2014 年上卷 1 答案

一、选择题（单选题，每小题 3 分，共 30 分）

1. (D) 2. (B) 3. (C) 4.(B) 5.(A)　　6. (C) 7. (B) 8. (A) 9. (C) 10. (B)

二、填空题（每小题 3 分，共 30 分）

1.　5m/s　　17m/s.　　2.　2 m/s　　3.　4 s ，－15 m • s^{-1}.　　4.　14 rad/s

5.　$2\pi\sqrt{2m/k}$ ，　$2\pi\sqrt{m/2k}$.　　6.　5 J　　7.　$\dfrac{3}{2}\lambda$　　8.　4

9.　$\int_{v_0}^{\infty} Nf(v)\,\mathrm{d}v$ ，　$\int_{v_0}^{\infty} vf(v)\,\mathrm{d}v \Big/ \int_{v_0}^{\infty} f(v)\,\mathrm{d}v$ ，　$\int_{v_0}^{\infty} vf(v)\,\mathrm{d}v$.　　10.　功变热 ，　热传导

三、计算题（每小题 10 分，共 40 分）

1. 解：(1) 取物体的平衡位置处为坐标原点，设物体处于此位置时弹簧伸长为 l_0，

有　　$mg\sin\theta = kl_0$　　①　　1 分

令滑轮两侧绳中张力为 T_1、T_2，物体的运动方程为

$$mg\sin\theta - T_1 = m\frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2} \qquad ② \qquad 1\text{ 分}$$

对滑轮有　　$T_1R - T_2R = J\beta$　　③　　2 分

$$J = \frac{1}{2}MR^2, \qquad \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2} = R\beta \qquad ④ \qquad 1\text{ 分}$$

对弹簧有　　$T_2 = k(l_0 + x)$　　⑤　　1 分

将①、③、④、⑤代入②整理后可得

$$\frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2} = \frac{-k}{\frac{1}{2}M + m}x = -\omega^2 x \qquad 2\text{ 分}$$

可见 m 的运动为简谐振动.

(2) 由(1)，物体做 $\omega = \sqrt{\dfrac{2k}{M+2m}}$ 的简谐振动. 依题意 $t = 0$ 时，$v_0 = 0$，且这时弹簧不伸长，则物体下滑距离 l_0 时到达平衡位置，由此可知题给运动是初位移为 $x_0 = -l_0 = -A$ 的简谐振动，而且，可求出

$A = l_0 = \dfrac{mg\sin\theta}{k}$，$\phi_0 = \pi$，因此 m

的振动方程　　$x = \dfrac{mg\sin\theta}{k}\cos\left(\sqrt{\dfrac{2k}{M+2m}}t + \pi\right)$　　2 分

2. 解：设 O 处振动方程为　　$y_0 = A\cos(\omega t + \phi)$

当 $t = 0$ 时，　　$y_0 = 0$，$v_0 < 0$，$\therefore\ \phi = \dfrac{1}{2}\pi$

$\therefore$　　$y_0 = A\cos(\omega t + \dfrac{1}{2}\pi)$　　1 分

故入射波表达式为　　$y = A\cos(\omega t + \dfrac{\pi}{2} - \dfrac{2\pi}{\lambda}x)$　　1 分

在 O' 处入射波引起的振动方程为

$$y_1 = A\cos(\omega t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{7}{4}\lambda) = A\cos(\omega t - \pi)$$

由于 M 是波密媒质反射面，所以 O' 处反射波振动有一个相位的突变π.

$\therefore$　　$y_1' = A\cos(\omega t - \pi + \pi) = A\cos\omega t$　　2 分

反射波表达式　$y' = A\cos[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(\overline{OO'} - x)] = A\cos[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(\frac{7}{4}\lambda - x)]$

$= A\cos[\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{\pi}{2}]$　　　2 分

合成波为　$y = y + y' = A\cos[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{\pi}{2}] + A\cos[\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{\pi}{2}]$

$= 2A\cos\frac{2\pi}{\lambda}x\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$　　　2 分

将 P 点坐标　$x = \frac{7}{4}\lambda - \frac{1}{4}\lambda = \frac{3}{2}\lambda$　代入上述方程得 P 点的振动方程

$y = -2A\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$　　　2 分

3. 解：光栅常数 $d=2\times10^{-6}$ m　　　1 分

(1) 垂直入射时，设能看到的光谱线的最高级次为 k_m，则据光栅方程有

$d\sin\theta = k_m\lambda$

∵　$\sin\theta \leqslant 1$　∴ $k_m\lambda / d \leqslant 1$，　∴ $k_m \leqslant d / \lambda = 3.39$

∵　k_m 为整数,有　　$k_m=3$　　　4 分

(2) 斜入射时，设能看到的光谱线的最高级次为 k'_m，则据斜入射时的光栅方程有

$d\left(\sin 30^\circ + \sin\theta'\right) = k'_m\lambda$

$\frac{1}{2} + \sin\theta' = k'_m\lambda / d$

∵　$\sin\theta' \leqslant 1$　　∴　$k'_m\lambda / d \le 1.5$

∴　　$k'_m \le 1.5d / \lambda = 5.09$

∵　k'_m 为整数，有　　$k'_m=5$　　　5 分

4. 解：(1)

1－2　任意过程

$$\Delta E_1 = C_V(T_2 - T_1) = C_V(2T_1 - T_1) = \frac{5}{2}RT_1$$

$$W_1 = \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{1}{2}RT_2 - \frac{1}{2}RT_1 = \frac{1}{2}RT_1$$

$$Q_1 = \Delta E_1 + W_1 = \frac{5}{2}RT_1 + \frac{1}{2}RT_1 = 3RT_1$$　　　2 分

2－3　绝热膨胀过程

$$\Delta E_2 = C_V(T_3 - T_2) = C_V(T_1 - T_2) = -\frac{5}{2}RT_1$$

$$W_2 = -\Delta E_2 = \frac{5}{2}RT_1$$

$Q_2 = 0$　　　3 分

3－1　等温压缩过程

$\Delta E_3 = 0$

$W_3 = -RT_1\ln(V_3/V_1) = -RT_1\ln(8V_1/V_1) = -2.08\,RT_1$　　　3 分

$Q_3 = W_3 = -2.08RT_1$

(2)　$\eta = 1 - |Q_3| / Q_1 = 1 - 2.08RT_1/(3RT_1) = 30.7\%$　　　2 分