参考答案（第 4 卷）

一、选择题

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

二．填空题

1. $\dfrac{f_1 - f_2}{f_1 + f_2}u$

2. $\boldsymbol{-\pi / 3}$

3. 3，1.5，$\sqrt{6}/2$

4. 0.2m

5. 2.0A， 4.0V， −16V

6. 9

7. $\boldsymbol{\sigma}$；$\dfrac{\boldsymbol{\sigma}}{\boldsymbol{\varepsilon_r \varepsilon_0}}$

8. $\dfrac{7}{8}$

9. $\boldsymbol{\dfrac{\mu_0 Il}{2\pi} \ln \dfrac{b + vt}{a + vt}}$

10. $\dfrac{1}{2} k\pi\pi^2$

三、计算题

1、解： 活塞处液体的压强： $P_1 = P_0 + \frac{F}{S_1} = P_0 + 1.125\times10^4\,\text{Pa}$ **3 分**

根据实际流体伯努利方程

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 + \Delta E$$

$\because S_1 >> S_2$， $\therefore {v_1}^2 \approx 0$，代入数值解得： $v_2 \approx 1m/s$ **3 分**

根据连续性方程得：

$$v_1 = \frac{S_2}{S_1} v_2 = 8.33\times10^{-3} m/s$$ **3 分**

$$\therefore t = \frac{l}{v_1} \approx 4.8s$$ **1 分**

2、解：（1）由图知， $A = 0.1m, \lambda = 0.4m$，

$$v = \frac{0.1}{0.5} = 0.2m/s$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.4}{0.2} = 2s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$$

对 O 点

$$y_o = A\cos\varphi = 0$$

$$v_o = -A\omega\sin\varphi < 0$$ **4 分**

所以取 $\varphi = \frac{\pi}{2}$

故 O 点的振动方程为

$$y = 0.1\cos(\pi t + \frac{\pi}{2})$$ **4 分**

以 O 点为原点的波函数为

$$y=0.1\cos\left[\pi(t-\frac{x}{0.2})+\frac{\pi}{2}\right]=0.1\cos\left[\pi(t-5x)+\frac{\pi}{2}\right]$$

（2）将 $x_p=0.1m$ 代入上式，得 P 点的振动方程为：

$$y=0.1\cos\left[\pi(t-5\times0.1)+\frac{\pi}{2}\right]=0.1\cos\pi t$$

2 分

3、解： 由电场的叠加原理可知，如图所示的 P 点的场强，可视为半径为 R 的带正电的球体在体内的场强和半径为 r 的带负电的球体在体内的场强的叠加。

由高斯定理，在空腔内 P 点，带正电球体产生的场强为

$$E_1\cdot4\pi r_1^2=\frac{1}{\varepsilon_0}\rho\cdot\frac{4}{3}\pi r_1^3$$

$E_1=\dfrac{\rho}{3\varepsilon_o}r_1$，方向如图。

3 分

带负电的球体在 P 点产生的场强为

$$E_2\cdot4\pi r_2^2=\frac{1}{\varepsilon_0}(-\rho)\cdot\frac{4}{3}\pi r_2^3$$

3 分

$E_2=-\dfrac{\rho}{3\varepsilon_o}r_2$，方向如图。

P 点的合场强为

$$\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}(\vec{r}_1-\vec{r}_2)=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\vec{a}$$

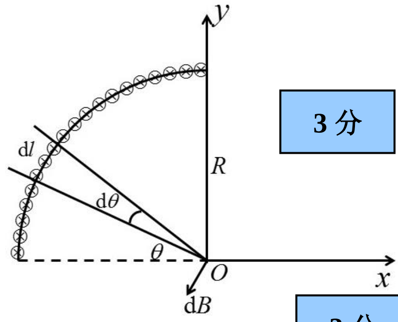
2 分

其中 $\vec{a}$ 的方向为 O_1 指向 O_2

因此，腔体内为匀强电场，场强方向平行于 O_1 指向 O_2 的方向。

2 分

4、解： 在圆弧上取长为$\mathrm{d}l$的小段，其中的电流为



3 分

$$\mathrm{d}I=\frac{I}{\pi R/2}\mathrm{d}l=\frac{2I}{\pi}\mathrm{d}\theta$$

利用无限长直载流导线的磁感应强度公式，$\mathrm{d}l$段电流在O点处的磁感应强度大小为：

3 分

$$\mathrm{d}B=\frac{\mu_0\mathrm{d}I}{2\pi R}=\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}\mathrm{d}\theta$$

方向如图所示。则整段导体在O点处的磁感应强度的直角坐标分量为：

$$B_x=\int_0^{\pi/2}-\sin\theta\mathrm{d}B=\int_0^{\pi/2}-\sin\theta\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}\mathrm{d}\theta=-\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}$$

$$B_y=\int_0^{\pi/2}-\cos\theta\mathrm{d}B=\int_0^{\pi/2}-\cos\theta\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}\mathrm{d}\theta=-\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}$$

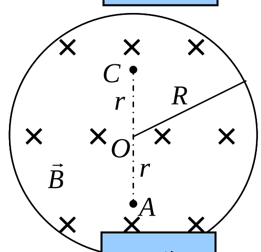
4 分

因为$B_x=B_y$，所以磁感应强度与x轴正向夹角为225°。

5、解： 在圆柱体区域内，当磁场变化时，距轴线r处的感生电场

4 分

大小为$E=\frac{r}{2}|\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}|$，在该处电子受到的作用力的大小为



$$F=eE=\frac{er}{2}|\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}|$$，它获得的加速度大小为

$$a=\frac{F}{m_e}=\frac{er}{2m_e}|\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}|$$ 加速度方向与电场方向相反。

3 分

电子在 A 点时，加速度为 $a_A=\frac{1.6\times10^{-19}\times5.0\times10^{-2}}{2\times9.1\times10^{-31}}\times10^{-2}=4.4\times10^{7}\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$

B减小，$\mathrm{d}\vec{B}/\mathrm{d}t$的方向垂直纸面向外，在 A 点，电场方向向左，因此电子加速度方向向右。

$a_O=0$ $a_C=4.4\times10^{7}\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$ 方向向左。

3 分