浙江大学 20 17 - 20 18 学年 春夏 学期

《 大学物理乙 1 》课程期末考试试卷

课程号：761T0030，开课学院：物理学系，

考试试卷：A√卷、B 卷（请在选定项上打√）

考试形式：闭√、开卷（请在选定项上打√），允许带 无存储功能的计算器 入场

考试日期：2018 年 7 月 6 日，考试时间：120 分钟

诚信考试，沉着应考，杜绝违纪.

考生姓名＿＿＿＿ 学号＿＿＿＿ 所属院系＿＿＿＿ 任课老师＿＿＿＿ 编号＿＿＿＿

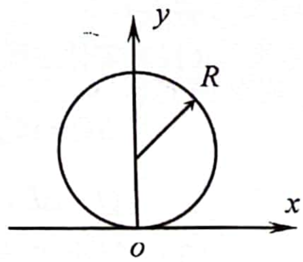
题序	填空	计 1	计 2	计 3	计 4	计 5	计 6	总 分
得分								
评卷人								

一、填空题：（每题 4 分，共 48 分）

1．（本题 4 分）0123

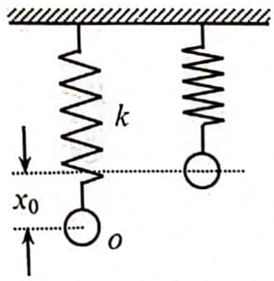
已知某质点的运动方程为 $x = 3\cos 4t$，$y = 3\sin 4t$（SI），该质点的切向加速度大小为 a_t =＿＿＿＿＿＿ m/s^2，法向加速度大小为 a_n =＿＿＿＿＿＿ m/s^2.

2．（本题 4 分）0411



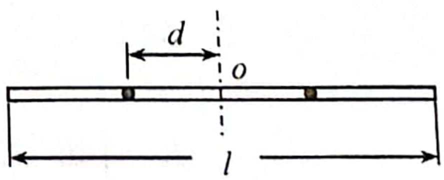
一质点在如图所示的坐标平面内作圆周运动，有一力 $\boldsymbol{F}=F_0(x\boldsymbol{i}+y\boldsymbol{j})$ 作用在质点上，则该质点从坐标原点运动到 $(0,2R)$ 位置的过程中，力 $\boldsymbol{F}$ 对它所做的功为＿＿＿＿＿＿＿＿.

3．（本题 4 分）0740



劲度系数为 k 的弹簧，上端固定，下端悬挂重物．当弹簧伸长 x_0，重物在 o 处达到平衡．现取重物在 o 处时各种势能均为零，则当弹簧长度为原长时，系统的重力势能为＿＿＿＿＿＿；系统的弹性势能为＿＿＿＿＿＿；系统的总势能为＿＿＿＿＿＿．（答案用 k 和 x_0 表示）

4．（本题 4 分）0772



如图所示，一水平刚性轻杆，质量不计，杆长 l=20 cm，其上穿有两个小球．初始时，两小球相对杆中心 o 对称放置，与 o 的距离 d=5 cm，二者之间用细线拉紧．现在让细杆绕过中心 o 的竖直固定轴作匀角速的转动，角速度为 ω_0，再烧断细线让两球向杆的两端滑动．不考虑转轴和空气的摩擦，当两球都滑至杆端时，杆的角速度为＿＿＿＿＿＿＿＿.

5. (本题 4 分) 4356

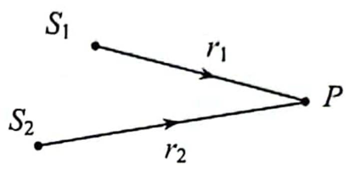
一宇航员要到离地球为 5 光年的星球去旅行．如果宇航员希望把这路程缩短为 3 光年，则他所乘的火箭相对于地球的速度应为 u=________________________．(c 表示真空中光速)

6. (本题 4 分) 4500

一电子以 $v = 0.99c$ 的速率运动．则电子的总能量为________________________J；而电子的经典力学动能与相对论动能之比为________________________．(c 为真空中光速)

7．(本题 4 分) 3097

如图所示，S_1、S_2 为两平面简谐波相干波源，S_2 的相位比 S_1 的相位超前 $\pi/4$，波长 $\lambda = 16.0$ m，$r_1 = 12.0$ m，$r_2 = 14.0$ m，S_1 在 P 点引起的振动振幅为 0.30 m，S_2 在 P 点引起的振动振幅为 0.20 m，则 P 点的合振幅为____________________m．



8．(本题 4 分) 3918

火车驶过车站时，站台边上观察者测得火车鸣笛声的频率由 1200 Hz 变为 1000 Hz，已知空气中声速为 330m/s，则火车的速度 v=________________________m/s.

9．(本题 4 分) 4043

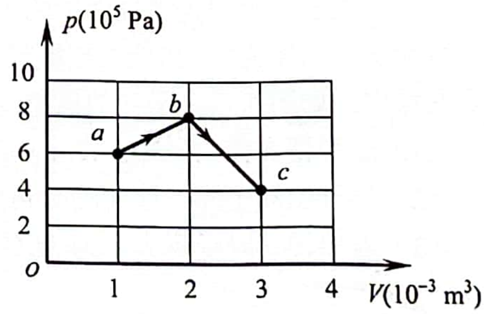
在大气中存在着很小的固体粒子（称为晶粒），假设这些晶粒都是直径为 4.0×10^{-8} cm、密度为 1.0 $g\cdot cm^{-3}$ 的均匀小球，并且其速率分布遵循麦克斯韦速率分布律，而大气的温度为 300K，则晶粒的方均根速率为 $\sqrt{\overline{v^2}}$ =____________m/s；最概然速率为 v_p=____________m/s.

10．(本题 4 分) 4321

标准状态下空气分子的平均自由程 $\bar{\lambda}$ =____________________m，空气分子的平均碰撞频率 $\bar{Z}$ =____________________s^{-1}．（分子的有效直径为 3.5×10^{-10} m，平均分子量为 29×10^{-3} kg/mol）

11．(本题 4 分) t1224

0.1mol 氧气（可视作刚性分子理想气体）经历 abc 过程，如图所示．则此过程前后，气体熵的增量为____________________ (J/K).

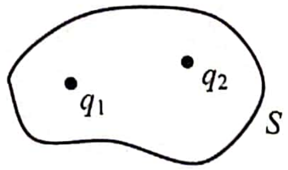


12．(本题 4 分) 5426

带电量分别为 q_1 和 q_2 的两个点电荷单独在空间各点产生的静电场强度分别为 $\vec{E}_1$ 和 $\vec{E}_2$，空间各点的总场强为 $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$．现在作一封闭曲面 S，如图所示，则以下两式所表示的通过 S 的电通量为：

$\oint_S \vec{E}_1 \cdot d\vec{S} =$________________________；

$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} =$________________________．



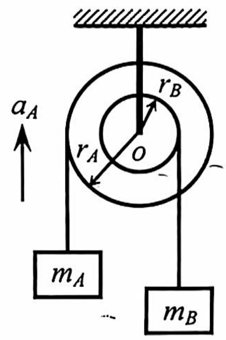
二、计算题：（共 6 题，共 52 分）

1.（本题 8 分）t0318

一物体以初速 v_0 从地面竖直上抛．物体质量为 m，所受空气阻力大小为 λv^2，其中 λ 为正值常量，求物体所能达到的最大高度．

2.（本题 8 分）0565

半径分别为 r_A 和 r_B 的圆盘，同轴地粘在一起，可以绕通过盘心且垂直盘面的水平光滑固定轴 o 转动，对轴的转动惯量为 J．两圆盘边缘都绕有轻绳，绳子下端分别挂有质量为 m_A 的物体 A 和质量为 m_B 的物体 B，如图所示．若物体 A 以加速度 a_A 上升，求物体 B 的质量 m_B 所满足的条件．



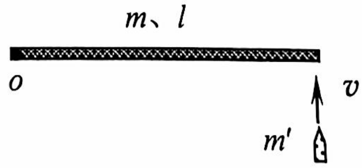
3.（本题 8 分）0787

一根放在水平光滑桌面上的匀质棒，可绕通过其一端的竖直固定光滑轴 o 转动，棒的质量为 m，长度为 l，初始时刻棒静止．今有一水平运动的子弹垂直地射入棒的另一端，并留在棒中，如图所示．子弹的质量为 m'，速率为 v．试问：

（1）子弹留在棒的一端后，子弹和棒对 o 轴的总转动惯量为多少？

（2）棒开始和子弹一起转动时角速度 ω 有多大？

（3）若棒转动时受到大小为 M_r 的恒定阻力矩作用，棒能转过多大的角度 θ？



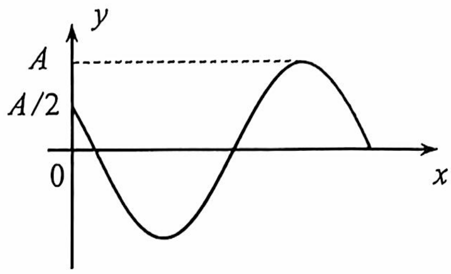
4．（本题 10 分）t1010

沿 x 轴正方向传播的平面简谐波在 $t=0$ 时的波形曲线如图所示，该平面简谐波的波长为$\lambda=1$ m，波速 $u=10\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$，振幅 $A=0.1$ m．试求：

（1）O 点的振动表达式；

（2）平面简谐波表达式；

（3）x=1.5 m 处质点的振动表达式.

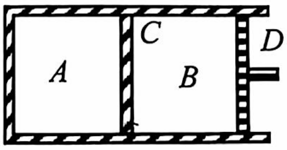


5．（本题 10 分）4692

如图所示，C 是固定的绝热隔板，D 是可动活塞，C、D 将容器分成 A、B 两部分．开始时 A、B 两室中各装入同种类的理想气体，它们的温度 T、体积 V、压强 p 均相同，并与大气压强相平衡．现对 A、B 两部分气体缓慢地加热，当对 A 和 B 给予相等的热量 Q 以后，A 室中气体的温度升高度数与 B 室中气体的温度升高度数之比为 7:5．求：

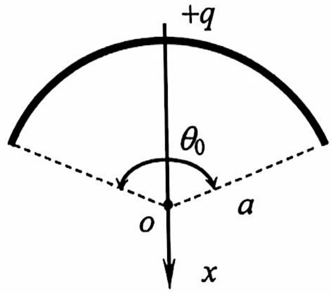
(1) 该气体的定体摩尔热容 $C_{V,m}$ 和定压摩尔热容 $C_{p,m}$.

(2) B 室中气体吸收的热量有百分之几用于对外做功？



6．（本题 8 分）5090

一段半径为 a 的细圆弧，对圆心的张角θ_0，其上均匀分布有正电荷 q，如图所示．试以 a、q、θ_0表示出圆心 o 处的电场强度．（其中 x 轴为圆弧的对称轴）



试卷参考答案

一、填空题：（每题 4 分，共 48 分）

1. $v=\sqrt{(\frac{dx}{dt})^2+(\frac{dy}{dt})^2}=12\,(m/s)$，$a_t=\frac{dv}{dt}=0$，$a_n=\frac{v^2}{R}=\frac{12^2}{3}=48\,(m/s^2)$

2. $A=\int\vec{F}\cdot d\vec{r}=\int F_x dx+F_y dy=\int_0^0 F_x dx+\int_0^{2R}F_y dy=F_0\int_0^{2R}y dy=2F_0R^2$

3. $E_{p重}=mgx_0=kx_0^2$，$E_{p弹}=-\int_{-x_0}^{0}k(x+x_0)dx=\frac{1}{2}kx_0^2-kx_0^2=-\frac{1}{2}kx_0^2$

$E_p=E_{p重}+E_{p弹}=\frac{1}{2}kx_0^2$

4. $2md^2\omega_0=2m(\frac{l}{2})^2\omega$，$\omega=4\frac{d^2}{l^2}\omega_0=4\times\frac{25}{400}\omega_0=\frac{\omega_0}{4}$

5. $x_2-x_1=\frac{(x_2'-x_1')+u(t_2'-t_1')}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$，$5=\frac{0+3}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$，$u=(4/5)c$

6. $E=mc^2=m_ec^2/\sqrt{1-(v/c)^2}=5.8\times10^{-13}$ J，$E_{K0}=\frac{1}{2}m_ev^2=4.01\times10^{-14}$ J

$E_K=mc^2-m_ec^2=[(1/\sqrt{1-(v/c)^2})-1]m_ec^2=4.99\times10^{-13}$ J，$E_{k0}/E_k=8.04\times10^{-2}$

7. $\Delta\varphi=\frac{\pi}{4}-\frac{2\pi}{16}(14-12)=0$ $A=A_1+A_2=0.50$ (m)

8. $\nu_1=\frac{330}{330-v}\nu=1200$，$\nu_2=\frac{330}{330+v}\nu=1000$，$\frac{330+v}{330-v}=\frac{6}{5}$，$v=30$ (m/s)

9. $m=\rho V=3.35\times10^{-26}$(kg)，$\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{\frac{3kT}{m}}=608.9$(m/s)，$v_p=\sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{\overline{v^2}}=497.2$(m/s)

10. $\overline{\lambda}=\frac{kT}{\sqrt{2}\pi d^2p}=6.8\times10^{-8}$ (m)，$\overline{v}=\sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}=446$ (m/s)，$\overline{Z}=\frac{\overline{v}}{\overline{\lambda}}=6.5\times10^9$ (s^{-1})

11. $\Delta S_{ac}=\nu C_{p,m}\ln\frac{V_c}{V_a}+\nu C_{V,m}\ln\frac{p_c}{p_a}=\nu\frac{7}{2}R\ln\frac{V_c}{V_a}+\nu\frac{5}{2}R\ln\frac{p_c}{p_a}=2.35$ (J/K)

12. $\oint_S\vec{E}_1\cdot d\vec{S}=\frac{q_1}{\varepsilon_0}$，$\oint_S\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{q_1+q_2}{\varepsilon_0}$

二、计算题：（共 6 题，共 52 分）

1. 解：以地面为坐标原点，并取竖直向上为 y 轴正方向

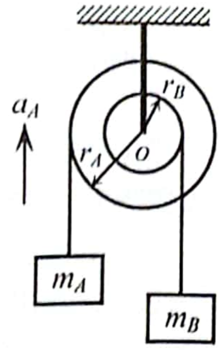
$-mg-kv^2=ma$，$a=\frac{dv}{dt}=v\frac{dv}{dy}$，$-mg-\lambda v^2=mv\frac{dv}{dy}$，$-dy=\frac{mvdv}{(mg+\lambda v^2)}$，

$\int_0^y -dy=\int_{v_0}^0\frac{mvdv}{(mg+\lambda v^2)}$，$y=\frac{m}{2k}\ln\frac{mg+\lambda v_0^2}{mg}$

2．解：$T_A - m_A g = m_A a_A$，$m_B g - T_B = m_B a_B$，$T_B r_B - T_A r_A = I\alpha = J\alpha$

$a_A = r_A\alpha$，$a_B = r_B\alpha$，

得：$$m_B = \frac{J a_A + m_A r_A^2 (g + a_A)}{r_A r_B g - r_B^2 a_A}$$



3．解：（1） $I = \frac{1}{3} m l^2 + m' l^2$

（2） $m' v l = I\omega$，$\omega = \dfrac{m' v}{(m/3 + m') l}$

(3) $-M_r = I\alpha$，$0 - \omega^2 = 2\alpha\theta$，$\theta = \dfrac{I\omega^2}{2M_r} = \dfrac{m'^2 v^2}{2M_r (m/3 + m')} = \dfrac{3m'^2 v^2}{2M_r (m + 3m')}$

4. 解：（1）$t = 0$ 时，$y_0 = \dfrac{A}{2} = A\cos\varphi$，$\cos\varphi = \dfrac{1}{2}$，$\varphi = \pm\dfrac{\pi}{3}$，$v_0 = -A\omega\sin\varphi > 0$，$\sin\varphi < 0$，

故 $\varphi = -\dfrac{\pi}{3}$，$T = \dfrac{\lambda}{u} = 0.1\,\text{s}$，$\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 20\pi\ \text{rad/s}$，故 $y_{(0,t)} = 0.1\cos(20\pi t - \dfrac{\pi}{3})\ (\text{SI})$

（2） $y_{(x,t)} = 0.1\cos[20\pi(t - \dfrac{x}{10}) - \dfrac{\pi}{3}]\ (\text{SI})$

（3） $y_{(1.5,t)} = 0.1\cos[20\pi(t - \dfrac{1.5}{10}) - \dfrac{\pi}{3}] = 0.1\cos[20\pi t - \dfrac{10\pi}{3}] = 0.1\cos[20\pi t - \dfrac{4\pi}{3}]\ (\text{SI})$

5．解：(1)准静态过程，两室内同种气体，开始时两部分气体的 p、V、T 均相等，$\nu_1 = \nu_2 = \nu$

A 室气体经历的是等体过程，B 室气体经历的是等压过程，

$$Q_A = \nu C_{V,m} (T_A - T)$$
$$Q_B = \nu C_{p,m} (T_B - T)$$

已知 $Q_A = Q_B$，由上两式可得 $\gamma = C_{p,m}/C_{V,m} = \Delta T_A/\Delta T_B = 7/5$

因为 $C_{p,m} = C_{V,m} + R$，代入上式得 $C_{V,m} = \dfrac{5}{2}R$，$C_{p,m} = \dfrac{7}{2}R$

(2) B 室气体作功为 $W = p\cdot\Delta V = \nu R\Delta T_B$

B 室中气体吸收的热量用于作功的百分比为

$$\frac{W}{Q_B} = \frac{\nu R\Delta T_B}{\nu C_{p,m}\Delta T_B} = \frac{R}{C_{p,m}} = \frac{R}{7R/2} = \frac{2}{7} = 28.6\%$$

6．解：$\lambda = \dfrac{q}{a\theta_0}$，$\mathrm{d}q = \lambda \mathrm{d}l = \dfrac{q}{a\theta_0} a\mathrm{d}\theta$

$$\mathrm{d}E_x = \frac{\lambda \mathrm{d}l}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\cos\theta = \frac{\lambda a\mathrm{d}\theta}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\cos\theta = \frac{q\mathrm{d}\theta}{4\pi\varepsilon_0 a^2\theta_0}\cos\theta$$

$$E_x = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}\int_{-\theta_0/2}^{\theta_0/2}\cos\theta\mathrm{d}\theta = \frac{q\sin(\theta_0/2)}{2\pi\varepsilon_0 a^2\theta_0}$$

$E_y = 0$