2010—2011 学年第一学期

《大学物理（2-2）》期末试卷 A 卷答案

一、选择题（共 30 分，每小题 3 分）

1.C　2. B　3. C　4. B　5. C　6. C　7. B　8. C　9. C　10.C

二、填空题（共 30 分）

11．$\dfrac{1}{8\pi\varepsilon_0 R}\left(\sqrt{2}q_1+q_2+\sqrt{2}q_3\right)$　　3 分

12．$Q^2/(18\pi\varepsilon_0 R^2)$　　3 分

13．$-\pi r^2 B\cos\alpha$　　3 分

14．$\dfrac{\mu_0 I}{4\pi R}$　　3 分

15．$\pi R^3\lambda B\omega$　　2 分

在图面中向上　　1 分

16．$\dfrac{\mu_0 b}{2\pi}\ln\dfrac{a+d}{d}$　　3 分

17．竖直向下　　1 分

垂直纸面向下　　2 分

18．1，0，0，$-\dfrac{1}{2}$　　2 分

2，0，0，$\dfrac{1}{2}$ 或 2，0，0，$-\dfrac{1}{2}$　　1 分

19．1.59　　3 分

20．工作物质、激励能源、光学谐振腔　　各 1 分

三、计算题（共 40 分）

21．（本题 10 分）（1458）

解：在球内作半径为 r_1 的同心高斯球面．按 $\vec{D}$ 的高斯定理

$$4\pi r_1^2 D_1=(4/3)\pi r_1^3\rho$$

得　$D_1=(\rho/3)r_1$　　$(r_1<R)$

$E_1=D_1/\varepsilon_1=(\rho r_1)/(3\varepsilon_1)$　　$(r_1<R)$　　3 分

球外作半径为 r_2 的同心高斯球面．则　$4\pi r_2^2 D_2=(4/3)\pi R_1^3\rho$

得　$D_2=\rho R^3/\left(3r_2^2\right)$　　$(r_2>R)$

$E_2=D_2/\varepsilon_2=\rho R^3/\left(3\varepsilon_2 r_2^2\right)$　　$(r_2>R)$　　2 分

球内电势　$U_1=\int_{r_1}^{\infty}\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{r}=\int_{r_1}^{R}E_1\,\mathrm{d}r+\int_{R}^{\infty}E_2\,\mathrm{d}r$

$$=\frac{\rho}{3\varepsilon_1}\int_{r_1}^{R}r\,\mathrm{d}r+\frac{\rho R^3}{3\varepsilon_2}\int_{R}^{\infty}\frac{\mathrm{d}r}{r^2}=\frac{\rho}{6\varepsilon_1}\left(R^2-r_1^2\right)+\frac{\rho R^2}{3\varepsilon_2}$$

$$=\frac{\rho}{6}\left[\left(\frac{1}{\varepsilon_1}+\frac{2}{\varepsilon_2}\right)R^2-\frac{r_1^2}{\varepsilon_1}\right]\qquad (r_1<R)\qquad 3\text{ 分}$$

球外电势 $$U_2=\int_{r_2}^{\infty}\vec{E}_2\cdot\mathrm{d}\vec{r}=\frac{\rho R^3}{3\varepsilon_2}\int_{r_2}^{\infty}\frac{\mathrm{d}r}{r^2}=\frac{\rho R^3}{3\varepsilon_2 r_2}\qquad (r_2>R)\qquad 2\text{ 分}$$

22．（本题 10 分）5130

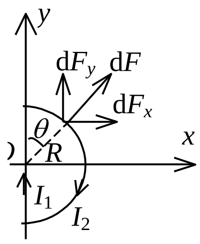
解：长直导线在周围空间产生的磁场分布为 $B=\mu_0 I_1/(2\pi r)$ 取 xOy 坐标系如图，则在半圆线圈所在处各点产生的磁感强度大小为：

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

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：

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

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



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

根据对称性知： $$F_y=\int\mathrm{d}F_y=0$$

$$\mathrm{d}F_x=\mathrm{d}F\cos\theta\ ,$$

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

∴半圆线圈受 I_1 的磁力的大小为：

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

23．（本题 10 分）2498

解：(1) ☜$_1=\dfrac{\mu_0 I\, l\upsilon}{2\pi}\left(\dfrac{1}{a+\upsilon t}-\dfrac{1}{a+b+\upsilon t}\right)$ 3 分

方向沿 $ABCD$ 即顺时针．

(2) $$\Phi=\frac{\mu_0 I\, l}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a}$$

☜$_2=-\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}=-\dfrac{\mu_0 l}{2\pi}\ln\dfrac{a+b}{a}\cdot\dfrac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$

$$=-\frac{\mu_0 l I_0\omega}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a}\cos\omega t\qquad 4\text{ 分}$$

以顺时针为正方向．

(3) □ = □$_1$ + □$_2$ 3 分

其中，□$_1$ 式中 $I=I_0\sin\omega t$， □$_2$ 式中 $a+b$ 和 a 分别换为 $a+b+\upsilon t$ 和 $a+\upsilon t$.

24．（本题 10 分）（5366）

解：根据能量守恒,有 $$h\nu_0 + m_e c^2 = h\nu + mc^2$$ 2 分

这里 $$m = m_e \frac{1}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}$$ 1 分

∴ $$h\nu = h\nu_0 + m_e c^2\,[1 - \frac{1}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}]$$

则 $$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + m_e c^2\,[1 - \frac{1}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}]$$

解得： $$\lambda = \frac{\lambda_0}{1 + \frac{m_e c\lambda_0}{h}[1 - \frac{1}{\sqrt{1-(\upsilon/c)^2}}]} = 0.00434\ \text{nm}$$ 2 分

（4525）解： $$\lambda = h/p = h/(m\upsilon)$$ 1 分

因为若电子在第 n 玻尔轨道运动，其轨道半径和动量矩分别为

$$r_n = n^2 a \qquad L = m\upsilon r_n = nh/(2\pi)$$ 2 分

故 $$m\upsilon = h/(2\pi n a)$$

得 $$\lambda = h/(m\upsilon) = 2\pi n a$$ 2 分