2015—2016 学年第一学期
《大学物理（2-2）》56 学时期末试卷
A 卷答案

一、选择题

1、C　2、A　3、B　4、C　5、D　6、A　7、D　8、B　9、C　10、A

二、简答题

1、解：(1) 由静电感应，金属球壳的内表面上有感生电荷$-q$，外表面上带电荷 $q+Q$.　　2 分

(2) 球心 O 点处的总电势为分布在球壳内外表面上的电荷和点电荷 q 在 O 点产生的电势的代数和

$$U_O = U_q + U_{-q} + U_{Q+q}$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a} + \frac{Q+q}{4\pi\varepsilon_0 b} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{a} + \frac{1}{b}\right) + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 b}$$　　3 分

2、$\oint_S \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \int_V \rho \,\mathrm{d}V$，　　1 分

$\oint_L \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}\cdot \mathrm{d}\vec{S}$，　　1 分

$\oint_S \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = 0$，　　1 分

$\oint_L \vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = \int_S (\vec{J}_0 + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t})\cdot \mathrm{d}\vec{S}$.　　2 分

3、解：设能使该金属产生光电效应的单色光最大波长为λ_0.

由　　$h\nu_0 - A = 0$

可得　　$(hc/\lambda_0) - A = 0$

$$\lambda_0 = hc/A$$　　2 分

又按题意：　　$(hc/\lambda) - A = E_K$

∴　　$A = (hc/\lambda) - E_K$

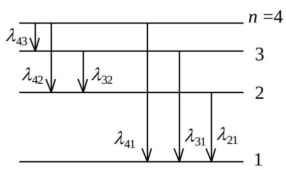
得　　$$\lambda_0 = \frac{hc}{(hc/\lambda) - E_K} = \frac{hc\lambda}{hc - E_K\lambda} = 612\ \mathrm{nm}$$　　3 分

4、解：(1)　　$\Delta E = Rhc(1 - \frac{1}{n^2}) = 13.6(1 - \frac{1}{n^2}) = 12.75\ \ \mathrm{eV}$

$n = 4$　　2 分

(2) 可以发出λ_{41}、λ_{31}、λ_{21}、λ_{43}、λ_{42}、λ_{32}六条谱线（说出条数就对）.　　1 分

能级图如图所示.　　图 2 分



5、解：$$\mathrm{d}P=|\psi|^2\,\mathrm{d}x=\frac{2}{a}\sin^2\frac{\pi x}{a}\,\mathrm{d}x$$ 3 分

粒子位于 0 – a/4 内的概率为：

$$P=\int_0^{a/4}\frac{2}{a}\sin^2\frac{\pi x}{a}\,\mathrm{d}x=\int_0^{a/4}\frac{2}{a}\frac{a}{\pi}\sin^2\frac{\pi x}{a}\,\mathrm{d}(\frac{\pi x}{a})$$

$$=\frac{2}{\pi}[\frac{\frac{1}{2}\pi x}{a}-\frac{1}{4}\sin\frac{2\pi x}{a}]\Big|_0^{a/4}=\frac{2}{\pi}[\frac{\frac{1}{2}\pi}{a}\frac{a}{4}-\frac{1}{4}\sin(\frac{2\pi}{a}\frac{a}{4})]$$ =0.091 2 分

6、解：它符合相对论的时间膨胀(或运动时钟变慢)的结论 2 分

设μ^+子相对于实验室的速度为 υ

μ^+子的固有寿命τ_0 =2.2×10^{-6} s

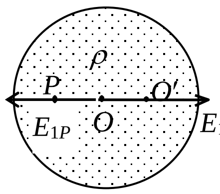
μ^+子相对实验室作匀速运动时的寿命τ_0 =1.63×10^{-5} s

按时间膨胀公式：$\tau=\tau_0/\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}$

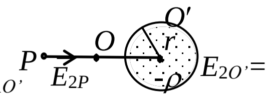
移项整理得：$$\upsilon=(c/\tau)\sqrt{\tau^2-\tau_0^2}=c\sqrt{1-(\tau_0/\tau)^2}=0.99c$$ 3 分

三、计算题

1、解：挖去电荷体密度为ρ的小球，以形成球腔时的求电场问题，可在不挖时求出电场$\vec{E}_1$，而另在挖去处放上电荷体密度为－ρ的同样大小的球体，求出电场$\vec{E}_2$，并令任意点的场强为此二者的叠加，即可得



图(a)



图(b)

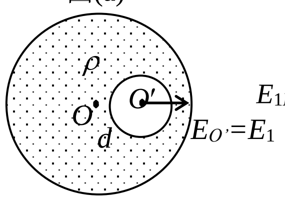
$$\vec{E}_0=\vec{E}_1+\vec{E}_2$$ 2 分

在图(a)中，以 O 点为球心，d 为半径作球面为高斯面 S，则可求出 O'与 P 处场强的大小.

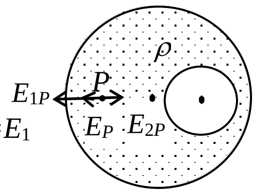
$$\oint_S\vec{E}_1\cdot\mathrm{d}\vec{S}=E_1\cdot 4\pi d^2=\frac{1}{\varepsilon_0}\cdot\frac{4\pi}{3}d^3\rho$$ 有

$$E_{1O'}=E_{1P}=E_1=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}d$$

方向分别如图所示. 2 分



图(c)



图(d)

在图(b)中，以 O'点为小球体的球心，可知在 O'点 E_2=0. 又以 O' 为心，2d 为半径作球面为高斯面 S' 可求得 P 点场强 E_{2P}

$$\oint_{S'}\vec{E}_2\cdot\mathrm{d}\vec{S}'=E_2\cdot 4\pi(2d)^2=4\pi r^3(-\rho)/(3\varepsilon_0)$$

$$E_{2P}=\frac{-r^3\rho}{12\varepsilon_0 d^2}$$ 2 分

(1) 求 O'点的场强$\vec{E}_{O'}$. 由图(a)、(b)可得

$$E_{O'}=E_{1O'}=\frac{\rho d}{3\varepsilon_0},$$ 方向如图(c)所示. 2 分

(2)求 P 点的场强$\vec{E}_P$.由图(a)、(b)可得

$$E_P=E_{1P}+E_{2P}=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\left(d-\frac{r^3}{4d^2}\right)$$ 方向如(d)图所示. 2 分

2、解：（1）

$$B_1=\frac{\mu_0 Ir}{2\pi R^2} \qquad \text{(导线内)} \qquad 2\text{分}$$

$$B_2=\frac{\mu_0 I}{2\pi r} \qquad \text{(导线外)} \qquad 2\text{分}$$

（2）设 x 为假想平面里面的一边与对称中心轴线距离，

$$\Phi=\int B\,\mathrm{d}S=\int_x^R B_1 l\,\mathrm{d}r+\int_R^{x+R} B_2 l\,\mathrm{d}r\text{，} \qquad 2\text{分}$$

$\mathrm{d}S = l\mathrm{d}r$

$$\Phi=\frac{\mu_0 Il}{4\pi R^2}(R^2-x^2)+\frac{\mu_0 Il}{2\pi}\ln\frac{x+R}{R} \qquad 2\text{分}$$

令 $\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}x=0$，得 Φ 最大时 $x=\frac{1}{2}(\sqrt{5}-1)R$ 2 分

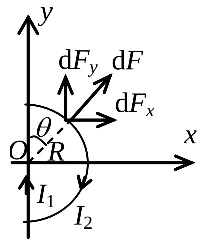
3、解：长直导线在周围空间产生的磁场分布为 $B=\mu_0 I_1/(2\pi r)$ 取 xOy 坐标系如图，则在半圆线圈所在处各点产生的磁感强度大小为：

$$B=\frac{\mu_0 I_1}{2\pi R\sin\theta}\text{，} \qquad \text{方向垂直纸面向里，} \qquad 3\text{分}$$

式中 θ 为场点至圆心的联线与 y 轴的夹角．半圆线圈上 $\mathrm{d}l$ 段线电流所受的力为：

$$\mathrm{d}F=\left|I_2\,\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}\right|=I_2 B\,\mathrm{d}l$$

$$=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi R\sin\theta}R\,\mathrm{d}\theta \qquad 3\text{分}$$



$$\mathrm{d}F_y=\mathrm{d}F\cos\theta\,.$$

根据对称性知： $F_y=\int \mathrm{d}F_y=0$

$$\mathrm{d}F_x=\mathrm{d}F\sin\theta\text{ ，}$$

$$F_x=\int_0^{\pi} dF_x=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\pi=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2}$$

∴半圆线圈受 I_1 的磁力的大小为：

$$F=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2}\text{，} \qquad \text{方向：垂直 } I_1 \text{ 向右．} \qquad 4\text{分}$$

4、解：(1) $\overline{ab}$ 所处的磁场不均匀，建立坐标 ox，x 沿 ab 方向，原点在长直导线处，

则 x 处的磁场为 $B=\frac{\mu_0 i}{2\pi x}$ ， $i=I_0$ 1 分

沿 $a\to b$ 方向

$$\varepsilon=\int_a^b(\bar{\mathrm{v}}\times\vec{B})\cdot\mathrm{d}\vec{l}=-\int_a^b \mathrm{v}B\,\mathrm{d}l=-\int_{l_0}^{l_0+l_1}\upsilon\frac{\mu_0 I_0}{2\pi x}\mathrm{d}x=-\frac{\mu_0\upsilon I_0}{2\pi}\ln\frac{l_0+l_1}{l_0} \qquad 3\text{分}$$

故 $U_a>U_b$ 1 分

(2) $i=I_0\cos\omega t$，以 $abcda$ 作为回路正方向，

$$\Phi=\int Bl_2\,\mathrm{d}x=\int_{l_0}^{l_0+l_1}\frac{\mu_0 i l_2}{2\pi x}\mathrm{d}x \qquad 2\text{分}$$

上式中$l_2 = \upsilon t$，　则有

$$\varepsilon = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\int_{l_0}^{l_0+l_1} \frac{\mu_0 i l_2}{2\pi x}\mathrm{d}x\right)$$

$$= \frac{\mu_0 I_0}{2\pi}\upsilon\left(\ln\frac{l_0+l_1}{l_0}\right)(\omega t \sin\omega t - \cos\omega t)$$ 3 分