中山大学理工学院 2015 学年 2 学期期末

大学物理 试卷（A）

系、所、中心/专 业：环 2015 环境一班二班

课 程： 大学物理　　　　　　姓 名：________________

学 号：______________　　　　成绩评定________________

评卷人（签名）________ 考试时间：2016 年 06 月 24 日

题次	一	二	三	四	五	六	七	总分
分数	10	30	25	35				100
得分								

一. 判断题（每题 2 分，共 10 分）

1. 有两个力作用在可以绕定轴转动的刚体上，这两个力的合力为零时，它们对轴的合力矩一定是零. (F);

2. 一定量的理想气体从体积 V_1 膨胀到 V_2，经历的过程分别为等压、等温、和绝热过程，则其中吸热最多的过程是等压过程（ R ）;

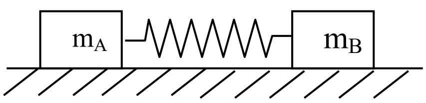
3. 气体分子的速率分布函数 $f(v)$，是系统中速率 v 附近单位速率区间的分子数占总分子数的百分比. (R);

4. 质点围绕圆心做匀速圆周运动,加速度为零(F);

5.和机械振动一样，弹性介质中传输的机械波能量是守恒的(F);

二．选择题（每题 2 分，共 30 分）

1． A，B 两木块质量分别为 m_A 和 m_B，且 $m_B=2m_A$，两者用一轻弹簧连接后静止于光滑水平桌面上，如右图所示。若用外力将两木块推近使弹簧被压缩，然后将外力撤去，则此后两木块运动动能之比 E_{kA}/E_{kB} 为(C)



（A）1/2　　　(B) $\sqrt{2}$

(C) 2　　　(D) $\sqrt{2}/2$

2．如图，两个质量均为 m、半径均为 R 的匀质圆盘形滑轮的两端用轻绳分别系着质量为 m 和 2m 的小物块。系统从静止释放，则释放后两滑轮之间绳内的张力为

$2mg-T_1=2ma.$　　$a=\alpha r$　　$J=\frac{1}{2}mR^2$

$T_1r-T_2r=J\alpha=\frac{1}{2}mr^2\frac{a}{r}=\frac{1}{2}ma.$

$T_2r-T_3r=J\alpha.$

$T_3 - mg = ma.$

$2mg - mg = 2ma + ma + \frac{1}{2}ma + \frac{1}{2}ma.$

$mg = 4ma. \quad a = \frac{g}{4}$

(A)

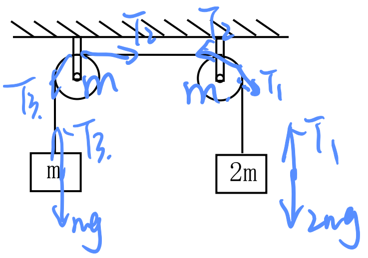
(A) $\frac{11}{8}mg$ (B) $\frac{3}{2}mg$ (C) $\frac{1}{2}mg$ (D) mg

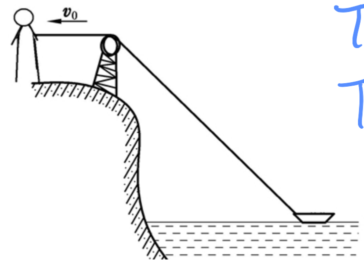
$T_1 = 2mg - \frac{1}{2}mg = \frac{3}{2}mg$

$T_2 = T_1 - \frac{1}{2}ma.$

$= \frac{3}{2}mg - \frac{1}{2}m\frac{g}{4} = \frac{12}{8} - \frac{1}{8}$

$= \frac{11}{8}mg$





3．在离水面高 h 米的岸上，有人用绳子拉船靠岸，船在离岸 S 处，如上图．当人以 v_0 (m • s^{-1})的速率收绳时，试求船运动的速度和加速度的大小 [C]

(A) $h^2v_0^2/2s^3$； (B) $2h^2v_0^2/s^3$； (C) $h^2v_0^2/s^3$； (D) $s^3v_0^2/h^2$.

4．设入射波的波动方程为 $y_1 = A\cos 2\pi(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda})$，在 x=0 处反射，反射点为一节点，则反射波的波动方程为 (B)

$A\cos(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi)$

(A) $y_2 = A\cos[2\pi(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda})-0]$ (B) $y_2 = A\cos[2\pi(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda})+\pi]$

(C) $y_2 = A\cos[2\pi(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda})-0]$ (D) $y_2 = A\cos[2\pi(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda})-\pi]$

5．对一个作简谐运动的物体，下面说法正确是(C)

(A) 物体处在运动正方向的端点时，速度和加速度都达到最大值；

(B) 物体位于平衡位置且向负方向运动时，速度和加速度都为零；

(C) 物体位于平衡位置且向正方向运动时，速度最大，加速度为零；

(D) 物体处在负方向的端点时，速度最大，加速度为零。

6．一固定的超声波波源发出频率为 100kHz 的超声波，一辆汽车向波源驶来，在波源处可接收到从汽车反射回来的超声波，利用差频装置测出其频率为 110kHz，若声速为 340m/s，则汽车的行驶速度为(B)

还是声波(接收器动波源)

$f_1 = \frac{u+v_R}{u}f$

(A) 11.4m/s (B) 16.2m/s (C) 8.2m/s (D) 22m/s

$f_2 = \frac{u}{u-v_s}f_1 = \frac{u+v_车}{u-v_车}f$

7．一定量某理想气体所经历的循环过程是:从初态(V_0,T_0)开始,先经绝热膨胀使其体积增大 1 倍,再经等容升温回复到初态温度 T_0，最后经等温过程使其体积回复为 V_0，则气体在此循环过程中（ B ）

$110 = \frac{340+v}{340-v}100$

(A) 对外作的净功为正值； (B) 对外作的净功为负值；

$340+v = 1.1\times340 - 1.1v$

(C) 内能增加了； (D) 从外界净吸收的热量为正值。

$2.1v = 0.1\times340 = 34$

$v = \frac{34}{2.1}$

☆ review

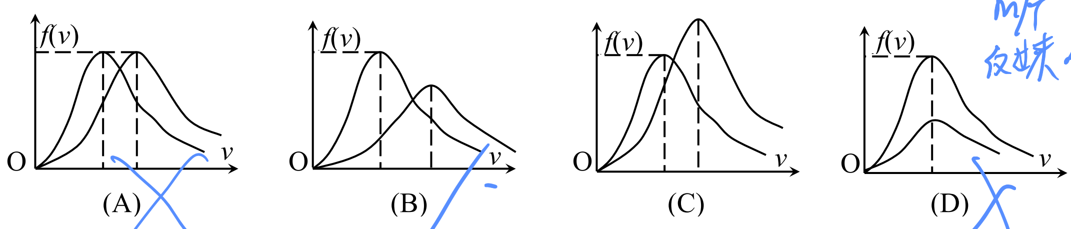
8．下图所列各图表示的速率分布曲线，哪一图中的两条曲线能是同一温度下氮气和氦气的分子速率分布曲线 （ B ）

最概然速率

m/T 反比关系

$v_p=\sqrt{\frac{2kT}{m}}$

$f(v_p)=\frac{1}{e}\sqrt{\frac{2m}{\pi kT}}$



9．1 千克的 20 摄氏度的水，放在 300 摄氏度的高温炉上加热至 100 摄氏度，则水的熵变为（水的热容 c=4180J/kg）（ C ）

(A)505J/K；(A)751J/K；(A)1010J/K；(A)1502J/K；

10．一定量的理想气体，在容积不变的条件下，当温度升高时，分子的平均碰撞频率 $\bar{Z}$ 和平均自由程 $\bar{\lambda}$ 将(A))

$\bar{Z}=\bar{v}dt\,\sigma n$

$=\sqrt{2}\bar{v}dt\,\sigma n$

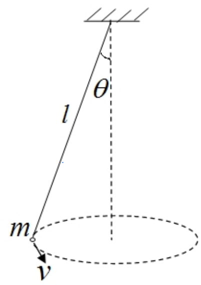
$\bar{\lambda}=\frac{1}{\sqrt{2}\sigma n}$

(A) $\bar{Z}$ 增大，$\bar{\lambda}$ 不变； $V\uparrow\ \bar{Z}\uparrow$ (B) $\bar{Z}$ 不变，$\bar{\lambda}$ 增大；

(C) $\bar{Z}$ 和 $\bar{\lambda}$ 都增大； (D) $\bar{Z}$ 和 $\bar{\lambda}$ 都不变。

11．如图，用长 l 的细线系住质量为 m 的小球。让细线与竖直方向的夹角为 θ，使小球在水平面内均匀转动，则小球的转动周期为（ C ）

(A) $\sqrt{\frac{l}{g}}$； (B) $\sqrt{\frac{l\cos\theta}{g}}$； (C) $2\pi\sqrt{\frac{l\cos\theta}{g}}$； (D) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.



$\tan\theta=\frac{F}{mg}$ $F=\tan\theta\, mg=m\omega^2 R$

$\sin\theta=\frac{R}{l}$ $\frac{2\pi}{T}=\omega=\sqrt{\frac{\tan\theta\, g}{R}}$

$=\sqrt{\tan\theta\, g\frac{1}{\sin\theta\, l}}$

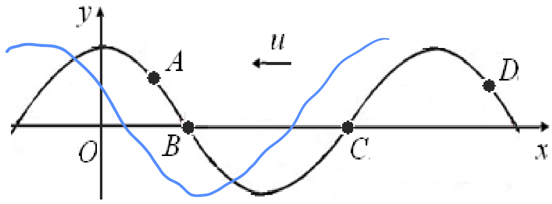
$=\sqrt{\frac{g}{\cos\theta\, l}}$

12．质量为 $2m$ 的小球用细绳系住，以速率 v 在水平面上做半径为 R 的圆周运动，当小球运动半个圆周时，重力冲量的大小为(C)

(A) $2mv$； (B) $\frac{\pi mgR}{v}$； (C) $\frac{2\pi mgR}{v}$； (D) $\sqrt{(2mv)^2+\left(\frac{\pi mgR}{v}\right)^2}$

13．有一横波以波速 u 沿 x 轴负方向传播，其在 t 时刻的波形曲线如图所示，则在该

时刻(C)



(A)A 点的运动速度大于零; (B)B 点静止不动;

(C)C 点向上运动; (D)D 点的运动速度大于零.

14．热力学系统从初平衡态 A 经历过程 P 到末平衡态 B. 如果 P 为不可逆过程，其熵变为(B)

(A) $S_B - S_A = \int_A^B \frac{\mathrm{d}Q_{可逆}}{T}$； (B) $S_B - S_A > \int_A^B \frac{\mathrm{d}Q_{不可逆}}{T}$； (C) $S_B - S_A > \int_A^B \frac{\mathrm{d}Q_{可逆}}{T}$； (D)

$$S_B - S_A = \int_A^B \frac{\mathrm{d}Q_{不可逆}}{T}.$$

15．三艘质量均为 M 的小船以相同的速度 v 鱼贯而行，如果从中间那艘船上同时以相对于船的速度 u 把两个质量均为 m 的物体分别抛到前后两艘船上，速度 u 的方向与速度 v 在同一直线上，则中间船的速度为[A]

(A) v； (B) $\frac{M-2m}{M}v$； (C) $\frac{M+2m}{M}v$； (D) $\frac{M}{2m}v$.

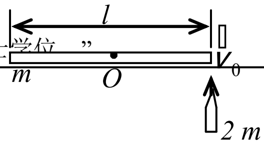
三 填空题（每题 5 分，共 25 分）

1． 当一列火车以 10m • s^{-1} 的速率向东行驶时，若相对于地面竖直下落的雨滴在列车的窗子上形成的雨迹偏离竖直方向 30°，则雨滴相对于地面的速率是_______；相对于列车的速率是________。17.3m • s^{-1}；20 m • s^{-1}

2．两个质量相同的物体挂在两个不同的弹簧上，弹簧的伸长量分别为 ΔL_1 和 ΔL_2，而且 $\Delta L_1 = \Delta 2L_2$，则两弹簧振子的周期之比 $T_1 : T_2$ 应为______________。 $\sqrt{2}$

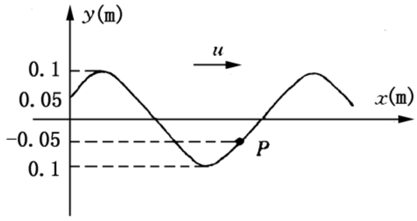
3．一定量刚性双原子分子的理想气体，当其体积为 V、压强为 p 时，其内能 E=____。5pv/2

3．如图，质量为 m、长为 l 的棒，可绕通过棒中心且与棒垂直的竖直光滑固定轴 O 在水平面内自由转动(转动惯量 J＝$m\,l^{2}$ / 12)．开始时棒静止，现有一子弹，质量是 2m，在水平面内以速度 v_0 垂直射入棒端并嵌在其中．则子弹嵌入后棒的角速度□＝________。12v$_0$ / (7l)



4．一列机械波沿x轴正向传播，t=0 时的波形如图所示，已知波速为 10 m·s^{-1}，波长为 2m，则其波动方程为________。

$$y = 01.\cos[10\pi(t-\frac{x}{10})+\frac{\pi}{3}]\ \mathrm{m}$$



5．一质量为m的质点以与地的仰角θ=30° 的初速$\vec{v}_0$从地面抛出，若忽略空气阻力，求质点落地时相对抛射时的动量的增量为________。$\left|m\vec{v}_0\right|$

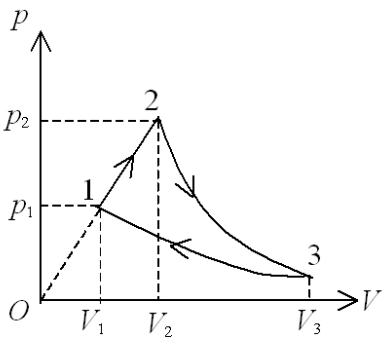
三．计算题（1、2、3 题 9 分，4 题 8 分，共 35 分）

1．1 mol 双原子分子理想气体作如图的可逆循环过程，其中 1—2 为直线，2—3 为绝热线，3—1 为等温线．已知$T_2 = 2T_1$，$V_3 = 8V_1$试求：

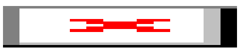
(1) 各过程的功，内能增量和传递的热量；(用T_1和已知常量表示)

(2) 此循环的效率η.

(注：循环效率 $\eta=W/Q_1$，W 为整个循环过程中气体对外所作净功，Q_1 为循环过程中气体吸收的热量)



解：1—2 任意过程



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

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

2—3 绝热膨胀过程

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

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

$Q_2 = 0$

3－1　等温压缩过程

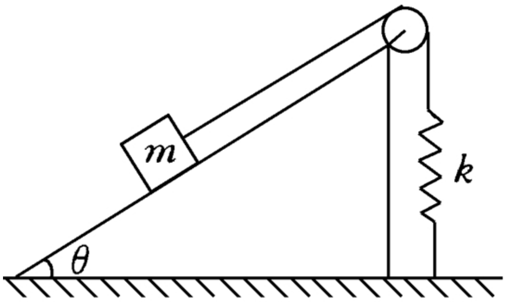
$\Delta E_3 = 0$

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

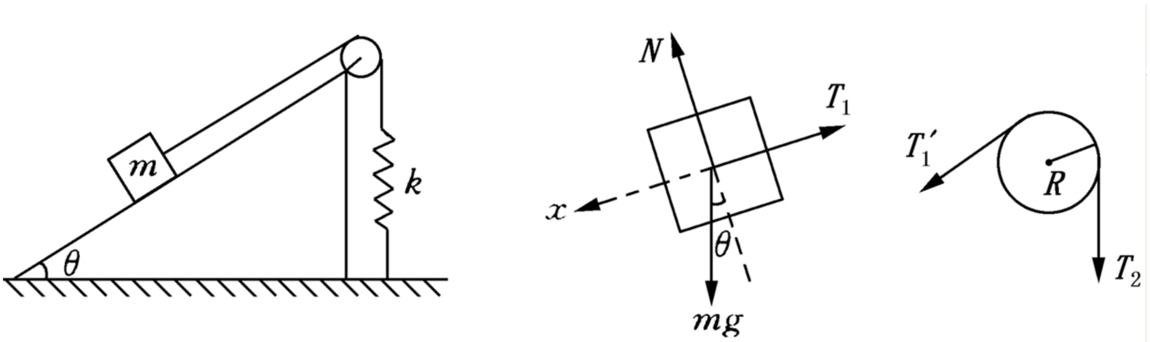
$Q_3 = W_3 = -2.08RT_1$

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

2．物体的质量为 m，放在光滑斜面上，弹簧的倔强系数为 k，滑轮的转动惯量为 I，半径为 R．先把物体托住，使弹簧维持原长，然 后由静止释放，证明物体作简谐振动，并求振动周期.



解：



以重物在斜面上静平衡时位置为坐标原点，沿斜面向下为 x 轴正向，则当重物偏离原点的坐标为 x 时，有

$$mg\sin\theta - T_1 = m\frac{d^2x}{dt^2} \qquad ①$$

$$T_1R - T_2R = I\beta \qquad ②$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = R\beta \qquad T_2 = k(x_0 + x) \qquad ③$$

$x_0 = mg\sin\theta / k$ 为静平衡时弹簧之伸长量，联立以上三式，有

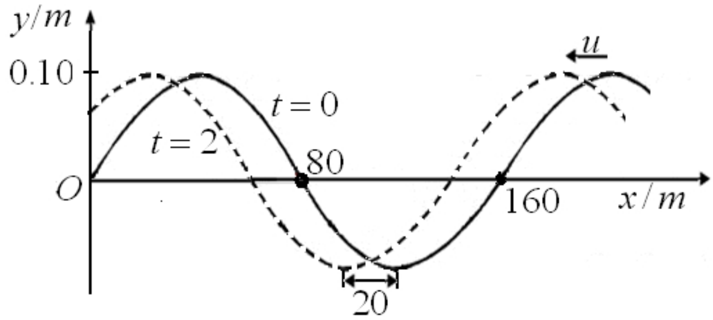
$$(mR + \frac{I}{R})\frac{d^2x}{dt^2} = -kxR$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{mR^2 + I}{kR^2}}(= 2\pi\sqrt{\frac{m + I/R^2}{K}})$$

3．有一沿 x 轴负方向传播的平面简谐波，该波在 $t=0$ 时刻和 $t=2$ 时刻的波形图如图所示，且 $2s < \frac{T}{2}$，其余数据如图，试求：

（1）坐标原点处质元的振动方程；

（2）该简谐波的波函数。



$K = \frac{w}{u} = \frac{\frac{\pi}{8}}{10}$

波速 $u = \frac{20m/s}{2} = 10m/s$

$\lambda = 160.$

$T = \frac{\lambda}{u} = 16s \qquad w = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{8}$

$A = 0.1.$

解：由图知，其波长为 $\lambda = 160m$，振幅 $A = 0.1m$；两秒的时间，波传播了 20 米，也就是位相改变了 $\frac{20}{160}\times 2\pi = \frac{1}{4}\pi$，即：

$$wt = 2w = \frac{20}{160}\times 2\pi \Rightarrow w = \frac{\pi}{8}$$

（1） 采用旋转矢量法

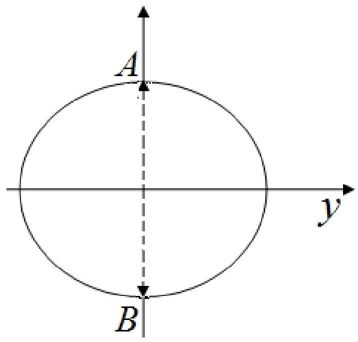
$y = A\cos(wt + Kx + \varphi).$

$= 0.1\cos(\frac{\pi}{8}t + \frac{\pi}{80}x + \varphi).$

$t=0$ 时 $0.1\cos(\frac{\pi}{80}x + \varphi).$

$\varphi = -\frac{\pi}{2}.$

$\therefore y = 0.1\cos(\frac{\pi}{8}t + \frac{\pi}{80}x - \frac{\pi}{2})$



从图可知，$t=0$ 时 $x=0$ 点的状态对应于图上的 A 和 B 两点，因为 $2s<\dfrac{T}{2}$，所以可以判断初始相位对应于 B 点，故 $\varphi_0=-\dfrac{\pi}{2}$。所以：

$$y_{原点}=0.1\cos\left(\frac{\pi}{8}t-\frac{\pi}{2}\right)$$

（2）将 w,λ 和 φ_0 代入反向传输波的标准方程得：

$$y=A\cos[wt+\frac{2\pi}{\lambda}x+\varphi_0]\Rightarrow y=0.1\cos(\frac{\pi}{8}t+\frac{2\pi}{160}x+\varphi_0)\text{，}$$

即：$$y=0.1\cos(\frac{\pi}{8}t+\frac{\pi}{80}x-\frac{\pi}{2})$$

4. 一质点沿半径为1 m的圆周运动，运动方程为 $\theta=2+3t^3$，θ 式中以弧度计，t 以秒计，求：(1) $t=2$ s 时，质点的切向和法向加速度；(2) 当加速度的方向和半径成45°角时，求其角位移。

解：
$$\omega=\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}=9t^2,\beta=\frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t}=18t$$

(1) $t=2$ s 时，
$$a_\tau=R\beta=1\times18\times2=36\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$$

$$a_n=R\omega^2=1\times(9\times2^2)^2=1296\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$$

(2) 当加速度方向与半径成 $45°$ 角时，有

$$\tan45°=\frac{a_\tau}{a_n}=1$$

即
$$R\omega^2=R\beta$$

亦即
$$(9t^2)^2=18t$$

则解得
$$t^3=\frac{2}{9}$$

于是角位移为

$$\theta = 2 + 3t^3 = 2 + 3 \times \frac{2}{9} = 2.67 \qquad \text{rad}$$