

4.3 光的干涉

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：2023.02.22

本课在课程标准中的表述：通过观察光的干涉实验，了解这一现象产生的条件及在生活生产中的应用。

[学习目标]

- 1.知道光的干涉现象和产生干涉现象的条件.
- 2.理解产生明暗条纹的条件，知道条纹间距与波长的关系.
- 3.知道薄膜干涉条纹的特点，并能用它解释生活中的相关现象.

[课前预习]

一、光的双缝干涉

1. 光的干涉实验最早是英国物理学家_____在 1801 年成功完成的，杨氏双缝干涉实验有力地证明了光是一种_____.

2. 双缝干涉实验

(1)实验过程：让一束单色光投射到一个有两条狭缝 S_1 和 S_2 的挡板上，两狭缝相距很近，两狭缝就成了两个波源，它们的_____、_____和_____总是相同的，两个波源发出的光在挡板后面的空间互相叠加发生_____.

(2)实验现象：在屏上得到_____的条纹.

3. 出现明暗条纹的判断

(1)亮条纹：当两个光源与屏上某点的距离之差等于半波长的__(填“奇”或“偶”)数倍时，出现亮条纹.

(2)暗条纹：当两个光源与屏上某点的距离之差等于半波长的__(填“奇”或“偶”)数倍时，出现暗条纹.

二、干涉条纹和光的波长之间的关系

1. 若设双缝间距为 d ，双缝到屏的距离为 l ，光的波长为 λ ，则双缝干涉中相邻两条亮条纹或暗条纹的中心间距为 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$.

2. 用不同颜色的光进行干涉实验，条纹间距_____，红光条纹间距比黄光条纹间距____，蓝光条纹间距比黄光条纹间距_____.

三、薄膜干涉

1. 薄膜干涉是液膜前后两个面_____的光共同形成的.

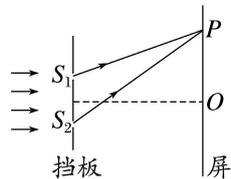
2. 不同位置液膜前后两个面的反射光的_____不同，某些位置两列波叠加后相互_____，出现了亮条纹，另一些位置，两列波叠加后相互_____，出现了暗条纹.

3. 应用：在光学元件的表面镀一层特定厚度的薄膜，增加光的_____或者_____；利用薄膜干涉的原理对镜面或其他精密的光学表面的平滑度进行检测.

即学即用：

1. 判断下列说法的正误。

- (1) 频率不同的两列光波也能产生干涉现象，只是不稳定。()
- (2) 用两个完全相同的相干光源做双缝干涉实验时，当两个狭缝到屏上的路程差是光波长的奇数倍时出现暗条纹。()
- (3) 在双缝干涉实验装置一定的情况下，光的波长越长，条纹间距越大。()
- (4) 用白光做双缝干涉实验时屏幕各处均是彩色条纹。()
- (5) 水面上的油膜呈现彩色条纹，是油膜表面反射光与入射光叠加的结果。()
- (6) 干涉条纹是等间距的平行线时，说明薄膜厚度处处相等。()



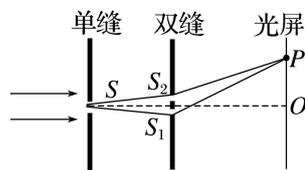
2. 如图所示，在杨氏双缝干涉实验中，若所用光的波长为 $5.30 \times 10^{-7} \text{ m}$ ，屏上 P 点距双缝 S_1 和 S_2 的路程差为 $7.95 \times 10^{-7} \text{ m}$ 。则在这里出现的应是_____ (填“亮条纹”或“暗条纹”)。

[课堂学习]

一、光的双缝干涉

1. 双缝干涉的装置示意图

如图所示，有光源、单缝、双缝和光屏。



(1) 单缝的作用：

获得一个_____光源，使光源有唯一的频率和振动情况。

(2) 双缝的作用

平行光照射到单缝 S 上，又照到双缝 S_1 、 S_2 上，这样一束光被分成_____且振动情况完全一致的_____光。

2. 屏上某处出现亮、暗条纹的条件

频率相同、振动步调相同的两列光波产生亮暗条纹的条件如下：

(1) 亮条纹的条件：屏上某点 P 到两条缝 S_1 和 S_2 的路程差正好是波长的_____倍或半波长的_____倍。即：

$$|PS_1 - PS_2| = \text{_____} (k=0,1,2,3, \dots)$$

说明： $k=0$ 时， $PS_1=PS_2$ ，此时 P 点位于光屏上的 O 处，为亮条纹，此处的条纹叫中央亮条纹或零级亮条纹， k 为亮条纹的级次。

(2) 暗条纹的条件：屏上某点 P 到两条缝 S_1 和 S_2 的路程差正好是半波长的_____倍，

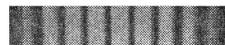
$$\text{即：} |PS_1 - PS_2| = \text{_____} (k=1,2,3, \dots)$$

说明： k 为暗条纹的级次，从第 1 级暗条纹开始向两侧展开。

注意：当频率相同、振动步调总是相反的两列光波叠加时，产生亮、暗条纹的条件与上面的情况恰好相反。

3. 干涉图样

(1) 单色光的干涉图样：如图所示，干涉条纹是等间距的明暗相间的条纹。



(2) 白光的干涉图样：中央条纹是白色的，两侧干涉条纹是彩色条纹。

【例 1】 在双缝干涉实验中，以白光为光源，在屏幕上观察到了彩色干涉条纹。若在双缝中的一缝前放一红色滤光片(只能透过红光)，另一缝前放一绿色滤光片(只能透过绿光)，已知红光与绿光的频率、波长均不相等，这时()

- A. 只有红色和绿色的双缝干涉条纹，其他颜色的双缝干涉条纹消失
- B. 红色和绿色的双缝干涉条纹消失，其他颜色的双缝干涉条纹仍然存在
- C. 任何颜色的双缝干涉条纹都不存在
- D. 至少有一种颜色的双缝干涉条纹

【例 2】 在双缝干涉实验中，双缝到光屏上 P 点的距离之差为 $0.6 \mu\text{m}$ ，若分别用频率为 $f_1 = 5.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 和 $f_2 = 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 的单色光垂直照射双缝，试分析判断 P 点应出现亮条纹还是暗条纹？分别为第几条亮条纹或暗条纹？(光在真空中的传播速度 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

针对训练 1: 用波长为 λ 的平行单色光照射单缝，经双缝后，在光屏上偏离中心的 P 点处恰好出现亮条纹，则 ()

- A. 改用波长为 2λ 的平行单色光照射， P 点处一定出现亮条纹
- B. 改用波长为 2λ 的平行单色光照射， P 点处一定出现暗条纹
- C. 改用波长为 $\frac{\lambda}{2}$ 的平行单色光照射， P 点处一定出现亮条纹
- D. 改用波长为 $\frac{\lambda}{2}$ 的平行单色光照射， P 点处一定出现暗条纹

二、条纹间距与波长的关系

1. 条纹间距是指相邻亮条纹中心或相邻暗条纹中心间的距离。

由数学知识可得条纹间距公式为 $\Delta x = \frac{\lambda l}{d}$ ，其中 l 为 _____ 的距离， d 为 _____ 的距离， λ 为入射光的波长。

2. 两相邻亮条纹(或暗条纹)间距离与光的波长有关，波长越长，条纹间距 _____。

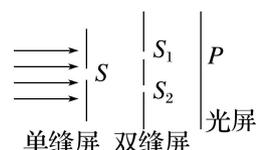
(1) 对于同一单色光，条纹之间的距离 _____，由该单色光的亮条纹和暗条纹组成。

(2) 白光的干涉条纹的中央是 _____ 的，两侧是 _____ 的，这是因为：

- ① 白光是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色组成的复色光，且从红光到紫光波长逐渐变 _____。
- ② 各种色光都能形成明暗相间的条纹，都在中央条纹处形成亮条纹，从而复合成 _____ 条纹。
- ③ 两侧条纹间距与各色光的波长成正比，条纹不能完全重合，这样便形成了 _____ 干涉条纹。

【例 3】 如图所示为双缝干涉实验用绿光照射单缝 S 时，在光屏 P 上观察到的干涉条纹。要得到相邻条纹间距更大的干涉图样，可以 ()

- A. 增大 S_1 与 S_2 的间距
- B. 减小双缝到光屏的距离
- C. 将绿光换为红光
- D. 将整个装置放在水中



三、薄膜干涉

1. 薄膜干涉的原理

(1) 光照射到薄膜上，在薄膜的前、后两个面反射的光是由同一个实际的光源分解而成的，它们具有相同的频率，恒定的相位差，是相干光。

(2) 光照在厚度不同的薄膜上时，前、后两个面的 _____ 光的路程差等于相应位置膜厚度的 _____ 倍，在某些位

置，两列波叠加后相互加强，于是出现亮条纹；在另一些位置，叠加后相互削弱，于是出现暗条纹。

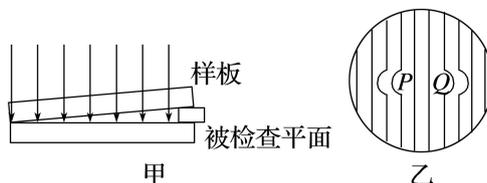
2. 形成亮、暗条纹的条件

薄膜干涉是经薄膜前、后面反射的两束光叠加的结果。出现亮条纹的位置，两束光的路程差 $\Delta r = ______ \lambda (k=0,1,2,3\cdots)$ ，出现暗条纹的位置，两束光的路程差 $\Delta r = ______ \lambda (k=0,1,2,3\cdots)$ 。公式中的 λ 为光在薄膜介质中的波长。

3. 薄膜干涉的应用

(1) 干涉法检查平面平整度

如图甲所示，两平面之间形成一楔形空气薄层，用单色光从上向下照射，空气层的上下两个表面反射的两列光波发生干涉，空气层厚度相同的地方，两列波路程差相同，两列波叠加时相互加强

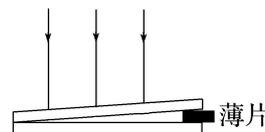


或相互削弱的情况也相同。如果被测表面是平整的，得到的干涉图样必是一组平行的直线。如果被测表面某处凹陷，则对应亮条纹(或暗条纹)向左弯曲，如图乙中 P 处所示；如果某处凸起，则对应条纹向右弯曲，如图乙中 Q 处所示。

(2) 增透膜

膜的折射率小于光学元件折射率，增透膜的厚度为光在介质中波长的 $\frac{1}{4}$ ，使经膜的前后表面反射的光干涉减弱，即减少反射光、增加透射光。

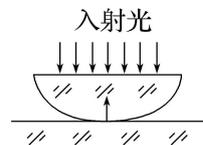
【例 4】 如图所示，把一个平行玻璃板压在另一个平行玻璃板上，一端用薄片垫起，构成空气劈尖，让单色光从上方射入，这时可以看到明暗相间的条纹。下面关于条纹的说法中正确的是()



- A. 干涉条纹的产生是由于光在上面玻璃板的前后两表面反射形成的两列光波叠加的结果
- B. 干涉条纹中的暗条纹是由于两列反射光的波谷与波谷叠加的结果
- C. 将上玻璃板平行上移，条纹间距变窄
- D. 观察干涉条纹时，应在入射光一侧

针对训练 2: 如图所示，在一块平板玻璃上放置一凸透镜，在两者之间形成厚度不均匀的空气膜，让一束单色光垂直入射到该装置上，结果在上方观察到同心圆环状干涉条纹，称为牛顿环。以下说法正确的是()

- A. 干涉现象是凸透镜下表面的反射光和凸透镜上表面的反射光叠加形成的
- B. 干涉现象是凸透镜上表面的反射光和玻璃上表面的反射光叠加形成的
- C. 形成的干涉条纹是不等间距的
- D. 若将该装置放到真空中观察，就无法看到牛顿环



\

[课后作业] 完成课后作业

[课后感悟] _____