

## 2007—2008 学年第二学期大学物理期末试题

班级 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_

### 一 填空题 (共 55 分)

请将填空题答案写在卷面指定的划线处。

1 (3 分) 一质点沿  $x$  轴作直线运动, 它的运动学方程为  $x = 3 + 5t + 6t^2 - t^3$  (SI), 则

(1) 质点在  $t = 0$  时刻的速度  $\bar{v}_0 =$  \_\_\_\_\_;

(2) 加速度为零时, 该质点的速度  $\bar{v} =$  \_\_\_\_\_。

2 (4 分) 两个相互作用的物体  $A$  和  $B$ , 无摩擦地在一条水平直线上运动。物体  $A$  的动量是时间的函数, 表达式为  $P_A = P_0 - bt$ , 式中  $P_0$ 、 $b$  分别为正值常量,  $t$  是时间。

在下列两种情况下, 写出物体  $B$  的动量作为时间函数的表达式:

(1) 开始时, 若  $B$  静止, 则  $P_{B1} =$  \_\_\_\_\_;

(2) 开始时, 若  $B$  的动量为  $-P_0$ , 则  $P_{B2} =$  \_\_\_\_\_。

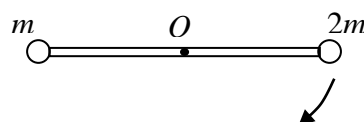
3 (3 分) 一根长为  $l$  的细绳的一端固定于光滑水平面上的  $O$  点, 另一端系一质量为  $m$  的小球, 开始时绳子是松弛的, 小球与  $O$  点的距离为  $h$ 。使小球以某个初速率沿该光滑水平面上一直线运动, 该直线垂直于小球初始位置与  $O$  点的连线。当小球与  $O$  点的距离达到  $l$  时, 绳子绷紧从而使小球沿一个以  $O$  点为圆心的圆形轨迹运动, 则小球作圆周运动时的动能  $E_K$  与初动能  $E_{K0}$  的比值  $E_K / E_{K0} =$  \_\_\_\_\_。

4 (4 分) 一个力  $F$  作用在质量为  $1.0 \text{ kg}$  的质点上, 使之沿  $x$  轴运动。已知在此力作用下质点的运动学方程为  $x = 3t - 4t^2 + t^3$  (SI)。在  $0$  到  $4 \text{ s}$  的时间间隔内,

(1) 力  $F$  的冲量大小  $I =$  \_\_\_\_\_。

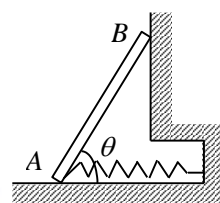
(2) 力  $F$  对质点所作的功  $W =$  \_\_\_\_\_。

5 (5 分) 一长为  $l$ , 质量为  $m$  的均匀细棒, 两端分别固定有质量分别为  $m$  和  $2m$  的小



球（小球的尺寸不计）。棒可绕通过棒中点  $O$  的水平轴在铅直平面内自由转动，如图所示。则由两个小球和细棒组成的这一刚体相对于转轴  $O$  轴的转动惯量  $J =$  \_\_\_\_\_。若棒从水平位置由静止开始转动，则该刚体在水平位置时的角加速度  $\alpha =$  \_\_\_\_\_；该刚体通过铅直位置时的角速度  $\omega =$  \_\_\_\_\_。

6（5分） 一长为  $l$ 、重  $W$  的均匀梯子，靠墙放置，如图。梯子下端连一劲度系数为  $k$  的弹簧。当梯子靠墙竖直放置时，弹簧处于自然长度。墙和地面都是光滑的。当梯子依墙而与地面成  $\theta$  角且处于平衡状态时，



- (1) 地面对梯子的作用力的大小为 \_\_\_\_\_，
- (2) 墙对梯子的作用力的大小为 \_\_\_\_\_，
- (3)  $W$ 、 $k$ 、 $l$ 、 $\theta$  应满足的关系式为 \_\_\_\_\_。

7（3分）  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个容器中皆装有理想气体，它们的分子数密度之比为  $n_A : n_B : n_C = 4 : 2 : 1$ ，而分子的平均平动动能之比为  $\overline{w_A} : \overline{w_B} : \overline{w_C} = 1 : 2 : 4$ ，则它们的压强之比  $p_A : p_B : p_C =$  \_\_\_\_\_。

8（5分） 用总分子数  $N$ 、气体分子速率  $v$  和速率分布函数  $f(v)$  表示下列各量：

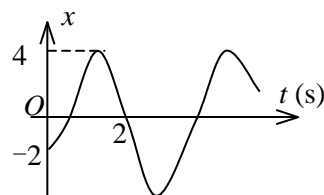
- (1) 速率大于  $v_0$  的分子数 = \_\_\_\_\_；
- (2) 速率大于  $v_0$  的那些分子的平均速率 = \_\_\_\_\_；
- (3) 多次观察某一分子的速率，发现其速率大于  $v_0$  的概率 = \_\_\_\_\_。

9（3分） 一定量的某种理想气体在等压过程中对外做功为  $200 \text{ J}$ 。若此种气体为单原子分子气体，则该过程中需吸热 \_\_\_\_\_  $\text{J}$ ；若为双原子分子气体，则需吸热 \_\_\_\_\_  $\text{J}$ 。

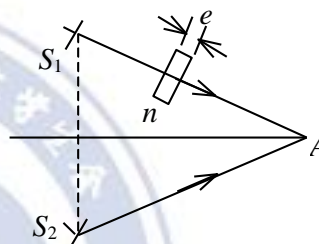
10（4分） 熵是 \_\_\_\_\_ 的定量量度。若一定量的理想气体经历一个等温膨胀过程，它的熵将 \_\_\_\_\_。（填入：增加，

减少, 不变。)

- 11 (3 分) 一质点作简谐振动。其振动曲线如图所示。根据此图, 它的周期  $T =$  \_\_\_\_\_, 用余弦函数描述时初相  $\phi =$  \_\_\_\_\_。



- 12 (4 分) 如图所示, 假设有两个同相的相干点光源  $S_1$  和  $S_2$ , 发出波长为  $\lambda$  的光。A 是它们连线的中垂线上的一点。若在  $S_1$  与 A 之间插入厚度为  $e$ 、折射率为  $n$  的薄玻璃片, 则两光源发出的光在 A 点的相位差  $\Delta\phi =$  \_\_\_\_\_。若已知  $\lambda = 500 \text{ nm}$ ,  $n = 1.5$ , A 点恰为第四级明纹中心, 则  $e =$  \_\_\_\_\_ nm。 ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )



- 13 (3 分) 已知在迈克耳孙干涉仪中使用波长为  $\lambda$  的单色光。在干涉仪的可动反射镜移动距离  $d$  的过程中, 干涉条纹将移动 \_\_\_\_\_ 条。
- 14 (3 分) 用波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射在一块多缝光栅上, 已知光栅常数  $d = 3 \mu\text{m}$ , 缝宽  $a = 1 \mu\text{m}$ , 则在单缝衍射的中央明条纹中共有 \_\_\_\_\_ 条谱线(主极大); 该光栅缺级的主极大级次为  $k =$  \_\_\_\_\_。

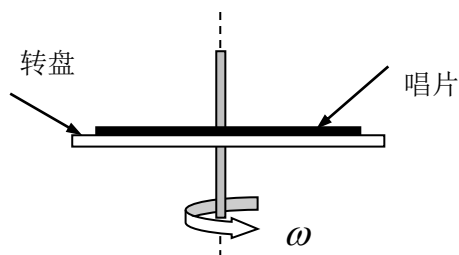
- 15 (3 分) 一束自然光垂直穿过两个偏振片, 两个偏振片的偏振化方向成  $45^\circ$  角。已知通过此两偏振片后的光强为  $I$ , 则入射至第二个偏振片的线偏振光强度为 \_\_\_\_\_。

## 二 计算题(共 45 分)

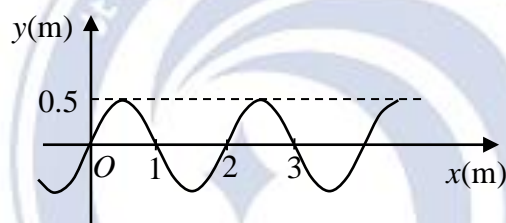
请将计算题答案写在答题本上。

1. (10 分) 用波长为  $600 \text{ nm}$  的单色光垂直入射到宽度为  $a = 0.10 \text{ mm}$  的单缝上, 来观察夫琅禾费衍射图样。若已知透镜焦距  $f = 1.0 \text{ m}$ , 屏在透镜的焦平面处。求:
- (1) 中央衍射明条纹的宽度  $\Delta x_0$ ;
  - (2) 屏幕上第二级暗纹离中央明纹中心的距离  $x_2$ 。

2. (10分) 唱机的转盘可绕着通过盘心的固定竖直轴转动, 如图所示。将唱片放到转动的唱盘上去, 它会受到转盘摩擦力作用而随转盘转动。已知唱片质量为 $m$ , 半径为 $R$ , 可被看成均匀薄圆盘, 且唱片与转盘之间的滑动摩擦系数为 $\mu_k$ 。若转盘原来以角速度 $\omega$  匀速转动, 唱片刚放上去时它受到的摩擦力矩是多大? 唱片达到角速度 $\omega$  需要多长时间?



- 3 (10 分) 一列平面简谐波以  $u=0.5\text{m/s}$  的速度沿  $x$  轴的负向传播。已知  $t = 2\text{s}$  时的波形如图, 求这列平面简谐波的波函数。



- 4 (10 分) 如图所示, 在绝热刚性容器中有一可无摩擦移动且不漏气的极薄导热隔板, 将容器分为 A、B 两部分。A、B 中分别有 1 mol 的氦气和 1 mol 的氮气, 它们可被视为刚性分子理想气体。已知初态氦气和氮气的温度分别为  $T_A = 300\text{K}$ 、 $T_B = 400\text{K}$ , 压强  $p_A = p_B = 1\text{atm}$ 。忽略导热板的质量并不计其体积的变化, 求:



- (1) 整个系统达到平衡时两种气体的温度。
- (2) 整个系统达到平衡时两种气体压强。
- (3) 氮气末态与初态的熵差。

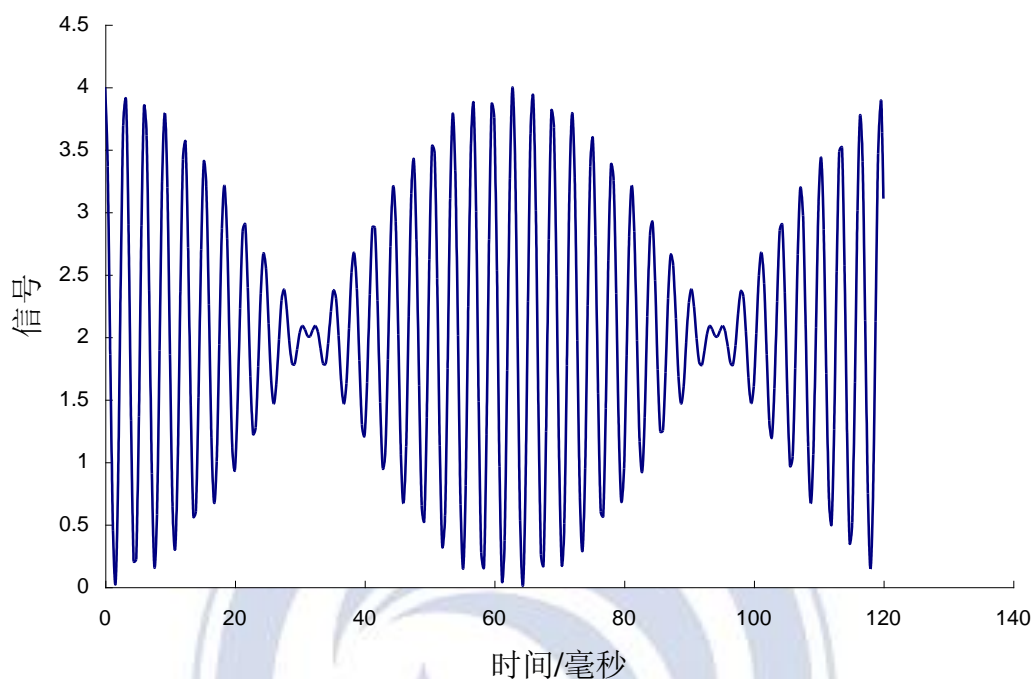
- 5 (5 分) 已知在同一直线上两个频率不同的简谐振动

$$y_1 = A \cos(\omega_1 t + \varphi) \text{ 与 } y_2 = A \cos(\omega_2 t + \varphi)$$

的合振动为

$$y = y_1 + y_2 = 2A \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t\right) \cdot \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t + \varphi\right)$$

当两个振动频率都较大且相近时，合振动会产生拍的现象。



将两个正弦波信号发生器的输出端各接一个扬声器，并在这两个扬声器之间放置一个麦克风。已知两个信号发生器发出的信号的频率相近，将麦克风的输出信号经放大接到示波器后，观察到如图所示图形。求（1）图示合振动的拍频 （2）这两个信号发生器发出的信号频率各为多大？

学习权益部整理

## 参考答案

### 一 填空题 (共 55 分)

1 (3 分)  $5\vec{i}$  m/s,  $17\vec{i}$  m/s

2 (4 分)  $b t$ ,  $-P_0 + b t$

3 (3 分)  $h^2/l^2$ ,

4 (4 分)  $16\text{ N}\cdot\text{s}$ ,  $176\text{ J}$

5 (5 分)  $J = \frac{5}{6}ml^2$ ,  $\alpha = \frac{3g}{5l}$ ,  $\omega = \sqrt{\frac{6g}{5l}}$

6 (5 分)  $W$ ,  $kl\cos\theta$  或  $\frac{W}{2}\cot\theta$ ,  $W=2kl\sin\theta$

7 (3 分)  $p_A : p_B : p_C = 1 : 1 : 1$

8 (5 分)  $\int_{v_0}^{\infty} Nf(v)dv$ ,  $\int_{v_0}^{\infty} vf(v)dv / \int_{v_0}^{\infty} f(v)dv$ ,  $\int_{v_0}^{\infty} f(v)dv$

9 (3 分)  $500$ ,  $700$

10 (4 分) 大量微观粒子热运动所引起的无序性(或热力学系统的无序性), 增加。

11 (3 分)  $3.43\text{ s}$ ,  $-2\pi/3$

12 (4 分)  $2\pi(n-1)e/\lambda$ ,  $4\times 10^3$

13 (3 分)  $2d/\lambda$

14 (3 分)  $5$ ,  $\pm 3m$  ( $m=1, 2, 3, \dots$ )

15 (3 分)  $2I$ 。

### 二 计算题(共 45 分)

1. (10分)

解: (1) 对于第一级暗纹, 有  $a \sin\varphi_1 \approx \lambda$

因  $\varphi_1$  很小, 故

$$\tan \varphi_1 \approx \sin \varphi_1 = \lambda / a$$

3 分

故中央明纹宽度

$$\Delta x_0 = 2f \tan \varphi_1 = 2f\lambda / a = 1.2\text{ cm}$$

3 分

(2) 对于第二级暗纹, 有  $a \sin\varphi_2 \approx 2\lambda$

2 分

$$x_2 = f \tan \varphi_2 \approx f \sin \varphi_2 = 2f\lambda / a = 1.2\text{ cm}$$

2 分

2. (10分)

解:  $dS = 2\pi r dr$

$$dm = \frac{m}{\pi R^2} dS$$

$$dM = r df = r \mu_k dm g = r \mu_k g \frac{m}{\pi R^2} dS$$



$$M = \int dM = \int_0^R g\mu_k \frac{m}{\pi R^2} 2\pi r^2 dr = \frac{2}{3} \mu_k mgR$$

$$\alpha = \frac{M}{J} = M / \left( \frac{1}{2} mR^2 \right) = \frac{4\mu_k g}{3R}$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t = \alpha t$$

$$t = \frac{\omega}{\alpha} = \frac{3R\omega}{4\mu_k g}$$

3 (10 分)

解:  $A = 0.5\text{m}, \lambda = 2\text{m}$  2 分

$$y = A \cos(\omega t + kx + \varphi_0)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \pi$$
 1 分

$$\omega = ku = 0.5\pi$$
 1 分

$$\varphi_0 = \pi/2$$
 3 分

$$y = 0.5 \cos(0.5\pi t + \pi x + \frac{\pi}{2})$$
 3 分

4 (10 分)

解: (1) 将氦气和氮气作为一个系统, 因为容器是绝热刚性的, 所以系统进行的过程与外界没有热交换, 系统对外不作功。由热力学第一定律可知, 系统的总内能始终不变, 即

$$C_{VA}(T - T_A) + C_{VB}(T - T_B) = 0$$
 2 分

所以

$$T = \frac{C_{VA}T_A + C_{VB}T_B}{C_{VA} + C_{VB}} = \frac{\frac{3}{2}RT_A + \frac{5}{2}RT_B}{\frac{3}{2}R + \frac{5}{2}R} = 362.5 \text{ K}$$
 1 分

(2) 设 A、B 两部分初态的体积为  $V_A$ 、 $V_B$ , 末态的体积为  $V'_A$ 、 $V'_B$ , 则有

$$V_A + V_B = V'_A + V'_B$$

由状态方程

$$V_A = \frac{RT_A}{p_A}, V_B = \frac{RT_B}{p_B}, V'_A = V'_B = \frac{RT}{p}$$

可得

$$\frac{RT_A}{p_A} + \frac{RT_B}{p_B} = 2 \frac{RT}{p}$$
 2 分

所以

$$p = \frac{2T}{T_A + T_B} p_A = 1.04 \text{ atm}$$
 1 分

(3) 由理想气体的克劳修斯熵变公式

$$\Delta S = \nu C_{V,m} \ln \frac{T_2}{T_1} + \nu R \ln \frac{V_2}{V_1} = \nu C_{p,m} \ln \frac{T_2}{T_1} + \nu R \ln \frac{p_1}{p_2} \quad 2 \text{ 分}$$

氮气熵变

$$\Delta S = C_{pB} \ln \frac{T}{T_B} + R \ln \frac{p_B}{p} = \frac{7}{2} \times 8.31 \times \ln \frac{362.5}{400} + 8.31 \times \ln \frac{1}{1.04} = -3.19 \text{ J/K} \quad 2 \text{ 分}$$

5 (5 分)

解：由图见拍的周期为  $120 - 60 = 60 \times 10^{-3} \text{ s}$ ,

则有拍频  $f_{\text{拍}} = 1/(60 \times 10^{-3}) = 16.6 \text{ Hz}$

由图可以看出 80-40 之间 13 次振动

故合振动振幅变化的周期为

$$T = \frac{(80 - 40) \times 10^{-3}}{13}$$

相应的频率为  $1/(\frac{40}{13} \times 10^{-3}) = 325 \text{ Hz}$  3 分

由题中已给出的振动合成公式得

$$\frac{f_1 + f_2}{2} = 325 \text{ Hz}, \quad \frac{f_1 - f_2}{2} = \frac{1}{2} \times 16.6 = 8.4 \text{ Hz}$$

联立以上两式求出，每个话筒的频率分别是

$$f_1 = 325 + 8.4 = 333.4 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 325 - 8.4 = 316.6 \text{ Hz}$$

2 分

学习权益部整理