北京邮电大学 2018-2019 学年第一学期

《大学物理（下）》双培班期末考试答案和评分标准

一、选择题（单选，每题 3 分，共 30 分）

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

二、填空题（每空 3 分，共 30 分）

11. $\frac{q_1+q_2}{2}$ 12. 1 13. 1:3:5 14. $\lambda/(4n_1)$ 15. $\lambda/(2nl)$

16. 5 17. $I_0/8$ 18. 线 19. 600 20. $2\upsilon/\omega$

三、计算题（每题 10 分，共 40 分）

17. 解 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. ……3 分

在球层内取半径为 $r\to r+\mathrm{d}r$ 的薄球层．其电荷为

$\mathrm{d}q=\rho 4\pi r^2\mathrm{d}r$ ……2 分

该薄层电荷在球心处产生的电势为

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

整个带电球层在球心处产生的电势为

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

因为空腔内为等势区，所以空腔内任一点的电势 U 为

$$U=U_0=\frac{\rho}{2\varepsilon_0}\left(R_2^2-R_1^2\right)$$ ……3 分

解 2: 由高斯定理可知空腔内 E＝0，故带电球层的空腔是等势区. ……3 分

根据高斯定理可算得在球层中电场强度

$$E_1=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\left(r-\frac{R_1^3}{r^2}\right)$$ ……2 分

在球层外部

$$E_2=\frac{\rho(R_1^3\text{-}R_1^3)}{3\varepsilon_0 r^2}$$ ……2 分

空腔内任一点的电势 U 为

$$U=\int_{R_1}^{R_2}E_1dr+\int_{R_2}^{\infty}E_2dr=\frac{\rho}{2\varepsilon_0}\left(R_2^2-R_1^2\right)$$ ……3 分

18. 解：(1) 大线圈在小线圈处的磁场

$$B=\frac{\mu_0 I}{2b}$$ ……1 分

某时刻 t 通过小线圈的磁通量

$$\Phi=BS\cos\omega t=\frac{\mu_0 I}{2b}\pi a^2\cos\omega t$$ ……1 分

小线圈中的感应电动势

$$E=-\frac{d\Phi}{dt}=\frac{\mu_0 I\pi a^2\omega}{2b}\sin\omega t$$ ……2 分

小线圈中的电流

$$i=\frac{E}{R}=\frac{\mu_0 I\pi a^2\omega}{2bR}\sin\omega t$$ ……1 分

（2）由于小线圈中的变化的感应电流，大线圈中会出现感应电动势

根据（1）问过程可知大小线圈间互感系数

$$M_{ab}=\frac{\Phi}{I}=\frac{\mu_0\pi a^2}{2b}\cos\omega t$$ ……2 分

在小线圈电流作用下，通过大线圈的磁通量

$$\Phi'=M_{ba}i=\left(\frac{\mu_0\pi a^2}{2b}\right)^2\frac{I\omega}{2R}\sin(2\omega t)$$ ……2 分

大线圈的感应电动势为

$$E'=-\frac{d\Phi'}{dt}=-\frac{dM_{ba}}{dt}i-M_{ba}\frac{di}{dt}=-\left(\frac{\mu_0\pi a^2\omega}{2b}\right)^2\frac{I}{R}\cos(2\omega t)$$ ……1 分

19. 解：（1）设 O 处振动方程为 $y_0=A\cos(\omega t+\phi)$

当 $t=0$ 时，　$y_0=0$，$\upsilon_0<0$，

$\therefore\ \phi=\frac{1}{2}\pi$ ……2 分

$\therefore\ y_0=A\cos(\omega t+\frac{1}{2}\pi)$

故入射波表达式为 $y=A\cos(\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}x)$ ……2 分

在 O' 处入射波引起的振动方程为

$$y_1=A\cos(\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{7}{4}\lambda)=A\cos(\omega t-\pi)$$

由于 M 是波密媒质反射面，所以 O' 处反射波振动有一个相位的突变π.

$\therefore\quad y_1'=A\cos(\omega t-\pi+\pi)=A\cos\omega t$

反射波表达式：

$$y'=A\cos[\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}(\overline{OO'}-x)]$$

$$=A\cos[\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}(\frac{7}{4}\lambda-x)]=A\cos[\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{\pi}{2}]$$ ……3 分

（2）合成波为

$$y=y+y'=A\cos[\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{\pi}{2}]+A\cos[\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{\pi}{2}]$$

$$=2A\cos\frac{2\pi}{\lambda}x\cos(\omega t+\frac{\pi}{2})$$ ……3 分

20. 解：(1) $\Delta x = 20\, D\lambda / d = 0.11$ m ……5 分

(2) 覆盖云玻璃前，零级明纹出现在双缝中垂线上

覆盖云玻璃后，该处光程差

$\Delta L = (n-1)e = k\lambda$ ……3 分

$k = (n-1)\, e / \lambda = 6$

出现第 6 级明纹处 ……2 分