# 2018 年春季学期大学物理 A1 参考答案

## 一、 选择题

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

## 二、 填空题

1. （2分）X负向；增大
2. （4分）$\frac{\sqrt{2gh}}{4R}$， $\frac{g}{2R}$；
3. （3分）4 ， 1 ， 暗。
4. （2分） 2, 1/4；
5. （2分）能； 396.37 nm；
6. （4分）40 J； 140 J
7. （2分）0.1 $\overline{Z}$； 10 $\overline{\lambda}$
8. （3分）$\frac{A}{3}v_m{}^3$

## 二、简答题

1, 波是振动状态的传播；每个质元完成一次完整的振动所需的时间就是波的周期。一个周期内传播的距离就是一个波长。因此质元振动的速度和波的传播速度不同；从能量的角度，简谐振动系统机械能守恒，动能和势能此消彼长，而简谐波则是能量传递的过程，机械能不守恒，动能势能都是时间的周期函数，变化步调相同。

2， 热力学第二定律的微观意义：“ 一个孤立系统其内部自发进行的过程总是由热力学概率小的宏观态向热力学概率大的宏观态过渡”
自然过程（不可逆过程）总是沿着熵增加的方向进行。可以说，熵增原理就是热力学第二定律的数学表示。

# 四、计算题

1．解：选小球和环为系统．运动过程中所受合外力矩为零，角动量守恒．对地球、小球和环系统机械能守恒．取过环心的水平面为势能零点．

两个守恒及势能零点各 1 分，共 3 分

小球到 $B$ 点时： $J_0\omega_0=(J_0+mR^2)\omega$ 2 分

$$\frac{1}{2}J_0\omega_0{}^2+mgR=\frac{1}{2}J_0\omega^2+\frac{1}{2}m\left(\omega^2R^2+\upsilon_B^2\right) \qquad 2\text{ 分}$$

式中 $\upsilon_B$ 表示小球在 $B$ 点时相对于地面的竖直分速度，也等于它相对于环的速度．求得：

$$\omega=J_0\omega_0\,/\,(J_0+mR^2) \qquad 1\text{ 分}$$

$$\upsilon_B=\sqrt{2gR+\frac{J_0\omega_0^2R^2}{mR^2+J_0}} \qquad 1\text{ 分}$$

当小球滑到 $C$ 点时，由角动量守恒定律，系统的角速度又回复至$\omega_0$。（2 分）

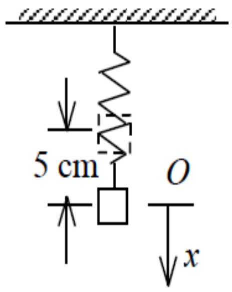
又由机械能守恒定律知，小球在 $C$ 的动能完全由重力势能转换而来．即：

$$\frac{1}{2}m\upsilon_C^2=mg\left(2R\right)\ ,\ \upsilon_C=\sqrt{4gR} \qquad 2\text{ 分}$$

2.

解：　$k = f/x = 200$ N/m ，　1 分

$\omega = \sqrt{k/m} \approx 7.07$ rad/s　1 分




(1) 选平衡位置为原点，$x$ 轴指向下方（如图所示），

因为当 $t = 0$ 时，　$x_0 = 10$ cm，　$v_0 = 0$

根据 $A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2}$，$\tan\varphi = -\frac{v_0}{\omega x_0}$，结合旋转矢量图

求得　$A = 10$ cm，　$\varphi = 0$.　2 分

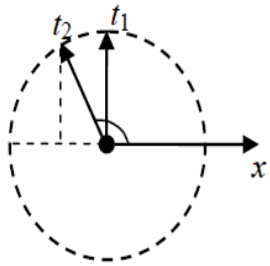
所以振动方程　$x = 0.1\cos(7.07t)$　(SI)　1 分

(2) 当物体在平衡位置上方 5 cm 时，$a = -\omega^2 x = 2.5$ m/s$^2$

弹簧对物体的拉力　$f = m(g-a) = 4\,(9.8-2.5)$ N= 29.2 N　2 分

(3) 设 $t_1$ 时刻物体在平衡位置，此时 $x = 0$，物体向上运动，

设 $t_2$ 时物体在平衡位置上方 5 cm 处，此时 $x = -5$，物体向上运动，




根据旋转矢量图得：$\varphi_1 = \pi/2$，　$\varphi_2 = 2\pi/3$　2 分

得到　$\Delta t = \Delta\varphi/\omega = \pi/6\,/7.07 = 0.074$ s　1 分

3．

解：（1）根据光栅方程　$d\sin\theta = k\lambda$，$\lambda = 6000$ Å，$k$ =2，　　1 分

得光栅常数　$d = 2.4\times 10^{-6}$　　1 分

根据光栅的分辨率公式　$R = \lambda_{av} / \Delta\lambda = Nk$，$\lambda = 6000$ Å，$\Delta\lambda = 0.05$Å，$k$ =2

得　$N = 60000$　　1 分

（2）因为第三级缺级，所以

(a+b)/a = 3　或　(a+b)/a = 3/2　　1 分

所以　缝宽　$a = 8\times10^{-7}$ m 或 $a = 1.6\times10^{-6}$ m　　1 分

缝间距　$b = 1.6\times10^{-6}$ m 或 $b = 8\times10^{-5}$ m　　1 分

（3）根据光栅方程　$d\sin\theta = k\lambda$，$\lambda = 4000$ Å，　取　sinθ = 1，

得　$k = 6$，　$k$max = 5　　1 分

因为 $k = \pm3$　缺级　　1 分

所以能看到的谱线级数为 $k = 0, \pm1, \pm2, \pm4, \pm5$　　2 分

4．解：(1)　对 $A$、$B$ 两部分气体缓慢地加热，皆可看作准静态过程，两室内是同种气体，而且开始时两部分气体的 $p$、$V$、$T$ 均相等，所以两室内气体的摩尔数 $M/M_{mol}$ 也相同。

$A$ 室气体经历的是等体过程，$B$ 室气体经历的是等压过程，所以 $A$、$B$ 室气体吸收的热量分别为

$Q_A=(M/M_{mol})C_V(T_A-T)$　　2 分

$Q_B=(M/M_{mol})C_P(T_B-T)$　　2 分

已知 $Q_A = Q_B$，由上两式可得

$\gamma = C_p/C_V= \triangle T_A/\triangle T_B=7/5$　　2 分

因为 $C_p=C_V+R$，代入上式得

$$C_V=\frac{5}{2}R\ \ ,C_p=\frac{7}{2}R$$　　1 分

(2) $B$ 室气体作功为

$W=p\cdot\triangle V=(M/M_{mol})R\triangle T_B$　　2 分

$B$ 室中气体吸收的热量用于作功的百分比为

$$\frac{W}{Q_B}=\frac{(M/M_{mol})R\Delta T_B}{(M/M_{mol})C_p\Delta T_B}=\frac{R}{C_p}=\frac{R}{\frac{7}{2}R}=28.6\%$$　　1 分