2017年下学期大学物理C（二）参考答案

一、 选择题

1. D　2. A　3. C　4. A　5. C　6. C　7. B　8. A

二、 填空题

1．0，$\left|\vec{P}\right|\cdot\left|\vec{E}\right|\sin\theta$；　　2．$\dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$，$\dfrac{\sigma R^2}{4\varepsilon_0 x^2}$；　　3．$\dfrac{\lambda}{2\pi r}$，$\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r}$；

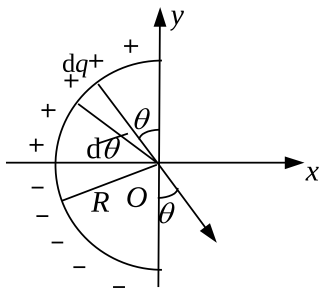
4．$\dfrac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 Sd$；　　5．$\dfrac{Qq}{3\pi\varepsilon_0 R}$，0；　　6．$\dfrac{\mu_0 I}{8R}\vec{i}+\dfrac{\mu_0 I}{2\pi R}\vec{k}$；

7．$\dfrac{\mu_0 qv}{4\pi R^2}$，$\dfrac{qvR}{2}$；　　8．$\dfrac{\mu_0 nRke}{4m}$，0；　　9．$\dfrac{1}{2}I\phi_m$；

10．0，0，$\sqrt{\dfrac{\varepsilon_0}{\mu_0}}E_0\cos\omega(t-\dfrac{x}{c})$，$\dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{\varepsilon_0}{\mu_0}}E_0{}^2$。

三、计算题

1．解：把所有电荷都当作正电荷处理. $\lambda=\dfrac{2Q}{\pi R}$



在θ处取微小电荷：　$\mathrm{d}q=\lambda\mathrm{d}l=2Q\mathrm{d}\theta/\pi$

它在 O 处产生场强：
$$\mathrm{d}E=\frac{\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}=\frac{Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}\mathrm{d}\theta$$
（2分）

按θ角变化，将 dE 分解成二个分量：

$$\mathrm{d}E_x=\mathrm{d}E\sin\theta=\frac{Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}\sin\theta\,\mathrm{d}\theta$$

$$\mathrm{d}E_y=-\mathrm{d}E\cos\theta=-\frac{Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}\cos\theta\,\mathrm{d}\theta$$

（3分）

对各分量分别积分，积分时考虑到一半是负电荷

$$E_x=\frac{Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}\left[\int_0^{\pi/2}\sin\theta\,\mathrm{d}\theta-\int_{\pi/2}^{\pi}\sin\theta\,\mathrm{d}\theta\right]=0$$
（1分）

$$E_y=\frac{-Q}{2\pi^2\varepsilon_0 R^2}\left[\int_0^{\pi/2}\cos\theta\,\mathrm{d}\theta-\int_{\pi/2}^{\pi}\cos\theta\,\mathrm{d}\theta\right]=-\frac{Q}{\pi^2\varepsilon_0 R^2}$$
（2分）

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

$$U=\frac{\sum_i Q_i}{4\pi\varepsilon_0 R}=\frac{Q+(-Q)}{4\pi\varepsilon_0}=0$$
（2分）

2．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 $q+Q$ （3 分）

(2) 不论球壳内表面上的感生电荷是如何分布的，因为任一电荷元离 O 点的距离都是 a，所以由这些电荷在 O 点产生的电势为： $U_{-q}=\dfrac{\int dq}{4\pi\varepsilon_0 a}=\dfrac{-q}{4\pi\varepsilon_0 a}$ （3 分）

(3) 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

$$U_O=U_q+U_{-q}+U_{Q+q}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}+\frac{Q+q}{4\pi\varepsilon_0 b}$$ （4 分）

3． 解：在 ab 上距长直导线 x 处，取电流元 $I_2 dl$，该处磁感应强度方向垂直纸面向里，

大小为 $B=\dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi x}$ （2 分）

则电流元受力 $d\vec{f}=I_2 d\vec{l}\times\vec{B}$ $df=\dfrac{\mu_0 I_1 I_2 dl}{2\pi x}$ （2 分）

由于 ab 上各电流元受力 df 方向相同，方向垂直直导线 ab 向上 （2 分）

$$dl=\frac{dx}{\sin 60^\circ}=\frac{2dx}{\sqrt{3}}$$ （1 分）

$$df=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi x}\frac{2}{\sqrt{3}}dx$$

$$F=\int df=\int_d^{d+\frac{\sqrt{3}}{2}L}\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi x}\frac{2}{\sqrt{3}}dx=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{\sqrt{3}\pi}\ln\frac{d+\frac{\sqrt{3}}{2}L}{d}$$ （3 分）

4．解：（1）动生电动势 $\varepsilon_i=Blv=Bxv\tan\theta=Bv^2 t\tan\theta$ （3 分）

方向由 $N\rightarrow M$ （1 分）

（2）$\phi_m=\int_s\vec{B}\cdot d\vec{S}=\int_0^x kx\cos\omega tx\tan\theta dx=\dfrac{1}{3}kx^3\cos\omega t\tan\theta=\dfrac{1}{3}kv^3t^3\cos\omega t\tan\theta$（3 分）

$$\varepsilon_i=-\frac{d\phi_m}{dt}=-kv^3t^2\cos\omega t\tan\theta+\frac{1}{3}k\omega v^3t^3\sin\omega t\tan\theta$$ （2 分）

方向：$\varepsilon_i>0$，顺时针方向，$\varepsilon_i<0$，逆时针方向。 （1 分）