

## 3.4 光的折射规律

### 与教材不同之处

更详细描述探究光的折射规律的过程，更详细描述关于光的折射的作图；更详细描述光的折射现象在生活中的举例与光路分析。

### 什么是光的折射现象

如图 3-4-1 所示，一束空气中光束斜射至水面时，光束不再沿原方向进入水中，而是发生了传播方向的偏折，这种现象是光的折射现象。

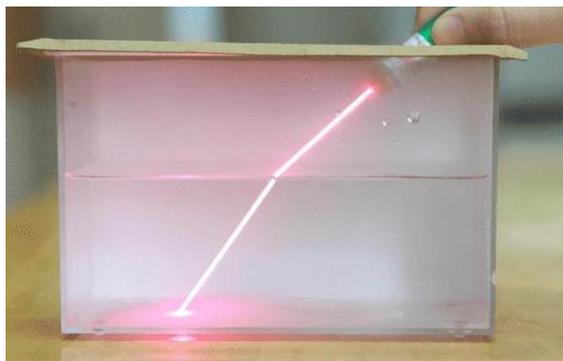


图 3-4-1

因此，物理学上，光从一种介质斜射入另一种介质时，传播方向发生变化的现象叫做光的折射。

需要注意的是，光由一种介质进入另一种介质时，光的传播方向不一定总是会改变，有一种情况例外——当光垂直射至水面时并进入水中后，光的传播方向不发生改变。

## 相关名词

为了学习光的折射规律，有些跟光的折射相关的名词先了解一下，如图 3-4-2 所示。

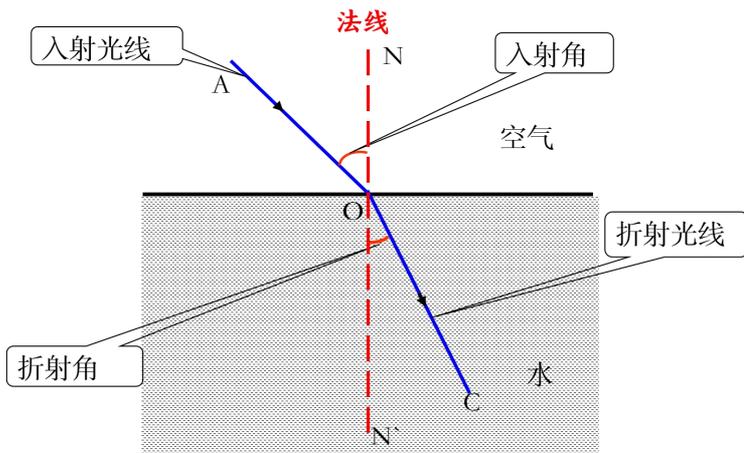


图 3-4-2

(1) 折射光线：是指进入另一介质后由入射点出发的光线。折射光线与入射光线在法线的两侧，也在界面的两侧，从位置上看，折射光线与入射光线属于对角关系。

(2) 折射角：是指折射光线与法线的夹角。折射角不是指折射光线与界面的夹角。

## 探究光的折射规律

如何探究光的折射规律呢？

光的反射定律主要是研究反射角与入射角的关系，所以，光的折射规律也主要是研究在光的折射现象中，折射角与入射角的关系。

为了测量折射角、入射角的大小，我们选择带量角器功能的白色圆盘，两种介质是空气

和水。

我们具体的实验目标如下：

- (1) 探究光从空气斜射水中时的光的折射规律；
- (2) 探究光从水中斜面入空气中时的光的折射规律；
- (3) 改变介质种类（选用玻璃代替水），探究光的折射规律。

实验的器材组装如图 3-4-3 所示，该装置的光源可以绕着圆盘周边转动。

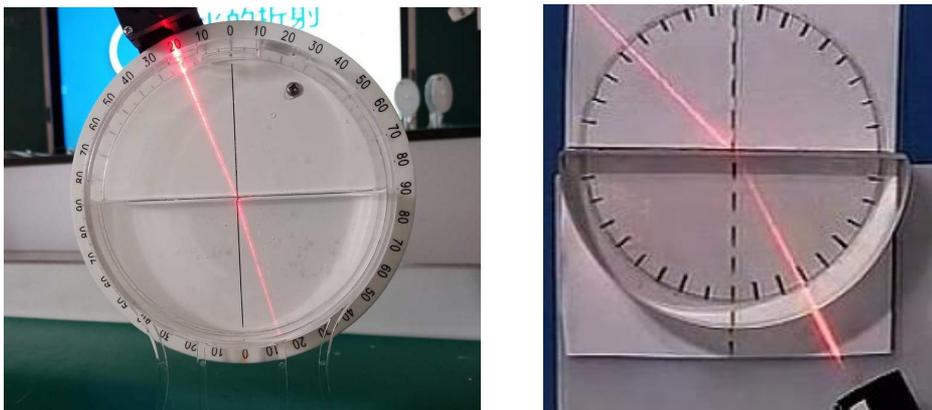


图 3-4-3

实验步骤如下：

- (1) 入射光的入射角分别由  $0^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$  由空气斜射入水中，记录此时的折射角。
- (2) 入射光的入射角分别由  $0^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$  由水中斜射入空气中，记录此时的折射角。
- (3) 把水换成玻璃，如图 3-4-3 右图所示，重复实验步骤（1）和（2）。

实验完成后的部分数据如下：

空气中的入射角 $i$	$0^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$
水中的折射角 $r$	$0^\circ$	$22^\circ$	$32^\circ$	$40^\circ$
玻璃中的折射角	$0^\circ$	$17^\circ$	$24^\circ$	$30^\circ$

通过实验数据，我们可以得到如下结论：

1、当光从空气斜射入水或玻璃中时，入射角总是大于折射角。入射角增大，折射角也增大。

2、当光从空气垂直射入水或玻璃中时，折射角等于入射角，均为  $0^\circ$  时，即光的传播方向不发生改变。

3、当光从水或玻璃中斜射入空气中时，折射角大于入射角。

4、当光从水或玻璃中斜射入空气中时，入射角增大，折射角也增大，当入射角增大到一定程度时，折射现象消失，只有反射现象。

其实我们可以发现，无论是光从空气中斜射入水或玻璃中，由水或玻璃斜射入空气中，**空气中的角总是更大**。这也就是说，光在密度小的物质里的角更大一些，在密度大的物质里的角更小一些。由此，我们不难推断：当光从水中斜射入玻璃中时，由于水的密度比玻璃小，水中的入射角更大。

## 关于光的折射现象的作图

例题：如图 3-4-4 所示，一束入射光线斜射至水面，请作出相应的折射光线。

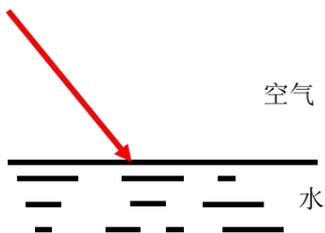


图 3-4-4

【分析】作折射光线图，步骤一般如下：

(1) 过入射点作法线：

(2) 标出入射角；

(3) 根据光的折射规律，确定折射光线沿原来的入射光线方向是靠拢法线（折射角小于入射角）或远离法线（折射角大于入射角）；

(4) 作出折射光线。

解：根据折射规律，作出的折射光线如图 3-4-5 所示。

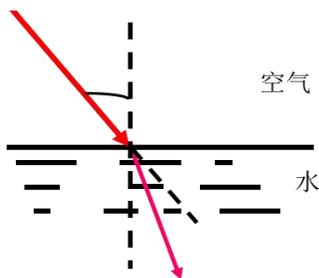


图 3-4-5

有时，当入射光线经过某种介质时，发生光的折射不止一次。

例题：如图 3-4-6 所示，请作出相应的折射光线。

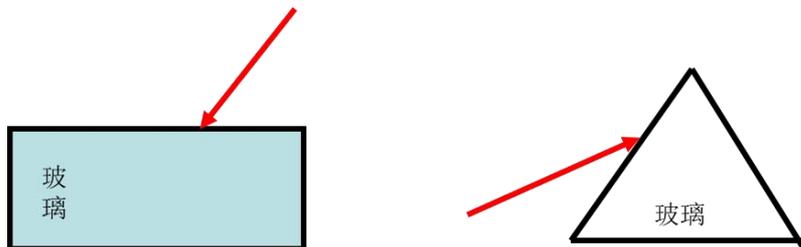


图 3-4-6

【分析】显然，光通过玻璃砖或三棱镜时，先是光进入玻璃时发生光的折射，随后光从玻璃再进入空气中再发生光的折射，所以，它的折射光线有两条，每次画折射光线时记得首先画法线，所以，整个折射光线的光路图中应有两条法线。光路图如图 3-4-7 所示。

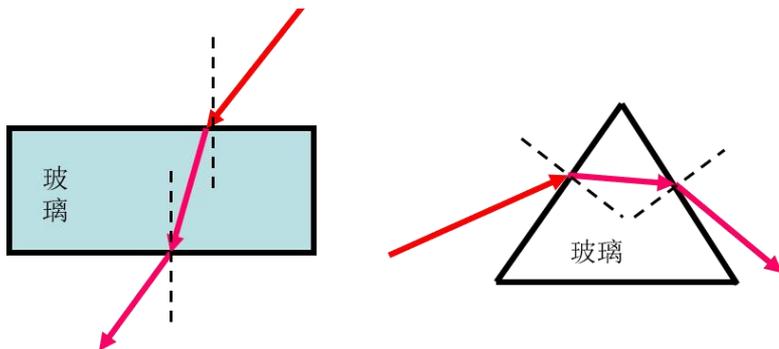


图 3-4-7

## 一个例题

例题：如图 3-4-8 所示，光线在空气和玻璃中传播的情形其中  $NN' \perp MM'$ ， $\angle 3 = \angle 6$ ，指出入射光线是\_\_\_\_\_，折射光线\_\_\_\_\_，界面\_\_\_\_\_入射角是\_\_\_\_\_，反射角是\_\_\_\_\_，折射角是\_\_\_\_\_，空气在界面的\_\_\_\_\_侧。

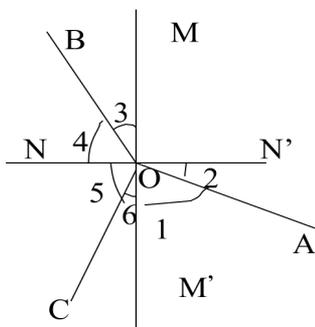


图 3-4-8

【分析】分析这道题的顺序是：先找对称线——折射光线——入射光线——反射光线——法线——界面——入射角、反射角、折射角——判断介质。

解：由于  $\angle 3 = \angle 6$ ，所以 OB 和 OC 分别属于入射光线和反射光线，因此剩下的 OA 必定是折射光线，由于折射光线与入射光线位置关系是对角，所以，OB 必定是入射光线，OA 则必定是反射光线，同时也就断定 NN' 必定是法线，与之垂直的 MM' 必定是界面，接着，我们不断推断出  $\angle 4$  是入射角， $\angle 5$  是反射角， $\angle 2$  是折射角。根据  $\angle 4 > \angle 2$ ，入射角更大，所以，入射角在空气中，而折射角必定在玻璃中，所以，空气在界面的左侧，玻璃在界面的右侧。

## 光路图解释生活中的折射现象——筷子弯折

如图 3-4-9 所示，加水后，筷子在水中的部分看起来向上弯折了。



图 3-4-9

现在，我们用光路图来解释为什么会出现“筷子向上弯折”的现象。

我们设定筷子的末端为 A 点，则它由水中发出的入射光线，经折射后形成的折射光线进入眼中的光路图如图 3-4-10 所示。

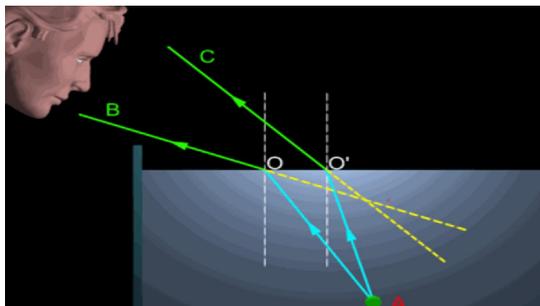


图 3-4-10

由于人眼误认为光线是直线的，所以会认为光是从折射光线的反向延长线的 A' 点处射出的，也就是说，我们再也不能看见真实的 A 点，只会看到 A 点像的 A'，如图 3-4-11 所示。

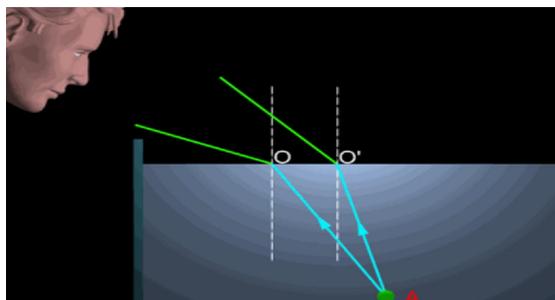


图 3-4-11

由图可知，像 A' 在真实的 A 点的上方，所以，我们看水中的筷子“向上弯折了”。

像 A' 不是真实光线会聚而成，而是向延长线的交点，所以，像 A' 是虚像。

由此可知，之所以会出现“潭清疑水浅”现象，这是因为光的折射造成的。

因此，夏季我们看到野外陌生水域看起来水很“浅”，想下水游泳时，一定要小心，因为这种“浅”极可能是光的折射造成的假象。

## 光路图解释生活中的折射现象——鱼叉捕鱼

当我看见透过水面看水中的鱼时，如图 3-4-12 所示，你可否想过，你看到的不是真正的鱼，而只不过是鱼的像？



图 3-4-12

根据光的折射规律，真实的鱼其实在你看到的水的下方。所以，当我们用鱼叉来捕鱼时，鱼叉对准不应该是你看到的“鱼”，鱼叉对准的应当是看到的“鱼”的下方，如图 3-4-13 所示。

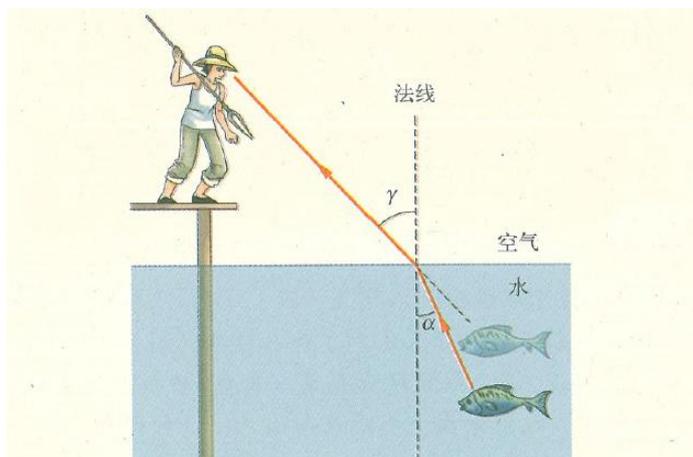


图 3-4-13

## 光路图解释生活中的折射现象——海市蜃楼

如图 3-4-14 所示，海市蜃楼的奇观是如何形成的呢？



图 3-4-14

海市蜃楼的奇观的形成是由于光在同种不均匀介质中光的传播方向发生改变造成的，这也属于光的折射现象。

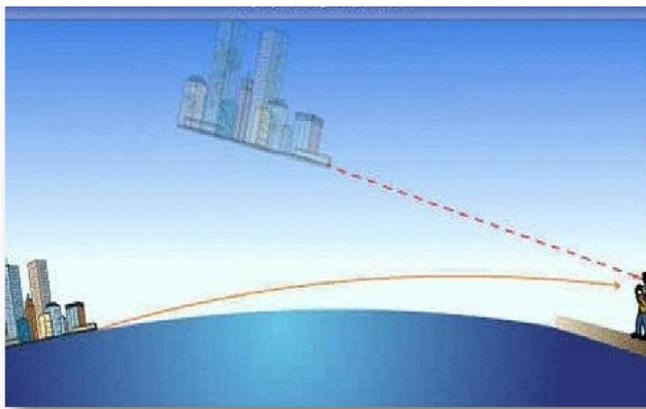


图 3-4-15

海市蜃楼的奇观形成的光路图如图 3-4-15 所示，显然，海市蜃楼现象中的像也是虚像，相比物体本身的大小，像是变大，离观察者更近。

早上太阳刚升起时，太阳看起来比中午时分看到的太阳大很多，如图 3-4-16 所示，这是为什么呢？



图 3-4-16

原来，地球上的空气分布并不均匀，因此，早上，太阳光经过不均匀的空气时发生光的折射现象，从而形成太阳的“虚像”，光路图如图 3-4-17 所示。

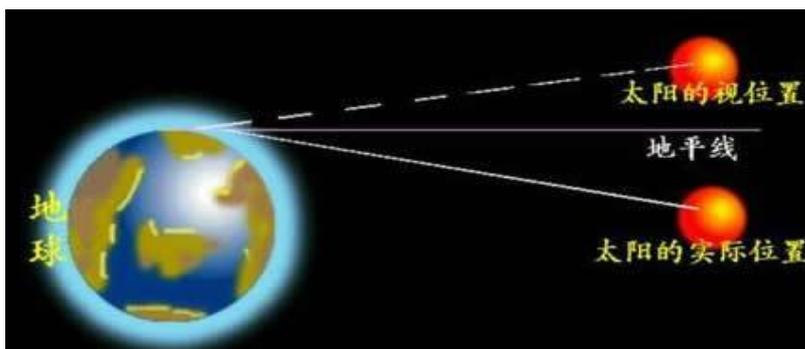


图 3-4-17

由图可知，当看到的初升的太阳时，其实是太阳的“像”，真正的太阳还没有升起。同理，黄昏时分看到的巨大的太阳，也是光的折射形成的虚像，真正的太阳早已经落山。因此，早上日出与黄昏日落的“大太阳”的形成原理与海市蜃楼形成的原理本质上是一样的。

## 光路图解释生活中的折射现象——潜水员看岸上树木

试想一下，当潜水员观察岸上的树木时，他看到的树木会变高，还是变矮呢？

根据光的折射规律，我们作出光路图，如图 3-4-18 所示。

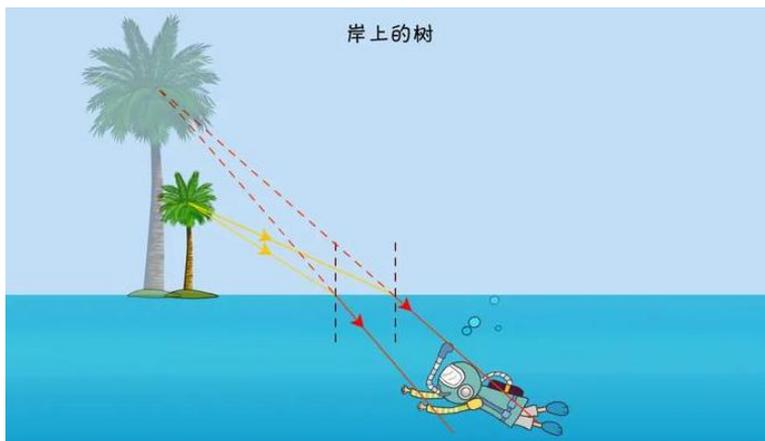


图 3-4-18

我们发现，当人在水中观察岸上的树木时，看到的是更高更大的虚像。



## 本节我们学习的物理规律

### 1、什么是光的折射

物理学上，光从一种介质斜射入另一种介质时，传播方向发生变化的现象叫做光的折射。

### 2、光的折射规律的主要内容

- (1) 当光从空气斜射入水或玻璃中时，入射角总是大于折射角。
- (2) 当光从空气垂直射入水或玻璃中时，光的传播方向不发生改变。
- (3) 当光从水或玻璃中斜射入空气中时，折射角大于入射角。

### 3、光的折射现象举例

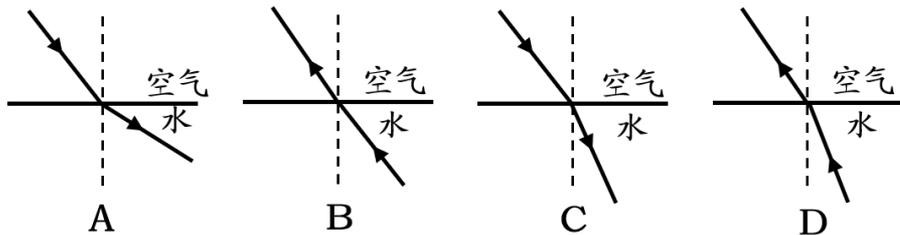
筷子向上弯折、潭清疑水浅、水中的鱼、海市蜃楼、日出或日落太阳、潜水员看岸上树。



## 自我检测与巩固

1、“九寨沟”的镜海中有着“鱼在天上飞，鸟在水中游”的美景奇观，这水中画面的“鱼”是由于光的\_\_\_\_\_形成的\_\_\_\_\_像；“鸟”是由于光的\_\_\_\_\_形成的\_\_\_\_\_像。（像选填“虚”或“实”）

2、潜入水中工作的潜水员在水中看见岸上的路灯位置变高了。如图所示的四幅光路图中，哪一幅能正确说明产生这一现象的原因（      ）



3、下列现象中不属于光的折射现象的（      ）

- A、池塘中的水看起来比实际的浅      B、夜晚池塘中有一个月亮的影子  
C、有经验的渔民叉鱼要对着稍低于鱼的位置叉去  
D、透过不平的玻璃看到窗外变形的景物