

1、如图所示，一平板玻璃(折射率  $n_1 = 1.6$  )，板上有一油滴(折射率  $n_2 = 1.35$  )，展开以后形成中央稍高的球冠形薄膜。冠高为  $1\mu\text{m}$ ，当用  $\lambda = 500\text{nm}$  的单色光垂直照射时，从油膜上方看到的反射光干涉条纹( )  
 (共有几条明纹？边缘为明纹？还是暗纹？)

共有6条明纹，边缘为明纹

详解：参考课上例题7

$$n_1 < n_2 < n_3, \quad \Delta_0 = 0$$

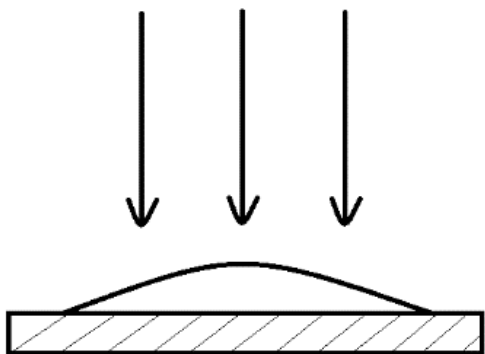
解：反射光：  $\Delta_r = 2n_2d + \Delta_0 = 2n_2d$

$$\text{明环：} \quad \Delta_r = 2n_2d = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda, \quad k = 0, 1, 2, \dots,$$

油膜周边：  $d = 0, \quad \Delta_r = 0, \quad \text{明环} (k=0)$

$$0 \leq d \leq d_m \Rightarrow 0 \leq k \leq \frac{2n_2d_m}{\lambda} = 5.4,$$

$$k = 0, 1, 2, 3, 4, 5 \quad \text{6个明环}$$



2、用平行的白光垂直照射一个500条/mm的光栅,在光栅后放置一透镜,透镜焦距为  $f=0.5\text{m}$ 。接收屏上接收到的第一级光谱线的线宽度为()  $\Delta x = 0.105\text{m}$

详解: 参考课上例题18的3) 问, 注意焦距:  $f=0.5\text{m}$

例 18: 用每毫米500条栅纹的光栅, 观察钠光谱线 ( $\lambda=590\text{nm}$ ),  $f=1\text{m}$ ,  
求: 1) 光线垂直入射时, 最多能看到几级条纹?  
2) 光线以入射角 $30^\circ$  入射时, 最多能看到几级条纹?

3) 用白光垂直入射时, 第1级光谱在焦平面的宽度?

解: 3) 光栅方程:  $d \sin \theta = (b + b') \sin \theta = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda$

1级主极大,  $k=1$ :  $d \sin \theta_1 = \lambda$

白光 (可见光) 波长范围:  $400\text{nm} \sim 760\text{nm}$

$$d \sin \theta_{1\max} = \lambda_{\max}, \quad \lambda_{\max} = 760\text{nm}$$

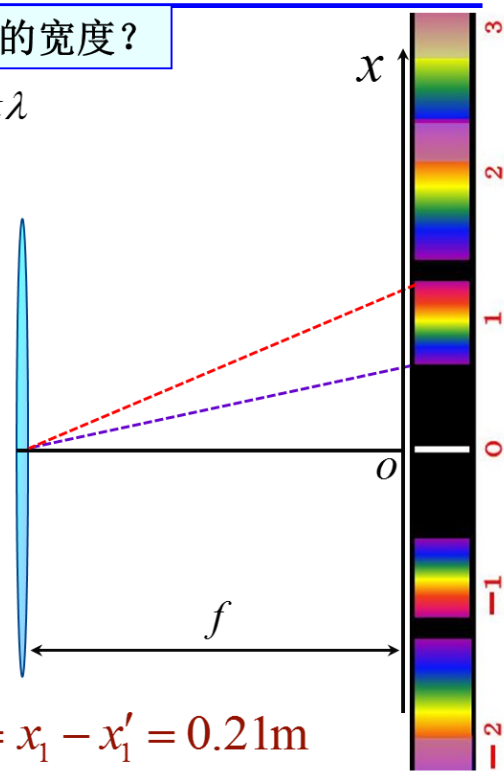
$$\sin \theta_{1\max} = \frac{\lambda_{\max}}{d} = 0.38, \quad \theta_{1\max} \approx 22.3^\circ$$

$$\tan \theta_{1\max} = \frac{x_1}{f}, \quad x_1 = f \tan \theta_{1\max} = 0.41\text{m}$$

同理:  $d \sin \theta_{1\min} = \lambda_{\min}, \quad \lambda_{\min} = 400\text{nm}$

$$\sin \theta_{1\min} = \frac{\lambda_{\min}}{d} = 0.2, \quad \theta_{1\min} \approx 11.5^\circ$$

$$\tan \theta_{1\min} = \frac{x'_1}{f}, \quad x'_1 = f \tan \theta_{1\min} = 0.20\text{m} \quad \Rightarrow \quad \Delta x = x_1 - x'_1 = 0.21\text{m}$$



3、一束波长为600nm的单色光入射到空气中折射率为1.25的薄膜上,要使反射光得到加强,则薄膜的最小厚度应为[ **120** ]nm。[注意已给出单位,结果请填入一个整数]

反射光光程差:  $\Delta_r = 2n_2d + \frac{\lambda}{2}, \quad n_1=1 < n_2 > n_3=1, \quad \Delta_0 = \frac{\lambda}{2}$

反射光干涉加强条件:

$$\Delta_r = 2n_2d + \frac{\lambda}{2} = 2k \frac{\lambda}{2}, \quad k = \cancel{0}, 1, 2, \dots$$

$$d = (2k-1) \frac{\lambda}{4n_2}, \quad k = 1, 2, \dots \qquad d_{\min} = \frac{\lambda}{4n_2} = 120\text{nm}$$

- 4、两块边长都为 10cm 的正方形玻璃片重叠放置，在两玻璃片之间紧贴边缘处插入一个厚度为 0.04mm 的小纸条，并用波长为 500nm 的单色光垂直照射到玻璃片上，沿着入射方向观察，在玻璃片表面上能看到的明纹数为 [ ]

反射光光程差:  $\Delta_r = 2n_2d + \frac{\lambda}{2}, \quad n_1 > n_2 < n_1, \quad \Delta_0 = \frac{\lambda}{2}$

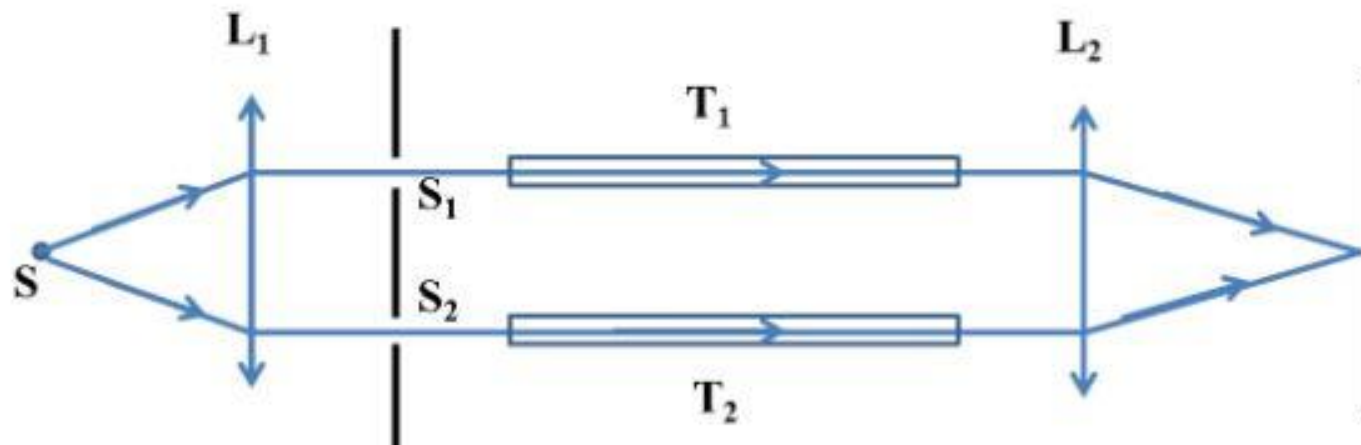
明纹:  $\Delta_r = 2n_2d_k + \frac{\lambda}{2} = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda, \quad n_2 = 1, \quad k = 1, 2, \dots$

明纹最高级次:  $d \leq d_m = 0.04\text{mm}, \quad k \leq \frac{2d_m}{\lambda} + \frac{1}{2} = 160.5$

$k_{\max} = 160, \quad k = 1, 2, \dots, 160, \quad \text{共160条明纹}$

5、

瑞利干涉仪的结构和使用原理如图:以钠光灯作为光源置于透镜  $L_1$  的前焦点,在透镜  $L_2$  的后焦面上观测干涉条纹的变动。在两透镜之间安置一对完全相同的玻璃管  $T_1$  和  $T_2$ 。实验开始时,  $T_2$  管储有某种气体,  $T_1$  管抽成真空,此时开始观测干涉条纹。然后逐渐向  $T_1$  管内充入与  $T_2$  管相同的气体,直到  $T_1$  管与  $T_2$  管的气压相同为止。设所用单色光波长为  $589.3\text{nm}$ ,管长为  $20\text{cm}$ ,条纹移动68条,则该气体的折射率为[填空1]。[结果请保留到小数点后四位;答案不能用科学记数法表示,只能用数值表示;小数点用英文输入法输入,如:18.1234]



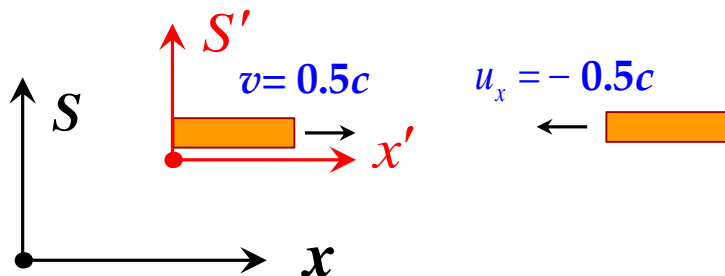
$$\text{明纹光程差改变: } \Delta = (n-1)l = 2\Delta k \frac{\lambda}{2}$$

$$n = 1 + \Delta k \frac{\lambda}{l} = 1.000200362$$

6、A和B是固有长度均是1米的两把尺子,它们相对于地面均以速率 $0.5c$ 沿 $x$ 轴正负方向相对运动,在A尺参考系中测得B尺的长度是[ **0.6** ]米。

详解：参考课上例题14

地面为  $S$  系，一尺为  $S'$  系



地面  $S$  系中，另一尺：

$$u_x = -0.5c$$

$S'$  系中，此飞船：

$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - \frac{v}{c^2} u_x} = -\frac{1}{1.25} c = -0.8c$$

$$l' = l_0 \sqrt{1 - \left(\frac{u'_x}{c}\right)^2} = 1\text{m} \times \sqrt{1 - (0.8)^2} = 0.6\text{m}$$

- 7、假设一个静止质量为  $m_0$ 、动能为  $2m_0c^2$  的粒子同静止质量为  $m_0$ ，处于静止状态的粒子相碰撞并结合在一起，  
 则碰撞后结合在一起的粒子的速度是光速  $c$  的[ 0.7 ]倍。

详解：参考课上例题12、例题16

**解：**取两粒子作为一个系统，碰撞前后动量、能量均守恒，设碰撞后合成粒子的静止质量为  $M_0$ ，运动质量为  $M$ ，运动速度为  $V$ ，则

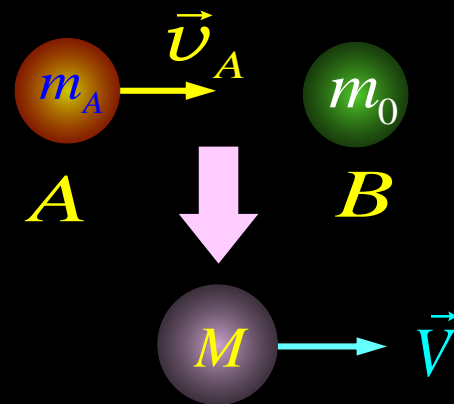
粒子A 动能：  $E_k = mc^2 - m_0c^2 = 2m_0c^2$      $m_A = 3m_0$

$$m_A = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}} = 3m_0 \Rightarrow v_A = \frac{2\sqrt{2}}{3}c$$

$$m_A v_A + 0 = MV$$

$$m_A c^2 + m_0 c^2 = M c^2, \quad \Rightarrow M = 4m_0, \Rightarrow V = \frac{\sqrt{2}}{2}c$$

$$\text{由 } M = \frac{M_0}{\sqrt{1-V^2/c^2}} \text{ 得: } M_0 = M \sqrt{1-\frac{V^2}{c^2}} = 2\sqrt{2}m_0$$



**8、**静止长度为50m的飞船相对地球以  $0.6c$  的速度飞行,一光脉冲从船尾传到船头。求地球上的观察者测得光脉冲从船尾发出和到达船头两个事件的空间间隔为[ **100** ]m

参考课上例题7

注意：此题讨论的不是长度收缩效应，而是两个事件

**解：** 船尾出发为事件“1”，到船头为事件“2”，依题意有

	地面S系	飞船S'系
两事件空间间隔	$\Delta x$	$\Delta x' = x'_2 - x'_1 = 50 \text{ m}$
两事件时间间隔	$\Delta t$	$\Delta t' = t'_2 - t'_1 = \frac{\Delta x'}{c} = \frac{50\text{m}}{c}$

$$\Delta x = \frac{\Delta x' + v \Delta t'}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} = \frac{50\text{m} + 0.6c \times \frac{50\text{m}}{c}}{\sqrt{1 - 0.6^2}} = 100\text{m}$$