大学物理 II----练习答案

习题一

1.C　2.B　3.A　4.A　5.D　6.B　7.(本题 3 分) 27.8g/mol

8.（本题 5 分）（4036）

$$(1)\int_{v0}^{\infty} f(v)\,dv \qquad (2)\int_{v0}^{\infty} Nf(v)\,dv \qquad (3)\frac{\int_{v0}^{\infty}\frac{1}{2}mv^2 f(v)\,dv}{\int_{v0}^{\infty} f(v)\,dv}$$

习题二

1.C　2.B

3.（本题 4 分）（4043）0.351m/s　0.324m/s

4.（本题 3 分）（4007）　2.33×10^3Pa

5.（本题 5 分）（4017）　1.24×10^4　6.21×10^{-21}　1.035×10^{-20}

6.（本题 3 分）（5058）　每个气体分子热运动的平均平动动能

7.（本题 5 分）（4072）　1:1　1:1　5:3

8.（本题 4 分）（4055）　$5.42\times10^7 S^{-1}$　6×10^{-5}cm

9.（本题 5 分）（4661）

解：(1)　$$E=\frac{i_1}{2}\frac{M_1}{M_{mol1}}RT+\frac{i_2}{2}\frac{M_2}{M_{mol2}}RT$$

$$T=E/(\frac{i_1}{2}\frac{M_1}{M_{mol1}}RT+\frac{i_2}{2}\frac{M_2}{M_{mol2}})R=300K$$

(2)　$$\overline{\varepsilon_1}=\frac{6}{2}kT=1.24\times10^{-20}J$$

$$\overline{\varepsilon_2}=\frac{5}{2}kT=1.04\times10^{-20}J$$

10.（本题 10 分）（4070）

解：定向运动动能$\frac{1}{2}Nmv^2$，气体内能增量$N\frac{1}{2}ik\Delta T, i=3$，按能量守恒应有：

$$\frac{1}{2}Nmv^2=N\frac{1}{2}ik\Delta T$$

所以：　$$mv^2=iR\Delta T/N_A$$

(1)　$$\Delta T=N_A mv^2/(iR)=M_{mol}v^2/(iR)=6.42K$$

(2)　$$\Delta p=(M/M_{mol})R\Delta T/V=6.67\times10^4 Pa$$

(3)　$$\Delta E=(M/M_{mol})\frac{1}{2}iR\Delta T=2.00\times10^3 J$$

(4)　$$\Delta\overline{\varepsilon}=\frac{1}{2}ik\Delta T=1.33\times10^{-22}J$$

11.（本题5分）（4456）

解：当不计振动自由度时，H_2O分子、H_2分子、O_2分子的自由度分别为6、5、5

所以：　$1molH_2O$内能 $E_1=3RT$

$1molH_2$或O_2内能 $E_2=\frac{5}{2}RT$

故内能增量$\Delta E=(1+\frac{1}{2})\frac{5}{2}RT-3RT=\frac{3}{4}RT$

12.解：(1) 据　$pV=(M/M_{mol})RT$

得：　$p_{H_2}/p_{Ar}=(M_{mol})_{Ar}/(M_{mol})_{H_2}$

因为：$(M_{mol})_{Ar}>(M_{mol})_{H_2}$，所以：$p_{H_2}>p_{Ar}$

（2）相等，因为气体分子的平均平动动能只决定于温度。

（3）据　$E=(M/M_{mol})\frac{1}{2}iRT$，

得：$E_{Ar}/E_{H_2}=(i_{Ar}/i_{H_2})\left[(M_{mol})_{H_2}/(M_{mol})_{Ar}\right]=(3/5)(2/10)$

所以：$E_{Ar}<E_{H_2}$

习题三

一.　选择题（共6分）

1.C　2.B

3.(本题3分) 一个点　一条曲线

4.（本题3分）物体作宏观位移　分子之间的互相作用

5.A　6. C

7.(本题3分)　S_1+S_2　$-S_1$

习题四

1.D　2.B　3.A

4.(本题3分)（4319）　A/R　$\frac{7}{2}A$

5.（本题3分）（4688）　$4A$

6.（本题3分）（4141）　从几率较小的状态到几率较大的状态

状态的几率增大（或熵值增加）

7.（本题5分）（4137）　热量不可能自动的从低温物体传向高温物体

不可能制成一种循环动作热机，只从单一热源吸热完全变为有用功，而其它物体不发生任何变化。

8.（本题5分）（5076）　大量微观粒子热运动所引起的无序性（或热力学系统的无序性）

9.（本题 4 分）（4140） 从单一热源吸热，在循环中不断对外作功的热机
热力学第二定律

习题五

1. C 2. B

3.（本题 3 分）（1548） $2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g-(qE/m)}}$

4.（本题 5 分）（1258）

$$\frac{qd}{4\pi\varepsilon_0 R^2(2\pi R-d)}\approx\frac{qd}{8\pi^2\varepsilon_0 R^3}$$

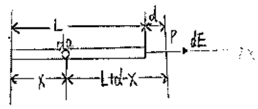
三．计算题

5.（本题 5 分）（1263）

解：设 P 点在杆的右边，选取杆的左端为坐标原点 O，X 轴沿杆的方向，如图，并设杆的长度为 L，P 点离杆的端点为 d。

在 X 处取一电荷元 $\mathrm{dq}=(q/L)\mathrm{dx}$，它在 P 点产生的场强为：

$$\mathrm{d}E=\frac{\mathrm{dq}}{4\pi\varepsilon_0(L+d-x)^2}=\frac{\mathrm{qdx}}{4\pi\varepsilon_0 L(L+d-x)^2}$$



P 点处的总场强为：

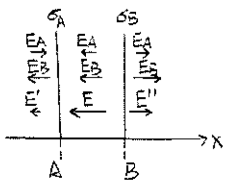
$$E=\frac{\mathrm{q}}{4\pi\varepsilon_0 L}\int_0^L\frac{dx}{(L+d-x)^2}=\frac{\mathrm{q}}{4\pi\varepsilon_0 d(L+d)}$$

带入题目所给的数据，得：E=1.8×10^4 N/c，$\overline{E}$ 的方向沿 X 轴正向。

6.（本题 10 分）（1060）

解：两带电平面各自产生的场强分别为：

$\mathrm{E}_A=|\sigma_A|/(2\varepsilon_0)$ 方向如图所示； $\mathrm{E_B}=\sigma_B/(2\varepsilon_0)$ 方向如图所示



由叠加定理两极间电场强度为：

$\mathrm{E}=\mathrm{E}_A+\mathrm{E_B}=(|\sigma_A|+\sigma_B)/(2\varepsilon_0)=3\times10^4 N/C$ 方向：沿 X 轴负方向

两极外侧：

左侧：$\mathrm{E}'=\mathrm{E}_B-\mathrm{E}_A=(\sigma_B-|\sigma_A|)/(2\varepsilon_0)=1\times10^4 N/C$ 方向：沿 X 轴负方向

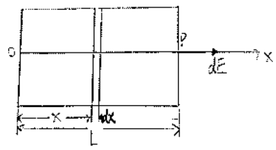
右侧：$\mathrm{E}''==1\times10^4 N/C$ 方向：沿 X 轴正方向

习题六

1.A　2.D　3.A

4.(本题 5 分)(1410)

解：以左端底面处为坐标原点，X 轴沿轴线向右为正，在任意处 X 取宽 dx 的圆环，其上电量 $dq=(Qdx)/L$



小圆环在 P 点产生的电场强度为：

$$\mathrm{d}E=\frac{dq(L-x)}{4\pi\varepsilon_0[R^2+(L-x)^2]^{\frac{3}{2}}}=\frac{Q(L-x)dx}{4\pi\varepsilon_0 L[R^2+(L-x)^2]^{\frac{3}{2}}}=-\frac{Q}{8\pi\varepsilon_0 L}\cdot\frac{d[R^2+(L-x)^2]}{[R^2+(L-x)^2]^{\frac{3}{2}}}$$

总场强：

$$E=\int dE=-\frac{Q}{8\pi\varepsilon_0 L}\int_0^L\frac{d[R^2+(L-x)^2]}{[R^2+(L-x)^2]^{\frac{3}{2}}}=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 L}[\frac{1}{R}-\frac{1}{\sqrt{R^2+L^2}}]$$　方向沿 X 轴正向

5.(本题 10 分)(1009)

解：把所有电荷都看作正电荷处理，在 θ 处取微小电荷 $dq=\lambda dl=2Qd\theta/\pi$

它在 O 点产生场强：$dE=\dfrac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R^2}=\dfrac{Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}d\theta$

按 θ 角变化，将 dE 分解成两个分量：

$$dE_x=dE\sin\theta=\frac{Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}\sin\theta d\theta$$

$$dE_y=-dE\cos\theta=-\frac{Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}\cos\theta d\theta$$

对各分量分别积分，积分时考虑到一半是负电荷，

$$E_x=\frac{Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}[\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin\theta d\theta-\int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi}\sin\theta d\theta]=0$$

$$E_y=\frac{-Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}[\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos\theta d\theta-\int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi}\cos\theta d\theta]=\frac{-Q}{\pi^2\varepsilon_0 R^2}$$

所以　$\vec{E}=E_x\vec{i}+E_y\vec{j}=\dfrac{-Q}{\pi^2\varepsilon_0 R^2}\vec{j}$

习题七

1. B　　2. D　　3.（本题 3 分）（5426）$\dfrac{q_1}{\varepsilon_0}$　　$\dfrac{(q_1+q_2)}{\varepsilon_0}$

4.（本题 5 分）（1373）

解：在球内去半径为 r、厚为 dr 的薄球壳，该壳内所包含的电量为：

$$dq=\rho dV=Ar\cdot 4\pi r^2dr$$

在半径为 r 的球面内包含的总电量为：

$$q=\int_v\rho dV=\int_0^r Ar^3\cdot 4\pi r^2dr=\pi Ar^4\quad(r\le R)$$

以该球面为高斯面，按高斯定理有：$E_1\cdot 4\pi r^2=\pi Ar^4/\varepsilon_0$

得到 $E_1=Ar^2/(4\varepsilon_0)$，方向沿径向，A>0 时向外，A<0 时向里，$(r\le R)$

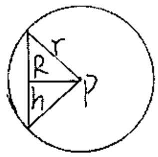
在球体外作一半径为 r 的同心高斯球面，按高斯定理有：$E_2\cdot 4\pi r^2=\pi AR^4/\varepsilon_0$

得到：$E_2=AR^4/(4\varepsilon_0 r^2)$，方向沿径向，A>0 时向外，A<0 时向里，$(r>R)$

5.（本题 8 分）（1285）

解：以 P 点为球心，$r=\sqrt{R^2+h^2}$ 为半径作一球面，可以看出通过半径为 R 的圆平面的电场强度通量与通过以它为周界的球冠面的电场强度通量相等。

球冠面的面积为 $S=2\pi r(r-h)$



整个球面积 $S_0=4\pi r^2$，通过整个球面的电场强度通量 $\phi_0=\dfrac{q}{\varepsilon_0}$，

通过球冠面的电场强度通量：

$$\phi=\phi_0\frac{S}{S_0}=\frac{q}{\varepsilon_0}\cdot\frac{2\pi r(r-h)}{4\pi r^2}=\frac{q}{2\varepsilon_0}(1-\frac{h}{r})=\frac{q}{2\varepsilon_0}(1-\frac{h}{\sqrt{R^2+h^2}})$$

习题八

1. C　　2. B

3.（本题 5 分）（1500）　Q/ε_0　$\overline{E}_a=0,\ \overline{E}_b=5Q/\left(18\pi\varepsilon_0R^2\right)$

4.（本题 3 分）（1189）　$Q\Delta S/(16\pi^2\varepsilon_0R^4)$　由圆心 0 指向 ΔS

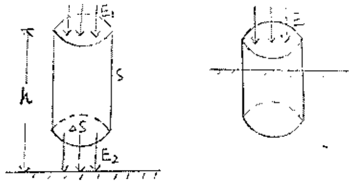
5.（本题 10 分）（0389）

解：（1）设电荷的平均题密度为 ρ，取圆柱形高斯面（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，则通过高斯面的电通量为：

$\oint \overline{E}\cdot d\overline{S}=E_2\Delta S-E_1\Delta S=(E_2-E_1)\Delta S$　　包围的电荷$\sum q_i=h\Delta S\rho$　（S 内）

由高斯定理 $(E_2-E_1)\Delta S=h\Delta S\rho/\varepsilon_0$　　$\therefore \rho=\frac{1}{h}\varepsilon_0(E_2-E_1)=4.43\times10^{-13}C/m^3$



（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，取高斯面如图所示：

由高斯定理　$\oint \overline{E}\cdot d\overline{S}=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum q_i$；$-E\Delta S=\frac{1}{\varepsilon_0}\sigma\Delta S$

$\therefore \sigma=-\varepsilon_0 E=-8.9\times10^{-10}C/m^2$

6.（本题 10 分）（5092）

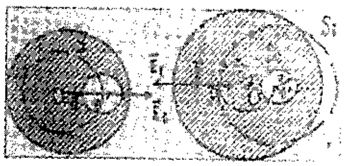
解：（1）挖去电荷体密度为ρ的小球，以形成球腔，相当于不挖，而在同一位置放上电荷体密度为$-\rho$的同样大小的球体。而场强为两者叠加，即：$\overline{E_0}=\overline{E_1}+\overline{E_2}$，

以 0 点为球心，$\overline{OO'}$=d 为半径作球面为高斯面 S，则

$$\oint_S \overline{E_1}\cdot d\overline{S}=E_1\cdot 4\pi d^2=\frac{1}{\varepsilon_0}\cdot\frac{4\pi}{3}d^3\cdot\rho \quad \therefore E_1=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}d$$

$\because O'$ 点为小球体的球心，$\therefore E_2=0$

$\therefore E_0=E_1+E_2=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}d$，方向如图所示



（2）以 0，O'为球心，过 P 点分别作球面为高斯面，则

$$\oint_{S_1}\overline{E_1}\cdot d\overline{S}=E_1\cdot 4\pi d^2=\frac{1}{\varepsilon_0}\cdot\frac{4\pi}{3}d^3\cdot\rho \rightarrow\ E_1=\rho d/(3\varepsilon_0),\ E_2=\frac{-r^3\rho}{12\varepsilon_0 d^2}$$

$E=E_1+E_2=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}(d-\frac{r^3}{4d^2})$，方向如图所示。

习题九

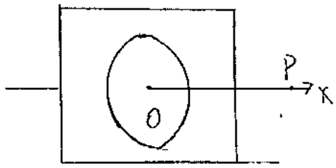
1. D　2. C　3. C　4.（本题5分）（1023）60V　15V

5.（本题5分）（5167）$Q/(4\pi\varepsilon_0 R)$　$-qQ/(4\pi\varepsilon_0 R)$

6.（本题10分）（1180）

解：将题中的电荷分布作为面密度为σ的大平面和面密度为$-\sigma$的圆盘叠加的结果，

选x轴垂直于平面，坐标原点0在圆盘的中心，大平面在x处产生的场强为$\vec{E_1}=\dfrac{\sigma x}{2\varepsilon_0|x|}\vec{i}$



圆盘在该处的场强为：$\vec{E_2}=\dfrac{-\sigma x}{2\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{|x|}-\dfrac{1}{\sqrt{R^2+x^2}}\right)\vec{i}$

$$\therefore \vec{E}=\vec{E_1}+\vec{E_2}=\frac{\sigma x}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+x^2}}\vec{i}$$

该点的电势为：$U=\displaystyle\int_x^0\frac{\sigma x dx}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+x^2}}=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(R-\sqrt{R^2+x^2})$

7.（本题5分）（1453）

解：设无穷远处为电势零点，则A、B两点电势分别为：

$$U_A=\frac{\lambda R}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+3R^2}}=\frac{\lambda}{4\varepsilon_0},\quad U_B=\frac{\lambda R}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+8R^2}}=\frac{\lambda}{6\varepsilon_0}$$

q处A点运动到B点电场力作功：

$$A=q(U_A-U_B)=q\left(\frac{\lambda}{4\varepsilon_0}-\frac{\lambda}{6\varepsilon_0}\right)=\frac{q\lambda}{12\varepsilon_0}$$

习题十

1. C　2. A　3. C　4.（本题3分）（1418）$\dfrac{\lambda}{2\varepsilon_0}$　5.（本题3分）（1419）200

6.（本题10分）（1374）

解：（1）在球内取半径为r，厚为dr的薄球壳，该壳内所包含的电量为：

$$dq=\rho dV=qr\cdot 4\pi r^2 dr/(\pi R^4)=4qr^3dr/R^4$$

则球体所带的总电量为：

$$Q=\int_V \rho dV=(4q/R^4)\int_0^R r^3 dr=q$$

（2）在球内作一半径为 r_1 的高斯球面，按高斯定理有：

$$4\pi r_1^2 E_1=\frac{1}{\varepsilon_0}\int_0^{r_1}\frac{qr}{\pi R^4}\cdot 4\pi r^2 dr=\frac{qr_1^4}{\varepsilon_0 R^4}$$

得：$E_1=\dfrac{qr_1^2}{4\pi\varepsilon_0 R^4}$ $(r_1\le R)$，$\overrightarrow{E_1}$ 的方向沿半径向外。

在球外作一半径为 r_2 的高斯球面，按高斯定理有：$4\pi r_2^2 E_2=\dfrac{q}{\varepsilon_0}$

得：$E_2=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_2^2}$ $(r_2\ge R)$，$\overrightarrow{E_2}$ 的方向沿半径向外。

（3）球内电势：

$$U_1=\int_{r_1}^{R}\overrightarrow{E_1}\cdot d\vec{r}+\int_R^{\infty}\overrightarrow{E_2}\cdot d\vec{r}=\int_{r_1}^{R}\frac{qr^2}{4\pi\varepsilon_0 R^4}\cdot d\vec{r}+\int_R^{\infty}\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\cdot d\vec{r}$$

$$=\frac{q}{3\pi\varepsilon_0 R}-\frac{qr_1^3}{12\pi\varepsilon_0 R^4}=\frac{q}{12\pi\varepsilon_0 R}(4-\frac{r_1^3}{R^3})\qquad (r_1\le R)$$

球外电势：

$$U_2=\int_{r_2}^{\infty}\overrightarrow{E_2}\cdot d\vec{r}=\int_{r_2}^{\infty}\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\cdot d\vec{r}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_2}\qquad (r_2\ge R)$$

7.（本题 10 分）（1375）

解：球形电容器的电容 $C=\dfrac{4\pi\varepsilon ab}{b-a}$

当内外导体间电势差为 U 时，电容器内外球壳上带电荷：

$$q=CU=\frac{4\pi\varepsilon abU}{b-a}$$

电容器内球壳表面处的场强大小为：

$$E=\frac{\sigma}{\varepsilon}=\frac{q}{4\pi\varepsilon a^2}=\frac{bU}{a(b-a)}$$

欲求内球表面的最小场强，令 $\dfrac{dE}{da}=0$，则

$$\frac{dE}{da}=bU\left(\frac{1}{a(b-a)^2}-\frac{1}{a^2(b-a)}\right)=0$$

得到 $a=\dfrac{b}{2}$，并有 $\left.\dfrac{d^2E}{da^2}\right|_{a=\frac{b}{2}}>0$

可知这时有最小电场强度 $E_{\min}=\dfrac{bU}{a(b-a)}=\dfrac{4U}{b}$

习题十一

1.D　　2.D

3.（本题 3 分）（1640）$\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

4.（本题 3 分）（1364）$\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$

5.（本题 10 分）（1397）

解：设无穷远处为电势零点，则两粒子在相距 r_1（=1nm）时的静电势能为 $W_p=\dfrac{2e^2}{4\pi\varepsilon_0 r_1}$

两粒子在电场力（保守力）作用下运动到 $r\to\infty$ 时，势能转化为动能，系统不受外力作用，动量守恒　$m_p v - m_a v' = 0$　因此得　$v'=\dfrac{m_p v}{m_a}$

则：$\dfrac{1}{2}m_p v^2+\dfrac{1}{2}m_a\left[\dfrac{m_p v}{m_a}\right]^2=\dfrac{2e^2}{4\pi\varepsilon_0 r_1}$

得：$\dfrac{1}{2}m_p v^2\cdot\left[1+\dfrac{m_p}{m_a}\right]^2=\dfrac{2e^2}{4\pi\varepsilon_0 r_1}$

得到：$\dfrac{1}{2}m_p v^2=3.69\times10^{-19}J$

$\dfrac{1}{2}m_a v'^2=\dfrac{1}{4}\times\dfrac{1}{2}m_p v^2=9.2\times10^{-20}J$

6.（本题 8 分）（5425）

解：设导体球带电 q，取无穷远处为电势零点，则

导体球电势：$U_0=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

内球壳电势：$U_1=\dfrac{Q_1-q}{4\pi\varepsilon_0 R_1}+\dfrac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$

二者等电势，即：$\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}=\dfrac{Q_1-q}{4\pi\varepsilon_0 R_1}+\dfrac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$，

解得：$q=\dfrac{r(R_2Q_1+R_1Q_2)}{R_2(R_1+r)}$

习题十二

1.D　2.C　3.A

4.（本题 3 分）（1227）$\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon_r}$

5.（本题 3 分）（1630）$\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

6.（本题 10 分）（1866）

解：由高斯定理求得两球壳的场强为：

$$E=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\quad (R_1<r<R_2)\text{方向沿半径指向内球壳。}$$

电子在电场中受电场力的大小为：

$$F=eE=\frac{eq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\quad \text{方向沿半径指向外球壳}$$

电子自内球壳到外球壳电场力作功为：

$$A=\int_{R_1}^{R_2}Fdr=\frac{eq}{4\pi\varepsilon_0}\int_{R_1}^{R_2}\frac{1}{r^2}dr=\frac{eq}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)=\frac{eq(R_2-R_1)}{4\pi\varepsilon_0 R_1R_2}$$

由动能定理：$\dfrac{1}{2}m_eV^2=\dfrac{eq(R_2-R_1)}{4\pi\varepsilon_0 R_1R_2}$，得到 $V=\sqrt{\dfrac{eq(R_2-R_1)}{2\pi\varepsilon_0 R_1R_2 m_e}}=1.98\times10^7\,\mathrm{m}/s$

7.解：（1）由高斯定理：

$$E_1=0\quad(r<R_1);\qquad E_2=\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r_1^2}(R_1<r<R_2)$$

$$E_3=0(R_2<r<R_3);\quad E_4=\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}(r>R_3)$$

（2）球心的电势：

$$U_0=\int_0^{R_1}E_1dr+\int_{R_1}^{R_2}E_2dr+\int_{R_2}^{R_3}E_3dr+\int_{R_3}^{\infty}E_4dr=\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_1}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)+\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_3}$$

习题十三

1.A　2.B　3.A

4.（本题 3 分）（1319）增大电容　提高电容器的耐压能力

5.（本题 3 分）（1528）$5\times10^{-5}J$

6.（本题 5 分）（5440）

解：（1）看成两个相同的电容器并联　$C_1=C_2=\dfrac{\varepsilon_0 S}{d}$

$$C = C_1 + C_2 = \frac{2\varepsilon_0 S}{d} = 1.06\times10^{-10}F = 106pF$$

（2）忽略边缘效应，电荷看作均匀分布：$Q = CU$

外片：$\sigma_1 = \frac{Q}{2S} = \frac{CU}{2S} = 1.95\times10^{-5}C/m^2 = 0.195C/cm^2$

内片：$\sigma_2 = \frac{Q}{S} = 2\sigma_1 = 0.39C/cm^2$

7.（本题 10 分）（1531）

解：（1）已知内球壳上带正电荷 Q，则两球壳中间的场强大小为：$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

两球壳间电势差：

$$U_{12} = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}d\vec{r} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}) = \frac{Q(R_2 - R_1)}{4\pi\varepsilon_0 R_1 R_2}$$

电容：$C = \frac{Q}{U_{12}} = \frac{4\pi\varepsilon_0 R_1 R_2}{(R_2 - R_1)}$

（2）电场能量：$W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2(R_2 - R_1)}{8\pi\varepsilon_0 R_1 R_2}$

习题十四

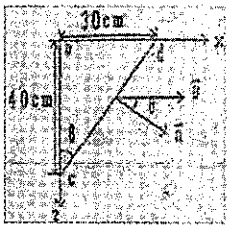
1.D　2.D

3.（本题 3 分）（5476）$\frac{\sqrt{3}\mu_0 I}{4\pi l}$

4.（本题 3 分）（2255）$-\frac{B\pi R^2}{2}$

5.（本题 5 分）（2551）

解：匀强磁场 $\vec{B}$ 对平面 $\vec{S}$ 的磁通量为：$\phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = BS\cos\theta$



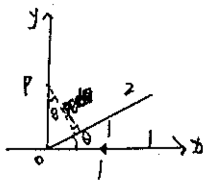
设各面向外的法线为正。

$$(1)\Phi_{ab0c} = BS_{aboc}\cos\pi = -0.48$$

$$(2)\Phi_{b0d0}=BS_{bed0}\cos(\pi/2)=0$$
$$(3)\Phi_{acd0}=BS_{acd0}\cos\theta=0.48wb$$

6.（本题 10 分）（2726）

解：如图示，将 V 形导线的两根半无限长导线分别标为 1 和 2，则导线 1 在 P 点的磁感应强



度为：$B_1=\dfrac{\mu_0 I}{4\pi a}$ $\overrightarrow{B_1}$ 的方向垂直纸面向内；

导线 2 在 P 点的磁感应强度为：

$$B_2=\frac{\mu_0 I}{4\pi a\cos\theta}(1+\sin\theta)\quad \overrightarrow{B_1}\text{ 的方向垂直纸面向外。}$$

P 点的总磁感应强度为：

$$B=B_2-B_1=\frac{\mu_0 I}{4\pi a\cos\theta}(1+\sin\theta-\cos\theta)$$

$\overrightarrow{B}$ 的正方向垂直纸面向外。

习题十五

1.C　　2.B

3.（本题 3 分）（2438）$1.6\times10^{-1}T$

4.（本题 3 分）（2022）　$B_0=\dfrac{\mu_0 I}{4R_1}+\dfrac{\mu_0 I}{4R_2}-\dfrac{\mu_0 I}{4\pi R_2}$

5.（本题 10 分）（2033）

解：(1) 对 $r\sim r+dr$ 段，电荷 $dq=\lambda dr$，旋转形成圆电流，则 $dI=\dfrac{dq\omega}{2\pi}=\dfrac{\lambda\omega}{2\pi}dr$

　它在 0 点处的磁感应强度：$dB_0=\int dB_0=\dfrac{\lambda\omega\mu_0}{4\pi}\cdot\dfrac{dr}{r}$

$$B_0=\int dB_0=\frac{\lambda\omega\mu_0}{4\pi}\int_a^{a+b}\frac{dr}{r}=\frac{\lambda\omega\mu_0}{4\pi}\ln\frac{a+b}{a}$$

(2) $dp_m=\pi r^2 dI=\dfrac{1}{2}\lambda\omega r^2 dr$

$$p_m=\int dp_m=\int_a^{a+b}\frac{1}{2}\lambda\omega r^2 dr=\frac{\lambda\omega\left[(a+b)^3-a^3\right]}{6}$$

(3) 若 $a\gg b$，则 $\ln\dfrac{a+b}{a}\approx\dfrac{b}{a}$, $B_0=\dfrac{\mu_0\omega}{4\pi}\cdot\dfrac{\lambda b}{a}=\dfrac{\mu_0\omega q}{4\pi a}$,

　过渡到点电荷的情况，$\overrightarrow{B}$ 的方向在 $\lambda>0$ 时为垂直图面向内，

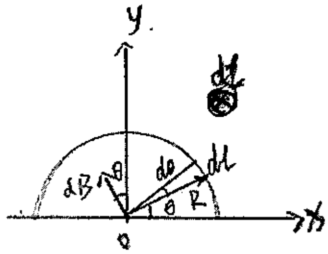
同理在 $a \gg b$ 时，$(a+b)^3 \approx a^3(1+\frac{3b}{a})$，则

$$p_m = \frac{\lambda\omega}{6}\cdot a^3 3\frac{b}{a} = \frac{1}{2}q\omega a^2$$ 也与点电荷运动后的磁矩相同。

6.（本题 10 分）（2568）

解：选坐标如图，无限长半圆筒形载流金属薄片可看作许多平行的无限长载流直导线组成，宽为 dl 的无限长窄条直导线中的电流为：

$$dI = \frac{I}{\pi R}dl = \frac{I}{\pi R}Rd\theta = \frac{I}{\pi}d\theta$$



它在 0 点产生的磁感应强度：

$$dB = \frac{\mu_0 dI}{2\pi R} = \frac{\mu_0}{2\pi R}\cdot\frac{I}{\pi}d\theta$$

$$dB_x = -dB\sin\theta = -\frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R}\sin\theta d\theta;$$

$$dB_y = dB\cos\theta = \frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R}\cos\theta d\theta$$

对所有窄条电流取积分得：

$$B_x = -\int_0^{\pi}\frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R}\sin\theta d\theta = \frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R}\cos\theta\Big|_0^{\pi} = -\frac{\mu_0 I}{\pi^2 a}$$

$$B_y = \int_0^{\pi}\frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R}\cos\theta d\theta = \frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R}\sin\theta\Big|_0^{\pi} = 0$$

0 点得磁感应强度为：$\vec{B} = B_x\vec{i} + B_y\vec{j} = -\frac{\mu_0 I}{\pi^2 a}\vec{i} = -6.37\times10^{-5}\vec{i}T$

习题十六

1. D　2. C　3. D　4. $\mu_0 I$，0，$2\mu_0 I$

5.（本题 10 分）（5293）

解：圆柱形载流导体在空间的磁感应强度的分布为：

$$B = \begin{cases} \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2}r, 0\le r\le R \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, r>R \end{cases}$$

所以穿过 ABCD 的 Φ 为：

$$\Phi = \int_0^R Bldr + \int_R^{2R} Bldr = \frac{\mu_0 Il}{4\pi} + \frac{\mu_0 Il}{2\pi}\ln 2$$

薄圆筒载流导体在空间的感应强度分布为：

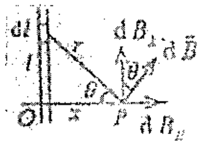
$$B = \begin{cases} 0, r<R \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, r\ge R \end{cases}$$

则：$\Phi = \int_0^{2R} Bldr \approx \int_0^R 0dr + \int_R^{2R}\frac{\mu_0 Il}{2\pi r}dr = \frac{\mu_0 Il}{2\pi}\ln 2$

6.（本题 8 分）（2444）

解：如图，在垂直与 j 的 dl 长度内流过电流为 dI，dI 在 P 点产生的磁场：

$$dB=\mu_0 dI/(2\pi r), dI=jdl, dB=\mu_0 jdl/(2\pi r)$$



由对称性的分析可知：$\int dB_{平行}=0$　　$\int dB_{垂直}=dB\cos\theta=\dfrac{\mu_0 jdl}{2\pi r}\cos\theta$

$$\because r=\sqrt{l^2+x^2};\cos\theta=\frac{x}{\sqrt{l^2+x^2}}$$

$$\therefore B=\int dB_{垂直}=\frac{\mu_0 jx}{2\pi r}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{dl}{l^2+x^2}=\frac{1}{2}\mu_0 j$$

习题十七

1.B　　2.D

3.（本题 3 分）（1928）$\mu_0\quad i$　　沿轴线方向向右

4.（本题 3 分）（2761）$\dfrac{\mu_0\omega_0 q}{2\pi}$

解：由安培环路定理：$\oint\vec{B}\cdot d\vec{l}=\int_{-\infty}^{\infty}\vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I$，而 $I=\dfrac{q\omega_0}{2\pi}$

故：$\int_{-\infty}^{\infty}\vec{B}\cdot d\vec{l}=\dfrac{\mu_0\omega_o q}{2\pi}$

5.（本题 5 分）（2274）

解：（1）由安培环路定理可求：$B=\dfrac{\mu NI}{2\pi}$

磁通量 $\Phi=\int\vec{B}\cdot d\vec{S}=\dfrac{\mu NIb}{2\pi}\ln\dfrac{R_2}{R_1}$

（2）B=0

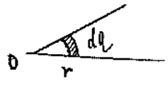
6.（本题 5 分）（2727）

解：在扇形上选择一个距 0 点为 r，宽度为 dr 的面积元，其面积为 $dS=r\theta dr$，

带有电荷 $dq=\sigma dS$，它所形成的电流元为 $dI=\dfrac{1}{2}\dfrac{dq\omega}{\pi}$，dI 在 0 点产生的磁感应强度为

$$dB=\frac{\mu_0 dI}{2r}=\frac{\mu_0 dq\omega}{4\pi r}=\frac{\mu_0\sigma\theta\omega}{4\pi}dr$$

$\therefore O$ 点处的磁感应强度为：$B=\int_o^R\dfrac{\mu_0\sigma\theta\omega}{4\pi}dr=\dfrac{\mu_0\sigma\theta\omega R}{4\pi}$　$\vec{B}$ 的方向垂直纸面向外。



习题十八

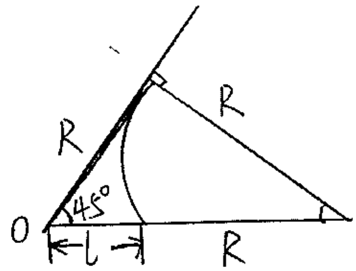
1. B 2. A

3. （本题 5 分）（0309）0，$\frac{eE}{m}$，$\frac{e\sqrt{E^2+v^2B^2}}{m}$，0

4. （本题 5 分）（2208）$mv/(eR)=2.28\times10^{-3}T$ ⊗（垂直纸面向里） $\pi R/v=7.85\times10^{-9}s$

5. （本题 10 分）（2075）

解：电子进入磁场作圆周运动，圆心在底边上，当电子转迹与上边界相切时，对应最大速度，此时有如图所示情形。



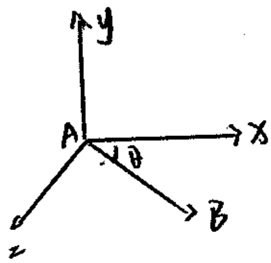
$$(l+R)\sin 45^\circ = R \qquad \therefore R=\frac{l}{\sqrt{2}-1}=(\sqrt{2}+1)l$$

由 $R=\frac{mv}{(eB)}$，求出 v 的最大值为：

$$v=\frac{eBR}{m}=\frac{l}{\sqrt{2}-1}\cdot\frac{eB}{m}=(\sqrt{2}+1)\frac{leB}{m}$$

6. （本题 8 分）（5298）

解：$\because \vec{F}=q\vec{v}\times\vec{B},\vec{F}\perp\vec{B}$，且 $\vec{v}$ 沿 x 方向时 $\vec{F}$ 沿 y 方向，可知 $B_y=0$，$\vec{B}$ 在 xz 平面内。



此时由 $F=F_y=|q|v_xB_z$，可得：$B_z=\frac{F_y}{|q|v_x}=5.00\times10^{-2}T$

当电子沿+y 方向运动时，

$$F_z=|q|v_yB_x,\quad B_x=\frac{F_z}{|q|v_y}=8.69\times10^{-2}T$$

∴磁感应强度的大小为：

$$B=\sqrt{B_x^2+B_z^2}=1.00\times10^{-1}T$$

方向：$\vec{B}$ 与 x 轴的夹角设为 θ（如图），则 $\mathrm{tg}\theta=\frac{B_z}{B_x}=0.575\Rightarrow\theta\approx29.9^\circ$

$\therefore\vec{B}$ 在 xz 平面内，与 x 轴正方向夹角 29.9°。

习题十九

1.B 2.A

3.（本题3分）（2093） $P_m=\frac{1}{2}\pi I(R_2^2-R_1^2)$ $M_m=\frac{1}{2}\pi IB(R_2^2-R_1^2)$

4.（本题5分）（2309） $\sigma\omega rdr$ $\pi\sigma\omega r^3Bdr$ $\frac{\pi\sigma\omega R^4B}{4}$

5.（本题10分）（2309）

解：AD、BC两直线段电流在O点处产生的磁场：

$$B_1=\frac{2\mu_0 I}{4\pi\sqrt{2}R/2}(\frac{\sqrt{2}}{2}+\frac{\sqrt{2}}{2})=\frac{\mu_0 I}{\pi R}$$

AB、CD两圆弧段电流在O点处产生的磁场：$B_2=\frac{\mu_0 I}{4R}$

$B=\frac{\mu_0 I}{R}\left(\frac{1}{4}+\frac{1}{\pi}\right)=2.86\times10^{-6}T$，方向垂直纸面向外。

小线圈磁力矩 $\overline{M}=\overline{P_m}\times\overline{B}$，小线圈平面垂直纸面放置受磁力矩最大：

$$M=I'SB=7.14\times10^{-12}N\cdot m$$

6.（本题10分）（0362）

解：设i为载流平面的面电流密度，$\overline{\mathrm{B}}$为无限大载流平面产生的磁场，$\overline{B_0}$为均匀磁场的磁感应强度，作安培环路abcda，由安培环路定理：

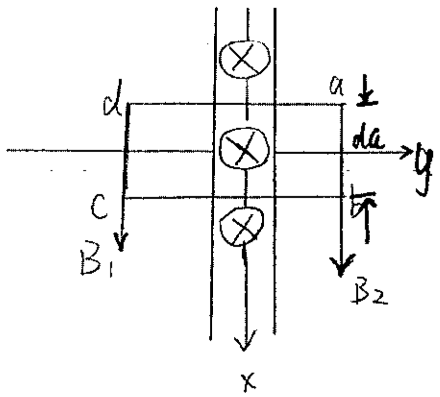
$$\oint\overline{B_0}\cdot d\overline{l}=\mu_0 ih \quad Bh+Bh=\mu_0 ih$$

$$\therefore B=\frac{1}{2}\mu_0 I \quad , \quad B_1=B_0-B, B_2=B_0+B$$

$$\therefore B_0=\frac{1}{2}(B_1+B_2), B_1=\frac{1}{2}(B_2-B_1) \quad i=\frac{B_2-B_1}{\mu_0}$$

在无限大平面沿z轴方向上取长为dl。沿x轴方向取宽da，取其面积为dS=dlda，面元所受的安培力为：$\overline{F}=idadlB_0(-\overline{j})=idSB_0(-\overline{j})$

单位面积所受的力：$\frac{\overline{F}}{dS}=iB_0(-\overline{j})=-\frac{B_2^2-B_1^2}{2\mu_0}\overline{j}$



习题二十

1.D　2.C　3.（本题 5 分）(2109) 0.377T，500A/m

4.（本题 3 分）(5134)　铁磁质　顺磁质　抗磁质

5.（本题 5 分）(5911)

解：$B=\Phi/S=2.0\times10^{-2}T$；$H=nI=NI/l=32A/m$

$\mu=B/H=6.25\times10^{-4}T\cdot m/A$；$\chi_m=\mu/\mu_0-1=496$

6.（本题 10 分）(2482)

解：由安培环路定理：$\oint\overrightarrow{H}\cdot\overrightarrow{d}=\sum I_i$

$0<r<R_1$　区域：$2\pi rH=\dfrac{Ir^2}{R_1^2}$　$H=\dfrac{Ir}{2\pi R_1^2},B=\dfrac{\mu_0 Ir}{2\pi R_1^2}$

$R_1<r<R_2$　区域：$2\pi rH=I$　$H=\dfrac{I}{2\pi r}$，$B=\dfrac{\mu I}{2\pi r}$

$R_2<r<R_3$　区域：$2\pi rH=I-\dfrac{I\pi^2(r^2-R_2^2)}{\pi^2(R_3^2-R_2^2)}$

$H=\dfrac{I}{2\pi r}(1-\dfrac{r^2-R_2^2}{R_3^2-R_2^2})$；$B=\mu H=\dfrac{\mu I}{2\pi r}(1-\dfrac{r^2-R_2^2}{R_3^2-R_2^2})$

$r>R_3$　区域：$H=0,B=0$

习题二十一

1.B　2.D　3.A　4.（本题 3 分）(2113) 0.032T/s

5.（本题 3 分）(2136) $2l^2B\omega\sin\theta$

6.（本题 5 分）(2496)

解：$n=1000$(匝/m)　$B=\mu_0 nI$　$\Phi=a^2\cdot B=a^2\mu_0 nI$

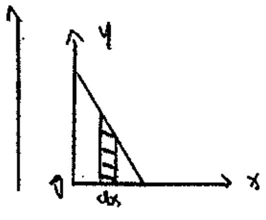
$\varepsilon=-N\dfrac{d\Phi}{dt}=-Na^2\mu_0 n\dfrac{dI}{dt}=\pi^2\times10^{-1}\sin100\pi t$

$I_m=\dfrac{\varepsilon_m}{R}=\pi^2\times10^{-1}A=0.986A$

7.（本题 10 分）(2519)

解：建立坐标如图所示，则直角三角形线框斜边方程为：$y=-2x+0.2$　(SI)

在直角三角形线框所围平面上的磁通量为：



$$\Phi=\int_0^b\frac{\mu_0 Iydx}{2\pi(x+0.5)}=\frac{\mu_0 I}{2\pi}\int_0^b\frac{-2x+0.5}{x+0.5}dx=2.59\times10^{-8}I$$

三角形线框中的感应电动势为:

$$\varepsilon=\frac{-d\Phi}{dt}=-2.59\times10^{-8}(\frac{dI}{dt})=-5.18\times10^{-8}V$$

其方向为逆时针绕行方向。

习题二十二

1. A　2. A　3.（本题 3 分）(2614) $5\times10^{-4}wb$

4.（本题 3 分）(2615) $-\mu_0 nI_m\pi a^2\omega\cos\omega t$

5.（本题 10 分）(2119)

解:(1) 设线圈转至任意位置时，圆线圈的法向与磁场之间的夹角为θ，则通过该线圈平面的磁通量为: $\Phi=B\pi r^2\cos\theta$　$\theta=\omega t=2\pi nt$　$\therefore\Phi=B\pi r^2\cos2\pi nt$

在任意时刻线圈中的感应电动势为:

$$\varepsilon=-N\frac{d\Phi}{dt}=NB\pi r^2 2\pi n\sin2\pi nt=2\pi^2NBr^2n\sin2\pi nt$$

$$i=\frac{\varepsilon}{R}=\frac{2\pi^2NBr^2n\sin2\pi nt}{R}=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t$$

当线圈转过$\frac{1}{2}\pi$时，$t=\frac{T}{4}$，则: $i=I_m=2\pi^2r^2NBn/R=0.987A$

(2) 由圆线圈中电流I_m在圆心处激发得磁场为$B'=\frac{\mu_0 NI_m}{2r}=6.2\times10^{-4}T$

方向竖直向下，故此时圆心处的实际磁感应强度的大小

$B_0=(B^2+B'^2)^{\frac{1}{2}}\approx0.500T$　方向与磁场$\overrightarrow{B}$的方向基本相同。

6.（本题 8 分）(2117)

解: 由题意，大线圈中的电流 I 在小线圈回路处产生的磁场可视为均匀的。

$$B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi IR^2}{(R^2+x^2)^{3/2}}=\frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2+x^2)^{3/2}}$$

故穿过小回路的磁通量为: $\Phi=\overrightarrow{B}\cdot\overrightarrow{S}=\frac{\mu_0}{2}\frac{2\pi IR^2}{(R^2+x^2)^{3/2}}\approx\frac{\mu_0\pi r^2I^2R}{2x^3}$

由于小线圈的运动，小线圈中的感应电动势为:

$$\varepsilon_i=\left|\frac{d\Phi}{dt}\right|=\frac{3\mu_0\pi r^2IR^2}{2x^4}\left|\frac{dx}{dt}\right|=\frac{3\mu_0\pi r^2IR^2}{2x^4}v$$

当 x=NR 时，小线圈回路中的感应电动势为: $\varepsilon_i=\frac{3\mu_0\pi r^2I}{2N^4R^2}v$

习题二十三

1.B　　2.E

3.（本题 5 分）(2403) 一个电源　vBL　洛仑兹力

4.（本题 3 分）(2510) $-\dfrac{\mu_0 Ig}{2\pi}t\ln\dfrac{a+l}{a}$

5.（本题 10 分）(2509)

解：$\overline{ob}$ 间的动生电动势：

$$\varepsilon_1=\int_0^{\frac{4l}{5}}(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}=\int_0^{\frac{4l}{5}}\omega Bldl=\frac{1}{2}\omega B(\frac{4L}{5})^2=\frac{16}{50}\omega BL^2$$

b 点电势高于 0 点。

$\overline{oa}$ 间的动生电动势：

$$\varepsilon_2=\int_0^{\frac{1l}{5}}(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}=\int_0^{\frac{l}{5}}\omega Bldl=\frac{1}{2}\omega B(\frac{L}{5})^2=\frac{1}{50}\omega BL^2$$

a 点电势高于 0 点。

$$\therefore U_a-U_b=\varepsilon_2-\varepsilon_1=\frac{1}{50}\omega BL^2-\frac{16}{50}\omega BL^2=\frac{-3}{10}\omega BL^2$$

6.（本题 10 分）(2514)

解：(1) $\varepsilon_i=\int_0^L vBdr=\int_0^L r\omega Bdr=\dfrac{B\omega L^2}{2}$

(2) 由：$J\dfrac{d\omega}{dt}=-M$　　$J=\dfrac{1}{3}mL^2$ 得：

$$M=\int_0^L r\cdot BIdr=\frac{1}{2}BIL^2=\frac{1}{2}B(\frac{B\omega L^2}{2R})L^2=\frac{B^2\omega L^4}{4R}$$

$$\frac{d\omega}{\omega}=-\frac{3B^2L^2}{4Rm}dt\qquad \omega=\omega_0\exp(-\frac{3B^2L^2t}{4Rm})\quad \text{其中}\exp(x)=e^x$$

习题二十四

1.A　　2.B

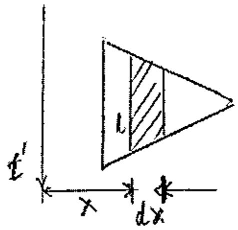
3.（本题 3 分）(2148)　$\dfrac{\mu_0\pi r^2}{2R}I_0\omega\cos\omega t$

4.（本题 3 分）(2753)　$\dfrac{\mu_0 Iul}{2\pi}(\dfrac{1}{r_1}-\dfrac{1}{r_2})$　a 端

5.（本题 10 分）(2520)

解：先求两者的互感系数 M，为此在三角形线圈内，离直导线 x 处取 dx 宽之面积元 dS

$dS = l \cdot dx$　由几何关系求得：$l = 2[(b+h)-x]/\sqrt{3}$



设长直导线内有电流 I'，则此小面积元处的磁感应强度 $\vec{B}$ 的大小为：$B=\dfrac{\mu_0 I'}{2\pi x}$

所以整个三角形线圈内的磁通量为：

$$\Phi = \oint d\Phi = \int B dS = \int_b^{b+h} \frac{\mu_0 I'}{\sqrt{3}\pi}[(b+h)\ln\frac{b+h}{b} - h]$$

由互感定义可得：

$$M = \frac{\Phi}{I'} = \frac{\mu_0}{\sqrt{3}\pi}[(b+h)\ln\frac{b+h}{b} - h]$$

这样当三角形线圈内有电流：$I = I_0 \sin\omega t$ 时，直导线内的感应电动势为：

$$\varepsilon = -M\frac{dI}{dt} = -MI_0\omega\cos\omega t = -\frac{\mu_0 I_0 \omega}{\sqrt{3}\pi}[(b+h)\ln\frac{b+h}{b} - h]\cos\omega t$$ ε 以向下为正

6.（本题 12 分）(2120)

解：(1) 由法拉第电磁感应定律：$\Phi = B\frac{1}{2}xy \quad y = x \cdot tg\theta \quad x = vt$

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(\frac{1}{2}Bx^2 tg\theta) = Bv^2 t tg\theta$$ 在导体 MN 内 ε_i 方向由 M 向 N。

(2) 对于非均匀时变磁场，$B = kx\cos\omega t$

取回路 $O \to N \to M \to O$，

则：$d\Phi = BdS = B\eta d\xi \quad \eta = \xi tg\theta$

$$d\Phi = B\xi tg\theta d\xi = k\xi^2 \cos\omega t tg\theta d\xi$$

$$\Phi = \int d\Phi = \int_0^x k\xi^2 \cos\omega t tg\theta d\xi = \frac{1}{3}kx^3 \cos\omega t tg\theta$$

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{1}{3}k\omega x^3 \sin\omega t tg\theta - kvx^3\cos\omega t tg\theta = kv^3 tg\theta(\frac{1}{3}\omega t^3 \sin\omega t - t^2\cos\omega t)$$

$\varepsilon_i > 0$，则 ε_i 方向与所设绕行正向一致，$\varepsilon_i < 0$，则 ε_i 方向与所设绕行正向相反。

习题二十五

1.C　　2.C　　3.D

4.（本题 10 分）（2527）

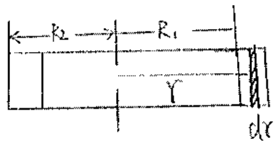
解：（1）$\Phi = \dfrac{\mu_0 Ia}{2\pi}\int_c^b \dfrac{dx}{x} = \dfrac{\mu_0 Ia}{2\pi}\ln 3$　　$M = \dfrac{\Phi}{I} = \dfrac{\mu_0 a}{2\pi}\ln 3$

（2）$\varepsilon_i = -M\dfrac{dI}{dt} = -\dfrac{\mu_0 a I_0 \omega \ln 3}{2\pi}\cos\omega t$　　方向：顺时针为正

5.（本题 10 分）（2181）

解：由安培环路定理知：$B = \mu IN/(2\pi r)$　　$(R_1 \le r \le R_2)$

磁能密度：$w = B^2/(2\mu)$



总能量：$W = \int_{R_1}^{R_2} \dfrac{B^2 \cdot 2\pi r \cdot b}{2\mu} dr = \dfrac{\mu N^2 b I_0^{\,2}}{4\pi}\int_{R_1}^{R_2}\dfrac{dr}{r} = \dfrac{\mu N^2 b I_0^{\,2}}{4\pi}\ln\dfrac{R_2}{R_1}$

一周期平均值：$\overline{W} = \dfrac{\mu N^2 b I_0^{\,2}}{4\pi}\ln\dfrac{R_2}{R_1}\cdot\dfrac{1}{T}\int_0^T \sin^2\omega t \cdot dt$

$$= \frac{\mu N^2 b I_0^{\,2}}{4\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}\cdot\frac{1}{T}\int_0^T \frac{1-\cos 2\omega t}{2}dt = \frac{\mu N^2 b I_0^{\,2}}{8\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$$

习题二十六

1.C　　2.D　　3.A　　4.D

5.(本题 3 分)（2198）电磁波能流密度矢量　　$\overline{S} = \overline{E} \times \overline{H}$

6.（本题 3 分）（2339）　②③④

7.（本题 3 分）（2697）x 轴正方向　　x 轴负方向

8.（本题 5 分）（0323）垂直纸面向里　　垂直 OP 连线向下

习题二十七

1. D　2. D　3.（本题 3 分）（4606）1.72×10^{6}　4.（本题 3 分）（0475）3.82×10^{3}

5.（本题 10 分）（4246）

解：（1）$h\nu=\frac{1}{2}mv^{2}+A$　　$\because eBv=\frac{mv^{2}}{R},\therefore v=\frac{eBR}{m}\Rightarrow v^{2}=\frac{e^{2}B^{2}R^{2}}{m^{2}}$

故：$A=\frac{hc}{\lambda}-\frac{1}{2}\cdot\frac{e^{2}B^{2}R^{2}}{m}$

（2）$\because e|Ua|=\frac{1}{2}mv^{2}$　　$\therefore |Ua|=\frac{mv^{2}}{2e}=\frac{R^{2}eB^{2}}{2m}$

6.（本题 5 分）（4744）

解：当铜球充电达到正电势 U 时，有

$$h\nu=eU+\frac{1}{2}mv^{2}+A$$

当 $h\nu\le eU+A$ 时，铜球不再放出电子，即

$$eU\ge h\nu-A=\frac{hc}{\lambda}-A=2.12eV$$

故 $U\ge2.12V$ 时，铜球不再放出电子。

习题二十八

1. C　2. D

3.（本题 3 分）（4612）$h\nu/c=(h\nu'\cos\Phi)/c+p\cos\theta$

4.（本题 3 分）（5618）$hc\frac{\lambda'-\lambda}{\lambda\lambda'}$

5.（本题 5 分）（4505）

解：设散射前电子为静止自由电子，则反冲电子的动能：

E_k=入射光子与散射光子能量之差=$\varepsilon_0-\varepsilon$

$\because$ 入射 X 射线光子的能量

$$\varepsilon_0=h\nu_0=hc/\lambda_0\quad\therefore\lambda_0=\frac{hc}{\varepsilon_0}$$

散射光子的波长

$$\lambda=\lambda_0+\Delta\lambda=\lambda_0+0.1\lambda_0=1.1\lambda_0$$

其能量 $\varepsilon=hc/\lambda=hc(1.1\lambda_0)=(1/1.1)\varepsilon_0$

$\therefore$ 反冲电子的动能 $E=\varepsilon_0-\varepsilon=\left(1-1/1.1\right)\varepsilon_0=0.0545Mev$

6.（本题 10 分）（4505）

解：（1）康普顿散射光子波长改变：

$$\Delta\lambda=\frac{h}{m_e c}\cdot(1-\cos\phi)=0.024\times10^{-10}m$$

$$\lambda=\lambda_0+\Delta\lambda=1.024\times10^{-10}m$$

（2）根据能量守恒：$h\nu_0+m_e c^2=h\nu+mc^2$

$$h\nu_0=h\nu+(m-m_e)c^2=h\nu+E_k$$

即：$hc/\lambda_0=(hc/\lambda)+E_k=\dfrac{hc}{\Delta\lambda+\lambda_0}+E_k$

$$\therefore E_k=\frac{hc\Delta\lambda}{\lambda_0(\lambda_0+\Delta\lambda)}=4.66\times10^{-17}J=291eV$$

习题二十九

1.B　2.A　3.D　4.B

5.（本题 3 分）（5369）10　3

7.（本题 10 分）（4767）

解：所发射的光子能量为：$\varepsilon=\dfrac{hc}{\lambda}=2.56eV$

氢原子在激发能为 10.19eV 的能级时，其能量为：

$$E_k=E_1+\Delta E=-3.41eV$$

氢原子在初始状态的能量为：

$$E_n=E_k+\varepsilon=-0.85eV$$

该初始状态的主量子数为：$n=\sqrt{\dfrac{E_1}{E_n}}=4$

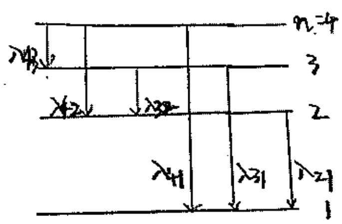
8.（本题 5 分）（0521）

解：（1）$\Delta E=Rhc(1-1/n^2)=13.6(1-1/n^2)=12.75eV$

n=4

（2）可以发出 λ_{41}、λ_{31}、λ_{21}、λ_{43}、λ_{42}、λ_{32}

六条谱线。能级图如图所示：



习题三十

1.D　2.C　3.A　4.C

5.（本题 3 分）（4971）　（2）、（3）、（4）、（5）

6.（本题 3 分）（8036）工作物质、激励物质、光学谐振腔

7.（本题 3 分）（8034）自发辐射、受激辐射、受激辐射

8.（本题 3 分）（8037）固体激光器、气体激光器、液体激光器、半导体激光器

9.（本题 5 分）（5243）粒子数反转分布　方向性好、单色性好因而相干性好、光强大

10.（本题 5 分）（5244）使激光有极好的方向性、使激光的单色性好

亮度高，光强大

习题三十一

1.B　2.C

3.（本题 3 分）（4248）1.46Å　$\left(E_k=\frac{3}{2}KT\cdot\lambda=h/m_0v=\frac{1}{2}m_0v^2\right)$

4.（本题 3 分）（5372）　3.52×10^{-25} 或 2.21×10^{-24}

5.（本题 10 分）（5248）

解：由 $\lambda=h/(m_e v)$　得：$v=\frac{m_e\lambda}{h}=7.28\times10^6 m/s$

由 $eE=am_e$　得：$a=\frac{eE}{m_e}=8.78\times10^{13}m/s^2$

由 $v^2-v_0^2=2ad$ 得：$d=(v^2-v_0^2)/(2a)=0.0968m=9.68cm$

6.（本题 10 分）（4542）

解：由 $E_k=mc^2-m_0c^2=[m_0c^2/\sqrt{1-(v/c)^2}]-m_0c^2$

解出：$m=\frac{E_k+m_0c^2}{c^2}$；$v=\frac{c\sqrt{E_k^{\ 2}+2E_km_0c^2}}{E_k+m_0c^2}$

根据德布罗意波：$\lambda=h/p=h/(mv)$　把 m，v 代入得：

$$\lambda=\frac{h}{\frac{E_k+m_0c^2}{c^2}\cdot\frac{c\sqrt{E_k^{\ 2}+2E_km_0c^2}}{E_k+m_0c^2}}=\frac{hc}{\sqrt{E_k^{\ 2}+2E_km_0c^2}}$$

当 $E_k\ll m_0c^2$ 时：则分母中，$E_k^{\ 2}\ll 2E_km_0c^2$，

$\therefore E_k^{\ 2}$ 可以略去，得：$\lambda=hc/\sqrt{E_k^{\ 2}+2E_km_0c^2}\approx h/\sqrt{2E_km_0}$

当 $E_k\gg m_0c^2$ 时：则分母中，$E_k^{\ 2}\gg 2E_km_0c^2$，

$\therefore 2E_km_0c^2$ 可以略去，得：$\lambda\approx hc/E_k$

习题三十二

1.A　2.D

3.（本题 5 分）（4203）粒子在 t 时刻在（x，y，z）处出现的几率密度

单值、有限、连续　$\iiint |\Psi|^2 dxdydz = 1$

4.（本题 3 分）（8021）

解：德布罗意是几率波，波函数不表示某实在物理量在空间的波动，其振幅无实在的物理意义。

5.（本题 5 分）（4774）

解：远离核的光电子动能为：

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 15 - 13.6 = 1.4eV$$

则：$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = 7.0\times10^5 m/s$

光电子的德布罗意波长为：

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = 1.04\times10^{-9}m = 10.4\,\mathring{A}$$

6.（本题 5 分）（4435）

解：1KeV 的电子，其动量为：

$$P = (2mE_k)^{1/2} = 1.71\times10^{-23} kg\cdot m\cdot s^{-1}$$

据不确定关系式：

$\Delta P\cdot\Delta x \ge h$，则 $\Delta P / P = 39\%$

习题三十三

1.C　2.B　3.（本题 3 分）（4207）$1/\sqrt{3}$

4.（本题 5 分）（4430）

解：先求粒子的位置几率密度 $|\Psi(x)|^2 = \frac{2}{a}\cdot\sin^2(\frac{\pi x}{a})$　求最大位置：

$$|\Psi(x)|^2 = \frac{2}{a}\cdot\sin^2(\frac{\pi x}{a}) = \frac{2}{2a}\cdot(1-\cos\frac{2x\pi}{a})$$

当 $\cos\frac{2x\pi}{a} = -1$ 时，$|\Psi(x)|^2$ 有最大值。

在 $0\le x\le a$ 范围内可得：$2\pi x/a = \pi$　$\therefore x = \frac{1}{2}a$

5.（本题 5 分）（4526）

解：由 $dP = |\Psi|^2 dx = \frac{2}{a}\cdot\sin^2\frac{\pi x}{a}dx$　　得 $0\sim\frac{a}{4}$ 的几率为：

$$P = \int_0^{a/4}\frac{2}{a}\cdot\sin^2\frac{2\pi x}{a}dx = \int_0^{a/4}\frac{1}{a}\left(1-\cos\frac{4\pi x}{a}\right)dx = 0.25$$

6.（本题 5 分）（4434）

解：依题意：$n\lambda/2=d$　则有：$\lambda=2d/n$

由于 $P=h/\lambda$　则 $P=hn/(2d)$

故：$E=P^2/(2m)=n^2\cdot h^2/(8md^2)$

即：$E_n=P^2/(2m)=n^2\cdot h^2/(8md^2), n=1,2,3...$

习题三十四

1.D　2.A

3.（本题 3 分）（8026）$\dfrac{h}{2\pi}$；0；量子力学

4.（本题 5 分）（4221）2　2(2l+1)　$2n^2$

5.（本题 5 分）（4234）

解：从题设可知，若圆周半径为 r，则有 $2\pi r=n\lambda$．这里 n 是整数，λ 是电子物质波的波长。

根据德布罗意公式：$\lambda=\dfrac{h}{mv}$

得：$2\pi r=\dfrac{nh}{mv}$　于是：$2\pi rmv=nh$

这里 m 是电子质量，v 是电子速度的大小，rmv 为动量矩，以 L 表示，∴上式为

$2\pi L=nh$

$L=nh/(2\pi)$ 这就是波尔的动量矩量子化条件。

6.（本题 5 分）（5240）

解：设电子在量子数为 n，半径为 r_n 的稳定轨道上运动，运动速率为 v_n，则根据波尔的角动量假设（或量子化条件）有：

$$m_e r_n v_n=nh \quad (n=1,2,3\cdots)$$

$$则：r_n=\frac{nh}{m_e v_n} \qquad \therefore 2\pi r_n=nh/(m_e v_n)$$

而 $m_e v_n=p_n$ 是电子在该轨道上运动时的动量，根据德布罗意假设，该电子的德布罗意波长为：

$$\lambda_n=h/p_n \quad 则：2\pi r_n=nh/p_n=n\lambda_n$$

因 n 只能取 1,2,3... 等整数值，这就证明了氢原子稳定轨道的长度正好等于电子的德布罗意波长的整数值。

习题三十五

1.C　2.C

3.（本题 3 分）(4219) 泡利不相容　能量最小

4.(本题 3 分)(4635) 一个原子内部不能有两个或两个以上的电子处于完全相同的量子态。

5.(本题 3 分)(4788)　18

6.（本题 3 分）(4787)　4

7.(本题 5 分)(4970)

解：d 分壳层就是角量子数 l=2 的分壳层；d 分壳层最多可以容纳的电子数为：

$$Z_l = 2(2l+1) = 2(2\times 2+1) = 10\text{个}$$

$$m_l = 0, \pm 1, \pm 2 \quad m_s = \pm\frac{1}{2}$$

8.(本题 5 分)(8031)

解：在 n=2 的电子壳层上最多可能有 8 个电子，他们所具有的四个量子数 (n, l, m_l, m_s) 为：

（1）$2,0,0,\frac{1}{2}$　（2）$2,0,0,-\frac{1}{2}$　（3）$2,1,0,\frac{1}{2}$　（4）$2,1,0,-\frac{1}{2}$

（5）$2,1,1,\frac{1}{2}$　（6）$2,1,1,-\frac{1}{2}$　（7）$2,1,-1,\frac{1}{2}$　（8）$2,1,-1,-\frac{1}{2}$

习题三十六

1.D　2.C　3.D　4.D　5.B　6.(本题 3 分)(4637)　n　p

7.（本题 3 分）(4795) $1.09\times 10^4\ \text{Å}$　8.（本题 3 分）(4794) $1.85\times 10^4\ \text{Å}$

9.（本题 3 分）(5376)　n　10.（本题 3 分）(5377)　p