

(按所属内容章节顺序讲解; 打“△”表示应注意的知识点或应用问题)

第1、3、5章: 运动学、功和能、刚体定轴转动, 题号(1)、(2)、(6)、(11)、(12)等题。

① 解: $\vec{F} = 12t\vec{i}$, $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = 6t\vec{i}$, 又 $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 6t\vec{i}$, $\therefore \int_0^t 6t\vec{i} dt = \int_{\vec{v}_0}^{\vec{v}} d\vec{v}$

B: $\vec{v} = 3t^2\vec{i}$, 当 $t=5$ 时, $\vec{v}(5) = 27\vec{i} \text{ (m/s)} \rightarrow B$

△ $\vec{r} = ?$ 解: $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 3t^2\vec{i} \therefore \int_0^t 3t^2\vec{i} dt = \int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}} d\vec{r} \therefore \vec{r}(t) = t^3\vec{i}$

△若是二维、三维, 解法类似。

△抛体运动: $\vec{a} = \vec{g} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$, 而 $a_n = \frac{v^2}{\rho}$ 可求交点 P (由图)

(6) 与(1)同属于一类问题: $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$, $y = x^2$, 求 x 即 β , $x = v_x t = t$.

解: $\because v_x = \frac{dx}{dt} \therefore \int_0^t v_x dt = \int_0^x dx$ 即 $\int_0^t dt = \int_0^x dx \therefore x = t$.

$\therefore \vec{r} = t\vec{i} + t^2\vec{j}$

$\vec{r}(1) = \vec{i} + \vec{j}$, $\vec{v}(1) = \frac{d\vec{r}}{dt}|_{t=1} = \vec{i} + 2\vec{j}$

(2) 关键: 记牢质点和质点系(组)以及刚体的 $\left\{ \begin{array}{l} \text{能量守恒} \\ \text{角动量守恒} \end{array} \right.$ 守恒条件。

C. A × 卫星受外力(万引力); B × 轨道是椭圆, 卫星与地球距离变化, $W_{\text{引}} \neq 0, \therefore \Delta E_k \neq 0$.

C. √ 有力作用下的质点, $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} = 0 \rightarrow$ 角动量守恒: $\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v} = \text{恒量}$

D × 任何位置都守恒: $\vec{r} \times m\vec{v} = \vec{r}_1 \times m\vec{v}_1$

△ 改为做圆周运动, 则动能守恒, 因 $W_{\text{引}} = 0$

(1) $\because \beta$ 恒定, 且 $\vec{a}$ 与 $\vec{a}_c$ 成 45° 角, 则有 $a_n = a_c$,

即 $\omega^2 R = R\beta \rightarrow \omega^2 = \beta$

又 $\omega^2 = 2\beta\theta \rightarrow 2\omega^2\theta = \omega^2 \therefore \theta = \frac{1}{2} \text{ rad.}$

△ 匀加速转动: $\beta = \text{常量}$ $\begin{cases} \omega^2 = \omega_0^2 + 2\beta\theta, \\ \omega = \omega_0 + \beta t, \\ \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\beta t^2, \end{cases}$

△ β 恒定 $\rightarrow a_c = R\beta$ 恒定, 但 $a_n = \omega^2 R$ 变大.



(12) 解 $\begin{cases} J_A = \frac{1}{12} ml^2 \\ J_B = \frac{1}{3} ml^2 \end{cases}, \begin{cases} \frac{1}{2} J_A \omega_A^2 = \frac{1}{2} J_B \omega_B^2 \\ L_A = J_A \omega_A \\ L_B = J_B \omega_B \end{cases} \Rightarrow L_A = L_B = \frac{1}{2}$ A1 P21

① $J = \int r^2 dm$ 与 $\begin{cases} \text{总 } m \\ m \text{ 分布} \\ \text{轴位置} \end{cases}$ 有关;

② J 反映转动惯性的多少.

第6、12章: 简谐振动、机械波, 题号: (3)、(7)、(9)、(13)、(20)、(17) 共6题.

(3) 解 若 $\begin{cases} F = -kx \\ x = C + A \cos(\omega t + \varphi) \end{cases}$, 则质点做简谐振动 (式中 k, C, A, ω, φ 为常量).

$\therefore A \times, B \times, C \times$ 因 $\omega = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \text{ (Hz)}$, D $\checkmark$ 排除法或 $\begin{cases} x = A \cos[\frac{\pi}{2} - (t+1)] \\ = A \cos[(t+1) - \frac{\pi}{2}] \end{cases} \therefore \varphi = 1 - \frac{\pi}{2} \text{ (rad)}$

(7) 解 $a_m = A\omega^2 \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{a_m}{A}} = 20 \text{ (rad/s)}$
 $T = \frac{2\pi}{\omega} = \pi/10 \text{ (s)}.$

当 $E_k + E_p = 2E_p = \frac{1}{2} kA^2 \rightarrow 2 \times \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kA^2$, 有 $x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A$

① 当 $E_k = E_p$ 时, $v = ? \rightarrow 2E_k = \frac{1}{2} kA^2, 2 \times \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} kA^2,$

$v = \pm A\omega \frac{\sqrt{2}}{2}$, 由 $\omega^2 = \frac{k}{m}, v_m = A\omega$

(9) λ, T

① φ 表示 原点的初相或原点在 0 时刻的相位.

(13) 解法一: 比较相位法, 时刻, P 点的相位比 O 点落后

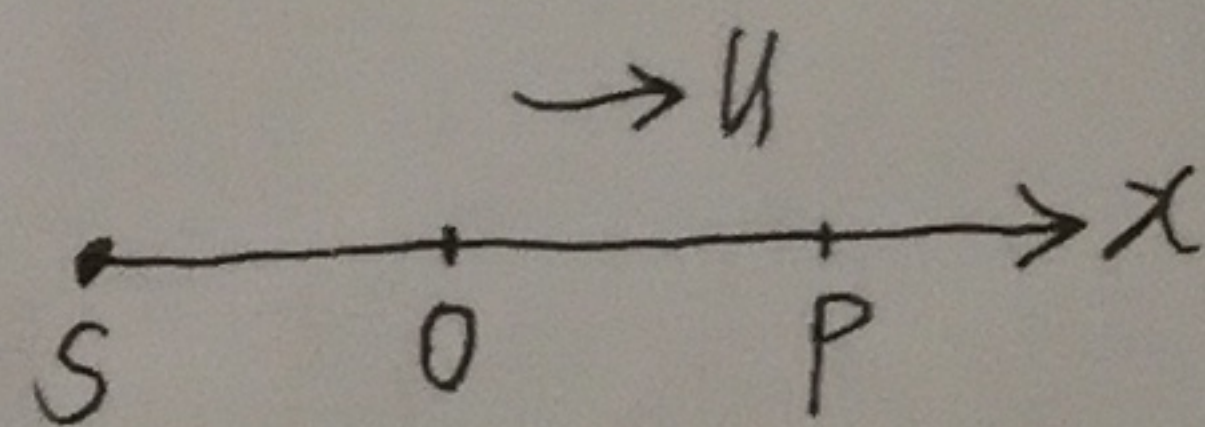
$$\Delta\varphi_{op} = \varphi_1 - \varphi_2 - \frac{2\pi}{\lambda}(x_1 - x_2) \quad \begin{cases} \varphi_1 = \varphi_2 \text{ (同一波源)} \\ x_1 = 0, x_2 = x_p \end{cases}$$

$$\therefore \Delta\varphi_{op} = \frac{2\pi}{\lambda} = \omega$$

$$\therefore \text{P 点的相位为 } \varphi_p = \varphi_0 - \Delta\varphi_{op} = \omega t + \varphi - \omega$$

$$\therefore y(x_p, t) = A \cos \varphi_p = A \cos(\omega t + \varphi - \omega)$$

解法二: 设波函数法, 设波函数 $y(x, t) = A \cos[\omega(t - \frac{x}{u}) + \varphi] = A \cos[\omega(t - x) + \varphi]$
 将 $x=1$ 代入波函数即得所求: $y(1, t) = A \cos[\omega(t-1) + \varphi]$



(接13)

2014-2015 (A) 物理1

A₁P₃

△求P点的初相

✓ △同一波源传至波线上(x轴)两点的振动相位差 $\Delta\varphi_{12} = -\frac{2\pi}{\lambda}(x_1 - x_2)$

✓ △两波源的振动传至同一点引起的两个分振动的相位差:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 - \frac{2\pi}{\lambda}(r_1 - r_2) = \begin{cases} \pm 2k\pi & \text{相长} \\ \pm (2k+1)\pi & \text{相消} \end{cases} \quad k=0, 1, 2, 3, \dots$$



(20) 解 当系统平衡时,

$$\begin{cases} K_A x_A = K_B x_B \\ K_B x_B = mg \end{cases} \quad \begin{cases} E_{AP} = \frac{1}{2} K_A x_A^2 \\ E_{BP} = \frac{1}{2} K_B x_B^2 \end{cases}$$

$$\therefore \frac{E_{AP}}{E_{BP}} = \frac{K_A x_A^2}{K_B x_B^2} = \frac{K_B (K_A x_B)^2}{K_A (K_B x_B)^2} = \frac{K_B}{K_A}$$

✓ △将m由原长处释放, 求A、B的最大形变量多大?

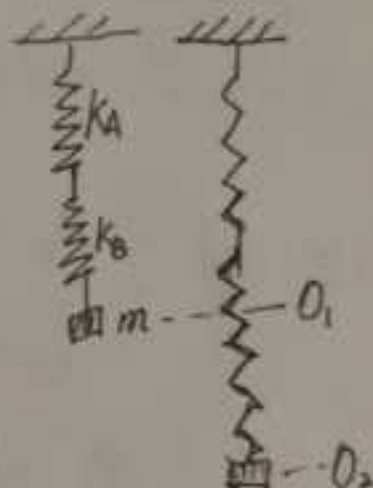
2解 $\Delta l_{Am} + \Delta l_{Bm} = \Delta l_m$ ① ($V=0$)

由机械能守恒定律: $\frac{1}{2} K_{\text{串}} \Delta l_m - mg \Delta l_m = 0$ ②

$$K_{\text{串}} = \frac{K_A K_B}{K_A + K_B} \quad ③$$

①、②、③联立得 $\begin{cases} \Delta l_{Bm} = \frac{2mg}{K_B} \\ \Delta l_{Am} = 2mg/K_A \end{cases}$ (即 $\Delta l_m = \frac{2mg}{K_{\text{串}}}$)

△平衡位置: $mg = K_{\text{串}} \Delta l_{\text{平}} \therefore \Delta l_{\text{平}} = \frac{mg}{K_{\text{串}}} < \Delta l_m$



(17) 解法一 (1) 设O点振动方程为 $y_0(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$, 依题知 $\begin{cases} A = 0.04 \text{ m} \\ \lambda = 0.4 \text{ m} \\ \omega = 2\pi/\lambda = 0.4\pi \end{cases}$

又 $y_0(0) = A \cos \varphi = 0 \therefore \varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ 或 } (\frac{3}{2}\pi)$

$v_0(0) = -A\omega \sin \varphi > 0$

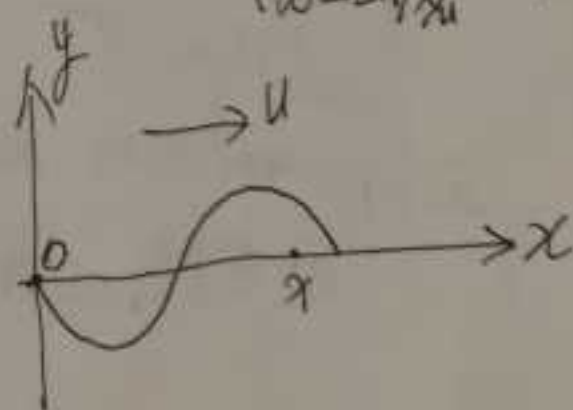
$\therefore y_0(t) = 0.04 \cos(0.4\pi t - \frac{\pi}{2})$

(2) 在x轴上选一点x, 求其振动相位

比O点落后 $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(x - 0)$

$\therefore y(x, t) = 0.04 \cos(0.4\pi t - \frac{\pi}{2} - \Delta\varphi) = 0.04 \cos(0.4\pi t - \frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{\pi}{2})$

将 $\lambda = 0.4 \text{ m}$ 代入即得 $y(x, t) = 0.04 \cos(0.4\pi t - 5\pi x - \frac{\pi}{2}) \text{ (m)}$



14~15 物理I (A)

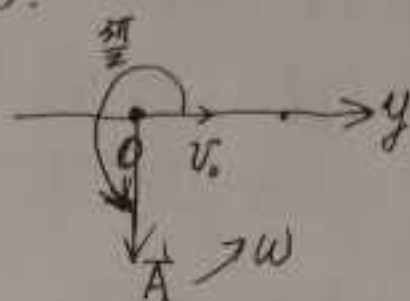
A, P4

(17) (1) 解法 = 由旋转矢量法知 O 点初相为 $\frac{3\pi}{2}$

$\therefore y(t) = A \cos(\omega t + \frac{3\pi}{2})$ 将 $\begin{cases} A = 0.04 \text{ m} \\ \omega = \frac{2\pi}{\lambda} v = 0.4\pi \text{ rad/s} \end{cases}$ 代入得

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

(2) 略



第7.8章 (气体) 题号 (5), (10), (14), (15), (16)

(5) 解 $\begin{cases} \bar{E}_t = \frac{3}{2}KT \\ PV = \nu RT \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \bar{E}_t' = \frac{3}{2}KT' = \bar{E}_t \\ P'V' = \nu RT', V' = 3V, \therefore P' = 2P \end{cases}$

✓ Δ 涉及 P, V, T, 须用 $PV = \nu RT$ 或 $\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$

✓ Δ 涉及 Q, W, ΔE , 须用热一律: $Q = W + \Delta E$, $\begin{cases} W = \int P dv \\ \Delta E = \nu C_V \Delta T = \nu \frac{i}{2} R \Delta T \end{cases}$

(10) 解 $\begin{cases} \eta_F = \frac{W_{\text{净}}}{Q_{\text{吸}}} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \\ Q_{\text{吸}} = Q_{\text{放}} + W_{\text{净}} \end{cases}, \begin{cases} T_1 = 273 + t_1 \text{ (K)} \\ T_2 = 273 + t_2 \text{ (K)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \eta_F = 40\% \\ T_2 = 300 \text{ K} \rightarrow t_2 = T_2 - 273 = 27^\circ \text{C} \end{cases}$

✓ Δ 卡诺定理 $\begin{cases} \text{① 可逆热机, 均有 } \eta_F = 1 - \frac{T_2}{T_1} \\ \text{② 不... } \eta < 1 - \frac{T_2}{T_1} \end{cases}$

(14) 解 $\begin{cases} E = \nu E_t = \nu \frac{i}{2} RT \\ PV = \nu RT \end{cases} \because P, V, T \text{ 相同}, \therefore \frac{E_{\text{H}_2}}{E_{\text{He}}} = \frac{i_{\text{H}_2}}{i_{\text{He}}} = \frac{5}{3}$

✓ Δ $\begin{cases} 1 \text{ mol 气体: 平均动能 } E_t = C_V T = \frac{i}{2} RT, \text{ 平均转动动能 } E_r = \frac{r}{2} RT, \text{ 平均平动动能 } E_t = \frac{3}{2} RT \\ \text{能量按自由度均分定理: 分子每个自由度分得平均动能 } \frac{1}{2} kT \end{cases}$

(15) 解 $\begin{cases} Q = W + \Delta E, \Delta E = \nu C_V \Delta T, C_V = \frac{3}{2} R \\ W = -20 \text{ J} \end{cases} \therefore Q = -74.7 \text{ J} \text{ 放热}$

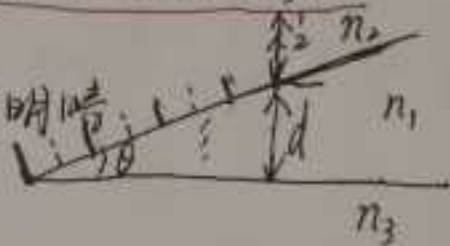
(16) 解 $\because P \text{ 恒定}, \therefore Q_p = \nu C_p \Delta T = \nu (C_V + R) \Delta T = \nu \frac{5}{2} R \Delta T$
 $\text{又 } \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \therefore T_2 = 3T_1 = 900 \text{ K}, \therefore \begin{cases} Q_p = \nu \frac{5}{2} R (T_2 - T_1) = 2 \times \frac{5}{2} \times 8.31 \times 600 = 2.49 \times 10^4 \text{ J} \\ \Delta E = \nu C_V \Delta T = 2 \times \frac{3}{2} \times 8.31 \times 600 = 1.5 \times 10^4 \text{ J} \\ W = Q_p - \Delta E = 9.97 \times 10^3 \text{ J} \end{cases}$

(1b) 解法二: $\begin{cases} \Delta E = \nu C_V \Delta T, & \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \rightarrow T_2 = 3T_1 = 900K, & A_1 P_5 \\ C_V = \frac{5}{2}R = \frac{3}{2}R, & R = 8.31 J/mol \cdot K \end{cases}$

$\therefore \Delta E = 1.5 \times 10^4 J$
 $W = \int P dV = P \int_{V_1}^{V_2} dV = PV_2 - PV_1 = \nu RT_2 - \nu RT_1 = \nu R \Delta T = 2 \times 8.31 \times (900 - 300) = 9.97 \times 10^3 J$
 $Q_p = \Delta E + W = 2.49 \times 10^4 J$

第13章 波动光学, 题号 (4), (8), (18), (19)

(4) A、B 错图: 未知 n_1, n_2, n_3 , 无法定明暗
 B、D ✓ C 错 ~~错~~ $\because n_2 > n_1 < n_3$
 $\therefore$ 劈尖处应为暗纹



△, 劈尖两侧 n 大或两侧 n 小, 劈棱处均为暗纹 (即 $\begin{cases} n_2 > n_1 < n_3 \\ n_2 < n_1 > n_3 \end{cases}$)

$$\delta_{12} = 2n_1 d + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda \text{ 明}, & k=1, 2, 3, \dots \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} \text{ 暗}, & k=0, 1, 2, 3, \dots \end{cases}$$

△, 劈尖两侧 n 一大一小, 两反射光程差 $\delta_{12} = 2n_1 d$, $d=0$ 处为明纹

△, $\Delta d = \frac{\lambda}{2n_1}$, $l = \frac{\Delta d}{\sin \theta} \approx \frac{\Delta d}{\theta}$ 均成立.

(8) 解 $\begin{cases} d = \frac{1}{N} mm = 1(\mu m) \\ d \sin \theta = \pm k\lambda \end{cases}$ 解得 $\lambda = d \sin 30^\circ = 500 (nm)$

$k=0, 1, 2, 3, \dots$ 依次叫中央明纹、第1、2、3...级明纹或主极大

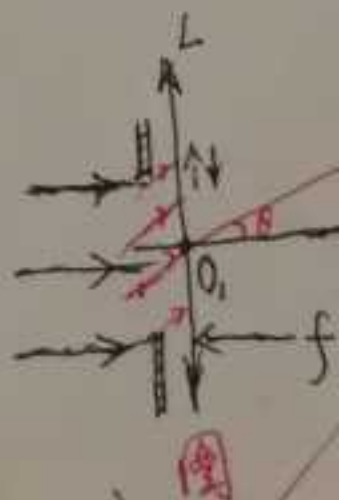
(18) 解. 依题意: $a \sin 30^\circ = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = 9 \times \frac{\lambda}{2} \therefore a = 9\lambda$

中央明纹宽 $2x_1 = 2f \frac{\lambda}{a} = \frac{2 \times 45}{9} = 10 (cm)$

△, 记 $a \sin \theta = \begin{cases} \pm 2k \frac{\lambda}{2} \text{ 暗纹, 单缝分为 } 2k \text{ 个半波带,} \\ \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2} \text{ 明纹, 单缝分为 } (2k+1) \text{ 个半波带} \\ 0 \text{ 中央明纹中心} \end{cases} \quad k=1, 2, 3, \dots$

△, 明纹情况为奇数个半波带, 半波带越多, 明纹越暗.

△, 装置的状态问题.



A1P61

(19) 解. 暗环半径 $r_k = \sqrt{\frac{kR\lambda}{n}}$, $k=0, 1, 2, 3, \dots$ 依题意 $\begin{cases} r_6 = \sqrt{6R\lambda}, \text{空气中} \\ r'_8 = \sqrt{\frac{8R\lambda}{n}} = r_6, \text{液体中} \end{cases} \Rightarrow \text{求得 } n = \frac{4}{3}$ Δ 若是明环, 则

$$r_k = \sqrt{\frac{(2k-1)R\lambda}{2n}}, k=1, 2, 3, \dots$$

$$\begin{cases} r_6 = \sqrt{\frac{(2 \times 6 - 1)R\lambda}{2}} \\ r'_8 = \sqrt{\frac{(2 \times 8 - 1)R\lambda}{2n}} = r_6 \end{cases} \Rightarrow n = \dots$$

华东交通大学 2014—2015 学年第 2 学期考试卷

试卷编号: _____ (A) 卷

大学物理 I 课程 课程类别: ☒ 必、☐ 限、☐ 任

闭卷 (Y)、开卷 (范围) (N): 考试日期: _____

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分	累分人
				16	17	18	19	20				签名
题分	15	20	20	10	10	10	8	7			100	
得分												

考生注意事项: 1、本试卷共 4 页, 总分 100 分, 考试时间 120 分钟。
2、考试结束后, 考生不得将试卷、答题纸和草稿纸带出考场。

一、选择题 (每题 3 分, 共 15 分)

(1) 力 $\vec{F} = 12t\vec{i}$ (N) 作用在质量 $m=2\text{kg}$ 的物体上, 使物体由原点从静止开始运动, 则它在 3s 末的速度为: $I = \int_0^3 F dt = m\Delta v$

(A) $-27\vec{i}\text{m/s}$; (B) $27\vec{i}\text{m/s}$; (C) $-54\vec{i}\text{m/s}$; (D) $54\vec{i}\text{m/s}$. [B]

$$v = \frac{\int_0^3 12t dt}{m} = 27\text{m/s}$$

(2) 人造地球卫星绕地球转动, 其轨道为椭圆, 忽略其它天体对卫星的影响, 下列说法正确的是: [C]

(A) 卫星运动过程中动量守恒; (B) 卫星的动能保持不变;
(C) 卫星对地球的角动量守恒; (D) 卫星的角动量只在远地点和近地点相等。

(3) 一质点的振动方程为: $x = \sin(t+1)$ (SI), 则下列说法正确的是: [D]

(A) 该振动不是简谐振动; (B) 振动的周期为 $2\pi\text{rad}$; $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi$
(C) 振动的频率为 1Hz ; $\frac{1}{2\pi}$ (D) 振动的初相为 $(1-\pi/2)\text{rad}$. [D]

(4) 一劈尖的折射率为 n_1 , 置于折射率为 n_2 的透明液体中, 且 $n_1 \neq n_2$, 以单色光垂直照射劈尖形成等厚干涉条纹, 则在劈尖顶即劈尖厚度 $d=0$ 处, 下列说法正确的是: [C]

(A) 将出现明条纹; (B) 将出现暗条纹;
(C) 若 $n_1 < n_2$ 出现明条纹; (D) 若 $n_1 < n_2$ 出现暗条纹。

(5) 一定量的理想气体, 当其体积变为原来的三倍, 而分子的平均平动动能变为原来的 6 倍时, 则压强变为原来的: [A]

(A) 2 倍; (B) 3 倍; (C) 4 倍; (D) 6 倍. $\bar{\epsilon} = \frac{3}{2}kT \Rightarrow T' = 6T$
 $PV = nRT$

7. $E_k = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t + \varphi)$ $E_p = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} k A^2 \cos^2(\omega t + \varphi)$ $E_k = E_p = \frac{E}{2} = \frac{1}{4} k A^2$ $\frac{1}{2} m \dot{x}^2 = \frac{1}{4} k A^2$ $\dot{x} = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A \omega$

二、填空题 A (每题 4 分, 共 20 分)

(6) 已知质点的运动轨迹方程为: $y = x^2$, 且 $v_x = 1(m/s)$, $t = 0$ 时

刻质点位于坐标原点, 求 $t = 1s$ 时, $\vec{r} = \underline{\vec{i} + \vec{j}}$

$\vec{v} = \underline{\vec{i} + 2\vec{j}}$ $\vec{v} = \frac{dx}{dt} \vec{i} + \frac{dy}{dt} \vec{j} = \vec{i} + 2\vec{j}$

得分	评阅

$$\begin{cases} x=t \\ y=t^2 \end{cases}$$

(7) 质量为 $0.10kg$ 的物体作简谐振动, 振幅为: $1.0 \times 10^{-2}m$, 最大加速度为 $4m/s^2$, 则振动周期为 $\underline{\frac{\pi}{10}}s$; 当 $x = \underline{\pm 5\sqrt{2} \times 10^{-3}m}$ 时, 物体的动能和势能相等。

$$x = A \cos \omega t + \varphi$$

(8) 若一光栅在 $1mm$ 内有 1000 条刻痕, 第一级主极大出现在衍射角为 30° 的方向

上, 则入射光的波长 $\lambda = \underline{500}nm$; 光栅常数 $d = \underline{1}um$ 。

$$d \sin \theta = k \lambda$$

(9) 波函数 $y = A \cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \varphi]$ 中, 物理量 $\underline{\lambda}$ 反映波动在的空间上的周期性, 物理量 $\underline{T}$ 反映波动在时间上的周期性。

(10) 一卡诺循环热机, 高温热源温度是 $227^\circ C$, 每一循环对外做功 $400J$ 并同时向一低温热源放出 $600J$ 热量. 该热机的效率 $\eta = \underline{40\%}$; 此低温热源温度为 $\underline{27}^\circ C$.

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$A = \eta Q_1 \quad Q_2 = Q_1(1 - \eta)$$

三、填空题 B (每题 4 分, 共 20 分)

(11) 一质点从静止开始以匀角加速度 β 沿半径为 R 的圆周运动, 如果在某时刻, 此质点的加速度 $\vec{a}$ 与切向加速度 a_t 成 45° 角, 则此时刻质点已转过的角度为 $\underline{\frac{1}{2}}rad$.

$$\omega = \beta t$$

$$a_n = R \omega^2 = \beta^2 t^2 R$$

$$a_t = R \beta = a_n = \beta^2 t^2 R \quad t^2 = \frac{1}{\beta} \quad \theta = \frac{1}{2} \beta t^2$$

(12) 两根质量和长度完全相同的均匀细棒 A 和 B, A 棒绕其垂直平分线作定轴转动, B 棒也作定轴转动, 其转轴过棒的一端且与棒垂直, 若两根棒具有相同的转动动能, 则两根棒角动量之比 $L_A : L_B = \underline{1:2}$.

$$E = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$J_1 = \frac{1}{12} m l^2 \quad J_2 = \frac{1}{3} m l^2$$

$$L = J \omega$$

$$\omega_2 = \frac{1}{2} \omega_1$$

(13) 一平面简谐波沿 x 轴的正方向传播, 波速为 $u = 1m/s$, 若波源位于坐标原点 O 处, 且振动方程为: $y_0 = A \cos(\omega t + \varphi)$, 请写出位于 $x = 1m$ 处的 P 点的振动方程

$$y_P = A \cos[\omega(t - \frac{x}{u}) + \varphi] = A \cos(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi)$$

(14) 有两瓶理想气体, 一瓶是氦气, 另一瓶是氢气(视为刚性分子理想气体), 若它们的压强、体积、温度均相同, 则氢气的内能是氦气内能的 $\underline{\frac{5}{3}}$ 倍。

$$He \quad i=3$$

$$H_2 \quad i=5$$

$$pV = nRT$$

(15) $10mol$ 单原子理想气体, 在压缩过程中外界对它做功 $209J$, 其温度升高 $1K$, 则气体吸收的热量 $Q = \underline{-84.35J}$.

$$A = 209J$$

$$R = 8.31 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$$

(负号表示放热)

$$\Delta U = n \cdot \frac{i}{2} R \Delta T$$

$$Q = \Delta U + A$$

$Q > 0$: 吸热

$A > 0$: 对外做功

四、综合计算题 (共 45 分)

得分	评阅

(16) 温度为 27°C 的 2 mol 单原子理想气体, 经等压过程其体积膨胀至原来的 3 倍, 计算这个过程中气体对外所作的功 W 、内能的增量 ΔE 、吸收的热量 Q 各是多少。 ($R=8.31\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) (10 分)

解: $T_1 = 27 + 273 = 300\text{ K}$. 初 V_1 , 膨胀后 $V_2 = 3V_1$ $n=2\text{ mol}$. $i=3$

由 $PV=nRT$ 得: $P(V_2-V_1)=nR(T_2-T_1)$ 从而 $T_2=3T_1=900\text{ K}$

做功 $W=P(V_2-V_1)=2PV_1=2nRT_1=2\times 2\times 8.31\times 300=9972\text{ J}$

$\Delta E=n\cdot\frac{i}{2}R\Delta T=n\cdot\frac{i}{2}R(T_2-T_1)=2\times\frac{3}{2}\times 8.31\times (900-300)=14958\text{ J}$

由热力学第一定律 $Q=\Delta E+W=14958+9972=24930\text{ J}$

(17) 如图所示为向右传播的平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图, 求: (1) O 处质点的振动方程; (2) 该波的波动方程。 (10 分)

得分	评阅

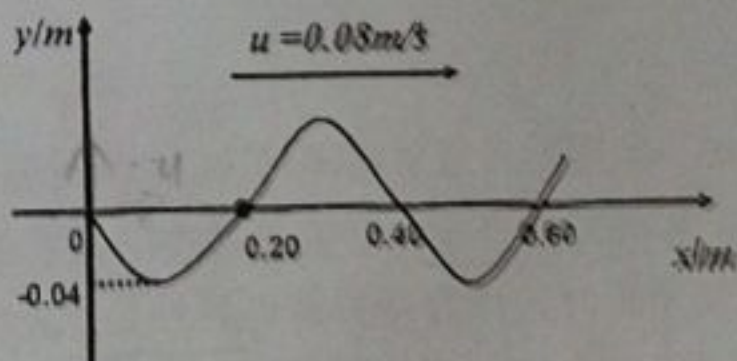
解: $A=4\text{ cm}$ $\lambda=0.4\text{ m}$ $T=\frac{\lambda}{u}=5\text{ s}$ $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{5}$

(1) 设 $y_0=A\cos(\omega t+\varphi_0)$ $t=0, y_0=0$

$\varphi_0=\frac{\pi}{2}$ 或 $-\frac{\pi}{2}$

由于 $t=0$ 时原点处波源由平衡位置向

上振动 故取 $\varphi_0=\frac{\pi}{2}$



$y_0=4\cos(\frac{2\pi}{5}t-\frac{\pi}{2})\text{ cm}$

(2) 波动方程: $y=A\cos[\omega(t-\frac{x}{u})+\varphi_0]=4\cos[\frac{2\pi}{5}(t-\frac{x}{0.08})-\frac{\pi}{2}]\text{ (cm)}$

在单缝夫琅和费衍射中, 当衍射角为 30° 时, 单缝恰好可分成 9 个半波带, 若透镜的焦距 $f=45\text{cm}$, 计算中央明纹的宽度。(10 分)

得分	评阅

解: 半波带数目 $N = \frac{a \sin \varphi}{\lambda} = 9$ $\varphi=30^\circ$ 得 $a=9\lambda$

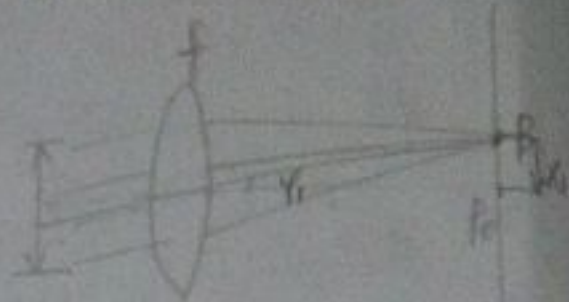
(a 表示缝宽)

中央明纹宽度为 $k=1$ 与 $k=-1$ 两暗纹之间距离, 设为 $2x_1$.

由 $a \sin \varphi_1 = k\lambda$ 可得: $\sin \varphi_1 = \frac{\lambda}{a} = \frac{1}{9} \approx \tan \varphi_1$

$x_1 = f \tan \varphi_1 \approx f \sin \varphi_1 = 0.45 \times \frac{1}{9} = 0.05\text{m}$.

中央明纹宽为 $2x_1 = 0.1\text{m}$.



得分	评阅

(19) 在牛顿环实验装置中, 如果在平凸透镜与玻璃平板间充满某种透明液体, 则第 8 级暗环的半径会缩小, 若它缩小后正好出现在未充入液体时第 6 级暗环的位置, 求液体的折射率。(8 分)

解: 牛顿环暗纹条件: $r = \sqrt{k\lambda R}$ 设折射率 n 时波长变为 λ' .

依题意有: $r = \sqrt{6\lambda'R} = \sqrt{8\lambda R}$ 即 $\lambda' = \frac{3}{4}\lambda$

光在不同介质中频率不变, 即 $\nu = \nu'$ 且 $u_1 n_1 = u_2 n_2$ $u = \nu \cdot \lambda$

即 $u_0 n_0 = u' n$ $n = \frac{u_0}{u'} = \frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{4}{3}$

(20) 如图, 质量忽略不计 A 、 B 两弹簧的弹性系数分别为 K_A 和 K_B , 将两弹簧串联并竖直悬挂在天花板上, 下端悬挂一物体 m , 当系统平衡时, 计算两弹簧的弹性势能之比 $E_{PA}/E_{PB} = ?$ (7 分)

得分	评阅

解: 两弹簧串联时弹力相同, 即 $K_A x_A = K_B x_B$ ①

系统平衡时, $K_A x_A = K_B x_B = mg$ ②

$E_{PA} = \frac{1}{2} K_A x_A^2$ $E_{PB} = \frac{1}{2} K_B x_B^2$

故 $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{K_A x_A^2}{K_B x_B^2} = \frac{K_A (\frac{mg}{K_A})^2}{K_B (\frac{mg}{K_B})^2} = \frac{K_B}{K_A}$

