

第十四章 光学

第1讲 光的折射 全反射

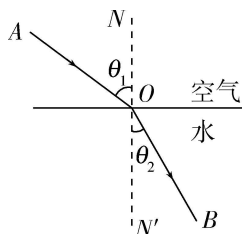
课标要求

通过实验，理解光的折射定律；会测量材料的折射率；知道光的全反射现象及其产生的条件；初步了解光纤的工作原理、光纤技术在生产生活中的应用。

必备知识·强基固本

一、光的折射定律 折射率

1. 折射现象：如图所示。



2. 折射定律

(1) 内容：折射光线与入射光线、法线处在同一平面内，折射光线与入射光线分别位于法线的__；入射角的正弦与折射角的正弦成__。

(2) 表达式： $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = n_{12}$ ，式中 n_{12} 是比例常数。

(3) 在光的折射现象中，光路是__的。

【答案】(1) 两侧；正比

(3) 可逆

3. 折射率

(1) 物理意义：折射率反映介质的光学性质，折射率大，说明光从真空射入该介质时偏折角大，反之偏折角小。

(2) 定义式： $n = \frac{c}{v}$ 。折射率由介质本身的光学性质和光的__决定。

(3) 计算公式： $n = \frac{c}{v}$ ，因 $v < c$ ，故任何介质的折射率总大于1。

(4) 对于折射率不同的两种介质，我们把折射率较小的称为__，折射率较大的称为__。

【答案】(2) $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ ；频率

(3) $\frac{c}{v}$

(4) 光疏介质；光密介质

二、全反射 光导纤维

1. 全反射

(1) 定义：光从光密介质射入光疏介质时，当入射角增大到某一角度，折射光___，只剩下反射光的现象。

(2) 条件：光从光密介质射向光疏介质；入射角_____临界角。

(3) 临界角：折射角等于 90° 时的入射角。若光从光密介质（折射率为 n ）射向真空或空气时，发生全反射的临界角为 C ，由 $n = \frac{\sin 90^\circ}{\sin C}$ 得 $\sin C = \underline{\hspace{2cm}}$ 。介质的折射率越大，发生全反射的临界角越小。

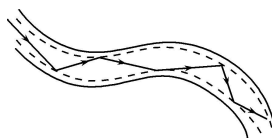
【答案】(1) 消失

(2) 大于等于

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

2. 光导纤维

光导纤维的导光原理是光的全反射（如图）。

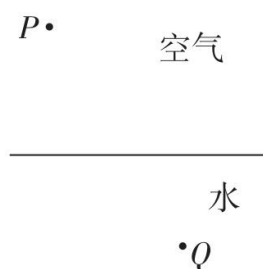


教材挖掘。（人教版选择性必修第一册第四章第1节）

如图甲所示，射水鱼在水中能准确射中水面上不远处的小昆虫。假设小昆虫位置在 P 点，射水鱼的眼睛在 Q 点，请在图乙中作出光从 P 到 Q 的大致光路图；通过光路图分析，水中的鱼看到小昆虫在什么位置？是在昆虫实际位置的上方还是下方？

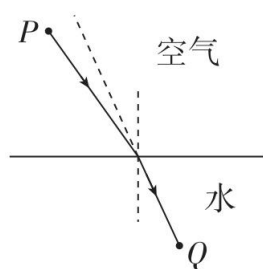


甲



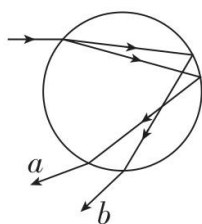
乙

提示：光路图如图所示。水中的鱼看到昆虫的位置在实际位置的上方。



自主评价

1. 依据下面小情境，判断下列说法对错。《梦溪笔谈》是中国科学技术史上的重要文献，书中对彩虹作了如下描述：“虹乃雨中日影也，日照雨则有之”。如图是彩虹成因的简化示意图，设水滴是球形的，图中的圆代表水滴过球心的截面，入射光线在过此截面的平面内， a 、 b 是两种不同频率的单色光。



- (1) 雨后太阳光入射到水滴中发生色散而形成彩虹。()
- (2) 这两束光从空气射入水中的过程，频率会发生变化。()
- (3) 水滴对 a 光的折射率大于水滴对 b 光的折射率。()
- (4) 在水滴中， a 光的传播速度大于 b 光的传播速度。()
- (5) 水滴对 a 光的临界角大于对 b 光的临界角。()

【答案】(1) ✓

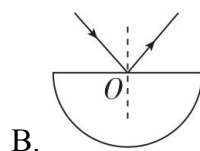
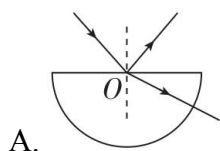
(2) ✗

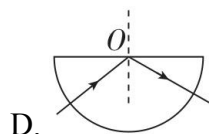
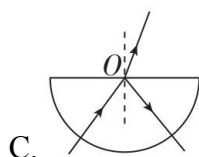
(3) ✓

(4) ✗

(5) ✗

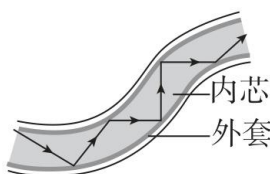
2. (人教版选择性必修第一册改编) 如图所示，将一个半圆形玻璃砖置于空气中，当一束单色光入射到玻璃砖的圆心 O 时，下列情况可能发生的是()





【答案】D

3. 多选 光纤通信中信号传播的主要载体是光导纤维，它的结构如图所示，其内芯和外套材料不同，光在内芯中传播。下列关于光导纤维的说法中正确的是（ ）



- A. 波长越长的光在同种光纤中传播的速度越大
- B. 频率越高的光在同种光纤中传播的速度越大
- C. 内芯的折射率比外套的大，光传播时在内芯与外套的界面上发生全反射
- D. 内芯的折射率比外套的小，光传播时在内芯与外套的界面上发生全反射

【答案】AC

关键能力·核心突破

考点一 折射定律与折射率的理解及应用

1. 折射率的理解

(1) 折射率的大小不仅反映了介质对光的折射本领，也反映了光在介质中传播速度的大小($v = \frac{c}{n}$)。

(2) 折射率的大小不仅与介质本身有关，还与光的频率有关，与入射角和折射角的大小无关。同一种介质中，频率越大的色光对应的折射率越大，传播速度越小。

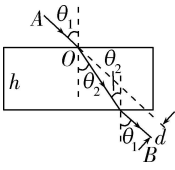
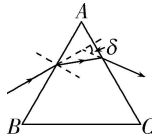
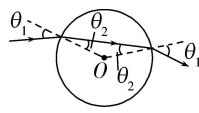
(3) 同一种色光，在不同介质中虽然波速、波长不同，但频率相同。

2. 光路的可逆性

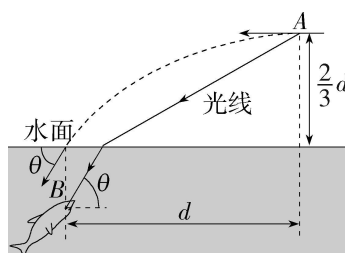
在光的折射现象中，光路是可逆的。如果让光线逆着原来的折射光线射到界面上，光线就会逆着原来的入射光线发生折射。

3. 平行玻璃砖、三棱镜和圆柱体（球）对光路的控制特点

器材	对光线的作用	应用
----	--------	----

平行玻璃砖	 通过平行玻璃砖的光线不改变传播方向，但要发生侧移	测量玻璃的折射率
三棱镜	 通过三棱镜的光线经两次折射后，出射光线向棱镜底面偏折	全反射棱镜；改变光的传播方向
圆柱体 (球)	 圆形界面的法线是过圆心的直线，光线经过两次折射后向圆心偏折	改变光的传播方向

例 1 [2022 · 湖北卷 · 14, 9 分] 如图所示，水族馆训练员在训练海豚时，将一发光小球高举在水面上方的 A 位置，海豚的眼睛在 B 位置， A 位置和 B 位置的水平距离为 d ， A 位置离水面的高度为 $\frac{2}{3}d$ 。训练员将小球向左水平抛出，入水点在 B 位置的正上方，入水前瞬间速度方向与水面夹角为 θ 。小球在 A 位置发出的一束光线经水面折射后到达 B 位置，折射光线与水平方向的夹角也为 θ 。已知水的折射率 $n = \frac{4}{3}$ ，求：



- (1) $\tan\theta$ 的值；
- (2) B 位置到水面的距离 H 。

【答案】 (1) $\frac{4}{3}$

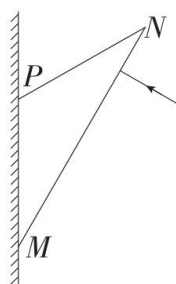
(2) $\frac{4}{27}d$

【解析】

(1) 小球做平抛运动，设初速度为 v_0 、在空中飞行时间为 t ，则水平方向上有 $d = v_0 t$ ，竖直方向上有 $\frac{2d}{3} = \frac{v_y}{2} t$ 再由速度的分解有 $\tan\theta = \frac{v_y}{v_0}$ ，解得 $\tan\theta = \frac{4}{3}$

(2) 设光线在水面的入射角为 θ_1 ，由折射定律有 $n = \frac{\sin\theta_1}{\sin(90^\circ - \theta)}$ 再由图中几何关系有 $d = \frac{H}{\tan\theta} + \frac{2d}{3} \tan\theta_1$ 联立解得 $H = \frac{4}{27} d$

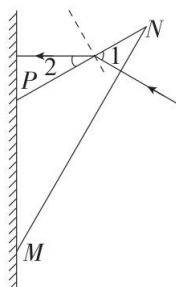
迁移应用 1. [2025 · 1 月八省联考河南卷 · 4] 如图，一棱镜的横截面为等腰三角形 PMN ，其中边长 PM 与 PN 相等， $\angle PMN = 30^\circ$ ， PM 边紧贴墙壁放置，现有一束单色光垂直于 MN 边入射，从 PN 边出射后恰好与墙面垂直（不考虑光线在棱镜内的多次反射），则该棱镜的折射率为（ ）



- A. $\sqrt{2}$ B. $\frac{3}{2}$ C. $\frac{5}{3}$ D. $\sqrt{3}$

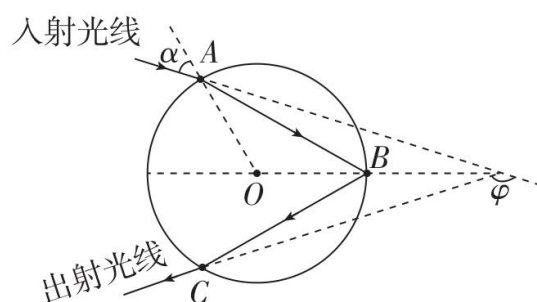
【答案】D

【解析】根据题意画出光路图如图所示



根据几何关系可得， $\angle 1 = 60^\circ$ ， $\angle 2 = 30^\circ$ ，根据折射定律可得 $n = \frac{\sin(90^\circ - \angle 2)}{\sin(90^\circ - \angle 1)} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$ 。故选 D。

迁移应用 2. “香炉初上日，瀑水喷成虹”中描述的是，当太阳光照射到空气中的水滴时，光线被折射及反射后，便形成了彩虹。如图所示，一束单色光以入射角 $\alpha = 53^\circ$ 从A点射入空气中的球形水滴，经过B点反射后再从C点折射出水滴，已知出射光线相对入射光线方向发生 $\varphi = 138^\circ$ 角的偏转， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ 。（结果可用分式表示）



(1) 求水滴对单色光的折射率 n ;

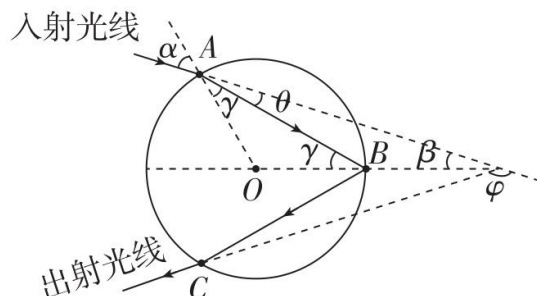
(2) 若水滴的半径为 R , 光在真空中的速度为 c , 求该光线从 A 点射入水滴到从 C 点射出水滴所需时间 t 。

【答案】 (1) $\frac{4}{3}$

(2) $\frac{64R}{15c}$

【解析】

(1) 如图所示, 根据几何关系可知 $\beta = \frac{1}{2}(180^\circ - \varphi) = 21^\circ$



$\beta + \theta = \gamma$, $\theta + \gamma = \alpha$ 解得 $\gamma = 37^\circ$ 根据折

射定律有 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$ 解得 $n = \frac{4}{3}$

(2) 根据几何关系可知 $4R \cos \gamma = vt$ 根据光速与折射率的关系有 $v = \frac{c}{n}$ 解得 $t =$

$\frac{64R}{15c}$

考点二 光的折射和全反射的综合问题

1. 全反射问题的理解

(1) 光密介质和光疏介质是相对而言的, 介质 A 相对于介质 B 可能是光密介质, 而相对于介质 C 可能是光疏介质。

(2) 如果光线从光疏介质进入光密介质, 则无论入射角多大, 都不会发生全反射现象。

(3) 光的反射和全反射现象, 均遵循光的反射定律, 光路均是可逆的。

(4) 当光射到两种介质的界面上时，往往同时发生光的折射和反射现象，但在全反射现象中，只发生反射，不发生折射。当折射角等于 90° 时，实际上已经没有折射光了。

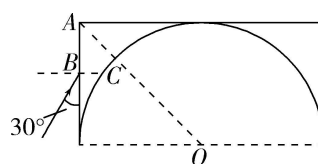
2.求光的传播时间的一般思路

(1) 全反射现象中，光在同种均匀介质中的传播速度不发生变化，即 $v = \frac{c}{n}$ 。

(2) 全反射现象中，光的传播路程 l 应结合光路图与几何关系进行确定。

(3) 利用 $t = \frac{l}{v}$ 求解光的传播时间。

例2 某透明棱镜截面如图所示，半圆与矩形的三个边相切，其中半圆的圆心为 O ，半径为 R ，矩形的顶点 A 与圆心 O 的连线与半圆交于 C 点，一束光线从矩形左边上某点 B 射入棱镜，光线与棱镜边界的夹角为 30° ，光线经过一次折射后射向 C 点，已知光在真空中的速度为 c ，光在棱镜中的传播速度为 $\frac{\sqrt{3}}{3}c$ 。求：



(1) 光线在 B 点的折射角；

(2) 光线在棱镜中的传播时间。

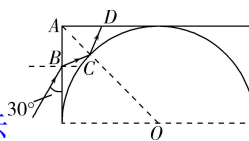
【答案】 (1) 30°

(2) $\frac{2(2-\sqrt{2})R}{c}$

【解析】

(1) 由题意可知 $n = \frac{c}{v} = \frac{c}{\frac{\sqrt{3}}{3}c} = \sqrt{3}$ 光线在 B 点的入射角 $i_B = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ 由折

射定律有 $n = \frac{\sin i_B}{\sin r_B}$ 解得 $r_B = 30^\circ$



(2) 光线在棱镜中的光路如图所示 由几何关系可知光线在 C

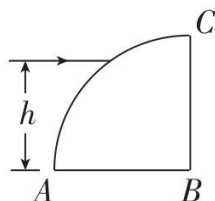
点的入射角 $i_C = 180^\circ - 60^\circ - 45^\circ = 75^\circ$ 且 $\sin i_C = \sin 75^\circ > \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} >$

$\sin C = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 所以光线在 C 点发生全反射，然后光线从 D 点离开棱镜，由正弦定理有

$\frac{BC}{\sin 45^\circ} = \frac{AC}{\sin 60^\circ}$ 由几何关系可知 $AC = (\sqrt{2} - 1)R$ 解得 $BC = \frac{\sqrt{3}(2-\sqrt{2})}{3}R$ 所以光线在棱

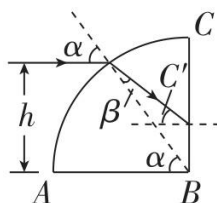
镜中的传播时间 $t = \frac{2BC}{v} = \frac{2(2-\sqrt{2})R}{c}$

迁移应用 3. [2024 · 全国甲卷 · 34 (2), 10 分] 一玻璃柱的折射率 $n = \sqrt{3}$, 其横截面为四分之一圆, 圆的半径为 R , 如图所示。截面所在平面内, 一束与 AB 边平行的光线从圆弧入射。入射光线与 AB 边的距离由小变大, 距离为 h 时, 光线进入柱体后射到 BC 边恰好发生全反射。求此时 h 与 R 的比值。



【答案】 $\frac{\sqrt{2+\sqrt{2}}}{2}$

【解析】 设 AC 边上入射角为 α , 折射角为 β , 在 BC 边上发生全反射, 临界角为 C' , 画出光路图如图所示



$$\text{则 } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad n = \frac{1}{\sin C'}$$

由几何关系知 $\alpha = \beta + C'$

$$\text{则 } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha \cdot \cos C' - \sin C' \cdot \cos \alpha}$$

联立并代入数据得

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{2+\sqrt{2}}}{2}$$

$$\text{可知 } \frac{h}{R} = \sin \alpha = \frac{\sqrt{2+\sqrt{2}}}{2}$$

温馨提示 请完成《分层突破训练》课时作业 70

第 2 讲 光的波动性

课标要求

观察光的干涉、衍射和偏振现象, 了解这些现象产生的条件, 知道其在生产生活中的应用; 知道光是横波, 会用双缝干涉实验测量光的波长。

必备知识·强基固本

一、光的干涉

1. 光的干涉

在两列光波叠加的区域，某些区域的光相互___，出现亮条纹，某些区域的光相互___，出现暗条纹，且___区域和减弱区域互相间隔的现象叫作光的干涉现象。

【答案】加强； 减弱； 加强

2. 干涉条件

两列光波的___相等，振动方向相同，且具有恒定的相位差，才能产生稳定的干涉现象。

【答案】频率

3. 双缝干涉

由同一光源发出的光经双缝后，在屏上出现亮暗相间的条纹。白光的双缝干涉的条纹中央为___条纹，两边为___条纹，单色光的双缝干涉中相邻亮条纹间距离为 $\Delta x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

【答案】白色； 彩色； $\frac{l}{d}\lambda$

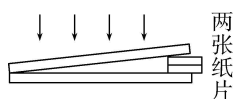
4. 薄膜干涉

由薄膜（如肥皂液薄膜）_____反射的光相遇而形成。干涉图样中同一条亮（或暗）条纹所对应的薄膜厚度___。

【答案】前后两面； 相同

教材挖掘。（人教版选择性必修第一册第四章第3节）

劈尖干涉是一种薄膜干涉，其装置如图甲所示，将一块平板玻璃放置在另一平板玻璃之上，在一端夹入两张纸片，从而在两玻璃表面之间形成一个劈形空气薄膜。当光垂直入射后，可看到的干涉条纹如图乙所示，劈尖干涉是哪两列光叠加的现象？任意相邻亮条纹或暗条纹对应的薄膜厚度差恒定吗？若光的波长为 λ ，则相邻亮条纹对应的空气薄膜的厚度差为多少？



甲



乙

提示：从空气膜的上下表面分别反射的两列光是相干光，相互叠加，发生干涉；光程差是光波半波长的偶数倍时，出现亮条纹，光程差是光波半波长的奇数倍时，出现暗条纹，则任意相邻亮条纹或暗条纹所对应的薄膜厚度差恒定；相邻亮条纹对应的空气薄膜的厚度差为 $\frac{1}{2}\lambda$ 。

二、光的衍射

发生明显衍射的条件：只有当障碍物或孔的尺寸与光的波长_____，甚至比光的波长___的时候，衍射现象才会明显。在任何情况下都可以发生衍射现象，只是明显与不明显的差别。

【答案】相差不多；还小

三、光的偏振现象

1. 偏振：横波在___于传播方向的平面上，只沿_____的方向振动，叫作偏振。

【答案】垂直；某一特定

2. 自然光：太阳、电灯等普通光源发出的光，包含着在垂直于传播方向上沿_____振动的光，而且沿各个方向振动的光波的强度都相同，这种光叫作自然光。

【答案】一切方向

3. 偏振光：在___于传播方向的平面上，只沿某个特定方向振动的光。光的偏振证明光是___。

【答案】垂直；横波

4. 偏振光的两种形成方式：自然光通过偏振片后，就得到了偏振光；自然光在两种介质的界面发生反射和___，反射光和折射光都是偏振光。

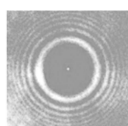
【答案】折射

自主评价

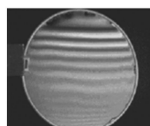
1. 依据各图所示的光现象，判断下列说法对错。



甲



乙



丙



丁



戊

- (1) 图甲中一束白光通过三棱镜形成彩色光带是光的干涉现象。()
- (2) 图乙中光照射不透明的圆盘，在圆盘的阴影中心出现了一个亮斑是光的干涉现象。()
- (3) 图丙中肥皂膜上出现彩色条纹是光的衍射现象。()
- (4) 图丁中观看立体电影时戴特殊眼镜是利用了光的偏振现象。()
- (5) 图戊是用同一单色光照射宽度不等的单缝时产生的衍射图样，则形成衍射图样 a 的单缝比形成 b 的更窄。()

【答案】(1) ×

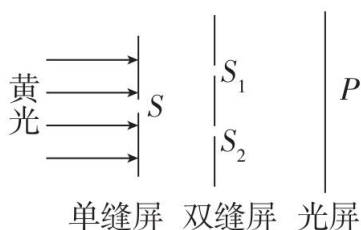
(2) ×

(3) ×

(4) ✓

(5) ✓

2. (人教版选择性必修第一册改编) 如图所示的双缝干涉实验，用黄光照射单缝 S 时，在光屏 P 上观察到干涉条纹。要得到相邻条纹间距更小的干涉图样，可以()

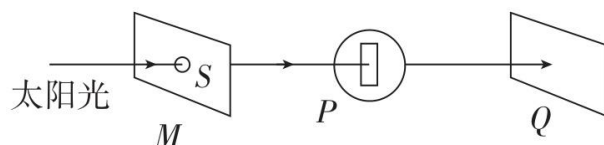


- A. 减小 S_1 与 S_2 的间距
- B. 增大双缝屏到光屏的距离
- C. 将黄光换为紫光
- D. 略微增大单缝屏到双缝屏的距离

【答案】C

3. (鲁科版选择性必修第一册改编) 如图所示，让太阳光(自然光)通过 M 上的小孔 S 后照射到 M 右方的偏振片 P 上， P 的右侧再放一光屏 Q ，现使 P 绕着平行

于光传播方向的轴匀速转动一周，则关于光屏 Q 上的亮度变化情况，下列判断中正确的是（ ）



- A. 只有当偏振片转到某一适当位置时光屏被照亮，其他位置时光屏上无亮光
- B. 光屏上亮度基本不变
- C. 光屏上亮、暗交替变化
- D. 光屏上只有一条亮线随偏振片的转动而转动

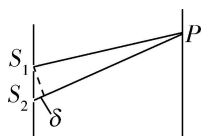
【答案】B

关键能力·核心突破 考点一 光的干涉现象考教衔接

1. 双缝干涉

(1) 亮暗条纹的判断方法

双缝干涉实验中，光屏上某点 P 到相干光源 S_1 、 S_2 的路程之差为光程差，记为 δ 。如图所示。

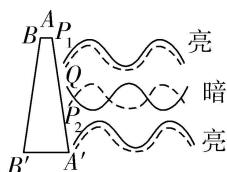


- ①若光程差 δ 是波长 λ 的整倍数，即 $\delta = n\lambda (n = 0, 1, 2, \dots)$ ， P 点将出现亮条纹；
- ②若光程差 δ 是半波长的奇数倍，即 $\delta = (2n + 1)\frac{\lambda}{2} (n = 0, 1, 2, \dots)$ ， P 点将出现暗条纹。

(2) 条纹间距：相邻两个亮条纹或暗条纹的中心间距是 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ ，其中 l 是双缝到光屏的距离， d 是双缝间的距离， λ 是入射光的波长。

2. 薄膜干涉

(1) 如图所示，竖直的肥皂薄膜，由于重力的作用，形成上薄下厚的楔形。



(2) 光照射到薄膜上时，在膜的前表面 AA' 和后表面 BB' 分别有光反射回来，形成两列频率相同的光波，相互叠加，发生干涉，出现明暗相间的条纹。

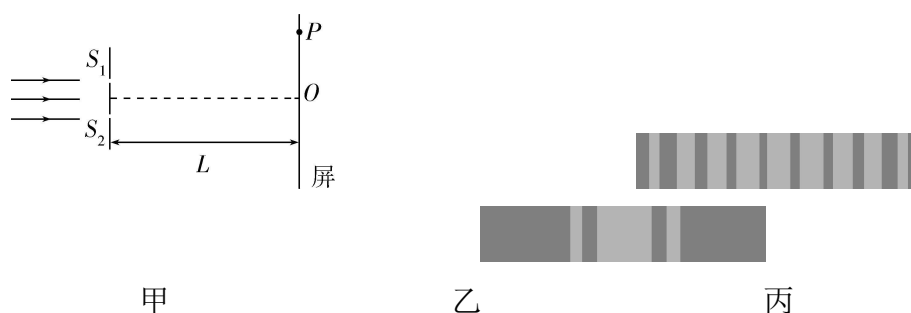
(3) 单色光：薄膜上出现明暗相间的条纹，相邻亮条纹（或暗条纹）对应的薄膜厚度差为 $\frac{\lambda}{2}$ ，其中 λ 为光在薄膜中的波长。

白光：薄膜上出现水平彩色条纹。

(4) 应用：增透膜、检查平面的平整度。

考向 1 双缝干涉

例 1 [2022 · 山东卷 · 10, 4 分] **多选** 某同学采用图甲所示的实验装置研究光的干涉与衍射现象，狭缝 S_1 、 S_2 的宽度可调，狭缝到屏的距离为 L 。同一单色光垂直照射狭缝，实验中分别在屏上得到了图乙、图丙所示图样。下列描述正确的是（ ）

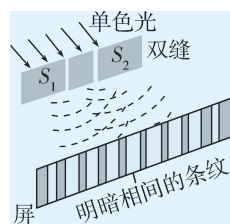


- A. 图乙是光的双缝干涉图样，当光通过狭缝时，也发生了衍射
- B. 遮住一条狭缝，另一狭缝宽度增大，其他条件不变，图丙中亮条纹宽度增大
- C. 照射两条狭缝时，增加 L ，其他条件不变，图乙中相邻暗条纹的中心间距增大
- D. 照射两条狭缝时，若光从狭缝 S_1 、 S_2 到屏上 P 点的路程差为半波长的奇数倍， P 点处一定是暗条纹

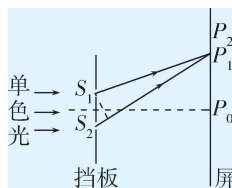
【答案】ACD

【解析】题图乙是干涉图样，在发生干涉时也有衍射，A 正确。遮住一条缝时会发生单缝衍射，若狭缝变宽，则题图丙中亮条纹宽度变小，B 错误。由 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 知，增大 L 时， Δx 变大，C 正确。屏上 P 点到双缝的路程差满足 $\Delta x = (2n + 1)\frac{\lambda}{2}$ ($n = 0, 1, 2, \dots$)时， P 点处是干涉的减弱点，一定是暗条纹，D 正确。

溯源教材（人教版选择性必修第一册第四章第 3 节）



双缝干涉的示意图

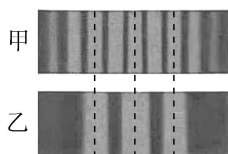


双缝干涉的原理图

溯源分析

试题立意	本题以光的双缝干涉实验装置为素材创设研究光的干涉、衍射特点的学习探索问题情境
复习启示	回归教材，熟练掌握教材中各演示实验的现象和原理

迁移应用 1. [2023·江苏卷·6, 4分]用某种单色光进行双缝干涉实验，在屏上观察到的干涉条纹如图甲所示，改变双缝间的距离后，干涉条纹如图乙所示，图中虚线是亮纹中心的位置。则双缝间的距离变为原来的（ ）



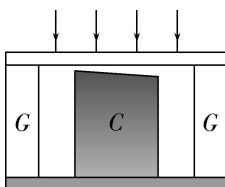
- A. $\frac{1}{3}$ B. $\frac{1}{2}$ C. 2 倍 D. 3 倍

【答案】B

【解析】由题图可知，改变双缝间距 d 后的相邻两条亮条纹中心间距 Δx 是改变前的 2 倍，根据 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 可知双缝间距 d 应变为原来的 $\frac{1}{2}$ ，B 正确。

考向 2 薄膜干涉

例 2 [2023·山东卷·5, 3分]如图所示为一种干涉热膨胀仪原理图。 G 为标准石英环， C 为待测柱形样品， C 的上表面与上方标准平面石英板之间存在劈形空气层。用单色平行光垂直照射上方石英板，会形成干涉条纹。已知 C 的膨胀系数小于 G 的膨胀系数，当温度升高时，下列说法正确的是（ ）



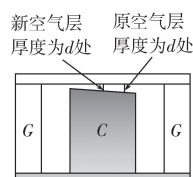
- A. 劈形空气层的厚度变大，条纹向左移动
B. 劈形空气层的厚度变小，条纹向左移动
C. 劈形空气层的厚度变大，条纹向右移动

D. 劈形空气层的厚度变小，条纹向右移动

【答案】A

【解析】当温度升高时，由于C的膨胀系数小于G的膨胀系数，故待测柱状样品C的上表面与上方标准平面石英板之间的劈形空气层厚度变大，如图所示。

故空气层厚度为 d 的位置向左移动，原空气层厚度为 d 处出现的条纹随之向左移动，A正确。



迁移应用 2. [2024·湖南邵阳二模]“半波损失”是一种在波的反射过程中产生的现象，是指波从波疏介质射向波密介质时，反射波在离开反射点时的振动方向相对于入射波到达入射点时的振动方向相反，即反射波相对于入射波相位突变 π 的现象。现有一种防蓝光眼镜，从眼镜前面观察，可以发现镜片呈现蓝色，它是通过在镜片前表面镀膜增强蓝光的反射来实现的，膜的折射率为 n_1 ，镜片材质的折射率为 n_2 ，且 $n_1 > n_2$ ，膜的最小厚度为 d ，蓝光在膜中的波长为 λ ，则（ ）

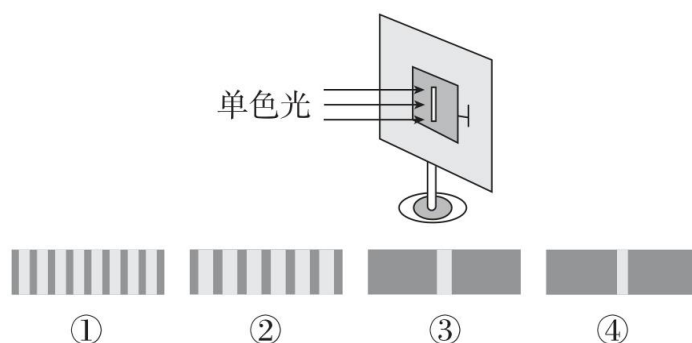
- A. $d = \frac{\lambda}{4}$ B. $d = \frac{3\lambda}{8}$ C. $d = \frac{\lambda}{2}$ D. $d = \frac{3\lambda}{4}$

【答案】A

【解析】蓝光在从空气到膜时，是由光疏介质到光密介质，反射时会发生“半波损失”；而从膜到镜片是由光密介质到光疏介质，反射时不会发生“半波损失”。由于在镜片前表面镀膜增强了蓝光的反射，则膜的前后两个表面反射光的路程差等于蓝光在膜中的半波长的奇数倍，则有 $2d = \frac{\lambda}{2}$ ，解得 $d = \frac{\lambda}{4}$ ，故选A。

考点二 光的衍射和偏振现象

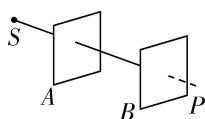
1. [2024·江苏南通一模]光的衍射如图所示，挡板上安装有宽度可调的一条狭缝，缝后放一个光屏。用单色平行光照射狭缝，若狭缝宽度从0.8mm调整为0.4mm，光屏上可能呈现（ ）



- A. 图样①变化为图样② B. 图样②变化为图样①
C. 图样③变化为图样④ D. 图样④变化为图样③

【答案】D

2. 光的偏振如图所示，电灯 S 发出的光先后经过偏振片 A 和 B ，人眼在 P 处迎着入射光方向，却看不到光亮，则（ ）



- A. 电灯 S 发出的光是偏振光
B. 偏振片 A 起检偏器的作用
C. 以 SP 为轴将 A 转过 45° ，在 P 处可以看到光亮
D. 将 B 沿 PS 向 A 平移至某位置时，在 P 处可以看到光亮

【答案】C

核心提炼

1.光的衍射的理解

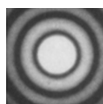
(1) 衍射是波的特征，波长越长，衍射现象越明显。在任何情况下都可以发生衍射现象，只是明显与不明显的差别。

(2) 衍射现象说明“光沿直线传播”只是一种特殊情况，只有在光的波长比障碍物小得多时，光才可以看作是沿直线传播的。

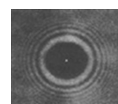
(3) 图样。



单缝衍射



圆孔衍射



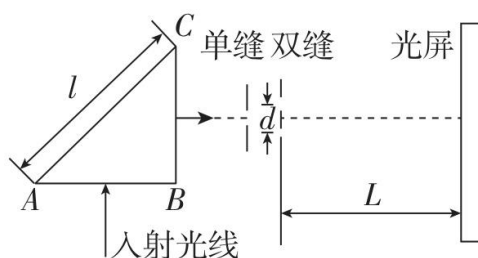
圆盘衍射

2.光的干涉和衍射的比较

项目		干涉	衍射
现象		光在重叠区域出现加强或减弱	光绕过障碍物偏离直线传播
产生条件		两束光频率相同、相位差恒定、振动方向相同	障碍物或孔的尺寸与光的波长差不多或比波长更小（明显衍射）
典型实验		杨氏双缝干涉实验	单缝衍射、圆孔衍射和圆盘衍射
图样不同点	条纹宽度	条纹宽度相等	条纹宽度不等，中央最宽
	条纹间距	各相邻条纹间距相等	各相邻条纹间距不等
	亮度情况	清晰条纹，亮度基本相等	中央条纹最亮，两边变暗
	图样		
相同点		干涉、衍射都是波特有的现象；干涉、衍射图样都有明暗相间的条纹	
本质		光波叠加的结果；光的干涉是两列波的叠加，光的单缝衍射是来自单缝不同位置的无限列光波通过缝之后叠加时加强或削弱的结果	

考点三 几何光学与物理光学的综合应用

例 3 [2024·山东东营模拟] 如图所示，截面为等腰直角三角形 ABC 的玻璃砖，折射率 $n = \sqrt{2}$ ， $\angle B = 90^\circ$ 。一束频率 $f = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 的光线从 AB 中点垂直射入棱镜，从 BC 射出后，进入双缝干涉装置。已知 AC 长度 $l = 0.15 \text{ m}$ ，双缝间距 $d = 0.2 \text{ mm}$ ，双缝到光屏的距离 $L = 1.0 \text{ m}$ ，光在真空中的传播速度 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。



- (1) 通过计算判断光线能否在AC面发生全反射；
- (2) 求光线在玻璃砖中传播的时间 t ；
- (3) 求光屏上相邻亮条纹中心间的距离 Δx 。

【答案】(1) 见解析

(2) $5 \times 10^{-10} \text{s}$

(3) $3 \times 10^{-3} \text{m}$

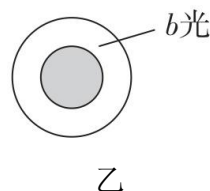
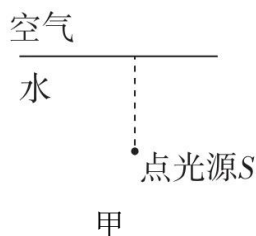
【解析】

(1) 由 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ 可知全反射的临界角 $C = 45^\circ$ 从AB中点垂直射入棱镜的光线在AC面的入射角为 45° ，恰好可以发生全反射

(2) 由题意可知，光线在棱镜中的传播距离 $s = 2 \times \frac{l}{2} \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} l = \frac{3\sqrt{2}}{40} \text{m}$ 传播速度 $v = \frac{c}{n}$ 则传播时间 $t = \frac{s}{v} = 5 \times 10^{-10} \text{s}$

(3) 光屏上相邻亮条纹中心间的距离 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda = \frac{Lc}{df} = \frac{1 \times 3.0 \times 10^8}{0.2 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{14}} \text{m} = 3 \times 10^{-3} \text{m}$

迁移应用 3. [2024·湖南衡阳模拟] 多选 为了装点城市夜景，市政工作人员常在喷水池水下安装光源照亮水面。如图甲所示，水中有一点光源S，同时发出a、b两种不同颜色的光，在水面上形成了一个被照亮的圆形区域，俯视如图乙所示，环状区域只有b光，中间小圆为复合光，以下说法中正确的是（ ）



- A. 水对a光的折射率大于对b光的折射率
- B. 在水中a光波速大于b光

C. 用同一套装置做双缝干涉实验, a 光相邻条纹中心间距更小

D. 通过 b 光观察到的光源 S 的位置比实际位置浅一些

【答案】ACD

【解析】根据题意可知, a 光的全反射临界角小于 b 光, 由 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知, 水对 a 光的折射率大于对 b 光的折射率, 故 A 正确; 由 $v = \frac{c}{n}$ 可知, 在水中 a 光波速小于 b 光波速, 故 B 错误; a 光的频率大于 b 光的频率, 根据 $\lambda = \frac{c}{f}$ 可知, 同种介质中 a 光波长小于 b 光波长, 根据 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 可知, 用同一套装置做双缝干涉实验, a 光相邻条纹中心间距更小, 故 C 正确; 光从水中射入空气中, 折射角大于入射角, 所以通过 b 光观察到的光源的位置比实际位置浅一些, 故 D 正确。

温馨提示 请完成《分层突破训练》课时作业 71

实验 15 测量玻璃的折射率

必备知识·强基固本

一、实验目的

1. 测量玻璃的折射率。

2. 学会用插针法确定光路。

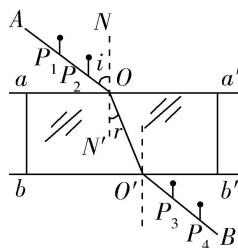
二、实验器材

白纸, 图钉, 大头针, 长方形玻璃砖, 直尺, 铅笔, _____, 木板。

【答案】量角器

三、实验原理

如图所示, 用插针法找出与入射光线 AO 对应的出射光线 $O'B$, 确定出 O' 点, 画出折射光线 OO' , 然后测量出入射角 i 和折射角 r 的度数, 根据 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 计算出玻璃的折射率。



四、实验过程

1. 如实验原理图所示, 将白纸用图钉按在木板上, 先在白纸上画出一条直线 aa' 作为界面。过 aa' 上的一点 O 画出界面的法线 NN' , 并画一条线段 AO 作为__光线。

【答案】入射

2.把长方形玻璃砖平放在白纸上，使它的一条长边跟 aa' 对齐，画出玻璃砖的另一条长边 bb' 。

3. 在线段 AO 上竖直插上两枚大头针 P_1 、 P_2 ，眼睛在另一侧透过玻璃砖观察大头针 P_1 、 P_2 ，调整视线的方向，直到 P_1 被_____挡住。再在眼睛这一侧插两枚大头针 P_3 、 P_4 ，使 P_3 挡住_____， P_4 挡住_____。

【答案】 P_2 ； P_1 、 P_2 ； P_3 及 P_1 、 P_2

4. 移去大头针和玻璃砖，过 P_3 、 P_4 的插点画直线 $O'B$ ，与 bb' 交于 O' ，_____就代表了沿 AO 方向入射的光线透过玻璃砖后的传播方向。连接 OO' ，入射角 $i = \angle AON$ ，折射角 $r = \angle O'ON'$ 。

【答案】 $O'B$

5.用量角器量出入射角和折射角，查出它们的正弦值，将数据填入自己设计的表格中。

6.改变入射角，重复上述操作。

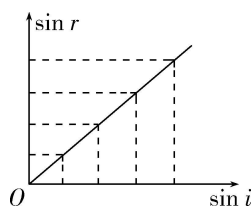
五、实验数据处理

1.计算法

根据 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 求得每次测得的折射率，然后求出平均值。

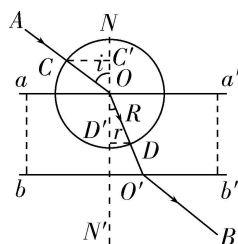
2.图像法

以 $\sin i$ 值为横坐标、 $\sin r$ 值为纵坐标建立直角坐标系，如图所示。图线斜率为 k ，则 $k = \frac{1}{n}$ ，故玻璃砖的折射率 $n = \frac{1}{k}$ 。



3.用单位圆处理数据

在找到入射光线和折射光线以后，可以以入射点 O 为圆心，以任意长为半径画圆，分别与 AO 、 OO' （或 OO' 的延长线）交于 C 点和 D 点，过 C 、 D 两点分别向法线 NN' 作垂线，交 NN' 于 C' 、 D' 点，如图所示，用直尺量出 CC' 和 DD' 的长度。



因 $\sin i = \frac{CC'}{OC}$, $\sin r = \frac{DD'}{OD}$, 而 $OC = OD = R$, 所以玻璃的折射率 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{CC'}{DD'}$ 。

用同样的方法再多测几组数据, 求出 n 值, 然后求平均值即得玻璃砖的折射率。

六、误差分析

1. 入射光线、出射光线确定的准确性造成误差。
2. 入射角和折射角的测量存在误差。
3. 作图时, 玻璃砖的宽度绘制有误差, 或所画的两边界线不平行等出现误差。

七、注意事项

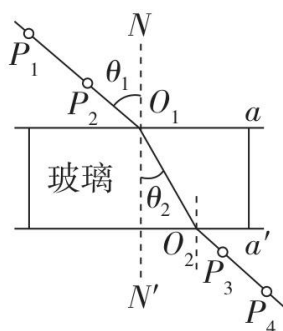
1. 入射角 i 不要太小, 如果 i 太小, r 会更小, 用量角器测量角度时, 相对误差较大。
2. 在入射光线上插的大头针或确定 $O'B$ 时插的大头针都要竖直。 P_1 与 P_2 及 P_3 与 P_4 的距离要适当大一些。
3. 画好界面 bb' 后实验中不要再碰玻璃砖, 以免改变入射角和折射角, 使测量结果出现错误。
4. 玻璃砖应选用宽度较大的, 宜在 5cm 以上。若宽度太小, 则测量误差较大。

关键能力·核心突破

探究点一 教材原型实验

例 1 [2024·安徽卷·11, 6 分] 某实验小组做“测量玻璃的折射率”及拓展探究实验。

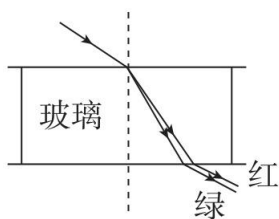
(1) 为测量玻璃的折射率, 按图甲所示进行实验, 以下表述正确的一项是 ____。(选填正确答案标号)



甲

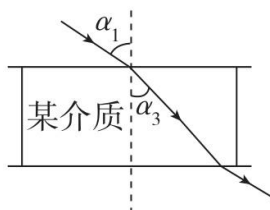
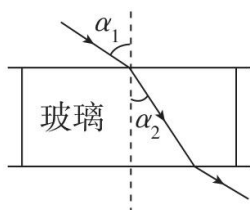
- A. 用笔在白纸上沿着玻璃砖上边和下边分别画出直线 a 和 a'
- B. 在玻璃砖一侧插上大头针 P_1 、 P_2 ，眼睛在另一侧透过玻璃砖看两个大头针，使 P_2 把 P_1 挡住，这样就可以确定入射光线和入射点 O_1 。在眼睛这一侧，插上大头针 P_3 ，使它把 P_1 、 P_2 都挡住，再插上大头针 P_4 ，使它把 P_1 、 P_2 、 P_3 都挡住，这样就可以确定出射光线和出射点 O_2
- C. 实验时入射角 θ_1 应尽量小一些，以减小实验误差

(2) 为探究介质折射率与光的频率的关系，分别用一束红光和一束绿光从同一点入射到空气与玻璃的分界面。保持相同的入射角，根据实验结果作出光路图，并标记红光和绿光，如图乙所示。此实验初步表明：对于同一种介质，折射率与光的频率有关，频率大，折射率（选填“大”或“小”）。



乙

(3) 为探究折射率与介质材料的关系，用同一束激光分别入射玻璃砖和某透明介质，如图丙、丁所示。保持相同的入射角 α_1 ，测得折射角分别为 α_2 、 α_3 ($\alpha_2 < \alpha_3$)，则玻璃和该介质的折射率大小关系为 $n_{\text{玻璃}} \underline{\hspace{1cm}} n_{\text{介质}}$ （选填“>”或“<”）。此实验初步表明：对于一定频率的光，折射率与介质材料有关。



丙

丁

【答案】 (1) B

(2) 大

(3) >

【解析】

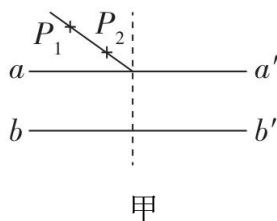
(1) 在白纸上画出一条直线 a 作为界面，把长方体玻璃砖放在白纸上，使它的一个长边与 a 对齐，用直尺或者三角板轻靠在玻璃砖的另一长边，按住直尺或三角板不动，将玻璃砖取下，画出直线 a' 代表玻璃砖的另一边，而不能用笔在白纸上沿着玻璃砖上边和下边分别画出直线 a 和 a' ，A 错误；B 选项表述正确；为了减小实验误差，实验时应使入射角 θ_1 尽量大一些，C 错误。

(2) 由题图乙可知，入射角相同时，绿光的折射角小于红光的折射角，根据光的折射定律 $n = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ ，可知绿光的折射率大于红光的折射率，又因为绿光的频率大于红光的频率，所以频率大，折射率大。

(3) 根据折射定律可知，玻璃的折射率为 $n_{\text{玻璃}} = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2}$ ，该介质的折射率为 $n_{\text{介质}} = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_3}$ ，其中 $\alpha_2 < \alpha_3$ ，所以 $n_{\text{玻璃}} > n_{\text{介质}}$ 。

迁移应用．[2024·天津南开一模]某实验小组用插针法测量玻璃的折射率。

(1) 在白纸上放好玻璃砖， aa' 和 bb' 分别是玻璃砖与空气的两个界面，如图甲所示。在玻璃砖的一侧插上两枚大头针 P_1 和 P_2 ，用“+”表示大头针的位置，然后在另一侧透过玻璃砖观察，并依次插上大头针 P_3 和 P_4 。在插 P_3 和 P_4 时，应使_____。

A. P_3 只挡住 P_1 B. P_4 只挡住 P_2 C. P_3 同时挡住 P_1 、 P_2

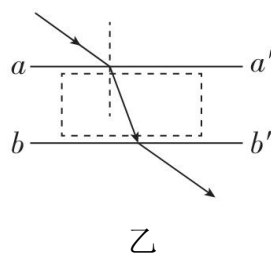
(2) 为了减小实验误差，实验时应注意的是_____。

A. 入射角应尽量小些

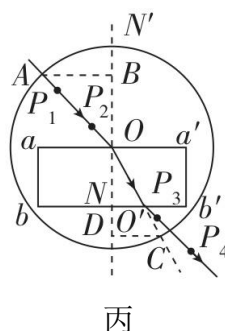
B. 玻璃砖的宽度应小一些

C. 大头针 P_1 、 P_2 之间的距离及大头针 P_3 、 P_4 之间的距离应适当大些

(3) 甲同学在画界面时, 不小心将两界面 aa' 、 bb' 间距画得比玻璃砖宽度大些, 如图乙所示, 则他测得的折射率与真实值相比___ (选填“偏大”“偏小”“不变”或“无法确定”)。



(4) 乙同学在完成光路图以后, 以入射点 O 为圆心, 适当长度为半径画圆, 分别交入射光线 P_1P_2 于 A 点, 交入射点 O 与出射点 O' 连线的延长线于 C 点。过 A 点、 C 点作法线 NN' 的垂线 AB 、 CD , 垂足为 B 点、 D 点, 如图丙所示。用刻度尺量得 $AB = 8.50\text{cm}$, $CD = 5.00\text{cm}$, 由此可得出该玻璃的折射率 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 。



【答案】 (1) C

(2) C

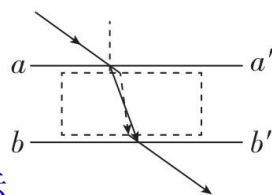
(3) 偏小

(4) 1.7

【解析】

(1) 实验中, 在插 P_3 时, 应使 P_3 同时挡住 P_1 、 P_2 ; 在插 P_4 时, 应使 P_4 同时挡住 P_3 、 P_1 、 P_2 。故选 C。

(2) 为了减小实验误差, 入射角应尽量大些, 玻璃砖的宽度也适当大一些, 大头针应垂直插在纸面上, 且应使大头针 P_1 、 P_2 之间的距离及大头针 P_3 、 P_4 之间的距离适当大些。故选 C。



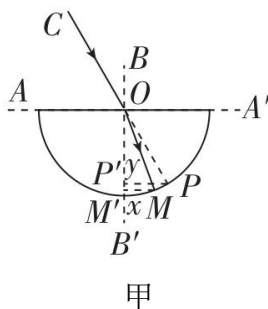
(3) 作出实际光路图，如图中虚线所示 可以看出，入射角不变，所测折射角偏大，根据折射定律可知，所测得的折射率偏小。

(4) 根据折射定律有 $n = \frac{\frac{AB}{OA}}{\frac{CD}{OC}} = \frac{AB \cdot OC}{CD \cdot OA}$ 又 $OA = OC$ 则 $n = \frac{AB}{CD} = 1.7$ 。

探究点二 创新拓展实验

例 2 [2024 · 湖北卷 · 11, 7 分] 某同学利用激光测量半圆柱体玻璃砖的折射率，具体步骤如下：

① 平铺白纸，用铅笔画两条互相垂直的直线 AA' 和 BB' ，交点为 O 。将半圆柱体玻璃砖的平直边紧贴 AA' ，并使其圆心位于 O 点，画出玻璃砖的半圆弧轮廓线，如图甲所示。



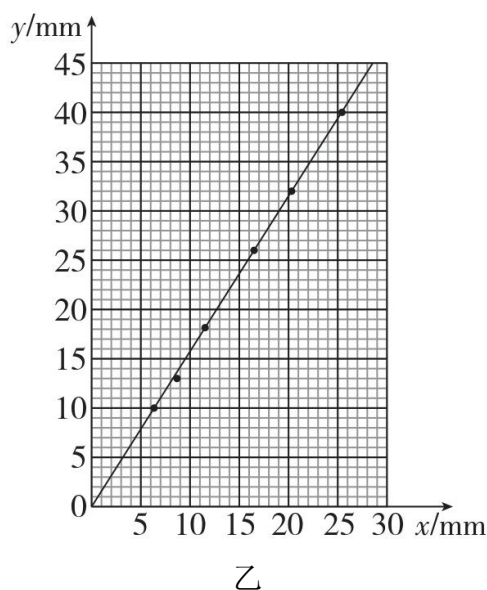
甲

② 将一细激光束沿 CO 方向以某一入射角射入玻璃砖，记录折射光线与半圆弧的交点 M 。

③ 拿走玻璃砖，标记 CO 光线与半圆弧的交点 P 。

④ 分别过 M 、 P 作 BB' 的垂线 MM' 、 PP' ， M' 、 P' 是垂足，并用刻度尺分别测量 MM' 、 PP' 的长度 x 和 y 。

⑤ 改变入射角，重复步骤②③④，得到多组 x 和 y 的数据。根据这些数据作出 $y - x$ 图像，如图乙所示。



(1) 关于该实验，下列说法正确的是_____（单选，填标号）。

- A. 入射角越小，误差越小
- B. 激光的平行度好，比用插针法测量更有利于减小误差
- C. 选择圆心 O 点作为入射点，是因为此处的折射现象最明显

(2) 根据 $y - x$ 图像，可得玻璃砖的折射率为
_____（保留3位有效数字）。

(3) 若描画的半圆弧轮廓线半径略大于玻璃砖的实际半径，则折射率的测量结果___（选填“偏大”“偏小”或“不变”）。

【答案】 (1) B

(2) 1.58 (1.56 ~ 1.60 均可)

(3) 不变

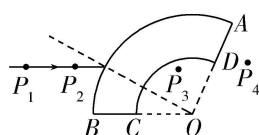
【解析】

(1) 入射角太小，会导致折射角太小，测量的误差会变大，A 错误；与插针法测量相比，激光的平行度好，能更准确地确定入射光线和折射光线，从而更有利于减小误差，B 正确；选择圆心 O 点作为入射点，是因为便于计算，并不是因为此处的折射现象最明显，C 错误。

(2) 设半圆柱体玻璃砖的半径为 R ，根据几何关系可得入射角的正弦值为 $\sin i = \frac{y}{R}$ ，折射角的正弦值为 $\sin r = \frac{x}{R}$ ，折射率 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{y}{x}$ ，可知 $y - x$ 图线的斜率大小等于折射率，即 $n = \frac{45\text{mm}}{28.5\text{mm}} \approx 1.58$ 。

(3) 根据(2)中数据处理方法可知折射率的表达式中没有半圆弧轮廓线半径 R ，所以描画的轮廓线半径较大对实验结果没有影响，则折射率的测量结果不变。

例3 用圆弧状玻璃砖做“测量玻璃的折射率”实验时，先在白纸上放好圆弧状玻璃砖，在玻璃砖的一侧竖直插上两枚大头针 P_1 、 P_2 ，然后在玻璃砖的另一侧观察，调整视线使 P_1 被 P_2 挡住，接着在眼睛所在的一侧插两枚大头针 P_3 和 P_4 ，使 P_3 挡住 P_1 和 P_2 ， P_4 挡住 P_3 以及 P_1 和 P_2 ，在纸上标出大头针位置和圆弧状玻璃砖轮廓，如图甲所示，其中 O 为两圆弧的圆心，图中已画出经 P_1 、 P_2 的入射光线。



甲

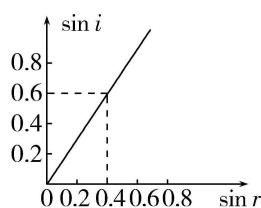
(1) 在图甲中补画出所需的光路。

(2) 为了测出玻璃的折射率，需要测量入射角 i 和折射角 r ，请在图甲中的 AB 分界面处画出这两个角。

(3) 用所测物理量计算折射率的表达式为 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4) 为了保证能在弧面 CD 得到出射光线，实验过程中，光线在弧面 AB 的入射角应适当 （选填“小一些”“无所谓”或“大一些”）。

(5) 多次改变入射角，测得几组入射角和折射角，根据测得的入射角和折射角的正弦值，画出了如图乙所示的图像，由图像可知该玻璃的折射率 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 。



乙

【答案】(1) 见解析

(2) 见解析

(3) $\frac{\sin i}{\sin r}$

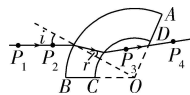
(4) 小一些

(5) 1.5

【解析】

(1) (1) (2) 过 P_3 、 P_4 画直线与 CD 交于一点，此交点即光线从玻璃砖中射出的位置，由于经过 P_1 、 P_2 的入射光线与 AB 的交点即光线进入玻璃砖的位置，

连接两交点即可作出玻璃砖中的光路，如图所示。



(3) 由折射定律可得 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 。

(4) 为了保证能在弧面 CD 上有出射光线，实验过程中，光线在弧面 AB 上的入射角应适当小一些，这样才不会使光线在弧面 CD 上发生全反射。

(5) 图像的斜率 $k = \frac{\sin i}{\sin r} = n$ ，由题图乙可知斜率为 1.5，即该玻璃的折射率为 1.5。

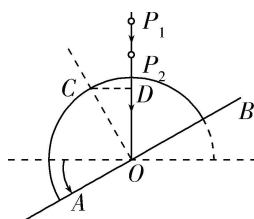
例 4 某同学用半圆柱玻璃砖做测量玻璃的折射率实验，他的操作步骤如下：

A.用毫米刻度尺量出半圆柱玻璃砖的直径 d ，算出半径 $r = \frac{d}{2}$ ，然后确定圆心的位置，记在玻璃砖上；

B.在白纸上画一条直线作为入射光线，并在入射光线上插两枚大头针 P_1 和 P_2 ；

C.让入射光线与玻璃砖的直径垂直，入射光线经过圆心 O ；

D.以圆心 O 为轴，缓慢逆时针转动玻璃砖，同时调整视线方向，直到从 AB 下方恰好看不到 P_2 和 P_1 ，然后沿半圆柱玻璃砖直径画一条直线 AB ，并作出光路图，如图所示。



(1) 看不到 P_2 和 P_1 是因为发生了_____；

(2) 只使用毫米刻度尺，还需要测量_____（选填“ OD ”或“ CD ”）的长度，记作 l ；

(3) 玻璃砖折射率的表达式 $n = \frac{d}{2l}$ （用 d 和 l 表示）。

【答案】(1) 全反射

(2) CD

(3) $\frac{d}{2l}$

【解析】

(2) (2) (3) 测出 CD 的长度, 记作 l , 则 $\sin C = \frac{l}{r} = \frac{2l}{d}$, 而 $\sin C = \frac{1}{n}$, 可得
折射率 $n = \frac{d}{2l}$ 。

温馨提示 请完成《分层突破训练》课时作业 72

实验 16 用双缝干涉测量光的波长

必备知识·强基固本

一、实验目的

1. 了解光波产生稳定的干涉现象的条件。
2. 观察白光和单色光的双缝干涉图样。
3. 测量单色光的波长。

二、实验器材

双缝干涉仪(由光具座、光源、_____、单缝、双缝、遮光筒、毛玻璃屏、测量头组成), 另外还有学生电源、导线、刻度尺等。

【答案】滤光片

三、实验原理

光通过单缝后把双缝照亮, 来自双缝的光发生干涉, 产生稳定的干涉图样; 单色光形成的图样中相邻两条亮(暗)条纹间的距离 Δx 与双缝间的距离 d 、双缝到屏的距离 l 、单色光的波长 λ 之间满足 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 。

四、实验步骤

1. 观察干涉条纹

- (1) 将光源、遮光筒、毛玻璃屏依次安放在光具座上。
- (2) 接好电源, 打开开关, 使光源正常发光。
- (3) 调节光源的高度和角度, 使光源发出的光能沿遮光筒的___到达光屏。
- (4) 安装双缝和单缝, 尽量使缝的中点位于遮光筒的轴线上, 使双缝与单缝___, 二者间距约 5~10cm, 这时, 可观察白光的干涉条纹。
- (5) 在单缝和光源间放上滤光片, 观察单色光的干涉条纹。

【答案】轴线; 平行

2. 测量单色光的波长

- (1) 安装测量头, 调节至可清晰观察到干涉条纹。

(2) 使分划板中心刻线对齐某条亮条纹的中心, 记下手轮上的读数 a_1 , 将该条纹记为第1条亮条纹; 转动手轮, 使分划板中心刻线移动至第 n 条亮条纹的中心, 记下此时手轮上的读数 a_2 ; 则相邻两条亮条纹的间距 $\Delta x = \left| \frac{a_2 - a_1}{n-1} \right|$ 。

(3) 用刻度尺测量双缝到光屏的距离 l 。

(4) 重复测量、计算, 求出波长的平均值(d 是已知的)。

五、实验数据处理

1. 相邻两条亮条纹间距: $\Delta x = \left| \frac{a_2 - a_1}{n-1} \right|$ 。

2. 波长: $\lambda = \frac{d}{l} \Delta x$ 。

3. 计算多组数据, 求 λ 的平均值。

六、误差分析

1. 双缝到屏的距离 l 的测量存在误差。

2. 测条纹间距 Δx 带来的误差:

(1) 干涉条纹没有调整到最清晰的程度。

(2) 分划板中心刻线与干涉条纹不平行, 中心刻线没有恰好位于条纹中心。

(3) 测量多条亮条纹间的距离时读数不准确。

七、注意事项

1. 双缝干涉仪是比较精密的仪器, 应轻拿轻放, 且注意保养。

2. 安装时, 注意调节光源、滤光片、单缝、双缝的中心均在遮光筒的中心轴线上, 并使单缝、双缝平行且间距适当。

3. 光源灯丝最好为__灯丝, 并与单缝平行且靠近。

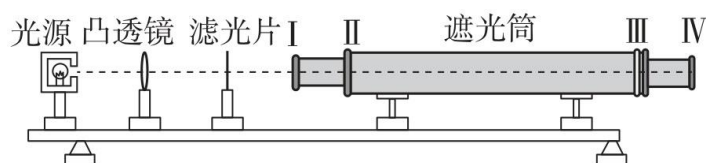
【答案】线状

4. 照在光屏上的光很弱, 主要原因是灯丝与单缝、双缝, 测量头与遮光筒不共轴; 干涉条纹不清晰的一般原因是单缝与双缝不平行, 故应正确调节。

关键能力·核心突破

探究点一 教材原型实验

例1 [2024·江西九江二模] 用如图甲所示的双缝干涉实验装置来测量光的波长。



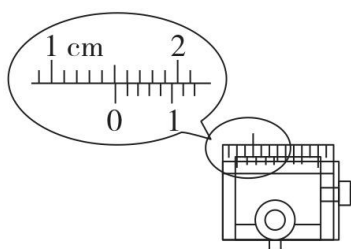
甲

(1) 图甲中 I、II、III、IV 的名称依次是_____。

- A. 单缝、双缝、毛玻璃屏、目镜 B. 双缝、单缝、毛玻璃屏、目镜
C. 单缝、双缝、目镜、毛玻璃屏 D. 双缝、单缝、目镜、毛玻璃屏

(2) 在调节仪器时单缝和双缝应该相互__放置（选填“垂直”或“平行”）。

(3) 已知测量头主尺的最小刻度是毫米，副尺上有 50 个分度。某同学调整手轮使测量头的分划板中心刻线与某亮条纹中心对齐，并将该亮条纹定为第 1 条亮条纹，此时测量头上游标卡尺的读数为 1.16mm；接着再同方向转动手轮，使分划板中心刻线与第 6 条亮条纹中心对齐，此时测量头上游标卡尺如图乙所示，则读数为_____mm。已知双缝间距 $d = 2.00 \times 10^{-4}\text{m}$ ，测得双缝到毛玻璃屏的距离 $L = 0.800\text{m}$ ，所测光的波长 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}\text{m}$ （保留 3 位有效数字）。



乙

(4) 为减小误差，该实验并未直接测量相邻亮条纹间的距离 Δx ，而是先测量多个条纹的间距再求出 Δx 。下列实验采用了类似方法的有_____。

- A. “探究两个互成角度的力的合成规律”实验中共力的测量
B. “探究弹簧弹力与形变量的关系”实验中弹簧的形变量的测量
C. “用油膜法估测油酸分子的大小”实验中 1 滴油酸酒精溶液体积的测量

【答案】 (1) A

(2) 平行

(3) 15.02; 6.93×10^{-7}

(4) C

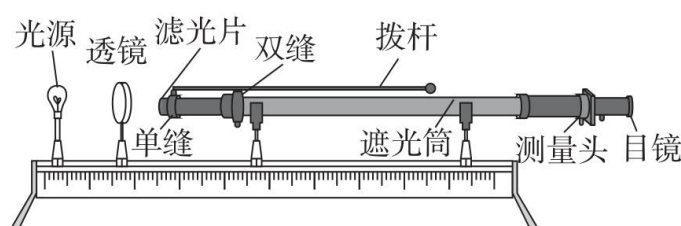
【解析】

(1) 光源后面有滤光片，使光源发出的光变为单色光，之后为单缝，使单色光的相干性较好，之后为双缝，形成两束相干光，在遮光筒中传播，避免外界光线干扰，最后在毛玻璃屏上形成干涉图样，再通过目镜进行观测。故选 A。

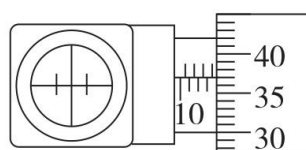
(2) 在组装仪器时单缝和双缝应该相互平行放置。

(3) 读数为 $1.5\text{cm} + 1 \times 0.02\text{mm} = 15.02\text{mm}$ ，由公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知 $\lambda = \frac{d\Delta x}{L} = \frac{2.00 \times 10^{-4} \times (15.02 - 1.16) \times 10^{-3}}{0.800 \times 5} \text{m} = 6.93 \times 10^{-7} \text{m}$ 。

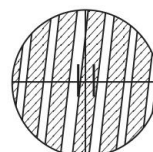
迁移应用 1. [2024 · 安徽合肥模拟] 利用双缝干涉测量光的波长的实验中，双缝间距 $d = 0.4\text{mm}$ ，双缝到光屏的距离 $L = 0.6\text{m}$ 。实验时，接通电源使光源正常发光，调整光路，使得从目镜中可以观察到干涉条纹。



甲



乙



丙

(1) 实验中，选用红色滤光片，测量红光波长，当分划板的中心刻线与第 3 条亮条纹的中心对齐时，手轮上读数为 8.995mm ，转动手轮，使分划板中心刻线向一侧移动，当分划板的中心刻线与第 8 条亮条纹的中心对齐时，手轮上示数如图乙所示，其读数为 mm，由以上数据求得红光的波长为 m (结果保留 3 位有效数字)。

(2) 用单色光照射双缝后，在目镜中观察到如图丙所示的情形。若其他操作无误，想对图中的情形进行调整，则需要的操作是 。

- A. 前后移动透镜
- B. 左右拨动拨杆
- C. 其他不动，同步旋转单缝和双缝

(3) 关于本实验，下列说法正确的是。

- A. 增大双缝到屏的距离，干涉条纹间距增大
- B. 减小双缝间距，干涉条纹间距减小
- C. 若挡住双缝中的一条缝，屏上也有条纹
- D. 去掉滤光片后，干涉现象消失

【答案】 (1) 13.870; 6.50×10^{-7}

(2) C

(3) AC

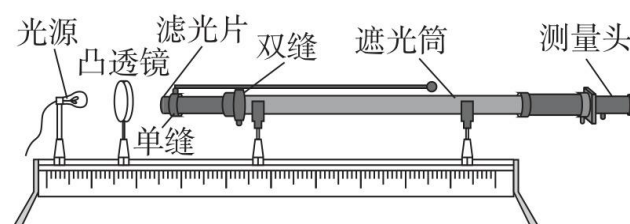
【解析】

(1) 读数为 $13.5\text{mm} + 37.0 \times 0.01\text{mm} = 13.870\text{mm}$ ，依题意，相邻亮条纹间距为 $\Delta x = \frac{13.870 - 8.995}{8 - 3}\text{mm} = 0.975\text{mm}$ ，又 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ ，代入数据，解得 $\lambda = 6.50 \times 10^{-7}\text{m}$ 。

(2) 前后移动透镜会影响进光量和条纹亮度，拨动拨杆的作用是使单缝和双缝平行，获得清晰的干涉图样，因为已有清晰图样，不用调节，故 A、B 错误；题图丙中情形的成因是分划板的中心刻线与单缝、双缝不平行，所以需要旋转单缝和双缝使分划板的中心刻线与干涉条纹平行，故 C 正确。

(3) 根据 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知，增大双缝到屏的距离，干涉条纹间距增大，减小双缝间距，干涉条纹间距增大，故 A 正确，B 错误；若挡住双缝中的一条缝，屏上会有单缝衍射条纹，故 C 正确；去掉滤光片后，入射光是复色光，仍能发生干涉现象，但条纹是彩色的，故 D 错误。

迁移应用 2. [2024·河北卷·11 (1), 2 分] 某同学通过双缝干涉实验测量单色光的波长，实验装置如图所示，其中测量头包括毛玻璃、游标尺、分划板、手轮、目镜等。



该同学调整好实验装置后，分别用红色、绿色滤光片，对干涉条纹进行测量，并记录第一条和第六条亮纹中心位置对应的游标尺读数，如表所示：

单色光类别	x_1/mm	x_6/mm
-------	-----------------	-----------------

单色光 1	10.60	18.64
单色光 2	8.44	18.08

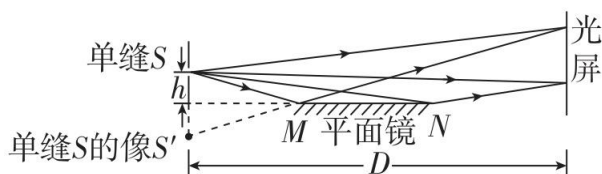
根据表中数据，判断单色光 1 为__（选填“红光”或“绿光”）。

【答案】绿光

【解析】双缝干涉条纹间距 $\Delta x = \frac{L}{d} \cdot \lambda$ ，分析表中数据可知单色光 1 的条纹间距较小，则单色光 1 波长较短，而 $\lambda_{\text{红}} > \lambda_{\text{绿}}$ ，则单色光 1 应为绿光。

探究点二 创新拓展实验

例 2 [2024·山东潍坊三模]1834 年，洛埃利用平面镜同样得到了杨氏干涉的结果（称洛埃镜实验）。应用洛埃镜实验装置测量单色光波长的原理如下：



如图所示， S' 是单缝 S 通过平面镜成的像，如果 S 被视为双缝干涉中的一个缝， S' 相当于另一个缝。单色光从单缝 S 射出，一部分入射到平面镜后反射到光屏上，另一部分直接投射到光屏上，在光屏上两光束交叠区域里出现干涉条纹。请回答下列问题：

（1）以下哪些操作能够增大光屏上相邻两条亮条纹之间的距离。

- A. 将平面镜稍向上移动一些
- B. 将平面镜稍向下移动一些
- C. 将光屏稍向右移动一些
- D. 将光源由红色光改为绿色光

（2） S 到平面镜的垂直距离和到光屏的垂直距离分别为 h 、 D ，光屏上形成的相邻两条亮条纹（或暗条纹）间距离为 Δx ，则单色光的波长 $\lambda =$ _____。

（3）实验表明，光从光疏介质射向光密介质，在界面发生反射，反射光与入射光相比，相位有 π 的变化，称为“半波损失”。已知 h 远小于 D ，如果把光屏向左平移到与平面镜接触，接触处两束光相遇会相互__（选填“加强”或“减弱”）。

【答案】（1）AC

（2） $\frac{2h\Delta x}{D}$

（3）减弱

【解析】

(1) 由题意结合双缝干涉条纹间距公式有 $\Delta x = \frac{D}{2h}\lambda$ ，若要增大条纹间距，可以增大 D ，即将光屏向右移动；或者减小 h ，即将平面镜稍向上移动一些；或者换用波长更长的单色光，如将光源由绿色光改为红色光。故选 A、C。

(2) 由 $\Delta x = \frac{D}{2h}\lambda$ ，整理得 $\lambda = \frac{2h\Delta x}{D}$ 。

(3) 如果把光屏向左平移到与平面镜接触，反射光与入射光相比，相位有 π 的变化，故接触处直接射到光屏上的光和经平面镜反射的光相位差为 π ，两束光相遇会减弱。

温馨提示 请完成《分层突破训练》课时作业 73