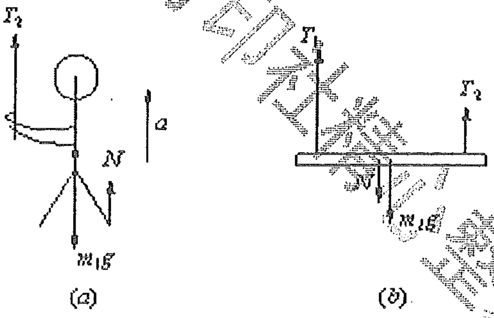
大物作业答案

1.$Ae^{-\beta t}[(\beta^2—\omega^2)\cos\omega t+2\beta\omega\sin\omega t]$; 1/2(2n+1)π / ω(n=012...) .

2.(1)积分∫（v）=1/2ct^3 (0-t） s=1/2ct^3（就是求 v 和 t 所围成的图像的面积）

(2)a1=v/t =ct .a2=v^2/R （v 为题目所给出的）



习题 2-2 解图

3.2-2 解：人受力如图(a)所示。

$$T_2+N-m_1g=m_1a$$

底板受力如图(b)所示。

$$T_1+T_2-N'-m_2g=m_2a$$

$$T_1=2T_2,\qquad N'=N$$

由以上四式可解得

$$4T_2-m_1g-m_2g=(m_1+m_2)a$$

所以 $T_2=(m_1+m_2)(g+a)/4=247.5\text{N}$

$$N'=N=m_1(g+a)-T_2=412.5\text{N}$$

4.一质点为 1kg 的质点在力 F=12t+4（N）作用下,沿 x 轴作直线运动.在 t=0 时,质点位于 x=5.0m 处,其速度 v0=6.0m/s.求质点在任意时刻的速度和位置.

V=6t^2+4t+6,S=2t^3+2t^2+6t+5

5.

解：设物体质量为m.

则有$f = ma_t$,即$\mu_k N = -m\dfrac{dv}{dt}$

又$N = ma_n = m\dfrac{v^2}{R}$,

$$\therefore \mu_k \frac{v^2}{R} = -\frac{dv}{dt} \Rightarrow \int_{v_0}^{v} \frac{dv}{v^2} = -\frac{\mu_k}{R}\int_0^t dt \Rightarrow -\frac{1}{v}\Big|_{v_0}^{v} = -\frac{\mu_k}{R}t,$$

得$v = \dfrac{v_0}{R + v_0\mu_k t}$。

6.

$$v = \frac{ds}{dt},$$

$$\therefore \int_0^s ds = \int_0^t \frac{v_0 R}{R + v_0\mu_k t}dt = \frac{v_0 R}{v_0\mu_k}\int_0^t \frac{d(R + v_0\mu_k t)}{R + v_0\mu_k t},$$

$$s = \frac{R}{\mu_k}\ln(R + v_0\mu_k t)\Big|_0^t$$

$$= \frac{R}{\mu_k}\left[\ln(R + v_0\mu_k t) - \ln R\right]$$

$$= \frac{R}{\mu_k}\ln\frac{R + v_0\mu_k t}{R}$$

7.

1．解：链条运动过程中，当 $BC = x > L > \frac{1}{2}l$ 时，

对 BC 段有 $$m\frac{x}{l}g - T_1 = m\frac{x}{l}a_1$$

对 AC 段有 $$T_2 - m\frac{l-x}{l}g = m\frac{l-x}{l}a_2$$

由题设条件 $$T_1 = T_2,\quad a_1 = a_2 = a$$

解出 $$a = (2\frac{x}{l} - 1)g$$

当 $BC = 2l/3$，(即 $x = 2l/3$)时， $a = g/3$

$\because$ $$a = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = v\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x}$$

$\therefore$ $$v\,\mathrm{d}v = a\,\mathrm{d}x = [(2xg/l) - g]\,\mathrm{d}x$$

$$\int_0^v v\,\mathrm{d}v = \int_L^{2l/3}[(2xg/l) - g]\,\mathrm{d}x$$

$$\frac{1}{2}v^2 = (L - L^2/l - 2l/9)g$$

$\therefore$ $$v = \sqrt{2(L - L^2/l - 2l/9)g} \qquad (L > \frac{1}{2}l)$$

6.

7.m 受到两个力：重力 mg、支持力 Fn,合力竖直向下,根据牛顿第二定律

$mg-Fn=ma_1$

M 受到三个力,重力 Mg、m 的压力 FN=Fn、斜面的支持力 F,合力平行斜面向下,根据牛顿第二定律

$(Fn+Mg)\sin\alpha=Ma_2$

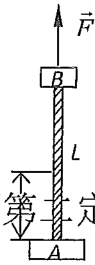
由于运动过程 m 在 M 上,$\therefore a_1=a_2\sin\alpha$

$Fn+Mg=Ma_2/\sin\alpha=Ma_1/\sin^2\alpha$,又 $mg-Fn=ma_1$

$Mg+mg=Ma_1/\sin^2\alpha+ma_1=(M/\sin^2\alpha+m)a_1$

$a_1=(M+m)g/(M/\sin^2\alpha+m)=(M+m)g\sin^2\alpha/(M+m\sin^2\alpha)$

8.习题 2—5　质量 m=2.0kg 的均匀绳，长 L=1.0m，两端分别连接重物 A 和 B，m_A=8.0kg，m_B=5.0kg，今在 B 端施以大小为 F=180N 的竖直拉力，使绳和物体向上运动，求距离绳下端为 x 处绳中的张力 $T(x)$。



习题 2—5 图

解；重物 A 和 B 及绳向上运动的加速度为

$$a=\frac{F-(m_A+m_B+m)g}{m_A+m_B+m}=\frac{180-15.0\times 10}{15.0}=2.0\,\mathrm{m/s^2}$$

在距离绳下端为 x 处将下半段隔离出来，依牛顿第二定律有

$$T-(\frac{x}{L}m+m_A)g=(\frac{x}{L}m+m_A)a$$

代入已知数据即可得到

$$T(x)=96+24x(\mathrm{N})$$

［注意：在本题的计算中我们取 g=10m/s²］

9.分析：

（1）由题意　得外力做的功是

W＝∫　F dX　,X 的积分区间是从 X1＝0.5 米到　X2＝1 米

即　W＝∫　（52.8 * X＋38.4 * X^2）dX

＝26.4* X^2＋12.8 * X^3

将 X 的积分区间代入上式,得所求的功是

W＝（26.4* 1^2＋12.8 * 1^3）－（26.4* 0.5^2＋12.8 * 0.5^3）

＝31 焦耳

（2）由于在第二问的过程中,物体只有水平的弹簧拉力做功,竖直方向的重力与支持力不做功,由动能定理　得

W＝（m* V^2 / 2）－0

31＝2.17 * V^2 / 2

得所求的速度是　V＝5.345 m/s

（3）此弹簧的弹力是保守力,因为弹力做功的特点是只与弹簧的伸长有关.

11.（1）以平板小车和 n 个人为系统，设 n 个人同时从车上跳下后，小车的速度为 v，

根据系统动量守恒，有 0=Mv+nm（v-u），

解得 v= nmu M+nm

（2）根据动量守恒定律，设第一个人跳下后小车的速度为 v1，于是有：

0=[M+（n-1）m]v1+m（v1-u）

∴v1= mu M+nm

同理，设第二个人跳下后小车的速度为 v2，于是有：

[M+（n-1）m]v1=[M+（n-2）m]v2+m（v2-u）

∴v2= mu M+(n-1)m + mu M+nm

第三个人跳下后小车的速度为 v3，于是有：

[M+（n-2）m]v2=[M+（n-3）m]v3+m（v3-u）

∴v2= mu M+(n-2)m + mu M+(n-1)m + mu M+nm

…

第 n 个人跳下后小车的速度为 vn，于是有[M+m]vn-1=Mvn+m（vn-u）

∴vn= mu M+m + mu M+2m +⋯+ mu M+(n-1)m + mu M+nm

答：（1）n 个人同时从车的后端跳下后，小车运动的速度 v=

nmu　M+nm

（2）车上的人依次都从车的后端跳下，那么当车上的人全都跳下车后，小车运动的速度是 vn= mu　M+m + muM+2m　+　…　+　mu

M+(n-1)m + mu　M+nm

（1）小球冲上竖直半圆环，恰能通过最高点C，重力恰好提供向心力，根据向心力公式列式即可求解；

（2）从C到A做平抛运动，根据平抛运动规律列式即可求解．

解：（1）小球恰好经过C点，在C点重力提供向心力，则有

$mg=m\frac{v_C^2}{R}$

解得：$v_C=\sqrt{gR}$

（2）小球从C到A做平抛运动，则有：

$2R=\frac{1}{2}gt^2$

解得：$t=\sqrt{\frac{2\times 2R}{g}}=\sqrt{\frac{4R}{g}}$

则A、B之间的距离$x=v_Ct=\sqrt{gR}\cdot\sqrt{\frac{4R}{g}}=2R$

答：（1）小球运动到C点时的速度为$\sqrt{gR}$；

（2）A、B之间的距离为2R．

本题主要考查了向心力公式、平抛运动基本公式的直接应用，知道恰能通过最高点C时重力提供向心力，难度不大，属于基础题．

12.

2-9：如图，水平地面上一辆静止的炮车发射炮弹，炮车质量为 M，炮身仰角为，炮弹质量为 m，炮弹刚出口时，相对于炮身的速度为 u，不计地面摩擦：(1) 求炮弹刚出口时，炮车的反冲速度大小；(2) 若炮筒长为 l，求发炮过程中炮车移动的距离。

解：(1) 以炮弹与炮车为系统，以地面为参考系，水平方向动量守恒.

设炮车相对于地面的速率为 V_x，则有

$$MV_x + m(u\cos\alpha + V_x) = 0 \Rightarrow V_x = -mu\cos\alpha/(M+m)$$

即炮车向后退.

(2) 以 u 表示发炮过程中任一时刻炮弹相对于炮身的速度，则该瞬时炮车的速度应为

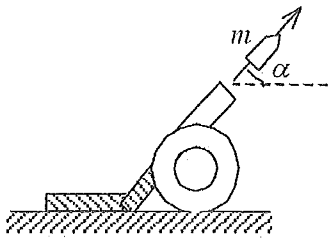
$$V_x = -mu\cos\alpha/(M+m)$$

积分求炮车后退距离

$$\Delta x = \int_0^t V_x \, dt = -m\cos\alpha/(M+m)\int_0^t u \, dt$$

$$\therefore \Delta x = -ml\cos\alpha/(M+m)$$

即向后退了 $ml\cos\alpha/(M+m)$ 的距离.



$$Mv_0 = mv\cos\theta$$

$$v = \frac{Mv_0}{m\cos\theta}$$

14.

15.

解：(1) 设滑块 A 离开弹簧时速度为 v，在弹簧恢复原长的过程中，机械能守恒，因而有 $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2$ ①

(2) A 脱离弹簧后速度不变，与 B 作完全弹性碰撞后，交换速度，A 静止，B
以初速度 v 沿圆环轨道上升.

(3) B 在圆环轨道上运动时，它与地球系统的机械能守恒．以 v' 表示 B 脱离轨道时的速度，则有

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgR(1+\cos\alpha) + \frac{1}{2}mv'^2 \quad ②$$

$$mg\cos\alpha = mv'^2/R \qquad ③$$

由①、②、③式解出 $x=\sqrt{7mgR/(2k)}$

16.动量守恒：M/4×1.8=2M+M/4×v

机械能守恒：1/2×M/4×1.8×1.8=1/2×(2M+M/4)×v×v+M/4×g×h

三角函数关系：cos θ=(0.4-h)/0.4

v=0.2

h=0.144m（取 g=10）

cos θ = 0.64

θ = 50.21

19.分析 质点的碰撞问题通常应用动量守恒定律求解，有刚体参与的碰撞问题则通常应用角动量守恒定律求解.质点对一点的角动量在第四章中已经讨论过，当质点作直线运动时，其角动量的大小是质点动量和该点到质点运动直线的垂直距离的乘积.

解 对球和木板组成的系统，在碰撞瞬间，重力对转轴的力矩为零，且无其他外力矩作用，系统角动量守恒，碰撞前后球对转轴的角动量分别为 $\frac{1}{2}mLv_0$ 和 $-\frac{1}{2}mLv$，设碰后木板角速度为 ω，则有

$$\frac{1}{2}mLv_0 = -\frac{1}{2}mLv + J\omega$$

设木板摆动可达到的最大角度为 θ，如图 5-18 所示，木板摆动过程中只有重力矩作功，重力矩所作的功应等于木板转动动能的增量，即

$$0-\frac{1}{2}J\omega^2 = -\int_0^\theta m'g\cdot\frac{1}{2}L\sin\theta\,\mathrm{d}\theta = \frac{1}{2}m'gL(\cos\theta-1) \qquad (1)$$

由以上两式得

$$\cos\theta = 1-\frac{3m^2(v_0+v)^2}{4m'^2gL} = 1-\frac{3\times0.1^2\times(50+10)^2}{4\times3.0^2\times9.8\times0.50} = 0.388$$

$$\theta = \arccos(0.388) = 67.19°$$

20. 49、

解：以转台和二人为研究对象，所受外力只有重力及轴的支撑力，诸力对转轴的合力矩为零，所以系统角动量守恒．各转动惯量分别为

$$J=\frac{1}{2}mR^2,\quad J_A=\frac{1}{2}mR^2,\quad J_B=\frac{1}{2}m(R/2)^2$$

以地面为参照系，A 处的人走动的角速度为 $\omega+(v/R)$，B 处的人走动的角速度为 $\omega-(2v/\frac{1}{2}R)=\omega-(4v/R)$．由角动量守恒定律

$$\left[\frac{1}{2}mR^2+\frac{1}{2}mR^2+\frac{1}{2}m(R/2)^2\right]\omega_0$$

$$=\frac{1}{2}mR^2\omega+\frac{1}{2}mR^2(\omega+v/R)+\frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}R\right)^2(\omega-4v/R)$$

解出 $\omega=\omega_0$

21. 28

解：选棒、小物体为系统，系统开始时角速度为 $\omega_1=2\ \ n_1=1.57$ rad/s.

(1) 设小物体滑到棒两端时系统的角速度为 ω_2．由于系统不受外力矩作用，所以角动量守恒．故 $\left(\frac{Ml^2}{12}+2mr^2\right)\omega_1=\left(\frac{Ml^2}{12}+\frac{1}{2}ml^2\right)\omega_2$

$$\omega_2=\frac{\left(\frac{Ml^2}{12}+2ml^2\right)\omega_1}{\frac{Ml^2}{12}+\frac{1}{2}ml^2}=0.628\ \text{rad/s}$$

(2) 小物体离开棒端的瞬间，棒的角速度仍为 ω_2．因为小物体离开棒的瞬间内并未对棒有冲力矩作用

22.25

解：(1) 选择 A、B 两轮为系统，啮合过程中只有内力矩作用，故系统角动量守恒

$$J_A\omega_A + J_B\omega_B = (J_A + J_B)\,\omega,$$

又 $\omega_B = 0$ 得 $\omega \approx J_A\omega_A / (J_A + J_B) = 20.9\ \mathrm{rad/s}$

转速 $n \approx 200\ \mathrm{rev/min}$

(2) A 轮受的冲量矩 $\int M_A\,\mathrm{d}t = J_A(J_A + J_B) = -4.19\times10^{2}$ Nms 负号表示与 $\vec{\omega}_A$ 方向相反。 B 轮受的冲量矩 $\int M_B\,\mathrm{d}t = J_B(\omega - 0) = 4.19\times10^{2}$ Nms 方向与 $\vec{\omega}_A$ 相同。

23.

串 $\dfrac{1}{k} = \dfrac{1}{k_1} + \dfrac{1}{k_2}$

$$k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

24.22

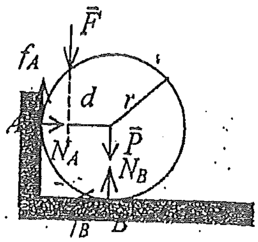
解：设正压力 N_A、N_B，摩擦力 f_A，f_B 如图．根据力的平衡，有

$$f_A + N_B = F + P = 3P \qquad ①$$

$$N_A = f_B \qquad ②$$

根据力矩平衡，有 $Fd = (f_A + f_B)r$ ③

刚要转动有 $f_A = \frac{1}{3}N_A$ ④



$$f_B = \frac{1}{3}N_B \qquad ⑤$$

(1) 把④及②、⑤代入①可求得 $N_A = 0.9P$，$f_A = 0.3P$

(2) 由③可求得 $d = 0.6\,r$

25.31

解：(1) 子弹受到的冲量为 $I = \int F\,\mathrm{d}t = m(v - v_0)$

子弹对木块的冲量为 $I' = \int F'\,\mathrm{d}t = -\int F\,\mathrm{d}t = m(v_0 - v) = 3\ \mathrm{N\cdot s}$ 方向与 $\vec{v}_0$ 相同．

(2) 由角动量定理 $\int M\,\mathrm{d}t = l\int F'\,\mathrm{d}t = lm(v_0 - v) = J\omega$

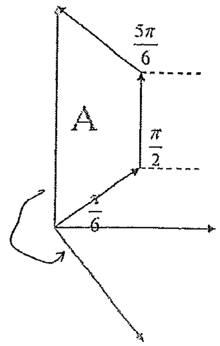
$$\omega = \frac{3lm(\mathrm{v}_0 - \mathrm{v})}{ML^2} = 9\ \mathrm{rad/s}$$

2. 三个同方向、同频率的简谐振动为：

x_1=0.08cos(314t+π/6)， x_2=0.08cos(314t+π/2)，

x_3=0.08cos(314t+5π/6)，

求：（1）合振动的角频率、振，幅、初相及振动表达式；（2）合振动由初始位置运动到 $x=\dfrac{\sqrt{2}}{2}A$（A为合振动振幅）所需最短时间。



解:(1)由题给可知ω＝314s⁻¹

由图可知合振动A＝0.16m,初相φ＝π/2

$x=0.16\cos(314t+\pi/2)$，

（2）由图可知旋转矢量转过的角度为：

$$\Delta\theta=\frac{5\pi}{4}=\omega\Delta t\quad\therefore\Delta t=\frac{5\pi}{4\omega}=0.0125(s)$$

26.

27.50

解：(1) 以子弹和圆盘为系统，在子弹击中圆盘过程中，对轴 O 的角动量守恒.

$$mv_0R=(\frac{1}{2}MR^2+mR^2)\omega \qquad \omega=\frac{mv_0}{\left(\frac{1}{2}M+m\right)R}$$

(2) 设σ表示圆盘单位面积的质量，可求出圆盘所受水平面的摩擦力矩的大小为 $M_f=\int_0^R r\mu g\sigma\cdot 2\pi r\,\mathrm{d}r=(2/3)\pi\mu\sigma gR^3=(2/3)\mu MgR$

设经过Δt时间圆盘停止转动，则按角动量定理有

$$-M_f\Delta t=0-J\omega=-(\frac{1}{2}MR^2+mR^2)\omega=-mv_0R$$

$$\therefore\qquad \Delta t=\frac{mv_0R}{M_f}=\frac{mv_0R}{(2/3)\mu MgR}=\frac{3mv_0}{2\mu Mg}$$

28.57

解：(1) 振动方程 $y_0 = 0.06\cos(\frac{2\pi t}{2}+\pi) = 0.06\cos(\pi t+\pi)$ (SI)

(2) 波动表达式 $y = 0.06\cos[\pi(t - x/u)+\pi] = 0.06\cos[\pi(t-\frac{1}{2}x)+\pi]$

(3) 波长 $\lambda = uT = 4$ m

29.3、无线电波以 3.0E8m/s 的速度在无吸收的媒质中传播。求距 50kw 的波源 500km 处，无线电波的平均能量密度（设无线电波是球面波）。

答案：5.3E-17

30.82

解：第一列波在 P 点引起的振动的振动方程是：$y_1 = 3\times10^{-3}\cos(2\pi t-\frac{1}{2}\pi)$，(SI)

第二列波在 P 点引起的振动的振动方程是：$y_2 = 3\times10^{-3}\cos(2\pi t-\frac{1}{2}\pi)$

P 点的合振动的振动方程是：$y = y_1 + y_2 = 6\times10^{-3}\cos(2\pi t-\frac{1}{2}\pi)$，(SI)

解：（1）对O点

$$y = A\cos(2\pi\gamma t + \varphi_0) = 0$$

$$v > 0 \quad \therefore \varphi_0 = \frac{3}{2}\pi$$

$$y = A\cos(2\pi\gamma t + \frac{3}{2}\pi)$$

$$y = A\cos(2\pi\gamma t + \frac{3}{2}\pi - \frac{2\pi\gamma}{u}x)$$

31.

（2）反射波动方程为

$$y = A\cos[2\pi\gamma t + \frac{3}{2}\pi - \frac{2\pi\gamma}{u}\frac{3}{4}\lambda - \pi - \frac{2\pi}{\lambda}(\frac{3}{4}\lambda - x)]$$

$$= A\cos(2\pi\gamma t - \frac{1}{2}\pi + \frac{2\pi}{\lambda}x)$$

驻波方程为：

$$y = y_1 + y_2 = A\cos(2\pi\gamma t + \frac{3}{2}\pi - \frac{2\pi\gamma}{u}x)$$

$$+ A\cos(2\pi\gamma t - \frac{1}{2}\pi + \frac{2\pi}{\lambda}x)$$

$$= 2A\cos(2\pi\gamma t + \frac{1}{2}\pi)\cos(\frac{2\pi}{\lambda}x)$$

波节 $\cos(\frac{2\pi}{\lambda}x)=0$

$$\therefore \frac{2\pi}{\lambda}x=(2k+1)\frac{\pi}{2}$$

$$x=(2k+1)\frac{\lambda}{4}$$

$$k=0,\pm1,\pm2\ldots$$

32

解：入射波在O点的震动方程为

$$y=A\cos(\omega t+\pi)$$

$\therefore$ 反射波为 $y=A\cos(\omega t+\pi-\frac{2\pi x}{\lambda})$

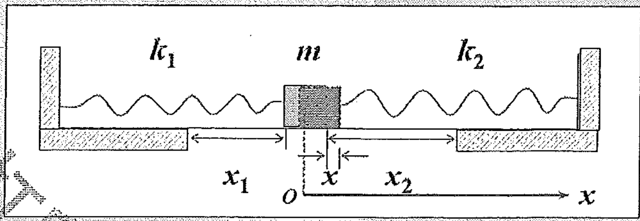
驻波为：

$$y=y_1+y_2=A\cos(\omega t+\frac{2\pi}{\lambda})+A\cos(\omega t+\pi-\frac{2\pi}{\lambda}x)$$

$$=2A\cos(\omega t+\frac{1}{2}\pi)\cos(\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{\pi}{2})$$

解：设在平衡状态下，两弹簧的伸长量分别为x_1和x_2，则 $k_1x_1=k_2x_2$ 。

以平衡位置为原点，向右为x轴正方向，得



$$-k_1(x_1+x)+k_2(x_2-x)=ma=m\frac{d^2x}{dt^2}$$

33.

化简得 $$\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k_1+k_2}{m}x=0$$

则该系统的固有角频率为

$$\omega_0=\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$$

振动周期为 $$T=\frac{2\pi}{\omega_0}=2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$$

34.93

解：设 O 处振动方程为 $y_0 = A\cos(\omega t+\phi)$

当 $t=0$ 时，$y_0=0$，$v_0<0$，$\therefore\ \phi=\frac{1}{2}\pi$ $\quad\therefore\ y_0 = A\cos(\omega t+\frac{1}{2}\pi)$

故入射波表达式为 $y = A\cos(\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}x)$

在 O' 处入射波引起的振动方程为

$$y_1 = A\cos(\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{7}{4}\lambda) = A\cos(\omega t-\pi)$$

由于 M 是波密媒质反射面，所以 O' 处反射波振动有一个相位的突变π.

$\therefore\quad y_1' = A\cos(\omega t-\pi+\pi) = A\cos\omega t$

反射波表达式 $y' = A\cos[\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}(\overline{OO'}-x)] = A\cos[\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}(\frac{7}{4}\lambda-x)]$

$$= A\cos[\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{\pi}{2}]$$

合成波为 $y = y+y' = A\cos[\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{\pi}{2}] + A\cos[\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{\pi}{2}]$

$$= 2A\cos\frac{2\pi}{\lambda}x\cos(\omega t+\frac{\pi}{2})$$

将 P 点坐标 $x=\frac{7}{4}\lambda-\frac{1}{4}\lambda=\frac{3}{2}\lambda$ 代入上述方程得 P 点的振动方程

$$y = -2A\cos(\omega t+\frac{\pi}{2})$$

35.

解：$\delta=(n-1)e$

$\Delta\varphi=\frac{2\pi}{\lambda}\delta=\frac{2\pi}{\lambda}(n-1)e$

$\delta=(n-1)e=4\lambda$

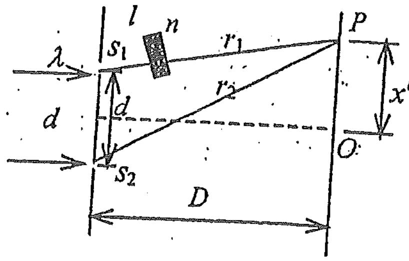
e=4000nm=4.0×10^{-6}m

36.13

解：(1) ∵ $dx/D \approx k\lambda$

$x \approx Dk\lambda/d = (1200 \times 5 \times 500 \times 10^{-6}/0.50)\text{mm} = 6.0\text{ mm}$

(2) 从几何关系，近似有 $r_2 - r_1 \approx \mathrm{d}x'/D$



有透明薄膜时，两相干光线的光程差

$$\delta = r_2 - (r_1 - l + nl)$$
$$= r_2 - r_1 - (n-1)l$$
$$= \mathrm{d}x'/D - (n-1)l$$

对零级明条纹上方的第 k 级明纹有

$\delta = k\lambda$ 零级上方的第五级明条纹坐标

$x' = D[(n-1)l + k\lambda]/d = 19.9\text{ mm}$

37.37

解：∵ $n_1 < n_2 < n_3$,

二反射光之间没有附加相位差π，光程差为 $\delta = 2n_2 e$

第五条暗纹中心对应的薄膜厚度为 e_5,

$2n_2 e_5 = (2k-1)\lambda/2 \qquad k = 5$

$e_5 = (2 \times 5 - 1)\lambda/4n_2 = 9\lambda/4n_2$

明纹的条件是 $2n_2 e_k = k\lambda$

相邻二明纹所对应的膜厚度之差 $\Delta e = e_{k+1} - e_k = \lambda/(2n_2)$

38.35

解：(1) 第 k 个明环， $2e_k + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda$， $e_k = (2k-1)\lambda/4$

(2) ∵ $2e_k = \frac{1}{2}\lambda = k\lambda$

∵ $R^2 = r_k^2 + (R-e_k)^2 = r_k^2 + R^2 - 2Re_k + e_k^2$

式中 e_k 为第 k 级明纹所对应的空气膜厚度

∵ e_k 很小， $e_k << R$， ∴ e_k^2 可略去，得 $e_k = r_k^2/(2R)$

∴ $2r_k^2/(2R) + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda$ $r_k = \sqrt{(2k-1)R\lambda/2}$ (k=1，2，3 …)

三 计算题

12．用波长λ=632.8nm(1nm=10-9m) 的平行光垂直入射在单缝上，缝后用焦距f=40cm的凸透镜把衍射光会聚于焦平面上．测得中央明条纹的宽度为 3.4mm，单缝的宽度是多少？

中央明条纹的宽度 $\Delta x = 2x \approx 2f\lambda/a$

单缝宽度 $a = 2f\lambda/\Delta x = 0.15mm$

39.

解：(1)　$\because\ x \ll d\ \therefore\ \dfrac{x}{d} \approx tg\,\theta \approx \sin\,\theta$

由单缝衍射加强条件得：

$a\sin\theta = \pm(2k+1)\lambda/2$

$k = 1,2,3\cdots$

$0.6\times 0.0014/0.4 = (2k+1)\lambda/2$

可间光范围内，k=3，4　　　k=3，λ=6000Å

K=4，λ=4670Å

（2）由上间知k=3或k=4

（3）由菲涅耳半波带法可知，可以分成

2k+1个半波带。即可分为7或9个。

40.

41.

可见光的波长λ大概是760纳米,根据光学分辨率瑞利准则：最小分辨率角φ=1.22λ/D=1.22X760X0.000001mm/2.5mm=0.00037,所以最小分辨角约为 arcsin0.00037=0.021°=1.26'

S=1/tan0.0105=5456mm,远处两根细丝之间的距离 2mm,距离大约 5456mm 时人眼恰能分辨他们

(用 3 替换 2.5)

42.解：对于第一级谱线，有：

$x_1 = f\ \mathrm{tg}\varphi_1$， $\sin\varphi_1 = \lambda / d$ 1分

∵ $\sin\varphi \approx \mathrm{tg}\varphi$ ∴ $x_1 = f\,\mathrm{tg}\varphi_1 \approx f\lambda / d$ 2分

λ和 λ' 两种波长光的第一级谱线之间的距离

$\Delta x = x_1 - x_1' = f(\mathrm{tg}\,\varphi_1 - \mathrm{tg}\varphi_1')$

$= f(l - l')/d = 1\ \mathrm{cm}$ 2分

证明：$I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \omega t \cos^2 (90^0 - \omega t) = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \omega t \sin^2 \omega t$

$= \frac{1}{8} I_0 \left(2\cos\omega t \sin\omega t\right)^2 = \frac{1}{8} I_0 sin^2 2\omega t = \frac{1}{16} I_0 \left(1 - \cos 4\omega t\right)$

43.

44.

解：（1） $\delta = 2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 30^\circ} + \frac{\lambda}{2} = \lambda$

即 $2e\sqrt{1.33^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2} + \frac{5\times10^{-6}}{2} = 5\times10^{-6}$

所以 $e = 1.01\times10^{-6} m$

（2） $2n_2 e + \frac{\lambda}{2} = \lambda$

所以 $\lambda = 5373\ \mathring{A}$

绿色光

45.

（2）等厚干涉

$$\delta = 2ne + \boxed{\frac{\lambda}{2}}$$

$$\delta = \begin{cases} k\lambda, \quad k = 1,2,\cdots & \text{明纹} \\ (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}, \quad k = 0,1,\cdots & \text{暗纹} \end{cases}$$

46.

5. 用波长为500nm（1nm = 10^{-9}m）的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈尖上。在观察反射光的干涉现象中，距劈尖棱边 l=1.56cm的A处是从棱边算起的第四条暗条纹中心。

（1）求此空气劈尖的劈尖角 θ；（2）改用600nm的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹，A处是明条纹还是暗条纹？（3）在第（2）问的情形从棱边到A处的范围内共有几条明纹？几条暗纹？

解：由劈尖反射光干涉暗纹条件 $2e + \dfrac{\lambda}{2} = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} \quad k = 0,1\cdots$

（1）第四条暗纹k=3 $\qquad \theta \approx \dfrac{e}{l} = 4.8\times10^{-5}\,rad$

（2）改用600nm波长后，在A处光程差

$$\delta' = 2e + \frac{\lambda'}{2} = 3\times500 + \frac{600}{2} = 1800nm = 3\lambda'$$

（3）共有三条明纹，三条暗纹