

得分

一、选择题 (30 分)

1. (本题 3 分)

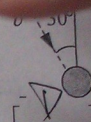
质点作半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为 (v 表示任一时刻质点的速率)

(A) $\frac{dv}{dt}$; (B) $\frac{v^2}{R}$; (C) $\frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{R}$; (D) $\left[\left(\frac{dv}{dt} \right)^2 + \left(\frac{v^2}{R} \right)^2 \right]^{1/2}$ 。

2. (本题 3 分)

质量为 20 g 的子弹, 以 400 m/s 的速率沿图示方向射入一原来静止的质量为 980 g 的摆球中, 摆线长度不可伸缩。子弹射入后开始与摆球一起运动的速率为

(A) 2 m/s ; (B) 4 m/s ; (C) 7 m/s ; (D) 8 m/s 。



3. (本题 3 分)

有一半径为 R 的水平圆转台, 可绕通过其中心的竖直固定光滑轴转动, 转动惯量为 J 。开始时转台以匀角速度 ω_0 转动, 此时有一质量为 m 的人站在转台中心, 随后人沿半径向外跑去, 当人到达转台边缘时, 转台的角速度为

(A) $\frac{J}{J+mR^2}\omega_0$; (B) $\frac{J}{(J+m)R^2}\omega_0$; (C) $\frac{J}{mR^2}\omega_0$; (D) ω_0 。 [A]

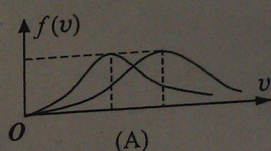
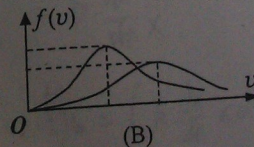
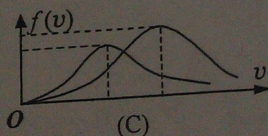
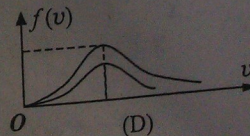
4. (本题 3 分)

一个圆盘在水平面内绕一竖直固定轴转动的转动惯量为 J , 初始角速度为 ω_0 , 后来变为 $\frac{1}{2}\omega_0$ 。在上述过程中, 阻力矩所作的功为:

(A) $\frac{1}{4}J\omega_0^2$; (B) $-\frac{1}{8}J\omega_0^2$; (C) $-\frac{1}{4}J\omega_0^2$; (D) $-\frac{3}{8}J\omega_0^2$ 。 [B]

5. (本题 3 分)

下列各图所示的速率分布曲线, 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? [C]



6. (本题 3 分)

若 $f(v)$ 为气体分子速率分布函数, N 为分子总数, m 为分子质量, 则

$\int_{v_1}^{v_2} \frac{1}{2} m v^2 N f(v) dv$ 的物理意义是

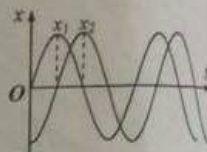
- (A) 速率为 v_2 的各分子的总平动动能与速率为 v_1 的各分子的总平动动能之差;
 (B) 速率为 v_2 的各分子的总平动动能与速率为 v_1 的各分子的总平动动能之和;
 (C) 速率处在速率间隔 $v_1 \sim v_2$ 之内的分子的平均平动动能;
 (D) 速率处在速率间隔 $v_1 \sim v_2$ 之内的分子平动动能之和。

[]

7. (本题 3 分)

两个同周期简谐振动曲线如图所示, x_1 的相位比 x_2 的相位

- (A) 落后 $\pi/2$; (B) 超前 $\pi/2$; (C) 落后 π ; (D) 超前 π 。



[]

8. (本题 3 分)

当一平面简谐机械波在弹性介质中传播时, 下述各结论哪个是正确的?

- (A) 介质质元的振动动能增大时, 其弹性势能减小, 总机械能守恒;
 (B) 介质质元的振动动能和弹性势能都作周期性变化, 但二者的相位不同;
 (C) 介质质元的振动动能和弹性势能的相位在任一时刻都相同, 但二者的数值不相等;
 (D) 介质质元在其平衡位置处弹性势能最大。

[]

9. (本题 3 分)

在弦线上有一简谐波, 其表达式为

$$y_1 = 2.0 \times 10^{-2} \cos \left[100\pi \left(t + \frac{x}{20} \right) - \frac{4\pi}{3} \right] \quad (\text{SI})$$

为了在此弦线上形成驻波, 并且在 $x=0$ 处为一波腹, 此弦线上还应有一简谐波, 其表达式为:

- (A) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos \left[100\pi \left(t - \frac{x}{20} \right) + \frac{\pi}{3} \right] \quad (\text{SI});$
 (B) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos \left[100\pi \left(t - \frac{x}{20} \right) + \frac{4\pi}{3} \right] \quad (\text{SI});$
 (C) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos \left[100\pi \left(t - \frac{x}{20} \right) - \frac{\pi}{3} \right] \quad (\text{SI});$
 (D) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos \left[100\pi \left(t - \frac{x}{20} \right) - \frac{4\pi}{3} \right] \quad (\text{SI}).$

[]

10. (本题 3 分)

α 粒子在加速器中被加速, 当其质量为静止质量的 3 倍时, 其动能为静止能量的

- (A) 2 倍; (B) 3 倍; (C) 4 倍; (D) 5 倍。

[]

得分

二、填空题 (20 分)

1. (本题 4 分)

二质点的质量各为 m_1, 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 $-\frac{Gm_1m_2}{a-b}$ 。

2. (本题 4 分)

若作用于一力学系统上外力的合力为零, 则外力的合力矩 不一定 (填“一定”或“不一定”) 为零; 这种情况下力学系统的动量、角动量、机械能三个量中一定守恒的量是 机械能。

3. (本题 4 分)

一系统作简谐振动, 周期为 T , 以余弦函数表达振动时, 初相为零。在 $0 \leq t \leq \frac{1}{2}T$ 范围内, 系统在 $t = \frac{T}{4}$ 时刻动能和势能相等。

4. (本题 4 分)

两个同方向同频率的简谐振动

$$x_1 = 3 \times 10^{-2} \cos\left(\omega t + \frac{1}{3}\pi\right) \text{ (SI); } x_2 = 4 \times 10^{-2} \cos\left(\omega t - \frac{1}{6}\pi\right) \text{ (SI)}$$

它们的合振幅是 1×10^{-2} , 初相位是 $\frac{\pi}{3}$ 。

5. (本题 4 分)

匀质细棒静止时的质量为 m_0 , 长度为 l_0 , 当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时, 测得它的长为 l , 那么, 该棒的运动速度 $v = \sqrt{1 - \frac{l^2}{l_0^2}} \cdot 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 该棒所具有的动能 $E_K = \frac{m_0 c^2 (l_0^2 - l^2)}{2 l l_0}$ 。

三、计算题 (50 分)

得分

1. (本题 5 分) 质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射入沙土中, 设子弹所受阻力与速度反向, 大小与速度成正比, 比例系数为 K , 忽略子弹的重力, 求: 子弹进入沙土的最大深度。

$$\text{解: } f = -kv = ma$$

$$W_f = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2 = 2ah$$

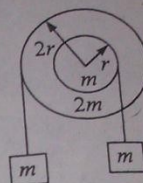
$$W_f = f \cdot h$$

$$v_t = v + at$$

$$v_t = 0$$

得分

2. (本题 10 分) 质量分别为 m 和 $2m$ 、半径分别为 r 和 $2r$ 的两个均匀圆盘，同轴地粘在一起，可以绕通过盘心且垂直于盘面的水平光滑固定轴转动，对转轴的转动惯量为 $9mr^2/2$ ，大小圆盘边缘都绕有绳子，绳子下端都挂一质量为 m 的重物，如图所示，设绳子的质量可略，且绳子与盘之间无相对滑动。求盘的角加速度的大小。



$$M = J \cdot \alpha$$

$$m a = m R \alpha$$

$$\therefore a = R \alpha$$

$$J_1 = (2m + 4m) \cdot (2r)^2 = 16mr^2$$

$$J_2 = (m + m) \cdot r^2 = 2mr^2$$

$$J = 16mr^2 + 2mr^2 = 18mr^2$$

得分

3. (本题 10 分) 一容积为 10 cm^3 的电子管，当温度为 300 K 时，用真空泵把管内空气抽成压强为 $5 \times 10^{-6} \text{ mmHg}$ 的高真空，问此时管内有多少个空气分子？这些空气分子的平动动能的总和是多少？转动动能的总和是多少？动能的总和是多少？($760 \text{ mmHg} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，空气分子可认为是刚性双原子分子) (玻尔兹曼常量 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)

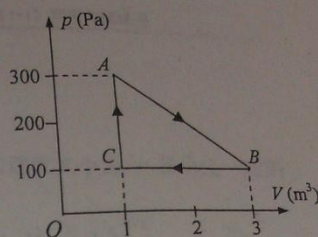
$$pV = n k T \quad E = \frac{5}{2} n k T \quad E_t = \frac{3}{2} n k T = 2.07 \times 10^{-23} \text{ J}$$

$$n = 1.21 \times 10^6 \quad E_r = 6.25 \times 10^{-24} \text{ J}$$

得分

4. (本题 10 分) 一定量的某种理想气体进行如图所示的循环过程。已知气体在状态 A 的温度为 $T_A = 300 \text{ K}$, 求

- (1) 气体在状态 B、C 的温度;
- (2) 各过程中气体对外所作的功;
- (3) 经过整个循环过程, 气体从外界吸收的总热量。



$$\frac{P_A V_A}{P_C V_C} = \frac{T_A}{T_C} \quad \frac{P_A V_A}{P_B V_B} = \frac{T_A}{T_B}$$

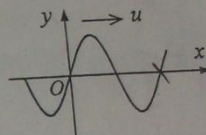
$$\therefore T_C = 100 \text{ K} \quad \therefore T_B = 300 \text{ K}$$

$$A = \int_{V_A}^{V_B} P dV = \int_1^3 P dV = -200 \text{ J} \quad A_C = \int_{V_C}^{V_A} P dV = 200 \text{ J}$$

$$Q = E_2 - E_1 + A$$

得分

5. (本题 10 分) 一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 其振幅和角频率分别为 A 和 ω , 波速为 u , 设 $t=0$ 时的波形曲线如图所示。



- (1) 写出此波的表达式;
- (2) 求距 O 点分别为 $x_1 = \lambda/8$ 和 $x_2 = 3\lambda/8$ 两处质点的振动方程;
- (3) 求距 O 点分别为 $x_1 = \lambda/8$ 和 $x_2 = 3\lambda/8$ 两处质点在 $t=0$ 时的振动速度。

$$y = A \sin(\omega t)$$

$$x_1 = \lambda/8 \text{ 时 } T \text{ 为 } \frac{1}{8} T$$

$$\lambda = uT$$

$$y_1 = A \sin(\omega t + \frac{1}{8} \pi)$$

$$\lambda = uT$$

$$y_2 = A \sin(\omega t + \frac{3}{8} \pi)$$

$$x_1 \text{ 为 } \frac{1}{8} \lambda \text{ 时 } T \text{ 为 } \frac{1}{8} T$$

得分

6. (本题 5 分)

在 K 惯性系中, 相距 $\Delta x = 5 \times 10^6 \text{ m}$ 的两个地方发生两事件, 时间间隔 $\Delta t = 10^{-2} \text{ s}$; 而在相对于 K 系沿正 x 方向匀速运动的 K' 系中观测到这两事件却是同时发生的。试计算在 K' 系中发生这两事件的地点间的距离 $\Delta x'$ 是多少?

$$t' = \frac{t - \frac{u}{c^2} \Delta x}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$$