北京理工大学 2017－2018 学年第二学期

物理学院《大学物理 AI》期末考试题 A 卷　答案

模块一　力学与热学(60 分)

一、填空题（共 30 分）

1. $-\dfrac{g}{2}$（无负号也可）（1 分）；　$\dfrac{2\sqrt{3}v^2}{3g}$（2 分）

2. 1:3　（2 分）；　1:8　（1 分）

3. 在 AB 连线上，距离 A 球 $\dfrac{2}{3}L$ 处（或：在 AB 连线上，距离 B 球 $\dfrac{1}{3}L$ 处）（2 分）；
速度大小为 $\dfrac{1}{3}v$，方向与 C 球速度方向一致（2 分）。

4. $\dfrac{m(bv_0\sin\theta)^2}{L^3}$（3 分）

5. $I_0 = 90\mathrm{kg\cdot m^2}$（1 分）；　3.1Hz（2 分）；　3892.2J（1 分）

6. 1000 m/s　（1 分）；　$1000\sqrt{2}$ m/s　（2 分）

7. AM　（1 分）；　AM，BM　（2 分）

8. 55.6%　（2 分）；　热力学第二定律　（2 分）

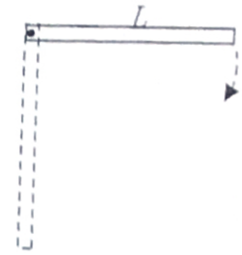
9. 增加　（1 分）；　23.1 J/K　（2 分）

二、选择题（共 9 分，单选，每题 3 分）

1. D；　2. D；　3. B

三、计算题（共 21 分）

1.（10 分）解：（1）对释放瞬间用转动定理 $mg\dfrac{L}{2}=\dfrac{1}{3}mL^2\alpha$



可得释放瞬间的角加速度为 $\alpha=\dfrac{3g}{2L}$ （2 分）

细杆质心的线加速度为 $a_C=\alpha\cdot\dfrac{L}{2}=\dfrac{3g}{4}$

由质心运动定理 $mg-F=ma_C=\dfrac{3mg}{4}$ （2 分）

可得转轴作用于细杆上的力为 $F=\dfrac{mg}{4}$，方向向上。 （1 分）

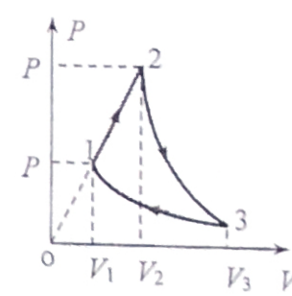
（2）转到垂直位置过程中，由机械能守恒定律 $mg\dfrac{L}{2}=\dfrac{1}{2}I\omega^2=\dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{1}{3}mL^2\omega^2$

可得转到垂直位置时的角速度为 $\omega^2=\dfrac{3g}{L}$ （2 分）

由质心运动定理 $F-mg=m\omega^2\dfrac{L}{2}=\dfrac{3mg}{2}$ （2 分）

解得转轴作用于细杆上的力为 $F=\dfrac{5mg}{2}$，方向向上。 （1 分）

2.（11 分）解：（1）1→2 过程：



对外做功 $A_{12}=\dfrac{1}{2}(p_1+p_2)\cdot(V_2-V_1)=\dfrac{1}{2}(p_1V_2-p_2V_1+p_2V_2-p_1V_1)=\dfrac{1}{2}RT_1$

内能增量 $\Delta U_{12}=nC_{V,m}(T_2-T_1)=\dfrac{5}{2}RT_1$

吸热 $Q_{12}=\Delta U_{12}+A_{12}=3RT_1$ （3 分）

2→3 为绝热过程：因此吸热 $Q_{23}=0$

内能增量 $\Delta U_{23}=nC_{V,m}(T_3-T_2)=-\dfrac{5}{2}RT_1$

对外做功 $A_{23}=\int_{V_2}^{V_3}p\,\mathrm{d}V=\dfrac{1}{\gamma-1}(p_2V_2-p_3V_3)=\dfrac{R}{\gamma-1}(T_2-T_3)=\dfrac{R}{1.4-1}(2T_1-T_1)=2.5RT_1$

或 $A_{23}=-\Delta U_{23}=\dfrac{5}{2}RT_1$ （3 分）

3→1 为等温过程：因此内能增量 $\Delta U_{31}=0$

对外做功 $A_{31}=\int_{V_3}^{V_1}p\,\mathrm{d}V=RT_1\ln\dfrac{V_1}{V_3}=-RT_1\ln 8=-2.1RT_1$

吸热 为 $Q_{31}=A_{31}=-RT_1\ln 8=-2.1RT_1$ （3 分）

（2）该循环过程的效率为：$\eta=\dfrac{Q_{12}+Q_{31}}{Q_{12}}=\dfrac{3RT_1-RT_1\ln 8}{3RT_1}=\dfrac{3-2.08}{3}=30.7\%$ （2 分）

模块二　波动与光学 (40 分)

一、填空题（共 9 分）

1.　$1:\sqrt{6}$　（2 分）；　　1:1　（1 分）

2.　s_1　（1 分）；　　3554　（2 分）

3.　4　（1 分）；　　第一级　（1 分）；　　暗纹（1 分）

二、选择题（共 6 分，单选，每题 3 分）

1.　A　　　　2.　B

三、计算题（共 25 分，将答案写在试卷空白处）

1.（10 分）解：（1）　由已知可知：

波源的初相 $\varphi_0=-\frac{\pi}{2}$，　$\omega=\frac{2\pi}{T}=200\mathrm{s}^{-1}$，　$\lambda=u\cdot T=4\mathrm{m}$　　2 分

波源振动函数为：　$y=A\cos(200\pi t-\frac{\pi}{2})$　或　$y=A\cos(200\pi t+\frac{3\pi}{2})$　　2 分

波函数为：　$y=A\cos\left[200\pi t-\frac{2\pi}{4}(x-2)-\frac{\pi}{2}\right]=A\cos\left[200\pi t-\frac{\pi}{2}x+\frac{\pi}{2}\right]$

或　$y=A\cos\left[200\pi t-\frac{2\pi}{4}(x-2)+\frac{3\pi}{2}\right]=A\cos\left[200\pi t-\frac{\pi}{2}x+\frac{5\pi}{2}\right]$　　1 分

（2）$x=20\mathrm{m}$ 处的振动函数为

$$y=A\cos\left[200\pi t-\frac{\pi}{2}\cdot 20+\frac{\pi}{2}\right]=A\cos\left[200\pi t-\frac{19\pi}{2}\right]$$　　1 分

反射引起的相位突变 $\Delta\varphi$ 为 π　　也可为 $-\pi$　　2 分

反射波的波函数为：

$$-y=A\cos\left[200\pi t-\frac{19\pi}{2}+\pi-\frac{2\pi}{4}(20-x)\right]=A\cos\left[200\pi t-\frac{37\pi}{2}+\frac{\pi}{2}x\right]$$　　2 分

2. 解：（1）由光栅方程$(a+b)\cdot\sin\theta=k\lambda$，得光栅常数为

$$a+b=\frac{k\lambda}{\sin\theta}=6\times10^{-4}\,\mathrm{cm}$$ 3 分

（2）由题意可知，$b=3a$，

所以 $$a=\frac{a+b}{4}=1.5\times10^{-4}\,\mathrm{cm}$$ 1 分

（3）由光栅方程$(a+b)\cdot\sin\theta=k\lambda$，令$\sin\theta=1$，解得

$$k_{\max}=\frac{(a+b)\sin\theta}{\lambda}=10$$ 3 分

即$k=0$，±1，±2，±3，±4，±5，±6，±7，±8，±9，±10时出现极大。

又由于$a+b=4a$，因此有$k=\pm4$，±8时为缺级，$k=\pm8$在$\pm90^\circ$处看不到。

因此，能出现$k=0$，±1，±2，±3，±5，±6，±7，±9级明条纹，共15条明纹。

3 分

3.（5分）解：（1）由 $L=n\cdot\dfrac{\lambda}{2}$， $u=\lambda\cdot\nu$

可得：$$\nu=\frac{u}{\lambda}=n\cdot\frac{u}{2L}$$ 2 分

其中基频为 $\nu_0=\dfrac{u}{2L}$，大提琴的琴弦比小提琴长几倍，因此其琴弦发出声音的基频（频率）也比小提琴小几倍，因此大提琴发出的声音处于低音部，而小提琴发出的声音处于高音部。

1 分

（2）波在琴弦的两个固定端来回反射，只有满足驻波条件时，琴弦上来回反射的无数波能发生相干叠加，产生稳定的干涉条纹，即在相长干涉的位置无数反射波对应的振动总是同相叠加，其振幅不断变大，该振动将发出足够大的声响，而该振动的频率就决定了其音调。而不满足驻波条件的波在来回反射后不会产生稳定的相干叠加，其振动的幅度很小，因而其发出的声响非常微弱而不能被人感知。

2 分