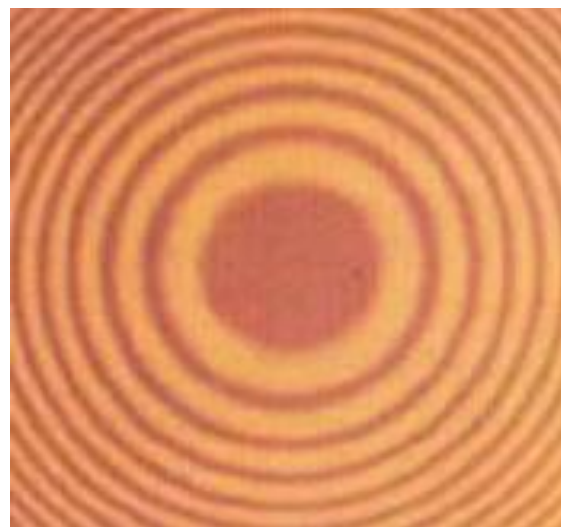
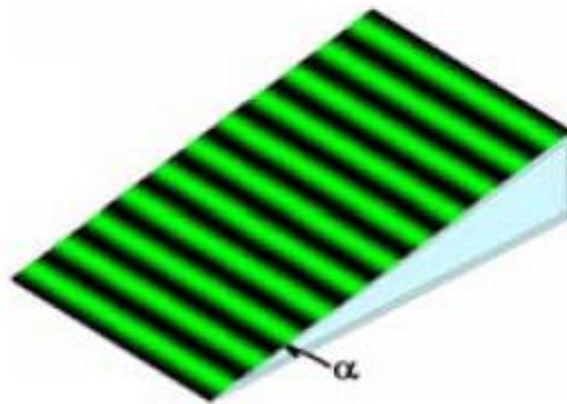
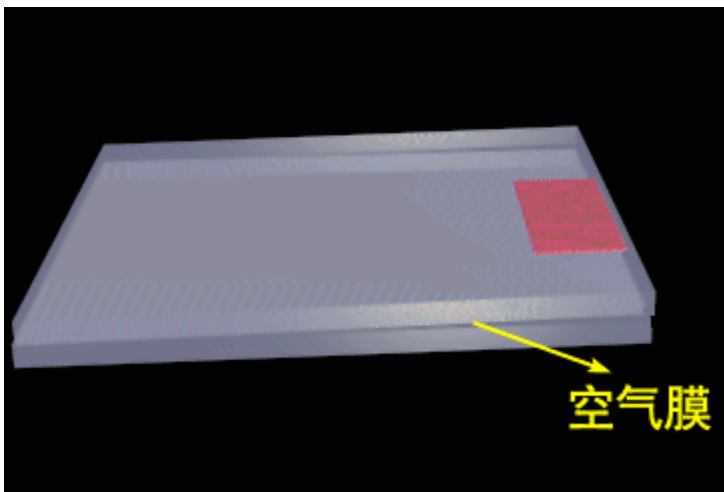


§ 1.7 分振幅薄膜干涉(二) 等厚干涉

一. 薄膜的等厚干涉概述

厚度不均匀的薄膜表面产生的等厚条纹.



二.等厚干涉的条件和光程差

1.条件：入射光为单色平行光；各处膜厚不同。

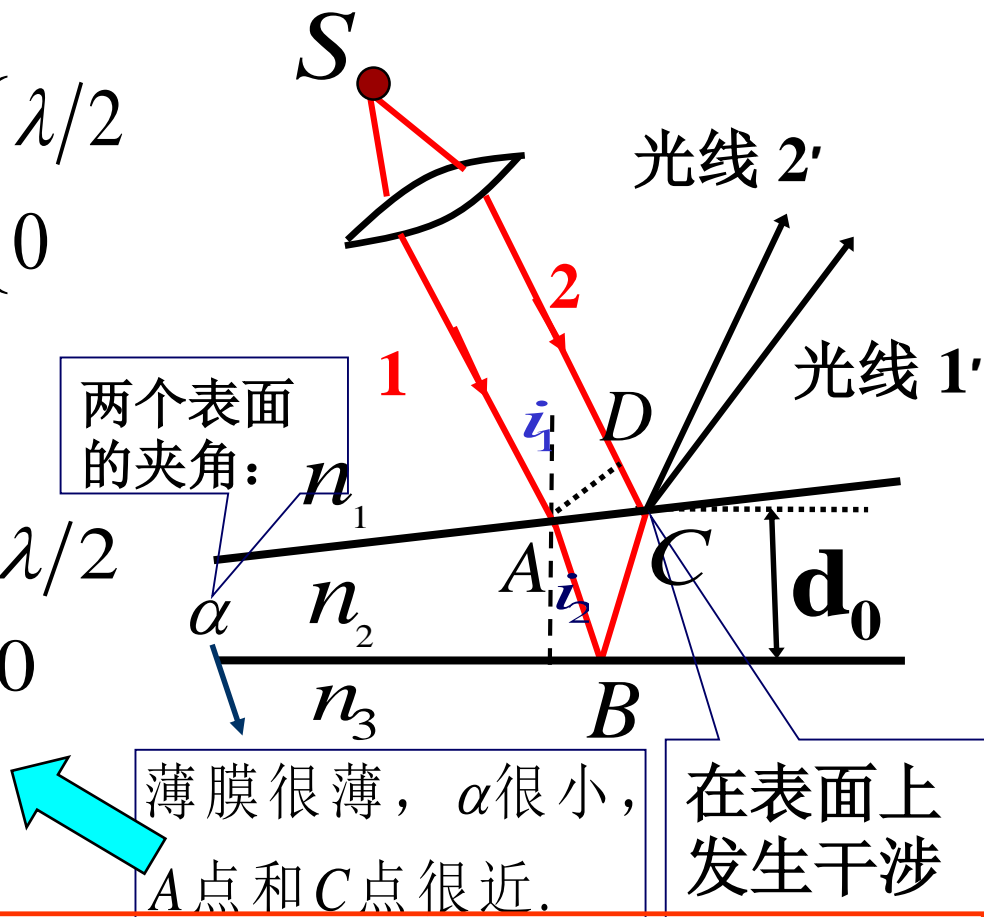
2.光程差：

$$\delta = n_2 (AB + BC) - n_1 CD \pm \begin{cases} \lambda/2 \\ 0 \end{cases}$$

$$= 2n_2 d_0 \cos i_2 \pm \begin{cases} \lambda/2 \\ 0 \end{cases}$$

$$= 2d_0 \sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 i_1} \pm \begin{cases} \lambda/2 \\ 0 \end{cases}$$

3.为什么叫等厚干涉：



厚度 d_0 相同处有相同的光程差，组成同一级条纹，所以称为等厚干涉。

三. 劈尖干涉

劈尖：上下表面都是平面的透明体，两表面有一个很小的夹角。

1. 条纹形状

- ∴ 等厚处为平行于劈棱的直线，
- ∴ 干涉条纹也是平行于劈棱的直线。

2. 条纹的级次分布

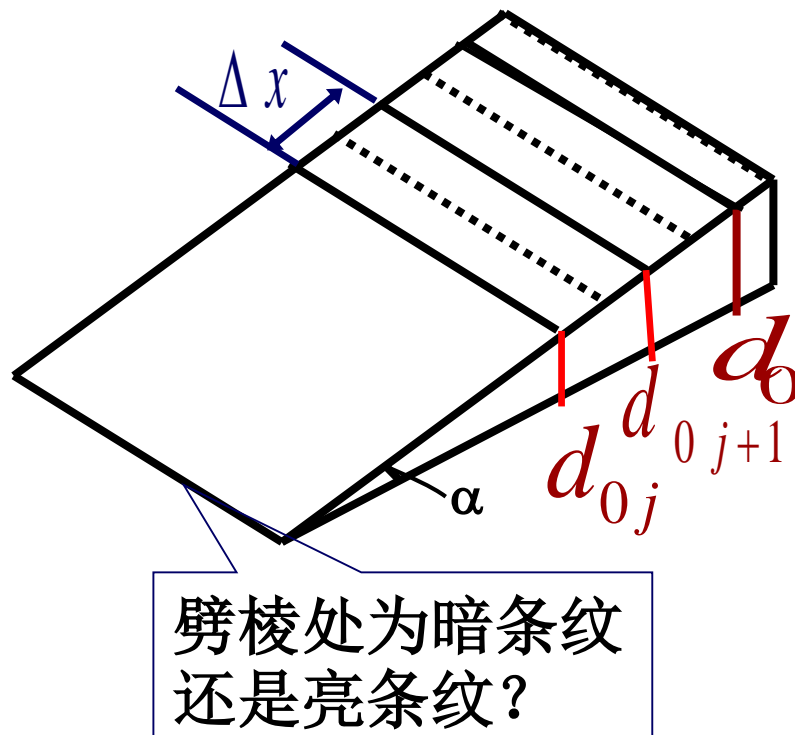
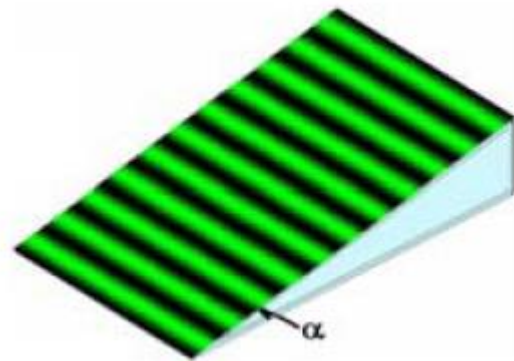
d_0 越大，级次越高。

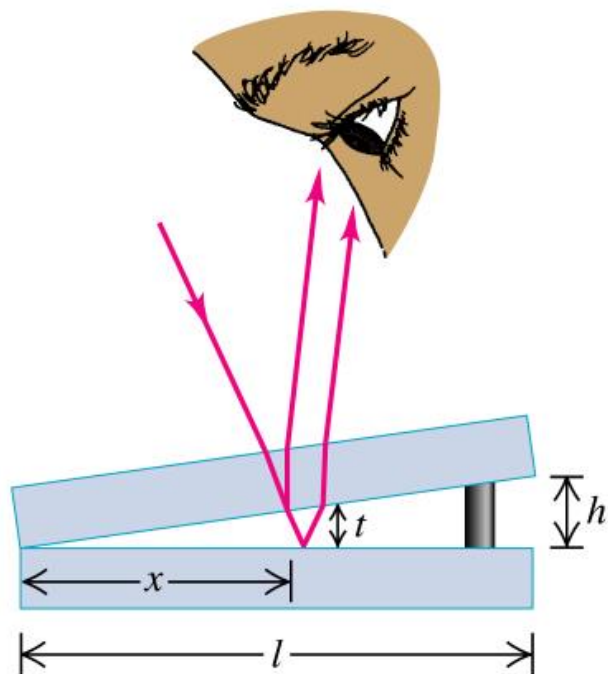
3. 相邻两条明条纹（或暗条纹）间劈尖薄膜厚度差为：

$$\Delta d_0 = \frac{\lambda}{2n_2 \cos i_2}$$

4. 相邻两条明纹（或暗条纹）之间距离为：

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2n_2 \alpha \cos i_2}$$





Copyright © Addison Wesley Longman, Inc.

Quartz Wedge Interference Fringe Patterns

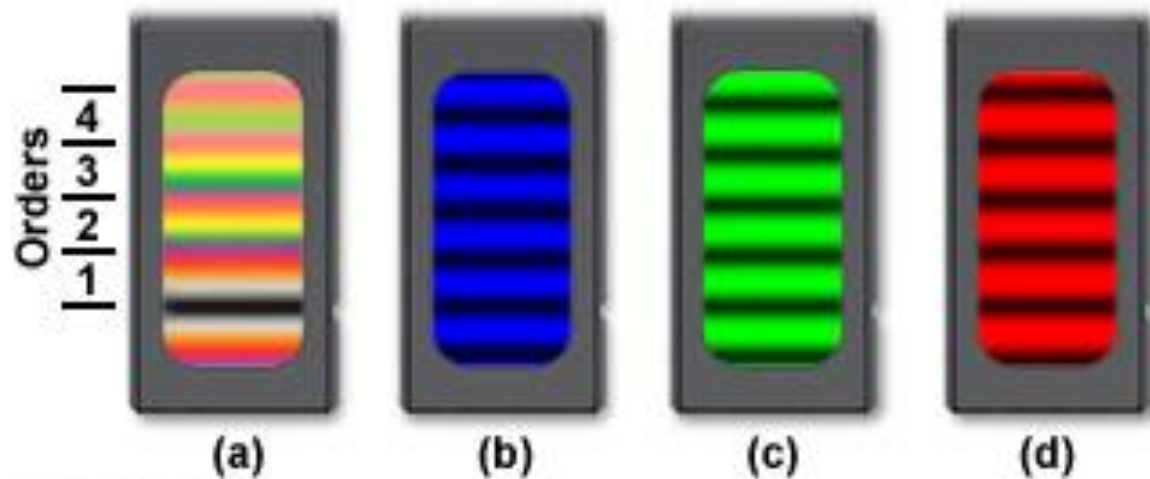
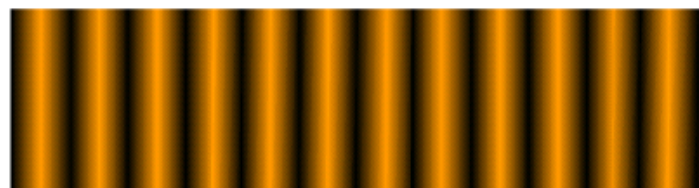
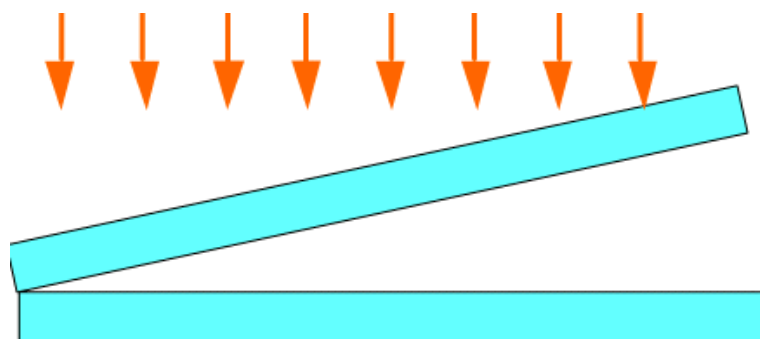
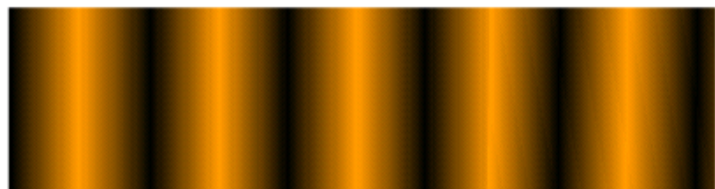
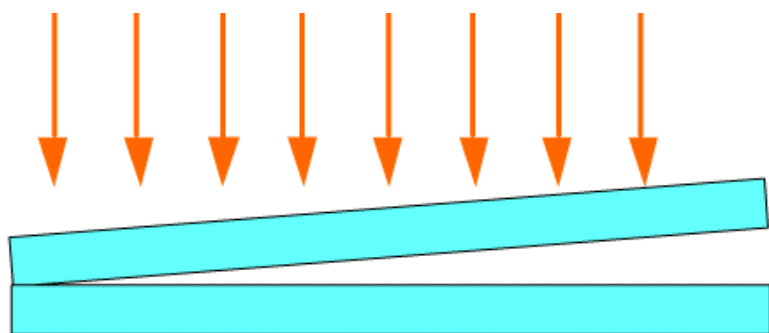


Figure 2

5. 劈尖参数对条纹的影响:

➤ 劈角 α 的影响

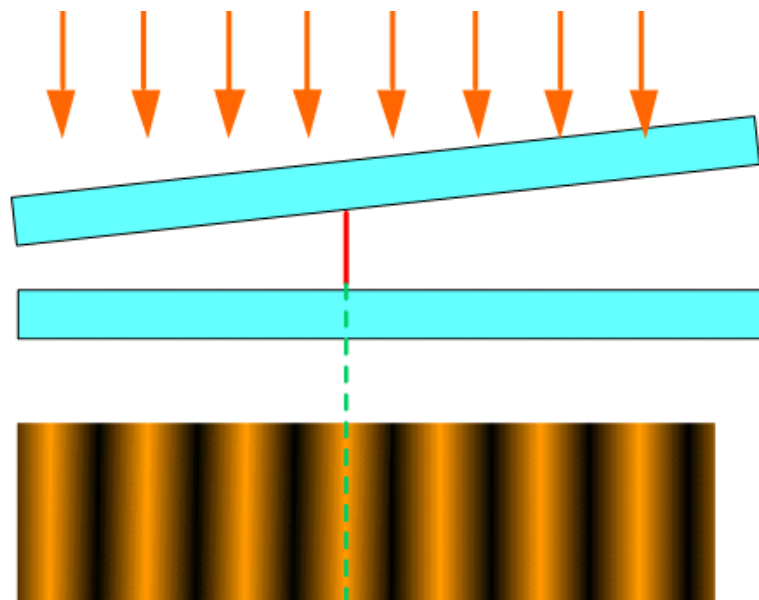
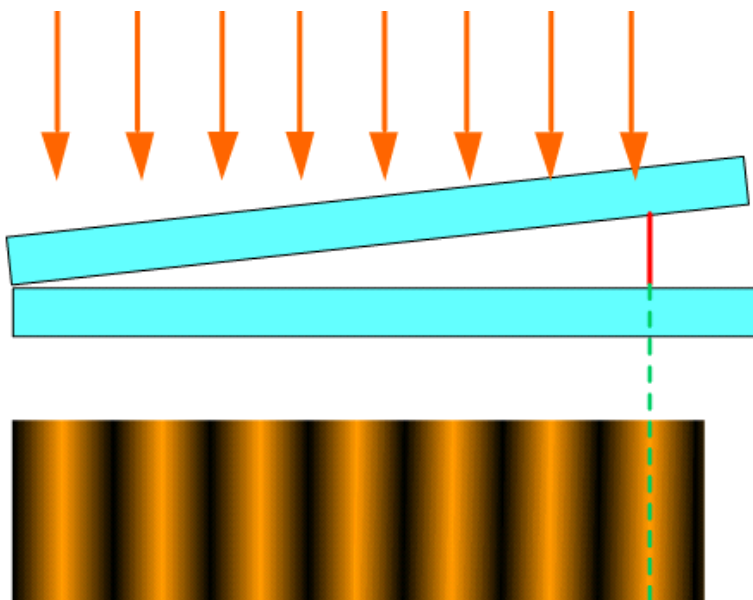
$$\Delta x = \frac{\lambda}{2n_2 \cos i_2 \alpha}$$



劈角由小变大时，条纹由疏变密，反之亦然。

► 劈尖薄膜厚度的影响（保持 α 不变）

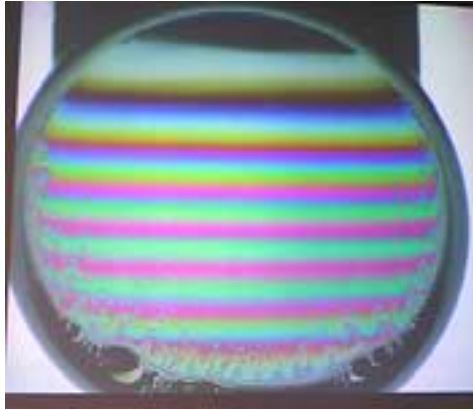
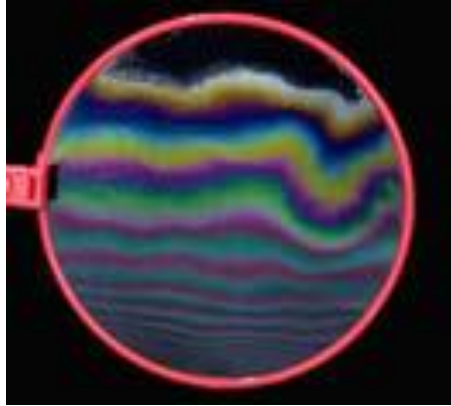
$$\Delta x = \frac{\lambda}{2n_2\alpha \cos i_2}$$



- 薄膜厚度变化时，条纹疏密程度不变。
- 薄膜厚度增大时，条纹整体向劈棱方向平移，反之亦然。

动画

➤ 白光照射下的肥皂膜

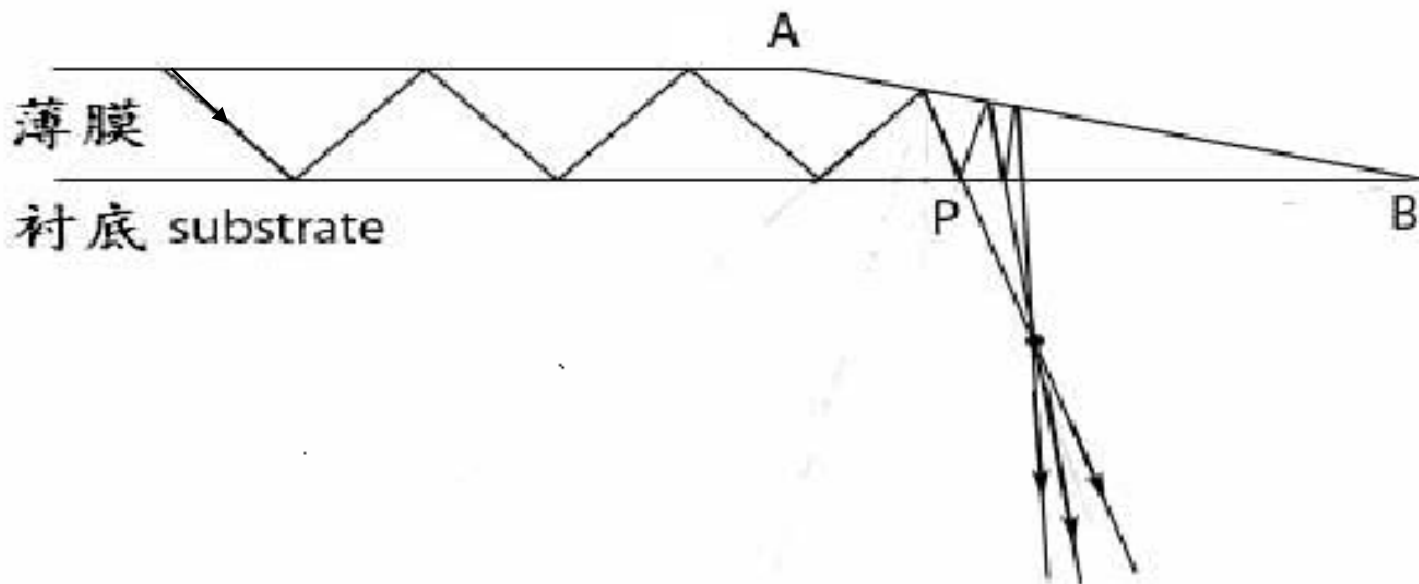


- 肥皂膜的厚度如何变化？
- 黑色条纹说明什么？
- 条纹弯曲的位置说明什么？

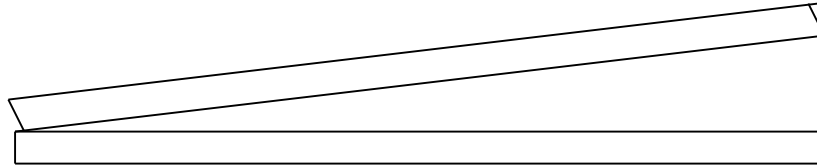
P.41 [例1.2] 如图所示，是集成光学中的劈形薄膜光耦合器。

它由沉积在玻璃衬底上的 Ta_2O_5 （氧化钽tan）薄膜构成，薄膜劈形端从A到B厚度逐渐减小到零。

能量由薄膜耦合到衬底中，为了检测薄膜的厚度，以波长为 632.8nm 的氦氖激光垂直投射，观察到薄膜劈形端共展现15条暗纹，而且A处对应一条暗纹。 Ta_2O_5 对 632.8nm 激光的折射率为2.20。试问 Ta_2O_5 薄膜的厚度为多少？



[例1.3] 两块折射率分别为1.45 和1.62 的玻璃板，使其一端相接触，形成夹角 $\alpha=6'$ 的尖劈，如图所示.



将波长为550nm的单色光垂直投射在劈尖上，并在上方观察劈尖的干涉条件.

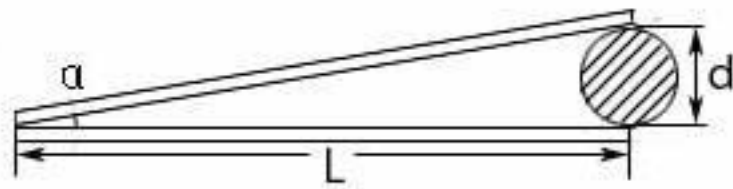
- (1) 试求条纹间距.
- (2) 若将整个劈尖浸入折射率为1.52的杉木油中，则条纹的间距变为多少？
- (3) 定性说明当劈尖浸入油中后，干涉条纹如何变化？

6. 劈尖的应用（50页 1.10）

1) 测量细丝直径、微小夹角

例：两玻璃片夹一细丝，两片之间形成一个空气薄膜， $n_2=1$ ，光垂直入射， $i_1 \approx i_2 = 0$ 。

- 如何求细丝直径 d ？
- 如何测小角度 α 呢？

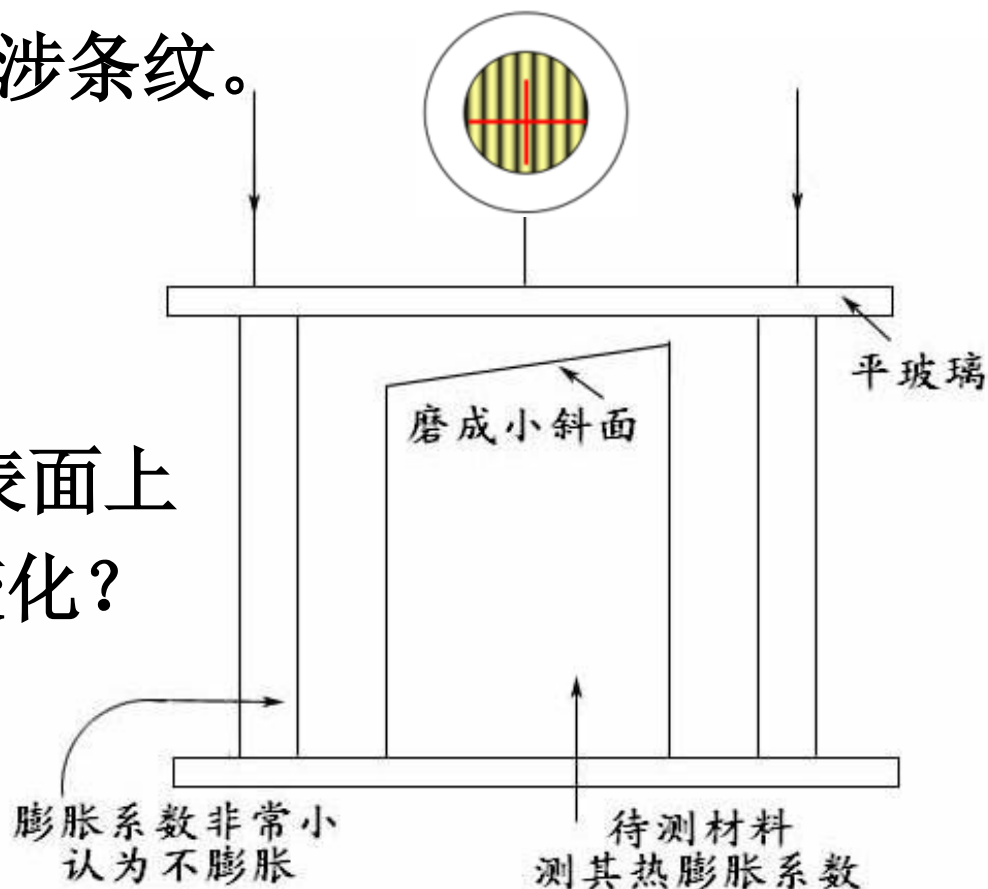


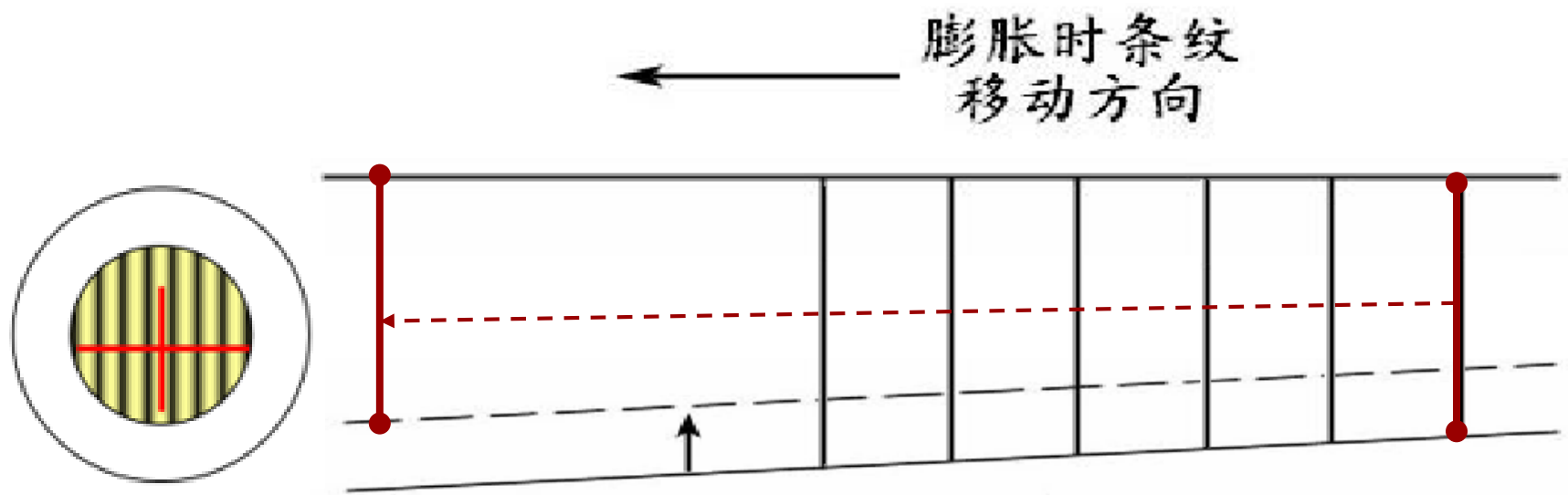
2) 测量微小变化 (53页)

例：干涉热膨胀仪

平玻璃与材料表面之间形成空气劈尖，光垂直照射，看反射光的干涉条纹。

加热，膨胀，表面上
升，条纹有什么变化？





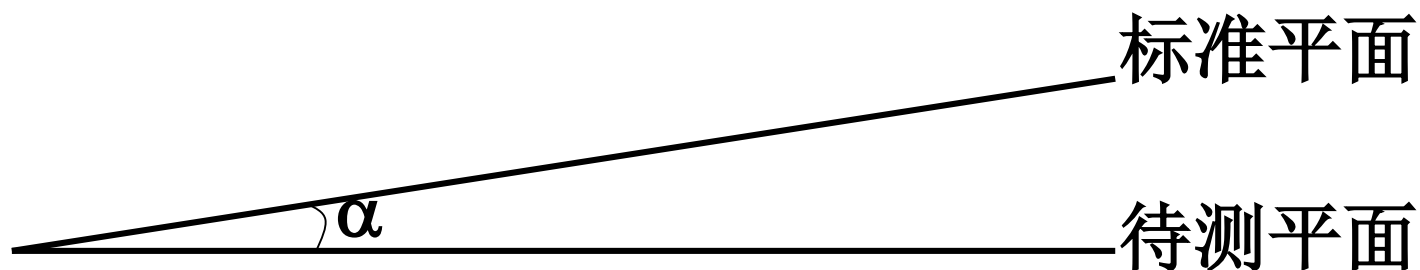
待测材料膨胀后，空气膜变薄，如图所示，虚线表示膨胀后的表面；

膜厚相同的位置向左移，

每移动一个条纹，对应的厚度差为： $\Delta d_0 = \lambda/2$

移过 m 条，则说明膨胀： $\Delta d_0 = m(\lambda/2)$

3) 检查光学平面的平整度



待测平面平整时，条纹为直线；局部不平时，条纹局部弯曲，变为：



图 1

或



图 2

标准平面

待测平面

α

δx

缺陷处条纹右移， δ 没有达到该级条纹所需的光程差值，即该处为一**凸棱**。

缺陷处条纹左移， δ 提前达到该级条纹所需要的光程差值，即该处为一**凹槽**。

若条纹的最大变形线度为 δx ，则对应的缺陷深度

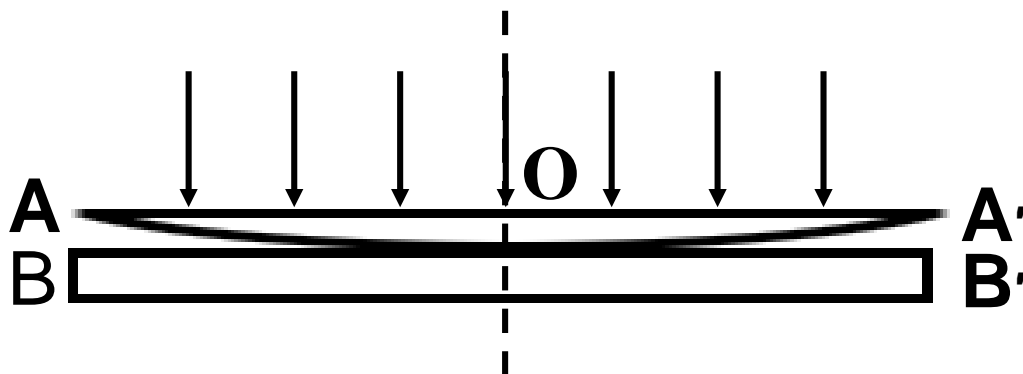
δd 满足：

$$\frac{\delta x}{\Delta x} = \frac{\delta d}{\Delta d_0} \longrightarrow \delta d = \frac{\delta x}{\Delta x} \Delta d_0 = \left(\frac{\delta x}{\Delta x} \right) \frac{\lambda}{2}$$

其中 Δx 为条纹宽度， Δd_0 为相邻条纹处薄膜厚度差。

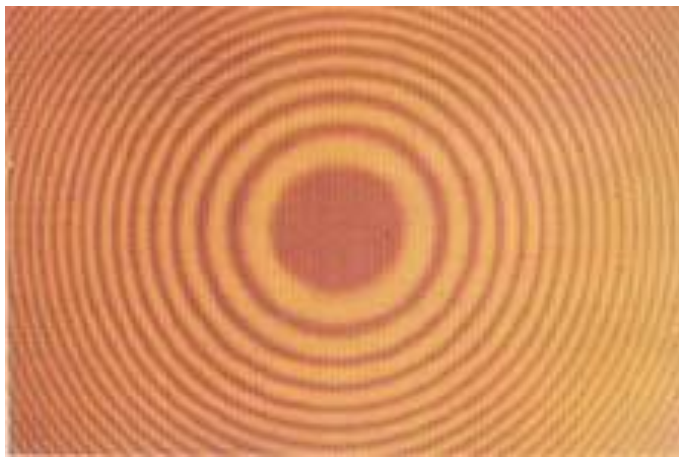
四. 牛顿环 (50页1.10)

1. 实验装置: 单色平行光垂直入射。

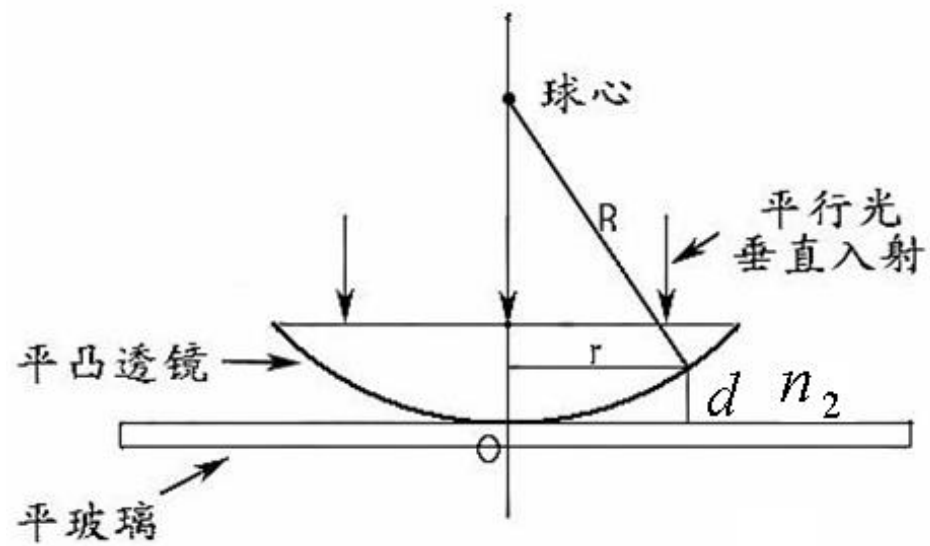
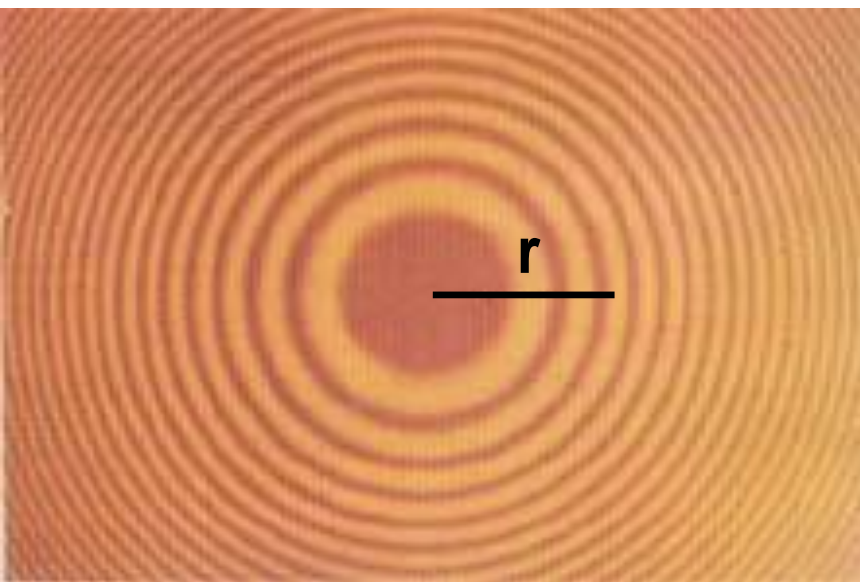


2. 条纹形状:

薄膜厚度相同处是以O为圆心的同心圆，所以干涉条纹是以O点为圆心的一组同心圆，叫做牛顿环。



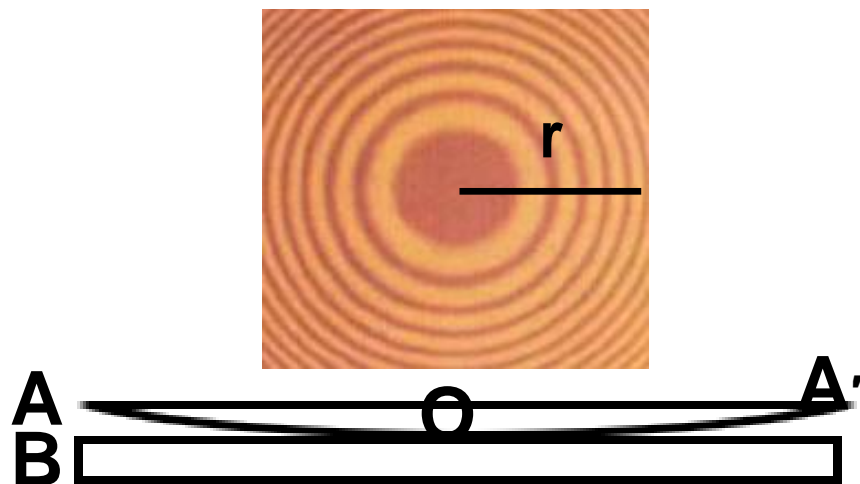
3. 条纹位置



4. 条纹级次分布、条纹密度

条纹级次：内低外高

条纹密度：内疏外密



透镜上移时：条纹向中间收缩，中心条纹被吞没。

透镜下移时：条纹向外扩展，中心有条纹冒出。

与等倾条纹的变化情况相反。

5. 牛顿环的应用

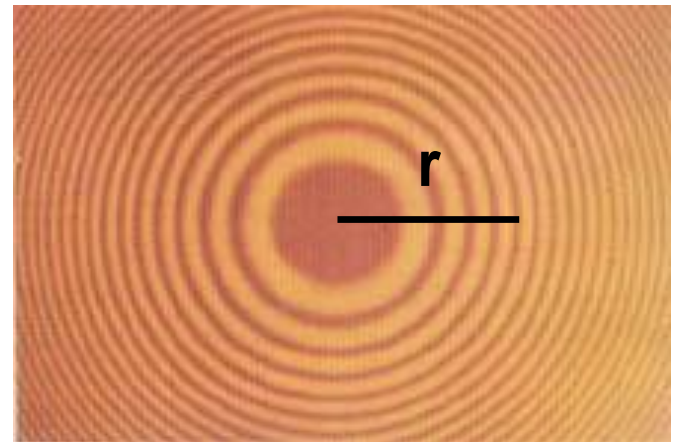
- 用牛顿环实验可以测量 **R** ，以有额外光程差的空气膜为例。

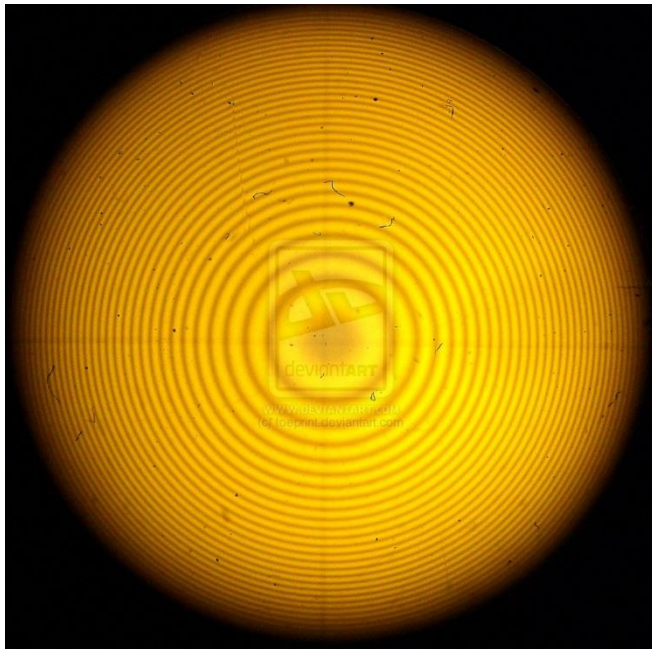
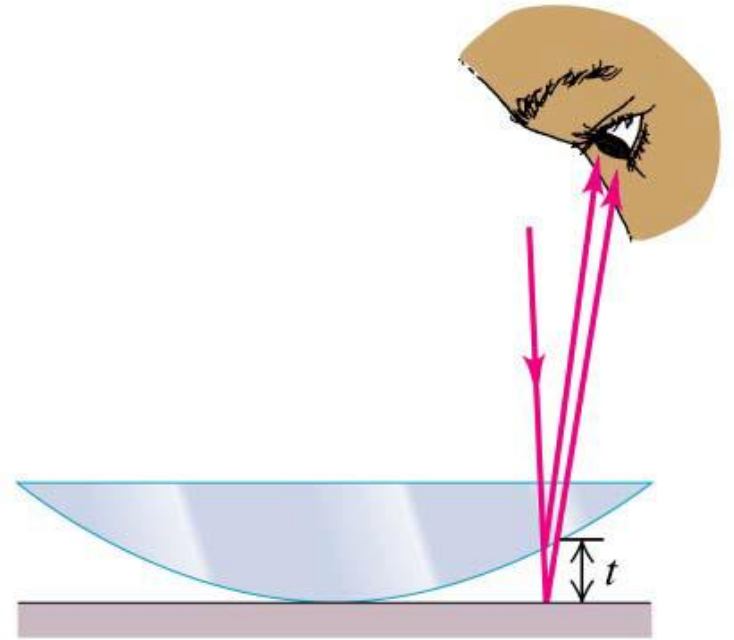
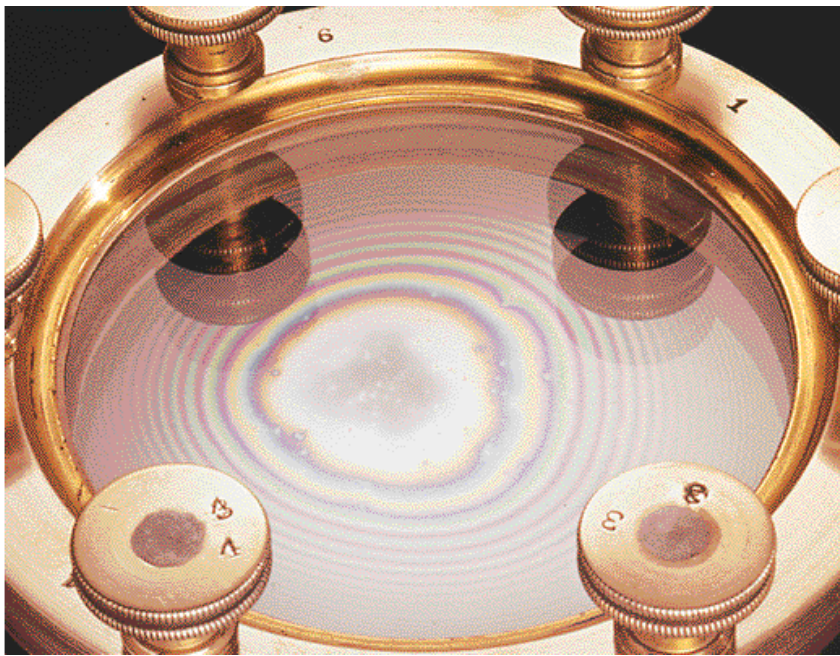
暗条纹半径为：

$$r_j = \sqrt{2j \frac{\lambda}{2} \frac{R}{n_2}} = \sqrt{j R \lambda}$$

如果能测出半径 **r_j** ，就可以计算出 **R** 。

- 已知 **R** ，可以测量波长。





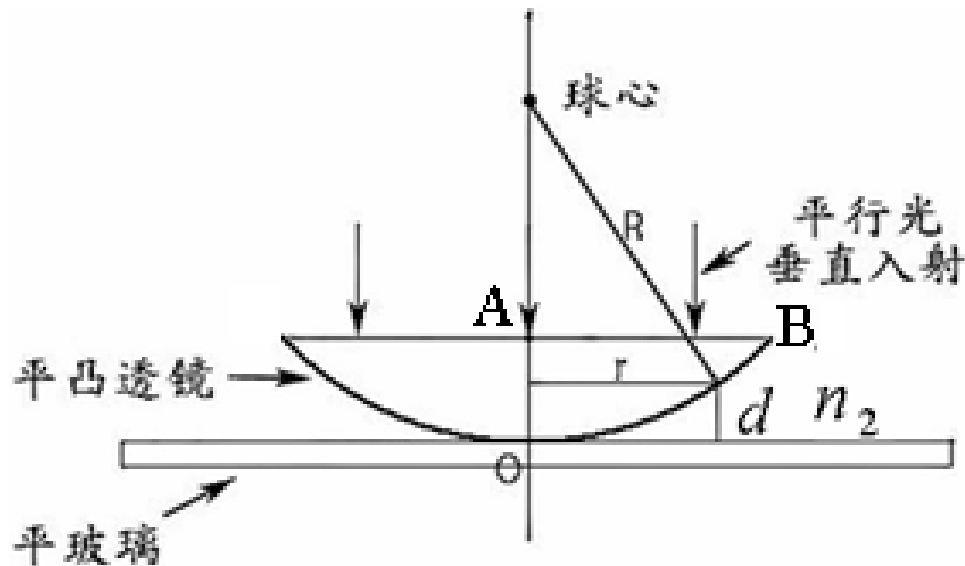
例题：

已知：半径为4cm的平凸透镜，凸面向下，放在平玻璃板上，透镜和平板的折射率均为1.5，用波长为500nm的平行光垂直照射，观察反射光的干涉条纹。

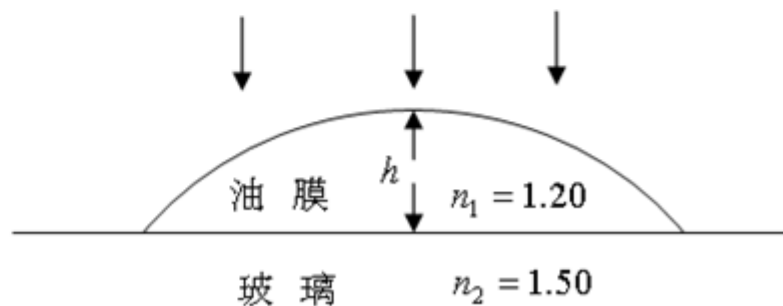
求：（1）若透镜边缘恰为暗纹，且共有17条暗纹（若圆心为暗点，也算是一条暗纹），求透镜凸面的曲率半径；透镜边缘处两反射光的光程差；

（2）若透镜向上平移两个波长，干涉条纹如何变化？

（如果有额外光程差，要求取 $+\frac{\lambda}{2}$ 。



如图所示，一块平玻璃上有一凸球面油膜，用单色光 $\lambda = 600\text{nm}$ 垂直照射，观察反射光形成的干涉条纹。油膜的折射率为 $n_1 = 1.20$ ，玻璃的折射率为 $n_2 = 1.50$ 。求 ①条纹形状？条纹级次是内高还是内低？②当油膜中心最高点 A 与玻璃上表面相距 $h = 1200\text{nm}$ 时可看到几条明条纹？中心点 A 明暗如何？③当油膜逐渐延展变薄时，条纹将如何变化？（如果有额外光程差，取 $+\lambda/2$ ）



作业： 67页： 15、 16、 21