复习课

一、 质点运动学

1．质点沿半径为R的圆周运动，它所走的路程与时间的关系为$S = kt^3$，求任意时刻质点的法向加速度和切向加速度各为多少？

解：任意时刻质点的线速度为

$$v = \frac{dS}{dt} = 3kt^2$$

任意时刻质点的切向加速度和法向加速度分别为：

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} = 6kt$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{9k^2t^4}{R}$$

2．质点作半径为$R = 0.5m$的圆周运动，其角坐标与时间的关系为：$\theta = t^3 + 3t(SI)$，t=2S 时，求质点的角坐标、角速度和角加速度。

解：任意时刻的角速度和角加速度的表达式为：

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = 3t^2 + 3$$

$$\beta = \frac{d\omega}{dt} = 6t$$

t=2S 时，质点的角坐标、角速度和角加速度

$$\theta = 14rad$$
$$\omega = 15rad/s$$
$$\beta = 12rad/s^2$$

3．一物体被水平抛出，初速度为$v_0 = 15m/s$，求物体被抛出后第一秒末的切向和法向加速度。

课堂练习

4．一艘行驶的快艇，在发动机关闭后，有一个与它的速度方向相反的加速度，

其大小与它的速度平方成正比，$\frac{dv}{dt} = -kv^2$ ，式中 K 为常数，求快艇在关闭发动机后行驶速度与行驶距离的关系。

课堂练习

再结合加速度的五种形式进行对比复习，加以巩固

5．一质点在水平面内运动，沿半径 R=2m 的圆轨道转动，角速度与时间的关系为$\omega = At^2$（A 为常数），已知 t=1s 时，质点的速度大小为$4\,m/s$，求 t=2s 时质点的速率和加速度的大小。

课堂练习

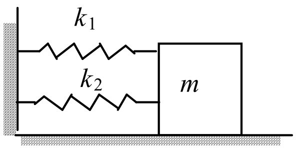
振动与波

一、选择题

1、两个质点各自作简谐振动，它们的振幅相同、周期相同．第一个质点的振动方程为 $x_1 = A\cos(\omega t + \alpha)$．当第一个质点从相对于其平衡位置的正位移处回到平衡位置时，第二个质点正在最大正位移处．则第二个质点的振动方程为

(A) $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha + \frac{1}{2}\pi)$． (B) $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha - \frac{1}{2}\pi)$．

(C) $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha - \frac{3}{2}\pi)$． (D) $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha + \pi)$． [B]



2、 如图所示，质量为 m 的物体由劲度系数为 k_1 和 k_2 的两个轻弹簧连接在水平光滑导轨上作微小振动，则该系统的振动频率为

(A) $\nu = 2\pi\sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$．

(B) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$．

(C) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1 + k_2}{mk_1k_2}}$．

(D) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1 + k_2)}}$． [B]

3、 一质点沿 x 轴作简谐振动，振动方程为 $x = 4\times10^{-2}\cos(2\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ (SI)．从 $t = 0$ 时刻起，到质点位置在 $x = -2$ cm 处，且向 x 轴正方向运动的最短时间间隔为

(A) $\frac{1}{8}$ s (B) $\frac{1}{6}$ s (C) $\frac{1}{4}$ s

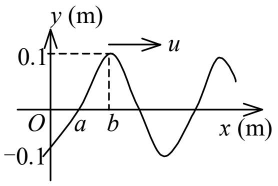
(D) $\frac{1}{3}$ s (E) $\frac{1}{2}$ s [E]

5、 一弹簧振子作简谐振动，当其偏离平衡位置的位移的大小为振幅的1/4时，其动能为振动总能量的

(A) 7/16. (B) 9/16. (C) 11/16.

(D) 13/16. (E) 15/16. [E]

6、 一平面简谐波的表达式为 $y = 0.1\cos(3\pi t - \pi x + \pi)$ (SI)，$t = 0$ 时的波形曲线如图所示，则



(A) O 点的振幅为−0.1 m.

(B) 波长为 3 m.

(C) a、b 两点间相位差为 $\frac{1}{2}\pi$.

(D) 波速为 9 m/s . [C]

9、一平面简谐波沿 x 轴负方向传播．已知 $x = x_0$ 处质点的振动方程为 $y = A\cos(\omega t + \phi_0)$．若波速为 u，则此波的表达式为

(A) $y = A\cos\{\omega[t - (x_0 - x)/u] + \phi_0\}$.

(B) $y = A\cos\{\omega[t - (x - x_0)/u] + \phi_0\}$.

(C) $y = A\cos\{\omega t - [(x_0 - x)/u] + \phi_0\}$.

(D) $y = A\cos\{\omega t + [(x_0 - x)/u] + \phi_0\}$. [A]

10、 当机械波在媒质中传播时，一媒质质元的最大变形量发生在

(A) 媒质质元离开其平衡位置最大位移处.

(B) 媒质质元离开其平衡位置($\sqrt{2}A/2$)处(A 是振动振幅).

(C) 媒质质元在其平衡位置处.

(D) 媒质质元离开其平衡位置 $\frac{1}{2}A$ 处（A 是振动振幅）. [C]

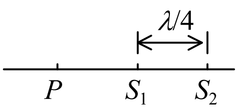
11、一平面简谐波在弹性媒质中传播，在媒质质元从平衡位置运动到最大位移处的过程中：

(A) 它的动能转换成势能.

(B) 它的势能转换成动能.

(C) 它从相邻的一段质元获得能量其能量逐渐增大.

(D) 它把自己的能量传给相邻的一段质元，其能量逐渐减小. [D]



12、 两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\lambda/4$，(λ 为波长)，S_1 的相位比 S_2 的相位超前 $\frac{1}{2}\pi$，在 S_1，S_2 的连线上，S_1 外侧各点（例如 P 点）两波引起的两谐振动的相位差是：

(A) 0. (B) $\frac{1}{2}\pi$. (C) $-\pi$. (D) $\frac{3}{2}\pi$. [C]

13、沿着相反方向传播的两列相干波，其表达式为

$$y_1 = A\cos 2\pi(\nu t - x/\lambda) \quad 和 \quad y_2 = A\cos 2\pi(\nu t + x/\lambda).$$

在叠加后形成的驻波中，各处简谐振动的振幅是

(A) A. (B) $2A$.

(C) $2A\cos(2\pi x/\lambda)$. (D) $|2A\cos(2\pi x/\lambda)|$. [D]

14、　　有两列沿相反方向传播的相干波，其表达式为

$y_1 = A\cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$ 和 $y_2 = A\cos 2\pi(\nu t + x/\lambda)$.

叠加后形成驻波，其波腹位置的坐标为：

(A)　$x = \pm k\lambda$.　　　　(B)　$x = \pm\frac{1}{2}(2k+1)\lambda$.

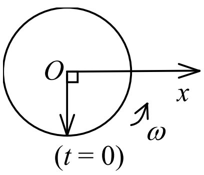
(C)　$x = \pm\frac{1}{2}k\lambda$.　　　　(D)　$x = \pm(2k+1)\lambda/4$.

其中的 k = 0，1，2，3，….　　　　[　C　]

二、填空题

15、将质量为 0.2 kg 的物体，系于劲度系数 k = 19 N/m 的竖直悬挂的弹簧的下端．假定在弹簧不变形的位置将物体由静止释放，然后物体作简谐振动，则振动

频率为___1.55HZ_______.



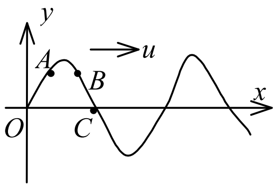
16、图中用旋转矢量法表示了一个简谐振动．旋转矢量的长度为 0.04 m，旋转角速度 ω = 4π rad/s．此简谐振动以余弦函数表

示的振动方程为 x =___$0.04\cos(4\pi t - \frac{1}{2}\pi)$___(SI).

17、　一物块悬挂在弹簧下方作简谐振动,当这物块的位移等于振幅的一半时,其动能

是总能量的_____3/4_________.（设平衡位置处势能为零）．当这物块在平衡位置

时，弹簧的长度比原长长Δl，这一振动系统的周期为_$2\pi\sqrt{\Delta l/g}$____.



18、一个余弦横波以速度 u 沿 x 轴正向传播，t 时刻波形曲线如图所示．试分别指出图中 A，B，C 各质点在

该时刻的运动方向．A____向下_________；B

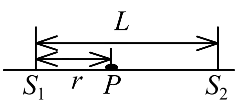
____向上_________；C______向上________.

19、　一平面简谐波沿 x 轴负方向传播．已知 x = −1 m 处质点的振动方程为 $y = A\cos(\omega t + \phi)$，若波速为 u，则此波的表达式为

___$y = A\cos\{\omega[t + (1+x)/u] + \phi\}$___.

21、两相干波源 S_1 和 S_2 的振动方程分别是 $y_1 = A\cos\omega t$ 和 $y_2 = A\cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$．$S_1$ 距 P 点 3 个波长，S_2 距 P 点 21/4 个波长．两波在 P 点引起的两个振动的相位差

是____-4pai___or　零__.



22、如图所示，S_1 和 S_2 为同相位的两相干波源，相距为 L，P 点距 S_1 为 r；波源 S_1 在 P 点引起的振动振幅为 A_1，波源 S_2 在 P 点引起的振动振幅为 A_2，两波波长都是λ，则 P 点

的振幅 A =__$\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(2\pi\frac{L-2r}{\lambda})}$__.

23、　　一弦上的驻波表达式为 $y = 0.1\cos(\pi x)\cos(90\pi t)$ (SI)．形成该驻波的两个反向传播的行波的波长为_____2 米___________，频率为_____45 赫兹_______．

24、一驻波表达式为 $y = 2A\cos(2\pi x/\lambda)\cos\omega t$，则 $x = -\frac{1}{2}\lambda$ 处质点的振动方程是____；该质点的振动速度表达式是

______________________________________．

三、计算题

25、　　质量 m = 10 g 的小球与轻弹簧组成的振动系统，按 $x = 0.5\cos(8\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ 的规律作自由振动，式中 t 以秒作单位，x 以厘米为单位，求

(1)　振动的角频率、周期、振幅和初相；

(2)　振动的速度、加速度的数值表达式；

(3)　振动的能量 E；

(4)　平均动能和平均势能．

解：(1)　　A = 0.5 cm；$\omega = 8\pi\ \text{s}^{-1}$；$T = 2\pi/\omega$ = (1/4) s；$\phi = \pi/3$　　2 分

(2)　$\upsilon = \dot{x} = -4\pi\times10^{-2}\sin(8\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ (SI)

$a = \ddot{x} = -32\pi^2\times10^{-2}\cos(8\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ (SI)　　2 分

(3)　$E = E_K + E_P = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$ $=7.90\times10^{-5}$ J　　3 分

(4)　平均动能　$\overline{E_K} = (1/T)\int_0^T \frac{1}{2}m\upsilon^2\,\mathrm{d}t$

$= (1/T)\int_0^T \frac{1}{2}m(-4\pi\times10^{-2})^2\sin^2(8\pi t + \frac{1}{3}\pi)\,\mathrm{d}t$

$= 3.95\times10^{-5}$ J = $\frac{1}{2}E$

同理　$\overline{E_P} = \frac{1}{2}E$ $= 3.95\times10^{-5}$ J　　3 分

26、　　一物体作简谐振动，其速度最大值 $\upsilon_m = 3\times10^{-2}$ m/s，其振幅 $A = 2\times10^{-2}$ m．若 t = 0 时，物体位于平衡位置且向 x 轴的负方向运动．求：

(1)　振动周期 T;

(2)　加速度的最大值 a_m ；

(3)　振动方程的数值式．

26、解: (1)　　$\upsilon_m = \omega A$　$\therefore \omega = \upsilon_m / A = 1.5\ \text{s}^{-1}$

∴　　$T = 2\pi/\omega = 4.19$ s　　3 分

(2)　　$a_m = \omega^2 A = \upsilon_m\,\omega = 4.5\times10^{-2}\ \text{m/s}^2$　　2 分

(3)　　$\phi = \frac{1}{2}\pi$

$x = 0.02\cos(1.5t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI)　　3 分

29、已知波长为λ的平面简谐波沿 x 轴负方向传播．$x = \lambda/4$ 处质点的振动方程为

$$y = A\cos\frac{2\pi}{\lambda}\cdot ut \quad \text{(SI)}$$

(1) 写出该平面简谐波的表达式..

(2) 画出 $t = T$ 时刻的波形图.

29、解：(1) 如图 A，取波线上任一点 P，其坐标设为 x，由波的传播特性，P 点的振动落后于$\lambda/4$ 处质点的振动． 2 分

该波的表达式为

$$y = A\cos[\frac{2\pi ut}{\lambda} - \frac{2\pi}{\lambda}(\frac{\lambda}{4} - x)]$$

$$= A\cos(\frac{2\pi ut}{\lambda} - \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{\lambda}x) \quad \text{(SI)}$$ 3 分

(2) $t = T$ 时的波形和 $t = 0$ 时波形一样． $t = 0$ 时

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

2 分

按上述方程画的波形图见图 B. 3 分

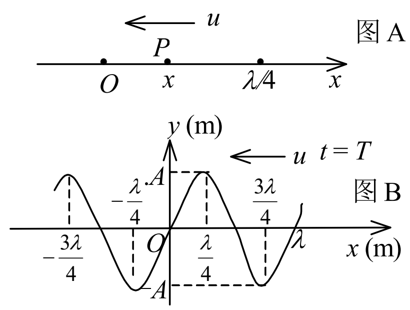


图 A

图 B

30、 平面简谐波沿 x 轴正方向传播，振幅为 2 cm，频率为 50 Hz，波速为 200 m/s．在 $t = 0$ 时，$x = 0$ 处的质点正在平衡位置向 y 轴正方向运动，求 $x = 4$ m 处媒质质点振动的表达式及该点在 $t = 2$ s 时的振动速度.

30、解：设 $x = 0$ 处质点振动的表达式为 $y_0 = A\cos(\omega t + \phi)$，

已知 $t = 0$ 时，$y_0 = 0$，且 $v_0 > 0$ $\therefore$ $\phi = -\frac{1}{2}\pi$

$\therefore$ $y_0 = A\cos(2\pi\nu t + \phi) = 2\times10^{-2}\cos(100\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI) 2 分

可得该平面简谐波的表达式为

$$y_0 = A\cos(2\pi\nu t+\phi-2\pi\nu x/u) = 2\times10^{-2}\cos(100\pi t-\frac{1}{2}\pi-\frac{1}{2}\pi x)$$ (SI) 2 分

$x = 4$ m 处的质点在 t 时刻的位移

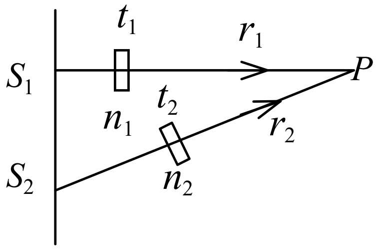
$$y = 2\times10^{-2}\cos(100\pi t-\frac{1}{2}\pi)$$ (SI) 1 分

该质点在 $t = 2$ s 时的振动速度为 $$\upsilon = -2\times10^{-2}\times100\pi\sin(200\pi-\frac{1}{2}\pi)$$ 2 分

$= 6.28$ m/s 1 分

波动光学

一、选择题



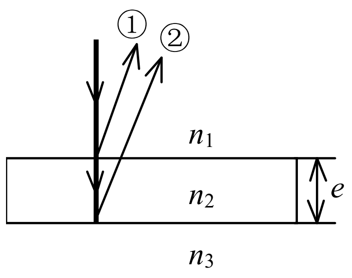
1、 如图，S_1、S_2 是两个相干光源，它们到 P 点的距离分别为 r_1 和 r_2．路径 S_1P 垂直穿过一块厚度为 t_1，折射率为 n_1 的介质板，路径 S_2P 垂直穿过厚度为 t_2，折射率为 n_2 的另一介质板，其余部分可看作真空，这两条路径的光程差等于

(A) $(r_2+n_2t_2)-(r_1+n_1t_1)$

(B) $[r_2+(n_2-1)t_2]-[r_1+(n_1-1)t_1]$

(C) $(r_2-n_2t_2)-(r_1-n_1t_1)$

(D) $n_2t_2-n_1t_1$ ［ B ］



2、 如图所示，折射率为 n_2、厚度为 e 的透明介质薄膜的上方和下方的透明介质的折射率分别为 n_1 和 n_3，已知 $n_1 < n_2 > n_3$．若用波长为λ的单色平行光垂直入射到该薄膜上，则从薄膜上、下两表面反射的光束(用①与②示意)的光程差是

(A) $2n_2e$． (B) $2n_2e-\lambda/2$．

(C) $2n_2e-\lambda$ ． (D) $2n_2e-\lambda/(2n_2)$．

［ B ］

3、 在双缝干涉实验中，光的波长为 600 nm（1 nm＝10^{-9} m），双缝间距为 2 mm，双缝与屏的间距为 300 cm．在屏上形成的干涉图样的明条纹间距为

(A) 0.45 mm． (B) 0.9 mm．

(C) 1.2 mm (D) 3.1 mm． ［ B ］

4、 在双缝干涉实验中，设缝是水平的．若双缝所在的平板稍微向上平移，

其它条件不变，则屏上的干涉条纹

(A) 向下平移，且间距不变.　　(B) 向上平移，且间距不变.

(C) 不移动，但间距改变.　　(D) 向上平移，且间距改变.　　[B]

5、　在双缝干涉实验中，两缝间距离为 d，双缝与屏幕之间的距离为 D ($D>>d$)．波长为λ的平行单色光垂直照射到双缝上．屏幕上干涉条纹中相邻暗纹之间的距离是

(A) $2\lambda D / d$.　　(B) $\lambda d / D$.

(C) dD / λ.　　(D) $\lambda D / d$.　　[D]

6、　把一平凸透镜放在平玻璃上，构成牛顿环装置．当平凸透镜慢慢地向上平移时，由反射光形成的牛顿环

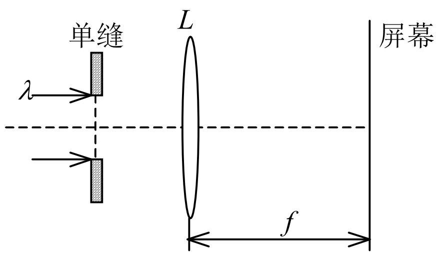
(A) 向中心收缩，条纹间隔变小.

(B) 向中心收缩，环心呈明暗交替变化.

(C) 向外扩张，环心呈明暗交替变化.

(D) 向外扩张，条纹间隔变大.

[A B]



8、在如图所示的单缝夫琅禾费衍射实验中，若将单缝沿透镜光轴方向向透镜平移，则屏幕上的衍射条纹

(A) 间距变大.

(B) 间距变小.

(C) 不发生变化.

(D) 间距不变，但明暗条纹的位置交替变化.

[C D]

10、　测量单色光的波长时，下列方法中哪一种方法最为准确？

(A) 双缝干涉.　　(B) 牛顿环 .

(C) 单缝衍射.　　(D) 光栅衍射.　　[D]

11、　两偏振片堆叠在一起，一束自然光垂直入射其上时没有光线通过．当其中一偏振片慢慢转动 180° 时透射光强度发生的变化为：

(A) 光强单调增加.

(B) 光强先增加，后又减小至零.

(C) 光强先增加，后减小，再增加.

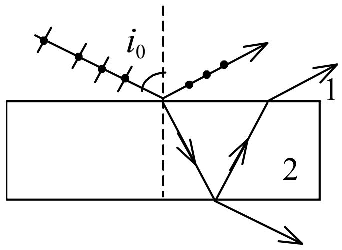
(D) 光强先增加，然后减小，再增加，再减小至零.　　[B]

12、　　使一光强为 I_0 的平面偏振光先后通过两个偏振片 P_1 和 P_2．P_1 和 P_2 的偏振化方向与原入射光光矢量振动方向的夹角分别是α和 90°，则通过这两个偏振片后的光强 I 是

(A) $\frac{1}{2}I_0\cos^2\alpha$．　　　　(B) 0．

(C) $\frac{1}{4}I_0\sin^2(2\alpha)$．　　　(D) $\frac{1}{4}I_0\sin^2\alpha$．

(E) $I_0\cos^4\alpha$．　　　　　　　　　　[C]



13、一束自然光自空气射向一块平板玻璃(如图)，设入射角等于布儒斯特角 i_0，则在界面 2 的反射光

(A) 是自然光．

(B) 是线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面．

(C) 是线偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面．

(D) 是部分偏振光．

[B]

二、填空题

14、He－Ne 激光器发出λ=632.8 nm (1nm=10^{-9} m)的平行光束，垂直照射到一单缝上，在距单缝 3 m 远的屏上观察夫琅禾费衍射图样，测得两个第二级暗纹间的距离是 10 cm，则单缝的宽度 a=____7.6×10^{-2} mm______．

15、在单缝夫琅禾费衍射实验中，设第一级暗纹的衍射角很小，若钠黄光(λ_1≈589 nm) 中央明纹宽度为 4.0 mm，则λ_2=442 nm (1 nm = 10^{-9} m)的蓝紫色光的中央明纹宽度为_______3.0 mm______．

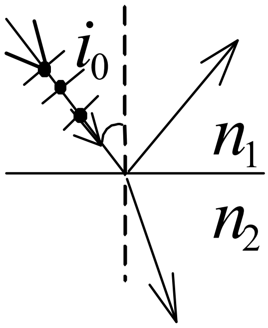
16、平行单色光垂直入射在缝宽为 a=0.15 mm 的单缝上．缝后有焦距为 f=400mm 的凸透镜，在其焦平面上放置观察屏幕．现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为 8 mm，则入射光的波长为λ=____500 nm_____．

17、若光栅的光栅常数 d、缝宽 a 和入射光波长λ都保持不变，而使其缝数 N 增加，则光栅光谱的同级光谱线将变得________更窄更亮________．

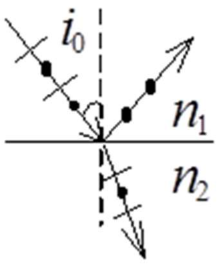
18、衍射光栅主极大公式$(a+b)\sin\varphi=\pm k\lambda$，$k$=0,1,2……．在 k=2 的方向上第

一条缝与第六条缝对应点发出的两条衍射光的光程差δ=____10λ__ _.

19、一束平行单色光垂直入射在一光栅上，若光栅的透明缝宽度 a 与不透明部分宽度 b 相等，则可能看到的衍射光谱的级次为_0，±1，±3，.........____.

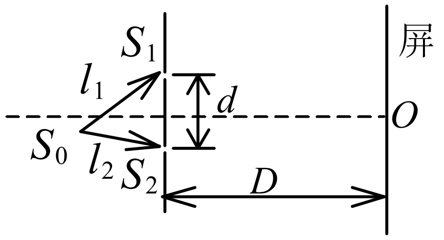


20、当一束自然光以布儒斯特角 i_0 入射到两种介质的分界面(垂直于纸面)上时，画出图中反射光和折射光的光矢量振动方向.



21、一束平行的自然光，以 60° 角入射到平玻璃表面上．若反射光束是完全偏振的，则透射光束的折射角是__30°__；玻璃的折射率为___1.73______.

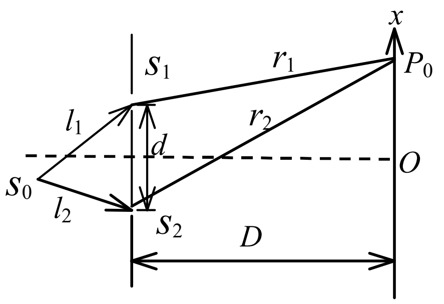
三、计算题



22、　　在双缝干涉实验中，单色光源 S_0 到两缝 S_1 和 S_2 的距离分别为 l_1 和 l_2，并且 $l_1-l_2=3\lambda$，λ为入射光的波长，双缝之间的距离为 d，双缝到屏幕的距离为 $D(D>>d)$，如图．求：

(1) 零级明纹到屏幕中央 O 点的距离．

(2) 相邻明条纹间的距离．



22、解：(1) 如图，设 P_0 为零级明纹中心

则 $$r_2-r_1 \approx d\overline{P_0O}/D$$

3 分

$$(l_2+r_2)-(l_1+r_1)=0$$

∴ $$r_2-r_1=l_1-l_2=3\lambda$$

∴ 槊 齼 $$\overline{P_0O}=D(r_2-r_1)/d=3D\lambda/d$$

3 分

(2) 在屏上距 O 点为 x 处, 光程差

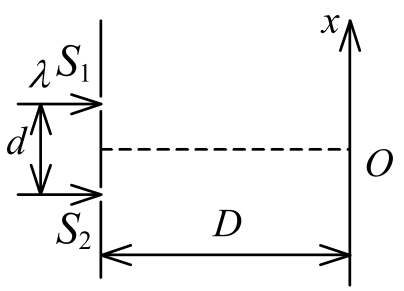
$$\delta \approx (dx/D)-3\lambda$$ 2 分

明纹条件 $$\delta=\pm k\lambda \quad (k=1，2，....)$$

$$x_k=(\pm k\lambda+3\lambda)D/d$$

在此处令 k＝0，即为(1)的结果．相邻明条纹间距

$$\Delta x=x_{k+1}-x_k=D\lambda/d$$ 2 分



23、　　双缝干涉实验装置如图所示，双缝与屏之间的距离 D＝120 cm，两缝之间的距离 d＝0.50 mm，用波长λ＝500 nm (1 nm=10^{-9} m)的单色光垂直照射双缝．

(1) 求原点 O (零级明条纹所在处)上方的第五级明条纹的坐标 x．

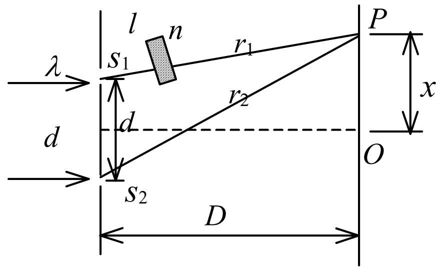
(2) 如果用厚度 l＝1.0×10^{-2} mm， 折射率 n＝1.58 的透明薄膜复盖在图中的 S_1 缝后面，求上述第五级明条纹的坐标 x'．

23、解：(1) ∵ $$dx/D \approx k\lambda$$

$$x \approx Dk\lambda/d=(1200\times5\times500\times10^{-6}/0.50)\text{mm}=6.0\text{ mm}$$ 4 分

(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 $x' = D[(n-1)l + k\lambda]/d$ 3 分

$=1200[(1.58-1)\times 0.01\pm 5\times 5\times 10^{-4}] / 0.50\text{mm}$

$=19.9$ mm 3 分

24、 折射率为 1.60 的两块标准平面玻璃板之间形成一个劈形膜(劈尖角θ很小)．用波长λ＝600 nm (1 nm =10^{-9} m)的单色光垂直入射，产生等厚干涉条纹．假如在劈形膜内充满 n =1.40 的液体时的相邻明纹间距比劈形膜内是空气时的间距缩小Δl＝0.5 mm，那么劈尖角θ应是多少？

24、解：空气劈形膜时，间距 $l_1 = \dfrac{\lambda}{2n\sin\theta} \approx \dfrac{\lambda}{2\theta}$

液体劈形膜时，间距 $l_2 = \dfrac{\lambda}{2\sin\theta} \approx \dfrac{\lambda}{2n\theta}$ 4 分

$$\Delta l = l_1 - l_2 = \lambda(1-1/n)/(2\theta)$$

∴ $\theta = \lambda(1-1/n)/(2\Delta l) = 1.7\times 10^{-4}$ rad 4 分

25、在牛顿环装置的平凸透镜和平玻璃板之间充以折射率 n＝1.33 的液体(透镜和平玻璃板的折射率都大于 1.33)． 凸透镜曲率半径为 300 cm，用波长λ＝650 nm (1 nm=10^{-9} m)的光垂直照射，求第 10 个暗环的半径(设凸透镜中心刚好与平板接触，中心暗斑不计入环数)．

25、解： $R^2 = r^2 + (\mathrm{R}-r)^2$

$r^2 = 2Re - e^2$

略去 e^2，则 $2e = \dfrac{r^2}{R}$ 2 分

暗环： $2ne + = (2k+1)\dfrac{1}{2}\lambda$

$2e=\frac{k}{n}\lambda$ (k＝0，1，2，…) 3 分

$r=\sqrt{\frac{Rk\lambda}{n}}$ k＝10 2 分

r＝0.38 cm 1 分

26、 在牛顿环装置的平凸透镜和平玻璃板之间充满折射率 n＝1.33 的透明液体(设平凸透镜和平玻璃板的折射率都大于 1.33).凸透镜的曲率半径为 300 cm，波长λ＝650 nm(1nm＝10^{9}m)的平行单色光垂直照射到牛顿环装置上，凸透镜顶部刚好与平玻璃板接触．求：

(1) 从中心向外数第十个明环所在处的液体厚度 e_{10}.

(2) 第十个明环的半径 r_{10}.

26、解：(1) 设第十个明环处液体厚度为 e_{10}，则

$$2n\,e_{10}+\lambda/2=10\,\lambda$$

$$e_{10}=(10\lambda-\lambda/2)/2n=19\,\lambda/4n$$ 3 分

$$=2.32\times10^{-4}\text{ cm}$$ 1 分

(2) $$R^2=r_k^2+\left(R-e_k\right)^2$$

$$=r_k^2+R^2-2R\,e_k+e_k^2$$

∵e_k<<R，略去 e_k^2， 得 $$r_k=\sqrt{2R\,e_k}$$ 3 分

$$r_{10}=\sqrt{2R\,e_{10}}=0.373\text{ cm}$$ 1 分

27、 波长范围在 450～650 nm 之间的复色平行光垂直照射在每厘米有 5000 条刻线的光栅上，屏幕放在透镜的焦面处，屏上第二级光谱各色光在屏上所占范围的宽度为 35.1 cm．求透镜的焦距 f. (1 nm=10^{-9} m)

27、解：光栅常数 $d=1\text{m}/(5\times10^5)=2\times10^{-5}\text{m}$. 2 分

设 $\lambda_1=450$nm， $\lambda_2=650$nm,

则据光栅方程，λ_1 和 λ_2 的第 2 级谱线有

$$d\sin\theta_1=2\lambda_1;\quad d\sin\theta_2=2\lambda_2$$

据上式得： $$\theta_1=\sin^{-1}2\lambda_1/d=26.74^\circ$$

$$\theta_2=\sin^{-1}2\lambda_2/d=40.54^\circ$$ 3 分

第 2 级光谱的宽度 $x_2-x_1=f(\text{tg}\theta_2-\text{tg}\theta_1)$

∴ 透镜的焦距 $f=(x_1-x_2)/(\text{tg}\theta_2-\text{tg}\theta_1)$ ＝100 cm. 3 分

29、　　氦放电管发出的光垂直照射到某光栅上，测得波长λ_1=0.668 μm 的谱线的衍射角为φ=20°．如果在同样φ角处出现波长λ_2=0.447 μm的更高级次的谱线，那么光栅常数最小是多少？

29、解：由光栅公式得

$$\sin\varphi = k_1 \lambda_1 / (a+b) = k_2 \lambda_2 / (a+b)$$

$$k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$$

$$k_2 / k_1 = \lambda_1 / \lambda_2 = 0.668 / 0.447$$ 3 分

将 k_2 / k_1 约化为整数比 k_2 / k_1=3 / 2=6 / 4=12 / 8 ......

取最小的 k_1 和 k_2，　　k_1=2，k_2 =3，　　3 分

则对应的光栅常数$(a + b) = k_1 \lambda_1 / \sin\varphi$ =3.92 μm　　2 分

31、有三个偏振片叠在一起，已知第一个与第三个的偏振化方向相互垂直．一束光强为I_0的自然光垂直入射在偏振片上，求第二个偏振片与第一个偏振片的偏振化方向之间的夹角为多大时，该入射光连续通过三个偏振片之后的光强为最大．

31、解：以 P_1、P_2、P_3 分别表示三个偏振片，I_1 为透过第一个偏振片 P_1 的光强，且

$$I_1 = I_0 / 2.$$ 1 分

设 P_2 与 P_1 的偏振化方向之间的夹角为θ，连续穿过 P_1、P_2 后的光强为 I_2，

$$I_2 = I_1 \cos^2\theta = \frac{1}{2}\left(I_0 \cos^2\theta\right)$$ 1 分

设连续穿过三个偏振片后的光强为 I_3，

$$I_3 = I_2 \cos^2\left(90^\circ - \theta\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(I_0 \cos^2\theta \sin^2\theta\right)$$ 1 分

$$= \left(I_0 \sin^2 2\theta\right)/8$$ 1 分

显然，当 2θ＝90°时,即θ＝45°时，I_3 最大．　　1 分

32、一束自然光自水中入射到空气界面上，若水的折射率为 1.33，空气的折射率为 1.00，求布儒斯特角．

32、

解：光从水(折射率为 n_1)入射到空气(折射率为 n_2)界面时的布儒斯特定律

$$\mathrm{tg}\, i_0 = n_2 / n_1 = 1 / 1.33$$ 3 分

$$i_0 = 36.9^\circ \ (=36^\circ 52')$$ 2 分