第十一章 光学

杨氏双缝 光程

1、选择题

（1）在双缝干涉实验中，为使屏上的干涉条纹间距变大，可以采取的办法是：［ B ］ $\Delta x=\frac{D}{d}\lambda$

（A）使屏靠近双缝；（B）使两缝的间距变小；

（C）把两个缝的宽度稍微调窄；（D）改用波长较小的单色光源。

（2）在真空中波长为 λ 的单色光,在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B,若 A、B 两点位相差为 3π，则此路径 AB 的光程为 $\frac{2\pi}{\lambda}\cdot\delta=3\pi \Rightarrow \delta=\frac{3}{2}\lambda$ ［ A ］

(A) 1.5λ　(B) $1.5n\lambda$　(C) 3λ　(D) $1.5\lambda/n$

2、填空题

(1) 在相同的时间内，一束波长为 λ 的单色光分别经过空气和玻璃，则两者传播的路程 不同 ，走过的光程 相同 ；

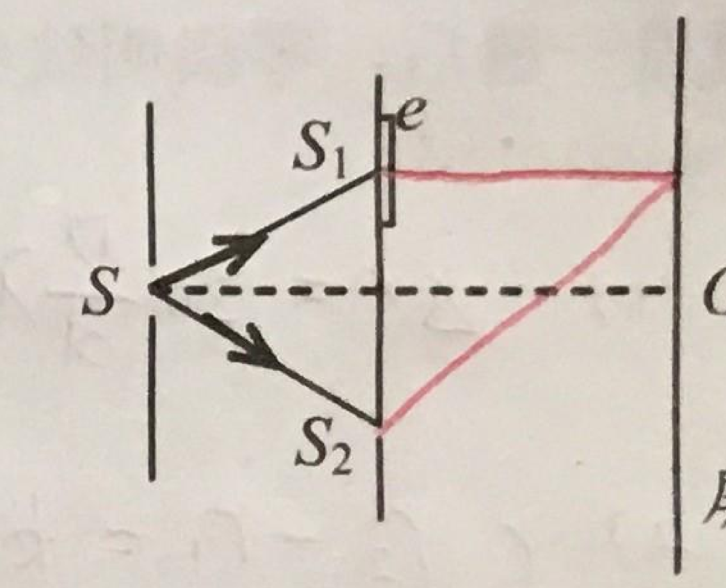
(2) 在双缝干涉实验中，入射光的波长为 λ，用玻璃纸遮住双缝中的一个缝，若玻璃纸中光程比相同厚度的空气的光程大 2.5λ，则屏上原来的明纹处为 暗 （填明暗情况）；

$\delta=\delta_0+2.5\lambda$
$=k\lambda+2.5\lambda$

(3) 把双缝干涉实验装置放在折射率为 n 的媒质中，双缝到观察屏的距离为 D，两缝之间的距离为 d ($d<<D$)，入射光在真空中的波长为 λ，则屏上干涉条纹中相邻明纹的间距是 $\frac{D}{d}\cdot\frac{\lambda}{n}$ ；

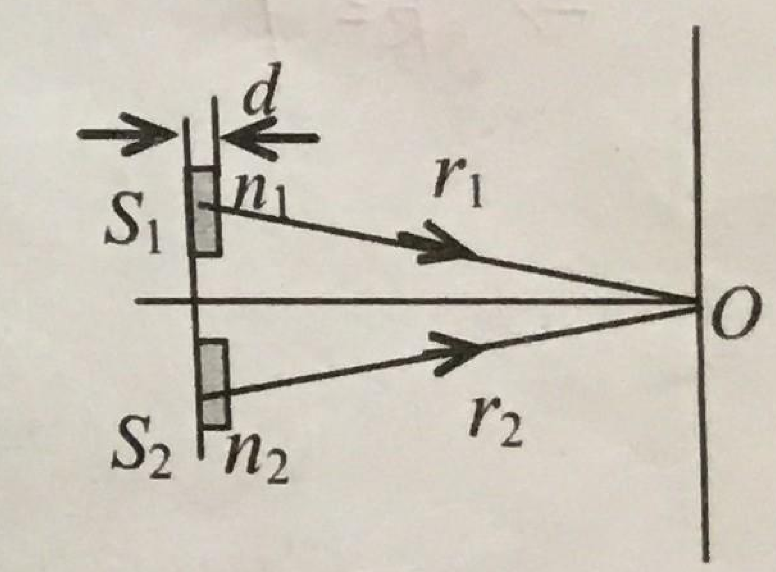
(4) 若一双缝装置的两个缝分别被折射率为 n_1 和 n_2 的两块厚度均为 e 的透明介质所遮盖，此时由双缝分别到屏上原中央极大所在处的两束光的光程差 Δ = n_1e-n_2e ；

(5) 如图，在双缝干涉实验中 $\overline{SS_1}=\overline{SS_2}$，若将一厚度为 e、折射率为 n 的薄云母片覆盖在 S_1 缝上，中央明条纹将向 上 移动；覆盖云母片后，两束相干光至原中央明纹 O 处的光程差为 $ne-e$ ；



（第 (7) 题图）

3、在右图示的双缝干涉实验中，若用薄玻璃片(折射率 $n_1=1.4$)覆盖缝 S_1，用同样厚度的玻璃片(但折射率 $n_2=1.7$)覆盖缝 S_2，将使原来未放玻璃时屏上的中央明条纹处 O 变为第五级明纹．设单色光波长 λ=480 nm(1nm=10^{-9}m)，求玻璃片的厚度 d(可认为光线垂直穿过玻璃片)．



$$\begin{cases} r_2-r_1=0 \\ r_2+(n_2e-e)-[r_1+(n_1e-e)]=5\lambda \end{cases}$$

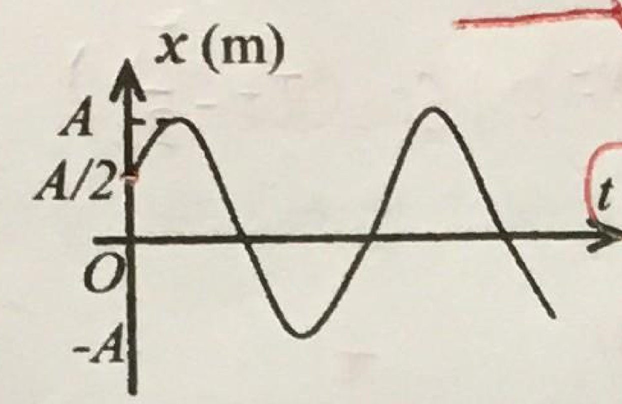
$\therefore (n_2-n_1)e=5\lambda$

$e=8000(nm)$

机械振动

第一节　简谐振动

1. 一质点作简谐振动．其位移与时间的曲线如图所示．若质点的振动规律用余弦函数描述，则其初相应为 [D.]



振动曲线

A　π/3．　B　2π/3．

C　−π/6．D　−π/3．

2. 一个弹簧振子和一个单摆（只考虑小幅度摆动），在地面上的固有振动周期分别为 T_1 和 T_2．将它们拿到月球上去，相应的周期分别为 T_1' 和 T_2'．则有[D]

$T_2=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$T_1=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

A　$T_1'>T_1$ 且 $T_2'>T_2$．　B　$T_1'<T_1$ 且 $T_2'<T_2$．

C　$T_1'=T_1$ 且 $T_2'=T_2$．　D　$T_1'=T_1$ 且 $T_2'>T_2$．

$g\downarrow\ T_2\uparrow$

3. 一物体做简谐振动，运动方程为 $x=A\cos(\omega t+\frac{1}{4}\pi)$，在 $t=T/4$ 时刻(T 为周期)，物体的速度和加速度为[B]

$\omega t=\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{T}{4}=\frac{\pi}{2}$

$v=-A\omega\sin(\omega t+\frac{\pi}{4})=-A\omega\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}$

$a=-A\omega^2\cos(\omega t+\frac{\pi}{4})=A\omega^2\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}$

A. $-\frac{\sqrt{2}}{2}A\omega,\ -\frac{\sqrt{2}}{2}A\omega^2$;　B. $-\frac{\sqrt{2}}{2}A\omega,\ \frac{\sqrt{2}}{2}A\omega^2$;

C　$\frac{\sqrt{2}}{2}A\omega,\ -\frac{\sqrt{2}}{2}A\omega^2$;　D　$\frac{\sqrt{2}}{2}A\omega,\ \frac{\sqrt{2}}{2}A\omega^2$;

4. 一质点在 x 轴上作简谐振动，振辐 $A=4$ cm，周期 $T=2$ s，其平衡位置取作坐标原点．若 $t=0$ 时刻质点第一次通过 $x=-2$ cm 处，且向 x 轴负方向运动，则质点第二次通过 $x=-2$ cm 处的时刻为　[B]

$t=\frac{T}{3}=\frac{2}{3}s$

$\frac{2}{3}\pi=\frac{2\pi}{T}\cdot t$

A　1 s.　B　2/3 s.　C　4/3 s.　D　2 s.

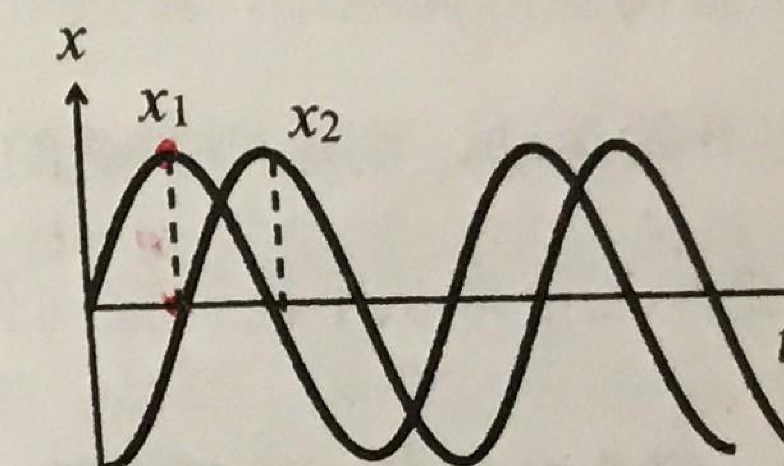
5. 两个同周期简谐振动曲线如图所示．x_1 的相位比 x_2 的相位 [B]

A　落后π/2.

B　超前π/2.

C　落后π .

D　超前π.

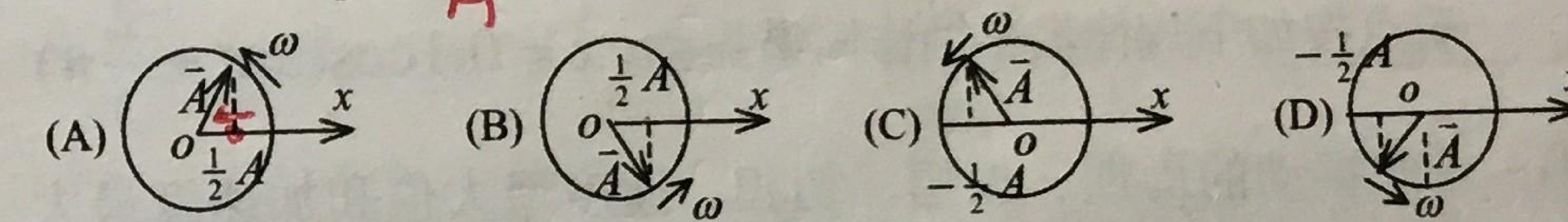


x_1

x_2

6. 一个质点作简谐振动，振幅为 A，在起始时刻质点的位移为 $\frac{1}{2}A$，且向 x 轴的负方向运动，代表此简谐振动的旋转矢量图为

[A]



7. 一质点作简谐振动，速度最大值 $v_m=5$ cm/s，振幅 $A=2$ cm．若令速度具有负最大值的那一时刻为 $t=0$，则振动表达式为 $0.02\cos(\frac{5}{2}t+\frac{\pi}{2})$ (SI).

$v_m=A\omega$　$\omega=\frac{v_m}{A}=\frac{5}{2}$

$\frac{\pi}{2}$

8. 在两个相同的弹簧下各悬挂一物体，两物体的质量比为4:1，则两者做简谐运动的周期之比为 2 : 1 .

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

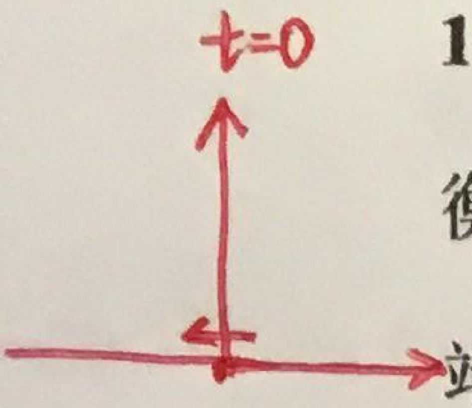
9. 一简谐振动的表达式为 $x=A\cos(3t+\phi)$，已知 $t=0$ 时的初位移为 0.04 m，初速度为 0.09 m/s，则振幅 $A=$ 0.05 m ，初相 $\phi=$ -37° .

$\omega=3$

~~A=0.04~~

$\frac{1}{2}kx^2+\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}kA^2$　$A=\sqrt{x^2+\frac{v^2}{\omega^2}}$

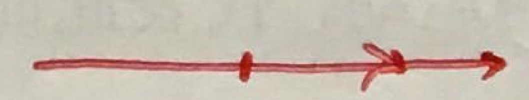
0.02　0.09



10. 两个弹簧振子的周期都是 0.4 s， 设开始时第一个振子从平衡位置向负方向运动，经过 0.5 s 后，第二个振子才从正方向的端点开始运动，则这两振动的相位差为 $\pi - 0 = \pi$.

$\Delta\phi = \omega t = \frac{2\pi}{0.4}\cdot 0.5 = \frac{5}{2}\pi$ $\quad \phi_1 = \frac{\pi}{2} + \frac{5}{2}\pi = 3\pi$ （即 π）

11. 把单摆小球从平衡位置向位移正方向拉开，使摆线与竖直方向成一微小角度 θ，然后由静止释放，使其摆动。从放手时开始计时，若用余弦函数表示运动方程，则该单摆的初相 ϕ= ~~θcos~~ 0.



12. 一质点按如下规律沿 x 轴作简谐振动：$x = 0.1\cos(3\pi t + \frac{2}{3}\pi)$ (SI)．求此振动的周期、振幅、初相、速度最大值和加速度最大值．

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 3\pi \quad T = \frac{2}{3}$

$A = 0.1$

$\phi = \frac{2}{3}\pi$

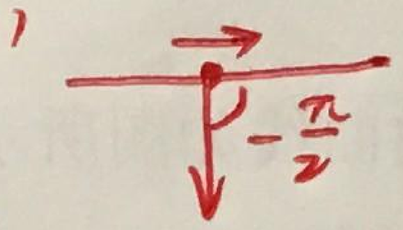
$V_m = A\omega = \cancel{0.1\cdot 3}\ 0.3\pi = 0.942$

$a_m = A\omega^2 = 0.1\cdot 9\pi^2 = 0.9\pi^2 = 8.87$

13. 一放置在水平桌面上的弹簧振子，振幅为 A=0.1m，周期 T=2s，当 t=0 时，求下列各种情况下的运动方程：
(1)物体在平衡位置处，振子向正方向运动；(2) 物体在 x=0.05m 处并向负方向运动；(3) 物体在负的最大位移处。

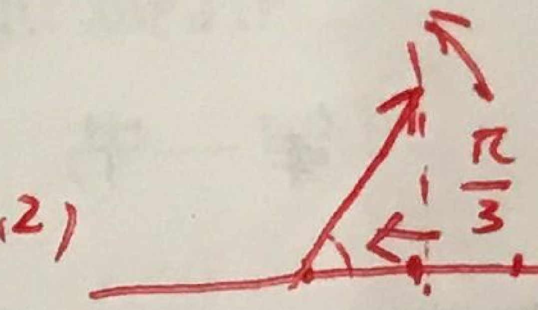
$\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$

(1)



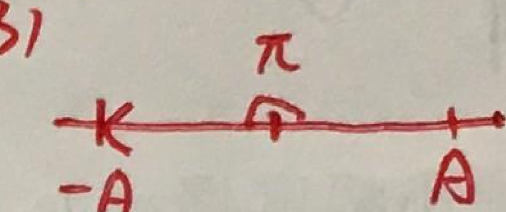
$x = 0.1\cos(\pi t - \frac{\pi}{2})$

(2)



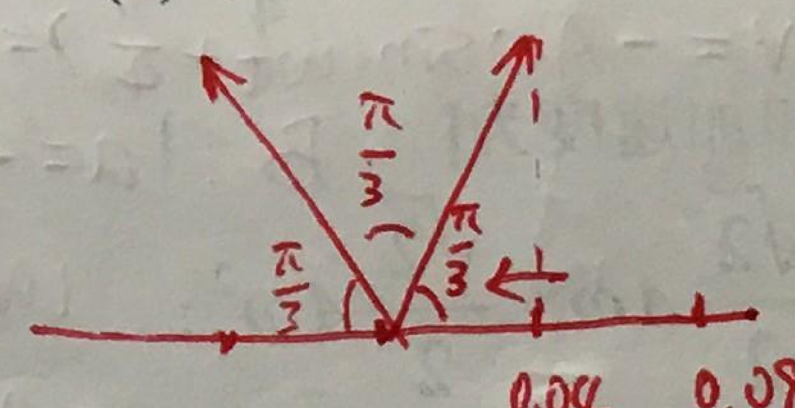
$x = 0.1\cos(\pi t + \frac{\pi}{3})$

(3)



$x = 0.1\cos(\pi t + \pi)$

14. 一质量为 0.01kg 的物体作简谐振动，其振幅为 0.08m，周期为 4s，起始时刻物体在 x=0.04m 处，且向 ox 轴负方向运动。求：
(1) t=1.0s 时物体所处的位置和所受的力。
(2) 由起始位置运动到 $x = -0.04m$ 处所需的最短时间 Δt。



$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2}$ $\quad \omega^2 = \frac{k}{m}$

$k = m\omega^2 = 0.01\cdot(\frac{\pi}{2})^2$

(1) $x = 0.08\cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3})$

$t=1 \quad x = 0.08\cdot(-\frac{\sqrt{3}}{2}) = -0.069$

$F = kx = 1.7\times10^{-3}$ N $= 0.0017$

(2)

$\frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2}\cdot t \Rightarrow t = \frac{2}{3} = 0.67$ s

第二节　振动能量和振动的合成

1. 一弹簧振子作简谐振动，总能量为 E_1，如果简谐振动振幅增加为原来的两倍，重物的质量增为原来的四倍，则它的总能量 E_2 变为　[　D　]　$\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}k(2A)^2=4E_1$

A　$E_1/4$.　　B　$E_1/2$.　　C　$2E_1$.　　D　$4E_1$.

2. 弹簧振子在光滑水平面上作简谐振动时，弹性力在半个周期内所作的功为　[　D　]

A　kA^2.　　B　$\frac{1}{2}kA^2$.　　C　$(1/4)kA^2$.　　D　0. 动能不变

3. 一弹簧振子作简谐振动，当位移为振幅的一半时，其动能为总能量的　[D]

$$\frac{\frac{1}{2}kA^2-\frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2}{\frac{1}{2}kA^2}=\frac{3}{4}$$

A　1/4.　　B　1/2.　　C　$1/\sqrt{2}$.　　D　3/4.

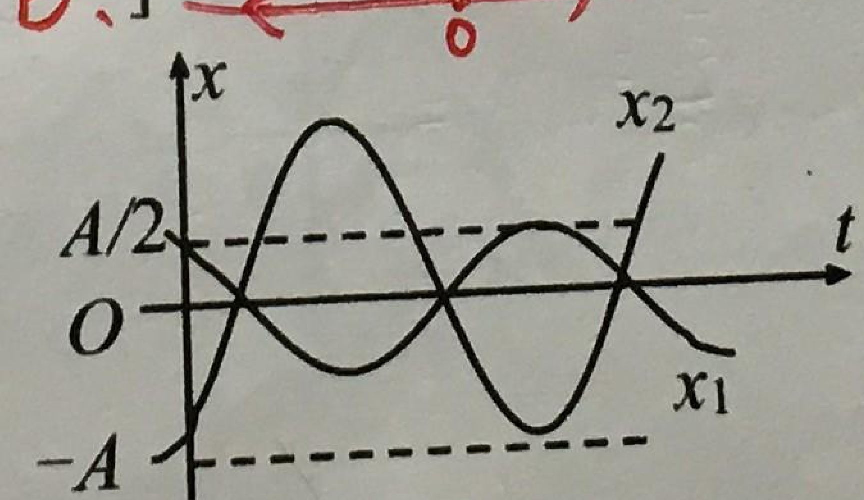
4. 一质点作简谐振动，已知振动周期为 T，则其振动动能变化的周期是　[B.]

(A)　$T/4$.　　(B)　$T/2$.　　(C)　T.　　(D)　$2T$.

5. 图中所画的是两个简谐振动的振动曲线．若这两个简谐振动可叠加，则合成的余弦振动的初相为　[B.]　x_2　0　x_1

A　$\frac{3}{2}\pi$.　　B　π.

C　$\frac{1}{2}\pi$.　　D　0.



6. 两根轻弹簧的倔强系数分别为 k_1 和 k_2，串联后与物体相接做简谐振动．则此系统的固有频率为 ν 等于 $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$.

$T=2\pi\sqrt{\frac{m(k_1+k_2)}{k_1k_2}}$

7. 一物体同时参与同一直线上的两个简谐振动：

$x_1=0.05\cos(4\pi t+\frac{1}{3}\pi)$ (SI)，$x_2=0.03\cos(4\pi t-\frac{2}{3}\pi)$ (SI)，

则合成振动的振幅为 0.02 m.

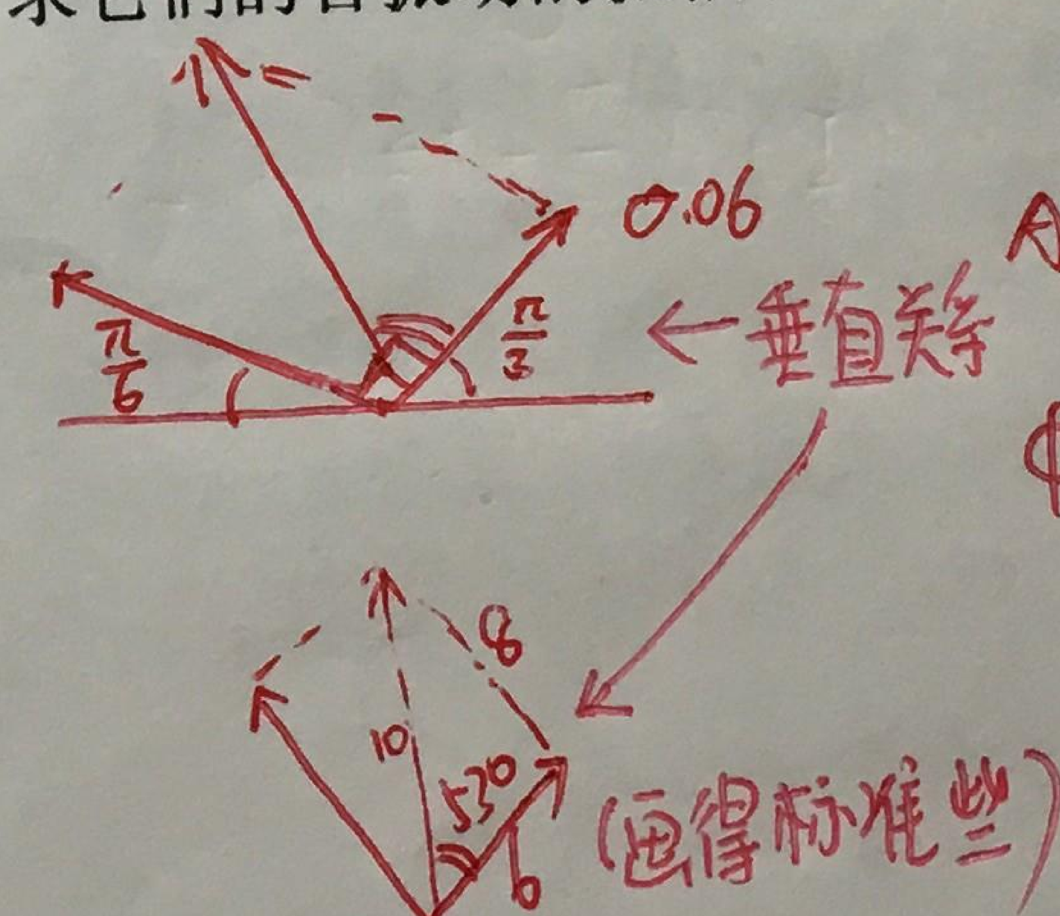
8. 两个振动方向、振幅、频率均相同的简谐运动相遇叠加，测得某一时刻两个振动的位移都为零时，运动方向相反，则这两个振动相位之差为 π．合振幅为 0．

9. 将频率为 400Hz 的标准音叉和一待测频率的音叉同时振动，测得拍频为 2.0Hz，将频率为 405Hz 的标准音叉与待测音叉同时振动，测得拍频为 3.0Hz，则待测音叉的频率为 402 Hz．

10. 已知两个同方向、同频率的简谐运动的运动的方程分别为：

$x_1=0.06\cos(2\pi t+\frac{\pi}{3})(m)$，$x_2=0.08\cos(2\pi t+\frac{5\pi}{6})$，

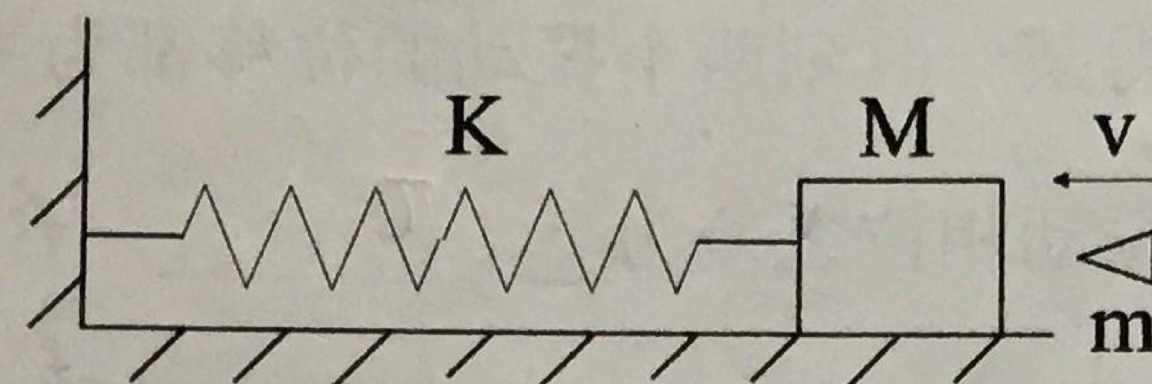
求它们的合振动的振幅和初相位。



$A=\sqrt{(0.06)^2+(0.08)^2}=0.1$

$\Phi=60^\circ+53^\circ=113^\circ$

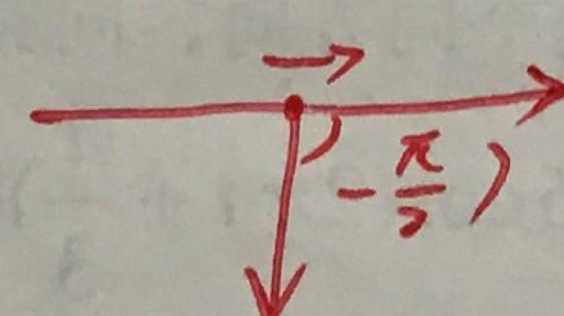
11. 如图所示，质量为 1.0×10^{-2} kg 的，以 $500\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 的速度射入并嵌入在木块中，同时使弹簧压缩从而作简谐运动。设木块的质量为 4.99kg，弹簧的劲度系数为 $8.00\times10^{3}\,\mathrm{N\cdot m^{-1}}$。若以弹簧原长时物体所在处为坐标原点，向左为 x 轴正方向，求简谐运动方程。



$mv_0=(m+M)v'$

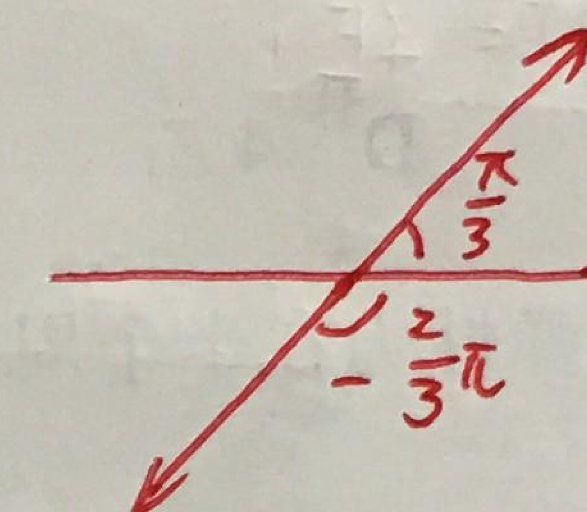
$\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}(m+M)v'^2 \Rightarrow A=0.025$

$\omega=\sqrt{\frac{k}{m+M}}=\sqrt{\frac{8000}{5}}=40$



$x=0.025\cos(40t-\frac{\pi}{2})$

12. 已知一质点同时参与两个同方向的简谐振动,其简谐振动方程分别为 $x_1=5\times10^{-2}\cos(4t+\pi/3)$ (SI)，$x_2=3\times10^{-2}\sin(4t-\pi/6)$ (SI)。画出两振动的旋转矢量图,并求合成振动的振动方程.



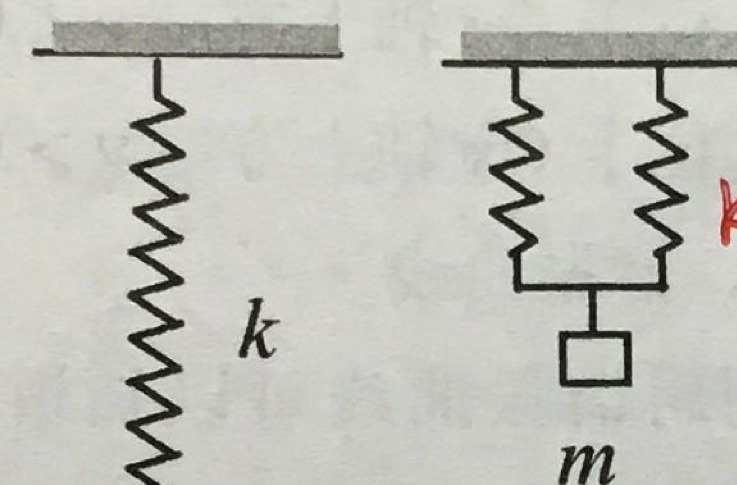
$x=0.02\cos(4t+\frac{\pi}{3})$

$$tg\varphi = \frac{A_1 \sin\varphi_1 + A_2 \sin\varphi_2}{A_1 \cos\varphi_1 + A_2 \cos\varphi_2}$$

2）不同频率，同方向的合成：拍频：$\nu = |\nu_2 - \nu_1|$

综合练习

1、一劲度系数为 k 的轻弹簧截成三等份，取出其中的两根，将它们并联，下面挂一质量为 m 的物体，如图所示。则振动系统的频率为 D.



(A) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{3m}}$.　(B) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$.

(C) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{3k}{m}}$.　(D) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{6k}{m}}$.

$\frac{1}{k'}+\frac{1}{k'}+\frac{1}{k'}=\frac{1}{k}$　$\therefore k'=3k$

2、图 A 表示 $t=0$ 时的余弦波的波形图，波沿 x 轴正向传播；图 B 为一余弦振动曲线．则图 A 中所表示的 $x=0$ 处振动的初相位与图 B 所表示的振动的初相位 [D.]

(A) 均为零.

(B) 均为 $\frac{1}{2}\pi$　(C) 均为 $-\frac{1}{2}\pi$

(D) 依次分别为 $\frac{1}{2}\pi$ 与 $-\frac{1}{2}\pi$.

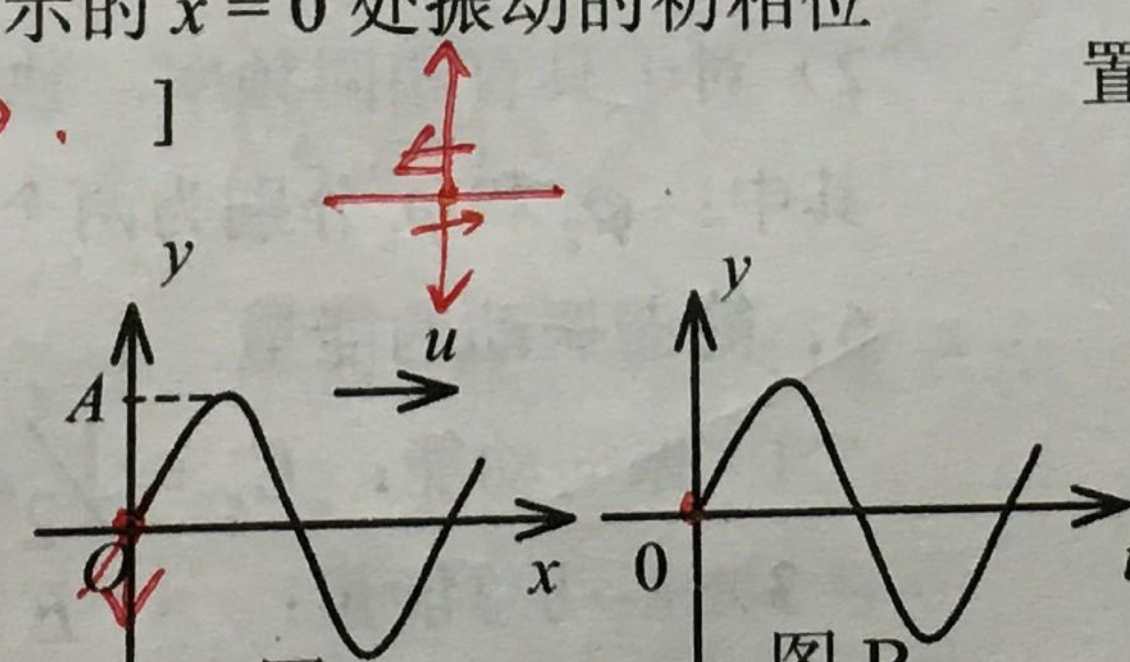
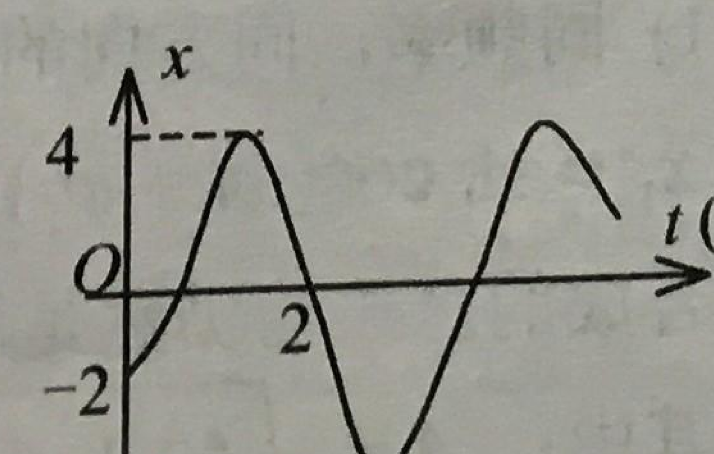


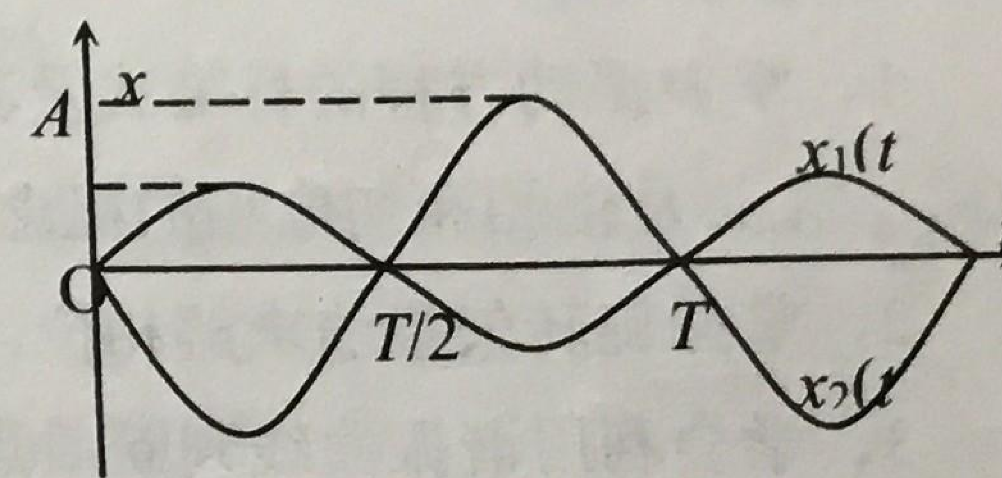
图 A　图 B

3、一质点作简谐振动．其振动曲线如图所示．根据此图，它的周期 T = 24/7，用余弦函数描述时初相 ϕ = $-\frac{2}{3}\pi$.



4、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 $0 \leqslant t \leqslant \frac{1}{2}T$ 范围内，系统在 t = $\frac{T}{8}$，$\frac{3}{8}T$ 时刻动能和势能相等．

5、两个同方向的简谐振动曲线如图所示,合振动的振幅动的初相位= π 。



6、质量为 2 kg 的质点，按方程 $x = 0.2\sin[5t - (\pi/6)]$ (SI)沿着 x 轴振动．求：(1) $t=0$ 时，作用于质点的力的大小；

(2) 作用于质点的力的最大值和此时质点的位置．

$a = 0.2 \cdot 25 \cdot \sin(5t - \frac{\pi}{6}) = 5\sin(5t - \frac{\pi}{6})$

(1) $t=0$　$a = 5\sin(-\frac{\pi}{6}) = 2.5$　$F = ma = 5$

(2) $F_{max} = 2.5 = 10N$　± 0.2 处力最大.

6、一弹簧振子沿 x 轴作简谐振动（弹簧为原长时振动物体的位置取作 x 轴原点）．已知振动物体最大位移为 $x_m = 0.4$ m 最大恢复力为 $F_m = 0.8$ N，最大速度为 $\upsilon_m = 0.8\pi$ m/s，又知 $t=0$ 的初位移为+0.2 m，且初速度与所选 x 轴方向相反．

(1) 求振动能量；

(2) 求此振动的表达式．

(1) $F_m = kA$　$A = x_m$　$k = F_m / x_m$

$E_k = \frac{1}{2}k x_m^2 = \frac{1}{2}F_m x_m = 0.16J$

(2) $\omega = \frac{V_m}{A} = \frac{V_m}{x_m} = 2\pi$　$t=0$　$x_0 = 0.2m$　$V_0 = -A\omega\sin\phi < 0$

$\phi = \frac{\pi}{3}$.

机械波

第一节 简谐波

$\omega=6\pi=\frac{2\pi}{T}$

1. 机械波的表达式为 $y=0.03\cos 6\pi(t+0.01x)$ (SI)，则[B]

(A) 其振幅为 3 m.　　　(B) 其周期为 $\frac{1}{3}$ s.

(C) 其波速为 10 m/s.　　(D) 波沿 x 轴正向传播.

2. 在简谐波传播过程中，沿传播方向相距为 $\frac{1}{2}\lambda$（λ 为波长）的两点的振动速度必定　　[A]

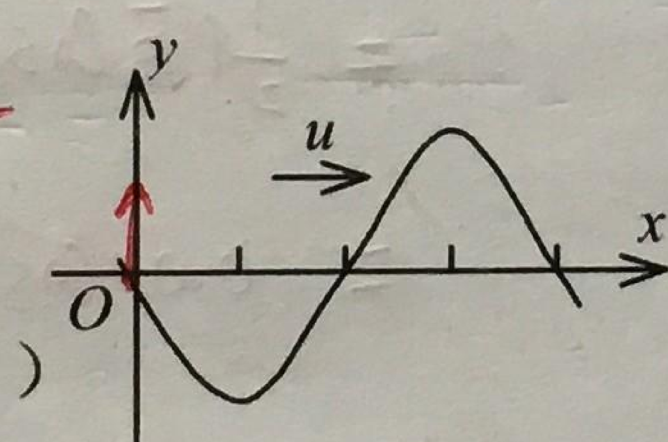
A 大小相同，而方向相反.　　B 大小和方向均相同.

C 大小不同，方向相同.　　D 大小不同，而方向相反.

3. 一平面余弦波在 $t=0$ 时刻的波形曲线 如图所示，则 O 点的振动初相 ϕ 为：(D)

(A) 0.　　(B) $\frac{1}{2}\pi$

(C) π　　(D) $\frac{3}{2}\pi$（或 $-\frac{1}{2}\pi$）

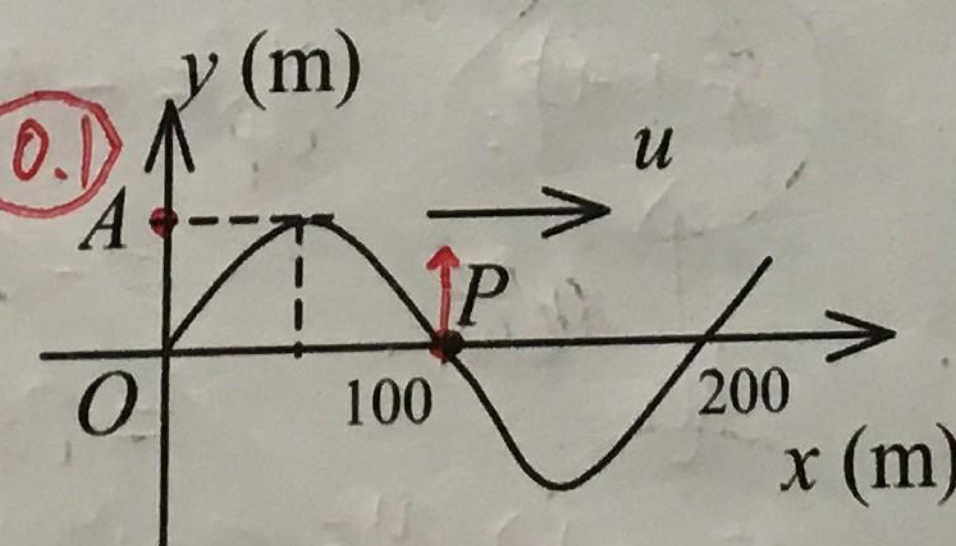


4. 一平面简谐波在弹性媒质中传播，在某一瞬时媒质中某质元正处于平衡位置，此时其能量　　[C]

A 动能为零，势能最大.　　B 动能为零，势能为零.

C 动能最大，势能最大.　　D 动能最大，势能为零.

5. 图示一简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图，波速 $u=200$ m/s，则 P 处质点的振动速度表达式为 [A]



(A) $v=-0.2\pi\cos(2\pi t-\pi)$

$x=0.1\cos(2\pi t-\frac{\pi}{2})$

$v=-0.1\cdot 2\pi\sin(2\pi t-\frac{\pi}{2})$

$-\frac{\pi}{2}$

$\lambda=200$

$T=\frac{\lambda}{u}=1$　$\omega=2\pi$

(B) $v=-0.2\pi\cos(\pi t-\pi)$

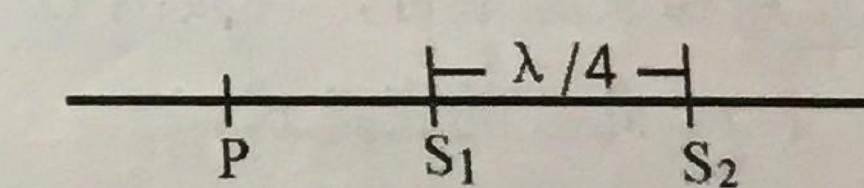
(C) $v=0.2\pi\cos(2\pi t-\pi/2)$

(D) $v=0.2\pi\cos(\pi t-3\pi/2)$

6. 如图所示，两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\lambda/4$，（λ 为波长），S_1 的位相比 S_2 的位相超前 0.5π，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位相差是　[B]

A 0　　B π

C $\frac{1}{2}\pi$　　D $\frac{3}{2}\pi$

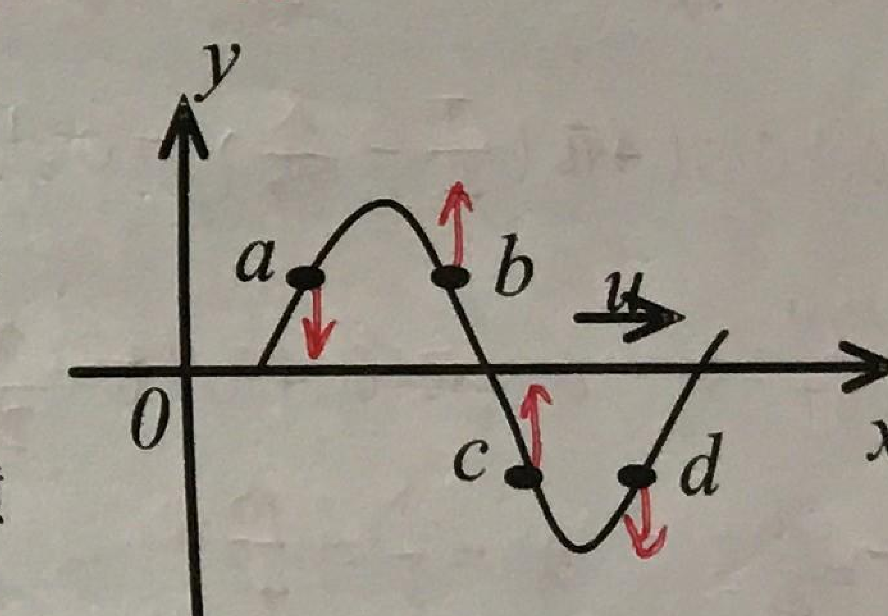


$\Delta\phi=\phi_{S_1P}-\phi_{S_2P}=[\phi_1-\frac{2\pi}{\lambda}r_1]-[\phi_2-\frac{2\pi}{\lambda}r_2)=(\phi_1-\phi_2)-\frac{2\pi}{\lambda}(r_1-r_2)=\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}(-\frac{\lambda}{4})=\pi$

7. 一声波在空气中的波长是 0.25 m，传播速度是 340 m/s，当它进入另一介质时，波长变成了 0.37 m，它在该介质中传播速度为 503.2 m/s.

$T=\frac{0.25}{340}=\frac{0.37}{u}$

8. 已知一行波在 t 时刻的波形如图所示. 试分别在图上注明所示的 a、b、c、d 四点此时的运动速度的方向（设为横波）.



9. 已知波源的振动周期为 4.00×10^{-2} s，波的传播速度为 300 m/s，波沿 x 轴正方向传播，则位于 $x_1=10.0$ m 和 $x_2=16.0$ m 的两质点振动相位差为 π.

$\frac{2\pi}{\lambda}(x_2-x_1)=\frac{2\pi}{12}\cdot 6$

10. 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

 B A D C A B

$y_2 = A\cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$．$S_1$ 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 ______4π 或 0______．

-6π　　$-\frac{20}{2}\pi = -10\pi$

$\phi_{S_1P} - \phi_{S_2P} = [\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}\cdot 3\lambda] - [\omega t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{21}{4}\lambda] = 4\pi$

11. 一简谐波，振动周期 $T = \frac{1}{2}$ s，波长 $\lambda = 10$ m，振幅 $A = 0.1$ m．当 $t = 0$ 时，波源振动的位移恰好为正方向的最大值．若坐标原点和波源重合，且波沿 Ox 轴正方向传播，求：

(1) 此波的表达式；

(2) $t_1 = T/4$ 时刻，$x_1 = \lambda/4$ 处质点的位移；

(3) $t_2 = T/2$ 时刻，$x_1 = \lambda/4$ 处质点的振动速度．

(1) $y = 0.1\cos(4\pi t - \frac{2}{10}\pi x)$

(2) $t = \frac{T}{4} = \frac{1}{8}$ s　　$x_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{10}{4}$ m

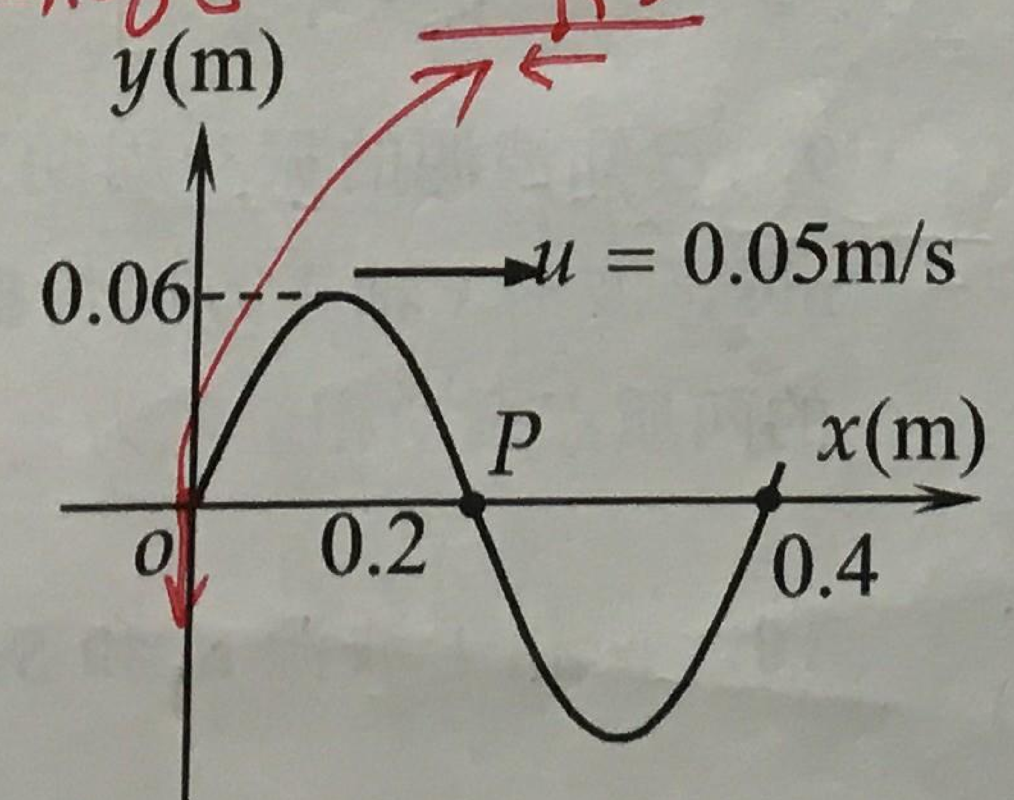
$y_1 = 0.1\cos(4\pi(\frac{T}{4} - \frac{\lambda}{80})) = 0.1\cos 4\pi(\frac{1}{8} - \frac{1}{8}) = 0.1$ m

(3) $v = \frac{\partial y}{\partial t} = -0.4\pi\sin 4\pi(t - \frac{x}{20})$

$t_2 = \frac{1}{2}T = \frac{1}{4}$ s　　$x_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{10}{4}$ m　　$= -\frac{2}{5}\pi$

$v_2 = -0.4\pi\sin(\pi - \frac{\pi}{2}) = -1.26$ s

12. 图示一平面简谐波在 $t = T/2$ 时刻的波形图，求(1) 该波的波函数；(2) P 处质元的振动方程．



$\lambda = 0.4$　$u = 0.05$　$k' = \frac{\omega}{u} = \frac{2\pi}{\lambda} = 5\pi$　$\omega = \frac{2\pi}{0.4}\cdot 0.05 = \frac{\pi}{4}$

$\phi_0 = \frac{\pi}{2} - \omega\cdot\frac{T}{2} = \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{T}\cdot\frac{T}{2} = -\frac{\pi}{2}$

$y(x,t) = 0.06\cos[\frac{\pi}{4}t - 5\pi x - \frac{\pi}{2}]$

$x = 0.2$　$y(0.2, t) = 0.06\cos[\frac{\pi}{4}t - \frac{3}{2}\pi]$

13. 一波长为 λ 的简谐波沿 Ox 轴正方向传播，在 $x = \frac{1}{2}\lambda$ 的 P 处质点的振动方程是 $y_P = (\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\omega t - \frac{1}{2}\cos\omega t)\times 10^{-2}$ (SI)

求该简谐波的表达式．

$= -1(\cos\omega t\cdot\cos\frac{\pi}{3} - \sin\omega t\sin\frac{\pi}{3})$

$= -\cos(\omega t + \frac{\pi}{3})$

$= \cos(\omega t - \frac{2}{3}\pi)$

$y_P = [\frac{1}{2}\sqrt{3}\sin\omega t - \frac{1}{2}\cos\omega t]\times 10^{-2}$

$= \frac{1}{2}(\sqrt{3}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) + \cos(\omega t + \pi))\times 10^{-2}$

$= 0.01\cos(\omega t + \frac{4}{3}\pi)$

$y = 0.01\cos[\omega t + \frac{4}{3}\pi - 2\pi\frac{x - \frac{\lambda}{2}}{\lambda}]$　$+\pi$

$= 0.01\cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}\cdot x + \frac{7\pi}{3})$

$+\frac{\pi}{3}$

第1种：$y_P = -(\cos\omega t\cdot\cos\frac{\pi}{3} - \sin\omega t\sin\frac{\pi}{3})\times 0.01$

$= -\cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) = \cos(\omega t + \frac{\pi}{3} - \pi) = \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3})$

化简

$= \cos(\omega t + \frac{4}{3}\pi)\times 0.01$

第2种：$y_P = 0.01(\sin\omega t\cos\frac{\pi}{6} - \sin\frac{\pi}{6}\cos\omega t)$

$= 0.01\sin(\omega t - \frac{\pi}{6}) = 0.01\cos[\frac{\pi}{2} - (\omega t - \frac{\pi}{6})] = 0.01\cos(\omega t - \frac{2}{3}\pi)$

$\cancel{\cos[\frac{\pi}{2} - (\omega t - \frac{\pi}{6})]} = \cos(\omega t - \frac{2}{3}\pi)$

(A) 810 Hz.　　(B) 699 Hz.　　[B]

动的相位比 A 点落后 $\frac{1}{3}\pi$，波长为 $\lambda = 3$ m，则 A，B 两点相距 $L =$

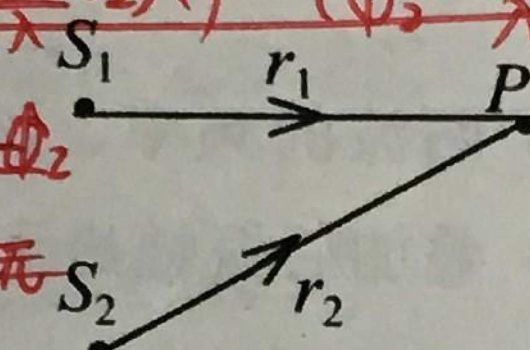
第二节 波的干涉 驻波 电磁波

1．如图所示，两列波长为λ 的相干波在 P 点相遇．波在 S_1 点振动的初相是ϕ_1，S_1到 P 点的距离是 r_1；波在 S_2点的初相是ϕ_2，S_2到 P 点的距离是 r_2，以 k 代表零或正、负整数，则 P 点是干涉极大的条件为：［ D ］

$\phi_2-\frac{2\pi}{\lambda}r_2$

$-[\phi_1-\frac{2\pi}{\lambda}r_1]$

$=2k\pi$



(A) $r_2-r_1=k\lambda$．

(B) $\phi_2-\phi_1=2k\pi$．

(C) $\phi_2-\phi_1+2\pi(r_2-r_1)/\lambda=2k\pi$．

(D) $\phi_2-\phi_1+2\pi(r_1-r_2)/\lambda=2k\pi$

2． 电磁波在自由空间传播时，电场强度$\vec{E}$ 和磁场强度$\vec{H}$，则

A 在垂直于传播方向的同一条直线上．　［ C. ］

B 朝互相垂直的两个方向传播

C 互相垂直，且都垂直于传播方向．

D 有相位差$\pi/2$．

3． 波长为λ的驻波中相邻波节和波腹之间的距离为 ［ D ］

A λ．　B $3\lambda/4$．　C $\lambda/2$．　D $\lambda/4$．

4． 在驻波中，两个相邻波腹间各质点的振动 ［ B ］

A 振幅相同，相位相同．　B 振幅不同，相位相同．

C 振幅相同，相位不同．　D 振幅不同，相位不同．

5． 一机车汽笛频率为 750 Hz，机车以时速 90 公里远离静止的观察者．观察者听到的声音的频率是(设空气中声速为 340 m/s)．［ B. ］

(A) 810 Hz.　(B) 699 Hz.

(C) 805 Hz.　(D) 695 Hz.

6． 设声波在媒质中的传播速度为 u，声源的频率为ν_S．若声源 S 不动，而接收器 R 相对于媒质以速度 υ_R沿着 S、R 连线向着声源 S 运动，则位于 S、R 连线中点的质点 P 的振动频率为 ［ A ］ 不是接收频率．

A ν_S． B $\frac{u+\upsilon_R}{u}\nu_S$．C $\frac{u}{u+\upsilon_R}\nu_S$． D $\frac{u}{u-\upsilon_R}\nu_S$．

7． 沿着相反方向传播的两列相干波，其表达式为 $y_1=A\cos2\pi(\nu t-x/\lambda)$ 和 $y_2=A\cos2\pi(\nu t+x/\lambda)$．在叠加后形成的驻波中，各处简谐振动的振幅是 ［ C. ］

(A) A．　(B) $2A$．

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

$y_{叠}=y_1+y_2=2A\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\cos2\pi\nu t$　$|\cos\frac{2\pi x}{\lambda}|=1$　$\frac{2\pi x}{\lambda}=k\pi$　$x=\frac{k\lambda}{2}$

8． 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 $y=2A\cos(-\pi)\cos\omega t=-2A\cos\omega t$；该质点的振动速度表达式是 $\frac{\partial y}{\partial t}=2A\omega\sin\omega t$．

9．两个相干点波源 S_1 和 S_2，它们的振动方程分别是 $y_1=A\cos(\omega t+\frac{1}{2}\pi)$ 和 $y_2=A\cos(\omega t-\frac{1}{2}\pi)$．波从 S_1 传到 P 点经过的路程等于 2 个波长，波从 S_2 传到 P 点的路程等于 7 / 2 个波长．设两波波速相同，在传播过程中振幅不衰减，则两波传到 P 点的振动的合振幅为 2A．

$\omega t+\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot2\lambda=\omega t+\frac{\pi}{2}$　$\omega t-\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{7}{2}\lambda=\omega t-\frac{3}{2}\pi$ (同相)

10． A，B 是简谐波波线上距离小于波长的两点．已知，B 点振动的相位比 A 点落后$\frac{1}{3}\pi$，波长为$\lambda=3$ m，则 A，B 两点相距 $L=$ 0.5 m．

$\phi_A-\phi_B=\frac{\pi}{3}=\frac{2\pi}{\lambda}\cdot L=\frac{2}{3}\pi\cdot L\Rightarrow L=0.5m$

 DCDBBAC $-2A\cos\omega t$ $2A\omega\sin\omega t$ $2A$ 0.5

11. 如果入射波的表达式是 $y_1 = A\cos 2\pi(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda})$，在 $x=0$ 处发生反射后形成驻波，反射端为自由端．设反射后波的强度不变，则反射波的表达式 $y_2 =$ $A\cos 2\pi(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda})$；在 $x=2\lambda/3$ 处质点合振动的振幅等于 A．

$y_{驻} = y_1 + y_2 = 2A\cos 2\pi(\frac{t}{T})\cos 2\pi\frac{x}{\lambda}$

12. 一列火车以 20 m/s 的速度行驶，若机车汽笛的频率为 600 Hz，一静止观测者在机车正前和机车正后所听到的笛声频率分别为 ν_1、ν_2，则 ν_1 $>$ ν_2（选填“>”、“=”、“<”），$|\nu_1-\nu_2|$ = 70.8 (Hz)（设空气中声速为 340 m/s）．

$600\cdot\frac{340}{340-20} - 600\cdot\frac{340}{340+20} = 637.5-566.7=70.8$ Hz

13. 一球面波在各向同性均匀介质中传播，已知波源的功率为 100 W，若介质不吸收能量，则距波源 10 m 处的波的平均能流密度为 7.96×10^{-2} W/m^2．

$\frac{100}{4\pi r^2}$ $=\frac{1}{4\pi}$

14. 设入射波的表达式为 $y_1 = A\cos 2\pi(\frac{x}{\lambda}+\frac{t}{T})$，在 $x=0$ 处发生反射，反射点为一固定端．设反射时无能量损失，求 (1) 反射波的表达式；(2) 合成的驻波的表达式；(3) 波腹和波节的位置。

(1) $y_2 = A\cos[2\pi(\frac{x}{\lambda}-\frac{t}{T})+\pi]$

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

(3) 波腹：$\frac{2\pi x}{\lambda}+\frac{\pi}{2}=n\pi$

$x=\frac{1}{2}(n-\frac{1}{2})\lambda$

(均可)

波节 $\frac{2\pi x}{\lambda}+\frac{\pi}{2}=n\pi+\frac{\pi}{2}$ $x=\frac{1}{2}n\lambda$．

(2) $y_{反}=A\cos[\omega t-kx+\pi]$

$y_{入}=A\cos[\omega t+kx]$

$y_{驻}=y_{反}+y_{入}=2A\cos[\omega t+\frac{\pi}{2}]\cos(kx-\frac{\pi}{2})$

腹：$\cos(kx-\frac{\pi}{2})=1$ $kx-\frac{\pi}{2}=n\pi$ $x=(n+\frac{1}{2})\cdot\frac{\lambda}{2}$

节：$\cos(kx-\frac{\pi}{2})=0$ $kx-\frac{\pi}{2}=n\pi+\frac{\pi}{2}$ $x=\frac{1}{k}(n\pi+\pi)=\frac{\lambda}{2}(n+1)$

15. 两波在一很长的弦线上传播，其表达式分别为：

$$y_1 = 4.00\times10^{-2}\cos\frac{1}{3}\pi(4x-24t)\quad\text{(SI)}$$

$$y_2 = 4.00\times10^{-2}\cos\frac{1}{3}\pi(4x+24t)\quad\text{(SI)}$$

(1) 两波的频率、波长、波速；(2) 两波叠加后的节点位置；(3) 叠加后振幅最大的那些点的位置．

(1) $\nu=4$ Hz $\lambda=1.5$ m

$u=\lambda\nu=6$ m/s．

(2) 节：$\frac{4\pi x}{3}=\pm(n\pi+\frac{\pi}{2})$

$x=\pm\frac{3}{4}(n+\frac{1}{2})$ m $=(\frac{3n}{4}+\frac{3}{8})$

(3) 波腹 $\frac{4\pi x}{3}=\pm n\pi$

$x=\frac{3n}{4}$ m

姓名　　　　班级　　　　学号

机械波小结

一、教学教学要求

1.理解机械波产生的条件。掌握由已知质点的简谐振动方程得出平面简谐波的波函数的方法及波函数的物理意义。理解波形图线。了解波的能量传播特征及能流、能流密度概念。

2.了解惠更斯原理和波的叠加原理。理解波的相干条件，能应用相位差和波程差分析、确定相干波叠加后振幅加强和减弱的条件。

3.理解驻波及其形成条件。了解驻波和行波的区别。

4.了解机械波的多普勒效应及其产生原因。在波源或观察者单独相对介质运动，且运动方向沿二者连线的情况下，能用多普勒频移公式进行计算。

5.了解电磁波的性质。

二、内容提要

1、机械波的产生的条件:(1)波源,(2)媒质.

机械波的传播实质是相位(或振动状态)的传播,质量并不迁移;

2、描述波的物理量:

波长λ，　频率ν，　周期T，　波速.u

其关系为　$T=1/\nu=\lambda/u$　　$u=\lambda/T=\lambda\nu$

3、平面简谐波的波动方程

$$y=A\cos[\omega(t-x/u)+\varphi_0]=A\cos[2\pi(t/T-x/\lambda)+\varphi_0]$$
$$=A\cos[2\pi(\nu t-x/\lambda)+\varphi_0]$$

4、平均能量密度　$\overline{w}=\rho A^2\omega^2/2$，

能流密度(波的强度)　$I=\overline{w}u=\rho A^2\omega^2 u/2$

5、惠更斯原理(略);

6、波的叠加原理：独立性，叠加性;

7、波的干涉

(1) 相干条件：频率相同，振动方向相同，位相差恒定。

(2) 相干加强与减弱的条件：

加强　$\Delta\varphi=2k\pi$　　减弱　$\Delta\varphi=(2k+1)\pi$

其中$\Delta\varphi=\varphi_{20}-\varphi_{10}-2\pi(r_2-r_1)/\lambda$

(3) 驻波：波腹处振幅最大，波节处振幅最小，相邻波节(或波幅)之间的距离为$\lambda/2$;

8、半波损失：波从波疏媒质(ρu较小)向波密媒质(ρu较大)传播，在界面上反射时，反射波中产生半波损失，其实质是位相突变π;

9、.多普勒效应：只考虑波源和观察者在同一直线上运动时的频率变化公式

机械波综合练习

$\frac{2\pi}{\lambda}=\frac{\omega}{u}$

1. 已知一平面简谐波的表达式为 $y=A\cos(\underset{\omega}{a}t-\underset{}{b}x)$（$a$、$b$为正值常量），则 [D]

(A) 波的频率为 a.　　(B) 波的传播速度为 b/a.

(C) 波长为 π/b.　　(D) 波的周期为 $2\pi/a$.

2.一平面简谐波沿 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]

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

3. 一个波源位于 O 点，以 O 为圆心作两个同心球面，它们的半径分别为 R_1 和 R_2，在两个球面上分　别取相等的面积ΔS_1和

ΔS_2，则通过它们的平均能流之比 $\overline{P}_1/\overline{P}_2=$ R_2^2/R_1^2.

4. 弦上驻波表达式为 $y=3.00\times10^{-2}(\cos1.6\pi x)\cos550\pi t$ (SI).（1）若将此驻波看作传播方向相反的两列波叠加而成，求两波的振幅及波速；（2）求相邻波节之间的距离；（3）求 $t=t_0=3.00\times10^{-3}$ s 时，位于 $x=x_0=0.625$ m 处质点的振动速度

(1) $A=1.5\times10^{-2}$ $\omega=550\pi$ $\frac{2\pi}{\lambda}=1.6\pi$ $\lambda=1.25$

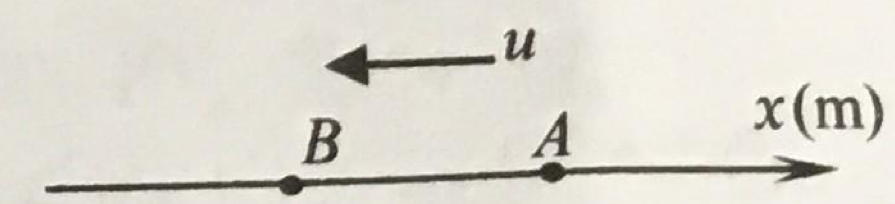
$u=\frac{\omega}{k}=\frac{550\pi}{1.6\pi}=343.75$ m/s

(2) $\frac{\lambda}{2}=0.625$

(3) $\left.\frac{\partial y}{\partial t}\right|_{\substack{x=0.625\\ t=3\times10^{-3}}}=0.03\cos(1.6\pi x)\sin550\pi t(-550\pi)$

$=-46.2$ m/s.

11. 一平面波在介质中以速度 $u=20$ m/s 沿 x 轴负向传播，已知 A 点的振动方程为 $y=3\cos4\pi t$ (SI)。AB 间相距 10 米，求（1）以 A 点为坐标原点写出波动表达式；（2）以 B 点为坐标原点写出波动表达式。



(1) $y(x,t)=3\cos[4\pi t+\frac{2\pi}{\lambda}x]$

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

$[4\pi t+\frac{\omega}{u}(x-x_A)]$ -10.

$=4\pi(t+\frac{x}{20})-2\pi$

狭义相对论

第一节　伽利略变换与牛顿绝对时空观

1. 牛顿绝对时空观认为时间和空间是相互＿独立的＿。

2. 1905 年，爱因斯坦在＿麦克尔逊－莫雷＿实验的事实上提出了狭义相对论的两个基本假设——＿光速不变＿原理和＿相对性＿原理

第二节　相对论基本原理与洛伦兹变换

1. 有下列几种说法：

①所有惯性系对物理基本规律都是等价的．✓

②在真空中，光的速度与光的频率、光源的运动状态无关．✓

③在任何惯性系中，光在真空中沿任意方向的传播速率都相同：✓

若问其中哪些说法是正确的，答案是　　［ D ］

A　只有①②是正确的．　B　只有①③是正确的．

C　只有②③是正确的．　D　三种说法都是正确的．

2. 一飞船的固有长度为 L，相对于地面以速度 v_1 作匀速直线运动，从飞船的后端向飞船中的前端的一个靶子发射一颗相对于飞船的速度为 v_2 的子弹．在飞船上测得子弹从射出到击中靶的时间间隔为：［ C ］

A $\dfrac{L}{v_1+v_2}$　B $\dfrac{L}{v_1-v_2}$　C $\dfrac{L}{v_2}$　D $\dfrac{L}{v_1\sqrt{1-(v_1/c)^2}}$

3. 天津和北京相距 120Km。在北京于某日上午 9 时正有一工厂因过载而断电。同日天津于 9 点 0 分 0.0003 秒发生一交通事故。试求在以 u=0.8C 的速率沿北京到天津方向飞行的飞船中，观察到的这两个事件之间的时间间隔为＿-3.33×10^{-5} s＿，先发生的时间为＿天津＿。（填北京或天津）

$\Delta t'=\frac{5}{3}(0.0003-0.8\cdot\frac{120000}{3\times10^8})=-3.33\times10^{-5}$

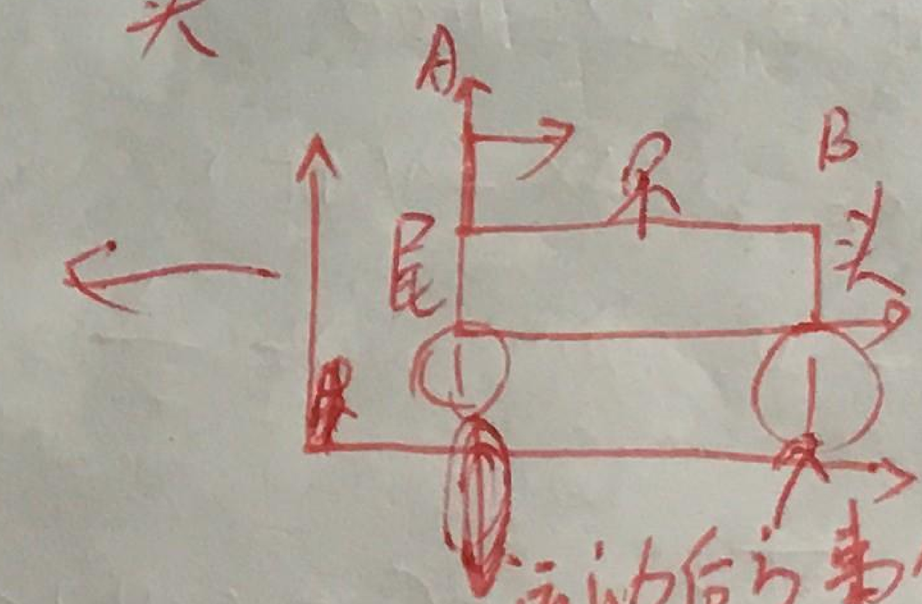
4. 设 S' 系以速率 $v=0.6c$ 相对于 S 系沿 xx' 轴运动，且在 $t=t'=0$ 时，$x=x'=0$。(1) 若有一事件，在 S 系中发生于 $t=2.0\times10^{-7}$ s，$x=50$m 处，则该事件在 S' 系中发生时刻为＿1.25×10^{-7} s＿；

$\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-(0.6)^2}}=\frac{5}{4}$　$t'=\gamma(t-\beta\frac{x}{c})$　$t=\frac{5}{4}(2\times10^{-7}-0.6\cdot\frac{50}{3\times10^8})$

（2）如有另一事件发生于 S 系中 $t=3.0\times10^{-7}$ s，$x=10$m 处，在 S' 系中测得这两个事件的时间间隔为＿2.25×10^{-7}＿。

$\Delta t=1\times10^{-7}$　$\Delta x=-40$　$\Delta t'=\frac{5}{4}(\Delta t-0.6\cdot\frac{\Delta x}{c})$

5. 一列火车以速度 v 匀速行驶，车头、车尾各有一盏灯，某时刻路基上的人看见两灯同时亮了，那么从车厢顶上看见的情况是＿车头灯先亮＿。



(B−A)
$\Delta t'=\gamma(\Delta t-\beta\frac{\Delta x}{c})$
$=\gamma\cdot(0-\beta\frac{L}{c})$
<0
$t_B'<t_A'$
∴ B先亮

6. 在惯性系 S 中的同一地点发生的 A、B 两个事件，B 晚于 A 4 秒，在另一惯性系 S' 中观察 B 晚于 A 5 秒，求：（1）这两个惯性系的相对速度为多少？（2）在 S' 系中这两个事件发生的地点间距离有多大？

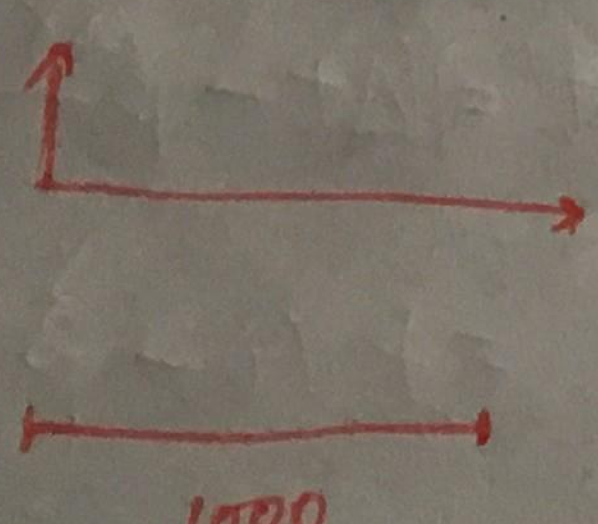
(1) $\Delta t = t_B - t_A = 4 \qquad \Delta t' = t_B' - t_A' = 5s$

$\Delta t' = \gamma \Delta t \Rightarrow \gamma = \frac{5}{4} \qquad v = 0.6c$

(2) $\Delta x' = \gamma(\Delta x - v\Delta t)$

$= \frac{5}{4}(0 - 0.6c \cdot 4) = -3c.$

7. 在某惯性系 K 中，有两个事件同时发生在 x 轴上相距 1000 的两点，而在另一惯性系 K'（沿 x 轴方向相对于 K 系运动）中测得这两个事件发生的地点相距 2500m。求(1)K' 系相对于 K 系的速度大小，(2) K' 系中测这两个事件的时间间隔。



(1) $\Delta t = 0 \quad \Delta x = 1000$

$\Delta x' = \gamma(\Delta x - v\Delta t)$

$2500 = \gamma \cdot 1000 \qquad \gamma = \frac{5}{2} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{4}{25} \qquad \therefore v = \sqrt{\frac{21}{25}}c = \frac{\sqrt{21}}{5}c = 0.917c = 2.75\times10^8 \, m/s$

(2) $\Delta t' = \gamma(\Delta t - \beta\frac{\Delta x}{c}) = -7.63\times10^{-6}s = \frac{500}{3}\sqrt{21}$

8. 在实验室中，若电子 A 以速度 2.9×10^8 m/s 向右方向运动，而电子 B 以速度 2.7×10^8 m/s 向左方向运动，求：A 电子对 B 电子的速度为多少？若电子的静止质量为 m0,在实验室坐标系测得两电子的质量为多少？

(1) A→B. $v_x' = \frac{v_x - u}{1 - \frac{uv_x}{c^2}} = \frac{-2.7\times10^8 - 2.9\times10^8}{1 + \frac{2.7\times2.9\times10^{16}}{c^2}} = -2.995\times10^8 \, m/s$

(2)
$$\begin{cases} m_A = \dfrac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v_A^2}{c^2}}} = 3.9m_0. \\ m_B = \dfrac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v_B^2}{c^2}}} = 2.3m_0 \end{cases}$$

机械波

第一节 简谐波

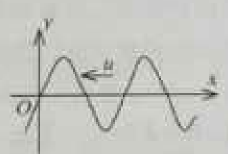
1. 已知一平面简谐波的表达式为 $y = A\cos(at - bx)$（a、b 为正值常量），则 [D]

A 波的频率为 a. B 波的传播速度为 b/a.
C 波长为 π/b. D 波的周期为 $2\pi/a$.

2. 在简谐波传播过程中，沿传播方向相距为 $\frac{1}{2}\lambda$（λ 为波长）的两点的振动速度必定 [A]

A 大小相同，而方向相反. B 大小和方向均相同.
C 大小不同，方向相同. D 大小不同，而方向相反.

3. 图为沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 $t = 0$ 时刻的波形．若波的表达式以余弦函数表示，则 O 点处质点振动的初相为 [D]

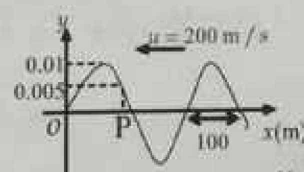


A 0. B $\pi/2$.
C π. D $3\pi/2$.

4. 一平面简谐波在弹性媒质中传播，在某一瞬时媒质中某质元正处于平衡位置，此时其能量 [C]

A 动能为零，势能最大. B 动能为零，势能为零.
C 动能最大，势能最大. D 动能最大，势能为零.

5. 图中画出一平面简谐波在 $t = 2$ s 时刻的波形图，则平衡位置在 P 点的质点的振动方程是 [C]（量纲为 SI 制）



A $y_P = 0.01\cos[\pi(t-2) + \frac{1}{3}\pi]$

B $y_P = 0.01\cos[\pi(t+2) + \frac{1}{3}\pi]$

C $y_P = 0.01\cos[2\pi(t-2) + \frac{1}{3}\pi]$.

D $y_P = 0.01\cos[2\pi(t-2) - \frac{1}{3}\pi]$

6. 如图所示，两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\lambda/4$，（λ为波长），S_1 的位相比 S_2 的位相超前 0.5π，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位相差是 [B]

A 0 B π
C $\frac{1}{2}\pi$ D $\frac{3}{2}\pi$

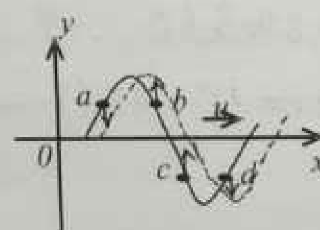
7. 一平面简谐波表达式为 $y = 0.025\cos(125t - 0.37x)$ (SI)，

其角频率 ω = 125 (SI)，波速 u = 337.84 (SI)

波长 $\lambda = \frac{2\pi}{0.37} = 17$ (m).

$\frac{\omega}{u} = \frac{2\pi}{\lambda} = 0.37$

8. 已知一行波在 t 时刻的波形如图所示．试分别在图上注明所示的 a、b、c、d 四点此时的运动速度的方向（设为横波）.



9. A 、B 是简谐波波线上距离小于波长的两点．已知，B 点振动的相位比 A 点落后 $\frac{1}{3}\pi$，波长为 $\lambda = 3$ m，则 A、B 两点相距 L = <u>0.5</u> m。 $\Delta\varphi_{AB} = 2\pi \frac{L}{\lambda}$

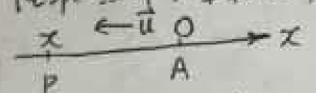
10. 两相干波源 S_1 和 S_2 的振动方程分别是 $y_1 = A\cos\omega t$ 和 $y_2 = A\cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$．$S_1$ 距 P 点 3 个波长，S_2 距 P 点 21/4 个波长．两波在 P 点引起的两个振动的相位差是 <u>-4π（或4π）</u>

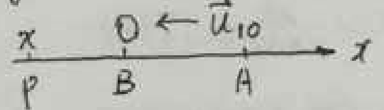
11. 一平面波在介质中以速度 $u = 20$ m/s 沿 x 轴负向传播，已知 A 点的振动方程为 $y = 3\cos 4\pi t$ (SI)，AB 间距离为 10m。求（1）以 A 点为坐标原点写出波动表达式；（2）以 B 点为坐标原点写出波动表达式。

解：(1) 以A为坐标原点O，则

$y_0 = y_A = 3\cos 4\pi t$ (SI)

任取一点P，坐标x，　$y(x,t) = 3\cos 4\pi(t + \frac{x}{20})$ (SI).

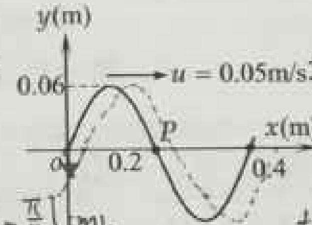


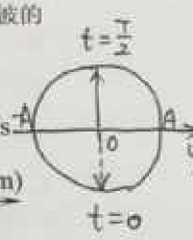


(2) 以B为原点O

$y(x,t) = 3\cos 4\pi(t - \frac{10-x}{20})$ (SI).

12. 图示一平面简谐波在 t = T/2 时刻的波形图，求(1) 该波的波函数；(2) P 处质元的振动方程．





$A = 0.06$ m.　$\lambda = 0.4$ m

$T = \frac{\lambda}{u} = 8$ (s)

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{4}$ (SI)

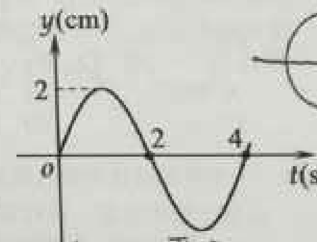
$y = 0.06\cos[\frac{\pi}{4}(t - \frac{x}{0.05}) - \frac{\pi}{2}]$ (m).

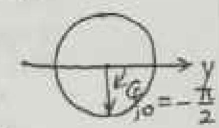
$t = 0$ 时，$\varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$

(2) $y_p = 0.06\cos[\frac{\pi}{4}(t - \frac{0.2}{0.05}) - \frac{\pi}{2}]$

$= 0.06\cos(\frac{\pi}{4}t - \frac{3}{2}\pi)$ m.

13. 一列平面简谐波在媒质中以波速 u = 5 m/s 沿 x 轴正向传播，原点 O 处质元的振动曲线如图所示．(1) 求 O 处质元的振动方程；(2) 求解该波的波函数；(3) 求解 x = 25 m 处质元的振动方程．





(1) $A = 2$ cm，$T = 4$ s.

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2}$ rad/s

$y_0 = 0.02\cos(\frac{\pi}{2}t - \frac{\pi}{2})$ m.

(2) $y(x,t) = 0.02\cos[\frac{\pi}{2}(t - \frac{x}{5}) - \frac{\pi}{2}]$ m.

(3) $y(25,t) = 0.02\cos[\frac{\pi}{2}(t - \frac{25}{5}) - \frac{\pi}{2}]$

$= 0.02\cos(\frac{\pi}{2}t - 3\pi)$ m.

$= 0.02\cos(\frac{\pi}{2}t - \pi)$ m.

第二节 波的干涉 驻波

1. 如图所示，S_1 和 S_2 为两相干波源，它们的振动方向均垂直于图面，发出波长为 λ 的简谐波，P 点是两列波相遇区域中的一点，已知 $\overline{S_1P}=2\lambda$，$\overline{S_2P}=2.2\lambda$，两列波在 P 点发生相消干涉，若 S_1 的振动方程为 $y_1=A\cos(2\pi t+\frac{1}{2}\pi)$，则 S_2 的振动方程为 [D]

A $y_2=A\cos(2\pi t-\frac{1}{2}\pi)$.

B $y_2=A\cos(2\pi t-\pi)$.

C $y_2=A\cos(2\pi t+\frac{1}{2}\pi)$.

D $y_2=2A\cos(2\pi t-0.1\pi)$.

2. 电磁波在自由空间传播时，电场强度 $\vec{E}$ 和磁场强度 $\vec{H}$，则 [C]

A 在垂直于传播方向的同一条直线上.

B 朝互相垂直的两个方向传播

C 互相垂直，且都垂直于传播方向.

D 有相位差 $\pi/2$.

3. 在波长为 λ 的驻波中两个相邻波节之间的距离为 [C]

A λ. B $3\lambda/4$.

C $\lambda/2$. D $\lambda/4$.

4. 在驻波中，两个相邻波节间各质点的振动 [B]

A 振幅相同，相位相同. B 振幅不同，相位相同.

C 振幅相同，相位不同. D 振幅不同，相位不同.

5. 两列时速均为 64.8 km 迎面对开的列车，一列车的汽笛频率为 600 Hz，则在另一列车上的乘客所听到的汽笛的频率为 [D]（设空气中声速为 340 m/s）

A 540 Hz. B 568 Hz. C 636 Hz. D 667 Hz

6. 设声波在媒质中的传播速度为 u，声源的频率为 ν_S. 若声源 S 不动，而接收器 R 相对于媒质以速度 v_R 沿着 S、R 连线向着声源 S 运动，则位于 S、R 连线中点的质点 P 的振动频率为 [A]

A ν_S. B $\frac{u+v_R}{u}\nu_S$.

C $\frac{u}{u+v_R}\nu_S$. D $\frac{u}{u-v_R}\nu_S$.

7. 两列沿相反方向传播的相干波，已知其表达式分别为 $y_1=A\cos 2\pi(\nu t-x/\lambda)$ 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 [C]

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

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

8. 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 $y=-2A\cos\omega t$；该质点的振动速度表达式是 $\frac{\partial y}{\partial t}=2A\omega\sin\omega t$.

9. 两列波在一根很长的弦线上传播，其表达式为 $y_1=6.0\times10^{-2}\cos\pi(x-40t)/2$，$y_2=6.0\times10^{-2}\cos\pi(x+40t)/2$ (SI)则合成波的表达式为 $y=y_1+y_2=0.12\cos\frac{\pi}{2}x\cos 20\pi t$ 在 $x=0$ 至 $x=10.0$ m 内波节的位置是 1, 3, 5, 7, 9 (SI) 波腹的位置是 0, 2, 4, 6, 8, 10 (SI).

10. A，B 是简谐波波线上距离小于波长的两点．已知，B 点振动的相位比 A 点落后 $\frac{1}{3}\pi$，波长为 $\lambda=3$ m，则 A，B 两点相距 $L=$ 0.5 m.

11. 如果入射波的表达式是 $y_1=A\cos2\pi(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda})$，在 $x=0$ 处发生反射后形成驻波，反射点为波腹，设反射后波的强度不变，则反射波的表达式 $y_2=A\cos2\pi(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda})$；在 $x=2\lambda/3$ 处质点合振动的振幅等于 A．

12. 一列火车以 20 m/s 的速度行驶，若机车汽笛的频率为 600 Hz，一静止观测者在机车正前和机车正后所听到的笛声频率分别为 ν_1、ν_2，则 ν_1 > ν_2（选填 ">"、"="、"<"），$|\nu_1-\nu_2|=$ 70.833 (Hz)（设空气中声速为 340 m/s）．

13. 设入射波的表达式为 $y_1=A\cos2\pi(\frac{x}{\lambda}+\frac{t}{T})$，在 $x=0$ 处发生反射，反射点为一固定端．设反射时无能量损失，求 (1) 反射波的表达式；(2) 合成的驻波的表达式；(3) 波腹和波节的位置．

解①固定端有半波损失

$\therefore y_2=A\cos[2\pi(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda})+\pi]$

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

(3) 波腹点：$\frac{2\pi x}{\lambda}-\frac{\pi}{2}=k\pi$，$x=(k+\frac{1}{2})\frac{\lambda}{2}$

波节点：$\frac{2\pi x}{\lambda}-\frac{\pi}{2}=k\pi-\frac{\pi}{2}$．　$x=k\frac{\lambda}{2}$

$k=0,1,2\cdots\cdots$

14. 弦上驻波表达式为 $y=3.00\times10^{-2}(\cos1.6\pi x)\cos550\pi t$ (SI)．(1) 若将此驻波看作传播方向相反的两列波叠加而成，求两波的振幅及波速；(2) 求相邻波节之间的距离；(3) 求 $t=t_0=3.00\times10^{-3}$ s 时，位于 $x=x_0=0.625$ m 处质点的振动速度

解①与 $y=2A\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\cos\frac{2\pi}{T}t$ 对比：$A=1.5\times10^{-2}$ m

$\frac{2\pi}{\lambda}=1.6\pi\rightarrow\lambda=\frac{5}{4}$ m．$2\pi\nu=550\pi$，$\nu=275$ Hz

$u=\lambda\nu=343.75$ m/s

② $\frac{\lambda}{2}=\frac{5}{8}=0.625$ m

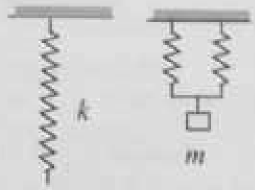
$u=\frac{\partial y}{\partial t}\Big|_{\substack{t=3\times10^{-3}\\x=0.625}}=3\times10^{-2}\cos1.6\pi x\cdot550\pi\sin550\pi t\Big|_{\substack{t=t_0\\x=x_0}}$

$=-46.2$ (m/s)

提高题部分

第一节　简谐振动

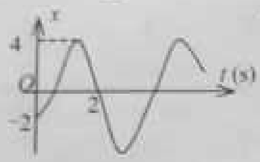
1、一劲度系数为 k 的轻弹簧截成三等份，取出其中的两根，将它们并联，下面挂一质量为 m 的物体，如图所示．则振动系统的频率为

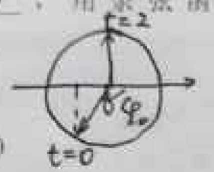


(A) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{3m}}$．　(B) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$．

(C) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{3k}{m}}$．　✓(D) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{6k}{m}}$．

2、一质点作简谐振动．其振动曲线如图所示．根据此图，它的周期 T = $\frac{24}{7}$ S，用余弦函数描述时初相 ϕ = $-\frac{2}{3}\pi$．





$\frac{\pi}{2}+\frac{2}{3}\pi=\omega\cdot 2$

$\omega=\frac{7}{12}\pi=\frac{2\pi}{T}$

$T=\frac{24}{7}$ s

$\varphi_0=-\frac{2}{3}\pi$

3、质量为 2 kg 的质点，按方程 $x=0.2\sin[5t-(\pi/6)]$ (SI)沿

$=0.2\cos[\frac{\pi}{2}-(5t-\frac{\pi}{6})]$

若 x 轴振动．求：　(1) $t=0$ 时，作用于质点的力的大小；

(2) 作用于质点的力的最大值和此时质点的位置．

$=0.2\cos(5t-\frac{2}{3}\pi)$ (SI)

解：$\omega=5$ (SI)，$m=2$ kg

$\therefore k=m\omega^2=50$ (SI)

(1) $F=-kx=-50\times 0.2\sin\frac{\pi}{6}=-5N$

(2) $F_{max}=kA=50\times 0.2=10N$

此时质点位于 $x=\pm 0.2$m 处。

第二节　振动能量和振动的合成

1、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 = $\frac{T}{8}$ 和 $\frac{3}{8}T$ 时刻动能和势能相等．

2、一弹簧振子沿 x 轴作简谐振动（弹簧为原长时振动物体的位置取作 x 轴原点）．已知振动物体最大位移为 $x_m=0.4$ m 最大恢复力为 $F_m=0.8$ N，最大速度为 $v_m=0.8\pi$ m/s，又知 $t=0$ 的初位移为+0.2 m，且初速度与所选 x 轴方向相反．

(1) 求振动能量；$A=x_m=0.4m$，$F_m=kA=0.8$，$k=2$

(2) 求此振动的表达式．　$E=\frac{1}{2}kA^2=0.16J$

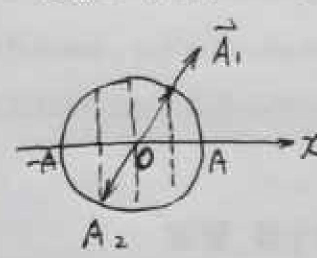
$\omega=\frac{v_m}{A}=2\pi$，$x=0.4\cos(2\pi t+\frac{\pi}{3})$ (SI)

3、一质点同时参与两个同方向的简谐振动，其振动方程分别为

$x_1=5\times 10^{-2}\cos(4t+\pi/3)$ (SI)，$x_2=3\times 10^{-2}\sin(4t-\pi/6)$ (SI)

画出两振动的旋转矢量图，并求合振动的振动方程．

$x_2=3\times 10^{-2}\cos(4t-\frac{2}{3}\pi)$ (SI)



$x=x_1+x_2$

$=2\times 10^{-2}\cos(4t+\frac{\pi}{3})$ (SI)

第三节　简谐波

1、一简谐横波沿 Ox 轴传播．若 Ox 轴上 P_1 和 P_2 两点相距 $\lambda/8$（其中 λ 为该波的波长），则在波的传播过程中，这两点振动速度的

(A) 方向总是相同．　　(B) 方向总是相反．

(C) 方向有时相同，有时相反．　　(D) 大小总是不相等．

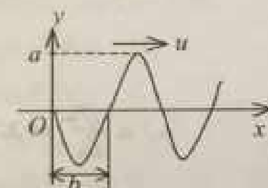
2、一平面简谐波以速度 u 沿 x 轴正方向传播，在 $t=t'$ 时波形曲线如图所示．则坐标原点 O 的振动方程为

(A) $y=a\cos[\frac{u}{b}(t-t')+\frac{\pi}{2}]$．

(B) $y=a\cos[2\pi\frac{u}{b}(t-t')-\frac{\pi}{2}]$．

(C) $y=a\cos[\pi\frac{u}{b}(t+t')+\frac{\pi}{2}]$．

(D) $y=a\cos[\pi\frac{u}{b}(t-t')-\frac{\pi}{2}]$．



3、一列平面简谐波沿 x 轴正向无衰减地传播，波的振幅为 2×10^{-3} m，周期为 0.01 s，波速为 400 m/s．当 $t=0$ 时 x 轴原点处的质元正通过平衡位置向 y 轴正方向运动，则该简谐波的表达式为 $y(x,t)=2\times10^{-3}\cos[\frac{2\pi}{T}(t-\frac{x}{400})-\frac{\pi}{2}]$

第四节 波的干涉 驻波

$=2\times10^{-3}\cos[200\pi(t-\frac{x}{400})-\frac{\pi}{2}]$ m.

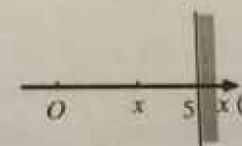
1、设反射波的表达式是　$y_2=0.15\cos[100\pi(t-\frac{x}{200})+\frac{1}{2}\pi]$

$y_入=y_1=0.15\cos[100\pi(t+\frac{x}{200})+\frac{\pi}{2}]$

(SI)　波在 $x=0$ 处发生反射，反射点为自由端，则形成的驻波的表达式为 $y=y_1+y_2=0.3\cos\frac{\pi}{2}x\cos(100\pi t+\frac{\pi}{2})$ (SI)

2、两个相干点波源 S_1 和 S_2，它们的振动方程分别是 $y_1=A\cos(\omega t+\frac{1}{2}\pi)$ 和　$y_2=A\cos(\omega t-\frac{1}{2}\pi)$．波从 S_1 传到 P 点经过的路程等于 2 个波长，波从 S_2 传到 P 点的路程等于 7/2 个波长．设两波波速相同，在传播过程中振幅不衰减，则两波传到 P 点的振动的合振幅为 2A $\left(\because \Delta\varphi=-\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}(\frac{7}{2}\lambda-2\lambda)=-4\pi\right)$

3、在弹性媒质中有一沿 x 轴正向传播的平面波，其表达式为 $y=0.01\cos(4t-\pi x-\frac{1}{2}\pi)$ (SI)．若在 $x=5.00$ m 处有一媒质分界面，且在分界面处反射波相位突变π，设反射波的强度不变，试写出反射波的表达式．由题可求出 $\lambda=2$ m.



解：$y_{入5}=0.01\cos(4t-5\pi-\frac{\pi}{2})=0.01\cos(4t+\frac{\pi}{2})$

$y_{反5}=0.01\cos(4t+\frac{\pi}{2}-\pi)=0.01\cos(4t-\frac{\pi}{2})$

$\therefore y_反=0.01\cos[4t-\frac{2\pi}{\lambda}(5-x)-\frac{\pi}{2}]$

$=0.01\cos(4t+\pi x-5\pi-\frac{\pi}{2})$

$=0.01\cos(4t+\pi x+\frac{\pi}{2})$ m.

第十一章　光学

杨氏双缝

1、选择题

（1）在双缝干涉实验中，为使屏上的干涉条纹间距变大，可以采取的办法是：［ B ］

（A）使屏靠近双缝；　　　　　（B）使两缝的间距变小；

（C）把两个缝的宽度稍微调窄；（D）改用波长较小的单色光源。

（2）在真空中波长为 λ 的单色光,在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B,若 A、B 两点位相差为 3π，则此路径 AB 的光程为　　　　［ A ］

(A) 1.5λ　　(B) $1.5n\lambda$　　(C) 3λ　　(D) $1.5\lambda/n$

$u\cdot\Delta t=\frac{c}{n}\cdot\Delta t=\frac{1}{n}\cdot c\Delta t$

2、填空题

c,λ　u,λ'

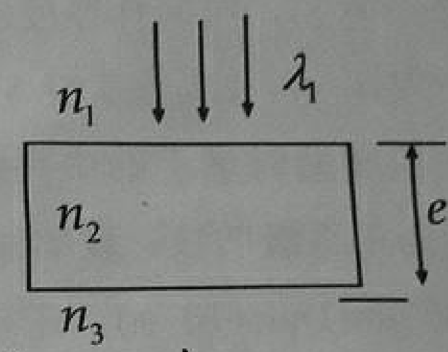
(1) 在相同的时间内，一束波长为 λ 的单色光分别经过空气和玻璃，则两者传播的路程＿不相等＿，走过的光程＿相等＿；

$n\cdot\Delta x=n\cdot u\cdot\Delta t=n\cdot\frac{1}{n}c\cdot\Delta t=c\cdot\Delta t$

(2) 在双缝干涉实验中，入射光的波长为 λ，用玻璃纸遮住双缝中的一个缝，若玻璃纸中光程比相同厚度的空气的光程大 2.5λ，则屏上原来的明纹处为＿暗纹＿（填明暗情况）；

(3) 在玻璃（折射率为1.60）表面镀一层 MgF_2（折射率为1.38）薄膜作为增透膜。为了使波长为500*nm* 的光从空气（折射率为1.00）正入射时尽可能少反射，MgF_2 薄膜的最小厚度应是＿$\frac{\lambda}{4n_2}=90.6\,nm$＿　$n_2=1.38$,　$2n_2e=\pm(2k+1)\cdot\frac{\lambda}{2}$

(4) 见右图，平行单色光垂直照射到薄膜上，经上下两表面反射的两束光发生干涉，若薄膜的厚度为 e，并且 $n_1<n_2>n_3$，λ_1 为入射光在折射率为 n_1 的媒质中的波长，则两束反射光在相遇点的光程差为



＿$2n_2e+\frac{\lambda}{2}=2n_2e+\frac{1}{2}n_1\lambda_1$＿

$\lambda=n_1\lambda_1$

相位差为＿$(2n_2e+\frac{\lambda}{2})\cdot\frac{2\pi}{\lambda}=\frac{4\pi n_2e}{n_1\lambda_1}+\pi$.＿

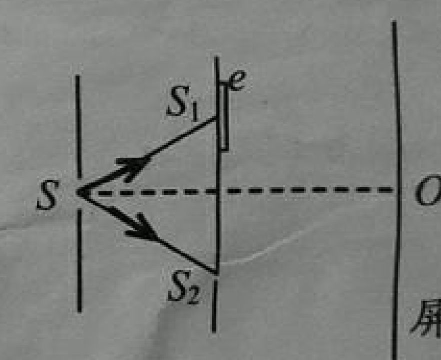
(5) 把双缝干涉实验装置放在折射率为 n 的媒质中，双缝到观察屏的距离为 D，两缝之间的距离为 d (d<<D)，入射光在真空中的波长为 λ，则屏上干涉条纹中相邻明纹的间距是＿$\frac{D\cdot\lambda}{n\cdot d}$＿；

$n\cdot d\sin\theta=k\lambda\Rightarrow n\cdot d\cdot\theta=k\lambda$

$n\cdot d\cdot\Delta\theta=\lambda$, $\Delta x=\Delta\theta\cdot D=\frac{D\cdot\lambda}{n\cdot d}$

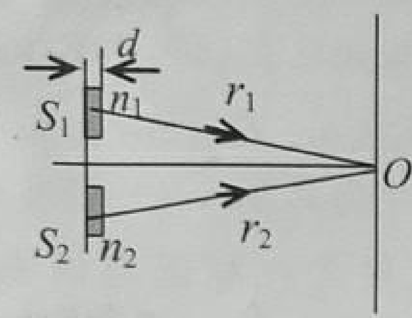
(6) 若一双缝装置的两个缝分别被折射率为 n_1 和 n_2 的两块厚度均为 e 的透明介质所遮盖，此时由双缝分别到屏上原中央极大所在处的两束光的光程差 $\Delta=$＿n_1e-n_2e＿；　$r=(n-1)e$.

(7) 如图，在双缝干涉实验中 $\overline{SS_1}=\overline{SS_2}$，若将一厚度为 e、折射率为 n 的薄云母片覆盖在 S_1 缝上，中央明条纹将向＿上＿移动；覆盖云母片后，两束相干光至原中央明纹 O 处的光程差为＿$(n-1)e$＿；



（第(7)题图）

3、在右图示的双缝干涉实验中，若用薄玻璃片(折射率 $n_1=1.4$)覆盖缝 S_1，用同样厚度的玻璃片(但折射率 $n_2=1.7$)覆盖缝 S_2，将使原来未放玻璃时屏上的中央明条纹处 O 变为第五级明纹．设单色光波长 $\lambda=480$ nm(1nm=10^{-9}m)，求玻璃片的厚度 d(可认为光线垂直穿过玻璃片)．



光程 $r+(n-1)d$.

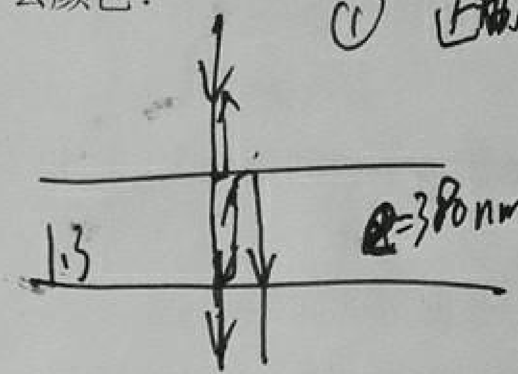
$\delta=[r_1+(n_1-1)d]-[r_2+(n_2-1)d]=(n_1-n_2)d$

$\delta=\pm k\lambda \quad k=5.$

$(n_1-n_2)d=\pm5\lambda \quad d=\dfrac{5\lambda}{n_2-n_1}$

$d=\dfrac{5\times480\times10^{-9}}{1.7-1.4}=8\times10^{-6}\ (m)$

4、白光垂直照射到空气中一厚度为 380nm 的肥皂膜上，设肥皂膜的折射率为 1.32，试问该膜的正面呈现什么颜色？背面呈现什么颜色？



① 正面 $\delta_1=2ne+\frac{\lambda}{2}$

$=2\times1.32\times380\times10^{-9}+\frac{\lambda}{2}$

$=1003.2\times10^{-9}+\frac{\lambda}{2}$

$\delta_1=k\lambda$

$1003.2\times10^{-9}+\frac{\lambda}{2}=k\lambda$

$\lambda=\dfrac{1003.2\times10^{-9}}{k-0.5}$

$k=1:\ \lambda_1=2006.4\times10^{-9}(m)$ 红外.

$k=2:\ \lambda_2=\frac{1003.2}{1.5}\times10^{-9}=668.8\times10^{-9}(m)$ 红光

$k=3:\ \lambda_3=\frac{1003.2}{2.5}\times10^{-9}=401.28\times10^{-9}(m)$ 紫光

$k=4:\ \lambda_4=\frac{1003.2}{3.5}\times10^{-9}=286.6\times10^{-9}(m)$ 紫外

正面 668.8 nm 红光，401.3 nm 紫光．紫红色．

② 背面．$\delta_2=2ne$，$\delta_2=k\lambda$

$2ne=k\lambda \quad \lambda=\dfrac{2ne}{k}=\dfrac{2\times1.32\times380\times10^{-9}}{k}$

$k=1:\ \lambda_1=1003.2\times10^{-9}\ (m)$ 红外

$k=2:\ \lambda_2=501.6\times10^{-9}(m)$ 绿色

$k=3:\ \lambda_3=334.4\times10^{-9}(m)$ 紫外

5、在双缝干涉实验中，波长$\lambda = 550nm$的单色平行光垂直入射到缝间距$d = 2\times10^{-4}m$的双缝上，屏到双缝的距离$D = 2m$。求：（1）中央明纹两侧的两条第10级明纹中心的间距；

（2）用一厚度为$e = 6.6\times10^{-6}m$、折射率为$n = 1.58$的云母片覆盖一缝后，零级明纹将移到原来的第几级明纹处？

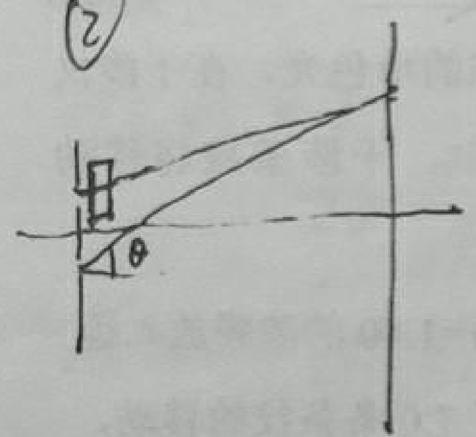
① $d\sin\theta = \pm k\lambda$　$k = 10$

$\theta = \frac{k\lambda}{d} = \frac{10\times550\times10^{-9}}{2\times10^{-4}} = 2.75\times10^{-2}$

两条10级明纹的间距：$\Delta x = D\cdot2\theta = 2\times2\times2.75\times10^{-2}$

$= 0.11\,(m)$

②



$d\sin\theta \pm (n-1)e = \pm k\lambda,\ k = 0$

$d\sin\theta - (n-1)e = 0$

$\theta = \frac{(n-1)e}{d} = \frac{(1.58-1)\times6.6\times10^{-6}}{2\times10^{-4}}$

$= 1.914\times10^{-2}$

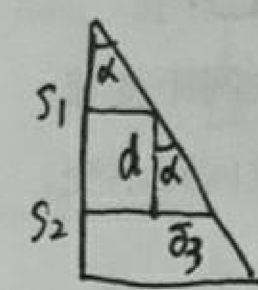
对应于原来的明纹：~~$d\theta = k'\lambda,\ k' = \frac{d\theta}{\lambda}$~~

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

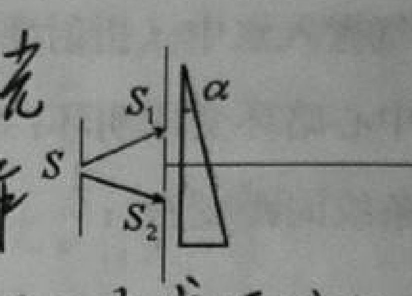
$k' = \frac{d\sin\theta}{\lambda} = \frac{2\times10^{-4}\times1.914\times10^{-2}}{550\times10^{-9}}$

$\approx 6.96 \approx 7$.

6*. 如图所示：在双缝干涉实验中，波长为λ的单色平行光垂直入射到缝间距为d的双缝上，屏到双缝的距离D。若在紧靠双缝处放置一折射率为n的光楔，测得干涉条纹较放光楔前移动了Δx，求光楔的楔角α？



S₁，S₂通过光楔的光线靠近中心可近似看作是平行通过．如图．S₁S₂光线通过后的光程差为



$[r_1 + s_1(n-1)] - [r_2 + (n-1)s_2]$

$= r_1 - r_2 + (n-1)(s_1 - s_2)$

$= r_1 - r_2 - (n-1)d\cdot tg\alpha = d\sin\theta - d\cdot tg\alpha\cdot(n-1)$

观察中央明纹的移动．$d\sin\theta - (n-1)d\,tg\alpha = k\lambda = 0$

$\sin\theta = (n-1)tg\alpha$，$\theta \approx \sin\theta = (n-1)tg\alpha$

$\Delta x = D\cdot\theta = D\cdot(n-1)\cdot tg\alpha$

$tg\alpha = \frac{\Delta x}{D(n-1)}$

薄膜干涉

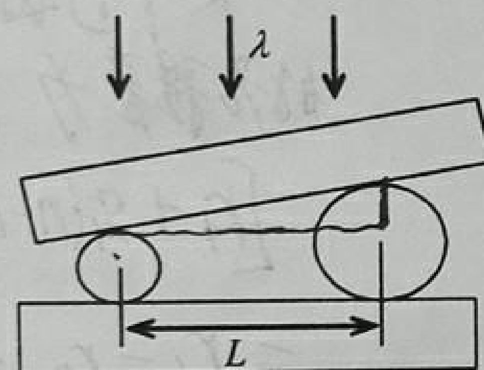
1、选择题

(1) 若把由平凸玻璃和平玻璃（折射率 1.50）制成的牛顿环装置由空气搬入水中（折射率 1.33），则干涉条纹　[C·]

(A) 中心暗环变成明环；　(B) 条纹间距变疏；

(C) 条纹间距变密 ；　(D) 条纹间距不变。

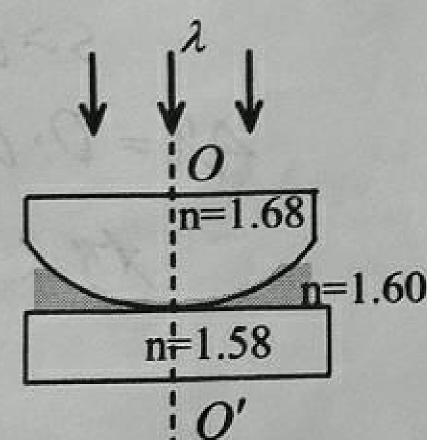
(2) 如图所示，两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为 L，夹在两块平晶的中间，形成空气劈尖，当单色光垂直入射时，产生等厚干涉条纹．如果两滚柱之间的距离 L 变大，则在 L 范围内干涉条纹的　[D]



（A）数目增加，间距不变．　（B）数目减少，间距变大．

(C) 数目增加，间距变小．(D) 数目不变，间距变大．

(3) 如图所示，平板玻璃和凸透镜构成牛顿环装置，全部浸入 $n=1.60$ 的液体中，凸透镜可沿 OO' 移动，用波长 $\lambda=500$ nm(1nm=10^{-9}m)的单色光垂直入射．从上向下观察，看到中心是一个暗斑，此时凸透镜顶点距平板玻璃的距离最少是　[C]



(A) 156.3 nm　(B) 148.8 nm

(C) 78.1 nm　(D) 74.4 nm　(E) 0

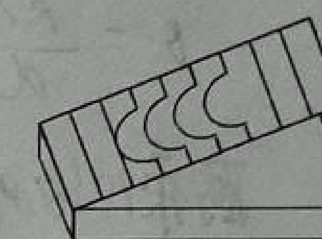
$2ne=\frac{\lambda}{2}(2k+1)$

(4) 如图所示，用劈尖干涉检测工件的表面，当波长为 λ 的单色光垂直入射时，观察到的干涉条纹中间向劈尖棱边弯曲，每一条弯曲部分的顶点恰好与左邻的直线部分的连线相切，则工件表面：　[B.]

(A) 有一凹陷的槽，深为 $\lambda/4$；　(B) 有一凹陷的槽，深为 $\lambda/2$；

(C) 有一凸起的埂，高为 $\lambda/2$；　(D) 有一凸起的埂，高为 $\lambda/4$。

2、填空题



(1) 两块平玻璃构成空气劈形膜，左边为棱边，用单色平行光垂直入射．若上面的平玻璃慢慢地向上平移，则干涉条纹向 ＿左＿ 平移，条纹间隔 ＿不变＿；　$l=\frac{\lambda}{2n_2\alpha}$

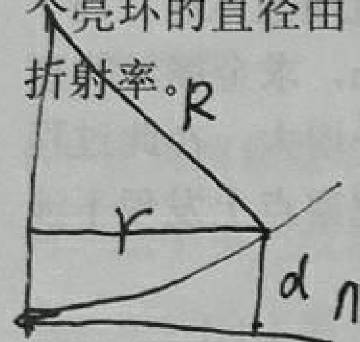
(2) 已知在迈克耳逊干涉仪中使用波长为λ的单色光，在干涉仪的可动反射镜移动一距离 d 的过程中，干涉条纹将移动 ＿$\frac{2d}{\lambda}$＿ 条；

(3) 设入射光的波长为 589nm，把折射率 n=1.40 的薄膜放入迈克耳孙干涉仪的一臂，如果由此产生了 7.0 条条纹的移动，则膜厚为 ＿$\frac{7\lambda}{2(n-1)}=5.154\times10^{-6}$＿ (m)

(4) 在空气中有一劈形透明膜，其劈尖角 $\theta=1.0\times10^{-4}$rad，在波长 $\lambda=700$ nm 的单色光垂直照射下，测得两相邻干涉明条纹间距 $l=0.25$ cm，由此可知此透明材料的折射率 n= ＿1.4＿. (1 nm=10^{-9} m)　$n=\frac{\lambda}{2\cdot l\cdot\theta}$

(5) 波长 $\lambda=600$ nm 的单色光垂直照射到牛顿环装置上，第二个明环与第五个明环所对应的空气膜厚度之差为 ＿900＿ nm (1 nm=10^{-9} m);　$e_5-e_2=\frac{1}{2}(5\lambda-2\lambda)$

3、在牛顿环实验中，当透镜与玻璃间充满某种液体时，第 10 个亮环的直径由 1.4×10^{-2}m 变为 1.27×10^{-2}m，试求这种液体的折射率。



$$\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2}$$

第十级亮纹 $\delta = k\lambda = 10\lambda$

$$2nd + \frac{\lambda}{2} = 10\lambda$$

几何关系：

$(R-d)^2 + r^2 = R^2$，$\therefore r^2 = 2dR + d^2$

d很小，忽略 d^2，$\therefore r^2 = 2dR$

$$d = \frac{r^2}{2R}$$

空气时：$n=1$

$$2\cdot\frac{r_1^2}{2R} = (10-\frac{1}{2})\lambda \cdots ①$$

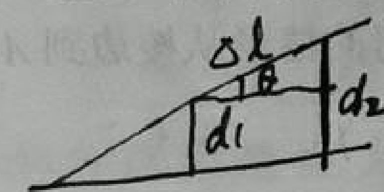
液体的折射率n：

$$2n\cdot\frac{r_2^2}{2R} = (10-\frac{1}{2})\lambda \cdots ②$$

$\frac{①}{②}$：$\frac{1}{n}\cdot\frac{r_1^2}{r_2^2} = 1$，$n = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \left(\frac{1.4\times10^{-2}}{1.27\times10^{-2}}\right)^2$

$$= 1.215$$

4、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 $\lambda=600$ 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 $\Delta l=0.5$ mm．求(1)两种情况下相邻两明纹厚度差之比；(2)劈尖角 θ．



$$\delta_1 = 2n\cdot d_1 + \frac{\lambda}{2} = k\lambda \cdots ①$$

$$\delta_2 = 2nd_2 + \frac{\lambda}{2} = (k+1)\lambda \cdots ②$$

② − ①：$2n(d_2-d_1) = \lambda$，令 $\Delta d = d_2 - d_1$

$2n\cdot\Delta d = \lambda$，$\therefore \Delta d = \frac{\lambda}{2n}$

① 空气劈尖：$\Delta d = \frac{\lambda}{2}$

液体劈尖：$\Delta d' = \frac{\lambda}{2n} = \frac{\lambda}{2.8}$

$$\frac{\Delta d}{\Delta d'} = \frac{\frac{\lambda}{2}}{\frac{\lambda}{2n}} = n = 1.4$$

② 几何关系有：$\Delta l = \frac{\Delta d}{\theta} = \frac{\lambda}{2n\cdot\theta}$

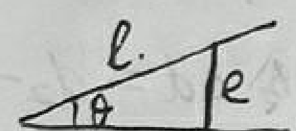
空气劈尖：$\Delta l = \frac{\lambda}{2\theta}$

液体劈尖：$\Delta l' = \frac{\lambda}{2n\cdot\theta} = \frac{\lambda}{2.8\theta}$

$$\begin{cases} \Delta l - \Delta l' = \frac{\lambda}{\theta}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2.8}\right) \\ \Delta l - \Delta l' = 0.5\times10^{-3} \end{cases}$$

$\therefore \theta = \frac{600\times10^{-9}}{0.5\times10^{-3}}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2.8}\right) = 1.714\times10^{-4}$ (rad)

5、用波长为 500 nm（1 nm=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形膜上．在观察反射光的干涉现象中，距劈形膜棱边 l = 1.56 cm 的 A 处是从棱边算起的第四条暗条纹中心．(1) 求此空气劈形膜的劈尖角θ；(2) 改用 600 nm 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？



$$\begin{cases}\Delta = 2e+\frac{\lambda}{2}\\ e = l\cdot\theta\end{cases} \quad \therefore \Delta = 2\cdot l\cdot\theta+\frac{\lambda}{2}$$

① 暗纹位置 $\Delta = (k-\frac{1}{2})\lambda = 2l\cdot\theta+\frac{\lambda}{2}$

第四条暗纹：$(4-\frac{1}{2})\lambda = 2l\cdot\theta+\frac{\lambda}{2}$

$$\theta = \frac{(4-1)\lambda}{2\cdot l} = \frac{3\times500\times10^{-9}}{2\times1.56\times10^{-2}} = 4.81\times10^{-5}(rad)$$

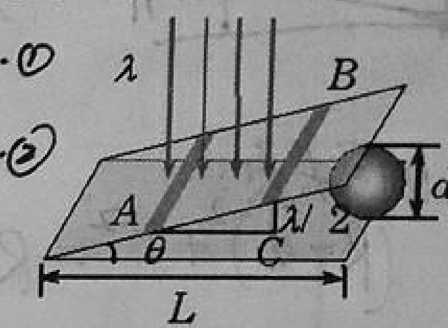
② $$\frac{\Delta_2}{\lambda_2} = \frac{2\cdot l\cdot\theta+\frac{\lambda_2}{2}}{\lambda_2} = \frac{2\times1.56\times10^{-2}\times4.81\times10^{-5}}{600\times10^{-9}}+\frac{1}{2}$$

$= 2.5+0.5 = 3$.

$\therefore \Delta_2 = 3\lambda_2$. A处是第三级亮条纹.

③ 棱边处是暗纹，所以从棱边到A共有3条亮纹，3条暗纹.

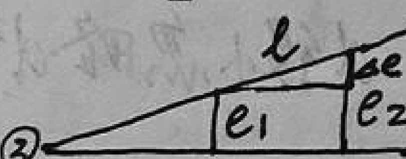
6. 如图所示，两块相同的平板玻璃构成一空气劈尖，长 L=4cm，一端夹住一金属丝，现以波长为 589 nm 的钠光垂直入射，(1) 若观察到相邻明纹（或暗纹）间距离 l=0.1mm，求金属丝的直径 d=？(2) 将金属丝通电，受热膨胀，直径增大，在此过程中，从玻璃片上方离劈棱距离为 $L/2$ 的固定观察点上发现干涉向左移动 2 条，问金属丝的直径膨胀了多少？



$$\begin{cases}\Delta_1 = 2e_1+\frac{\lambda}{2} = k\lambda \quad \cdots ①\\ \Delta_2 = 2e_2+\frac{\lambda}{2} = (k+1)\lambda \quad \cdots ②\end{cases}$$

②-①：$2(e_2-e_1) = \lambda$

$\Delta e = \frac{\lambda}{2}$



几何关系有：$\theta = \frac{\Delta e}{l} = \frac{\lambda}{2\cdot l}$ …③

又有 $\theta = \frac{d}{L}$ …④ $\therefore \frac{d}{L} = \frac{\lambda}{2l}$.

<1> $$d = \frac{\lambda}{2l}\cdot L = \frac{589\times10^{-9}\times4\times10^{-2}}{2\times0.1\times10^{-3}} = 1.178\times10^{-4}(rad)$$

<2> $\frac{L}{2}$处的光程差 $$\begin{cases}\Delta_3 = 2e_3+\frac{\lambda}{2}\\ e_3 = \frac{L}{2}\cdot\theta\end{cases} \quad \therefore \Delta_3 = 2\cdot\frac{L}{2}\cdot\theta+\frac{\lambda}{2} = L\cdot\theta+\frac{\lambda}{2}$$

$\frac{L}{2}$此处干涉的级数. $k = \frac{\Delta_3}{\lambda} = \frac{L\cdot\theta}{\lambda}+\frac{1}{2}$

加热后的干涉级数：$k' = \frac{\Delta_3'}{\lambda} = \frac{L\cdot\theta'}{\lambda}+\frac{1}{2}$

$\because k'-k = 2$ $\therefore (\frac{L\cdot\theta'}{\lambda}+\frac{1}{2})-(\frac{L\cdot\theta}{\lambda}+\frac{1}{2}) = 2$

$\theta' = \frac{2\lambda}{L}+\theta$. 加热后金属丝直径 $d' = L\cdot\theta' = 2\lambda+L\theta$

又 $d = L\cdot\theta$ $\therefore d'-d = 2\lambda = 2\times589\times10^{-9} = 1.178\times10^{-6}(m)$

光的衍射

1、选择题

(1) 在夫琅和费单缝衍射中，对于给定的入射光，当缝宽度变小时，除中央亮纹的中心位置不变外，各级衍射条纹　　[B]

(A) 对应的衍射角变小；　(B) 对应的衍射角变大；

(C) 对应的衍射角也不变；　(D) 光强也不变。

(2) 孔径相同的电子显微镜和光学显微镜比较，前者分辨本领大的原因是：　　[B]　$\frac{1.22\lambda}{D}$

(A) 电子可以自由移动；　(B) 电子衍射的波长比可见光短；

(C) 电子衍射的波长比可见光波长大；　(D) 电子的穿透力强。

2、填空题

(1) 波长为 500nm 的单色平行光垂直照射到宽为 0.25mm 的单缝上，单缝后置一凸透镜以观测衍射条纹。如果幕上中央条纹两旁第三个暗条纹之间的距离为 3mm，则透镜的焦距为 0.25 ；

$a\sin\theta = 3\lambda$.　$\frac{x}{2} = f\cdot tg\theta$

$\theta \to 0$,　$tg\theta \simeq \sin\theta \simeq \theta$.

(2) 一单色平行光垂直照射一单缝，若其第三条明纹位置正好和波长为 600nm 的单色光入射时的第二级明纹位置一样，则前一种单色光的波长为 $\frac{5}{7}\lambda = 428.6um$ ；

(3) 在夫琅禾费单缝衍射实验中，$b\sin\theta = \pm 3\lambda$，表明在条纹对应衍射角 θ 的方向上，单缝处的波振面被分成 6 个半波带，此时在位于透镜焦平面的屏上将形成 暗 纹（明、暗）。如果透镜焦距为 f，则条纹在透镜焦平面屏上的位置 $x = \pm\frac{3f\lambda}{\sqrt{b^2-9\lambda^2}}$；

$\sin\theta = \pm\frac{3\lambda}{b}$,　$tg\theta = \frac{\sin\theta}{\sqrt{1-\sin^2\theta}}$

(4) 平行单色光垂直入射于单缝上，观察夫琅禾费衍射．若屏上 P 点处为第二级暗纹，则单缝处波面相应地可划分为 4 个半波带．若将单缝宽度缩小一半，P点处将是第 一 级 暗 纹；

(5) 月球距地面大约 $3.86\times10^5 km$，假设月光波长可按 $\lambda = 550nm$ 计算，那么在地球上用直径 $D = 500cm$ 的天文望远镜恰好能分辨月球表面相距为 51.8 m 的两点；　$\frac{\Delta x}{L} = 1.22\frac{\lambda}{D}$

(6) 设天空中两颗星对于一望远镜的张角为 4.84×10^{-6} rad，它们都发出波长为 550 nm 的光，为了分辨出这两颗星，望远镜物镜的口径至少要等于 13.86 cm。($1nm = 10^{-9}$ m)　$\delta\theta = 1.22\frac{\lambda}{D}$

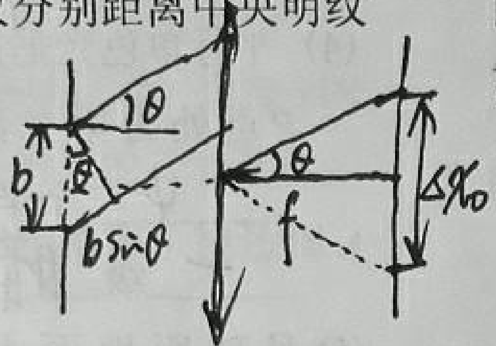
$D = \frac{1.22\lambda}{\delta\theta}$

3、迎面开来的汽车，其两车灯相距 l 为 1 m，汽车离人多远时，两灯刚能为人眼所分辨？(假定人眼瞳孔直径 d 为 3 mm，光在空气中的有效波长为 λ= 500 nm，1 nm = 10^{-9} m)。

$$\delta\theta = \frac{l}{L} = \frac{1.22\lambda}{d} \quad \therefore L = \frac{l\cdot d}{1.22\cdot\lambda} = \frac{1\times3\times10^{-3}}{1.22\times500\times10^{-9}}$$

$$= 4918\,(m)$$

4. 一单缝的宽度为 b，以波长为 λ 的单色光垂直照射，设透镜的焦距为 f，屏在透镜的焦平面处。求：（1）中央衍射明条纹的宽度 Δx_0？（2）第二级明条纹和第二级暗条纹分别距离中央明纹中心的距离？



① $b\sin\theta_1 = \pm\lambda$ 第一级暗纹

$\sin\theta_1 = \pm\dfrac{\lambda}{b}$, $tg\theta_1 = \dfrac{\lambda}{\sqrt{b^2-\lambda^2}}$

$\Delta x_0 = 2\cdot f\cdot tg\theta_1 = \dfrac{2f\cdot\lambda}{\sqrt{b^2-\lambda^2}}$

② 第二级明条纹：$b\sin\theta_2 = (k+\frac{1}{2})\lambda = (2+\frac{1}{2})\lambda$

$\sin\theta_2 = \dfrac{5}{2}\dfrac{\lambda}{b}$, $tg\theta_2 = \dfrac{5\lambda}{\sqrt{4b^2-25\lambda^2}}$

距中央明纹距离 $\Delta x_2 = f\cdot tg\theta_2 = \dfrac{5\lambda f}{\sqrt{4b^2-25\lambda^2}}$

第二级暗条纹：$b\sin\theta_3 = k\lambda = 2\lambda$

$\sin\theta_3 = \dfrac{2\lambda}{b}$, $tg\theta_3 = \dfrac{2\lambda}{\sqrt{b^2-4\lambda^2}}$

$\Delta x_3 = f\cdot tg\theta_3 = \dfrac{2\lambda f}{\sqrt{b^2-4\lambda^2}}$

5、 已知单缝宽度 $b = 1.0\times10^{-4}m$，透镜焦距 $f = 0.5m$，用 $\lambda_1 = 400nm$ 和 $\lambda_2 = 760nm$ 的单色平行光分别垂直照射，求这两种光第一级明纹离屏中心的距离，以及这两条明纹之间的距离。

第一级明纹：$b\sin\theta = (k+\frac{1}{2})\lambda = (1+\frac{1}{2})\lambda = \frac{3}{2}\lambda$

$\sin\theta = \dfrac{3}{2}\dfrac{\lambda}{b}$, $tg\theta = \dfrac{3\lambda}{\sqrt{4b^2-9\lambda^2}}$

$\because \lambda \ll b \therefore tg\theta \approx \theta = \sin\theta = \dfrac{3}{2}\dfrac{\lambda}{b}$

距中央明纹的距离 $\Delta x = f\cdot tg\theta \approx f\cdot\theta = \dfrac{3\cdot f\cdot\lambda}{2\cdot b}$

$\lambda_1 = 400nm$, $\Delta x_1 = \dfrac{3\times400\times10^{-9}\times0.5}{2\times1\times10^{-4}}$

$= 3\times10^{-3}\ (m)$

$\lambda_2 = 760nm$, $\Delta x_2 = \dfrac{3\times760\times10^{-9}\times0.5}{2\times1\times10^{-4}}$

$= 5.7\times10^{-3}\ (m)$

$\Delta x_2 - \Delta x_1 = 2.7\times10^{-3}\ (m)$

光栅

1、选择题：

(1) 一束白光垂直照射在一光栅上，在形成的同一级光栅光谱中，偏离中央明纹最远的是 [D]

(A) 紫光． (B) 绿光． (C) 黄光． (D) 红光．

(2) 波长λ=550 nm(1nm=10^{-9}m)的单色光垂直入射于光栅常数d=2×10^{-4} cm 的平面衍射光栅上，可能观察到的光谱线的最大级次为 [B]

(A) 2． (B) 3． (C) 4． (D) 5．

$d\sin\theta = k\lambda \quad k = \frac{d\sin\theta}{\lambda} = \frac{d}{\lambda} = 3.6$

2、填空题：

(1) 某单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条刻线的光栅上，如果第一级谱线的衍射角为 30°，则入射光的波长应为 625 nm

$\lambda = d\sin\theta = \frac{1}{800}\times10^{-3}\cdot\sin30^\circ$

(2) 用平行的白光垂直入射在平面透射光栅上时，波长为 440nm 的第 3 级光谱线将与波长为 660 nm 的第 2 级光谱线重叠．(1 nm =10^{-9} m)；

$d\sin\theta = 3\lambda_1 \quad 3\lambda_1 = 2\lambda_2$

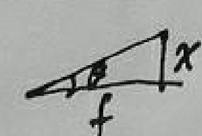
$d\sin\theta = 2\lambda_2 \quad \lambda_2 = \frac{3}{2}\lambda_1 = \frac{3}{2}\times440$

3、波长为 500nm 和 520nm 的两种单色光同时垂直入射在光栅常数为 0.002cm 的光栅上，紧靠光栅后用焦距为 2m 的透镜把光线聚焦在屏幕上。求这两束光的第三级谱线之间的距离。

$d = 0.002\ cm = 2\times10^{-5}(m)$

$d\sin\theta_1 = 3\lambda_1 \quad \sin\theta_1 = \frac{3\lambda_1}{d} = \frac{3\times500\times10^{-9}}{2\times10^{-5}} = 0.075$

$d\sin\theta_2 = 3\lambda_2 \quad \sin\theta_2 = \frac{3\lambda_2}{d} = \frac{3\times520\times10^{-9}}{2\times10^{-5}} = 0.078$



$\Delta = x_1 - x_2 = f\cdot tg\theta_1 - f\,tg\theta_2 \approx f\cdot\theta_1 - f\theta_2 = 2\times(0.075-0.078)$

$= -0.006\ (cm)$ 距离为 0.006m．

4、波长 600nm 的单色光垂直照射在光栅上，第二级明条纹出现在$\sin\theta = 1/6$处，第四级缺级。试求：(1) 光栅常数$a+b$；(2) 光栅上狭缝可能的最小宽度a；(3) 中央明带内的明纹主极大的数目；(4) 按上述选定的a、b值，在光屏上可能观察到的全部级数。

① $d\sin\theta_1 = k\lambda \quad d = \frac{k\lambda}{\sin\theta_1} = \frac{2\times600\times10^{-9}}{\frac{1}{6}} = 7.2\times10^{-6}(m)$

② $d\sin\theta_2 = 4\lambda$

$a\sin\theta_2 = k'\lambda \quad \therefore \frac{a}{d} = \frac{k'}{4},\ a = \frac{d}{4}k'$

$k'=1$ 时 a 最小．$a_{min} = \frac{d}{4} = \frac{7.2\times10^{-6}}{4} = 1.8\times10^{-6}(m)$

③ 中央明纹内有 3, 2, 1, 0, -1, -2, -3 共 7 条主极大．

④ $d\sin\theta = k\lambda \quad \theta = 90^\circ$

$k_{max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{7.2\times10^{-6}}{600\times10^{-9}} = 12$

由②问的答案可知缺级 $k' = \pm4, \pm8, \pm12, \cdots$

∴可观察到的全部级数包括

$\pm11, \pm10, \pm9, \pm7, \pm6, \pm5, \pm3, \pm2, \pm1, 0$

共 19 条．

光的偏振

1、选择题:

(1) 光的偏振现象证实了　　[C.]

(A)光的波动性; (B)光是电磁波; (C) 光是横波; (D)光是纵波。

(2) 一束光是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片．若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍，那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为　　[A.]　$\frac{1}{2}I_{自}+I_{线}=\frac{5}{2}I_{自}$

(A) 1 / 2.　　　　(B) 1 / 3.

(C) 1 / 4.　　　　(D) 1 / 5.

(3) 自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面，反射光是:

(A) 在入射面内振动的完全线偏振光.　　[C.]

(B) 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光.

(C) 垂直于入射面振动的完全线偏振光.

(D) 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光.

(4) 一束光通过方解石晶体产生光的双折射现象，以下描述正确的是:　　[D]

(A)寻常光（o 光）是偏振光，非寻常光（e 光）是自然光;

(B)非寻常光（e 光）是偏振光，寻常光（o 光）是自然光;

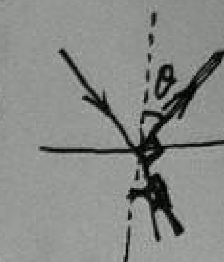
(C)寻常光和非寻常光都是自然光。但寻常光遵循折射定律，非寻常光不遵循。

(D)寻常光和非寻常光都是偏振光。但寻常光遵循折射定律，非寻常光不遵循。

2、填空题:

(1) 使光强为 I_0 的自然光依次垂直通过三块偏振片 P1，P2 和 P3。P1 与 P2 的偏振化方向成 45°角，P2 与 P3 的偏振化方向成 45°角．则透过三块偏振片的光强 I 为 $\frac{I_0}{4}$;

(2) 一束自然光自空气入射到折射率为 1.40 的液体表面上，若反射光是线偏振光，则折射光的折射角为 36°。



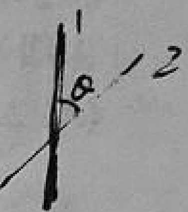
$\tan\theta=\frac{n_2}{n_1}=1.4$

$\theta=54^\circ$

3、自然光投射到叠在一起的两块偏振片上，则两偏振片的偏振化方向夹角为多大才能使:

（1）透射光强为入射光强的 1/3;

（2）透射光强为最大透射光强的 1/3。(均不计吸收)



① $I_1=\frac{1}{2}I_0$, $I_2=I_1\cdot\cos^2\theta=\frac{I_0}{2}\cdot\cos^2\theta$

$\because I_2=\frac{1}{3}I_0$ $\therefore \frac{I_0}{2}\cos^2\theta=\frac{I_0}{3}$, $\cos^2\theta=\frac{2}{3}$

$\cos\theta=\sqrt{\frac{2}{3}}$, $\theta=\arccos\sqrt{\frac{2}{3}}\approx 35.3^\circ$ (0.615 rad)

② 最大透射光强，P_1 和 P_2 偏振方向相同.

$I_2=I_1=\frac{1}{2}I_0$

设 P_1, P_2 偏振方向夹角为 α.

$I_2'=\frac{1}{2}I_0\cdot\cos^2\alpha=\frac{1}{3}I_2=\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{2}\cdot I_0$

$\cos^2\alpha=\frac{1}{3}$, $\cos\alpha=\frac{\sqrt{3}}{3}$

$\alpha=\arccos\sqrt{\frac{1}{3}}=54.7^\circ$ (0.955 rad)

狭义相对论

第一节　伽利略变换与牛顿绝对时空观

1. 牛顿绝对时空观认为时间和空间是相互<u>独立的</u>。

2. 力学的相对性原理指出，在一个参考系内作力学实验，<u>不能</u>(填写“能”或“不能”)测出这个参考系相对于惯性系的加速度。

第二节　相对论基本原理与洛伦兹变换

1. 有下列几种说法：

①所有惯性系对物理基本规律都是等价的.

②在真空中，光的速度与光的频率、光源的运动状态无关.

③在任何惯性系中，光在真空中沿任意方向的传播速率都相同.

若问其中哪些说法是正确的, 答案是　　[D]

A　只有①②是正确的.　　B　只有①③是正确的.

C　只有②③是正确的.　　D　三种说法都是正确的.

2. 一飞船的固有长度为 L，相对于地面以速度 v_1 作匀速直线运动，从飞船的后端向飞船中的前端的一个靶子发射一颗相对于飞船的速度为 v_2 的子弹. 在飞船上测得子弹从射出到击中靶的时间间隔为：C.

A $\dfrac{L}{v_1+v_2}$　　B $\dfrac{L}{v_1-v_2}$　　C $\dfrac{L}{v_2}$　　D $\dfrac{L}{v_1\sqrt{1-(v_1/c)^2}}$

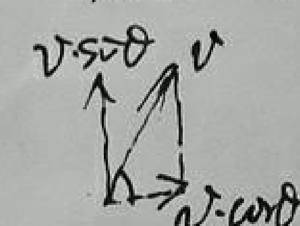
3. 在惯性系 S 中的同一地点发生的 A、B 两个事件，B 晚于 A 4 秒，在另一惯性系 S' 中观察 B 晚于 A 5 秒, 求：（1）这两个惯性系的相对速度为多少？（2）在 S' 系中这两个事件发生的地点间距离有多大？

① $\Delta t' = \dfrac{\Delta t - \frac{v}{c}\cdot\Delta x}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$　$\therefore 5 = \dfrac{4}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$，$v = 0.6c$.

② $\Delta x' = \dfrac{\Delta x - v\Delta t}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \dfrac{-0.6c\times 4}{0.8} = -3c = -9\times10^8(m)$

4. 以 $v = 0.6c$ 的速度沿 x 轴飞行的原子核发出一个与 x 轴成 $\theta' = 60^\circ$ 角的光子，在静止系中此光子飞行方向与 x 轴成的角度 θ 是多少？

洛伦兹变换 $u_x = \dfrac{u_x' + v}{1+\frac{u_x'\cdot v}{c^2}}$，$u_y = \dfrac{u_y'\cdot\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{1+\frac{v\cdot u_x'}{c^2}}$



$u_x' = v\cdot\cos\theta = v\cdot\cos60^\circ = \frac{1}{2}v = 0.5c$

$u_y' = v\cdot\sin\theta = v\cdot\sin60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}v = 0.3\sqrt{3}c$

$u_x = \dfrac{\frac{1}{2}v + v}{1+\frac{v}{2}\cdot\frac{v}{c^2}} = \dfrac{0.9c}{1.18} = 0.763c.$　$u_y = \dfrac{0.3\sqrt{3}c\sqrt{1-\left(\frac{0.6c}{c}\right)^2}}{1+\frac{0.6c\times0.3c}{c^2}} = \dfrac{0.24\sqrt{3}c}{1.18}$

$\theta = 32.2^\circ$ 89　$tg\theta = \dfrac{u_y}{u_x} = \dfrac{u_y'\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{u_x'+v} = \dfrac{0.3\sqrt{3}c\times0.8}{0.5c+0.6c} = 0.562\,rad$

第三节　狭义相对论时空观

1. 关于下述两个问题：

①对某观察者来说，发生在某惯性系中同一地点、同一时刻的两个事件，对于相对该惯性系作匀速直线运动的其它惯性系中的观察者来说，它们是否同时发生？

②在某惯性系中发生于同一时刻、不同地点的两个事件，它们在其它惯性系中是否同时发生？

问题的正确答案是：　　[A]

A ①同时，②不同时．　B ①不同时，②同时．

C ①同时，②同时．　D ①不同时，②不同时．

2. 边长为 a 的正方形薄板静止于惯性系 K 的 Oxy 平面内，且两边分别与 x，y 轴平行．今有惯性系 K' 以 $0.8c$（c 为真空中光速）的速度相对于 K 系沿 x 轴作匀速直线运动，则从 K' 系测得薄板的面积为　　[A]

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-0.8^2}} = \frac{1}{0.6} = \frac{5}{3}$

A $0.6a^2$.　B $0.8a^2$.　C a^2.　D $a^2/0.6$.

3. π^+介子是不稳定的粒子，在它自己的参照系中测得平均寿命是 2.6×10^{-8} s，如果它相对于实验室以 $0.6c$ (c 为真空中光速) 的速率运动，那么实验室坐标系中测得的π^+介子的寿命是 3.25×10^{-8} s。　$\frac{2.6\times10^{-8}}{0.8}$

4. 一观察者测得一沿米尺长度方向匀速运动着的米尺的长度为 0.5 m．则此米尺以速度 $v=\frac{\sqrt{3}}{2}c = 2.6\times10^8$ $\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 接近观察者。

$\gamma = 0.5$
$v/c = \frac{\sqrt{3}}{2}$

5. 狭义相对论确认，时间和空间的测量值都是 相对，它们与观察者的 速度 密切相关．

6. 一列高速火车以速度 u 驶过车站时，固定在站台上的两只机械手在车厢上同时划出两个痕迹，静止在站台上的观察者同时测出两痕迹之间的距离为 2 m，则车厢上的观察者应测出这两个痕迹之间的距离为 $2/\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}$ 。　$\Delta x' = \frac{\Delta x - \Delta t}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

7. 在某惯性系 K 中，有两个事件同时发生在 x 轴上相距 1000m 的两点，而在另一惯性系 K' (沿 x 轴方向相对于 K 系运动)中测得这两个事件发生的地点相距 2500m。求(1)K' 系相对于 K 系的速度大小，(2) K' 系中测这两个事件的时间间隔。

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

$\frac{v^2}{c^2} = 1 - \left(\frac{\Delta x - \Delta t}{\Delta x'}\right)^2 = 1 - \left(\frac{1000}{2500}\right)^2 = 0.84$

$v = \sqrt{0.84}\,c = 2.7\times10^8\ (m/s)$

② $\Delta t' = \frac{\Delta t - \frac{\Delta x \cdot v}{c}}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = \frac{-2500\times\sqrt{0.84}}{\sqrt{1-0.84}} = -7.6\times10^{-6}\ (s)$

8. 固有长度为 6m 的宇宙飞船以速度 v=0.6c 相对于地球飞行，地面上的人测量飞船的长度为多少？如果地面上有一个地标，则飞船和地面上观测者测得飞船经过地标所需的时间各为多少？

$l = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\cdot l_0 = \sqrt{1-0.6^2}\times6 = 0.8\times6 = 4.8\ (m)$

地面观察：$\Delta t = \frac{l}{v} = \frac{4.8}{0.6\times3\times10^8} = 2.7\times10^{-8}\ (s)$

飞船上观察：$\Delta t' = \frac{l_0}{v} = \frac{6}{0.6\times3\times10^8} = 3.3\times10^{-8}\ (S)$

第四节　狭义相对论的动量与能量

1. 质子在加速器中被加速，当其动能为静止能量的4倍时，其质量为静止质量的 $mc^2-m_0c^2=4m_0c^2$ [B]

A　4倍.　　B　5倍.

C　6倍.　　D　8倍.

2. 某核电站年发电量为 100 亿度，它等于 36×10^{15} J 的能量，如果这是由核材料的全部静止能转化产生的，则需要消耗的核材料的质量为 $E=mc^2$ [A]

A　0.4 kg.　　B　0.8 kg.

C　$(1/12)\times10^7$ kg.　　D　12×10^7 kg.

3. 一个电子运动速度 $v=0.8c$，它的动能是：(电子的静止能量为 0.51 MeV) $m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=\frac{m_0}{0.6}$ [C.]

A　4.0MeV.　　B　3.5 MeV.

C　0.34 MeV.　　D　0.5 MeV.

$E_k=mc^2-m_0c^2=\frac{2}{3}m_0c^2$

4. 在狭义相对论中，一质点的质量 m 与速度 v 的关系式为 $m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$，其动能的表达式为 $E_k=mc^2-m_0c^2$。

5. 设电子静止质量为 m_e，将一个电子从静止加速到速率为 0.6 c (c 为真空中光速)，需作功 $mc^2-m_ec^2=\frac{m_e}{0.8}c^2-m_ec^2=\frac{1}{4}m_ec^2$

6. 在速度 $v=$ $\frac{2}{3}\sqrt{2}c$. 时粒子的动量等于非相对论动量的3倍； $mv=3m_0v$. $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}=\frac{1}{3}$.

7. 在速度 $v=$ $\frac{\sqrt{3}}{2}c$. 时粒子的动能等于它的静止能量.

$mc^2-m_0c^2=m_0c^2$, $m=2m_0$

$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}=\frac{1}{2}$

8. 观察者甲以 0.8c 的速度（c 为真空中光速）相对于静止的观察者乙运动，若甲携带一长度为 l、截面积为 S，质量为 m 的棒，这根棒安放在运动方向上，则甲测得此棒的密度为 $\frac{m}{lS}$；乙测得此棒的密度为 $\frac{1}{0.36}\frac{m}{lS}=\frac{25}{9}\frac{m}{lS}$.

$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$l=l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

9. 一电子以 $v=0.99c$ (c 为真空中光速)的速率运动．试求：

(1) 电子的总能量和动量各是多少？

(2) 电子的经典力学的动能与相对论动能之比是多少？(电子静止质量 $m_e=9.11\times10^{-31}$ kg)

① $m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=7.1m_0=7.1\times9.11\times10^{-31}=6.46\times10^{-30}$(kg)

$E=mc^2=6.46\times10^{-30}\times9\times10^{16}=5.81\times10^{-13}$(J)

$p=mv=6.46\times10^{-30}\times0.99\times3\times10^{8}=1.92\times10^{-21}$(kg·m/s)

② $E_k=\frac{1}{2}m_0v^2=\frac{1}{2}\times9.11\times10^{-31}\times0.99^2\times3^2\times10^{16}=4.02\times10^{-14}$ (J)

相对论动能 $E_k'=mc^2-m_0c^2=(6.46\times10^{-30}-9.11\times10^{-31})\times9\times10^{16}$

$=5.0\times10^{-13}$ (J)

$E_k/E_k'=\frac{4.02\times10^{-14}}{5.00\times10^{-13}}=8\times10^{-2}=0.08$

10. 已知μ子的静止能量为 105.7MeV，平均寿命为 2.2×10^{-8}s。试求动能为 150MeV 的μ子的速度 v 是多少？平均寿命τ是多少？

① $E_k=mc^2-m_0c^2$ ~~150=mc²-105.7, mc²=… MeV~~

$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$. $E_k=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}c^2-m_0c^2=\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right)m_0c^2$

$150=105.7\times\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right)$, $v=0.91c=2.73\times10^8$(m/s)

② $\Delta t=\frac{\tau}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=\frac{2.2\times10^{-8}}{0.415}=5.31\times10^{-8}$ (s)

11. 由于相对论效应,如果粒子的能量增加,粒子在磁场中的回旋周期将随能量的增大而增大,计算动能为 10^4MeV 的质子在磁感应强度为 1T 的磁场中的回旋周期.

$$E_k = mc^2 - m_0c^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0c^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right)m_0c^2$$

质子质量 $m_0 = 938\ MeV/c^2 = 1.673\times10^{-27}kg$

$$10^4 = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right)\times 938 .\quad \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 0.086,\quad v = 0.84c.$$

回旋周期: $qvB = \frac{mv^2}{r}$ $\therefore \frac{r}{v} = \frac{m}{qB}$.

$$T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi\frac{m}{qB} = 2\pi\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\cdot\frac{1}{qB} = \frac{2\times3.14\times1.673\times10^{-27}}{0.086\times1.6\times10^{-19}\times1} = 7.635\times10^{-7}\ (s)$$

12. 在惯性系 S 中，有两个静止质量都是 m_0 的粒子 A 、B ，

分别以速度 $\vec{v}_A = v\vec{i}$ ，$\vec{v}_B = -v\vec{i}$ 运动，相撞后粘在一起成为一

复合粒子，求复合粒子的静止质量.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c}}}$$

碰撞前. $E_A = E_B = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

碰撞后: $E = E_A + E_B = \frac{2m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$$E = Mc^2$$

$$\therefore M = \frac{2m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

4. 一单缝的宽度为 b，以波长为 λ 的单色光垂直照射，设透镜的焦距为 f，屏在透镜的焦平面处。求：（1）中央衍射明条纹的宽度 Δx_0？（2）第二级明条纹和第二级暗条纹分别距离中央明纹中心的距离？

$b\sin\theta = \lambda \qquad \theta = \frac{\lambda}{b}$

(1) $2x = 2\frac{f\lambda}{b}$

(2) $\begin{cases} b\sin\theta_1 = 5\cdot\frac{\lambda}{2} & \theta_1 = \frac{5\lambda}{2b} \\ b\sin\theta_2 = 4\cdot\frac{\lambda}{2} & \theta_2 = \frac{2\lambda}{b} \end{cases}$

$\begin{cases} x_1 = \frac{5\lambda}{2b} f \text{ (明)} \\ x_2 = \frac{2f\lambda}{b} \text{ (暗)} \end{cases}$

5、已知单缝宽度 $b = 1.0\times10^{-4}\,m$，透镜焦距 $f = 0.5m$，用 $\lambda_1 = 400nm$ 和 $\lambda_2 = 760nm$ 的单色平行光分别垂直照射，求这两种光第一级明纹离屏中心的距离，以及这两条明纹之间的距离。

$b\sin\theta = \frac{\lambda}{2}\cdot 3 \qquad \theta = \frac{3\lambda}{2b}$

$x = f\cdot\theta$

$x_1 = 0.5\cdot\frac{3\times400\times10^{-9}}{2\cdot1\times10^{-4}} = 3\times10^{-3}\ m$

$x_2 = 0.5\cdot\frac{3\times760\times10^{-9}}{2\times1\times10^{-4}} = 5.7\times10^{-3}\ m$

$\Delta x = 2.7\times10^{-3}\ m$

衍射光栅

1、选择题:

(1) 一束白光垂直照射在一光栅上，在形成的同一级光栅光谱中，偏离中央明纹最远的是　　[D]

(A) 紫光.　(B) 绿光.　(C) 黄光.　(D) 红光.

(2) 波长λ=550 nm(1nm=10^{-9}m)的单色光垂直入射于光栅常数d=2×10^{-4} cm 的平面衍射光栅上，可能观察到的光谱线的最大级次为　　[B]　$d\sin\theta=k\lambda$.　$k\le\frac{d}{\lambda}=3.6$

(A) 2.　(B) 3.　(C) 4.　(D) 5.

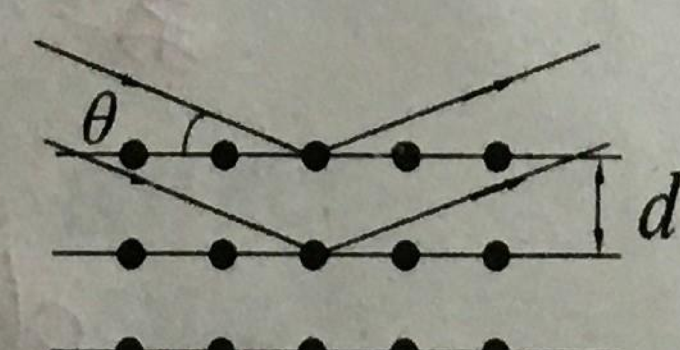
2、填空题:

(1) 某单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条刻线的光栅上，如果第一级谱线的衍射角为 30°，则入射光的波长应为 6.25×10^{-7}m。

$d\sin30^\circ=\lambda=\frac{1\times10^{-3}}{800}\times\frac{1}{2}$　或 625 nm

(2) 用平行的白光垂直入射在平面透射光栅上时，波长为 440nm 的第 3 级光谱线将与波长为 660 nm 的第 2 级光谱线重叠．(1 nm =10^{-9} m);　$d\sin\theta=3\cdot440=2\cdot\lambda$　$\lambda=660$

(3) 如图所示，为了测量某种晶体原子层之间的间距 d，用 0.2nm 的 X 射线照射该晶体，实验测得 X 射线与晶面夹角为15°时获得第一级反射极大，则 d = 0.386 nm。



$2d\sin15^\circ=0.2$　$d=\frac{0.2}{2\sin15^\circ}$

3、波长为 500nm 和 520nm 的两种单色光同时垂直入射在光栅常数为 0.002cm 的光栅上，紧靠光栅后用焦距为 2m 的透镜把光线聚焦在屏幕上。求这两束光的第三级谱线之间的距离。

$$\begin{cases} d\sin\theta=3\lambda. \\ \sin\theta=\frac{3\lambda}{d}=\begin{cases}\frac{3\cdot500\times10^{-9}}{0.002\times10^{-2}}=0.075 \\ \frac{3\times520\times10^{-9}}{0.002\times10^{-2}}=0.078\end{cases} \\ \Delta x=f\cdot(\tan\theta_2-\tan\theta_1)\approx0.006\ m \end{cases}$$

4、波长 600nm 的单色光垂直照射在光栅上，第二级明条纹出现在$\sin\theta=1/6$处，第四级缺级。试求：(1) 光栅常数$a+b$；(2) 光栅上狭缝可能的最小宽度a；(3) 中央明带内的明纹主极大的数目；(4) 按上述选定的a、b值，在光屏上可能观察到的全部级数。

(1) $d\sin\theta=2\lambda$　$d=7.2\times10^{-6}$ m

$d\cdot\frac{1}{6}=2\cdot600\Rightarrow d=7200$

(2) $\begin{cases} d\sin\theta=k\lambda \\ a\sin\theta=2k'\cdot\frac{\lambda}{2}\end{cases}\Rightarrow\frac{d}{a}=\frac{k}{k'}=\frac{4}{k'}$　$k'=1,2,3,4$

显然 $\frac{d}{a}=4$　$a=\frac{d}{4}$ 为最小宽度 = 1800 nm

(3) 0, ±1, ±2, ±3 共 7 条

(4) $d\sin\theta=k\lambda$　$k\le\frac{d}{\lambda}=12$. (12 看不见)

∴ 0. ±1, ±2, ±3；±5, ±6, ±7；±9, ±10, ±11

共 19 条条纹.

5、一衍射光栅，每厘米 200 条透光缝，每条透光缝宽为 $a=2\times10^{-3}$ cm，在光栅后放一焦距 $f=1$ m 的凸透镜，现以 $\lambda=600$ nm (1 nm$=10^{-9}$ m)的单色平行光垂直照射光栅，求：(1) 透光缝 a 的单缝衍射中央明条纹宽度为多少？ (2) 在该宽度内，有几个光栅衍射主极大？

?

(1) $\Delta x=\dfrac{2f\lambda}{a}=6\times10^{12}$ m

(2) $d=\dfrac{1}{200}=5\times10^{-3}$ cm　　$\dfrac{d}{a}=\dfrac{5}{2}=\dfrac{k}{k'}$

第一次 $k=5$

缺

中央明带 $0, \pm1, \pm2, \pm3, \pm4$

$d\sin\theta=k_{max}\lambda$

$k_{max}\le\dfrac{d}{\lambda}=\dfrac{5\times10^{-3}\times10^{-2}}{600\times10^{-9}}>>5$

6、一束平行光垂直入射到某个光栅上，该光束有两种波长的光，$\lambda_1=440$ nm，$\lambda_2=660$ nm (1 nm $=10^{-9}$ m)．实验发现，两种波长的谱线(不计中央明纹)第二次重合于衍射角$\varphi=60^\circ$ 的方向上．求此光栅的光栅常数 d.

$d\sin\theta=k\lambda_1$

$d\sin\theta=k'\lambda_2$

$k\lambda_1=k'\lambda_2$

$\dfrac{k}{k'}=\dfrac{660}{440}=\dfrac{3}{2}$

第一次重合　$k=3$，$k'=2$

第二次重合　$k=6$　$k'=4$

$d\sin60^\circ=6\cdot440$

$\Rightarrow d=3.05\times10^{-3}$ mm

光的偏振

1、选择题：

(1) 光的偏振现象证实了　[C]

(A)光的波动性；(B)光是电磁波；(C) 光是横波；(D)光是纵波。

(2) 一束光是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片．若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍，那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为　[A]

(A) 1 / 2.　　(B) 1 / 3.

(C) 1 / 4.　　(D) 1 / 5.

$\frac{I_0}{2}+I_1=5\cdot\frac{I_0}{2}$

$I_0:I_1=1:2$

(3) 自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面，反射光是：

(A) 在入射面内振动的完全线偏振光．　[C]

(B) 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光．

(C) 垂直于入射面振动的完全线偏振光．

(D) 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光．

(4) 一束光通过方解石晶体产生光的双折射现象，以下描述正确的是：　[D]

(A)寻常光（o 光）是偏振光，非寻常光（e 光）是自然光；

(B)非寻常光（e 光）是偏振光，寻常光（o 光）是自然光；

(C)寻常光和非寻常光都是自然光。但寻常光遵循折射定律，非寻常光不遵循。

(D)寻常光和非寻常光都是偏振光。但寻常光遵循折射定律，非寻常光不遵循。

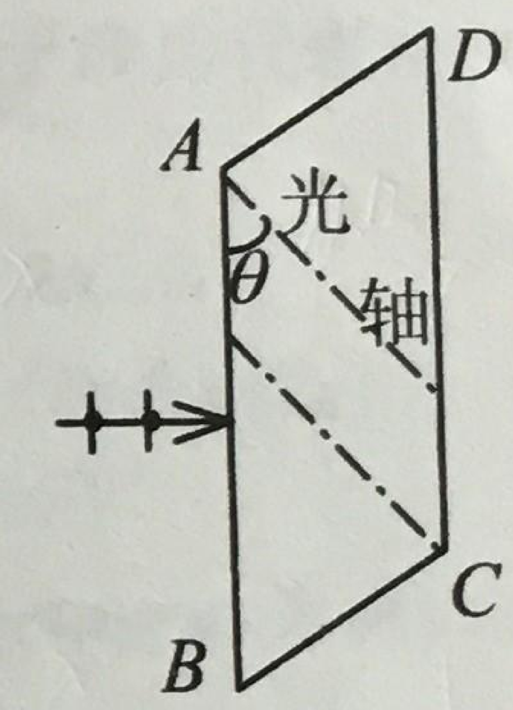
(5) ABCD 为一块方解石的一个截面，AB 为垂直于纸面的晶体平面与纸面的交线．光轴方向在纸面内且与 AB 成一锐角 θ，如图所示．一束平行的单色自然光垂直于 AB 端面入射．在方解石内折射光分解为 o 光和 e 光，o 光和 e 光的：[C]

(A) 传播方向相同，电场强度的振动方向互相垂直．

(B) 传播方向相同，电场强度的振动方向不互相垂直．

(C) 传播方向不同，电场强度的振动方向互相垂直．

(D) 传播方向不同，电场强度的振动方向不互相垂直．



2、填空题：

(1) 使光强为 I_0 的自然光依次垂直通过三块偏振片 P1，P2 和 P3。P1 与 P2 的偏振化方向成 45°角，P2 与 P3 的偏振化方向成 45°角．则透过三块偏振片的光强 I 为 $\frac{I_0}{2}\cos^2 45^\circ\cos^2 45^\circ$；$=\frac{I_0}{8}$

(2) 一束自然光自空气入射到折射率为 1.40 的液体表面上，若反射光是线偏振光，则折射光的折射角为 $\frac{\pi}{2}-\mathrm{arctg}\,1.4$。$=36^\circ$

3、自然光投射到叠在一起的两块偏振片上，则两偏振片的偏振化方向夹角为多大才能使：

（1）透射光强为入射光强的 1/3；

（2）透射光强为最大透射光强的 1/3。(均不计吸收)

(1) $\frac{I_0}{2}\cos^2\theta = \frac{I_0}{3}$ $\theta \approx 35.3^\circ$

(2) $\frac{I_0}{2}\cos^2\theta = \frac{I_0}{2}\cdot\frac{1}{3}$ $\theta \approx 54.7^\circ$

4、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．

$I_2 = \frac{I_0}{2}\cos^2\theta$

$I_3 = I_2\cos^2(90^\circ-\theta) = \frac{I_0}{8}\sin^2 2\theta$

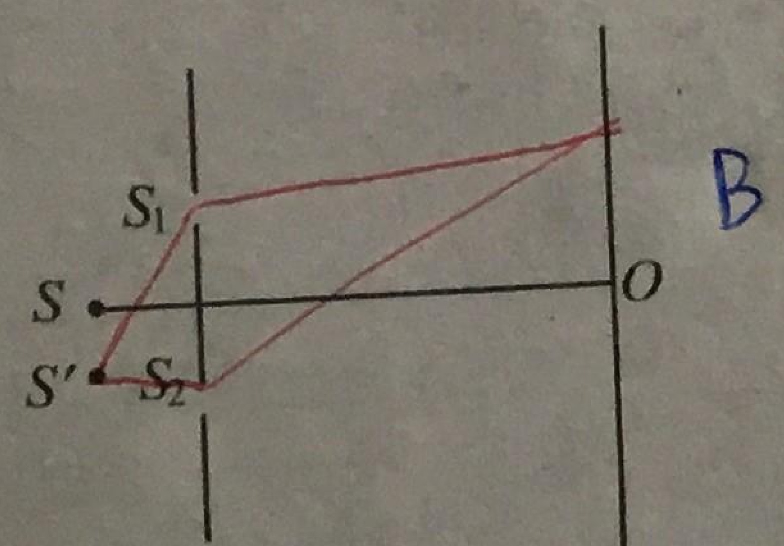
$\therefore \theta = 45^\circ$. I_3 最大.

面振动大于平行入射面振动部
振动小于平行入射面振动部分

$\mathrm{tg}\,i_0=n_2/n_1$，即反射光与折射
射面振动的完全偏振光，折射

普通折射定律，为垂直自己主
满足普通的折射定律，为平行

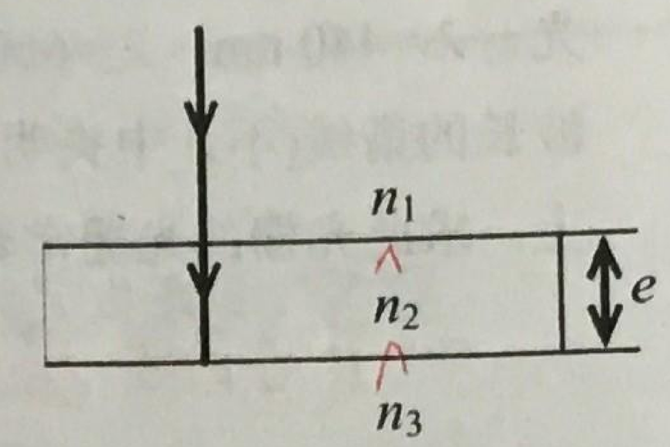
平面



源 S
屏上
将光源 S 向下移动到示意图中的

动，且条纹间距不变.
且条纹间距不变.
且条纹间距增大.
且条纹间距增大.

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的光程差是



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

3. 在迈克耳孙干涉仪的一条光路中，放入一折射率为 n，厚度为 d 的透明薄片，放入后，这条光路的光程改变了

(A) $2(n-1)d$.　　(B) $2nd$.
(C) $2(n-1)d+\lambda/2$.　　(D) nd.

4. 在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为λ的单色光垂直入射在宽度为 $a=4\lambda$ 的单缝上，对应于衍射角为 30° 的方向，单缝处波阵面可分成的半波带数目为　$a\sin30^\circ=2\lambda=4\cdot\frac{\lambda}{2}$

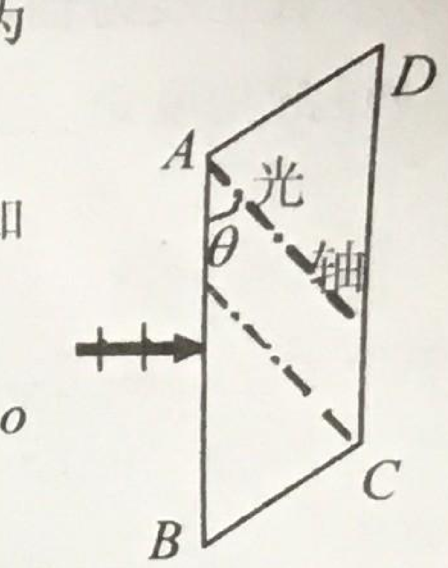
(A) 2 个.　　(B) 4 个.　　(C) 6 个.　　(D) 8 个

5. 自然光以 60° 的入射角照射到某两介质交界面时，反射光为完全线偏振光，则知折射光为

$\mathrm{tg}60^\circ=\frac{n_2}{n_1}=\sqrt{3}$

(A) 完全线偏振光且折射角是 30°.
(B) 部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为 $\sqrt{3}$ 的介质时，折射角是 30°.
(C) 部分偏振光，但须知两种介质的折射率才能确定折射角.
(D) 部分偏振光且折射角是 30°.

6. $ABCD$ 为一块方解石的一个截面，AB 为垂直于纸面的晶体平面与纸面的交线．光轴方向在纸面内且与 AB 成一锐角θ，如图所示．一束平行的单色自然光垂直于 AB 端面入射．在方解石内折射光分解为 o 光和 e 光，o 光和 e 光的



(A) 传播方向相同，电场强度的振动方向互相垂直.
(B) 传播方向相同，电场强度的振动方向不互相垂直.
(C) 传播方向不同，电场强度的振动方向互相垂直.
(D) 传播方向不同，电场强度的振动方向不互相垂直.

二、填空题

1. 波长为λ的单色平行光垂直入射到一狭缝上，若第一级暗纹的位置对应的衍射角为$\theta=\pm\pi/6$，则缝宽的大小为 2λ .

$a\sin\theta=a\sin30^\circ=\frac{a}{2}=2\cdot\frac{\lambda}{2}=\lambda$

2. 若星光的波长按 550 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)计算，孔径为 127 cm 的大型望远镜所能分辨的两颗星的最小角距离θ（从地上一点看两星的视线间夹角）是 5.28×10^{-7} rad .

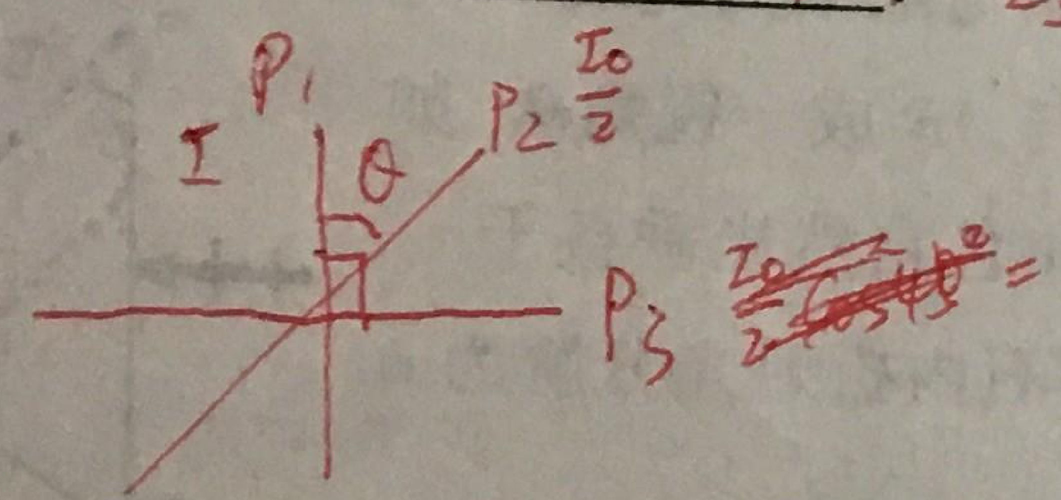
$1.22\frac{\lambda}{D}=1.22\frac{550\times10^{-9}}{1.27}$

3. 波长λ=550 nm(1nm=10^{-9}m)的单色光垂直入射于光栅常数 $d=2\times10^{-4}$ cm 的平面衍射光栅上，可能观察到的光谱线的最大级次为 3 .

$d\sin\theta=k\lambda$　　$k\le\frac{d}{\lambda}=\frac{2\times10^{-6}}{550\times10^{-9}}=3.63$

4. 一束光强为 I_0 的自然光，相继通过三个偏振片 P_1、P_2、P_3 后，

出射光的光强为 $I=I_0/8$．已知 P_1 和 P_3 的偏振化方向相互垂直，若以入射光线为轴，旋转 P_2，要使出射光的光强为零，P_2 最少要转过的角度是<u> 45° 和 P_1 垂直 </u>.



$$\frac{I_0}{2}\cos^2\theta\cdot\cos^2(90^\circ-\theta)=\frac{I_0}{2}\cdot\frac{\sin^2(2\theta)}{4}=\frac{I_0}{8}$$

$$\sin^2(2\theta)=1 \qquad \theta=45^\circ$$

四、一束平行光垂直入射到某个光栅上，该光束有两种波长的光，$\lambda_1=440$ nm，$\lambda_2=660$ nm (1 nm = 10^{-9} m)．实验发现，两种波长的谱线(不计中央明纹)第二次重合于衍射角 $\varphi=60^\circ$ 的方向上．求此光栅的光栅常数 d.　$d=3.05\times10^{-3}$ mm

（见P105）第6题

三、 一衍射光栅，每厘米 200 条透光缝，每条透光缝宽为 $a=2\times10^{-3}$ cm，在光栅后放一焦距 $f=1$ m 的凸透镜，现以 $\lambda=600$ nm (1 nm=10^{-9} m)的单色平行光垂直照射光栅，求：(1) 透光缝 a 的单缝衍射中央明条纹宽度为多少？ (2) 在该宽度内，有几个光栅衍射主极大？ （见P108）第5题

$$\begin{cases} d=\dfrac{1\text{cm}}{200}=0.5\times10^{-4}\text{ m}=5\times10^{-5}\text{ m} \\ a=2\times10^{-5} \end{cases} \qquad \therefore d/a=5:2$$

(1) $\Delta x=\dfrac{2f\lambda}{a}=6\times10^{12}$ m

(2) ±5 缺　$0\sim\pm4$

五、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．

见P110第4题.

量子物理

第一节　黑体辐射 普朗克能量子假设

1、选择题

（1）.黑体的温度升高一倍，它的辐射出射度(总发射本领)增大

(A) 15 倍.　　(B) 7 倍.　　$M=\sigma T^4$

(C) 3 倍.　　(D) 1 倍.

（2）. 所谓“黑体”是指这样的一种物体，即：

(A) 不能反射任何可见光的物体.

(B) 不能反射任何电磁辐射的物体.

(C) 颜色是纯黑的物体.

(D) 能够全部吸收外来的任何电磁辐射的物体.

（3）. 在加热黑体过程中，其最大单色辐出度对应的波长由 0.8μm 变到 0.4μm，则其辐射出射度增大为原来的

(A) 2 倍.　　$\lambda_m T=b$　$2T$

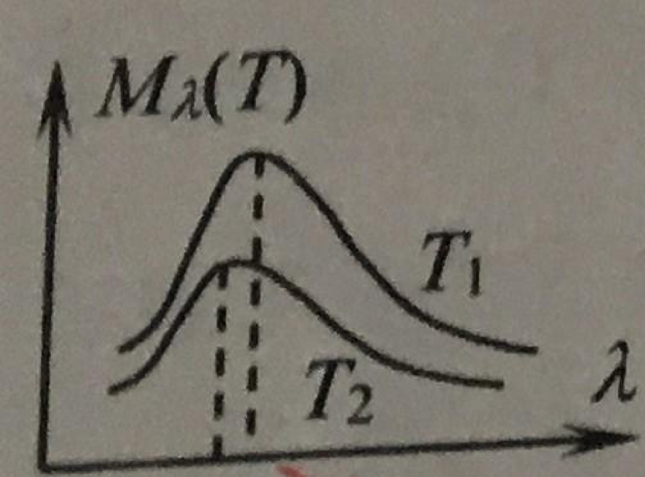
(B) 4 倍.

(C) 16 倍.　　$M=\sigma T^4$

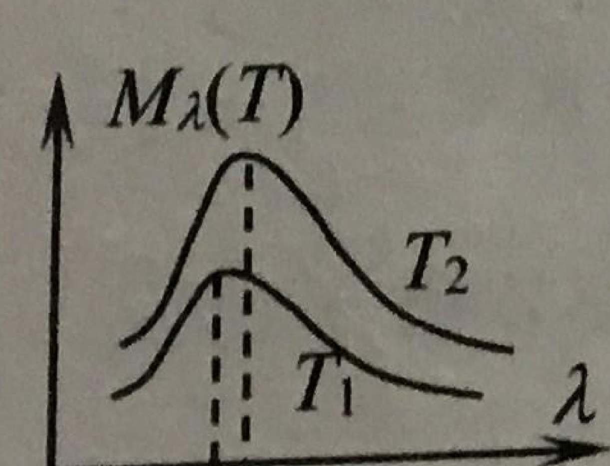
(D) 8 倍.

（4）. 在下面四个图中，哪一个图能定性地正确反映黑体单色辐出度 $M_\lambda(T)$随λ和 T 的变化关系，(已知 $T_2>T_1$)

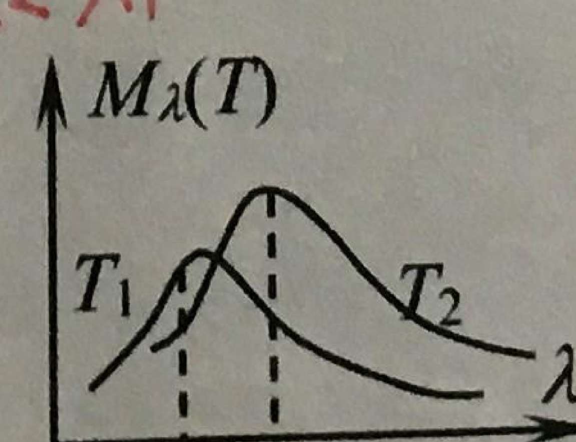
$\lambda_2<\lambda_1$



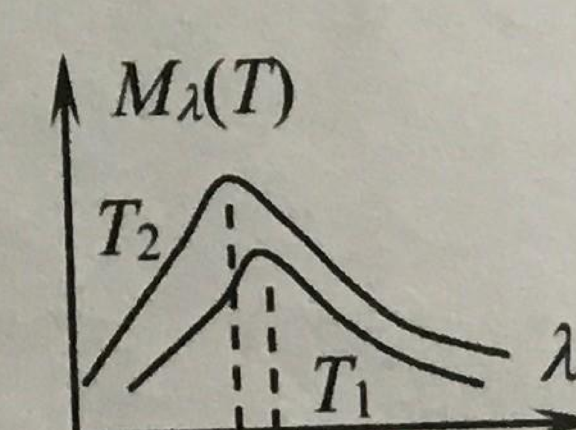
(A)



(B)



(C)



(D)

$\lambda\uparrow$　$T\downarrow$　$M\uparrow$.

（5）. 普朗克量子假说是为解释

(A) 光电效应实验规律而提出来的.

(B) 黑体辐射的实验规律而提出来的.

(C) 原子光谱的规律性而提出来的.

(D) X 射线散射的实验规律而提出来的.

2、填空题

（1）. 测量星球表面温度的方法之一，是把星球看作绝对黑体而测定其最大单色辐出度的波长λ_m. 现测得太阳的λ_{m1}= 0.55μm，北极星的λ_{m2}= 0.35μm，则太阳表面温度 T_1 与北极星表面温度 T_2 之比 T_1 : T_2= $7:11 \approx 0.64\left(\frac{0.35}{0.55}\right)$

（2）. 一个 100W 的白炽灯泡的灯丝表面积为 $S=5.3\times10^{-5}\mathrm{m}^2$. 若将点燃的灯丝看作是黑体，可估算出它的工作温度为 2402 K .

$$\frac{100}{5.3\times10^{-5}}=5.67\times10^{-8}\cdot T^4$$

$$T=\sqrt[4]{3.32\times10^{13}}$$

3. 地球卫星测得太阳单色辐射出射度的峰值在 500nm 处，若把太阳看成黑体,求

(1) 太阳表面的温度；

(2) 太阳辐射的总功率；

(3) 垂直射到地球表面每单位面积的日光功率.

(地球与太阳的平均距离为 1.5×10^8km，太阳的半径为 6.67×10^5km)

(1) $\lambda_m = 500\times10^{-9} = 5\times10^{-7}$ m

$\lambda_m T = b \quad T = \frac{2.898\times10^{-3}}{5\times10^{-7}} = 5796$ K

(2) $\sigma T^4 \cdot 4\pi R^2$

$= 5.67\times10^{-8}(5796)^4 \cdot 4\cdot3.14\cdot(6.67\times10^8)^2$

$= 3.6\times10^{26}$ W

(3) $\frac{3.6\times10^{26}}{4\pi\cdot(1.5\times10^{11})^2} = 0.13\times10^{26-22}$

$= 1.3\times10^3$ W/m²

4. 宇宙大爆炸遗留在宇宙空间的各向同性的均匀背景辐射相当于 3K 的黑体辐射.求

(1) 此辐射的光谱辐射出射度极大值所对应的频率；

(2) 地球表面接受此辐射的功率. (地球半径 $R_E=6.37\times10^6$m)

(1) $\lambda_m = \frac{2.897\times10^{-3}}{3}$

$= 0.97\times10^{-3}$ m

$\nu = \frac{c}{\lambda_m} = \frac{3\times10^8}{0.97\times10^{-3}} = 3.1\times10^{11}$ Hz

(2) $M = 5.67\times10^{-8}\cdot3^4 = 4.6\times10^{-6}$ W/m²

$P = 4.6\times10^{-6}\cdot4\cdot3.14(6.37\times10^6)^2$

$= 2.34\times10^9$ W

2.58×10^{-19} ~ 4.97×10^{-19}
1.6eV　　3.1eV

第二节　光电效应

D
1、选择题

(1)、用频率为ν_1的单色光照射某一种金属时，测得光电子的最大动能为E_{k1}；用频率为ν_2的单色光照射另一种金属时，测得光电子的最大动能为E_{k2}．如果$E_{k1}>E_{k2}$，那么

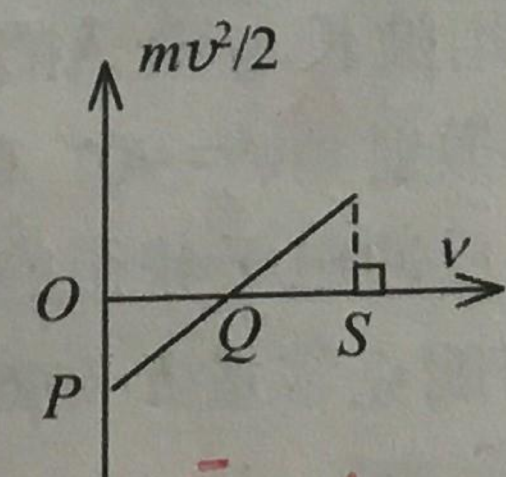
$h\nu_2=E_{k2}+W$
$h\nu_1=E_{k1}+W_1$

(A) ν_1一定大于ν_2．　(B) ν_1一定小于ν_2．
(C) ν_1一定等于ν_2．　(D) ν_1可能大于也可能小于ν_2．

D
(2)、关于光电效应有下列说法：
①任何波长的可见光照射到任何金属表面都能产生光电效应；×
②若入射光的频率均大于一给定金属的红限，则该金属分别受到不同频率的光照射时，释放出的光电子的最大初动能也不同；✓
③若入射光的频率均大于一给定金属的红限，则该金属分别受到不同频率、强度相等的光照射时，单位时间释出的光电子数一定相等；×　$I=Nh\nu$　ν不同　N不同
④若入射光的频率均大于一给定金属的红限，则当入射光频率不变而强度增大一倍时，该金属的饱和光电流也增大一倍。其中正确的是 ✓

(A)　①，②，③．　　(B)　②，③，④．
(C) ②，③．　　(D)　②，④．

C
(3)、光电效应中发射的光电子最大初动能随入射光频率ν的变化关系如图所示．由图中的



$E_k=h\nu-W$

(A) OQ　　(B) OP
(C) OP/OQ　　(D) QS/OS
可以直接求出普朗克常量.

C
(4)、以下一些材料的逸出功为
铍 3.9 eV 、　钯 5.0eV 、　铯 1.9 eV 、　钨 4.5 eV
今要制造能在可见光(频率范围为 3.9×10^{14} Hz—7.5×10^{14} Hz)下工作的光电管，在这些材料中应选
(A) 钨．　(B) 钯．　(C) 铯．　(D) 铍．

$W<h\nu=6.63\times10^{-34}\cdot3.9\times10^{14}$
$=2.59\times10^{-19}\approx1.6\,eV$

2、填空题

(1)、在能量观点上，普朗克的能量量子假设与经典理论有着本质区别，在经典的热力学理论和电磁学理论中，能量是_连续_；按照普朗克的能量量子假设，能量是_不连续,分立的_．

(2)、对黑体加热后，测得总的辐出度(即单位面积辐射功率)增大为原来的16倍，则黑体的温度为原来_2_倍，它的最大单色辐出度所对应的波长为原来的_1/2_倍。

$M=\sigma T^4$
$\lambda_m T=b$

(3)、光子波长为λ，则其能量=_$h\frac{c}{\lambda}$_；动量的大小=_h/λ_；质量=_$h/\lambda c$_．

3、当波长为3000Å的光照射在某金属表面时，光电子的能量范围从0到4.0×10^{-19}J。求在作上述光电效应实验时遏止电压$|U_0|$？此金属的红限频率ν_0？（普朗克常量$h=6.63\times10^{-34}$ J・S，基本电荷$e=1.60\times10^{-19}$C）。

(1) $eU_0=E_{kmax}\Rightarrow U_0=\dfrac{4\times10^{-19}\,J}{1.6\times10^{-19}\,J}=2.5\,V$.

(2) $h\nu-E_k=W=h\nu_0$

$\nu_0=\dfrac{6.63\times10^{-34}\cdot\dfrac{3\times10^{8}}{3\times10^{-7}}-4\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}=0.4\times10^{15}\,Hz$

第三节　康普顿散射

1、 选择题

(1)、在康普顿效应实验中，要获得明显的实验现象，所用的光源一般是 （C）

(A) 可见光　　(B) 紫外线.

(C) x 射线.　　(D) 红外线.

(2)、康普顿效应的主要特点是 （D）

(A) 散射光的波长均比入射光的波长短，且随散射角增大而减小，但与散射体的性质无关.

(B) 散射光的波长均与入射光的波长相同，与散射角、散射体性质无关.

(C) 散射光中既有与入射光波长相同的，也有比入射光波长长的和比入射光波长短的.这与散射体性质有关.

(D) 散射光中有些波长比入射光的波长长，且随散射角增大而增大，有些散射光波长与入射光波长相同．这都与散射体的性质无关.

$h\nu_0 = 0.5$

$h\nu = 0.4$

$\frac{\nu_0}{\nu} = \frac{5}{4}$

$\frac{\lambda}{\lambda_0} = \frac{5}{4}$

$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{1}{4}$

(3)、光子能量为 0.5 MeV 的 X 射线，入射到某种物质上而发生康普顿散射．若反冲电子的能量为 0.1 MeV，则散射光波长的改变量$\Delta\lambda$与入射光波长λ_0之比值为 （B.）

(A) 0.20.　　(B) 0.25.　　(C) 0.30.　　(D) 0.35.

(4)、在康普顿效应实验中，若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍，则散射光光子能量ε与反冲电子动能 E_K之比ε / E_K为 （D.）

(A) 2.　　(B) 3.　　(C) 4.　　(D) 5.

$\frac{h\nu}{h\nu_0 - h\nu} = \frac{5}{6-5}$

(5)、在康普顿效应实验中，根据光子理论，单个光子与电子的相互作用是 （A）

(A) 完全弹性碰撞.　　(B) 完全非弹性碰撞.

(C) 动量不守恒.　　(D) 能量不守恒.

(6) 光电效应和康普顿效应都包含有电子与光子的相互作用，下面哪种说法是正确的?

(A) 两种效应都属于电子与光子的弹性碰撞过程.

(B) 光电效应是由于电子吸收光子能量而产生的，而康普顿效应则是由于光子与电子的弹性碰撞而产生的.

(C) 不论可见光、紫外光还是 X 射线，与金属作用时，都能同时观察到两种效应.

(D) 两种效应都服从能量守恒和动量守恒定律.

2、填空题　$\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2\frac{\theta}{2} = \frac{h}{m_0 c}(1-\cos\theta)$

(1)、康普顿散射中，当散射光子与入射光子方向成夹角ϕ= $\underline{\ \pi\ }$时，散射光子的频率小得最多；当ϕ= $\underline{\ 0\ }$时，散射光子的频率与入射光子相同.

(2)、在康普顿散射实验中，散射角为ϕ_1= 45° 和ϕ_2=60° 的散射光波长改变量之比$\Delta\lambda_1$：$\Delta\lambda_2$= $\underline{\ 2-\sqrt{2}\ }$.　$\frac{1-\cos 45^\circ}{1-\cos 60^\circ}$

3、用波长λ_0 =1 Å的光子做康普顿实验.

(1) 散射角ϕ=90° 的康普顿散射波长是多少?

(2) 反冲电子获得的动能有多大?

(普朗克常量 h =6.63×10^{-34} J·s，电子静止质量 m_e=9.11×10^{-31} kg)

(1) $\Delta\lambda = 2 \cdot 2.43\times10^{-12} \sin^2 45^\circ = 2.43\times10^{-12}$

$\lambda = 1.0243 \times 10^{-10}$

(2) $h\frac{c}{\lambda_0} - h\frac{c}{\lambda} = 6.63\times10^{-34} \cdot 3\times10^{8} \left(\frac{1}{10^{-10}} - \frac{1}{1.0243\times10^{-10}}\right)$

$= 4.7\times10^{-1+8+10-34} = 4.7\times10^{-17}$ J ≈ 294 eV

第四节　氢原子的玻尔模型

实物粒子的波动性

1、选择题

（1）. 已知氢原子从基态激发到某一定态所需能量为 10.19eV，若氢原子从能量为-0.85eV 的状态跃迁到上述定态时，所发射的光子的能量为 $-0.85-(-13.6+10.19)=2.56$ eV

(A) 2.56eV. (B) 3.41eV. —— $-13.6+10.19$

(C) 4.25eV. (D) 9.95eV. —— -13.6

（2）. 氢原子光谱的巴耳末系中波长最长的谱线用λ_1表示，其次波长用λ_2表示，则它们的比值λ_1/λ_2为 $\lambda=365.46\cdot\frac{n^2}{n^2-2}$

(A) 9/8. (B) 19/9. $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{9/(9-4)}{16/(16-4)}=\frac{27}{20}$

(C) 27/20. (D) 20/27.

(3)、证实德布罗意波存在的关键性实验是 （C）

(A) 卢瑟福实验. (B) 施特恩-盖拉赫实验.

(C) 戴维逊-革末实验. (D) 康普顿实验.

(4)、如果两种不同质量的粒子，其德布罗意波长相同，则这两种粒子的 （A）

(A) 动量相同. $P=\frac{h}{\lambda}$ (B) 能量相同.

(C) 速度相同. (D) 动能相同.

(5)、静止质量不为零的微观粒子作高速运动，这时粒子物质波的波长λ与速度 v 有如下关系： （C）

(A) $\lambda\propto v$. (B) $\lambda\propto 1/v$.

(C) $\lambda\propto\sqrt{\frac{1}{v^2}-\frac{1}{c^2}}$. (D) $\lambda\propto\sqrt{c^2-v^2}$

$P=\frac{h}{\lambda}=mv=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}v$

(7)、由实物粒子的波粒二象性可知

(A) 波是基本的，粒子是分布在某一空间区域内的波构成的.

(B) 每个粒子就是经典概念下的波动.

(C) 粒子是基本的，波是在粒子所组成的媒质中产生的.

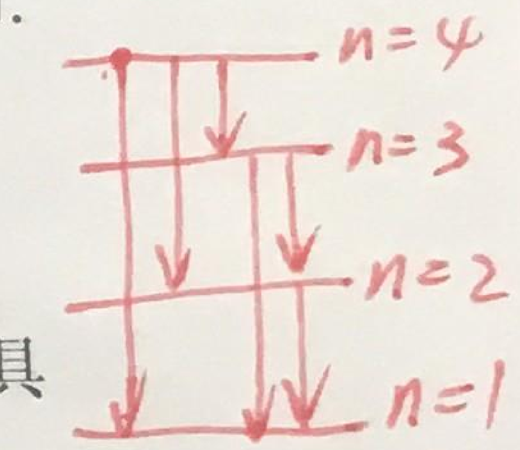
(D) 粒子所具有的波动性是与其统计性相联系的概率波.

2、填空题

$\frac{13.6}{0.544}=25=n^2$

（1）. 氢原子基态的电离能是__13.6__eV. 电离能为 0.544eV 的激发态氢原子，其电子处在 $n=$__5__的轨道上运动.

（2）. 按氢原子理论，当大量氢原子处于 $n=4$ 的激发态时，原子跃迁将发出__6__种波长的光.



(3)、德布罗意在光的波粒二象性的启发下，提出实物粒子也具有__波粒二象性__。

（4）、子弹的德布罗意波长很__短__.(填写"短"或"长")，所以测不到它的波动性。

(5)、低速运动的质子和α粒子，若它们的德布罗意波长相同，则它们的动量之比=__$h/\lambda=1:1$__；动能之比=__$\frac{p^2}{2m}=4:1$__。

(6)、静止质量为 m_e 的电子，经电势差为 U_{12} 的静电场加速后，若不考虑相对论效应，电子的德布罗意波长$\lambda=$__$\frac{h}{\sqrt{2eU m}}$__.

$eU_{12}=\frac{1}{2}mv^2$

$\lambda=\frac{h}{mv}=\frac{h}{m\cdot\sqrt{\frac{2eU}{m}}}$

3. α 粒子在磁感应强度为 B=0.025T 的均匀磁场中沿半径为 R=0.83cm 的圆形轨道上运动. (1)试计算其德布罗意波长(α 粒子的质量 m_α=6.64×10^{-27}kg)；

(2)若使质量 m=0.1g 的小球以与α粒子相同的速率运动，则其波长为多少.

(1) $r=\frac{mv}{qB}$　　$mv=rqB$

$\lambda=\frac{h}{mv}=\frac{6.63\times10^{-34}}{0.83\times10^{-2}\cdot1.6\times10^{-19}\cdot2\cdot0.025}$

$=1\times10^{-11}$ m

(2) $V=\frac{0.83\times10^{-2}\cdot1.6\times10^{-19}\cdot2\cdot0.025}{6.64\times10^{-27}}$

4、电子和光子的波长均为 0. 20nm, 则它们的动量和动能各是多少?

$P_{电子}=P_{光子}=\frac{h}{\lambda}=\frac{6.63\times10^{-34}}{0.2\times10^{-9}}=3.315\times10^{-24}$

$E_{光}=h\nu=h\frac{c}{\lambda}=pc=9.945\times10^{-16}$

$=6.22$ kev

$\because PC=6.22$ keV $\ll 0.512$ Mev

$\therefore E_k=\frac{p^2}{2m_0}=37.8$ ev $=6.05\times10^{-19}$ J.

5、如用能量为 12.6eV 的电子轰击基态氢原子时，可以产生哪些谱线？绘出能级跃迁示意图。并指出有几条属于可见光谱。

n=4　−0.85ev　$-13.6+12.6=-1$ ev

n=3　−1.51ev

n=2　$-3.4ev=\frac{-13.6}{2^2}$

n=1　−13.6ev

n=3　① 3→2　$\frac{1.89\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}=4.6\times10^{14}$

② 3→1　$\frac{12.09\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}=2.9\times10^{15}$

③ 2→1　$\frac{10.2\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}=2.46\times10^{15}$

$\lambda=\frac{c}{\nu}$　① 650 nm $=0.65\times10^{-6}$

② 100 nm $=1\times10^{-7}$

③ 121 nm $=1.21\times10^{-7}$

第五节　不确定关系

1、不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$ 表示在 x 方向上　　（D.）

(A) 粒子位置不能准确确定.
(B) 粒子动量不能准确确定.
(C) 粒子位置和动量都不能准确确定.
(D) 粒子位置和动量不能同时准确确定.

2、不确定关系是 海森堡 第一个提出的，它的根源是 波粒二象性

$\Delta x = \lambda$

3、如果粒子位置的不确定量等于其德布罗意波长，则此粒子速度的不确定量(小于等于、大于等于) 大于等于 其速度。

$\Delta p \Delta x > h \quad m\Delta v = \Delta p \geq \frac{h}{\lambda} = mv$

4、光子的波长为 λ=3000 Å，如果确定此波长的精确度 $\Delta\lambda/\lambda=10^{-6}$，试求此光子位置的不确定量.

$\Delta x \Delta p_x = h \qquad p = \frac{h}{\lambda} \qquad \Delta p = \frac{h}{\lambda^2}\Delta\lambda$

$\Delta x = \frac{h}{\Delta p_x} = \frac{h}{\frac{h}{\lambda^2}\Delta\lambda} = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$

$= 10^6 \cdot 3000\times10^{-10} = 0.3\,m$

4、铀核的线度为 7.2×10^{-15}m. 试用不确定关系估算核中 α 粒子($m_\alpha=6.7\times10^{-27}$kg)的动量值和动能值. 不确定值

$\Delta p = \frac{h}{\Delta r} = 1.84\times10^{-19}$

$E_k = \frac{p^2}{2m} \qquad \Delta E_k = \frac{2p\Delta p}{2m}$

第六节　薛定谔方程与一维无限深势阱

1、选择题

(1)、已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}}\cdot\cos\frac{3\pi x}{2a},\quad (-a\leq x\leq a)$$

$\psi^2(x) = \frac{1}{a}\cos^2\frac{3\pi\cdot\frac{5}{6}a}{2a} = \frac{1}{2a}$

那么粒子在 $x = 5a/6$ 处出现的概率密度为 (A)

(A) $1/(2a)$.　(B) $1/a$.　(C) $1/\sqrt{2a}$.　(D) $1/\sqrt{a}$

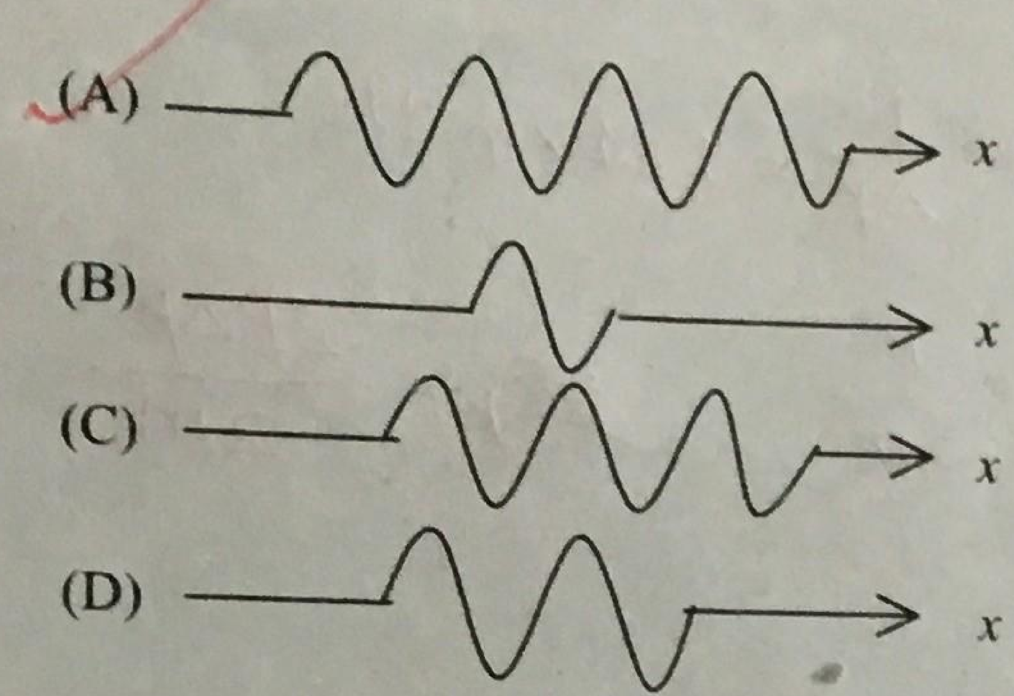
(2)、将波函数在空间各点的振幅同时增大 D 倍，则粒子在空间的分布概率将　　(D)

(A) 增大 D^2 倍.　　(B)增大 $2D$ 倍.
(C) 增大 D 倍.　　(D)不变.

(3) 微观粒子的德布罗意波是一种　　(C)

(A)电磁波　(B)机械波　(C)概率波　(D)横波

(4)、设粒子运动的波函数图线分别如图(A)、(B)、(C)、(D)所示，那么其中确定粒子动量的精确度最高的波函数是哪个图？



（ A ）

2、填空题

(1)、决定微观粒子空间分布状态的函数称为__波函数__，该函数可由__薛定谔__方程来确定。

(2)、设描述微观粒子运动的波函数为$\psi(\vec{r},t)$，则$\psi\psi^*$表示__概率密度函数__

(3)、波函数的归一化条件是指 $\int_{-\infty}^{\infty}\psi^2(x)dx=1$。

(4)、粒子在一维无限深势阱中运动（势阱宽度为a），其波函数为

$\frac{d(\sin^2\frac{3\pi x}{a})}{dx}=2\sin\frac{3\pi x}{a}\cos\frac{3\pi x}{a}=\sin\frac{6\pi x}{a}=0$

$$\Psi(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\frac{3\pi x}{a}\quad.\quad(0<x<a)$$

$\frac{6\pi x}{a}=k\pi$

$x=\frac{a}{6}\cdot k$

粒子出现的概率最大的各个位置是 $x=$ $\frac{a}{6}$，$\frac{3}{6}a$，$\frac{5}{6}a$.

3、设有一电子在宽为0.20nm的一维无限深的方势阱中，

(1)计算电子在最低能级的能量？

(2)当电子处于第一激发态（$n=2$）时，在势阱何处出现的概率密度最大，其值为多少？

3)求在(0,0.10nm)的范围内电子出现的概率

(1) $E=\frac{h^2n^2}{8ma^2}$ $E_{min}=\frac{h^2}{8ma}$

$=\frac{(6.63\times10^{-34})^2}{8\cdot9.1\times10^{-31}\cdot(0.2)^2\times10^{-18}}$

$=15\times10^{-19}$

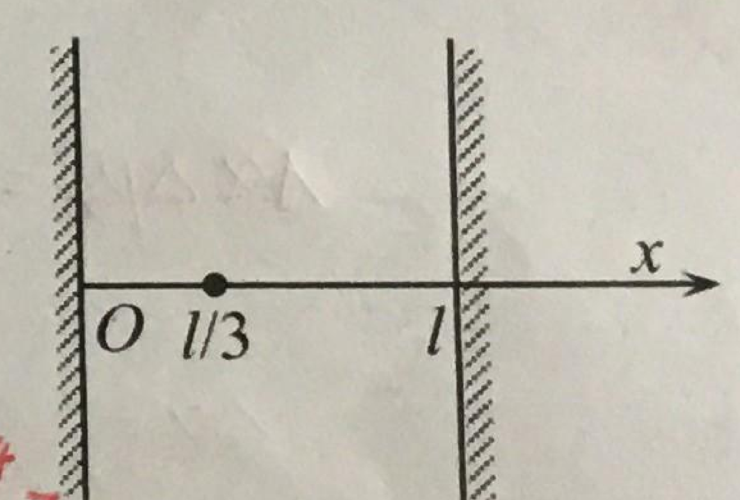
(2) $W_n=\frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi x}{a}$

$\frac{dW_n}{dx}=0\Rightarrow\sin\frac{4\pi x}{a}=0$ $\frac{4\pi x}{a}=k\pi$ $x=\frac{a}{4}k$

$0.\ \frac{a}{4}.\ \frac{2}{4}a.\ \frac{3}{4}a.\ a$

(3) $\frac{1}{2}$

4. 一粒子被限制在相距为l的两个不可穿透的壁之间，如图27.2所示. 描写粒子状态的波函数为$\psi=cx(l-x)$，其中c为待定常量，求在0~$l/3$区间发现粒子的概率.



$\psi^2=c^2x^2(l-x)^2$

$\int_0^{\frac{l}{3}}c^2x^2(l-x)^2dx$

$=c^2\cdot\left[\frac{(\frac{l}{3})^3}{3}+\frac{(\frac{l}{3})^5}{5}-\frac{(\frac{l}{3})^4}{2}\right]=20.9\%$

$\int_0^l c^2x^2(l-x)^2dx=1\Rightarrow C=\sqrt{\frac{30}{l^5}}$

nm = 1×10^{-7}

③ 121 nm = 1.21×10^{-7}

姓名　　　　班级　　　　学号

第七节　原子的量子理论　激光

1. 根据玻尔氢原子理论，氢原子在 n =5 的轨道上的动量矩与在第一激发态的轨道动量矩之比为: 　　[A]

角动量.　$n=2$　$L=n\cdot\frac{h}{2\pi}$

(A) 5/2.　　(B) 5/3.

(C) 5/4.　　(D) 5.

2. 根据量子力学原理，氢原子中电子绕核运动动量矩的最小值为　　[D.]

$\sqrt{l(l+1)}\frac{h}{2\pi}$

(A) $\sqrt{2}\,\hbar$.　　(B) $\hbar$.　　(C) $\hbar/2$.　　(D) 0.

3、有下列四组量子数:　　[C.]

(1) $n=3$，$l=2$，$m_l=0$，$m_s=\frac{1}{2}$. ✓

(2) $n=3$，$l=3$，$m_l=1$，$m_s=\frac{1}{2}$.

(3) $n=3$，$l=1$，$m_l=-1$，$m_s=-\frac{1}{2}$. ✓

(4) $n=3$，$l=0$，$m_l=0$，$m_s=-\frac{1}{2}$. ✓

其中可以描述原子中电子状态的

(A) 只有(1)和(3).

(B) 只有(2)和(4).

(C) 只有(1)、(3)和(4).

(D) 只有(2)、(3)和(4)

$l=$ 0 1 2 3
s p d f

4. 氢原子中处于 3d 量子态的电子，描述其量子态的四个量子数 (n，l，m_l，m_s)可能取的值为 $n=3$　　[D.]

(A) (3，0，1，$-\frac{1}{2}$).　　(B) (1，1，1，$-\frac{1}{2}$).

(C) (2，1，2，$\frac{1}{2}$)　　(D) (3，2，0，$\frac{1}{2}$).

5、在原子的 K 壳层中，电子可能具有的四个量子数(n，l，m_l，m_s)是　$n=1$　$n=2$ L　$n=3$ M　　[B.]

(1) (1，1，0，$\frac{1}{2}$).　　(2) (1，0，0，$\frac{1}{2}$). ✓

(3) (2，1，0，$-\frac{1}{2}$).　　(4) (1，0，0，$-\frac{1}{2}$). ✓

以上四种取值中，哪些是正确的?

(A) 只有(1)、(3)是正确的.

(B) 只有(2)、(4)是正确的.

(C) 只有(2)、(3)、(4)是正确的.

(D) 全部是正确的.

6、在原子的 L 壳层中，电子可能具有的四个量子数 (n，l，m_l，m_s) 是　$n=2$　　[C.]

(1) (2，0，1，$\frac{1}{2}$).　　(2) (2，1，0，$-\frac{1}{2}$). ✓

(3) (2，1，1，$\frac{1}{2}$). ✓　　(4) (2，1，-1，$-\frac{1}{2}$). ✓

以上四种取值中，哪些是正确的?

(A) 只有(1)、(2)是正确的.

(B) 只有(2)、(3)是正确的.

(C) 只有(2)、(3)、(4)是正确的.

(D) 全部是正确的.

7. 世界上第一台激光器是　　[D.]

(A) 氦氖激光器.　　(B) 二氧化碳激光器.

(C) 钕玻璃激光器.　　(D) 红宝石激光器.

8、在激光器中利用光学谐振腔　　[C.]

(A) 可提高激光束的方向性，而不能提高激光束的单色性.

(B) 可提高激光束的单色性，而不能提高激光束的方向性.

(C) 可同时提高激光束的方向性和单色性.

(D) 既不能提高激光束的方向性也不能提高其单色性.

9、按照原子的量子理论，原子可以通过自发辐射和受激辐射的方式发光，它们所产生的光的特点是： [B.]

(A) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的，原子受激辐射的光与入射光是不相干的.

(B) 两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的，原子受激辐射的光与入射光是相干的.

(C) 两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的，原子受激辐射的光与入射光是不相干的.

(D) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的，原子受激辐射的光与入射光是相干的。

10、 激光全息照相技术主要是利用激光的哪一种优良特性？

(A) 亮度高. (B) 方向性好.

(C) 相干性好. (D) 抗电磁干扰能力强.

[C.]

11、 激发本征半导体中传导电子的几种方法有 (1) 热激发，(2) 光激发，(3) 用三价元素掺杂，(4) 用五价元素掺杂. 对于纯锗和纯硅这类本征半导体，在上述方法中能激发其传导电子的只有

[D.]

(A) (1)和(2). (B) (3)和(4).

(C) (1) (2)和(3) (D) (1) (2)和(4).

12、N 型半导体中杂质原子所形成的施主能级，在能带结构中处于 [D.]

(A) 满带中 (B) 导带中

(C) 禁带中，但接近满带顶 (D) 禁带中，但接近导带底

13、若（1）是指锗用锑（5 价元素）掺杂；（2）指硅用铝（3 价元素）掺杂。下列说法正确的是 [B.]

n型 P型

(A) （1）、（2）均 n 型半导体

(B) （1）为 n 型半导体，（2）为 p 型半导体

(C) （1）为 P 型半导体，（2）为 n 型半导体

(D) （1）、（2）均为 p 型半导体

14、根据量子力学原理，当氢原子中电子的动量矩 $L=\sqrt{6}\hbar$ 时，L 在外磁场方向上的投影 L_z 可取的值分别为 $0, \pm\frac{h}{2\pi}, \pm\frac{2h}{2\pi}$ ________.

$\sqrt{l(l+1)}$

$l=2$ 　$m_l=0, \pm1, \pm2$

15、与绝缘体相比较纯净半导体能带的禁带是较 窄 的，在常温下有少量 电子 由满带激发到 导带 中，从而形成由 电子 参与导电的本征导电性。

120

100 nm = 1×10⁻⁷

③ 121 nm = 1.21×10⁻⁷

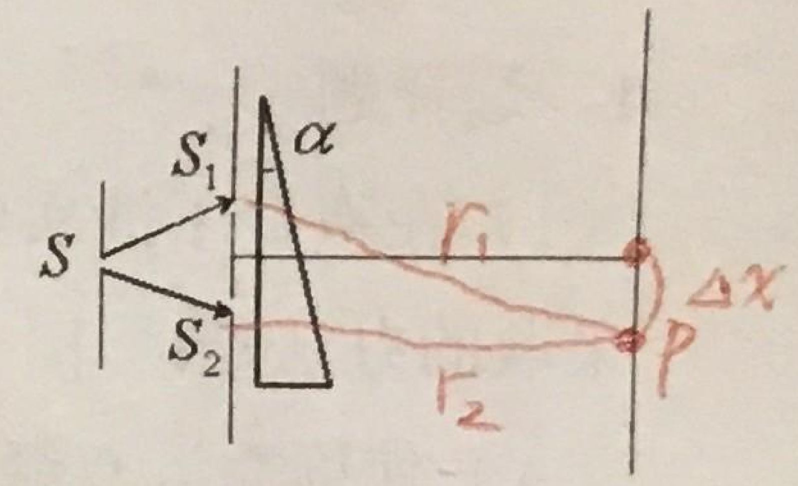
4、在双缝干涉实验中，波长 $\lambda = 550nm$ 的单色平行光垂直入射到缝间距 $d = 2\times10^{-4}m$ 的双缝上，屏到双缝的距离 $D = 2m$。求：（1）中央明纹两侧的两条第10级明纹中心的间距；（2）用一厚度为 $e = 6.6\times10^{-6}m$、折射率为 $n = 1.58$ 的云母片覆盖一缝后，零级明纹将移到原来的第几级明纹处？

(1) $\Delta x = 20\dfrac{D}{d}\lambda = 0.11\ m$

(2) $\begin{cases} r_2 - r_1 = k\lambda \\ (n-1)e = k\lambda \end{cases}$

$\Rightarrow k = 7$

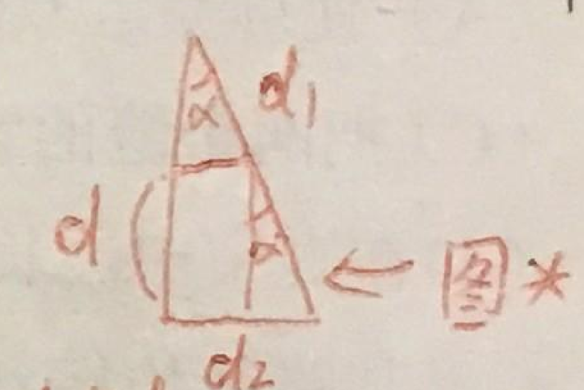
5*. 如图所示：在双缝干涉实验中，波长为 λ 的单色平行光垂直入射到缝间距为 d 的双缝上，屏到双缝的距离 D。若在紧靠双缝处放置一折射率为 n 的光楔，测得干涉条纹较放光楔前移动了 Δx，求光楔的楔角 α？



放光楔前

$\Delta = r_2 - r_1$

放光楔后



$\Delta' = (r_2 - d_2 + nd_2) - (r_1 - d_1 + nd_1)$

$= 0$ ← 找中央明纹

$(r_2 - r_1) + (n-1)(d_2 - d_1) = 0$ $\Rightarrow r_1 > r_2$ 中央明纹下移到P点 距中心 Δx

$\Rightarrow r_1 - r_2 = (n-1)(d_2 - d_1)$

$r_1 - r_2 = |d\sin\theta| \approx |d\,tg\theta| = d\dfrac{\Delta x}{D}$

$d_2 - d_1 = \dfrac{d}{D}\cdot\Delta x\cdot\dfrac{1}{n-1} = d\,tg\alpha$ 见图(*)

$\therefore \alpha \approx arctg\dfrac{\Delta x}{D(n-1)}$

薄膜干涉

1、选择题

(1) 一束波长为λ的单色光由空气垂直入射到折射率为 n 的透明薄膜上，透明薄膜放在空气中，要使反射光得到干涉加强，则薄膜最小的厚度为：[B]

(A) $\lambda/4$.　　　　(B) $\lambda/(4n)$.

(C) $\lambda/2$.　　　　(D) $\lambda/(2n)$.

2、填空题

$\frac{1}{1.38}$ / 1.6

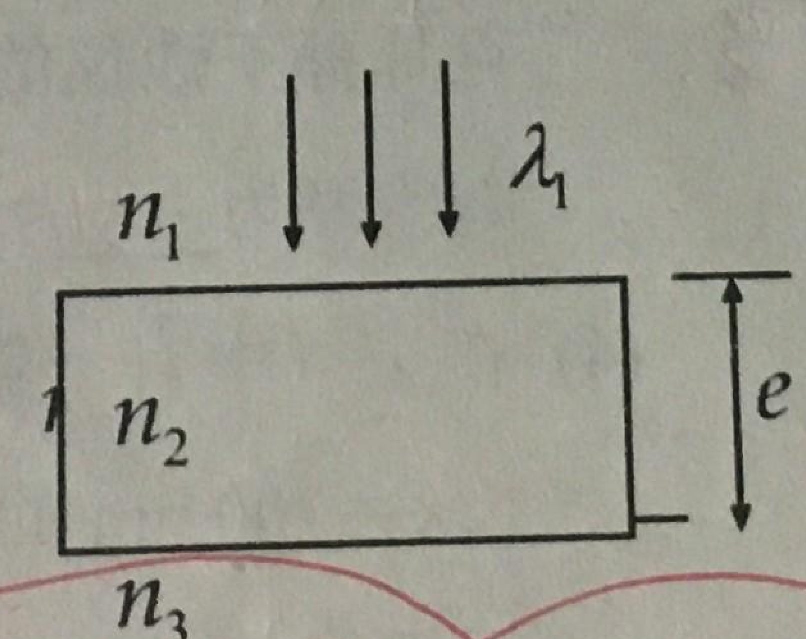
(1) 在玻璃（折射率为1.60）表面镀一层 MgF_2（折射率为1.38）薄膜作为增透膜。为了使波长为 500nm 的光从空气（折射率为1.00）正入射时尽可能少反射，MgF_2 薄膜的最小厚度应是 ~~78~~ 90.6 nm ;

$\frac{\lambda}{4n} = \frac{500}{4\cdot 1.38} = 90.6$　　$2e = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

(2) 见右图，平行单色光垂直照射到薄膜上，经上下两表面反射的两束光发生干涉，若薄膜的厚度为 e，并且 $n_1 < n_2 > n_3$，λ_1 为入射光在折射率为 n_1 的媒质中的波长，则两束反射光在相遇点的光程差(δ)为 $2n_2e + \frac{\lambda_0}{2}$

相位差为 $\frac{2\pi}{\lambda_0}\delta$.

$= \frac{4\pi}{n_1\lambda_1}n_2e + \pi$



$\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{n_1}$　$\therefore \lambda_0 = n_1\lambda_1$

3、白光垂直照射到空气中一厚度为 380nm 的肥皂膜上，设肥皂膜的折射率为 1.32，试问该膜的正面呈现什么颜色？背面呈现什么颜色？

正：$\delta = 2n_2e + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$

$\lambda = \frac{2\cdot 1.32\cdot 380}{k-\frac{1}{2}} = \begin{cases} k=1 & 舍 \\ k=2 & 668 \quad 红 \\ k=3 & 401 \quad 紫 \\ k=4 & 舍 \end{cases}$

反：$\delta = 2n_2e = k\lambda$

$\lambda = \frac{2n_2e}{k}$　$\begin{cases} k=1, 3 & 舍 \\ k=2 & 501.6\ nm \quad 绿 \end{cases}$

劈尖　牛顿环　迈克尔逊干涉仪

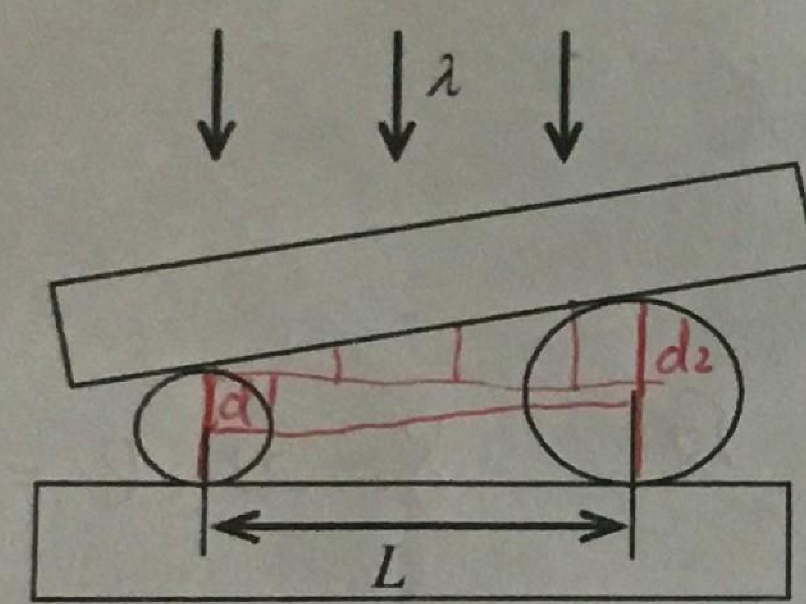
1、选择题

(1) 若把由平凸玻璃和平玻璃（折射率 1.50）制成的牛顿环装置由空气搬入水中（折射率 1.33），则干涉条纹 [C] $\frac{\lambda}{2n\theta}\downarrow$

(A) 中心暗环变成明环；　(B) 条纹间距变疏；

(C) 条纹间距变密 ；　(D) 条纹间距不变。

(2) 如图所示，两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为 L，夹在两块平晶的中间，形成空气劈尖，当单色光垂直入射时，产生等厚干涉条纹．如果两滚柱之间的距离 L 变大，则在 L 范围内干涉条纹的 [D] 不是全部



$L\uparrow$ $\theta\downarrow$

$l=\frac{\lambda}{2n\theta}\uparrow$

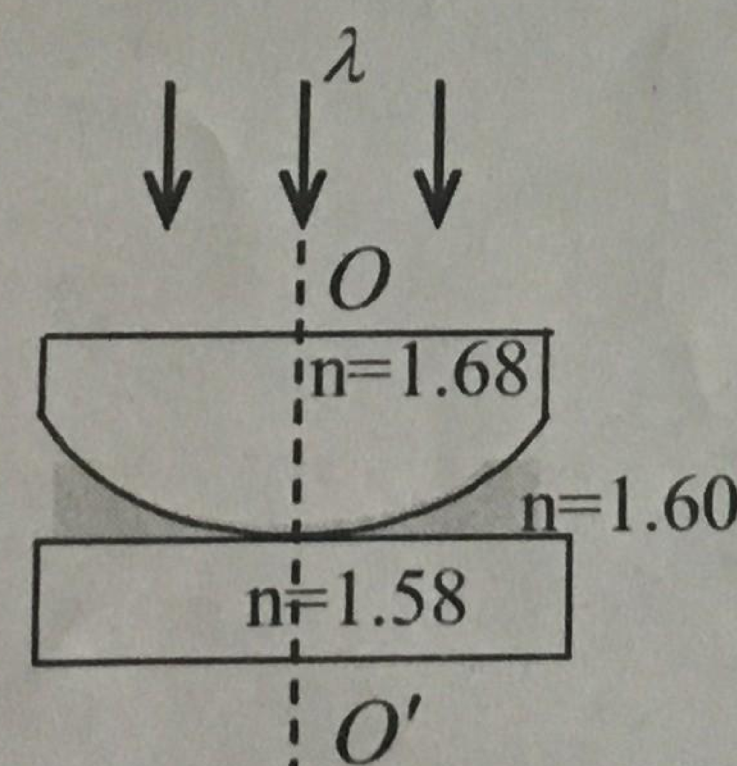
$N-1=\frac{d_2-d_1}{\frac{\lambda}{2}}$

数目不变

（A）数目增加，间距不变．　（B）数目减少，间距变大．

(C) 数目增加，间距变小．(D) 数目不变，间距变大．

(3) 如图所示，平板玻璃和凸透镜构成牛顿环装置，全部浸入 n=1.60 的液体中，凸透镜可沿 OO' 移动，用波长λ=500 nm(1nm=10^{-9}m)的单色光垂直入射．从上向下观察，看到中心是一个暗斑，此时凸透镜顶点距平板玻璃的距离最少是 [C]



(A) 156.3 nm　(B) 148.8 nm

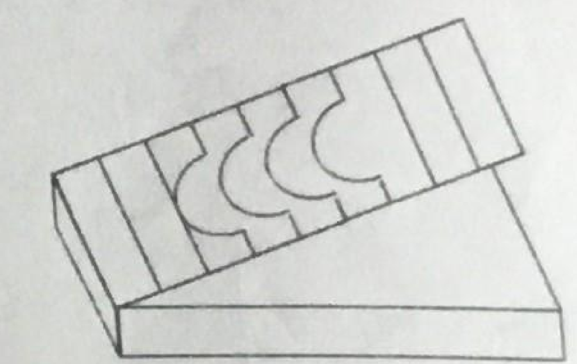
(C) 78.1 nm　(D) 74.4 nm　(E) 0

$2ne=\frac{\lambda}{2}$　$e=\frac{\lambda}{4n}=\frac{500}{4\cdot 1.6}=78.1$

(4) 如图所示，用劈尖干涉检测工件的表面，当波长为 λ 的单色光垂直入射时，观察到的干涉条纹中间向劈尖棱边弯曲，每一条弯曲部分的顶点恰好与左邻的直线部分的连线相切，则工件表面： [B]

(A) 有一凹陷的槽，深为 $\lambda/4$；(B) 有一凹陷的槽，深为 $\lambda/2$；

(C) 有一凸起的埂，高为 $\lambda/2$；(D) 有一凸起的埂，高为 $\lambda/4$。



2、填空题

(1) 两块平玻璃构成空气劈形膜，左边为棱边，用单色平行光垂直入射．若上面的平玻璃慢慢地向上平移，则干涉条纹向 <u>棱边/左</u> 平移，条纹间隔 <u>不变</u>；

(2) 已知在迈克耳逊干涉仪中使用波长为λ的单色光，在干涉仪的可动反射镜移动一距离 d 的过程中，干涉条纹将移动 <u>$d/(\frac{\lambda}{2})$</u> 条；

(3) 设入射光的波长为 589nm，把折射率 n=1.40 的薄膜放入迈克耳孙干涉仪的一臂，如果由此产生了 7.0 条条纹的移动，则膜厚为 <u>5153.75 nm</u>；

(4) 在空气中有一劈形透明膜，其劈尖角θ=1.0×10^{-4}rad，在波长λ=700 nm 的单色光垂直照射下，测得两相邻干涉明条纹间距 l＝0.25 cm，由此可知此透明材料的折射率 n＝ <u>1.4</u>．(1 nm=10^{-9} m)

$\frac{700\times10^{-9}}{2\cdot n\cdot 0.25\times10^{-2}}=1\times10^{-4}$

(5) 波长λ=600 nm 的单色光垂直照射到牛顿环装置上，第二个明环与第五个明环所对应的空气膜厚度之差为 <u>900</u> nm (1 nm=10^{-9} m)；

$\frac{\lambda}{2}\cdot 3$

3、在牛顿环实验中，当透镜与玻璃间充满某种液体时，第 10 个亮环的直径由 1.4×10^{-2}m 变为 1.27×10^{-2}m，试求这种液体的折射率。

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

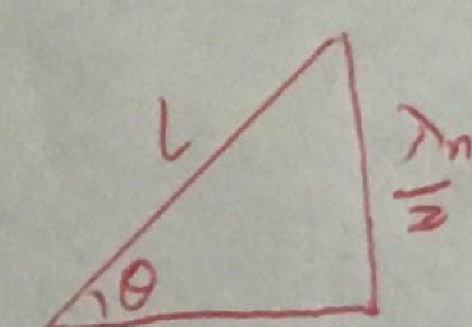
$$\begin{cases}\Delta=2nd+\frac{\lambda}{2}=\frac{nr^2}{R}+\frac{\lambda}{2}=k\lambda\\ r^2=2dR-d^2\approx 2dR\end{cases}$$

空气　$r_{10}=\sqrt{\frac{(10-\frac{1}{2})R\lambda}{1}}=1.4\times10^{-2}$m

液体　$r_{10}'=\sqrt{\frac{(10-\frac{1}{2})R\lambda}{n}}=1.27\times10^{-2}$ m

$n=\frac{1.4^2}{1.27^2}=1.215$

4、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．求(1)两种情况下相邻两明纹厚度差之比；(2)劈尖角θ．



$l=\frac{\lambda}{2n\theta}$

(1) $\frac{\frac{\lambda}{2}}{\frac{\lambda}{2n}}=n=1.4$

(2) $\frac{\lambda}{2\theta}-\frac{\lambda}{2n\theta}=\Delta l$

$\Rightarrow\theta=\frac{\lambda}{2}(1-\frac{1}{n})\cdot\frac{1}{\Delta l}$

$=\frac{600\times10^{-9}}{2}(1-\frac{1}{1.4})\cdot\frac{1}{0.5\times10^{-3}}$

$=1.7\times10^{-4}$ rad

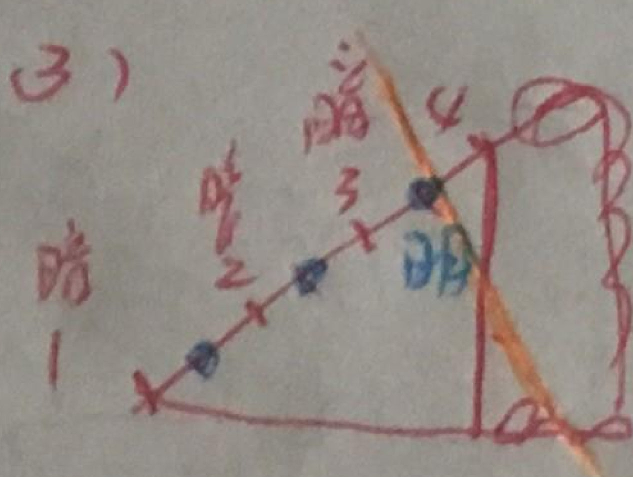
0.0098°

5、用波长为 500 nm（1 nm=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形膜上．在观察反射光的干涉现象中，距劈形膜棱边 l = 1.56 cm 的 A 处是从棱边算起的第四条暗条纹中心．（1）求此空气劈形膜的劈尖角θ；（2）改用 600 nm 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？

(1) $\sin\theta \approx \theta = \dfrac{\frac{3}{2}\lambda}{l} = 4.8\times10^{-5}$ rad

(2) $l = \dfrac{\lambda}{2\theta} = 62.5\times10^{-4}$

(3)

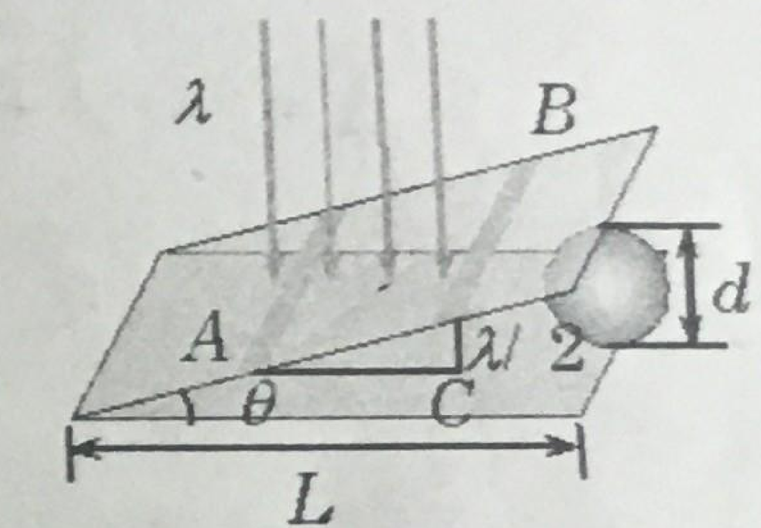


$1.56/62.5\times10^{-2} \doteq 2.5$

$e=0$ 暗

3明3暗.

6. 如图所示，两块相同的平板玻璃构成一空气劈尖，长 L=4cm，一端夹住一金属丝，现以波长为 589 nm 的钠光垂直入射，（1）若观察到相邻明纹（或暗纹）间距离 l=0.1mm，求金属丝的直径 d=？（2）将金属丝通电，受热膨胀，直径增大，在此过程中，从玻璃片上方离劈棱距离为 $L/2$ 的固定观察点上发现干涉向左移动 2 条，问金属丝的直径膨胀了多少？



1) 相邻明(暗)纹间距

$l = \dfrac{\lambda_n}{2\theta} = \dfrac{\lambda_0}{2\theta} = 0.1$ mm

$\theta = \dfrac{\lambda_0}{2l} = \dfrac{589\times10^{-9}}{2\times0.1\times10^{-3}} = 2.945\times10^{-3}$ rad

$tg\theta = \dfrac{d}{L} = \theta$

$d = L\theta = 1.178\times10^{-4}$ m

2) 固定观察点发现干涉条纹向左移动2条

$h'-h = 2\Delta d = 2\cdot\dfrac{\lambda_0}{2} = \lambda_0$

$h' = h+\lambda_0$

前: $\sin\theta = \dfrac{h}{L/2} = \dfrac{2h}{L} \doteq tg\theta = \dfrac{d}{L}$

后: $\sin\theta' = h'/\frac{L}{2} = \dfrac{2h'}{L} = \dfrac{2(h+\lambda_0)}{L} = tg\theta' = \dfrac{d}{L}$

$\therefore d'-d = 2(h+\lambda_0)-2h = 2\lambda_0 = 1.178\times10^{-6}$ (m)

光的单缝衍射　光学仪器的分辨本领

1、选择题

(1) 在夫琅和费单缝衍射中，对于给定的入射光，当缝宽度变小时，除中央亮纹的中心位置不变外，各级衍射条纹　[B]

(A) 对应的衍射角变小；　(B) 对应的衍射角变大；

(C) 对应的衍射角也不变；　(D) 光强也不变。

(2) 孔径相同的电子显微镜和光学显微镜比较，前者分辨本领大的原因是：　$\downarrow \delta\theta = 1.22\frac{\lambda\downarrow}{D}$　[B]

(A) 电子可以自由移动；　(B) 电子衍射的波长比可见光短；

(C) 电子衍射的波长比可见光波长大；　(D) 电子的穿透力强。

$a\sin\theta = 6\cdot\frac{\lambda}{2}$　$\frac{1.5\times10^{-3}}{f} = \theta = \frac{3\cdot 500\times10^{-9}}{0.25\times10^{-3}} \Rightarrow f = 0.25m$

2、填空题

(1) 波长为 500nm 的单色平行光垂直照射到宽为 0.25mm 的单缝上，单缝后置一凸透镜以观测衍射条纹。如果幕上中央条纹两旁第三个暗条纹之间的距离为 3mm，则透镜的焦距为 25cm；

(2) 一单色平行光垂直照射一单缝，若其第三条明纹位置正好和波长为 600nm 的单色光入射时的第二级明纹位置一样，则前一种单色光的波长为 429nm；　$a\sin\theta = 7\cdot\frac{\lambda'}{2} = 5\cdot\frac{600}{2}$

(3) 在夫琅禾费单缝衍射实验中，$b\sin\theta = \pm 3\lambda$，表明在条纹对应衍射角 θ 的方向上，单缝处的波振面被分成 6 个半波带，此时在位于透镜焦平面的屏上将形成 暗 纹（明、暗）。如果透镜焦距为 f，则条纹在透镜焦平面屏上的位置 $x =$ $f\cdot\frac{3\lambda}{b}$；

(4) 平行单色光垂直入射于单缝上，观察夫琅禾费衍射．若屏上 P 点处为第二级暗纹，则单缝处波面相应地可划分为 4 个半波带．若将单缝宽度缩小一半，P点处将是第 1 级 暗 纹；

$b\sin\theta = 4\cdot\frac{\lambda}{2}$

$\frac{b}{2}\sin\theta = 2\cdot\frac{\lambda}{2}$

(5) 月球距地面大约 $3.86\times10^5\,km$，假设月光波长可按 $\lambda = 550nm$ 计算，那么在地球上用直径 $D = 500cm$ 的天文望远镜恰好能分辨月球表面相距为 51.8 m 的两点；　$\frac{h}{L} = 1.22\frac{\lambda}{D} \Rightarrow h$

(6) 设天空中两颗星对于一望远镜的张角为 4.84×10^{-6} rad，它们都发出波长为 550 nm 的光，为了分辨出这两颗星，望远镜物镜的口径至少要等于 $D = 13.8$ cm。(1nm = 10^{-9} m)

$4.84\times10^{-6} = 1.22\frac{500\times10^{-9}}{D} \Rightarrow D$

3、迎面开来的汽车，其两车灯相距 l 为 1 m，汽车离人多远时，两灯刚能为人眼所分辨？(假定人眼瞳孔直径 d 为 3 mm，光在空气中的有效波长为λ= 500 nm，1 nm = 10^{-9} m)。

$$\frac{1}{L} = 1.22\cdot\frac{500\times10^{-9}}{3\times10^{-3}}$$

$$\Rightarrow L = \frac{3}{1.22\times500\times10^{-6}} = 4918\ m$$