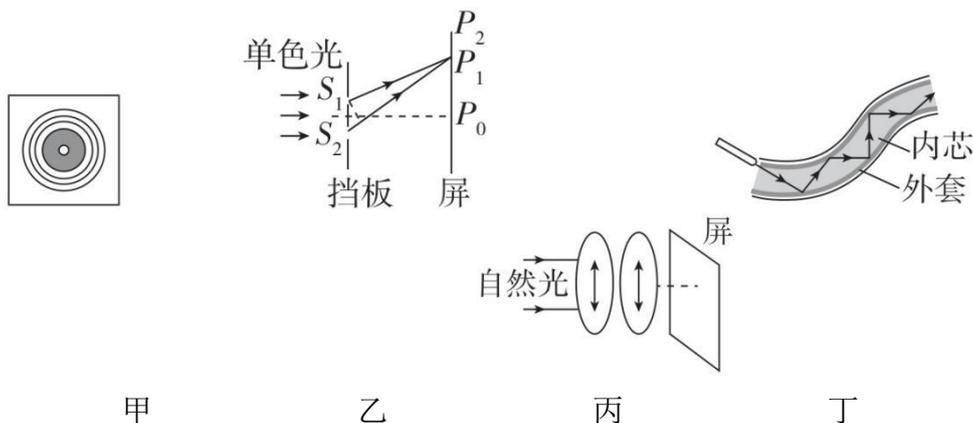


# 课时作业 71 光的波动性

## 基础达标练

1. [2024·江苏南京调研]下列说法正确的是 ( )



- A. 图甲为一定波长的光照射到不透明圆盘上，在圆盘后得到的衍射图样
- B. 图乙为双缝干涉示意图，双缝间距越大，则相邻亮条纹间距越大
- C. 图丙为光导纤维工作原理示意图，内芯的折射率比外套的折射率小
- D. 图丁为自然光照射两个竖直放置的偏振片，若只旋转其中一个偏振片，光屏上的亮度不变

**【答案】** A

**【解析】**题图甲为一定波长的光照射到不透明圆盘上，在圆盘后得到的衍射图样，选项 A 正确；题图乙为双缝干涉示意图，根据  $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$  可知，双缝间距越大，则相邻亮条纹间距越小，选项 B 错误；题图丙为光导纤维工作原理示意图，利用了光的全反射原理，所以内芯的折射率比外套的折射率大，选项 C 错误；题图丁为自然光照射两个竖直放置的偏振片，若只旋转其中一个偏振片，此时光屏上的亮度出现明暗变化，选项 D 错误。

2. 小华通过偏振太阳镜观察平静水面上反射的阳光，转动镜片时发现光有强弱变化。下列说法能够解释这一现象的是 ( )

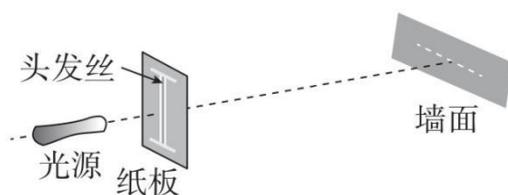
- A. 阳光在水面反射后的反射光是偏振光，镜片起起偏器的作用
- B. 阳光在水面反射后的反射光是偏振光，镜片起检偏器的作用
- C. 阳光在水面反射时没有发生偏振，镜片起起偏器的作用

D. 阳光在水面反射时没有发生偏振，镜片起检偏器的作用

**【答案】B**

**【解析】**阳光属于自然光，阳光在水面发生反射后的反射光是偏振光，转动镜片时发现光有强弱变化，说明镜片相当于检偏器，故 B 项正确。

3. [2024·黑吉辽卷·4, 4分]某同学自制双缝干涉实验装置：在纸板上割出一条窄缝，于窄缝中央沿缝方向固定一根拉直的头发丝形成双缝，将该纸板与墙面平行放置，如图所示。用绿色激光照射双缝，能够在墙面上观察到干涉条纹。下列做法可以使相邻两条亮条纹中心间距变小的是（ ）



- A. 换用更粗的头发丝                      B. 换用红色激光照射双缝  
C. 增大纸板与墙面的距离                D. 减小光源与纸板的距离

**【答案】A**

**【解析】**由双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知，换用更粗的头发丝，增大了双缝之间的距离 $d$ ，可知相邻两条亮条纹中心间距变小，A 正确；换用红色激光照射双缝，增大了光的波长 $\lambda$ ，而增大纸板与墙面的距离，是增大了双缝与光屏的距离 $L$ ，都会使相邻两条亮条纹中心间距变大，B、C 错误；减小光源与纸板的距离，不会引起条纹间距变化，D 错误。

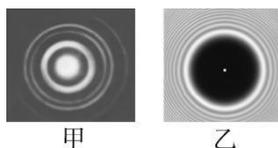
4. 在单缝衍射实验中，仅减小单缝的宽度，则光屏上（ ）

- A. 条纹变宽，光强增强                      B. 条纹变窄，光强增强  
C. 条纹变宽，光强减弱                      D. 条纹变窄，光强减弱

**【答案】C**

**【解析】**单缝衍射实验中，狭缝的宽度越小，衍射现象越明显；狭缝的宽度越小，通过狭缝的光越少，光强越弱。因此在单缝衍射实验中，仅减小单缝的宽度，则光屏上衍射条纹变宽，光强减弱，选项 C 正确。

5. 某研究性学习小组用激光束照射圆孔和不透明圆板后，分别得到如图甲、乙所示的图样，下列说法正确的是（ ）



- A. 甲图是“泊松亮斑”，属于圆盘衍射
- B. 乙图是“泊松亮斑”，最早由泊松先推算出这个亮斑，后来泊松发现圆板中心确实有这个亮斑
- C. 不管是圆孔衍射还是圆盘衍射，影像的边缘轮廓都是清晰的
- D. 发生圆孔衍射时，圆形光环的图样半径远大于圆孔的半径，即光绕到障碍物的影子里

**【答案】D**

**【解析】**乙图是“泊松亮斑”，属于圆盘衍射，最早由泊松推算出这个亮斑，但泊松认为这是非常荒谬的，后来阿拉果在实验中观察到了这个亮斑，故 A、B 错误；不管是圆孔衍射还是圆盘衍射，影像的边缘轮廓都是模糊不清的，故 C 错误；发生圆孔衍射时，圆形光环的图样半径远大于圆孔的半径，即光绕到障碍物的影子里，故 D 正确。

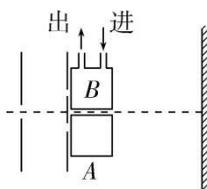
6. [2023·重庆卷·5, 4分]某实验小组利用双缝干涉实验装置分别观察*a*、*b*两单色光的干涉条纹，发现在相同的条件下光屏上*a*光相邻两亮条纹的间距比*b*光的小。他们又将*a*、*b*光以相同的入射角由水斜射入空气，发现*a*光的折射角比*b*光的大。则（ ）
- A. 在空气中传播时，*a*光的波长比*b*光的大
- B. 在水中传播时，*a*光的速度比*b*光的大
- C. 在水中传播时，*a*光的频率比*b*光的小
- D. 由水射向空气时，*a*光的全反射临界角比*b*光的小

**【答案】D**

**【解析】**由题意知 $\Delta x_a < \Delta x_b$ ，根据相邻两条亮条纹的间距 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ ，可知 $\lambda_a < \lambda_b$ ，由于光的波长越大，频率越小，故*a*光的频率比*b*光的大，同种色光在不同介质中传播时频率相同，A、C 错误。*a*、*b*光以相同的入射角由水斜射入空气，*a*光的折射角比*b*光的大，根据折射定律可知 $n_a > n_b$ ，根据 $n = \frac{c}{v}$ 可得，在水中传播时，*a*

光的速度比***b***光的小，**B** 错误。根据 $n = \frac{1}{\sin C}$ 可得，由水射向空气时，***a***光的全反射临界角比***b***光的小，**D** 正确。

7. **多选** 矿井中瓦斯爆炸危害极大。某同学查资料得知含有瓦斯的气体的折射率大于干净空气的折射率，于是他设计了一种利用光的干涉监测矿井瓦斯浓度的仪器，原理如图所示。在双缝前面放置两个完全相同的透明容器**A**、**B**，容器**A**与干净的空气相通，在容器**B**中通入矿井中的气体，观察屏上的干涉条纹，就能够监测瓦斯浓度。以下说法正确的是（ ）



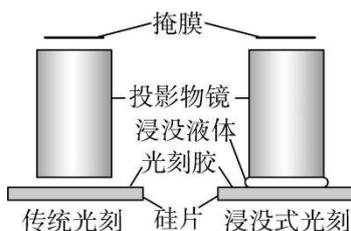
- A. 如果屏的正中央是亮纹，说明**B**中的气体与**A**中的空气成分相同，不含瓦斯
- B. 如果屏的正中央是暗纹，说明**B**中的气体与**A**中的空气成分不相同，含有瓦斯
- C. 如果屏上干涉条纹不停地移动，说明**B**中的气体瓦斯含量不稳定
- D. 只有用单色光照射双缝时，才可能在屏上出现干涉条纹

**【答案】BC**

**【解析】**如果**B**中气体含有瓦斯，则两容器中气体对光的折射率不同，光速不同，到达屏正中央有“路程差”，可能是波长的整数倍，也可能是半波长的奇数倍，所以屏正中央可能是亮纹，故 **A** 错误；如果屏的正中央是暗纹，必有“路程差”，说明**B**中的气体与**A**中的空气成分不相同，含有瓦斯，故 **B** 正确；如果屏上干涉条纹不停移动，说明“路程差”不稳定，即**B**中的气体瓦斯含量不稳定，故 **C** 正确；无论用单色光还是白光照射双缝时，都能在屏上出现干涉条纹，故 **D** 错误。

### 能力强化练

8. 光刻机利用光源发出的紫外线，将精细图投影在硅片上，再经技术处理制成芯片。为提高光刻机投影精细图的能力，在光刻胶和投影物镜之间填充液体，提高分辨率，如图所示。若浸没液体的折射率为 1.65，当不加液体时光刻胶的曝光波长为 193nm，则加上液体后（ ）

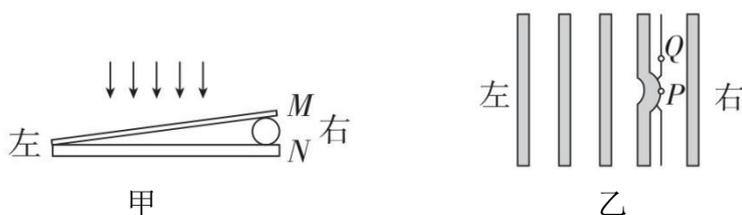


- A. 紫外线进入液体后波长变短，光子能量增加
- B. 传播相等的距离，在液体中所需的时间变短
- C. 紫外线在液体中比在空气中更容易发生明显衍射，能提高分辨率
- D. 曝光波长约为 117nm

**【答案】D**

**【解析】**加上液体后的曝光波长 $\lambda' = \frac{\lambda}{n} = \frac{193}{1.65} \text{ nm} \approx 117 \text{ nm}$ ，故 D 正确；紫外线进入液体后频率不变，根据 $E = h\nu$ 可知光子能量不变，根据 D 选项分析可知波长变短，故 A 错误；设光传播距离 $L$ ，在真空中的时间 $t = \frac{L}{c}$ ，在液体中所需的时间 $t' = \frac{L}{\frac{c}{n}} = \frac{1.65L}{c} = \frac{33}{20}t$ ，故传播时间变长，故 B 错误；紫外线在液体中波长变短，更不容易发生明显衍射，故 C 错误。

9. [2024·天津西青模拟] **多选** 图甲是用光的干涉法检测物体表面平整程度的装置，其中 $M$ 为标准板， $N$ 为水平放置的待检测物体，入射光竖直向下照射，图乙为观察到的干涉条纹，下列说法正确的是（ ）



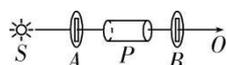
- A. 入射光的波长越长，干涉条纹的条数越少
- B.  $M$ 、 $N$ 之间垫块的高度越高，干涉条纹的条数越少
- C.  $P$ 点所对应待检测物的表面相对 $Q$ 点所对应待检测物的表面是凸起的
- D.  $P$ 点所对应待检测物的表面相对 $Q$ 点所对应待检测物的表面是凹下的

**【答案】AC**

**【解析】**根据光的干涉特点可知，入射光的波长越长，相邻干涉条纹的间距越大，干涉条纹的条数越少，故 A 正确；发生薄膜干涉时，相邻亮条纹对应的空气层

的厚度差为 $\frac{\lambda}{2}$ ， $M$ 、 $N$ 之间垫块的高度越高， $M$ 、 $N$ 之间夹角越大，所以相邻亮条纹之间的距离越小，干涉条纹的条数越多，故 **B** 错误；薄膜干涉是等厚干涉，即同一条纹处空气膜的厚度相等，条纹右偏说明  $P$  点所对应待检测物的表面相对  $Q$  点所对应待检测物的表面是凸起的，故 **C** 正确，**D** 错误。

10. **多选** 利用旋光仪这种仪器可以测量糖溶液的浓度，从而测定含糖量。其原理是：偏振光通过糖的水溶液后，若迎着射来的光线看，偏振方向会以传播方向为轴线，旋转一个角度 $\theta$ ，这一角度称为“旋光角”， $\theta$  的值与糖溶液的浓度有关。将 $\theta$  的测量值与标准值相比较，就能确定被测样品的含糖量了。如图所示， $S$ 是自然光源， $A$ 、 $B$ 是偏振片，转动 $B$ ，使到达 $O$ 处的光最强，然后将被测样品 $P$ 置于 $A$ 、 $B$ 之间，则下列说法中正确的是（ ）



- A. 到达 $O$ 处光的强度会明显减弱
- B. 到达 $O$ 处光的强度不会明显减弱
- C. 将偏振片 $B$ 转动一个角度，使得 $O$ 处光的强度最大，偏振片 $B$ 转过的角度等于 $\theta$
- D. 将偏振片 $A$ 转动一个角度，使得 $O$ 处光的强度最大，偏振片 $A$ 转过的角度等于 $\theta$

**【答案】ACD**

**【解析】**偏振光通过糖的水溶液后，若迎着射来的光线看，偏振方向会以传播方向为轴线，旋转一个角度 $\theta$ ，所以到达 $O$ 处光的强度会明显减弱，故 **A** 正确，**B** 错误；将偏振片 $A$ 或 $B$ 转动一个角度，使得 $O$ 处光的强度最大，偏振片 $A$ 或 $B$ 转过的角度等于 $\theta$ ，故 **C**、**D** 正确。

11. 用平行单色光垂直照射一层透明薄膜，观察到如图所示明暗相间的干涉条纹。下列关于该区域薄膜厚度 $d$ 随坐标 $x$ 的变化图像，可能正确的是（ ）



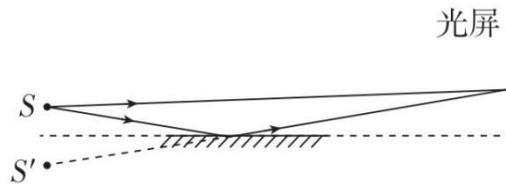
- A.
- B.
- C.
- D.

**【答案】A**

【解析】从透明薄膜前后表面反射的两列光是相干光，其路程差为 $\Delta x = 2d$ ，当路程差 $\Delta x = n\lambda (n = 1, 2, 3, \dots)$ 时呈现亮条纹，故相邻亮条纹对应的薄膜的厚度差为 $\frac{\lambda}{2}$ ，即厚度差为定值，结合题图可判断 A 正确。

### 素养综合练

12. [2024·吉林长春模拟] 多选 在光的干涉实验中，除了我们熟悉的双缝干涉外，还有“洛埃镜干涉”，其实验原理截面图如图所示，线状光源 $S$ 位于平面镜外侧距平面镜很近处，则垂直于平面镜的光屏上某个区域会有 $S$ 直接发出的光和 $S$ 发出的光经镜面反射后的光重叠，从而产生干涉， $S$ 和其经平面镜所成的虚像 $S'$ 相当于双缝干涉中的双缝，但经平面镜反射，光会有半个波长的路程损失，若光源发出的光的波长为 $\lambda$ ， $S$ 到平面镜的距离很近， $S$ 到光屏的距离远大于 $S$ 到平面镜的距离，则下列说法中正确的是（ ）



- A. 若光屏上某点到 $S$ 和 $S'$ 的路程差为 $2\lambda$ ，则该点出现亮条纹
- B. 若光屏上某点到 $S$ 和 $S'$ 的路程差为 $2\lambda$ ，则该点出现暗条纹
- C. 若将平面镜向右平移少许，则光屏上条纹间距变大
- D. 若将 $S$ 向平面镜靠近少许，则光屏上条纹间距变大

【答案】BD

【解析】从光源直接发出的光和被平面镜反射的光的频率相同，是相干光，该干涉现象可以看作双缝干涉，但经平面镜反射，光会有半个波长的路程损失，光屏上某点到 $S$ 和 $S'$ 的路程差 $\Delta s = \frac{1}{2}n\lambda (n = 1, 2, 3, \dots)$ ，其中 $n$ 为偶数时，光屏上出现暗条纹， $n$ 为奇数时，光屏上出现亮条纹，故 A 错误，B 正确； $S$ 到光屏的距离远大于 $S$ 到平面镜的距离，光源到屏的距离可以看作双缝到屏的距离 $l$ ，光源 $S$ 到 $S$ 在平面镜中虚像的距离看作双缝的间距 $d$ ，根据双缝干涉的条纹间距公式 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ ，

若将平面镜向右平移少许，则  $l$  不变，光屏上条纹间距不变，故 C 错误；由  $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$  可知，将 S 向平面镜靠近少许， $d$  变小，光屏上条纹间距变大，故 D 正确。