浙江大学 20 19 - 20 20 学年 春夏 学期

《 大学物理乙 1 》课程期末考试试卷（A）

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： 2020 年 8 月 31 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								

普适气体常量 $R = 8.31\ (\mathrm{J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}})$　　玻尔兹曼常量 $k = 1.38\times10^{-23}\ (\mathrm{J\cdot K^{-1}})$

阿伏伽德罗常量 $N_A = 6.02\times10^{23}\ (\mathrm{mol^{-1}})$　　真空中光速 $c = 3\times10^{8}\ (\mathrm{m/s})$

真空介电常数 $\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}\ (\mathrm{C^2\cdot N^{-1}\cdot m^{-2}})$　　电子伏特 $1\ (\mathrm{eV}) = 1.6\times10^{-19}\ (\mathrm{J})$

电子静止质量 $m_e = 9.11\times10^{-31}\ (\mathrm{kg})$　　$1\ \mathrm{atm} = 1.013\times10^{5}\ (\mathrm{Pa})$

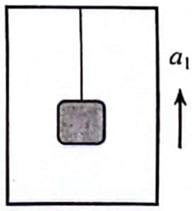
得分

一、填空题：（每题 4 分，共 48 分）

1.（本题 4 分）t001

一滑块以加速度 $a = -\pi^2 \sin(\frac{\pi}{2}t)$ (SI) 沿直线运动. 设滑块初速度 $v_0 = 2\pi$ m/s，且以滑块中心与坐标原点重合时为起始位置，则滑块任意 t 时刻的速度为________________，滑块的运动方程为________________.

2.（本题 4 分）w001



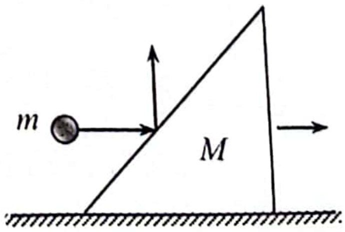
如图所示，在升降机的天花板上拴有轻绳，其下端系一重物. 当升降机以加速度 a_1 上升时，绳中的张力正好等于绳子所能承受的最大张力的一半. 则当绳子刚好被拉断时，升降机上升的加速度应达到__________.

3.（本题 4 分）w002

二质点的质量分别为 m_1 和 m_2. 当它们之间的距离由 a 缩短到 b 时，它们之间万有引力所做的功为__________.

4.（本题 4 分）5039

如图所示，质量为 M 的滑块正沿着光滑水平地面向右滑动. 一质量为 m 的小球水平向右飞行，以速度 v_1（对地）与滑块斜面相碰，碰后竖直向上弹起，速率为 v_2（对地）. 若碰撞时间为 Δt，则此过程中滑块对地的平均作用力大小为________________；滑块速度增量的大小为__________.



5．（本题 4 分）w003

在北京鸟巢的田径场上，短跑选手博尔特以 9.69 s 的时间跑完 100 m，获得北京奥运金牌．若在速度为 $0.98c$ 的同向飞行的飞船中观察者观测，博尔特跑动的时间为________________s，跑动的距离为________________．

6．（本题 4 分）w004

已知一静止质量为 m_0 的粒子，其固有寿命为实验室测量到的寿命的 $1/n$，则实验室中，此粒子的动能为______________________．

7．（本题 4 分）w005

一质点作简谐振动，速度最大值 $v_m = 5$ cm/s，振幅 $A = 2$ cm．若令速度具有正最大值的那一刻为 $t = 0$，则振动表达式为__________________________．

8．（本题 4 分）t002

有两个同方向、同频率的简谐振动：

$$x_1 = 0.050\cos(10t + \frac{3\pi}{4})\ (\mathrm{SI})，\quad x_2 = 0.060\cos(10t + \frac{\pi}{4})\ (\mathrm{SI})$$

则合振动的振幅为______________________m．

9．（本题 4 分）j001

警车鸣笛时发出的频率为 300 Hz，若警车以 30 m/s 的速度向某仓库移近，设空气中声速为 340 m/s，则警车上驾驶员听到从仓库墙壁反射回来的声音的频率为______________Hz．

10．（本题 4 分）w006

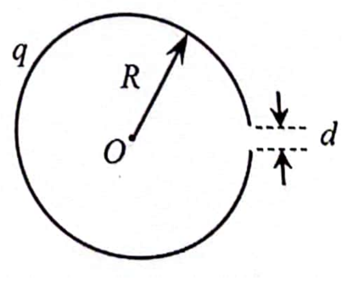
一容器内盛有密度为ρ 的单原子理想气体，其压强为 p，此气体分子的方均根速率为_______________，单位体积内气体的热力学能为_______________．

11．（本题 4 分）j002

2 mol 双原子理想气体由平衡态 $p_1 = 5\times10^5$ Pa、$V_1 = 10\times10^{-3}$ m^3 经历某一过程膨胀到 $p_2 = 2\times10^5$ Pa、$V_2 = 20\times10^{-3}$ m^3 的平衡态，则该过程中理想气体熵的增量为 $\Delta S =$ __________________．

12．（本题 4 分）1258

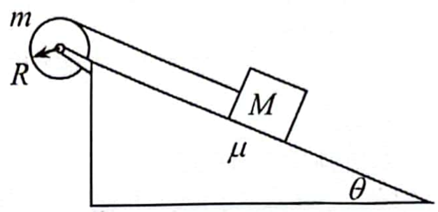
如图所示，半径为 R 的带有一小缺口的细圆环，缺口长度为 d（$d \ll R$），环上均匀带有正电荷，总电量为 q．则圆心 O 处的场强大小 $E =$__________________________，场强方向为____________________．



二、计算题：（共 6 题，共 52 分）

1．（本题 10 分）w007

如图所示，在倾角为θ的斜面顶端固定一质量均匀分布的滑轮，并用一根绳子缠绕数圈后引出与木块 M 连接，M 与斜面的摩擦系数为μ．设滑轮质量为 m，半径为 R，转轴处无摩擦．则：（1）若 M 运动，求其加速度的大小；（2）求 M 作加速运动的条件．

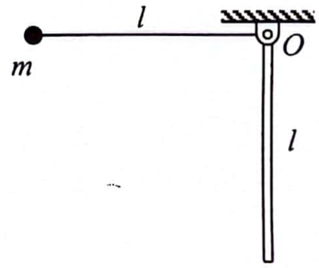


2．（本题 10 分）w008

如图所示，长为 l 的匀质细棒，一端悬于 O 点，且自由下垂．在 O 点接一单摆，摆长也是 l，质量为 m．单摆从水平位置由静止开始自由下摆并与细杆作完全弹性碰撞，碰后单摆恰好静止．若不计细棒与水平 O 轴的摩擦，求：

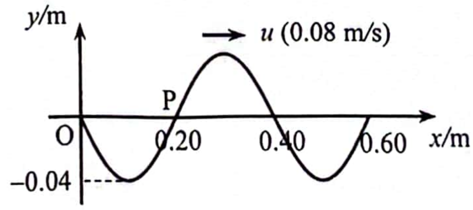
（1）细棒的质量 M；

（2）细棒摆动的最大角度θ.



3．（本题 8 分）3141

一平面简谐波沿 x 轴正方向传播，传播速度为 0.08 m/s，t=0 时刻的波形如图所示，求：（1）该波的波动表达式；（2）P 处质点的振动方程．



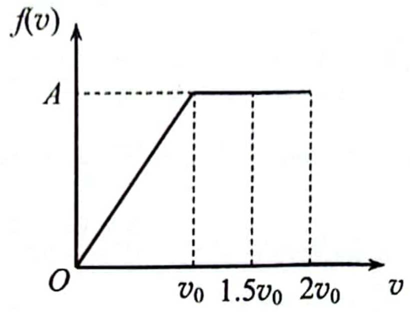
4.（本题 8 分）t003r

设某热力学系统由 N 个粒子组成，粒子的速率分布曲线如图所示，则：

（1）由 v_0 求常量 A；

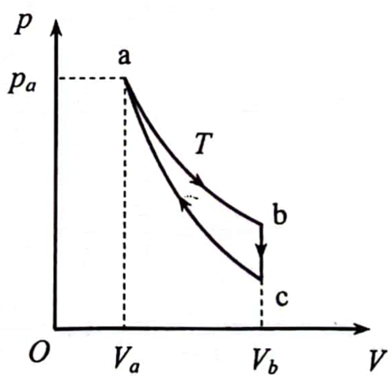
（2）求速率在 $1.5v_0 \sim 2v_0$ 之间的粒子数；

（3）求所有 N 个粒子的平均速率．



5.（本题 8 分）w009

气缸内有一定量的氧气（可视为刚性分子理想气体），作如图所示的循环过程，其中 ab 为等温过程，bc 为等体过程，ca 为绝热过程．已知 a 点的状态参量为 p_a、V_a、T_a，b 点的体积为 $V_b = 3V_a$，求该循环的效率．



6.（本题 8 分）1373

一半径为 R 的带电球体，其电荷体密度分布为：$\rho = Ar$（$r \le R$），$\rho = 0$（$r > R$），A 为一常量。试求带电球体内、外的场强分布。

2019-2020学年春夏学期《大学物理乙 1》期末考试试卷参考答案 A

一、填空题：（每题 4 分，共 48 分）

1. $\int_{v_0}^{v}\mathrm{d}v=\int_0^t-\pi^2\sin(\frac{\pi}{2}t)\mathrm{d}t$，$v=2\pi\cos(\frac{\pi}{2}t)$；$\int_0^x\mathrm{d}x=\int_0^t 2\pi\cos(\frac{\pi}{2}t)\mathrm{d}t$，$x=4\sin(\frac{\pi}{2}t)$ (SI)

2. $T-mg=ma_1$；$T_{max}=2T=2m(g+a_1)$；$T_{max}-mg=2m(g+a_1)-mg=m(g+2a_1)=ma$；$a=(g+2a_1)$

3. 无穷远处为零势能，$W=-\Delta E_p=-[(-\frac{Gm_1m_2}{b})-(-\frac{Gm_1m_2}{a})]=-Gm_1m_2(\frac{1}{a}-\frac{1}{b})$

4. $[\overline{F}-(m+M)]\Delta t=mv_2-0$，$\overline{F}=\frac{mv_2}{\Delta t}+(m+M)g$，$mv_1=Mv$，$v=\frac{m}{M}v_1$，$\Delta v=\frac{m}{M}v_1$

5. $\Delta x'=\frac{\Delta x-u\Delta t}{\sqrt{1-u^2/c^2}},\Delta t'=\frac{\Delta t-u\Delta x/c^2}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$; $\Delta x=100$ m, $\Delta t=9.69$ s, $\Delta x'=-1.43\times10^{10}$ m, $\Delta t'=48.64$ s

6. $\Delta t=\frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$，$\sqrt{1-v^2/c^2}=\frac{\Delta t_0}{\Delta t}=\frac{1}{n}$，$E_k=\frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}c^2-m_0c^2=(n-1)m_0c^2$

7. $v_m=\omega A$，$\omega=\frac{v_m}{A}=\frac{5}{2}$ rad/s，$\varphi=-\frac{\pi}{2}$，$y=2\times10^{-2}\cos(\frac{5}{2}t-\frac{\pi}{2})$ (SI)

8. $\varphi_2-\varphi_1=\frac{3\pi}{4}-\frac{\pi}{4}=\frac{\pi}{2}$； $A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos(\varphi_2-\varphi_1)}=0.078\,\mathrm{m}$

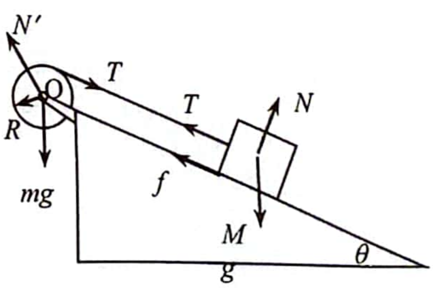
9. $\nu_1=\frac{u}{u-v}\nu$，$\nu_2=\frac{u+v}{u}\nu_1=\frac{u+v}{u}\frac{u}{u-v}\nu=\frac{u+v}{u-v}\nu=\frac{340+30}{340-30}\times300=358.1\,\mathrm{Hz}$

10. $pV=\frac{m}{\mu}RT$，$\frac{RT}{\mu}=p\frac{V}{m}=\frac{p}{\rho}$，$\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{\frac{3RT}{\mu}}=\sqrt{\frac{3p}{\rho}}$，$w=\frac{E}{V}=\frac{1}{V}\frac{m}{\mu}\frac{i}{2}RT=\frac{i}{2}p$

11. $\Delta S=\nu C_{V,m}\ln\frac{p_2}{p_1}+\nu C_{p,m}\ln\frac{V_2}{V_1}=2\times\frac{5}{2}R\ln\frac{2}{5}+2\times\frac{7}{2}R\ln 2=2.25\,\mathrm{J/K}$

12. $Q_d=-\frac{q}{(2\pi R-d)}d$，$E_O=\frac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0R^2}=\frac{qd}{4\pi\varepsilon_0R^2(2\pi R-d)}\approx\frac{qd}{8\pi^2\varepsilon_0R^3}$，O指向缺口中心

二、计算题：（共 6 题，共 52 分）



1．解： $Mg\sin\theta-T-\mu N=Ma$；　$N-Mg\cos\theta=0$

$TR=I\alpha=\frac{1}{2}mR^2\alpha$；$a=R\alpha$

得： $a=\frac{2Mg(\sin\theta-\mu\cos\theta)}{(2M+m)}$

M作加速运动应满足的条件：$a=\frac{2Mg(\sin\theta-\mu\cos\theta)}{(2M+m)}>0$，即：$\mu<\frac{\sin\theta}{\cos\theta}=\tan\theta$

2．解：（1）机械能守恒，故：$mgl=\frac{1}{2}mv^2$， $v=\sqrt{2gl}$

$mvl=\frac{1}{3}Ml^2\cdot\omega$， $\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}(\frac{1}{3}Ml^2)\omega^2$；得：$M=3m$

（2）$\frac{1}{2}(\frac{1}{3}Ml^2)\omega^2=Mg(\frac{l}{2}-\frac{l}{2}\cos\theta)=mgl\ \therefore\cos\theta=\frac{1}{3}$； $\theta=\arccos\frac{1}{3}=70.5^\circ$

3．解：$A=0.04\ \text{m}$，$\lambda=0.40\ \text{m}$，$\nu=\frac{u}{\lambda}=\frac{0.08}{0.40}=\frac{1}{5}\ \text{Hz}$， $\omega=2\pi\nu=\frac{2}{5}\pi\ \text{rad/s}$

（1）$y_0=0$，$0=0.40\cos\varphi$，$\varphi=\pm\frac{\pi}{2}$，$v_0>0$，$\varphi=-\frac{\pi}{2}$， $y_O=0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t-\frac{\pi}{2})\ \text{m}$

$$y=0.04\cos[\frac{2\pi}{5}(t-\frac{x}{0.08})-\frac{\pi}{2}]\ \text{m}$$

（2）P 点的振动方程：$y_P=0.04\cos[\frac{2\pi}{5}(t-\frac{0.20}{0.08})-\frac{\pi}{2}]\ \text{m}=0.04\cos[\frac{2\pi}{5}t-\frac{3\pi}{2}]\ \text{m}$

4．解：（1）分布函数：
$$f(v)=\begin{cases}\dfrac{v}{v_0}A & (0\le v<v_0)\\ A & (v_0\le v<2v_0)\\ 0 & (2v_0\le v)\end{cases}$$

归一化条件：$\int_0^\infty f(v)\mathrm{d}v=\int_0^{v_0}\frac{v}{v_0}A\mathrm{d}v+\int_{v_0}^{2v_0}A\mathrm{d}v=\frac{3}{2}Av_0=1$；故：$A=\frac{2}{3v_0}$

（2）$\Delta N=\int\mathrm{d}N=\int_{1.5v_0}^{2v_0}Nf(v)\mathrm{d}v=\int_{1.5v_0}^{2v_0}NA\mathrm{d}v=\frac{1}{2}NAv_0=\frac{N}{3}$

（3）$\overline{v}=\int_0^\infty vf(v)\mathrm{d}v=\int_0^{v_0}v\frac{v}{v_0}A\mathrm{d}v+\int_{v_0}^{2v_0}vA\mathrm{d}v=\frac{11}{6}Av_0^2=\frac{11}{9}v_0$

5．解：$V_a^{\gamma-1}T_a=V_a^{\gamma-1}T=V_c^{\gamma-1}T_c=V_b^{\gamma-1}T_c$， $T_c=\frac{V_a^{\gamma-1}}{V_b^{\gamma-1}}T=\frac{T}{3^{\gamma-1}}$， i=5， $\gamma=\frac{7}{5}$

$Q_{ca}=0$； $Q_{bc}=\nu C_{V,m}(T_c-T_b)=\nu\frac{i}{2}R(T_c-T)=\nu\frac{i}{2}R(\frac{1}{3^{\gamma-1}}-1)T<0$

$Q_{ab}=W_{ab}=\nu RT\ln\frac{V_b}{V_a}=\nu RT\ln 3>0$； $\eta=1-\frac{Q_2}{Q_1}=1-\frac{\nu\frac{i}{2}R(1-\frac{1}{3^{\gamma-1}})T}{\nu RT\ln 3}\approx19.1\%$

6．解：球内，$0\le r\le R$， $E\cdot4\pi r^2=\frac{1}{\varepsilon_0}\int_0^r Ar\cdot4\pi r^2\mathrm{d}r=\frac{\pi Ar^4}{\varepsilon_0}$， $E=\frac{Ar^2}{4\varepsilon_0}$ 方向沿半径向外

球外，$r>R$， $E\cdot4\pi r^2=\frac{1}{\varepsilon_0}\int_0^R Ar\cdot4\pi r^2\mathrm{d}r=\frac{\pi AR^4}{\varepsilon_0}$， $E=\frac{AR^4}{4\varepsilon_0 r^2}$ 方向沿半径向外