2015—2016 学年第二学期

《大学物理（2-1）》期末考试 A 卷答案（64 学时）

一、选择题（共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分）

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

二、简单计算与问答题（共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分）

1、(1) 齿轮由 A 转到 B 孔所需要的时间 $t=\dfrac{\theta}{\omega}=\dfrac{2\pi/500}{600\times 2\pi}=\dfrac{1}{3\times 10^5}$　　1 分

所以光速　$c=\dfrac{2L}{T}=\dfrac{2\times 500}{\dfrac{1}{3\times 10^5}}=3\times 10^8\ \mathrm{m/s}$　　2 分

(2) 齿轮边缘上一点的线速度

$$v=\omega R=5\times 10^{-2}\times 600\times 2\pi=1.88\times 10^2\ \mathrm{m/s}$$　　1 分

齿轮边缘上一点的加速度 $a=\omega^2 R=7.10\times 10^5\ \mathrm{m/s^2}$　　1 分

2、答：不能．　　2 分

因为刚体的转动惯量 $\sum r_i^2\Delta m_i$ 与各质量元和它们对转轴的距离有关．如一匀质圆盘对过其中心且垂直盘面轴的转动惯量为 $\dfrac{1}{2}mR^2$，若按质量全部集中于质心计算，则对同一轴的转动惯量为零．　　3 分

3、解: 由 $p=nkT$ 知，当大气压强减为原来的一半时，$n=n_0/2$

由 $n=n_0e^{-mgh/kT}$ 得，$e^{-mgh/kT}=\dfrac{1}{2}$　　2 分

即 $h=\dfrac{\ln 2\cdot kT}{mg}=\dfrac{\ln 2\cdot RT}{M_{\mathrm{mol}}g}=\dfrac{\ln 2\times 8.31\times 300}{29\times 10^{-3}\times 9.8}=6080\mathrm{m}$　　3 分

4、解：μ 粒子固有寿命理论值

$$t_0=t\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}=2.615\times 10^{-6}\times\sqrt{1-0.9965^2}=2.186\times 10^{-7}\ \mathrm{s}$$　　3 分

与实验值比较，相对误差 $\dfrac{2.1970-0.2186}{0.2186}=9.05$，两者不符合。　　2 分

三、计算题（共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分）

1、（本题 10 分）

解：(1) 以子弹和圆盘为系统，子弹击中圆盘过程中，对轴 O 的角动量守恒． 1 分

$$mv_0R=(\frac{1}{2}MR^2+mR^2)\omega$$ 2 分

$$\omega=\frac{mv_0}{\left(\frac{1}{2}M+m\right)R}$$ 1 分

(2) 设 σ 表示圆盘单位面积的质量，可求出圆盘所受水平面的摩擦力矩的大小为

$$M_f=\int_0^R r\mu g\sigma\cdot 2\pi r\,\mathrm{d}r=(2/3)\pi\mu\sigma gR^3=(2/3)\mu MgR$$ 2 分

设经过 Δt 时间圆盘停止转动，则按角动量定理有

$$-M_f\Delta t=0-J\omega=-(\frac{1}{2}MR^2+mR^2)\omega=-mv_0R$$ 2 分

$$\therefore\quad \Delta t=\frac{mv_0R}{M_f}=\frac{mv_0R}{(2/3)\mu MgR}=\frac{3mv_0}{2\mu Mg}$$ 2 分

2、（本题 10 分）

解：1）根据题意和图有，对 A 点： $\boldsymbol{V_A=2\,\mathrm{m^3},\ p_A=400\,\mathrm{Pa},T_A=300\,\mathrm{K}}$

由状态方程得： $\boldsymbol{\nu=\frac{p_AV_A}{RT_A}=\frac{400\times2}{8.31\times300}=0.32\,\mathrm{mol}}$

对 B 点： $\boldsymbol{V_B=6\,\mathrm{m^3},\ p_B=100\,\mathrm{Pa},T_B=\frac{p_BV_B}{\nu R}=225\,\mathrm{K}}$ 1 分

对 C 点： $\boldsymbol{V_C=2\,\mathrm{m^3},\ p_C=100\,\mathrm{Pa},T_C=\frac{T_BV_C}{V_B}=75\,\mathrm{K}}$ 1 分

2）由 γ =1.40 得，i = 5，则 AB 过程

$$\boldsymbol{\Delta E=\frac{i}{2}\nu R\Delta T=\frac{5}{2}\nu R(T_B-T_A)=-500\,\mathrm{J}}$$

$$\boldsymbol{A=S_{AB}=\frac{1}{2}(p_B+p_A)(V_B-V_A)=1000\,\mathrm{J}}$$

$$\boldsymbol{Q=A+\Delta E=500\,\mathrm{J}}$$ 2 分

BC 过程： $\boldsymbol{\Delta E_{BC}=\frac{i}{2}\nu R\Delta T=\frac{5}{2}\nu R(T_C-T_B)=-1000\,\mathrm{J}}$

$$\boldsymbol{A_{BC}=-S_{BC}=-p_B(V_B-V_C)=-400\,\mathrm{J}}$$

$$\boldsymbol{Q_{BC}=A_{BC}+\Delta E_{BC}=-1400\,\mathrm{J}}$$ 2 分

CA 过程：

$$\boldsymbol{\Delta E_{CA}=\frac{i}{2}\nu R\Delta T=\frac{5}{2}\nu\ R(T_A-T_C)=1500\,\mathrm{J}}$$

$$A_{CA}=0\,\mathrm{J}$$

$$Q_{CA}=A_{CA}+\Delta E_{CA}=1500\,\mathrm{J}$$ 2 分

3） $$\eta=\frac{A}{Q}=\frac{600}{2000}\times100\%=30\%$$ 2 分

3、（本题 10 分）

解：（1）由 $\mathbf{y=0.01\cos(4t-\pi x-\pi/3)}$

波源在 $x=0$ 处，所以波源的振动方程为：$\mathbf{y=0.01\cos(4t-\pi/3)}$ 1 分

得 $\omega=4$，$\omega=\frac{2\pi}{T}$ $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{\pi}{2}\,\mathrm{s}$ 2 分

$$\varphi=-\frac{\pi}{3}$$ 1 分

（2）在 $x=5.00\,\mathrm{m}$ 处是空气与玻璃的分界面，所以该反射面会出现半波损失。 1 分

则入射波 $x=5.00\mathrm{m}$ 处的振动方程

$$\mathbf{y=0.01\cos(4t-5\pi-\pi/3)=0.01\cos(4t-16\pi/3)}$$ 1 分

反射波在该点引起的振动方程为

$$\mathbf{y=0.01\cos(4t-16\pi/3+\pi)=0.01\cos(4t-13\pi/3)}$$ 2 分

所以反射波波函数为

$$y=0.01\cos\left[4(t-\frac{5-x}{u})-13\pi/3\right]=0.01\cos\left(4t+\pi x-\frac{4\pi}{3}\right)$$ 2 分

4、（本题 10 分）

解：（1）要增大波长为λ的光的透射率，则须使反射光干涉减弱。那么，光程差应满足

$$\delta=2n_2e=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$$ 2 分

当 $k=0$ 时，e 最小，为

$$e_{\min}=\frac{\lambda}{4n_2}=\frac{5500\times10^{-10}}{4\times1.38}=9.96\times10^{-8}\,\mathrm{m}$$ 3 分

（2）单缝衍射暗纹条件为 $a\sin\phi=k\lambda$

当 $k=1$ 时，$a\sin\phi=\lambda$ 2 分

所以$a=\frac{\lambda}{\sin\phi}=\frac{\lambda}{\phi}$ 式中 $\phi=\frac{5}{180}\pi$ rad

所以 $$a=\frac{6.328\times10^{-7}\times180}{5\pi}=7.25\times10^{-6}\,\mathrm{m}$$ 3 分

四、实验设计题（共 1 题， 共 10 分）

答案提要：

1、观察到的实验现象：

调节合适的频率与振幅使得驻波形成之后，可以看到直线上的某些始终静止不动，这样的点是波节。某些点的振幅具有最大值，这些点是波腹。波腹处的振幅等于一个波的振幅的两倍。波形上的不同点以不同的振幅在波节两边以相同的频率做往复运动。此时绳上的各点，只有段与段之间的相位突变，没有震动状态或相位的逐点传播，没有什么能量向外传播。每一个节点的两侧的各点总是向相反方向运动。而相邻两节点间的各点，虽然它们的振幅不同，但它们却同时经过平衡点，同时达到最大值和最小值，各点的向相同方向运动，说明它们具有相同的位相。

变振动频率，观察弦线的振动情况，频率增大，驻波形成的越多，即两波节之间的距离越小。

2、实验的原理：

两个振幅相同、频率相同、在同一直线上沿相反方向传播的波会产生一种特殊的干涉现象，其合成波称为驻波。驻波波函数可由波的叠加原理导出，设两列振幅相同、频率相同的平面余弦波分别沿 x 轴的正反方向传播，它们的波函数可分别写成：

$$y_1 = A\cos 2\pi\left(\nu t - \frac{x}{\lambda}\right) \text{ 和 } y_2 = A\cos 2\pi\left(\nu t + \frac{x}{\lambda}\right) \text{ 。}$$

根据波的叠加原理，合成驻波的波函数为：$\mathrm{y} = 2\mathrm{A}\cos 2\pi\frac{x}{\lambda}\cdot\cos 2\pi$ 。由驻波的波函数可知，对于$\mathrm{x} = (2k+1)\frac{\lambda}{4}(k = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots)$的点，振幅为零，这些点就是驻波的波节。对于$\mathrm{x} = \mathrm{k}\frac{\lambda}{2}(k = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots)$的点，振幅最大，这些点就是驻波的波腹。

当弦线上产生驻波时，弦线的长度 L 为半波长$\lambda/2$的正整数倍。由于波长λ为波速v与频率f的比值，而波速由弦线的松紧程度即弦的张力决定，所以皮筋上形成的驻波个数与频率和弦的张力有关。在皮筋的松紧程度一定，即弦的张力一定时，驻波的个数与频率成正相关，即增大频率可以产生更多驻波。

只要学生能答出该实验的核心。就可以酌情得分。