

华中农业大学本科课程考试试卷

考试课程与试卷类型：大学物理学 A（期中）

学年学期：2018-2019-2 考试日期：2019-5-

题 号	一	二	三	四	五			总 分
得 分								
评卷人								

本题
得分

一、判断题（判断下列命题正误，正确的画“√”，错误的画“×”。
每小题 2 分，共 10 分。）

1. 弹簧简谐振动中，动能和势能相互转换，机械能保持守恒。 【√】
2. 一列波从波疏介质透射进入波密介质会有半波损失。 【×】
3. 作用在定轴转动刚体上的合力矩越大，刚体转动的角加速度越大。【√】
4. 自然界一切宏观的自发过程都是可逆的。 【×】
5. 温度是大量分子无规则热运动的集体表现，对个别分子无意义。 【√】

本题
得分

二、单项选择题（从下列各题的四个备选答案中选出一个最佳答案，
并将答案代号写在试卷相应的位置。每小题 4 分，共计 20 分。）

1. 平面简谐波中处于平衡位置的质元，其能量状态如何【A】。
A. 动能最大，势能最大 B. 动能为零，势能为零
C. 动能最大，势能为零 D. 动能为零，势能最大
2. 关于刚体对轴的转动惯量，下列说法中正确的是【D】。
A. 只取决于刚体的质量，与质量的空间分布和轴的位置无关
B. 只取决于转轴的位置，与刚体的质量和质量的空间分布无关
C. 取决于刚体的质量和质量的空间分布，与轴的位置无关
D. 取决于刚体的质量、质量的空间分布和轴的位置
3. 处于非平衡态的理想气体孤立系统，随着时间推移，系统最终会达到平衡态，之所以如此是因为【A】。
A. 分子不停息地运动并不断相互碰撞 B. 系统各处压强相同
C. 系统各处温度相同 D. 系统体积保持不变
4. 下列叙述中，【C】不属于理想气体模型的假设。
A. 忽略气体分子的大小，视其为质点

B. 气体分子的运动遵从牛顿定律

C. 气体分子向各个方向运动的概率相等

D. 气体分子之间以及气体分子与容器壁分子之间的碰撞都是完全弹性碰撞

5. 理想气体分子速率分布函数为 $f(v)$, 则速率在 v_1-v_2 区间内分子的平均速率为【 B 】

A. $\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv$

B. $\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv / \int_{v_1}^{v_2} f(v) dv$

C. $v \int_{v_1}^{v_2} f(v) dv$

D. $\int_{v_1}^{v_2} f(v) dv / \int_0^{\infty} f(v) dv$

本题	
得分	

三、计算题 (答案写在试卷相应位置, 每题 20 分, 共计 40 分)

1. 一长为 l , 质量为 $3m$ 的细杆可绕支点 O 自由转动。一质量为 m 、速率为 v 的子弹从杆的末端射入并留在杆中(如图所示), 然后和杆一起转动起来, 杆的最大偏转角为 60° 。问: (1) 子弹和杆作为系统, 绕 O 点转动的转动惯量? (2) 子弹和杆开始转动的角速度为多少? (3) 子弹射入杆之前的初速率为多少?

解: (1) 把子弹和杆看作一个系统, 绕 O 点转动, 转动惯量

$$J = \frac{1}{3} \times 3m \times l^2 + ml^2 = 2ml^2 \quad (5 \text{ 分})$$

(2) 把子弹和杆看作一个系统, 子弹射入杆的过程系统角动量守恒:

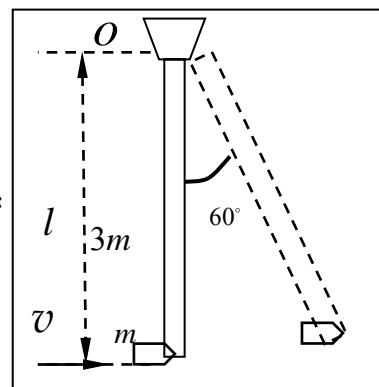
$$mvl = (\frac{1}{3} \times 3m \times l^2 + ml^2) \omega \quad (5 \text{ 分})$$

$$\omega = \frac{v}{2l} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 子弹射入杆后, 以子弹、细杆和地球为系统, 机械能守恒:

$$\frac{1}{2} \times 2ml^2 \omega^2 = mgl(1 - \cos 60^\circ) + 3mg \frac{l}{2} (1 - \cos 60^\circ) \quad (5 \text{ 分})$$

$$v = \sqrt{5gl} \quad (3 \text{ 分})$$



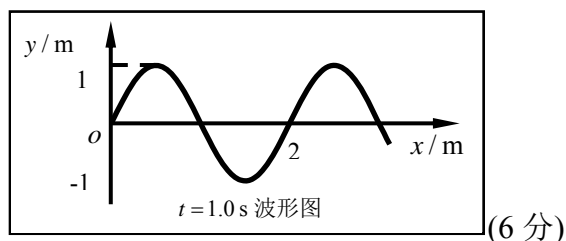
2. 平面简谐波沿 Ox 轴正方向传播, 已知振幅 $A = 1\text{m}$, $T = 2\text{s}$, $\lambda = 2\text{m}$ 。在 $t = 0$ 时, 坐标原点处的质点位于平衡位置, 且沿 Oy 轴正方向运动。求: (1) 求平面简谐波的波动方程; (2) 求 $t = 1\text{s}$ 时的波形图, 并画出波形图; (3) 求 $x = 0.5\text{m}$ 处质点的振动规律, 并画出振动曲线?

解 (1) 写出波动方程的标准式 $y = A \cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \phi]$

因为 $t = 0$ $x = 0$ 以及 $y = 0, v = \frac{\partial y}{\partial t} > 0$

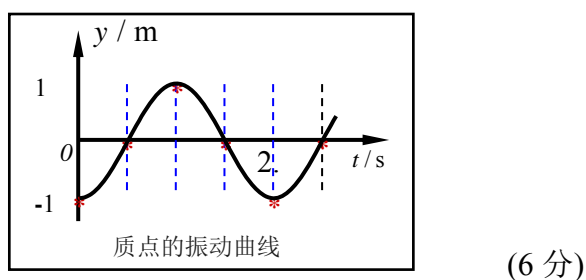
$$\text{所以 } \phi = -\frac{\pi}{2} \quad y = 1 \cos[2\pi(\frac{t}{2} - \frac{x}{2}) - \frac{\pi}{2}] \text{ m} \quad (8 \text{ 分})$$

(2) $y = 1 \cos[2\pi(\frac{t}{2} - \frac{x}{2}) - \frac{\pi}{2}]$ m $t = 1.0$ s 波形方程 $y = 1 \cos[\frac{\pi}{2} - \pi x]$ m $m = 1 \sin \pi x$ m



3. $y = 1 \cos[2\pi(\frac{t}{2} - \frac{x}{2}) - \frac{\pi}{2}]$ m

$x = 0.5$ m 处质点的振动方程 $y = 1 \cos[(\pi s^{-1})t - \pi]$ m



四、应用题（答案写在试卷相应位置，本题 15 分）

自然界中的水有气态、液态和固态三种状态。冰是固态，冰熔化时，不断吸收热量，温度保持不变，已知冰的熔解热约为 $334 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ 。现在冰块从恒温热源吸收能量，把 0°C 的 1000 g 的冰块全部熔化成 0°C 的水，问：(1) 整个过程中冰的熵变为多少？(2) 若恒温热源温度为 20°C ，那么整个过程中恒温热源的熵变为多少？(3) 冰和恒温热源作为一个系统，恒温总熵变为多少？增加还是减少？由此可以得到什么结论？

解：(1) 冰的熵变 $\Delta S_1 = \frac{Q}{T} = \frac{1 \times 334 \times 10^3}{273} = 1223 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ (5 分)

(2) 热源的熵变 $\Delta S_2 = \frac{Q}{T} = \frac{-1 \times 334 \times 10^3}{293} = -1140 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ (5 分)

(3) 系统总熵变 $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 1223 - 1140 = 83 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ 系统熵增加，不可逆过程熵是增加的 (5 分)

本题 得分	
----------	--

五、专业选做题（本题有 2 小题，根据专业及所学课程内容不同，学生仅需选做其中 1 题，答案写在试卷相应位置，本题 15 分）

1. 水以 $5.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速度通过横截面积为 6.0 cm^2 的管道流动。当管道的横截面积增大到 10.0 cm^2 时，管道逐渐下降 10.0 m ，求（1）低处管道内的水流速率；（2）如果高处管道内的压强是 $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，求低处管内的压强？（已知水的密度为 $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，重力加速度取 $10.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ）

解：（1）根据连续性原理 $S_1 v_1 = S_2 v_2$ ，（3 分）

$$\text{得流速为 } v_2 = \frac{v_1 S_1}{S_2} = \frac{6.0 \times 5.0}{10.0} \text{ m/s} = 3.0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ 分})$$

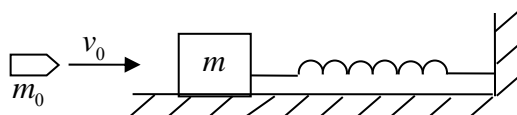
$$\text{据伯努利方程得 } p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (5 \text{ 分})$$

$$\text{低处管内的压强为 } p_2 = p_1 + \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) + \rho g h_1$$

$$p_2 = 1.5 \times 10^5 + \frac{1}{2} \times 10^3 \times (5.0^2 - 3.0^2) + 10^3 \times 10.0 \times 10.0 \text{ Pa} = 2.58 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (5 \text{ 分})$$

2. 如下图所示，子弹以初速率 $v_0 = 300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 射入木块并留在其中，然后一起压缩弹簧，已知子弹质量 $m_0 = 0.03 \text{ kg}$ ，木块质量 $m = 8.97 \text{ kg}$ ，弹簧的劲度系数 $k = 100 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ ，整个过程不计空气阻力，木块与地面之间光滑。求：（1）子弹射入木块后的共同速率；（2）弹簧最大压缩量；（3）整个过程能量损耗？（选讲《力和动量 功和能》的专业）

解：（1）取子弹和木块组成的系统为研究对象，在子弹射入的过程中，由于不受外力作用，系统的动量守恒，设碰后系统的速度为 v ，



取 v_0 方向为 x 轴正方向，根据动量守恒定理，有

$$m_0 v_0 = (m + m_0) v \quad v = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (5 \text{ 分})$$

（2）在压缩弹簧的过程中，系统受到弹力阻碍作用，最终停下来。根据能量守恒，

$$\text{有} \quad \frac{1}{2} (m + m_0) v^2 = \frac{1}{2} k x^2 \quad x = 0.3 \text{ m} \quad (5 \text{ 分})$$

$$\text{（3）能量损耗 } E = \frac{1}{2} m_0 v_0^2 - \frac{1}{2} (m + m_0) v^2 = 1345.5 \text{ J} \quad (5 \text{ 分})$$