试卷参考答案

一、填空题：（12 题，共 48 分）

1. $(F-\mu mg)A=\frac{1}{2}kA^2$　　$A=\frac{2}{k}(F-\mu mg)$　　$E_p=\frac{1}{2}kA^2=\frac{2}{k}(F-\mu mg)^2$

2. $mv_1r_1=mv_2r_2$　　$r_2=\frac{v_1}{v_2}r_1=5.26\times10^{12}(\text{m})$

3. $F=(-v'_{空})\frac{\mathrm{d}m_{空}}{\mathrm{d}t}+(-v'_{混})\frac{\mathrm{d}m_{混}}{\mathrm{d}t}=(-200)\times50+(-400)\times(-52)=1.08\times10^4(\text{N})$

4. $J=\int_0^l x^2\rho\mathrm{d}x=\int_0^l kx^3\mathrm{d}x=\frac{1}{4}kl^4$

5. $\Delta l=\frac{\Delta x'+u\Delta t'}{\sqrt{1-u^2/c^2}}=\frac{100+1.8\times10^8\times4\times10^{-7}}{0.8}=215(\text{m})$

6. $E_k=mc^2-m_0c^2=m_0c^2(\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}-1)=0.51(\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}-1)=0.25$　　$\frac{v}{c}=0.74$

7. $p_0+\frac{1}{2}\rho v_A^2+\rho gh_A=p_0+\frac{1}{2}\rho v_B^2+\rho gh_B$　　$v_A\approx0$　　$v_B=\sqrt{2g(h_A-h_B)}$

8. $y_1=A\cos[\omega(t-\frac{L_1}{u})+\frac{\pi}{4}]$　　$\varphi_2-\varphi_1=\frac{\pi}{4}-\frac{\pi}{4}-\frac{\omega}{u}[(-L_2)-L_1]=\frac{\omega(L_1+L_2)}{u}$

9. $\Delta E=\nu\frac{i}{2}R\Delta T=N\varepsilon$　　$i=3$

$\Delta T=\frac{2N\varepsilon}{\nu iR}=\frac{2\times10^4\times10^{12}\times1.6\times10^{-19}}{0.01\times3\times8.31}=1.3\times10^{-2}(\text{K})$

10. $\int_0^{v_m}Av^2\mathrm{d}v=\frac{A}{3}v_m^3=1$　　$A=\frac{3}{v_m^3}$　　$\bar{v}=\int_0^{v_m}vAv^2\mathrm{d}v=\frac{A}{4}v_m^4=\frac{3}{4}v_m=\frac{3}{4}\sqrt[3]{\frac{3}{A}}$

11. $\nu'=\frac{340+28}{340-20}\nu$　　$\nu''=\frac{340}{340-28}\nu'=\frac{340}{340-28}\cdot\frac{340+28}{340-20}\nu$　　$\lambda''=\frac{340}{\nu''}=0.271(\text{m})$

12. $E=2\cdot\frac{q}{4\pi\varepsilon_0(a^2+y^2)}\cdot\frac{a}{\sqrt{a^2+y^2}}\approx\frac{qa}{2\pi\varepsilon_0y^3}$

二、计算题：（6 题，共 52 分）

1. $2mg-T_1=2ma$　　$T_2-mg=ma$　　$T_1r-Tr=\frac{1}{2}mr^2\beta$

$Tr-T_2r=\frac{1}{2}mr^2\beta$　　$a=r\beta$　　解得：$T=\frac{11}{8}mg$

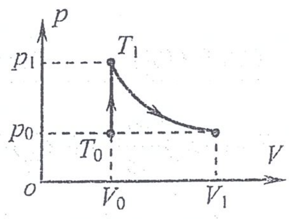
2. $m_2v_1l=-m_2v_2l+J\omega$　　$J=\frac{1}{3}m_1l^2$　　$M_f=-\int_0^l\mu g\frac{m_1}{l}x\cdot\mathrm{d}x=-\frac{1}{2}\mu m_1gl$

角动量定理：$\int_0^t M_f\mathrm{d}t=0-\frac{1}{3}m_1l^2\omega$　　解得：$t=2m_2\frac{v_1+v_2}{\mu m_1g}$

3.（1） $\dfrac{C_p}{C_V}=\dfrac{5}{3}$ 　　$C_p-C_V=R$ 　　$C_p=\dfrac{5}{2}R$ 　　$C_V=\dfrac{3}{2}R$

（2） 摩尔数：$\nu=\dfrac{p_0V_0}{RT_0}=4\,(\text{mol})$，全过程中内能改变量：

$$\Delta E=\nu C_V(T_1-T_0)=4\times\frac{3}{2}R(450-300)=7.48\times10^3(\text{J})$$



作功 $A=-\nu RT_1\ln\dfrac{p_1}{p_0}=-\nu RT_1\ln\dfrac{T_1}{T_0}=-6.06\times10^3(\text{J})$

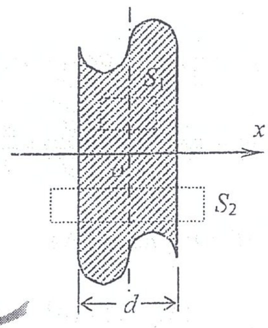
（等体：$\dfrac{p_1}{T_1}=\dfrac{p_0}{T_0}$；等温：$p_1V_0=p_0V_1$）

吸热 $Q=\Delta E-A=1.35\times10^4(\text{J})$

4．由理想气体状态方程，绝热自由膨胀的初态与末态温度相同。

$$\frac{p\cdot2V_0}{T_0}=\frac{p_0V_0}{T_0}=\nu R \qquad p=\frac{p_0}{2}$$

$$\Delta S=\nu R\ln\frac{2V_0}{V_0}=\frac{p_0V_0}{T_0}\ln2$$

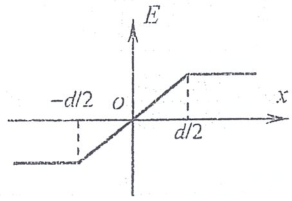


5． 由电荷分布的对称性可知在中心平面两侧离中心平面相同距离处场强均沿 x 轴，大小相等而方向相反。

在板内作底面为 S 的高斯柱面 S_1，两底面距离中心平面均为 $|x|$，由高斯定理得：

$$E_1\cdot2S=\frac{\rho\cdot2|x|S}{\varepsilon_0} \qquad E_1=\frac{\rho|x|}{\varepsilon_0} \quad (-\frac{1}{2}d\le x\le\frac{1}{2}d)$$

在板外作底面为 S 的高斯柱面 S_2，两底面距离中心平面均为 $|x|$，由高斯定理得：



$$E_2\cdot2S=\frac{\rho\cdot Sd}{\varepsilon_0} \qquad E_2=\frac{\rho d}{2\varepsilon_0} \quad (|x|\ge\frac{1}{2}d)$$

6.（1） $k=\dfrac{mg}{l}=2\,(\text{N/m})$ 　　$\omega=\sqrt{\dfrac{k}{m}}=15.8\,(\text{rad/s})$

$$A=\sqrt{x_0^2+\frac{v_0^2}{\omega^2}}=3.3\times10^{-2}(\text{m})$$

$$\varphi=\tan^{-1}(\frac{-v_0}{\omega x_0})=72.5^\circ=\frac{2\pi}{5} \qquad x=3.3\times10^{-2}\cos(15.8t+\frac{2\pi}{5})\ (\text{SI})$$

（2） $y_1=A\cos[2\pi(\nu t-\dfrac{x}{\lambda})+\varphi]$ 　　$y_2=A\cos[2\pi(\nu t+\dfrac{x}{\lambda})]$

反射点：$[2\pi(\nu t-\dfrac{L}{\lambda})+\varphi]-[2\pi(\nu t+\dfrac{L}{\lambda})]=0$ 　　$\varphi=4\pi\dfrac{L}{\lambda}$

$$y_1=A\cos[2\pi(\nu t-\frac{x}{\lambda}+2\frac{L}{\lambda})]$$