2011 级大学物理（II）期末试卷 A 卷答案及评分标准

考试日期：2013 年 1 月 14 日

一、选择题(每题 3 分)

C，B，D，C，A；B，C，A，D，B

二、填空题(每题 3 分)

11. $-8-24xy$； $-12x^2+40y$； **0** 各 1 分

12. $\dfrac{q}{24\varepsilon_0}$ **13.** ε_r **2 分**； ε_r **1 分**

14. 正 **15.** $\dfrac{\mu I}{2\pi r}$ **16.** **3**

17. 2.60×10^8 **18.** **12.75**

19. $1/\sqrt{3}$ 或 0.577 **20.** $\dfrac{a}{6}$；$\dfrac{a}{2}$；$\dfrac{5a}{6}$ **各 1 分**

三、计算题(每题 10 分)

21．

解法 1：由高斯定理可知空腔内 $E=0$，故带电球层的空腔是等势区，各点电势均为 U． 2 分

在球层内取半径为 $r\to r+dr$ 的薄球层．其电荷为

$$dq=\rho 4\pi r^2 dr$$

该薄层电荷在球心处产生的电势为

$$\mathrm{d}U=\mathrm{d}q/(4\pi\varepsilon_0 r)=\rho r\,\mathrm{d}r/\varepsilon_0 \qquad 2\text{ 分}$$

整个带电球层在球心处产生的电势为

$$U_0=\int \mathrm{d}U_0=\frac{\rho}{\varepsilon_0}\int_{R_1}^{R_2} r\,\mathrm{d}r=\frac{\rho}{2\varepsilon_0}\left(R_2^2-R_1^2\right) \qquad 2\text{ 分}$$

因为空腔内为等势区所以空腔内任一点的电势 U 为

$$U=U_0=\frac{\rho}{2\varepsilon_0}\left(R_2^2-R_1^2\right) \qquad 2\text{ 分}$$

解法 2：由高斯定理可知

$r<R_1$， $E_1=0$， 2 分

$R_1<r<R_2$， $E_2=\dfrac{\rho(r^3-R_1^3)}{\varepsilon_0 r^2}$， 2 分

$r>R_2$， $E_3=\dfrac{\rho(R_2^3-R_1^3)}{\varepsilon_0 r^2}$ 2 分

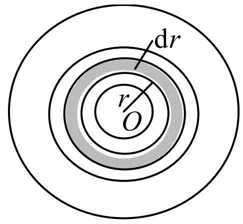
若根据电势定义 $U=\int \vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l}$ 2 分

空腔内任一点电势为：$U=\int_0^{R_1}E_1dr+\int_{R_1}^{R_2}E_2dr+\int_{R_2}^{\infty}E_3dr$

$$=\frac{\rho}{2\varepsilon_0}\left(R_2^2-R_1^2\right) \qquad 2\text{ 分}$$

22．解：(1) 在内圆环上取半径为 r 宽度为 dr 的细圆环，其电荷为

$$\mathrm{d}q = 2\pi r\,\mathrm{d}r\sigma$$



由于转动而形成的电流　　$\mathrm{d}i = n_1\,\mathrm{d}q = 2\pi r n_1 \sigma\,\mathrm{d}r$　　2 分

di 在 O 点产生的磁感强度为

$$\mathrm{d}B_1 = \mu_0\,\mathrm{d}i/(2r) = \mu_0 \pi n_1 \sigma\,\mathrm{d}r \qquad 2\text{ 分}$$

其方向垂直纸面向外.

(2) 整个内圆环在 O 点产生的磁感强度为

$$B_1 = \int \mathrm{d}B_1 = \pi\mu_0 n_1 \sigma \int_{R_1}^{R_2} \mathrm{d}r = \pi\mu_0 n_1 \sigma (R_2 - R_1) \qquad 2\text{ 分}$$

其方向垂直纸面向外.

(3) 同理得外圆环在 O 点产生的磁感强度

$B_3 = \pi\mu_0 n_2 \sigma (R_3 - R_2)$ 其方向垂直纸面向里.　　2 分

(4) 为使 O 点的磁感应强度为零，B_1 和 B_2 的量值必须相等，

即

$$\pi\mu_0 n_1 \sigma (R_2 - R_1) = \pi\mu_0 n_2 \sigma (R_3 - R_2)$$

于是求得 n_1 和 n_2 之比　　$\dfrac{n_2}{n_1} = \dfrac{R_3 - R_2}{R_2 - R_1}$　　2 分

23．解：(1)　$E = mc^2 = m_e c^2 / \sqrt{1 - (\upsilon / c)^2}$　　1 分

$=5.8\times10^{-13}$ J　　1 分

(2)　$E_k = mc^2 - m_e c^2$　　2 分

$= 4.99\times10^{-13}$ J　　1 分

24．(1) 载流为 I 的无限长直导线在与其相距为 r 处产生的磁感强度为：

$$B = \mu_0 I / (2\pi r) \qquad 2\text{ 分}$$

以顺时针绕向为线圈回路的正方向，与线圈相距较远的导线在线圈中产生的磁通量为：

$$\phi_1 = \int_{2d}^{3d} d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\,\mathrm{d}r = \frac{\mu_0 I d}{2\pi} \ln \frac{3}{2} \qquad 1\text{ 分}$$

与线圈相距较近的导线对线圈的磁通量为：

$$\phi_2 = \int_{d}^{2d} -d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\,\mathrm{d}r = -\frac{\mu_0 I d}{2\pi} \ln 2 \qquad 1\text{ 分}$$

总磁通量　　$\phi = \phi_1 + \phi_2 = -\dfrac{\mu_0 I d}{2\pi} \ln \dfrac{4}{3}$　　2 分

感应电动势为：　$\varepsilon = -\dfrac{\mathrm{d}\phi}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mu_0 d}{2\pi}(\ln \dfrac{4}{3})\dfrac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mu_0 d}{2\pi} a \ln \dfrac{4}{3}$　　2 分

（2） 线圈中的感应电流是顺时针方向.　　2 分

25．解：(1) 康普顿散射光子波长改变：

$\Delta\lambda = (\dfrac{h}{m_e c})(1 - \cos\varphi)$ =0.024×10^{-10} m　　1 分

$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 1.024\times10^{-10}$ m　　1 分

(2)根据能量守恒：　$h\nu_0 + m_e c^2 = h\nu + mc^2$　　1 分

即　　$E_k = mc^2 - m_e c^2 = h\nu_0 - h\nu$

$E_k = hc/\lambda_0 - hc/\lambda$　　1 分

故　　E_k =4.66×10^{-17} J =291 eV　　1 分