

大学物理 I 考试题 A 卷参考答案及评分标准

2010 年 7 月 5 日 9: 00—11: 00

一、选择题 (共 21 分 每题 3 分)

1. D 2. A 3. D 4. B 5. C 6. D 7. C

二、填空题 (共 33 分)

1. 反方向作匀加速直线运动 2 分 0 2 分
2. $m\omega ab$ 2 分 0 2 分
3. $3mL^2/4$ 2 分 $\frac{1}{2}mgL$ 1 分 $\frac{2g}{3L}$ 1 分
4. 980 3 分
5. 速率区间 $0 \sim v_p$ 的分子数占总分子数的百分比 2 分 $\bar{v} = \frac{\int_{v_p}^{\infty} v f(v) dv}{\int_{v_p}^{\infty} f(v) dv}$ 1 分
6. 2.816 3 分
7. 0.84 3 分
8. s_1 2 分 4.062 1 分
9. 4 2 分 暗 1 分
10. 线偏振 2 分 部分偏振 1 分

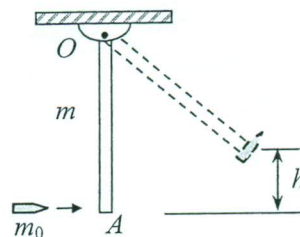
三、计算题 (共 46 分)

1. (10分) 解:

(1) 取 m_0 、 m 为系统。 m_0 水平运动, m 静止。 m_0 碰 m 时, 时间很短, 可认为棒位置不变。重力和 O 轴支持力对 O 点的力矩都为零, 故系统角动量守恒。

$$m_0 L^2 \left(\frac{v_0}{L} \right) + 0 = \left(m_0 L^2 + \frac{1}{3} m L^2 \right) \omega \quad 4 \text{ 分}$$

$$\omega = \frac{3m_0 v_0}{(3m_0 + m)L} \quad 1 \text{ 分}$$



(2) 取 m_0 、 m 和地球为研究系统。系统机械能守恒。取坐标向上为正, A 处为势能零点。用棒的质心来计算棒的势能。

$$\frac{1}{2} \left(m_0 L^2 + \frac{1}{3} m L^2 \right) \omega^2 + \frac{L}{2} mg = 0 + m_0 gh + \left(\frac{L}{2} + \frac{h}{2} \right) mg \quad 4 \text{ 分}$$

$$\therefore h = \frac{3m_0 v_0^2}{mg(m + 3m_0)} \quad 1 \text{ 分}$$

$$2k\pi - \frac{\pi}{2} = 2\pi - \frac{\pi}{2} = \frac{3\pi}{2}$$

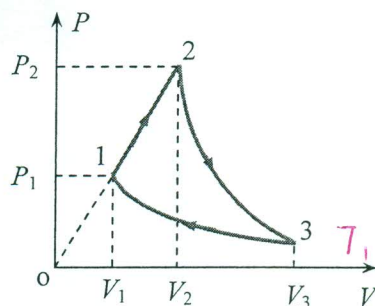
2. (10分) 解:

(1) 1~2 为任意过程, 其中内能增量、做功和吸热分别为

$$\Delta E_1 = C_{v,m}(T_2 - T_1) = \frac{5}{2}RT_1 = 20.775 T_1 \quad 1 \text{ 分}$$

$$A_1 = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{2}(RT_2 - RT_1) = \frac{1}{2}RT_1 = 4.155 T_1 \quad 1 \text{ 分}$$

$$Q_1 = \Delta E_1 + A_1 = 3RT_1 \quad \text{吸热} \quad 1 \text{ 分}$$



2~3 为绝热过程, 因此吸热为 $Q_2 = 0$ 1 分

$$\text{内能增量为 } \Delta E_2 = C_{v,m}(T_3 - T_2) = C_{v,m}(T_1 - T_2) = -\frac{5}{2}RT_1 = -20.775 T_1 \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{做功为 } A_2 = -\Delta E_2 = \frac{5}{2}RT_1 \quad 1 \text{ 分}$$

3~1 为等温压缩过程, 因此内能增量为 $\Delta E_3 = 0$ 1 分

吸热等于做功, 即

$$Q_3 = A_3 = -RT_1 \ln \frac{V_3}{V_1} = -RT_1 \ln \frac{8V_1}{V_1} = -RT_1 \ln 8 = -2.08RT_1 \quad \text{放热} \quad 2 \text{ 分}$$

$$(2) \eta = 1 - \frac{|Q_3|}{Q_1} = 30.7\% \quad 1 \text{ 分}$$

3. (10分) 解:

(1) O 处质点, $t = 0$ 时

$$y_0 = A \cos \phi = 0, \quad v_0 = -A\omega \sin \phi > 0$$

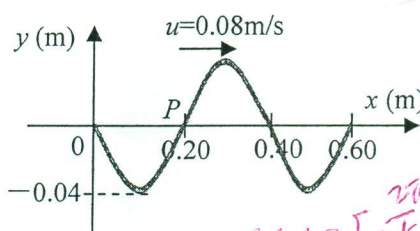
$$\text{所以 } \phi = -\frac{1}{2}\pi \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{又 } T = \lambda / u = (0.40 / 0.08) \text{ s} = 5 \text{ s} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{故波动表达式为 } y = 0.04 \cos[2\pi(\frac{t}{5} - \frac{x}{0.4}) - \frac{\pi}{2}] \quad (\text{SI}) \quad 4 \text{ 分}$$

(2) P 处质点的振动方程为

$$y_P = 0.04 \cos[2\pi(\frac{t}{5} - \frac{0.2}{0.4}) - \frac{\pi}{2}] = 0.04 \cos(0.4\pi t - \frac{3\pi}{2}) \quad (\text{SI}) \quad 2 \text{ 分}$$



$$y = 0.04 \cos(0.4\pi t - \frac{3\pi}{2}) = 0.04 \cos(0.4\pi t + \frac{\pi}{2})$$

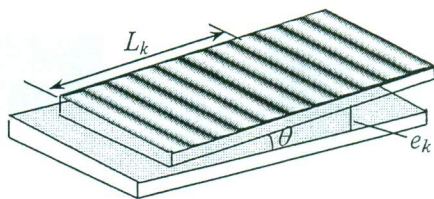
$$\frac{53}{12} = \frac{65}{65}$$

$$35 + 6 = 41$$

4. (10 分) 解:

(1) 设第 k 条明纹对应的空气厚度为 e_k ,

距劈尖棱边的距离为 L_k , 如图所示, 由于存在



额外光程差, 故有 $\delta' = \lambda/2$, 由明纹条件得

$$\delta = 2e_k + \frac{\lambda}{2} = k\lambda \quad k=1, 2, 3, \dots \quad 3 \text{ 分}$$

第 10 条明纹对应的空气厚度为

$$e_{10} = \frac{2 \times 10^{-1}}{4} \times 600 \times 10^{-9} = 2.85 \times 10^{-6} \text{ m}$$

第 10 条明纹距劈尖棱边的距离为

$$L_{10} = \frac{e_{10}}{\sin \theta} \approx \frac{e_{10}}{\theta} = 2.85 \times 10^{-2} \text{ m} \quad 2 \text{ 分}$$

(2) 第 10 条明纹向棱边方向移动。设第 10 条明纹距棱边的距离为 L_{10}' , 所对应的液体厚度为 e_{10}' , 液体的折射率为 n , 且存在额外光程差, 故有 $\delta' = \lambda/2$ 。

因空气中第 10 条明纹对应的光程差等于液体中第 10 条明纹对应的光程差, 有

$$2e_{10} + \frac{\lambda}{2} = 2ne_{10}' + \frac{\lambda}{2} \quad 3 \text{ 分}$$

所以

$$e_{10}' = \frac{e_{10}}{n}$$

劈尖充以折射率为 $n=1.28$ 的液体后, 第 10 条明纹移动的距离为

$$\Delta L = L_{10} - L_{10}' = \frac{e_{10} - e_{10}'}{\theta} \approx 6.23 \times 10^{-3} \text{ m} \quad 2 \text{ 分}$$

5. (6 分) 解:

(1) 开冷暖空调

2 分

(2) 对于电暖气来说, 如果想使室内获得 Q_1 的热量, 至少需要消耗 $E_{\text{电暖气}} = Q_1$ 的电能。而对于空调来说, 可以将其看做逆向卡诺热机, 房间代表高温热库, 室外为低温热库。 $Q_1 = E_{\text{空调}} + Q_2$, 即消耗的电能加上从室外吸收的热量 Q_2 之和为释放给房间的热量 Q_1 , 于是所需电能相比于电暖气来说较少。 4 分