武汉大学 2018 --2019 学年第二学期

大学物理 B（上）期末试卷 （A 卷）

参考答案

一、选择题（共 27 分）

1.（3 分）B

2.（3 分）B

3.（3 分）A

4.（3 分）B

5.（3 分）B

6.（3 分）C

7.（3 分）D

8.（3 分）C

9.（3 分）A

二、填空题（共 27 分）

1.（3 分） $m[\alpha\sin\omega t\,\vec{i}+\beta(1-\cos\omega t)\,\vec{j}]$

2.（3 分） 4.5 J

3.（3 分） $\frac{2}{3}v$

4.（3 分） 0.05 rad/s

5.（3 分） $\frac{2}{3}\pi$

6.（3 分） $S_1=S_2$

7.（3 分）95K （或 95℃）

8.（3 分） $\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}(\frac{1}{r}-\frac{1}{a}+\frac{1}{b})+\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 b}$

9.（3 分） $\frac{Q^2 d}{2\varepsilon_0 S}$

三、计算题（共 46 分）

1.（8 分）设棒的横截面积为s，当棒下落x时，有

$\rho_2 gsl - \rho_1 gsx = ma = \rho_2 sl\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$　　　　　　3 分

化简得：

$g - \dfrac{\rho_1}{\rho_2 l}gx = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$

变量代换：$g(1-\dfrac{\rho_1}{\rho_2 l}x) = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x}\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = v\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x}$　　　　3 分

化简得：$g(1-\dfrac{\rho_1}{\rho_2 l}x)\mathrm{d}x = v\mathrm{d}v$

两边积分：$\int_0^l g(1-\dfrac{\rho_1}{\rho_2 l}x)\mathrm{d}x = \int_0^v v\mathrm{d}v$　　　　1 分

$v = \sqrt{gl(2-\dfrac{\rho_1}{\rho_2})}$　　　　　　　　1 分

2.（10 分）对 m 物体，在重力 mg 与绳子拉力 T_m 的共同作用下，有动力学方程

$$mg - T_m = ma \qquad 1\text{ 分}$$

对 M 滑轮，在绳子 T_m 与 T 的共同拉力距作用下，有动力学方程

$$T_m r - T r = J\alpha \qquad 1\text{ 分}$$

对 M' 滑轮，在绳子 T 的拉力距作用下，有动力学方程

$$T r' = J'\alpha' \qquad 1\text{ 分}$$

在无相对滑动情况下，物体的加速度 a 与两滑轮的角加速度 α, α' 有关系

$$a = r'\alpha' \qquad 1\text{ 分}$$

$$a = r\alpha \qquad 1\text{ 分}$$

联立上述方程，可解得　$a = \dfrac{mg}{\frac{1}{2}(M+M')+m} = 4\ \mathrm{m/s^2}$　　　1 分

（1）由此可得两段绳中的张力分别为

$$T_m = m(g-a) = 58\ \mathrm{N} \qquad 1\text{ 分}$$

$$T = \frac{1}{2}M'a = 48\ \mathrm{N} \qquad 1\text{ 分}$$

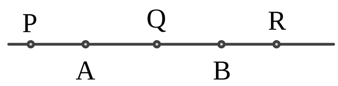
（2）由初始为零的匀加速直线运动方程 $v^2 - v_0^2 = 2ah$　　　1 分

可以求得物体由静止开始下降了 $h = 0.5\ \mathrm{m}$ 距离时的速度

$$v = \sqrt{2ah} = 2\ \mathrm{m/s} \qquad 1\text{ 分}$$

3.（8 分）解：由题意可知波长为：$\lambda = \dfrac{u}{\nu} = 4\ (\mathrm{m})$　　　1 分

在波源 A 的左侧任一点 P，如图所示，两列波在 P 点的振动相位差为



$$\Delta\varphi_{\mathrm{P}} = \varphi_{\mathrm{B}} - \varphi_{\mathrm{A}} - \frac{2\pi(r_{\mathrm{PB}} - r_{\mathrm{PA}})}{\lambda} = \pi - \frac{2\pi\times 26}{4} = -12\pi$$

满足相长干涉条件，故 A 的左侧没有因干涉而静止的点。　　　2 分

在波源 B 右侧的任意一点 R，两列波在 R 处的振动相位差为

$$\Delta\varphi_{\mathrm{R}}=\varphi_{\mathrm{B}}-\varphi_{\mathrm{A}}-\frac{2\pi(r_{\mathrm{RB}}-r_{\mathrm{RA}})}{\lambda}=\pi-\frac{2\pi\cdot(-26)}{4}=14\pi$$

满足相长干涉条件，故 B 的右侧没有因干涉而静止的点。　　　　　　1 分

最后考察 AB 之间的任意一点 Q，设 Q 距 A 的距离为 x，则两列波在 Q 点的振动相位差为

$$\Delta\varphi_{\mathrm{Q}}=\varphi_{\mathrm{B}}-\varphi_{\mathrm{A}}-\frac{2\pi(r_{\mathrm{QB}}-r_{\mathrm{QA}})}{\lambda}=\pi-\frac{2\pi\cdot\left[(26-x)-x\right]}{4}=\pi x-12\pi \qquad 2\text{ 分}$$

要使 Q 点因干涉而静止，则必须满足

$$\Delta\varphi_{\mathrm{Q}}=(2k+1)\pi \qquad \text{即} \qquad \pi x-12\pi=(2k+1)\pi \qquad 1\text{ 分}$$

由此解得 AB 之间因干涉而静止的点为

$$x=2k+13 \quad \text{其中 } k=0,\pm1,\pm2,\cdots\pm6 \qquad 1\text{ 分}$$

4.（10 分）（1）$a\to b$ 为等压过程，有 $\frac{V_b}{T_b}=\frac{V_a}{T_a}$

所以　$T_b=\frac{V_b}{V_a}T_a=\frac{22.4}{44.8}\times600=300\mathrm{K}$　　　　2 分

$a\to b$ 等压过程吸热为

$Q_{ab}=C_p(T_b-T_a)=\frac{5}{2}R(T_b-T_a)=\frac{5}{2}\times8.31\times(300-600)=-6.23\times10^3\mathrm{J}$（放热） 2 分

$b\to c$ 等体过程吸热为

$Q_{bc}=C_V(T_c-T_b)=\frac{3}{2}R(T_c-T_b)=\frac{3}{2}\times8.31\times(600-300)=3.74\times10^3\mathrm{J}$　　2 分

$c\to a$ 等温过程吸热为

$$Q_{ca}=RT_c\ln\frac{V_a}{V_c}=8.31\times600\times\ln2=3.46\times10^3\mathrm{J} \qquad 1\text{ 分}$$

（2）循环中气体吸收的总热量为

$$Q_1=Q_{bc}+Q_{ca}=(3.74+3.46)\times10^3=7.20\times10^3\mathrm{J} \qquad 1\text{ 分}$$

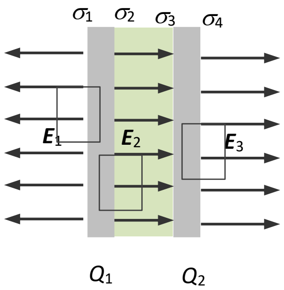
放出的总热量为

$$Q_2=|Q_{ab}|=6.23\times10^3\mathrm{J} \qquad 1\text{ 分}$$

循环效率为

$$\eta=1-\frac{Q_2}{Q_1}=1-\frac{6.23\times10^3}{7.20\times10^3}=13.5\% \qquad 1\text{ 分}$$

5.（10分）将金属板近似看成是无限大带电平板。设静电平衡后，金属板各面所带电荷面密度如题图所示。



由已知条件 $\sigma_1 S+\sigma_2 S=Q_1$ (1) 1分

$\sigma_3 S+\sigma_4 S=Q_2$ (2) 1分

假设各表面所带的电荷均为正，则各表面电荷产生的电场强度均应垂直于各表面并背离各表面，由于静电平衡时导体内部场强处处为零，电位移矢量处处为零，即

$$\frac{\sigma_1}{2}-\frac{\sigma_2}{2}-\frac{\sigma_3}{2}-\frac{\sigma_4}{2}=0 \qquad (3) \qquad 1\text{ 分}$$

$$\frac{\sigma_1}{2}+\frac{\sigma_2}{2}+\frac{\sigma_3}{2}-\frac{\sigma_4}{2}=0 \qquad (4) \qquad 1\text{ 分}$$

将以上四式联立求解，可得：

$$\sigma_1=\sigma_4=\frac{Q_1+Q_2}{2S}$$

$$\sigma_2=-\sigma_3=\frac{Q_1-Q_2}{2S} \qquad 1\text{ 分}$$

上面的结果这表明两板相对的两表面带等量异号电荷，外侧两表面带等量同号电荷。

电场分布如题图所示。由高斯定理，左侧的电场场强大小为

$$E_1=\frac{\sigma_1}{\varepsilon_0}=\frac{Q_1+Q_2}{2\varepsilon_0 S} \qquad 1\text{ 分}$$

同理得，右侧的电场强度大小为 $E_3=\frac{\sigma_4}{\varepsilon_0}=\frac{Q_1+Q_2}{2\varepsilon_0 S}$ 1 分

由高斯定理，中间的电位移矢量大小为 $D_2=\sigma_2=\frac{Q_1-Q_2}{2S}$ 2 分

电场强度大小为 $E_2=\frac{D_2}{\varepsilon_0\varepsilon_r}=\frac{\sigma_2}{\varepsilon_0\varepsilon_r}=\frac{Q_1-Q_2}{2\varepsilon_0\varepsilon_r S}$ 1 分