新试卷

____年____月____日

课程编号________ 课程名称________123

题号	一	二	三	四	五	六	七	总分
分数								
评卷人								

部分一：数字化试题

一、选择题 (共30分)

1 xz000000868000000

(本题3分) 质量为0.10 kg的质点，由静止开始沿曲线$\vec{r}=(5/3)t^3\vec{i}+2\vec{j}$ (SI) 运动， 则在$t=0$到$t=2$ s时间内，作用在该质点上的合外力所做的功为[ ]

(A) 5/4 J； (B) 20 J； (C) 75/4 J； (D) 40 J。

答案：B;

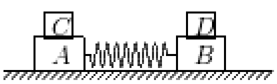
参考解析:参考解：$\vec{F}=m\dfrac{\mathrm{d}^2\vec{r}}{\mathrm{d}t^2}=0.1(10t)\vec{i}=t\vec{i}$

$$\mathrm{d}\vec{r}=5t^2\vec{i}\mathrm{d}t$$

$$A=\int\vec{F}\cdot\mathrm{d}\vec{r}=\int_0^2 5t^3\mathrm{d}t=20\ \mathrm{J}$$

2 xz000000221000000

(本题3分) 如图所示，质量分别为m_1和m_2的物体A和B，置于光滑桌面上，A和B之间连有一轻弹簧。 另有质量为m_1和m_2的物体C和D分别置于物体A与B之上，且物体A和C、B和D之间的摩擦系数均不为零。 首先用外力沿水平方向相向推压A和B，使弹簧被压缩。然后撤掉外力，则在A和B弹开的过程中，对A、B、C、D 弹簧组成的系统[ ]



(A) 系统的动量守恒，机械能不守恒； (B) 系统的动量守恒，机械能守恒； (C) 系统的动量不守恒，机械能守恒； (D) 系统的动量与机械能都不守恒。

答案：D;

3 xz000005800000000

(本题3分) 一定量的气体作绝热自由膨胀，设其内能增量为ΔE，熵增量为ΔS，则应有：[ ]

(A) $\Delta E<0$，$\Delta S=0$； (B) $\Delta E<0$，$\Delta S>0$； (C) $\Delta E=0$，$\Delta S>0$； (D) $\Delta E=0$，$\Delta S=0$。

答案：C;

4 xz000000847000000
(本题3分) 一火箭初质量为M_0，每秒喷出的质量$(-\mathrm{d}M/\mathrm{d}t)$恒定，喷气相对火箭的速率恒定为$\vec{u}$。设火箭竖直向上发射，不计空气阻力，重力加速度$\vec{g}$恒定，则$t=0$时火箭加速度$\vec{a}$在竖直方向（向上为正）的投影式为[ ]

(A) $a=\frac{u}{M_0}\left(-\frac{\mathrm{d}M}{\mathrm{d}t}\right)-g$； (B) $a=\frac{u}{M_0}\left(\frac{\mathrm{d}M}{\mathrm{d}t}\right)+g$； (C) $a=\frac{u}{M_0}\left(-\frac{\mathrm{d}M}{\mathrm{d}t}\right)$； (D) $a=\frac{u}{M_0}\left(\frac{\mathrm{d}M}{\mathrm{d}t}\right)-g$。

答案：A;

5 xz000004839000000
(本题3分) 房间中有一瓶香水，不停地向外挥发香水分子，则在冬天和夏天，香水分子的扩散系数的关系是：[ ]

(A) D(冬)$>D$(夏)； (B) D(冬)$<D$(夏)； (C) D(冬)$=D$(夏)； (D) 无法确定。

答案：B;

6 xz101300889000000
(本题0分) 一根均匀细杆，质量$m=2.30\mathrm{kg}$，长度为$l=1.50\mathrm{m}$。此杆对通过其端点且与杆成θ角的轴的转动惯量 $J=[\quad]$。

参数：$\theta=55°$

(A) $0.12\ \mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2$； (B) $0.31\ \mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2$； (C) $0.57\ \mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2$； (D) $1.2\ \mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2$； (E) $1.6\ \mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2$。

答案：D;

7 xz000005054000000
(本题3分) 在恒定不变的压强下，气体分子的平均碰撞频率$\bar{Z}$与气体的热力学温度T的关系为[ ]

(A) $\bar{Z}$与T无关； (B) $\bar{Z}$与$\sqrt{T}$成正比； (C) $\bar{Z}$与$\sqrt{T}$成正比； (D) $\bar{Z}$与T成正比。

答案：C;

8 xz000003309000000
(本题3分) 在波长为λ的驻波中两个相邻波节之间的距离为[ ]

(A) λ； (B) $3\lambda/4$； (C) $\lambda/2$； (D) $\lambda/4$。

答案：C;

9 xz000004795000000
(本题3分) 设1 mol理想气体，从同一初始平衡态出发，进行可逆的等压过程或等体过程。在温熵图中，对于相同的温度 [ ]

(A) 等压过程曲线的斜率大于等体过程曲线的斜率； (B) 等压过程曲线的斜率小于等体过程曲线的斜率； (C) 两种过程曲线的斜率相等； (D) 两种过程曲线的斜率孰大孰小取决于温度的值。

答案：B;

参考解析:参考解:

根据定义$\left(\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}S}\right)_x=\left(\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}Q/T}\right)_x=\frac{T}{C_x}$理想气体有$C_p>C_V$故可知(B)是正确的。

10 xz000003914000000
(本题3分) 长度为L，线密度为ρ的一根弦线、两端固定。线中张力为 T， 以n表示正整数，则此弦所有可能的自由振动频率可表示为[ ]

(A) $(n/4L)\sqrt{T/\rho}$； (B) $(n/2L)\sqrt{T/\rho}$； (C) $(n/L)\sqrt{T/\rho}$； (D) $(2\pi n/\rho)\sqrt{T/\rho}$。

答案：B;

参考解析:参考解：$v=\sqrt{T/\rho}\quad L=n\lambda/2$，$\lambda=2L/n$

$$\nu=v/\lambda=(n/2L)\sqrt{T/\rho}$$

11 xz000003090000000
(本题3分) 一平面简谐波在弹性媒质中传播，在媒质质元从平衡位置运动到最大位移处的过程中：[ ]

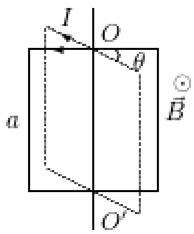
(A) 它的动能转换成势能； (B) 它的势能转换成动能； (C) 它从相邻的一段质元获得能量其能量逐渐增大； (D) 它把自己的能量传给相邻的一段质元，其能量逐渐减小。

答案：D;

部分二：非数字化试题

二、计算题 (共63分)

12 js000005249000000
(本题5分) 一个边长为a的正方形线圈载有电流I，处在均匀外磁场$\vec{B}$中，$\vec{B}$的方向垂直纸面向外，线圈可以绕通过中心的竖直轴OO'转动（如图所示）。设线圈的转动惯量为J，求线圈在平衡位置附近作微小摆动的周期。



答案：解：$M_m=-Ia^2\theta B=J\dfrac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2}$ 2分

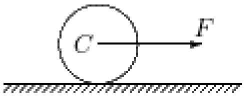
由此 $\dfrac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2}+\dfrac{Ia^2\theta B}{J}=0$ 2分

$$\omega=\sqrt{IBa^2/J}=2\pi/T$$

$\therefore\quad T=\dfrac{2\pi}{a}\sqrt{\dfrac{J}{IB}}$ 1分

13 js000000839000000

(本题5分) 水平桌面上的一圆柱体的质量 $m = 1$ kg，半径$R = 0.05$ m。今用$F = 30$ N的水平拉力垂直于柱轴作用于圆柱体的质心C上(如图)。 求此圆柱体作纯滚动时的质心加速度a_c。(已知圆柱体对其中心轴的转动惯量为$J = \dfrac{1}{2}mR^2$)。



答案：解：圆柱体作纯滚动时还要受到桌面的摩擦力f。如图所示。对于圆柱体的这一平面运动，可以写出

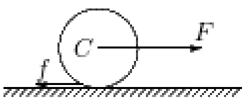
$$\begin{aligned} fR &= J\beta \\ &= \frac{1}{2}mR^2\beta \quad \text{(绕通过质心的轴的转动定律) 2分} \end{aligned}$$

$$F - f = ma_c \qquad \text{(质心运动定理)} \qquad 1分$$

$$a_c = R\beta \qquad 1分$$

式中β为圆柱体绕(通过质心的)中心轴的角加速度。由上三式可解得：

$$a_c = \frac{2F}{3m} = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \qquad 1分$$



14 js000004876000000

(本题5分) 将1 mol范德瓦尔斯气体在保持温度T不变的条件下，从体积V_1变到V_2，试计算外界对系统所作的功。

答案：解：利用范氏气体的状态方程：

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

解出压强为

$$p = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V^2} \qquad 2分$$

过程中外界对系统作功为

$$\begin{aligned} A &= \int -p\mathrm{d}V = -\int_{V_1}^{V_2} \left(\frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V^2}\right)\mathrm{d}V \\ &= RT\ln\frac{V_1 - b}{V_2 - b} + a\left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2}\right) \qquad 3分 \end{aligned}$$

请在所附答题纸上空出密封位置。并填写姓名、学号和班级　装　订　线

15 js000000791000000

(本题5分) 小车在水平地面上以匀加速度$\vec{a}$向右运动时，从天花板上掉下一小球。略去空气阻力，试用惯性力概念求出相对于车上静止的观察者甲小球的加速度的大小和方向。 相对于地面上静止的观察者乙, 小球的加速度为何值?

答案：解：由观察者甲看来，以小车为参考系，小球所受合力为

$$\vec{F}_1 = \vec{G} + \vec{F}^*$$

其中$\vec{F}^* = -m\vec{a}$为惯性力，方向如图所示。合力的大小可求出为

$$F_1 = (\sqrt{g^2 + a^2})m$$

小球的加速度大小为

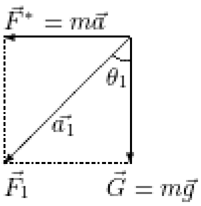
$$a_1 = F_1/m = \sqrt{g^2 + a^2} \qquad 3分$$

方向：

$$\theta_1 = \arccos \frac{g}{\sqrt{g^2 + a^2}} \qquad 1分$$

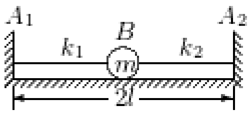
由观察者乙看来，以地面为参考系，小球在水平方向未受力，只在竖直向下方向有加速度，其大小为

$$a_2 = g \qquad 1分$$



16 js000005856000000

(本题5分) 如图，有两段柔软的弹性绳A_1B和A_2B，其自然长度均为l，其劲度系数（拉力与伸长的比值）分别为k_1和k_2， 共同连结在质量为m 的质点B上，绳的另两端分别固定在同一高度的A_1、A_2点，$\overline{A_1A_2} = 2l$。质点B可在光滑的水平面上振动。 求此系统的振动周期T。



答案：解：当质点B向左方运动时，只有右方弹性绳施加$f_2 = -k_2x$的回复力。当点B向右运动时，只有左方弹性绳施加弹性回复力$f_1 = -k_1x$。 2分

$$\begin{aligned} \therefore \quad T &= \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \frac{1}{2}\left(2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1}} + 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_2}}\right) \\ &= \pi(\sqrt{m/k_1} + \sqrt{m/k_2}) \qquad \text{3分} \end{aligned}$$

17 js000005866000000

(本题5分) 一单摆在空气中摆动，因受空气阻力振幅逐渐减小。假设振幅随时间按指数规律减小，某一时刻振幅 $A_0 = 3$ cm， 经$t_1 = 20$ s后，振幅变为$A_1 = 1$ cm。由振幅为A_0 时算起，经多长时间后振幅减为$A_2 = 0.3$ cm?

答案：解：由 $A_1 = A_0e^{-\beta t_1}$，$\beta = \dfrac{1}{t_1}\ln\dfrac{A_0}{A_1}$ 3分

$\because \quad A_2 = A_0e^{-\beta t_2}$

$$\begin{aligned} \therefore \quad t_2 &= \frac{1}{\beta}\ln\frac{A_0}{A_2} = t_1\frac{\ln(A_0/A_2)}{\ln(A_0/A_1)} \\ &= 20\frac{\ln(3/0.3)}{\ln(3/1)} = 42 \text{ s } \text{2分} \end{aligned}$$

18 js000003885000000

(本题5分) 质量为$m = 0.1$ kg的物体和劲度系数为$k = 10$ N/m的轻弹簧构成弹簧振子。物体在弹性力和外加强迫力$F = H\cos\omega t$（其中 $\omega = 10$ s^{-1}） 和阻力$f = -\gamma v$的共同作用下作受迫振动。若阻

力系数γ增加为原来的2倍，其它条件不变，物体的振幅将变为原来的多少倍?

答案：解：稳态受迫振动的振幅为

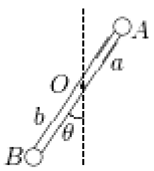
$$A=\frac{H/m}{\sqrt{(\omega_0^2-\omega^2)^2+4\beta^2\omega^2}}$$ 2分

其中$\beta=\dfrac{\gamma}{2m}$。$\omega_0=\sqrt{k/m}=10\ \mathrm{s}^{-1}$，题给$\omega=\omega_0$，则这时 2分

$$A=\frac{H/m}{2\beta\omega}\propto\frac{1}{\beta}\propto\frac{1}{\gamma}$$

若γ变为原来的2倍，A将变为原来的$1/2$。 1分

19 js000000322000000
(本题8分) 如图，在轻质刚性杆AB两端，各附有一质量相同的小球，它可绕通过AB上O点并垂直于杆长的水平固定轴作振幅很小的振动。 设$OA=a$，$OB=b$，且$b>a$。试求振动周期。



答案：解：如图所示，系统所受合力矩为

$$M=mgb\sin\theta-mga\sin\theta\approx mg(b-a)\theta$$ 1分

由于合力矩M与θ的正负号相反，所以上式可写为

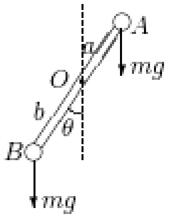
$$M=-mg(b-a)\theta$$ 1分

由转动定律：$M=J\mathrm{d}^2\theta/\mathrm{d}t^2$ 1分
式中 $J=ma^2+mb^2=m(a^2+b^2)$ 1分
所以

$$\frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2}=\frac{M}{J}=\frac{-mg(b-a)}{m(a^2+b^2)}\theta=-\frac{g(b-a)}{(a^2+b^2)}\theta$$ 1分

系统作简谐振动而角频率 $\omega=\sqrt{\dfrac{g(b-a)}{(a^2+b^2)}}$ 2分

$$T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{(a^2+b^2)}{g(b-a)}}$$ 1分



20 js000003893000000

(本题5分) 一质点同时参与两个互相垂直的谐振动，其表达式分别为：

$$x = A\cos(\omega t + \phi)$$

$$y = 2A\cos(2\omega T + 2\phi)$$

其中A、ω、ϕ都是常量。试求出轨迹方程。

答案：解：题目已给出轨迹的参数方程，消去t即可得轨迹的曲线方程

$$(x/A)^2 = \cos^2(\omega t + \phi) \qquad ①$$

$$y = 2A\cos(2\omega t + 2\phi) = 2A[1 - 2\sin^2(\omega t + \phi)]$$

$$\frac{-y + 2A}{4A} = \sin^2(\omega t + \phi) \qquad ② \qquad 2分$$

由①②得

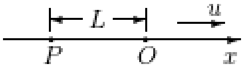
$$(\frac{x}{A})^2 + \frac{-y + 2A}{4A} = 1 \qquad 3分$$

化简即得 $y = (4/A)x^2 - 2A$
是抛物线。

21 js000003140000000

(本题5分) 如图所示，一平面简谐波沿Ox轴的正向传播，波速大小为u，若P处质点的振动方程为$y_P = A\cos(\omega t + \phi)$，求

(1) O处质点的振动方程； (2) 该波的波动表达式； (3) 与P处质点振动状态相同的那些点的位置。



答案：解：(1) O处质点的振动方程为

$$y_0 = A\cos[\omega(t + L/u) + \phi] \qquad 2分$$

(2) 波动表达式为

$$y = A\cos[\omega\big(t - \frac{x-L}{u}\big) + \phi] \qquad 2分$$

(3) $x = L \pm x = L \pm k\dfrac{2\pi u}{\omega} \quad (k = 1, 2, 3, \cdots)$ 1分

22 js000004339000000

(本题5分) 已知1 mol单原子分子理想气体，开始时处于平衡状态，现使该气体经历等温过程(准静态过程)压缩到原来体积的一半。求气体的熵的改变。

(普适气体常量$R = 8.31\ \mathrm{J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}}$)

答案：解：准静态过程

$$\mathrm{d}S = \mathrm{d}Q/T$$

等温过程

$$\mathrm{d}S = \mathrm{d}Q/T = p\mathrm{d}V/T$$

由$pV = RT$得$p = RT/V$代入上式

得

$$\mathrm{d}S = R\mathrm{d}V/V \qquad 2分$$

熵变

$$\Delta S = R\int_{V_1}^{V_1/2}\mathrm{d}V/V = R\ln\frac{1}{2} \qquad 2分$$

$$= -5.76\ \mathrm{J/K} \qquad 1分$$

请在所附答题纸上空出密封位置。并填写姓名、学号和班级

装 订 线

23 js000000882000000

(本题5分) 一双原子分子的势能函数为

$$E_P(x) = \varepsilon_0[(x_0/x)^{12} - 2(x_0/x)^6]$$

式中ε_0和x_0为常量，x为原子间距离。求：

(1) 原子间相互作用力为零时的距离；

(2) 当分子总能量为E时，分子动能的最大值。

答案：解：(1)

$$f(x) = -\mathrm{d}E_P/\mathrm{d}x = 12\varepsilon_0[x_0^{12}/x^{13} - x_0^6/x^7] = 0$$

$$x = x_0$$ 2分

（2）

$$\left.\frac{\mathrm{d}^2E_P}{\mathrm{d}x^2}\right|_{x_0} = 12\varepsilon_0\left(\frac{13}{x_0^2} - \frac{7}{x_0^2}\right) > 0$$

$$E_{p\min}(x) = \varepsilon_0[(x_0/x)^{12} - 2(x_0/x)^6] = -\varepsilon_0$$

$$E_{K\max} = E - E_{P\min} = E + \varepsilon_0$$ 3分