课程代号：PHY17017　　　　　北京理工大学 2014－2015 学年第一学期

大学物理 II 期末试题 A 卷参考答案及评分标准（信二学习部整理）

一、填空题（共 40 分）

1. r_1^2/r_2^2　(3 分)
2. ε_r　(3 分)
3. 3.08×10^{-13} J　(3 分)
4. 1: 16　(3 分)
5. *IBR*　(3 分)
6. 1.06T　(3 分)
7. 3.1%　(3 分)
8. 0.0732nm　(3 分)
9. 垂直纸面向里；(2 分)　垂直 *OP* 连线向下　(2 分)
10. 4.5 年；(2 分)　0.20 年　(2 分)
11. 0.91c 或 2.73×10^8 m/s；(2 分)　5.31×10^{-8}s　(2 分)
12. （1，0，0，$-\frac{1}{2}$）；(2 分)　（2，0，0，$\frac{1}{2}$）或（2，0，0，$-\frac{1}{2}$）(2 分)

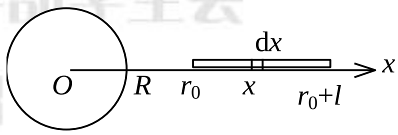
二、选择题（每题 3 分，共 15 分）

D　B　D　B　C

三、计算题（共 45 分）

1 解：（1）设 x 轴沿细线方向，原点在球心处，在 x 处取线元 dx，其上电荷为 $dq'=\lambda dx$，该线元在带电球面的电场中所受电场力为：

$$dF = q\lambda dx/(4\pi\varepsilon_0 x^2)$$



整个细线所受电场力为：

$$F=\frac{q\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\int_{r_0}^{r_0+l}\frac{dx}{x^2}=\frac{q\lambda l}{4\pi\varepsilon_0 r_0(r_0+l)}$$

方向沿 x 正方向。（5 分）

（2）电荷元在球面电荷电场中具有电势能：

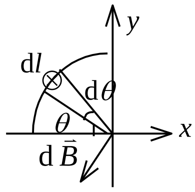
$$dW=(q\lambda dx)/(4\pi\varepsilon_0 x)$$

整个线电荷在电场中具有电势能：

$$W=\frac{q\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\int_{r_0}^{r_0+l}\frac{dx}{x}=\frac{q\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{r_0+l}{r_0}\right)$$（5 分）

2.解：取 dl 段，其中电流为

$$\mathrm{d}I=\frac{I\,\mathrm{d}l}{\frac{1}{2}\pi R}=\frac{2IR\,\mathrm{d}\theta}{\pi R}=\frac{2I\,\mathrm{d}\theta}{\pi}$$



在轴线上任一点 P

$$\mathrm{d}B=\frac{\mu_0\,\mathrm{d}I}{2\pi R}=\frac{\mu_0}{2\pi R}\cdot\frac{2I}{\pi}\mathrm{d}\theta=\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}\mathrm{d}\theta$$ （4 分）

选坐标如图

$$\mathrm{d}B_x=\frac{-\mu_0 I\sin\theta\,\mathrm{d}\theta}{\pi^2 R},\quad \mathrm{d}B_y=\frac{-\mu_0 I\cos\theta\,\mathrm{d}\theta}{\pi^2 R}$$

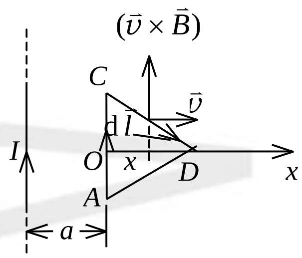
$$B_x=\frac{-\mu_0 I}{\pi^2 R}\int_0^{\pi/2}\sin\theta\,\mathrm{d}\theta=\frac{-\mu_0 I}{\pi^2 R}$$

$$B_y=\frac{-\mu_0 I}{\pi^2 R}\int_0^{\pi/2}\cos\theta\,\mathrm{d}\theta=\frac{-\mu_0 I}{\pi^2 R}$$

$$B=(B_x^2+B_y^2)^{1/2}=\frac{\mu_0 I\sqrt{2}}{\pi^2 R}=1.8\times10^{-4}\ \mathrm{T}$$

方向：$\mathrm{tg}\alpha=B_y/B_x=1$， $\alpha=225^\circ$，α为 $\vec{B}$ 与 x 轴正向的夹角．（6 分）

3. 解：设线圈回路以 $A\to C\to D\to A$ 的绕向为动生电动势 ε 的正方向，与直导线平行的 AC 边产生的动生电动势



$$\varepsilon_1=vlB=vl\mu_0 I/(2\pi a)$$ （2 分）

其它两边产生的动生电动势大小相等绕向相同．如图所示，在 CD 边上选一线元 d$\vec{l}$，则其上的动生电动势

$$d\varepsilon_2=(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}=-vB\cos 60^\circ dl$$

$$=-v\cos 60^\circ\frac{\mu_0 I\,dl}{2\pi(a+x)}$$

∵ $$dl\cos 30^\circ=dx$$

∴ $$d\varepsilon_2=-\frac{v\mu_0 I}{2\pi}\cdot\frac{\cos 60^\circ}{\cos 30^\circ}\cdot\frac{dx}{a+x}$$

令 $c=\sqrt{3}l/2$

$$\varepsilon_2=-\frac{v\mu_0 I}{2\pi}\cdot\frac{\frac{1}{2}}{\sqrt{3}/2}\int_0^c\frac{dx}{a+x}=-\frac{\sqrt{3}\mu_0 I\upsilon}{6\pi}\ln\frac{a+c}{a}$$ （6 分）

$$\varepsilon=\varepsilon_1+2\varepsilon_2=\frac{\mu_0 I v}{2\pi}\left[\frac{l}{a}-\frac{2\sqrt{3}}{3}\ln\frac{a+c}{a}\right]$$ （2 分）

4 解：（1）由一维无限深方势阱中粒子的能量公式，电子在最低能级的能量为

$$E_1 = \frac{\pi^2\hbar^2}{2ma^2}n^2 = \frac{\pi^2 \times (1.05\times10^{-34})^2}{2\times9.11\times10^{-31}\times(0.20\times10^{-9})^2\times1.6\times10^{-19}} = 9.33\,\text{eV} \qquad （3 分）$$

（2）电子处于第一激发态（n=2）时，在势阱内出现的概率为

$$|\varphi_2|^2 = \left|\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\frac{2\pi}{a}x\right|^2 = \frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi}{a}x$$

对 x 求导数，导数为零处即为电子在势阱中出现的概率取极值的地方

$$\frac{d|\varphi_2|^2}{dx} = \frac{8\pi}{a^2}\sin\frac{2\pi}{a}x\cos\frac{2\pi}{a}x = \frac{4\pi}{a^2}\sin\frac{4\pi}{a}x = 0$$

则有

$$x = \frac{ka}{4} \quad （k=0, 1, 2, \dots）$$

由已知条件可知，在 x=0nm，0.10nm，0.20nm 处电子出现的概率最小，其值均为零。（7 分）

5. 解答：当等离子柱通有电流时，会在柱体内外产生磁场，在柱体内的磁场是沿径向由内向外逐渐增强的，是一个不均匀磁场。（2 分）

在这个不均匀磁场中，由于洛伦兹力的作用，等离子体中运动的带电粒子被推向磁场较弱的轴心区域，即等离子圆柱在内部电流的磁场作用下向轴心收缩。

（3 分）