8）	一（9~16）	二、三、四、五（17~25）	总 分
得分				
评卷人				

电子质量 $m_e = 9.1\times10^{-31}\,\text{kg}$　　基本电荷 $e = 1.6\times10^{-19}\,\text{C}$

真空介电常数 $\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}\,\text{C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$　　真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\,\text{N/A}^2$

【试题说明】全部为填空题，每小题 4 分.

第一大题：（1~16 小题）

1.（本小题 4 分）w001

一半径为 R 的均匀带电球面，带有电荷 Q. 若规定离球心距离为 $3R$ 处的电势值为零，则球面处的电势 U_R = ____________________，无限远处的电势 U_∞ = ____________.

2.（本小题 4 分）w002

某区域内电场的电势分布函数为 $U = a + by - cz^3$，其中 a、b、c 为常量. 则该区域中任一点的电场强度 $\vec{E}$ = __________________.

3.（本小题 4 分）1145

如图所示，两同心导体球壳，内球壳带电荷+2q，外球壳带电荷$-q$，球心处有一电荷量为 Q 的点电荷. 静电平衡时，外球壳内表面的电荷量为__________，外球壳外表面的电荷量为__________.

4.（本小题 4 分）t001

设有半径都是 r 的两条平行无限长输电线 A 和 B，两轴间相距为 d，且满足 $d>>r$，则两输电线单位长度的电容为______________.

5. （本小题 4 分）5681

在相对介电常量 $\varepsilon_r=4$ 的各向同性均匀电介质中，某处的电场能量密度为 $w_e=2\times10^6$ J/cm^3，则该点电场强度的大小 $E=$____________________V/m.

6.（本小题 4 分）1344

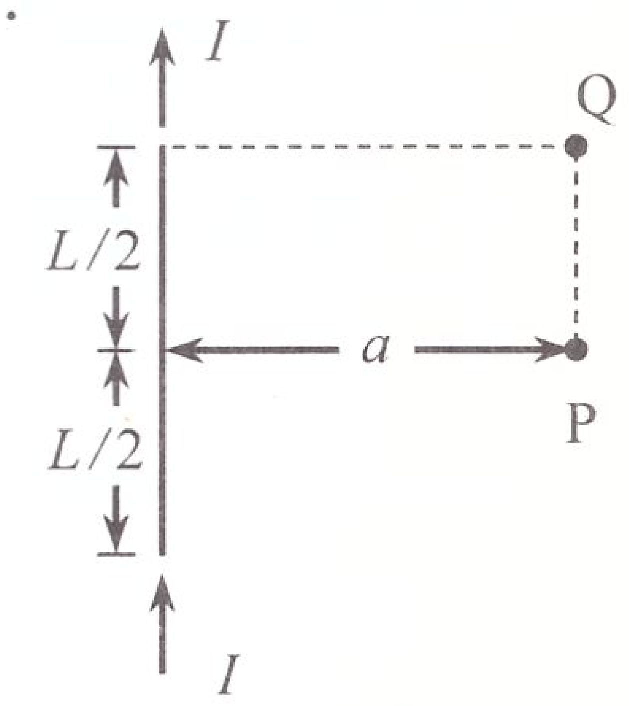
一平行板电容器的极板面积为 $S=1$ m^2，两极板夹着一块 $d=5$ mm 厚的同样面积的玻璃板，已知玻璃的相对介电常数为 $\varepsilon_r=5$. 电容器充电到电压 $U=12$ V 以后切断电源. 这时如果将玻璃板从电容器中抽出，则外力需要做的功为 $A=$______________J.

7.（本小题 4 分）y001

已知空气的击穿场强为 3 kV/mm，有一处于空气中的半径为 20 cm 的导体球，该导体球能够带有的最大电量为_____________C，最高电势为____________V.

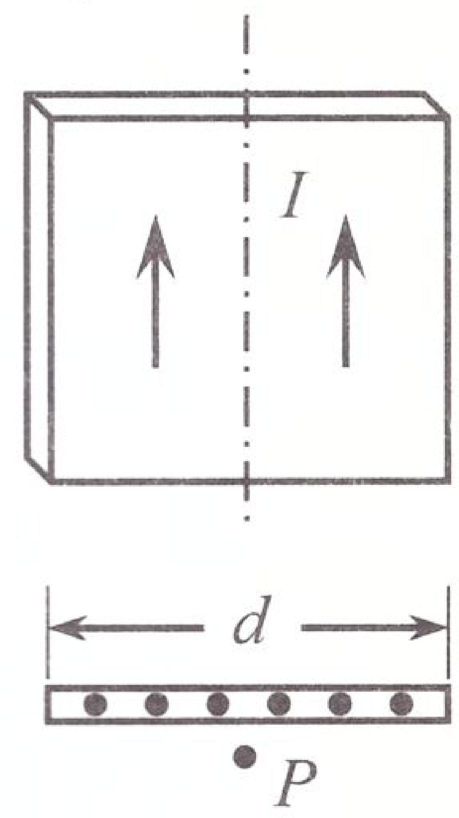
8.（本小题 4 分）t002

如图所示，一根长为 L 的导线，载有电流 I，则在导线的垂直平分线上与导线相距为 a 的 P 点的磁感应强度的大小为__________________.



9. （本小题 4 分）2102

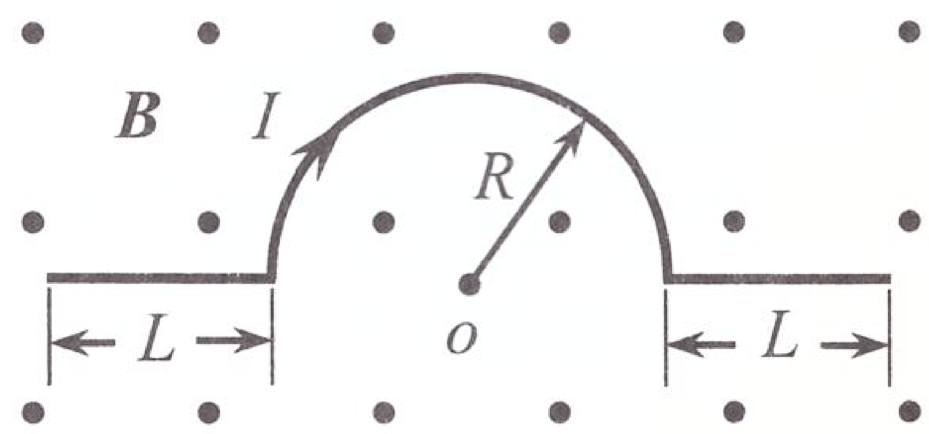
如图所示，在宽度为 d 的无限长导体薄片上有电流 I 沿此导体长度方向流过，电流在导体宽度方向均匀分布. 在导体中线上的导体表面附近 P 点（假设 P 点离导体表面很近）的磁感强度 $\boldsymbol{B}$ 的大小为____________.



俯视图

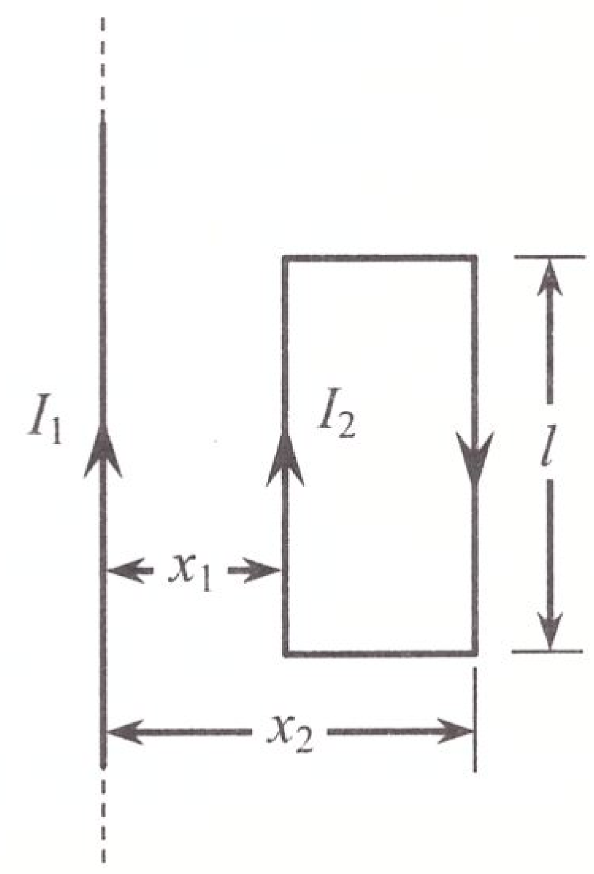
10.（本小题 4 分）　t003

载有电流为 I 的一根直导线中部被弯成半径为 R 的半圆形导线，如图所示. 现将其置于垂直平面向外的均匀磁场 $\boldsymbol{B}$ 中，则该导线所受的磁力大小为____________.



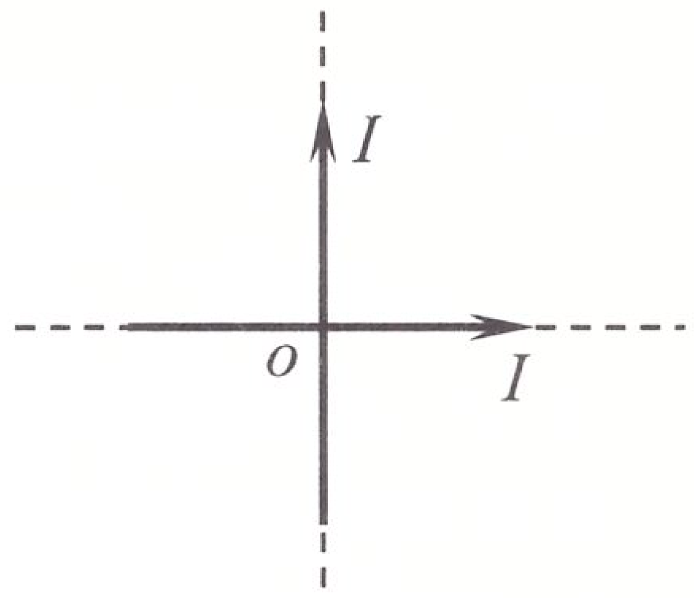
11.　（本小题 4 分）t004

一长直导线中通有电流 I_1，近旁有一共面的矩形线圈，其长边与导线平行. 若线圈中通有电流 I_2，线圈的位置及尺寸如图所示. 当 $I_1=20$A、$I_2=10$A、$x_1=1.0$cm、$x_2=10$cm、$l=20$cm 时，矩形线圈所受磁力的大小为_________________N.



12.（本小题 4 分）y002

如图，两条相互绝缘的无限长直导线通有相同电流 $I=1\text{A}$，在 o 点相交成 90°角，则单位长度导线所受磁力对 o 点的力矩为____________.

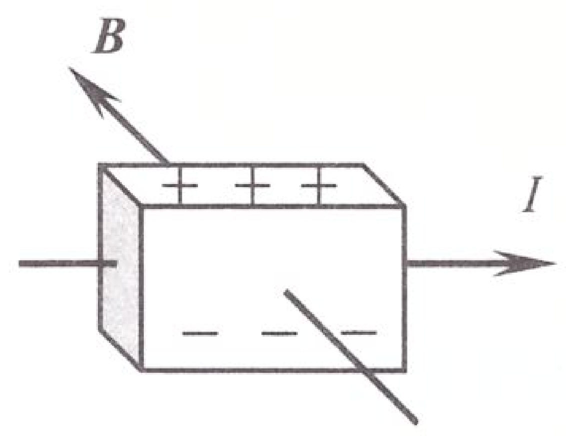


13.（本小题 4 分）2704

由细软导线做成的圆环，半径为 $R=0.1$ m，流过 $I=10$ A 的电流，将圆环放在磁感应强度 $B=1$ T 的均匀磁场中，磁场的方向与圆电流的磁矩方向一致，今有外力作用在导线环上，使其变成正方形，则在维持电流不变的情况下，外力克服磁场力所作的功是__________ J.

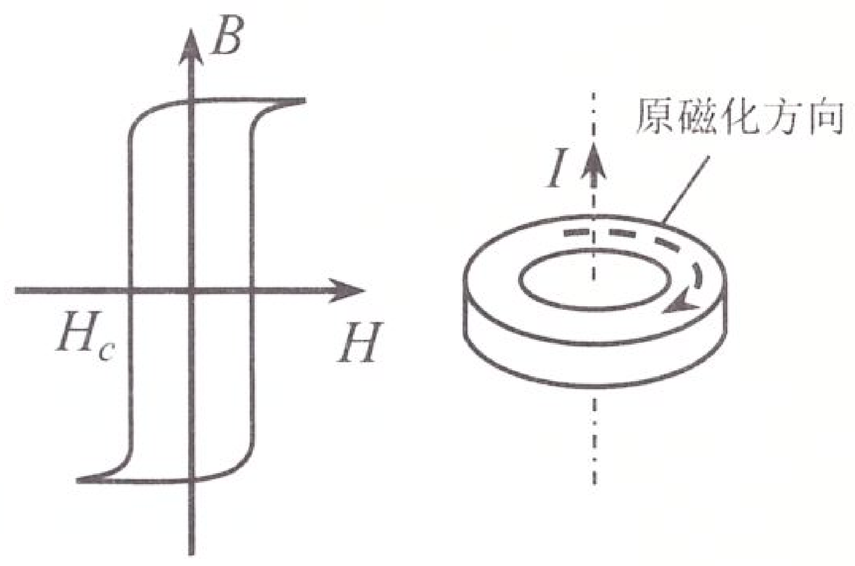
14.（本小题 4 分）2456

有半导体通以电流 I，放在均匀磁场 $\boldsymbol{B}$ 中，其上下表面积累电荷如图所示. 则导体中的载流子是__________电荷. （填“正”或“负”）



15.（本小题 4 分） t005

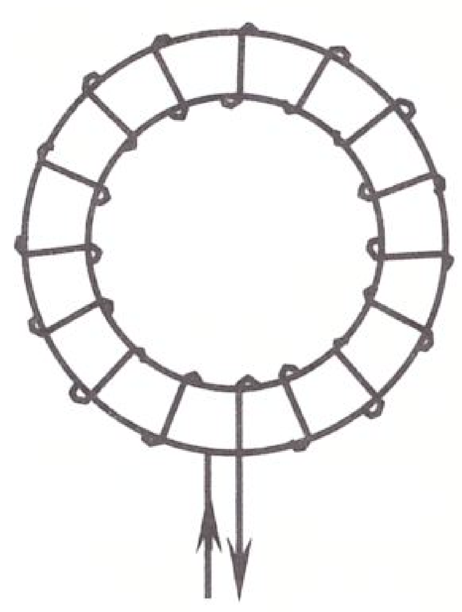
铁氧体的矩形磁滞回线如图(a)所示。图(b) 为用这种材料制作的电子计算机中存储元件的环形磁芯，其外半径为 0.8mm、内半径为 0.5mm、高 0.3mm，矫顽力为 $H_C=\dfrac{500}{\pi}$ A/m. 磁芯已被磁化，方向如图所示。对磁芯施加轴向电流达到____________A 时，磁芯中磁化方向开始翻转；若需使磁芯中自内向外的磁化方向全部翻转，脉冲电流的峰值至少需要达到_______________A.



(a)　　(b)

16.（本小题 4 分）5132

如图所示的细螺绕环，它由表面绝缘的导线在铁环上密绕而成，每厘米绕 10 匝. 当导线中的电流 I 为 2.0 A 时，测得铁环内的磁感应强度的大小 B 为 1.0 T，则可求得铁环的相对磁导率 μ_r 为____________.

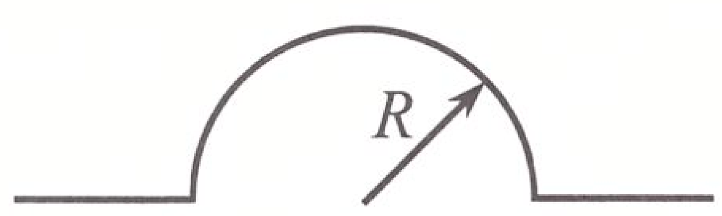


第二大题：（17~18 小题）t006

一电荷线密度为λ (>0)的均匀带电线，弯成如图所示的形状，其中 AB 和 CD 段为直线，长度均为 R，BC 段为半径为 R 的半圆弧，半圆弧的圆心为 o 点. 则：

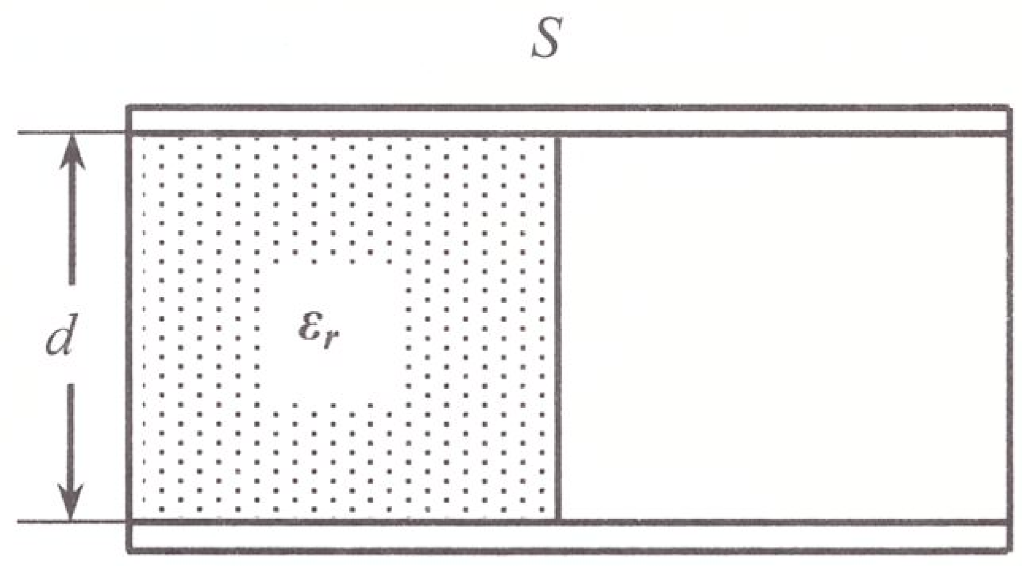
17.（本小题 4 分）AB 段带电直线在 o 点产生的电势为____________；

18.（本小题 4 分） BC 段带电半圆弧在 o 点产生的电势为_______________.



第三大题：（19~21 小题）w004

如图所示，一平行板电容器，极板面积为 S、间距为 d，左半空间充满相对介电常数为ε_r 的均匀电介质，右半空间为真空．该电容器充电后，上下极板分别带有$\pm Q$ 的电量，断开电源，忽略边缘效应．



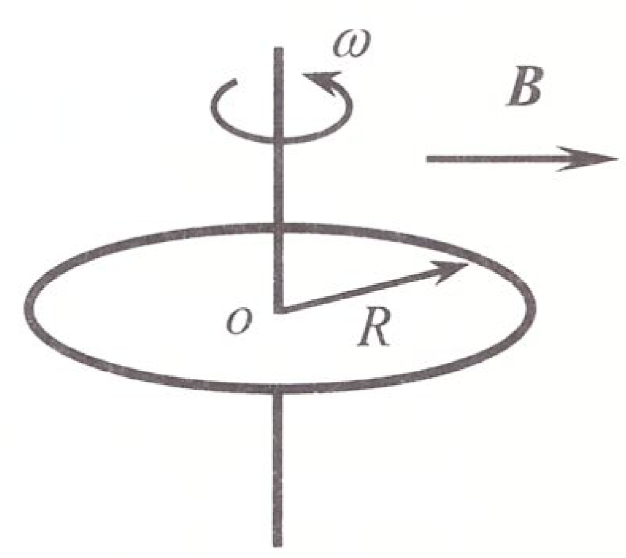
19.（本小题 4 分）左侧电介质中的电场强度和右侧真空中的电场强度_____________；(填“相等”或“不等”）

20.（本小题 4 分）电介质对应的左半部分极板上的自由电荷面密度σ_1 为_______________；

21.（本小题 4 分）电介质表面极化电荷面密度σ'为_________________．

第四大题：（22~23 小题）t007

一半径为 R 的塑料圆盘，表面上均匀分布有电荷，电荷面密度为 σ；圆盘以角速度 ω 绕通过中心且与盘面垂直的轴转动．如图所示．

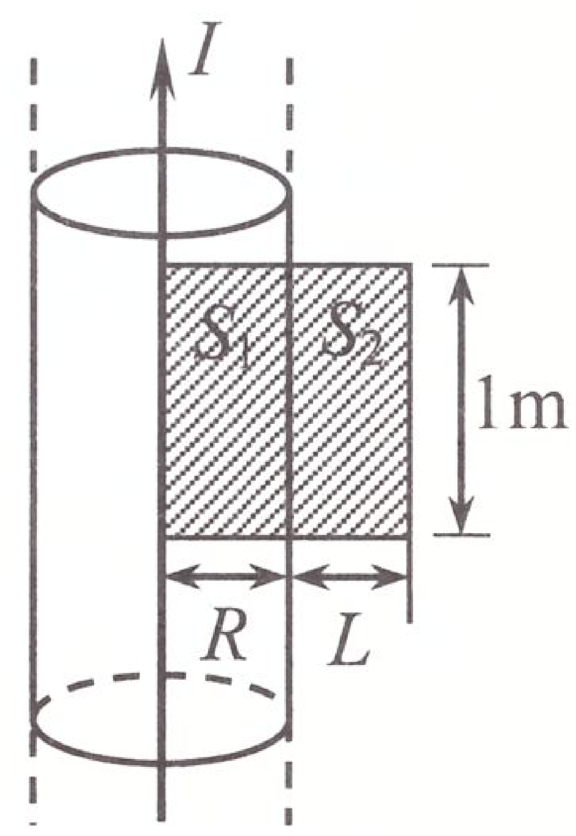


22.（本小题 4 分）圆盘上的电荷在盘心处产生的磁场的大小为_____________；

23.（本小题 4 分）若将上述圆盘置于与圆盘表面平行的匀强磁场 $\boldsymbol{B}$ 内，则该匀强磁场作用于圆盘的力矩的大小为______________．

第五大题：（24~25 小题）y003

真空中一无限长圆柱形铜导体（相对磁导率 μ_r），半径为 R，电流 I 沿轴向均匀流过截面．一过轴的平面（长为 1m、宽为 $R+L$）由 2 个矩形平面组成，位置如图中画阴影部分所示，位于导体内的矩形平面 S_1 长为 1m、宽为 R，位于导体外的矩形平面 S_2 长为 1m、宽为 L．



24.（本小题 4 分）通过矩形平面 S_1 的磁通量为___________________；

25.（本小题 4 分）通过矩形平面 S_2 的磁通量为______________________．

2019-2020 学年秋冬学期《大学物理甲 2》期中考试试卷参考答案 A

第一大题、

1. $U_R=\int_R^{3R}\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\cdot dr=\frac{Q}{6\pi\varepsilon_0 R}$， $U_\infty=\int_\infty^{3R}\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\cdot dr=-\frac{Q}{12\pi\varepsilon_0 R}$

2. $\vec{E}=-\nabla U=-(\frac{\partial U}{\partial x}\vec{i}+\frac{\partial U}{\partial y}\vec{j}+\frac{\partial U}{\partial z}\vec{k})=-b\,\vec{j}+3cz^2\,\vec{k}$

3. $q'+2q+Q=0$；$q'=-Q-2q=-Q-2q$；$q'+q''=-q$；$q''=-q+Q+2q=Q+q=Q+q$

4. $E=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}+\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0(d-r)}$， $U=\int_r^{d-r}(\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r'}+\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0(d-r')})dr'=\frac{\lambda}{\pi\varepsilon_0}\ln\frac{d-r}{r}$

$C=\frac{Q}{U}=\frac{\lambda\cdot 1}{[\lambda/(\pi\varepsilon_0)]\ln[(d-r)/r]}=\frac{\pi\varepsilon_0}{\ln[(d-r)/r]}$

5. $w_e=\frac{1}{2}\varepsilon_0\varepsilon_r E^2$， $E=\sqrt{\frac{2w_e}{\varepsilon_0\varepsilon_r}}=\sqrt{\frac{2\times2\times10^6\times10^6}{4\times8.85\times10^{-12}}}=3.36\times10^{11}(\text{V/m})$

6. $C=\varepsilon_0\varepsilon_r\frac{S}{d}$， $Q=CU=\varepsilon_0\varepsilon_r\frac{S}{d}U$， $C_0=\varepsilon_0\frac{S}{d}$； $A=\frac{Q^2}{2C_0}-\frac{Q^2}{2C}=\frac{\varepsilon_r-1}{2}\varepsilon_0\varepsilon_r\frac{S}{d}U^2$

$A=2.5488\times10^{-6}(\text{J})$

7. $E=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$， $E_{\max}=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$， $Q_{\max}=E_m 4\pi\varepsilon_0 R^2=1.33\times10^{-5}(\text{C})$

$U_{\max}=\frac{Q_{\max}}{4\pi\varepsilon_0 R}=E_m R=6.0\times10^5(\text{V})$

8. $B=\frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1-\cos\theta_2)=2\frac{\mu_0 I}{4\pi a}\frac{L/2}{\sqrt{a^2+(L/2)^2}}=\frac{\mu_0 I}{2\pi a}\frac{L}{\sqrt{4a^2+L^2}}=\frac{\mu_0 IL}{2\pi a\sqrt{4a^2+L^2}}$

9. $\oint_L\vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I_i$， $2Bl=\mu_0 jl=\mu_0\frac{I}{d}l$， $B=\frac{\mu_0 I}{2d}=\frac{\mu_0 I}{2d}$

10. $F=BIL+BIL+BI\cdot 2R=2BI(L+R)$

11. $F_3=\int_{x_1}^{x_2}I_2\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}dr=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\ln\frac{x_2}{x_1}$， $F_4=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\ln\frac{x_2}{x_1}$， $F_3-F_4=0$

$F_1=I_2 lB_1=\frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi x_1}=8\times10^{-4}\text{ N}$， $F_2=\frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi x_2}=8\times10^{-5}\text{ N}$， $F=F_1-F_2=7.2\times10^{-4}\text{ N}$

12. $B=\frac{\mu_0 I}{2\pi x}$； $dF=IdlB\sin 90°=\frac{\mu_0 I^2}{2\pi x}dl$， $dM=xdF=x\frac{\mu_0 I^2}{2\pi x}dl=\frac{\mu_0 I^2}{2\pi}dl$；

$M_l=\frac{dM}{dl}=\frac{\mu_0 I^2}{2\pi}=2\times10^{-7}\text{ N}\cdot\text{m}$

13. $2\pi R=4a$； $a=\frac{\pi R}{2}$， $A_{\text{out}}=-A_B=-I\Delta\Phi_B=I(\pi R^2-a^2)B=6.75\times10^{-2}(\text{J})$

14. 正

15. $H_c=\frac{I_1}{2\pi r_1}$， $I_1=2\pi r_1 H_c=2\pi r_1\frac{500}{\pi}=0.5(\text{A})$， $I_2=2\pi r_2 H_c=2\pi r_2\frac{500}{\pi}=0.8(\text{A})$

16. $H\cdot 2\pi r=NI$， $H=\frac{NI}{2\pi r}=nI$， $\mu_r=\frac{B}{\mu_0 nI}$， $B=\mu_0\mu_r H=\mu_0\mu_r nI=398$

第二大题：

17. $\mathrm{d}U=\dfrac{\lambda\mathrm{d}r}{4\pi\varepsilon_0 r}$，$U_{OAB}=\int\mathrm{d}U=\int_R^{2R}\dfrac{\lambda\mathrm{d}r}{4\pi\varepsilon_0 r}=\dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\ln 2=\dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\ln 2$

18. $\mathrm{d}U=\dfrac{\lambda\mathrm{d}l}{4\pi\varepsilon_0 R}$，$U_{OBC}=\int\mathrm{d}U=\int_0^{\pi R}\dfrac{\lambda\mathrm{d}l}{4\pi\varepsilon_0 R}=\dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 R}\int_0^{\pi R}\mathrm{d}l=\dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 R}\pi R=\dfrac{\lambda}{4\varepsilon_0}=\dfrac{\lambda}{4\varepsilon_0}$

第三大题：

19. $U_1=U_2$，$\dfrac{U_1}{d}=\dfrac{U_2}{d}$，$E_1=\dfrac{U_1}{d}=\dfrac{U_2}{d}=E_2$，电场强度相等

20. $D_1=\sigma_1$，$E_1=\dfrac{D_1}{\varepsilon_1}=\dfrac{\sigma_1}{\varepsilon_0\varepsilon_r}$，$D_2=\sigma_2$，$E_2=\dfrac{D_2}{\varepsilon_0}=\dfrac{\sigma_2}{\varepsilon_0}$；$\dfrac{\sigma_1}{\varepsilon_0\varepsilon_r}=\dfrac{\sigma_2}{\varepsilon_0}$，$\sigma_1\dfrac{S}{2}+\sigma_2\dfrac{S}{2}=Q$

$\sigma_1=\dfrac{2\varepsilon_r Q}{(\varepsilon_r+1)S}$，$\sigma_2=\dfrac{\sigma_1}{\varepsilon_r}=\dfrac{2Q}{(\varepsilon_r+1)S}$

21. $E_1=\dfrac{\sigma_1}{\varepsilon_0\varepsilon_r}=\dfrac{2Q}{\varepsilon_0(\varepsilon_r+1)S}$，$P_1=\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)E_1=\dfrac{2(\varepsilon_r-1)Q}{(\varepsilon_r+1)S}$，

$\sigma_1'=P_1\cos\pi=-\dfrac{2(\varepsilon_r-1)Q}{(\varepsilon_r+1)S}$；$\sigma_2'=P_2\cos 0^\circ=\dfrac{2(\varepsilon_r-1)Q}{(\varepsilon_r+1)S}=\dfrac{2(\varepsilon_r-1)Q}{(\varepsilon_r+1)S}$

第四大题：

22. $\mathrm{d}q=\sigma 2\pi r\mathrm{d}r$，$\mathrm{d}I=\nu\mathrm{d}q=\dfrac{\omega}{2\pi}\mathrm{d}q=\sigma\omega r\mathrm{d}r$，$\mathrm{d}B=\dfrac{\mu_0\mathrm{d}I}{2r}=\dfrac{\mu_0\sigma\omega\mathrm{d}r}{2}$

$$B=\int\mathrm{d}B=\int_0^R\frac{\mu_0\sigma\omega\mathrm{d}r}{2}=\int_0^R\frac{\mu_0\sigma\omega\mathrm{d}r}{2}=\frac{\mu_0\sigma\omega R}{2}=\frac{1}{2}\mu_0\sigma\omega R$$

23. $\mathrm{d}p_m=S\mathrm{d}I=\pi r^2\sigma\omega r\mathrm{d}r=\pi\sigma\omega r^3\mathrm{d}r$，$p_m=\int\mathrm{d}p_m=\int_0^R\pi\sigma\omega r^3\mathrm{d}r=\dfrac{\pi\sigma\omega R^4}{4}$

$$M=p_mB\sin 90^\circ=\frac{\pi\sigma\omega R^4 B}{4}=\frac{1}{4}B\pi\sigma\omega R^4$$

第五大题： $r\le R$：$H\cdot 2\pi r=\sum\limits_{in}I_i=\dfrac{I}{\pi R^2}\pi r^2$，$H=\dfrac{Ir}{2\pi R^2}$

$r>R$：$H\cdot 2\pi r=\sum\limits_{in}I_i=I$，$H=\dfrac{I}{2\pi r}$

$$H=\begin{cases}\dfrac{Ir}{2\pi R^2} & r\le R\\[2mm] \dfrac{I}{2\pi r} & r>R\end{cases},\qquad B=\mu H=\begin{cases}\dfrac{\mu_0\mu_r Ir}{2\pi R^2} & r\le R\\[2mm] \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r} & r>R\end{cases}$$

24. $\Phi_{Bl1}=\int_0^R\dfrac{\mu_0\mu_r Ir}{2\pi R^2}l\mathrm{d}r=\dfrac{\mu_0\mu_r I}{4\pi}l$，$\Phi_{B1}=\dfrac{\Phi_{Bl}}{l}=\dfrac{\mu_0\mu_r I}{4\pi}=\dfrac{\mu_0\mu_r I}{4\pi}$

25. $\Phi_{Bl2}=\int_R^{R+L}\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}l\mathrm{d}r=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi}l\ln\dfrac{R+L}{R}$，$\Phi_{B2}=\dfrac{\Phi_{Bl2}}{l}=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi}\ln\dfrac{R+L}{R}=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi}\ln\dfrac{R+L}{R}$