2015 年上《普通物理 A（1）》考试卷答案，评分标准

一、选择题（单选题，每小题 3 分，共 30 分）

(D) (D)(C) (A) (C)　　(B) (D) (B) (C) (C)

二、填空题（每小题 3 分，共 30 分）

1. $50(-\sin 5t\,\vec{i}+\cos 5t\,\vec{j})$　m/s，　0，　圆　　2. 18 J，　6 m/s　　3. 9.61 s, 48 rev

4. $\dfrac{u-\upsilon_R}{u}v_S$　　5. $\dfrac{3\lambda}{4n_2}$　　6. π　　7. 30°，1.73（或$\sqrt{3}$）

8. $\int_{\upsilon_p}^{\infty} f(\upsilon)\,\mathrm{d}\upsilon$　　9. 2　　10. 500，　100

三、计算题（每小题 10 分，共 40 分）

1.解：圆轮 A 对 B 的压力为　$N=M_1g$，

两轮之间的摩擦力大小为　$f=\mu N=\mu M_1g$，

对 A 的力矩大小为 $M_A=fR_1=\mu M_1gR_1$，对 B 的力矩大小为 $M_B=fR_2=\mu M_1gR_2$，　　2 分

设 A 和 B 的角加速度分别为 β_A 和 β_B，转动惯量分别为 I_A 和 I_B，根据转动定理得方程

$$\beta_A=M_A/I_A.\quad \beta_B=M_B/I_B. \qquad 2\text{ 分}$$

当两轮没有相对滑动时，具有相同的线速度 v，

A 的角速度为 $\omega_A=v/R_1$，B 的角速度为 $\omega_B=v/R_2$.　　1 分

得 $\omega_A-\omega=-\beta_At$，$\omega_B=\beta_Bt$，　　2 分

即　　$v/R_1-\omega=-\beta_At$，$v/R_2=\beta_Bt$，化得　$v-\omega R_1=-\beta_AR_1t$，$v=\beta_BR_2t$，

将后式减前式得 $\omega R_1=(R_1\beta_A+R_2\beta_B)t$，　解得

$$t=\frac{\omega R_1}{R_1\beta_A+R_2\beta_B}=\frac{\omega R_1}{R_1M_A/I_A+R_2M_B/I_B}$$

$$=\frac{\omega R_1}{\dfrac{R_1\mu M_1gR_1}{\frac{1}{2}M_1R_1^2}+\dfrac{R_2\mu M_1gR_2}{\frac{1}{2}M_2R_2^2}}=\frac{\omega R_1}{2\mu g+2\mu gM_1/M_2}$$

经过的时间为 $t=\dfrac{\omega M_2R_1}{2\mu g(M_1+M_2)}$.　　3 分

2. 解：选 O 点为坐标原点，设入射波表达式为

$$y_1=A\cos[2\pi(\nu t-x/\lambda)+\phi] \qquad 2\text{ 分}$$

则反射波的表达式是

$$y_2=A\cos[2\boldsymbol{\pi}(\nu t-\frac{\overline{OP}+\overline{OP}-x}{\lambda})+\varphi+\boldsymbol{\pi}]=A\cos[2\pi(\nu t+x/\lambda)+\phi] \qquad 2\text{ 分}$$

合成波表达式（驻波）为　$y=2A\cos(2\pi x/\lambda)\cos(2\pi\nu t+\phi)$　　2 分

在 $t=0$ 时，$x=0$ 处的质点 $y_0=0$，　$(\partial y_0/\partial t)<0$，

故得　　$\phi=\dfrac{1}{2}\pi$　　2 分

因此，D 点处的合成振动方程是

$$y=2A\cos(2\boldsymbol{\pi}\frac{7\lambda/4-\lambda/4}{\lambda})\cos(2\boldsymbol{\pi}\nu t+\frac{\boldsymbol{\pi}}{2})=-2A\cos(2\pi\nu t+\frac{\pi}{2}) \qquad 2\text{ 分}$$

3.解 (1)根据光栅方程：$d\sin\theta=k\lambda$,　　1 分

光栅常数为：$a+b=\dfrac{1}{500}mm=2\times10^{-6}m$　　1 分

k 的可能最大值相应于 $\sin\theta=1$，$k_{\max}=\dfrac{2\times10^{-6}}{589.3\times10^{-9}}=3.4$　　1 分

k 只能取整数，故取 $k=3$, 即垂直入射时能看到第三级条纹，总共有 $k=0$，±1，　±2，　±3 共 7 条。 1 分

对光栅公式两边取微分得 $d\cos\theta_k \mathrm{d}\theta_k=k\mathrm{d}\lambda$，$\mathrm{d}\theta_k=\frac{k}{(a+b)\cos\theta_k}\mathrm{d}\lambda$　　1 分

光线正入射时，最大级次为第 3 级，相应的角位置 θ_3 为

$$\theta_3=\sin^{-1}(\frac{k\lambda}{a+b})_{k=3}=\sin^{-1}(\frac{3\times589.3\times10^{-9}}{2\times10^{-6}})=62^{\circ}7'$$　　2 分

$$\mathrm{d}\theta_3=\frac{3}{2\times10^{-6}\cos62^{\circ}7'}(589.6-586.0)\times10^{-9}\ \mathrm{rad}=1.93\times10^{-9}\ \mathrm{rad}$$　　1 分

钠双线分开的线距离：$\mathrm{d}x_3=f\mathrm{d}\theta_3=2\times1.93\times10^{-3}m=3.86mm$　　2 分

4.解：直线 AB 过程中温度并非单调变化的，因而该过程中既有吸热又有放热．为计算吸收的热量 Q_1，写出直线 AB 段的过程方程

$$\frac{p-2p_1}{V-V_1}=\frac{p_1-2p_1}{2V_1-V_1}$$

上式化简为　$p=-\dfrac{p_1}{V_1}V+3p_1$

对直线 AB 段中的任一微过程：　$\mathrm{d}A=p\,\mathrm{d}V=(-\dfrac{p_1}{V_1}V+3p_1)\mathrm{d}V$

$$\mathrm{d}E=C_V\,\mathrm{d}T=\frac{3}{2}R\,\mathrm{d}T=\frac{3}{2}\mathrm{d}(pV)=\frac{3}{2}(-\frac{2p_1}{V_1}V+3p_1)\mathrm{d}V$$

$$\mathrm{d}Q=\mathrm{d}E+\mathrm{d}A=(-\frac{4p_1}{V_1}V+\frac{15}{2}p_1)\mathrm{d}V$$

当 $\mathrm{d}Q>0$ 时吸热，这时　$-\dfrac{4p_1}{V_1}V+\dfrac{15}{2}p_1>0$

解出　$V<\dfrac{15}{8}V_1$　　4 分

可见吸热过程存在于气体体积由 V_1 膨胀到　$V_2=\dfrac{15}{8}V_1$ 时．所吸收热量为

$$Q_1=\int\mathrm{d}Q=\int_{V_1}^{V_2}(-\frac{4p_1}{V_1}V+\frac{15}{2}p_1)\mathrm{d}V=\frac{49}{32}p_1V_1$$　　2 分

该循环对外作功为

$$A=\frac{1}{2}(p_1+2p_1)(2V_1-V_1)-RT\ln\frac{2V_1}{V_1}=\frac{3}{2}p_1V_1-2p_1V_1\ln2$$　　2 分

循环效率为　$\eta=\dfrac{A}{Q_1}=\dfrac{\frac{3}{2}p_1V_1-2p_1V_1\ln2}{(49/32)p_1V_1}=7.43\%$　　2 分