参考答案（第 2 卷）

一、选择题

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

二．填空题

1. $\frac{1}{17}R_f$

2. $P_{内} > P_{外}$，$\Delta P = \frac{4\times 0.04}{0.1} = 1.6Pa$

3. $\frac{P}{kT}$, $0.3RT$

4. $y_p = 0.2\cos[\pi t - \frac{\pi}{2} - \pi]$

5. 15 / 16

6. $\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 l}\cdot\frac{\sqrt{5}-1}{\sqrt{5}}$

7. 0，$pE\sin\alpha$

8. $B_O = \mu_0 I(\frac{1}{4R_2} - \frac{1}{4R_1} - \frac{1}{4\pi R_1})$

9. $-\frac{\mu_0 I\ g}{2\pi}t\ \ln\frac{a+l}{a}$

10. ② ③ ①

三．计算题

1．解： 已知截面积$S_C = S_D/3$，由连续性方程得

$$v_C = S_D v_D / S_C = 3v_D$$ **2 分**

考虑到A槽中的液面流速相对于出口处的流速很小，由伯努利方程求得

$$v_D = \sqrt{2gh}$$ **2 分**

对C、D两点列伯努利方程：

$$p_C + \frac{1}{2}\rho v_C^2 = p_D + \frac{1}{2}\rho v_D^2$$ **3 分**

因为$p_D = p_0$(大气压），所以$p_C = p_0 - 8\rho gh$，即C处的压强小于p_0，

又因为F槽液面的压强也为p_0，故E管中液柱上升的高度H应满足：

$p_C + \rho gH = p_0$，解得 $H = 8h$ **3 分**

2．解： （1）根据波源的振动曲线知：A=0.1 m，T=0.2 s，ν=5 Hz，$\varphi = -\frac{\pi}{2}$；

振动方程为：$y = 0.1\cos(10\pi t - \frac{\pi}{2})\,(\mathrm{m})$ **5 分**

（2）根据此波在某一时刻的波形曲线知：λ=0.4 m，$u = \lambda\nu = 2\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$

波函数为：$y = 0.1\cos\left[10\pi(t - \frac{x}{2}) - \frac{\pi}{2}\right](\mathrm{m})$ **5 分**

3．解： 由电荷的球对称分布，用高斯定理可求出各区域的电场强度E。

当$r < R_1$时，

$$E = 0$$ **1 分**

当$R_1 < r < R_2$时，

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{\rho}{\varepsilon_0}\frac{4}{3}\pi(r^3 - R_1^3)$$

$$E=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\square\frac{r^3-R_1^3}{r^2}$$ **2 分**

当 $r>R_2$ 时， $$E=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\square\frac{R_2^3-R_1^3}{r^2}$$ **2 分**

根据电势的定义，A、B 两点的电势分别为

$$V_A=\int_{r_A}^{R_1}0\square\mathrm{d}r+\int_{R_1}^{R_2}\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\square\frac{r^3-R_1^3}{r^2}\mathrm{d}r+\int_{R_2}^{\infty}\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\square\frac{R_2^3-R_1^3}{r^2}\mathrm{d}r=\frac{\rho}{2\varepsilon_0}(R_2^2-R_1^2)$$

$$V_B=\int_{r_B}^{R_2}\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\square\frac{r^3-R_1^3}{r^2}\mathrm{d}r+\int_{R_2}^{\infty}\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\square\frac{R_2^3-R_1^3}{r^2}\mathrm{d}r=\frac{\rho}{2\varepsilon_0}\left[R_2^2-\frac{1}{3r_B}(\mathrm{r}_B^3+2R_1^3)\right]$$

5 分

4. 解： 将此导体等效地看作为一个半径为 R_1、电流分布均匀的大圆柱，与另一半径为 R_2、电流密度大小相等、方向相反的小圆柱组合而成，而磁感应强度也应为两圆柱的磁感应强度叠加而成。由于对称性，大圆柱上电流对 O 点磁感应强度的矢量和为零，而小圆柱上电流对 O’点磁感应强度的矢量和为零。

（1）O 点的磁感应强度由小圆柱电流决定：$B=\frac{\mu_0}{2a}jR_2^2$ **3 分**

（2）O’ 点的磁感应强度则由电流充满整个大圆柱导体决定

$$B=\frac{\mu_0}{2\pi a}j\pi a^2=\frac{\mu_0 ja}{2}$$ **3 分**

（3）证洞内磁场均匀，设洞内任一点 P 距 O 为 r_1、，距 O’为 r_2。分别求出大小圆柱在该点的磁场,再合成即可。

用矢量来证明，将 r_1、r_2、a 都作为矢量，分别用将 $\vec{r}_1,\vec{r}_2,\vec{a}$ 表示。大圆柱及小圆柱

在该点 B 的大小：$B_1=\frac{\mu_0}{2\pi r_1}j\pi r_1^2=\frac{\mu_0 jr_1}{2}$ 和 $B_2=\frac{\mu_0 jr_2}{2}$

方向垂直于 $\vec{r}_1,\vec{r}_2$，用矢量表示：$B_1=\frac{\mu_0}{2}\vec{j}\times\vec{r}_1$ 和 $B_1=\frac{\mu_0}{2}\left(-\vec{j}\right)\times\vec{r}_2$

P 点合磁感应强度为：$B=B_1+B_2=\frac{\mu_0}{2}\vec{j}\times\left(\vec{r}_1-\vec{r}_2\right)=\frac{\mu_0}{2}\vec{j}\times\vec{a}$

$\vec{j},\vec{a}$ 都是常矢量，即可证明洞内为均匀磁场。 **4 分**

5．解：（1）设螺绕环通以电流 I，则其磁通量为

$$\Phi=\frac{\mu_0 NIh}{2\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$$

4 分

自感系数为 $L=\frac{N\Phi}{I}=\frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$

（2）计算螺绕环对圆电流的互感系数

设螺绕环通以电流 I，则其截面上的磁通量为 $\Phi=\frac{\mu_0 NIh}{2\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$

4 分

则电流 I 在圆电流回路上形成的磁通量亦为 $\Phi=\frac{\mu_0 NIh}{2\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$

螺绕环对圆电流回路的互感系数为 $M=\frac{\Phi}{I}=\frac{\mu_0 Nh}{2\pi}\ln\frac{R_2}{R_1}$ **2 分**

由于是非铁磁质，故螺绕环对圆电流回路的互感系数亦即两者的互感系数。