2016—2017 学年第二学期

《大学物理（2-1）》期末考试（64 学时）A 卷答案

一、选择题（共 30 分）

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

二、简单计算与问答题（共 2 小题，每小题 5 分）

1、答：m 从 M 上下滑过程中，机械能守恒，以 m 、M 和地球为系统，以最低点为重力势能零点，则有

$$mgR = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2$$ 2 分

以 m 、M 为系统，m 从 M 上下滑过程中动量守恒，则在 m 脱离 M 瞬间，水平方向有

$$mv - MV = 0$$ 2 分

联立上两式，得

$$v = \sqrt{\frac{2MgR}{m+M}}$$ 1 分

2、解：（1）A 和 B 圆盘的转动惯量为

$$J = \frac{1}{2}m_A R_A{}^2 + \frac{1}{2}m_B R_B{}^2 = 0.035\,\mathrm{kgm^2}$$ 1 分

根据转动定律　$M = F_A R_A - F_B R_B = J\beta$

$$\beta = \frac{F_A R_A - F_B R_B}{J} = 28\,\mathrm{rad/s^2}$$ 2 分

(2)　$\omega^2 = 2\beta\Delta\theta$　　$\omega = \sqrt{2\beta\Delta\theta} = \sqrt{2800} = 52.9\,\mathrm{rad/s}$　1 分

$$E_k = \frac{1}{2}J\omega^2 = M\Delta\theta = 49\,\mathrm{J}$$ 1 分

三、简单计算与问答题（共 2 小题，每小题 5 分）

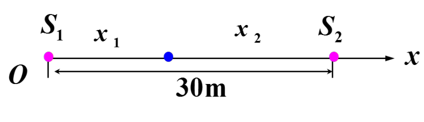
1、答：序号依次为：③、④、②、①、⑤　　　每答对 1 个得 1 分

2、解：由题意得　$\lambda = 2(12-9) = 6\,\mathrm{m}$　　1 分

设两列波的波函数为

$$y_1 = A\cos(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi_1) \qquad y_2 = A\cos(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi_2)$$

如图所示，当两列波在 $x_1 = 9\,\mathrm{m}$ 处相遇时，



S_1 传播的波程为 $x_1 = 9\,\mathrm{m}$

S_2 传播的波程为 $x_2 = 30 - 9 = 21\,\mathrm{m}$

波程差为 $\delta = x_2 - x_1 = 21 - 9 = 12\,\mathrm{m}$　　1 分

由已知$x_1=9\,\mathrm{m}$为波节，则该处两种振动的相位差 $\Delta\varphi=(2k+1)\pi$　　2分

$$\Delta\varphi=\varphi_2-\varphi_1-\frac{2\pi}{\lambda}\delta=(2k+1)\pi$$

$$\therefore(\varphi_2-\varphi_1)_{\min}=\pm\pi$$　　1分

四、简单计算与问答题（共2小题，每小题5分）

1、答：k级缺级的条件为$k=\dfrac{a+b}{a}k'$　$(k'=\pm1,\pm2,\pm3\cdots)$　　2分

(1) $(a+b)=2a$时，$k=2k'$，凡偶数级都缺级。　　1分

(2) $a+b=3a$，$k=3k'$，凡被3整除的级数都缺级。　　1分

(3) $a+b=2.5a$，$k=2.5k'$，凡被5整除的级数都缺级。　　1分

2、答：它符合相对论的时间膨胀（或运动时钟变慢）的结论　　2分

设μ^+子相对于实验室的速度为v

μ^+子的固有寿命 $\tau_0=2.2\times10^{-6}\,\mathrm{s}$

μ^+子相对实验室作匀速运动时的寿命$\tau=1.63\times10^{-5}\,\mathrm{s}$

按时间膨胀公式：$\tau=\dfrac{\tau_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}$

移项整理得：$v=\dfrac{c}{\tau}\sqrt{\tau^2-\tau_0^{\,2}}=c\sqrt{1-\dfrac{\tau_0^{\,2}}{\tau^2}}=0.99c$　　3分

五、(本题10分)

解：(1) 设当人以速率v沿相对圆盘转动方向相反的方向走动时，圆盘对地的绕轴角速度为ω，则人对地的角速度为

$$\omega'=\omega-\frac{v}{\frac{R}{2}}=\omega-\frac{2v}{R}\qquad(1)$$　　2分

将人与盘视为系统，系统所受对转轴的合外力矩为零，系统对转轴的角动量守恒。　1分

$$L_1=(J_{盘}+J_{人})\omega_0=(\frac{1}{2}MR^2+\frac{M}{10}\frac{1}{4}R^2)\omega_0$$

$$L_2=J_{盘}\omega+J_{人}\omega'=\frac{1}{2}MR^2\omega+\frac{M}{10}\frac{1}{4}R^2\omega'$$

$$\because L_1=L_2$$

$$\therefore(\frac{1}{2}MR^2+\frac{M}{10}\frac{1}{4}R^2)\omega_0=\frac{1}{2}MR^2\omega+\frac{M}{10}\frac{1}{4}R^2\omega'\qquad(2)$$　　2分

将式(1)代入式(2)得

$$\omega=\omega_0+\frac{2v}{21R} \qquad (3) \qquad 1分$$

(2) 欲使盘对地静止，则式 (3) 必为零。即

$$\omega=\omega_0+\frac{2v}{21R}=0 \qquad 2分$$

则 $$v=-\frac{21R\omega_0}{2} \qquad 1分$$

式中负号表示人的走动方向与 (1) 问中人走动的方向相反，即与盘的初始转动方向一致。

1分

六、(本题 10 分)

解：(1) $a\to b$ 过程是等容升压过程，温度升高，为吸热过程.

$$Q_{ab}=\nu C_V(T_b-T_a)=\frac{5}{2}(p_bV_b-p_aV_a)=\frac{5}{2}(p_b-p_a)V_a=2.5\times10^4(\mathrm{J}) \qquad 2分$$

$b\to c$ 过程为等温膨胀过程，由热力学第一定律 $\Delta E=0$

$$Q_{bc}=A=\nu RT_b\ln\frac{V_c}{V_b}=p_bV_b\ln\frac{V_c}{V_b}=1.04\times10^4(\mathrm{J}) \qquad 2分$$

经一个循环过程气体吸收的热量 $Q=Q_{ab}+Q_{bc}=3.54\times10^4(\mathrm{J})$ 2分

(2) 经一个循环过程气体对外所做的净功

$$A=A_{bc}+A_{da}=Q_{bc}-p_a(V_d-V_a)=5.4\times10^3(\mathrm{J}) \qquad 2分$$

(3) 该循环过程的循环效率

$$\eta=\frac{A}{Q}=\frac{5.4}{35.4}=15.3\% \qquad 2分$$

七、(本题 10 分)

解： (1) 设原点 O 处的振动方程为 $y=A\cos(\omega t+\varphi)$

由振动曲线知 $A=0.02\,\mathrm{m}$ $T=4\,\mathrm{s}$ $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{\pi}{2}$ $\varphi=-\frac{\pi}{2}$

所以原点 O 处的振动方程为 $y=0.02\cos(\frac{\pi}{2}t-\frac{\pi}{2})$ 2分

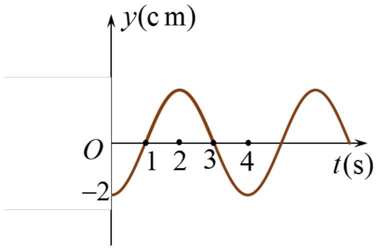
则平面简谐波的波函数为

$y=0.02\cos\left[\frac{\pi}{2}(t-\frac{x}{5})-\frac{\pi}{2}\right]$ 2分

$x=25\,\mathrm{m}$ 处质元的振动方程

$y=0.02\cos(\frac{\pi}{2}t-3\pi)=0.02\cos(\frac{\pi}{2}t-\pi)$ 2 分

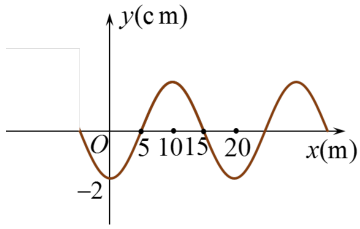
振动曲线如图。 1 分



(2) $t=3\text{s}$ 时的波函数

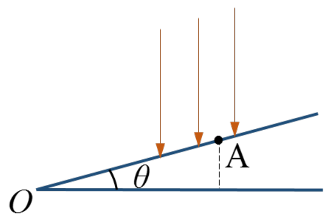
$y=0.02\cos(\pi-\frac{\pi x}{10})$ 2 分

波形图如图所示。 1 分



八、(本题 10 分)

解: (1) 根据劈尖干涉暗纹条件 $\delta=2e+\frac{\lambda}{2}=(2k-1)\frac{\lambda}{2}$ 可知



棱边处是第一条 ($k=1$) 暗纹中心, $e_1=0$ 1 分

第四条 ($k=4$) 暗纹中心处, 即 A 处膜厚度为

$$e_4=\frac{3}{2}\lambda=750(\text{nm})$$ 2 分

则劈尖角 $\theta=\frac{e_4}{l}=\frac{3\lambda}{2l}=4.8\times10^{-5}(\text{rad})$ 2 分

(2) 对于 $\lambda'=600\,\text{nm}$ 的光, 在 A 处的光程差为 $\delta=2e_4+\frac{\lambda'}{2}$

$$\frac{\delta}{\lambda'}=\frac{2e_4+\frac{\lambda'}{2}}{\lambda'}=3$$ 2 分

所以, A 处为明条纹。 1 分

(3) 棱边仍是暗纹, A 处是第三条明纹, 所以共有三条明纹、三条暗纹。 2 分