

## Grundlagenversuche zur Optik auf der optischen Bank U17145

### Bedienungsanleitung

05/11/ALF/MEC

#### 1. Versuchsübersicht

- Versuch 1: Demonstration verschiedener Strahlenbündel
- Versuch 2: Reflexion eines Lichtstrahls an einem Planspiegel
- Versuch 3: Reflexion eines Strahlenbündels an einem Planspiegel
- Versuch 4: Reflexion eines Strahlenbündels an einem Hohl- bzw. Wölbspiegel
- Versuch 5: Snellius'sches Brechungsgesetz
- Versuch 6: Brechung an einer planparallelen Platte
- Versuch 7: Brechung an einem Prisma
- Versuch 8: Umkehrprisma
- Versuch 9: Konkav und konvex Linsen

#### 2. Lieferumfang

- 1 Optische Bank U, 120 cm (U17150)
- 3 Optikreiter U, 75 mm (U17160)
- 1 Optikreiter U, 30 mm (U17161)
- 1 Experimentierleuchte mit Halogenlampe (U17140)
- 1 Ersatzlampe, Halogen 12 V, 50 W (U13735)
- 1 Objekthalter auf Stiel (U8474000)
- 1 Sammellinse,  $f = + 150$  mm; 50 mm  $\emptyset$  (U17103)
- 1 Satz Spalte und Blenden (U17040)
- 1 Optische Scheibe mit Zubehör (U17128)
- 1 Aufbewahrungsleiste (U17120)

#### 3. Sicherheitshinweise

- Vorsicht! Leuchten erhitzen sich bei längerer Betriebsdauer.
- Optische Elemente nicht mit aggressiven Flüssigkeiten oder Lösungsmitteln reinigen. Beschädigungsgefahr!

#### 4. Versuchsbeispiele

##### Versuch 1: Demonstration verschiedener Strahlenbündel

###### 1.1 Geräte

- 1 Optische Bank
- 1 Experimentierleuchte
- 1 Objekthalter auf Stiel
- 1 Fünffachspalt aus U17040
- 1 Sammellinse  $f = +150$  mm
- 3 Reiter 75 mm
- 1 Reiter 30 mm

###### Zusätzlich erforderlich:

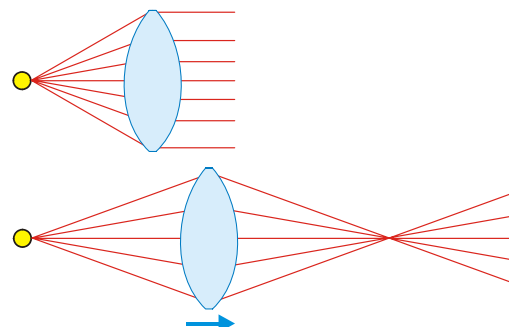
- 1 Stromversorgung Steckernetzgerät U13900
- 1 Projektionsschirm U17130

###### 1.2 Aufbau

- Experimentierleuchte horizontal auf Position 10 cm platzieren.
- Objekthalter mit Fünffachspalt horizontal auf Position 20 cm.
- Sammellinse auf Position 25 cm.
- Projektionsschirm auf kleinem Reiter.

###### 1.3 Durchführung

- Ohne Verwendung der Sammellinse ist das Strahlenbündel divergierend.
- Bei Einsatz der Sammellinse auf Position 25 cm erhält man ein paralleles Strahlenbündel.
- Durch Verschieben der Sammellinse weg von der Lichtquelle wird ein konvergierendes Strahlenbündel erzeugt.



## Versuch 2: Reflexion eines Lichtstrahls an einem Planspiegel

### 2.1 Geräte

- 1 Optische Bank
- 1 Experimentierleuchte
- 1 Objekthalter auf Stiel
- 1 Einfachspalt aus U17040
- 1 Sammellinse  $f = +150$  mm
- 1 Optische Scheibe
- 1 Planspiegel aus U17128
- 3 Reiter 75 mm
- 1 Reiter 30 mm

### Zusätzlich erforderlich:

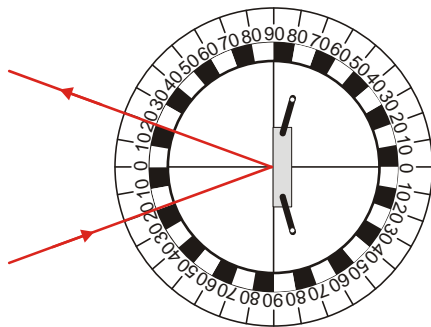
- 1 Stromversorgung Steckernetzgerät U13900

### 2.2 Aufbau

- Experimentierleuchte horizontal auf Position 10 cm platzieren.
- Objekthalter mit Einfachspalt horizontal auf Position 20 cm.
- Sammellinse auf Position 25 cm.
- Optische Scheibe mit Planspiegel auf kleinem Reiter auf 40 cm.

### 2.3 Durchführung

- Planspiegel auf der Optischen Scheibe auf der  $90^\circ$ - $90^\circ$ -Linie befestigen.
- Höhe der Scheibe so einstellen, dass der einfallende Lichtstrahl auf der  $0^\circ$ -Linie reflektiert wird.
- Durch Drehen der Scheibe Bestätigung des Reflexionsgesetzes Einfallswinkel gleich Ausfallwinkel.



## Versuch 3: Reflexion eines Strahlenbündels an einem Planspiegel

### 3.1 Geräte

- 1 Optische Bank
- 1 Experimentierleuchte
- 1 Objekthalter auf Stiel
- 1 Fünffachspalt aus U17040
- 1 Sammellinse  $f = +150$  mm
- 1 Optische Scheibe
- 1 Planspiegel aus U17128
- 3 Reiter 75 mm
- 1 Reiter 30 mm

### Zusätzlich erforderlich:

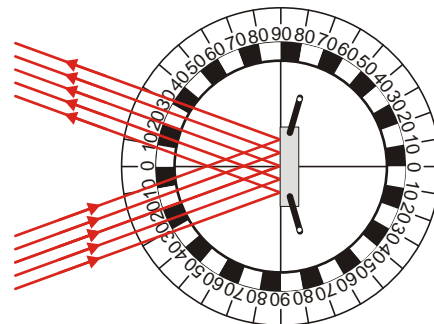
- 1 Stromversorgung Steckernetzgerät U13900

### 3.2 Aufbau

- Experimentierleuchte horizontal auf Position 10 cm platzieren.
- Objekthalter mit Fünffachspalt horizontal auf Position 20 cm.
- Sammellinse auf Position 25 cm.
- Optische Scheibe mit Planspiegel auf kleinem Reiter auf 40 cm.

### 3.3 Durchführung

- Planspiegel auf der Optischen Scheibe auf der  $90^\circ$ - $90^\circ$ -Linie befestigen.
- Höhe der Scheibe so einstellen, dass der mittlere Lichtstrahl auf der  $0^\circ$ -Linie verläuft und alle Strahlen in sich reflektiert werden.
- Durch Drehen der Scheibe wird gezeigt, dass ein parallel einfallendes Strahlenbündel nach der Reflexion auch parallel ist.
- Durch Verschieben der Linse weg von der Lichtquelle kann gezeigt werden, dass ein konvergierendes Strahlenbündel konvergierend reflektiert wird.
- Ohne Verwendung der Sammellinse lässt sich demonstrieren, dass ein divergierendes Strahlenbündel nach der Reflexion auch divergierend ist.



## Versuch 4: Reflexion eines Strahlenbündels an einem Hohl- bzw. Wölbspiegel

### 4.1 Geräte

- 1 Optische Bank
- 1 Experimentierleuchte
- 1 Objekthalter auf Stiel
- 1 Fünffachspalt aus U17040
- 1 Sammellinse  $f = +150$  mm
- 1 Optische Scheibe
- 1 Spiegel aus U17128
- 3 Reiter 75 mm
- 1 Reiter 30 mm

### Zusätzlich erforderlich:

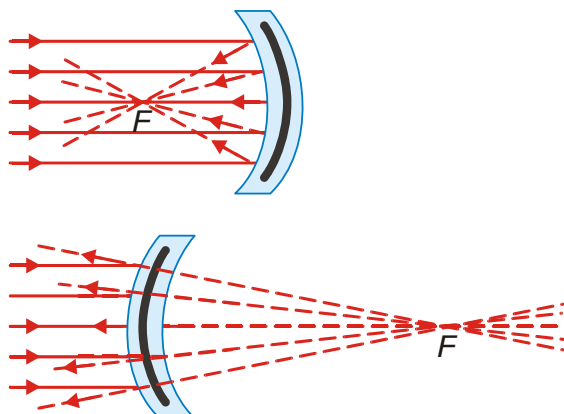
- 1 Stromversorgung Steckernetzgerät U13900

### 4.2 Aufbau

- Experimentierleuchte horizontal auf Position 10 cm platzieren.
- Objekthalter mit Fünffachspalt horizontal auf Position 20 cm.
- Sammellinse auf Position 25 cm.
- Optische Scheibe mit Konkavspiegel auf kleinem Reiter auf 40 cm.

### 4.3 Durchführung

- Hohlspiegel auf der Optischen Scheibe auf der  $90^\circ$ - $90^\circ$ -Linie befestigen.
- Höhe der Scheibe so einstellen, dass der mittlere Lichtstrahl auf der  $0^\circ$ -Linie verläuft und in sich reflektiert wird.
- Mittels der Linse ein paralleles Strahlenbündel erzeugen.
- Die einfallenden Strahlen werden so reflektiert, dass sie sich in einem Punkt  $F$  treffen. Dieser Punkt ist der Brennpunkt des Spiegels.
- Versuch mit konvergierenden und divergierenden Strahlen wiederholen.
- Ergebnis: Ein Hohlspiegel wirkt konvergierend.
- Optische Scheibe um  $180^\circ$  drehen, so dass die einfallenden Strahlen vom Wölbspiegel reflektiert werden. Schritte wie oben durchführen.
- Ein Wölbspiegel wirkt divergierend.



## Versuch 5: Snellius'sches Brechungsgesetz

### 5.1 Geräte

- 1 Optische Bank
- 1 Experimentierleuchte
- 1 Objekthalter auf Stiel
- 1 Einfachspalt aus U17040
- 1 Sammellinse  $f = +150$  mm
- 1 Optische Scheibe
- 1 Halbkreiskörper aus U17128
- 3 Reiter 75 mm
- 1 Reiter 30 mm

### Zusätzlich erforderlich:

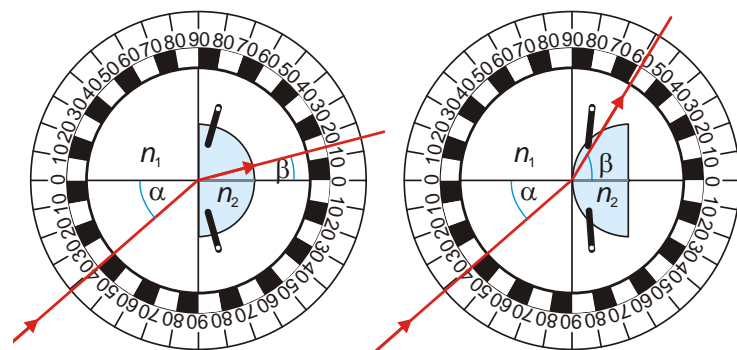
- 1 Stromversorgung Steckernetzgerät U13900

### 5.2 Aufbau

- Experimentierleuchte horizontal auf Position 10 cm platzieren.
- Objekthalter mit Einfachspalt horizontal auf Position 20 cm.
- Sammellinse auf Position 25 cm.
- Optische Scheibe mit Halbkreiskörper auf kleinem Reiter auf 40 cm.

### 5.3 Durchführung

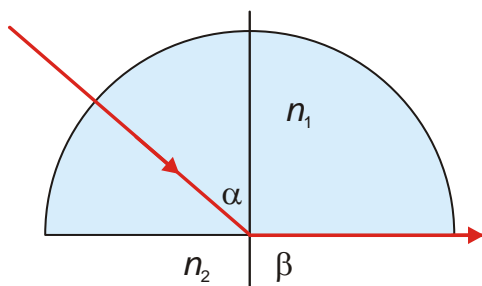
- Halbkreiskörper so auf der Optischen Scheibe auf der  $90^\circ$ - $90^\circ$ -Linie befestigen, dass die plane Seite zur Lichtquelle weist.
- Höhe der Scheibe so einstellen, dass der einfallende Lichtstrahl auf der  $0^\circ$ -Linie verläuft und genau die Mitte des Halbkreiskörpers trifft. Der Lichtstrahl verläuft dann ungebrochen auf der  $0^\circ$ -Linie.
- Durch Drehen der Scheibe wird der Lichtstrahl zum Einfallslot hin gebrochen.
- Die Scheibe nun um  $180^\circ$  drehen, so dass die gewölbte Seite zur Lichtquelle zeigt. Der Lichtstrahl wird nun vom Ausfallslot weg gebrochen.



- Beim Übergang eines Lichtstrahls von einem Medium mit dem Brechungsindex  $n_1$  in ein anderes Medium mit dem Brechungsindex  $n_2$  wird seine Richtungsänderung durch das Snellius'sche Brechungsgesetz bestimmt:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \text{konstant oder } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

- $\alpha$  ist der Einfallswinkel in Medium  $n_1$  und  $\beta$  ist der Brechungswinkel im Medium  $n_2$ .
- Je größer der Einfallswinkel desto größer der Brechungswinkel. Wenn  $n_1 < n_2$  ist, existiert ein kritischer Winkel  $\alpha_c$ . Der gebrochene Strahl liegt dann an der Grenzfläche zwischen zwei Medien. Ist der Einfallswinkel größer als der kritische Winkel, dann gibt es keine Brechung mehr und das ganze Licht wird reflektiert. In diesem Fall spricht man von Totalreflexion.



### Versuch 6: Brechung an einer planparallelen Platte

#### 6.1 Geräte

- 1 Optische Bank
- 1 Experimentierleuchte
- 1 Objekthalter auf Stiel
- 1 Einfachspalt aus U17040
- 1 Sammellinse  $f = +150$  mm
- 1 Optische Scheibe
- 1 Trapezkörper aus U17128
- 3 Reiter 75 mm
- 1 Reiter 30 mm

#### Zusätzlich erforderlich:

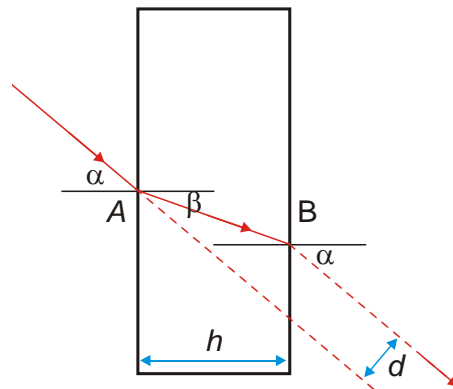
- 1 Stromversorgung Steckernetzgerät U13900

#### 6.2 Aufbau

- Experimentierleuchte horizontal auf Position 5 cm platzieren.
- Objekthalter mit Einfachspalt horizontal auf Position 20 cm.
- Sammellinse auf Position 25 cm.
- Optische Scheibe mit Trapezkörper auf kleinem Reiter auf 40 cm.

### 6.3 Durchführung

- Trapezkörper auf der Optischen Scheibe auf der  $90^\circ$ - $90^\circ$ -Linie befestigen, so dass die lange Seite zur Lichtquelle weist. Der mittlere Teil des Trapezkörpers wirkt wie eine planparallele Platte.
- Höhe der Scheibe so einstellen, dass der einfallende Lichtstrahl auf der  $0^\circ$ -Linie verläuft und nicht durch den Trapezkörper gebrochen wird.
- Scheibe drehen, so dass der Strahl gebrochen wird.
- Die Richtung des Strahls wird dabei nicht verändert.
- Der austretende Strahl ist um den Betrag  $d$  verschoben. Bei einer Plattendicke  $h$  ergibt sich für  $d$ :  $d = h \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$



### Versuch 7: Brechung an einem Prisma

#### 7.1 Geräte

- 1 Optische Bank
- 1 Experimentierleuchte
- 1 Objekthalter auf Stiel
- 1 Einfachspalt aus U17040
- 1 Sammellinse  $f = +150$  mm
- 1 Optische Scheibe
- 1 Trapezkörper aus U17128
- 1 Rechtwinkliges Prisma aus U17128
- 3 Reiter 75 mm
- 1 Reiter 30 mm

#### Zusätzlich erforderlich:

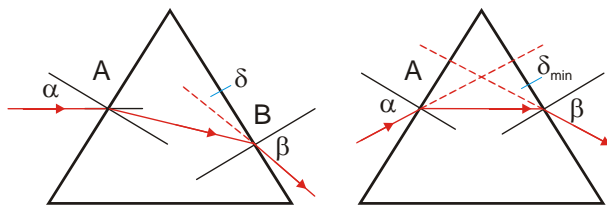
- 1 Stromversorgung Steckernetzgerät U13900

## 7.2 Aufbau

- Experimentierleuchte horizontal auf Position 5 cm platzieren.
- Objekthalter mit Einfachspalt horizontal auf Position 20 cm.
- Sammellinse auf Position 25 cm.
- Optische Scheibe mit Trapezkörper auf kleinem Reiter auf 40 cm.

## 7.3 Durchführung

- Trapezkörper auf der Optischen Scheibe auf der 90°-90°-Linie befestigen, so dass der spitze Winkel nach oben weist.
- Höhe der Scheibe so einstellen, dass der einfallende Lichtstrahl auf der 0°-Linie verläuft.
- Nach Drehen der Scheibe fällt der Lichtstrahl auf den oberen Teil des Trapezkörpers, der dann als Prisma fungiert.
- In einem Acrylprisma wird ein einfallender Lichtstrahl im Punkt A hin zum Einfallslot gebrochen. Am Austrittspunkt B findet die Brechung weg vom Einfallslot statt. Die Summe aller Brechungswinkel ist der Ablenkungswinkel  $\delta$ . Es ist der Winkel zwischen dem einfallenden und austretenden Lichtstrahl.
- Es kann gezeigt werden, dass der Einfallswinkel  $\alpha$  bei minimalstem Ablenkungswinkel  $\delta_{\min}$  gleich dem Austrittswinkel  $\beta$  ist. Der gebrochene Strahl verläuft dann im Prisma parallel zur Seite, die nicht durchgegangen wird.



## Versuch 8: Umkehrprisma

### 8.1 Geräte

- 1 Optische Bank
- 1 Experimentierleuchte
- 1 Objekthalter auf Stiel
- 1 Einfach- und Fünffachspalt aus U17040
- 1 Sammellinse  $f = +150$  mm
- 1 Optische Scheibe
- 1 Rechtwinkliges Prisma aus U17128
- 3 Reiter 75 mm U17160
- 1 Reiter 30 mm U17161

### Zusätzlich erforderlich:

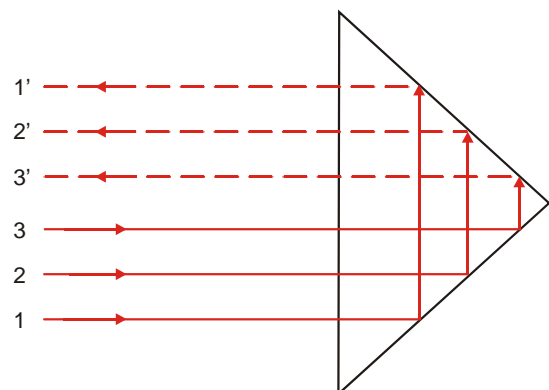
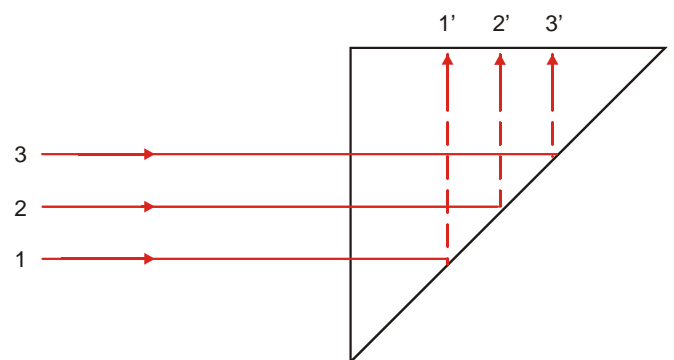
- 1 Stromversorgung Steckernetzgerät U13900

## 8.2 Aufbau

- Experimentierleuchte horizontal auf Position 5 cm platzieren.
- Objekthalter mit Einfach- bzw. Fünffachspalt horizontal auf Position 20 cm.
- Sammellinse auf Position 25 cm.
- Optische Scheibe mit rechtwinkligem Prisma auf kleinem Reiter auf 40 cm.

## 8.3 Durchführung

- Rechtwinkliges Prisma auf der Optischen Scheibe auf der 90°-90°-Linie befestigen, so dass der rechte Winkel auf der 0°-Linie liegt und zur Lichtquelle weist.
- Höhe der Scheibe so einstellen, dass der einfallende Lichtstrahl auf der 0°-Linie verläuft.
- Durch Drehen der Scheibe können alle vorher beschriebenen Phänomene beobachtet werden.
- Bei einem bestimmten Winkel (Grenzwinkel) wird der Strahl total reflektiert.
- Durch Einsatz des Fünffachspalts kann gezeigt werden, dass die Strahlen umgekehrt zurückgeworfen werden.



## Versuch 9: Konkav und konvex Linsen

### 9.1 Geräte

- 1 Optische Bank
- 1 Experimentierleuchte
- 1 Objekthalter auf Stiel
- 1 Fünffachspalt aus U17040
- 1 Sammellinse  $f = +150$  mm
- 1 Optische Scheibe  
Linsen aus U17128
- 3 Reiter 75 mm
- 1 Reiter 30 mm

### Zusätzlich erforderlich:

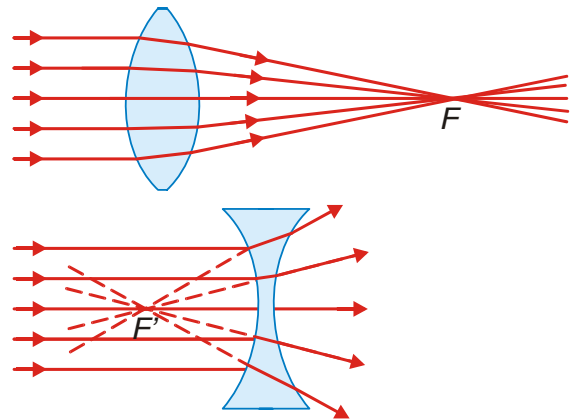
- 1 Stromversorgung Steckernetzgerät U13900

### 9.2 Aufbau

- Experimentierleuchte horizontal auf Position 10 cm platzieren.
- Objekthalter mit Fünffachspalt horizontal auf Position 22 cm.
- Sammellinse auf Position 27 cm.
- Optische Scheibe mit Linse auf kleinem Reiter.

### 9.3 Durchführung

- Konvex Linse zentrisch auf der optischen Scheibe platzieren.
- Höhe der Scheibe so einstellen, dass der mittlere einfallende Lichtstrahl auf der  $0^\circ$ -Linie verläuft.
- Eine konvexe Linse ist eine Sammellinse. Die Lichtstrahlen treffen sich nach Durchgang durch die Linse im Brennpunkt  $F$ .
- Versuch mit der konkaven Linse wiederholen.
- Die Lichtstrahlen sind divergent nach Durchgang durch die Linse. Sie bildet kein Objekt ab. Nach hinten verlängert, treffen sich die Strahlen im virtuellen Brennpunkt  $F'$ .



## Basic Experiments in Optics on the Optical Bench U17145

### Instruction sheet

05/11/ALF/MEC

#### 1. Overview of the Experiments

- Experiment 1: Demonstration of the various ray beams
- Experiment 2: Reflection of a ray of light from a plane mirror
- Experiment 3: Reflection of a light beam from a plane mirror
- Experiment 4: Reflection of a light beam from a concave or convex mirror
- Experiment 5: Snell's law of refraction
- Experiment 6: Refraction of light through a planeparallel plate
- Experiment 7: Refraction of light through a prism
- Experiment 8: Inverting prisms
- Experiment 9: Concave and convex lenses

#### 2. Scope of delivery

- 1 Optical bench U, 120 cm (U17150)
- 3 Optical rider U, 75 mm (U17160)
- 1 Optical rider U, 30 mm (U17161)
- 1 Experiment lamp, halogen (U17140)
- 1 Spare lamp, halogen 12 V, 50 W (U13735)
- 1 Object holder on a stem (U8474000)
- 1 Convex lens,  $f = +150$  mm; 50 mm  $\varnothing$  (U17103)
- 1 Set of slits and apertures (U17040)
- 1 Optical disc with accessories (U17128)
- 1 Storage strip (U17120)

#### 3. Safety instructions

- Warning! Lamps become extremely hot when operated for prolonged periods of time.
- Do not clean any of the optical components with aggressive fluids or solvents. This could cause damage!

#### 4. Experiment examples

##### Experiment 1: Demonstration of various ray beams

##### 1.1 Equipment

- 1 Optical bench
- 1 Experimental lamp
- 1 Object holder, shaft-mounted
- 1 Fivefold slit from U17040
- 1 Convex lens  $f = +150$  mm
- 3 Optical riders 75 mm
- 1 Optical rider 30 mm

##### Additionally required:

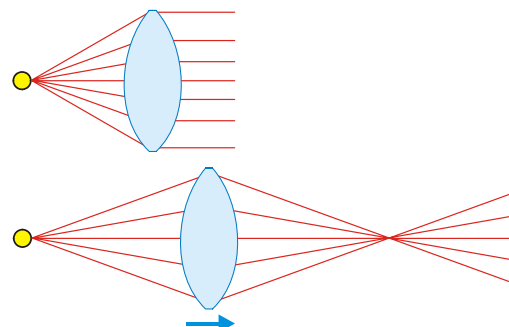
- 1 Transformer U13900
- 1 Projection screen U17130

##### 1.2 Set up

- Place the experimental lamp horizontally on the rail at the 10 cm position.
- Place the object holder with five-fold slit horizontally on the rail at the 20 cm position.
- Place the convex lens at the 25 cm position.
- Mount the projection screen on the small rider.

##### 1.3 Procedure

- When the convex lens is not used, the ray beam is divergent.
- When the convex lens is placed at the 25 cm position we obtain a parallel beam of rays.
- When the convex lens is moved away from the light source a converging beam of rays is produced.



## Experiment 2: Reflection of a ray of light from a plane mirror

### 2.1 Equipment

- 1 Optical bench
- 1 Experimental lamp
- 1 Object holder, shaft mounted
- 1 Diaphragm with single slit from U17040
- 1 Convex lens  $f = +150$  mm
- 1 Optical disc
- 1 Plane mirror from U17128
- 3 Optical riders 75 mm
- 1 Optical rider 30 mm

### Additionally required:

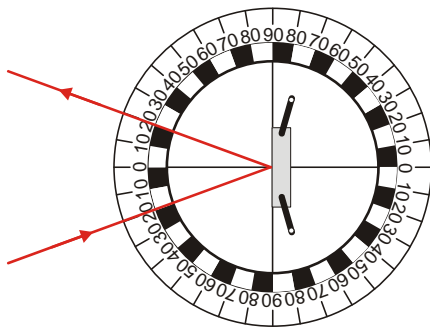
- 1 Transformer U13900

### 2.2 Set up

- Place the experimental lamp horizontally on the rail at the 10 cm position.
- Place the object holder with single-slit diaphragm horizontally on the rail at the 20 cm position.
- Place the concave lens at the 25 cm position.
- Mount the optical disc with plane mirror on a small optical rider at the 40 cm position.

### 2.3 Procedure

- Fasten the plane mirror mounted on the optical disc to the  $90^\circ$  to  $-90^\circ$  line.
- Set the height of the disc so that the incident light ray is reflected from the  $0^\circ$  line.
- By rotating the disc we can verify the law of reflection, which states that the angle of incidence is equal to the angle of reflection.



## Experiment 3: Reflection of a light beam from a plane mirror

### 3.1 Equipment

- 1 Optical bench
- 1 Experimental lamp
- 1 Object holder, shaft mounted
- 1 Fivefold slit from U17040
- 1 Convex lens  $f = +150$  mm
- 1 Optical disc
- 1 Plane mirror from U17128
- 3 Optical riders 75 mm
- 1 Optical rider 30 mm

### Additionally required:

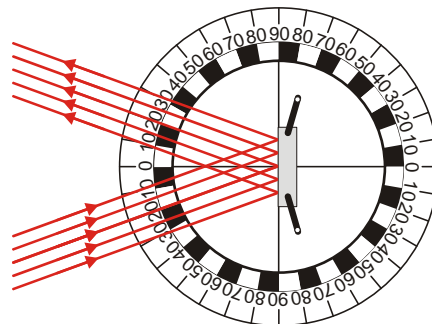
- 1 Transformer U13900

### 3.2 Set up

- Place the experimental lamp horizontally on the rail at the 10 cm position..
- Place the object holder with the five-fold slit at the 20 cm position.
- Place the convex lens at the 25 cm position.
- Mount the optical disc with plane mirror on a small optical rider at the 40 cm position.

### 3.3 Procedure

- Attach the plane mirror on the optical disc at the  $90^\circ$ - $90^\circ$  line.
- Adjust the height of the disc so that the middle ray of light propagates along the  $0^\circ$  line and all rays are reflected into each other.
- By rotating the disc it is demonstrated that a parallel incident beam of light is also parallel after being reflected.
- By moving the lens away from the light source it can be demonstrated that a converging light beam is also reflected as a converging light beam.
- Without the use of the convex lens it can be demonstrated that a divergent light beam also diverges upon reflection.





## Experiment 4: Reflection of a light beam from a concave or convex mirror

### 4.1 Equipment

- 1 Optical bench
- 1 Experimental lamp
- 1 Object holder, shaft mounted
- 1 Fivefold slit from U17040
- 1 Convex lens  $f = +150$  mm
- 1 Optical disc
- 1 Plane mirror from U17128
- 3 Optical riders 75 mm
- 1 Optical rider 30 mm

### Additionally required:

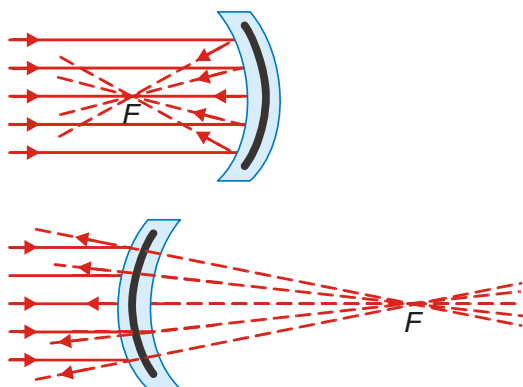
- 1 Transformer U13900

### 4.2 Set up

- Place the experimental lamp horizontally on the rail at the 10 cm position.
- Place the object holder with five-fold slit horizontally on the rail at the 20 cm position.
- Place the convex lens at the 25 cm position.
- Place the optical disc with convex mirror on the small rider at the 40 cm position.

### 4.3 Procedure

- Fasten the concave mirror on the optical disc on the  $90^\circ$ - $90^\circ$  line.
- Adjust the height of the disc so that the middle ray of light travels along the  $0^\circ$  line and is reflected into itself.
- Use the lens to generate a parallel beam.
- The incidenting rays are reflected so that they all pass through and converge at a single point  $F$ . This point is the focal point of the mirror.
- Repeat the experiment with converging and diverging light beams.
- Result: a concave mirror causes the rays to converge.
- Rotate the optical disc by  $180^\circ$  so that the incident rays are reflected by the convex mirror. Carry out the same procedural steps as stated above.
- A convex mirror causes the rays to diverge.



## Experiment 5: Snell's law of refraction

### 5.1 Equipment

- 1 Optical bench
- 1 Experimental lamp
- 1 Object holder, shaft mounted
- 1 Diaphragm with single slit from U17040
- 1 Convex lens  $f = +150$  mm
- 1 Optical disc
- 1 Semi-circular body from U17128
- 3 Optical riders 75 mm
- 1 Optical rider 30 mm

### Additionally required:

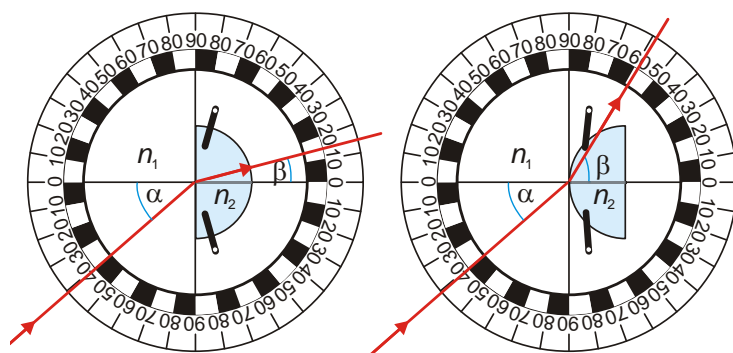
- 1 Transformer U13900

### 5.2 Set up

- Place the experimental lamp horizontally on the rail at the 10 cm position.
- Place the object holder with single slot diaphragm horizontally on the rail at the 20 cm position.
- Place the concave lens at the 25 cm position.
- Mount the optical disc with semi-circular body on the small rider at the 40 cm position.

### 5.3 Procedure

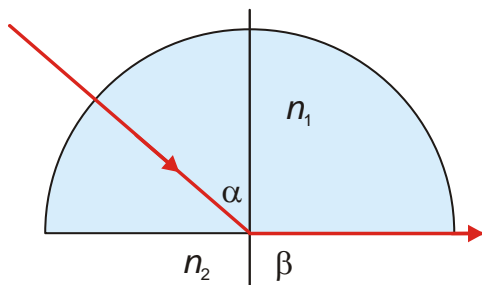
- Fasten the semi-circular body on the optical disc on the  $90^\circ$ - $90^\circ$  line so that the plane side is facing the light source.
- Adjust the height of the disc so that the incidenting light ray propagates along the  $0^\circ$  line and is incident at the precise center of the semicircular body. The ray of light then propagates uninterrupted along the  $0^\circ$  line.
- When the disc is rotated, the light ray is refracted toward the normal at the point of incidence.
- The disc is now rotated by  $180^\circ$  so that the convex disc is facing the light source. The light ray is now refracted away from the normal at the point of incidence.



- When the light ray passes from one medium with the refractive index  $n_1$  to another medium with the refractive index  $n_2$  its directional change is determined by Snell's law of refraction:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \text{constant or } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$$

- $\alpha$  is the angle of incidence in medium  $n_1$  and  $\beta$  is the angle of refraction in medium  $n_2$ .
- The bigger the angle of incidence is, the larger the angle of refraction becomes. If  $n_1 < n_2$ , there is a critical angle  $\alpha$ . At this angle the refracted ray of light is refracted along the interface between two media. If the angle of incidence is greater than the critical angle, then there is no longer any refraction and all light is reflected. This case is referred to as total internal reflection.



### Experiment 6: Refraction in a plane-parallel plate

#### 6.1 Equipment

- 1 Optical bench
- 1 Experimental lamp
- 1 Object holder, shaft mounted
- 1 Diaphragm with single slit from U17040
- 1 Convex lens  $f = +150$  mm
- 1 Optical disc
- 1 Trapezoidal body from U17128
- 3 Optical riders 75 mm
- 1 Optical rider 30 mm

#### Additionally required:

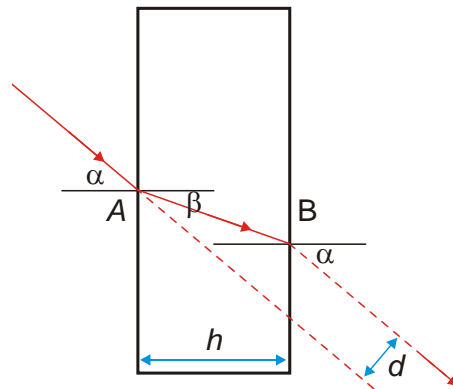
- 1 Transformer U13900

#### 6.2 Set up

- Place the experimental lamp horizontally on the rail at the 5 cm position.
- Set up the object holder including diaphragm with single slit at the 20 cm position.
- Place the concave lens at the 25 cm position.
- Set up the optical disc with trapezoidal body on the small optical rider at the 40 cm position.

### 6.3 Procedure

- Fasten the trapezoidal body on the optical disc along the  $90^\circ$  to  $-90^\circ$  line so that its long side faces the light source. The middle section of the trapezoidal body acts like a plane-parallel plate.
- Adjust the height of the disc so that the incident light beam propagates on the  $0^\circ$  line and is not refracted by the trapezoidal body.
- Rotate the disc so that the beam is now refracted.
- The direction of the outgoing light ray is not altered.
- The outgoing light ray is nevertheless diverted from its original path by a distance  $d$ . For a plate of  $h$  density, this gives the following for  $d$ :  $d = h \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$



### Experiment 7: Refraction at a prism

#### 7.1 Equipment

- 1 Optical bench
- 1 Experimental lamp
- 1 Object holder, shaft mounted
- 1 Diaphragm with single slit from U17040
- 1 Convex lens  $f = +150$  mm
- 1 Optical disc
- 1 Trapezoidal body from U17128
- 1 Right-angled prism from U17128
- 3 Optical riders 75 mm
- 1 Optical rider 30 mm

#### Additionally required:

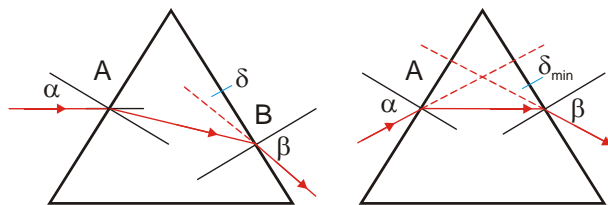
- 1 Transformer U13900

### 7.2 Set up

- Place the experimental lamp at the 5 cm position.
- Set up the object holder with diaphragm including single slit at the 20 cm position.
- Place the concave lens at the 25 cm position.
- Set the optical disc with trapezoidal body on the small optical rider at the 40 cm position.

### 7.3 Procedure

- Fasten the trapezoidal body onto the optical disc along the  $90^\circ$  to  $-90^\circ$  line so that the pyramid points upwards.
- Adjust the height of the disc so that the incident light ray travels on the  $0^\circ$  line.
- After the disc is rotated, the light ray incidents on the upper section of the trapezoidal body, which now functions, like a prism.
- In an acrylic prism the light ray incident at point A is refracted from the axis of incidence. At the emerging point B the ray is refracted away from the axis of incidence. The sum total of all refraction angles is called the deflection angle  $\delta$ . This is the angle between the incident and emerging light rays.
- It can be demonstrated that the incident angle  $\alpha$  at the minimum deflection angle  $\delta_{\min}$  is equal to the emerging angle  $\beta$ . The refracted ray then propagates inside the prism parallel to the side, which is not passed through.



## Experiment 8: Inverting prisms

### 8.1 Equipment

- 1 Optical bench
- 1 Experimental lamp
- 1 Object holder, shaft mounted
- 1 Diaphragm with single and fivefold slit from
- 1 Convex lens  $f = +150$  mm
- 1 Optical disc
- 1 Right-angled prism from U17128
- 3 Optical riders 75 mm
- 1 Optical rider 30 mm

### Additionally required:

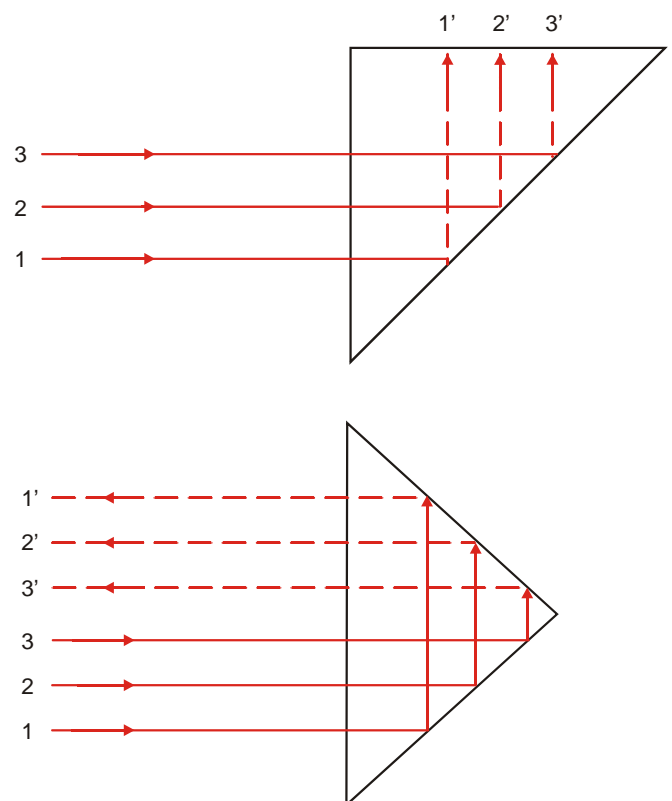
- 1 Transformer U13900

### 8.2 Set up

- Place the experimental lamp horizontally on the rail at the 5 cm position.
- Place the object holder including a diaphragm with single or five-fold slot horizontally on rail at the 20 cm position.
- Set up the concave lens at the 25 cm position.
- Set the optical disc with right-angled prism on the small optical rider at the 40 cm position.

### 8.3 Procedure

- Fasten the right-angled prism on the optical disc along the  $90^\circ$ - $90^\circ$  line so that the right angle is lined up with the  $0^\circ$  line and faces the light source.
- Adjust the height of the disc so that the incident light beam propagates on the  $0^\circ$  line.
- By rotating the disc all of the previously described phenomena can be observed.
- At a certain angle (limiting angle) the ray is subject to total internal reflection.
- Using the diaphragm with fivefold slit, it can be demonstrated that the rays can be reflected back in the direction from which they came.



## Experiment 9: Concave and convex lenses

### 9.1 Equipment

- 1 Optical bench
- 1 Experimental lamp
- 1 Object holder shaft-mounted
- 1 Diaphragm with fivefold slit from U17040
- 1 Concave lens  $f = +150$  mm
- 1 Optical disc  
Lenses from U17128
- 3 Optical riders 75 mm
- 1 Optical riders 30 mm

### Additionally required:

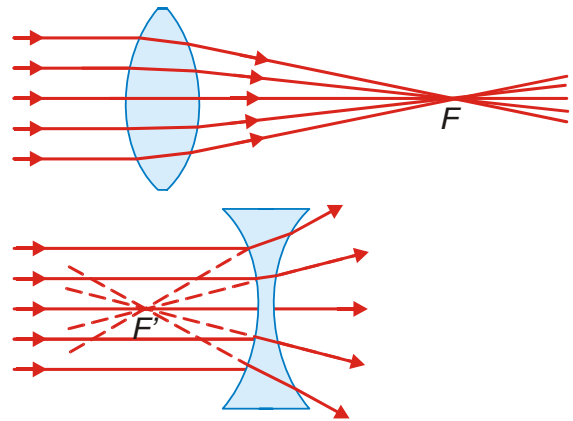
- 1 Transformer U13900

### 9.2 Set up

- Place the experimental lamp horizontally on the rail at the 10 cm position.
- Set the object holder up with fivefold slit horizontally on the rail at the 22 cm position.
- Place the concave lens at the 27 cm position.
- Set up the optical disc with lens on the small optical rider.

### 9.3 Procedure

- Place the convex lens in a central position on the optical disc.
- Adjust the height of the disc so that the center of the incident light beam propagates on the  $0^\circ$  line.
- A convex lens is a converging lens. After passing through the medium the light rays all converge at the focal point  $F$ .
- Repeat the experiment using the concave lens.
- The light rays diverge after passing through the lens. No image of an object emerges. Tracing the divergent rays backwards one arrives at a virtual focal  $F'$  where these lines meet.



## Expériences fondamentales sur le banc optique U17145

### Instructions d'utilisation

05/11/ALF/MEC

#### 1. Liste des expériences

- Expérience 1: Démonstration de différents faisceaux lumineux
- Expérience 2: Réflexion d'un rayon lumineux sur un miroir plan
- Expérience 3: Réflexion d'un faisceau lumineux sur un miroir plan
- Expérience 4: Réflexion d'un faisceau lumineux sur un miroir concave et un miroir convexe
- Expérience 5: Loi de la réfraction de Snellius
- Expérience 6: Réfraction sur une lame à faces parallèles
- Expérience 7: Réfraction sur un prisme
- Expérience 8: Prisme à redressement
- Expérience 9: Lentilles concaves et convexes

#### 2. L'ensemble comprend

- 1 Banc optique U, 120 cm (U17150)
- 3 Curseur optique U, 75 mm (U17160)
- 1 Curseur optique U, 30 mm (U17161)
- 1 Lampe pour expériences, halogène (U17140)
- 1 Lampe de recharge, halogène 12 V, 50 W (U13735)
- 1 Porte-objet sur manche (U8474000)
- 1 Lentille convexe,  $f = + 150$  mm; 50 mm  $\varnothing$  (U17103)
- 1 Jeu de fentes et de diaphragmes (U17040)
- 1 Disque optique avec accessoires (U17128)
- 1 Listeau de rangement (U17120)

#### 3. Consignes de sécurité

- Prudence! Allumées longtemps, les lampes chauffent fortement.
- Ne pas nettoyer les éléments optiques avec des liquides ou des solvants agressifs. Risque d'endommagement!

#### 4. Exemples d'expériences

##### Expérience 1: Démonstration de différents faisceaux lumineux

##### 1.1 Appareils

- 1 Banc optique
- 1 Lampe pour expériences
- 1 Porte-objet sur manche
- 1 Fente quintuple de U17040
- 1 Lentille convexe  $f = +150$  mm
- 3 Coulisseaux 75 mm
- 1 Coulisseau 30 mm

##### Autres équipements requis:

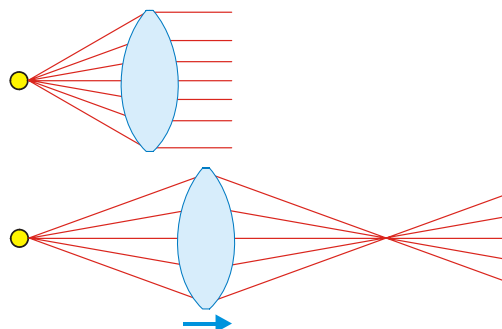
- 1 Transformateur U13900
- 1 Ecran de projection U17130

##### 1.2 Montage

- Placer la lampe horizontalement en position 10 cm.
- Porte-objet avec fente quintuple horizontalement en position 20 cm.
- Lentille convexe en position 25 cm.
- Lentille convexe en position 25 cm.

##### 1.3 Réalisation

- Sans la lentille convexe, le faisceau lumineux est divergent.
- Si la lentille convexe est placée en position 25 cm, on obtient un faisceau lumineux parallèle.
- En écartant la lentille convexe de la source lumineuse, on génère un faisceau lumineux convergent.



## Expérience 2: Réflexion d'un rayon lumineux sur un miroir plan

### 2.1 Appareils

- 1 Banc optique
- 1 Lampe pour expériences
- 1 Porte-objet sur manche
- 1 Fente simple de U17040
- 1 Lentille convexe  $f = +150$  mm
- 1 Disque optique
- 1 Miroir plan de U17128
- 3 Coulisseaux 75 mm
- 1 Coulisseau 30 mm

### Autres équipements requis:

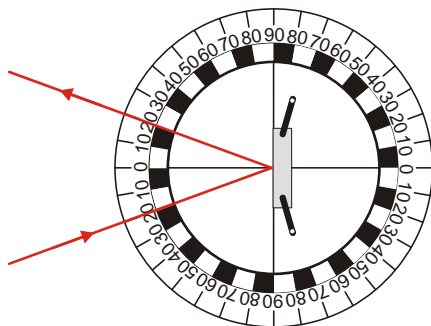
- 1 Transformateur U13900

### 2.2 Montage

- Placer la lampe horizontalement en position 10 cm.
- Porte-objet avec fente simple horizontalement en position 20 cm.
- Lentille convexe en position 25 cm.
- Disque optique avec miroir plan sur petit coulisseau à 40 cm.

### 2.3 Réalisation

- Fixer le miroir plan sur le disque optique sur la ligne  $90^\circ-90^\circ$ .
- Régler la hauteur du disque de telle sorte que le rayon incident soit réfléchi sur la ligne  $0^\circ$ .
- Tourner le disque pour confirmer la loi sur la refraction " angle d'incidence = angle de réflexion ".



## Expérience 3: Réflexion d'un faisceau lumineux sur un miroir plan

### 3.1 Appareils

- 1 Banc optique
- 1 Lampe pour expériences
- 1 Porte-objet sur manche
- 1 Fente quintuple de U17040
- 1 Lentille convexe  $f = +150$  mm
- 1 Disque optique
- 1 Miroir plan de U17128
- 3 Coulisseaux 75 mm
- 1 Coulisseau 30 mm

### Autres équipements requis:

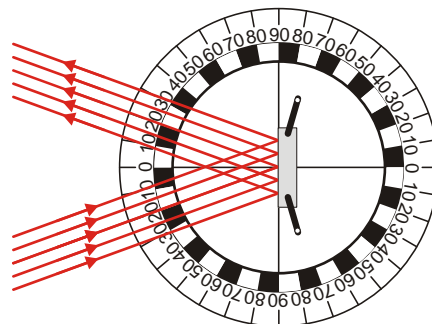
- 1 Transformateur U13900

### 3.2 Montage

- Placer la lampe horizontalement en position 10 cm.
- Porte-objet avec fente quintuple horizontalement en position 20 cm.
- Lentille convexe en position 25 cm.
- Disque optique avec miroir plan sur petit coulisseau à 40 cm.

### 3.3 Réalisation

- Fixer le miroir plan sur le disque optique sur la ligne  $90^\circ-90^\circ$ .
- Régler la hauteur du disque de telle sorte que le rayon central suive la ligne  $0^\circ$  et que tous les rayons soient réfléchis sur eux-même.
- Tourner le disque pour montrer qu'un faisceau lumineux incident parallèle reste parallèle après la réflexion.
- En écartant la lentille de la source lumineuse, on peut montrer qu'un faisceau lumineux convergent est réfléchi en convergence.
- Sans la lentille convexe, on peut démontrer qu'un faisceau lumineux divergent reste divergent après la réflexion.



## Expérience 4: Réflexion d'un faisceau lumineux sur un miroir concave et un mi-roir convexe

### 4.1 Appareils

- 1 Banc optique
- 1 Lampe pour expériences
- 1 Porte-objet sur manche
- 1 Fente quintuple de U17040
- 1 Lentille convexe  $f = +150$  mm
- 1 Disque optique
- 1 Miroir de U17128
- 3 Coulisseaux 75 mm
- 1 Coulisseau 30 mm

### Autres équipements requis:

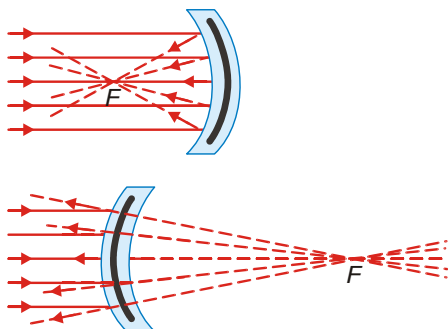
- 1 Transformateur U13900

### 4.2 Montage

- Placer la lampe horizontalement en position 10 cm.
- Porte-objet avec fente quintuple horizontalement en position 20 cm.
- Lentille convexe en position 25 cm.
- Disque optique avec miroir convexe sur petit coulisseau à 40 cm.

### 4.3 Réalisation

- Fixer le miroir concave sur le disque optique sur la ligne  $90^\circ-90^\circ$ .
- Régler la hauteur du disque de telle sorte que le rayon central suive la ligne  $0^\circ$  et soit réfléchi sur lui-même.
- Générer un faisceau lumineux parallèle avec la lentille.
- Les rayons incidents sont réfléchis de telle sorte qu'ils se rencontrent en un point  $F$ . Ce point constitue le foyer du miroir.
- Répéter l'expérience avec des rayons convergents et divergents.
- Résultat: un miroir concave a un effet convergent.
- Tourner le disque optique à  $180^\circ$ , de telle sorte que les rayons incidents soient réfléchis par le miroir convexe. Procéder comme décrit plus haut.
- Un miroir convexe a un effet divergent.



## Expérience 5: Loi de la réfraction de Snellius

### 5.1 Appareils

- 1 Banc optique
- 1 Lampe pour expériences
- 1 Porte-objet sur manche
- 1 Fente simple de U17040
- 1 Lentille convexe  $f = +150$  mm
- 1 Disque optique
- 1 Corps demi-rond de U17128
- 3 Coulisseaux 75 mm
- 1 Coulisseau 30 mm

### Autres équipements requis:

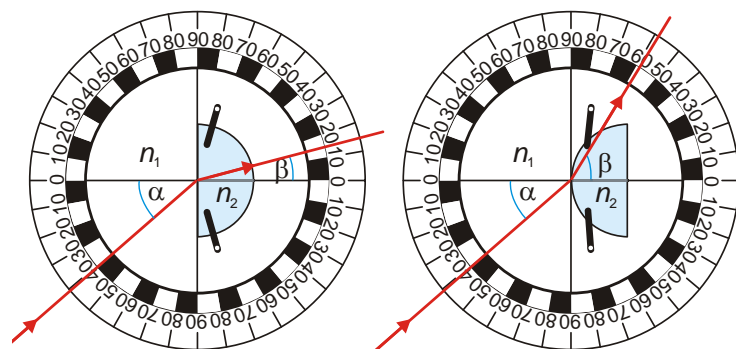
- 1 Transformateur U13900

### 5.2 Montage

- Placer la lampe horizontalement en position 10 cm.
- Porte-objet avec fente simple horizontalement en position 20 cm.
- Lentille convexe en position 25 cm.
- Disque optique avec corps demi-rond sur petit coulisseau à 40 cm.

### 5.3 Réalisation

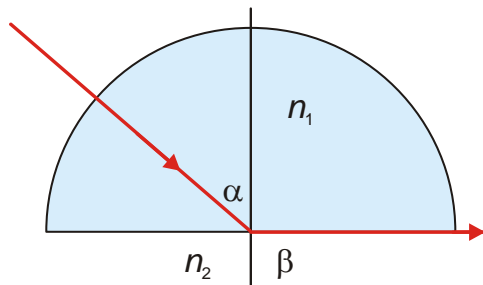
- Fixer le corps demi-rond sur le disque optique sur la ligne  $90^\circ-90^\circ$ , de telle sorte que le côté plan soit orienté vers la source lumineuse.
- Régler la hauteur du disque de telle sorte que le rayon incident suive la ligne  $0^\circ$  et rencontre le corps demi-rond très précisément au centre.
- Le rayon suit alors la ligne  $0^\circ$  sans interruption.
- Tourner le disque pour réfracter le rayon vers l'axe d'incidence.
- A présent, tourner le disque à  $180^\circ$ , de telle sorte que le disque bombé soit orienté vers la source lumineuse. Maintenant, le rayon est diffracté de l'axe de réflexion.



- Lors du passage d'un rayon d'un milieu d'indice de réfraction  $n_1$  vers un milieu d'indice de réfraction  $n_2$  son changement de direction est déterminé par la loi de la réfraction de Snellius:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \text{constant ou } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$$

- $\alpha$  est l'angle d'incidence dans le milieu  $n_1$  et  $\beta$  l'angle de réfraction dans le milieu  $n_2$ .
- Plus l'angle d'incidence est élevé, plus l'angle de réfraction est important. Si  $n_1 < n_2$ , on obtient un angle critique  $a$ . Le rayon réfracté se situe alors à la surface limite entre les deux milieux. Si l'angle d'incidence est supérieur à l'angle critique, il n'y a plus de réfraction et toute la lumière est réfléchiée. Dans ce cas, on parle de réflexion totale.



### Expérience 6: Réfraction sur une lame à faces parallèles

#### 6.1 Appareils

- 1 Banc optique
- 1 Lampe pour expériences
- 1 Porte-objet sur manche
- 1 Fente simple de U17040
- 1 Lentille convexe  $f = +150$  mm
- 1 Disque optique
- 1 Corps trapézoïdal de U17128
- 3 Coulisseaux 75 mm
- 1 Coulisseau 30 mm

#### Autres équipements requis:

- 1 Transformateur U13900

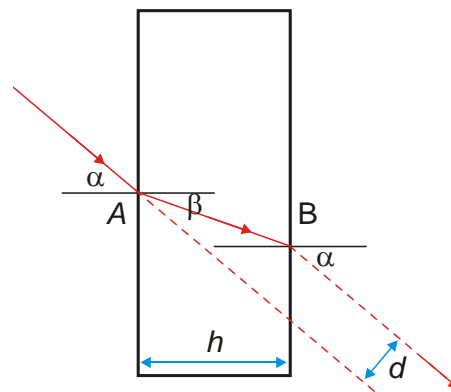
#### 6.2 Montage

- Placer la lampe horizontalement en position 5 cm.
- Porte-objet avec fente simple horizontalement en position 20 cm.
- Lentille convexe en position 25 cm.
- Disque optique avec corps trapézoïdal sur petit coulisseau à 40 cm.

### 6.3 Réalisation

- Fixer le corps trapézoïdal sur le disque optique sur la ligne  $90^\circ-90^\circ$ , de telle sorte que le long côté soit orienté vers la source lumineuse. La partie centrale du corps trapézoïdal agit comme une lame à faces parallèles.
- Régler la hauteur du disque de telle sorte que le rayon incident suive la ligne  $0^\circ$  et ne soit pas réfracté par le corps trapézoïdal.
- Tourner le disque de telle sorte que le rayon soit réfracté.
- Le sens du rayon n'est pas modifié.
- Le rayon émergent est décalé de la distance  $d$ . Avec une épaisseur de lame  $h$ , on obtient pour

$$d: d = h \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$$



### Expérience 7: Réfraction sur un prisme

#### 7.1 Appareils

- 1 Banc optique
- 1 Lampe pour expériences
- 1 Porte-objet sur manche
- 1 Fente simple de U17040
- 1 Lentille convexe  $f = +150$  mm
- 1 Disque optique
- 1 Corps trapézoïdal des U17128
- 1 Prisme rectangulaire de U17128
- 3 Coulisseaux 75 mm
- 1 Coulisseau 30 mm

#### Autres équipements requis:

- 1 Transformateur U13900

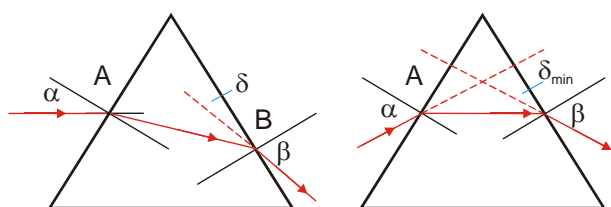


## 7.2 Montage

- Place the experimental lamp at the 5 cm position.
- Montage the object holder with diaphragm including single slit at the 20 cm position.
- Place the concave lens at the 25 cm position.
- Set the optical disc with trapezoidal body on the small optical rider at the 40 cm position.

## 7.3 Réalisation

- Fixer le corps trapézoïdal sur le disque optique sur la ligne 90°-90°, de telle sorte que l'angle aigu soit orienté vers le haut.
- Régler la hauteur du disque de telle sorte que le rayon incident suive la ligne 0°.
- Lorsque le disque est tourné, le rayon touche la partie supérieure du corps trapézoïdal, qui fait alors office de prisme.
- Dans un prisme acrylique, un rayon incident est réfracté au point A vers l'axe d'incidence. Au point d'émergence B, la réfraction s'écarte de l'axe d'incidence. La somme de tous les angles de refraction est l'angle de déflexion  $\delta$ . Il s'agit de l'angle entre le rayon incident et le rayon émergent.
- On peut montrer que l'angle d'incidence  $\alpha$ , avec un angle de déflexion minimum  $\delta_{\min}$ , est égal à l'angle d'émergence  $\beta$ . Dans le prisme, le rayon réfracté est alors parallèle au côté qui n'est pas traversé.



## Expérience 8: Prisme à redressement

### 8.1 Appareils

- 1 Banc optique
- 1 Lampe pour expériences
- 1 Porte-objet sur manche
- 1 Fentes simple et quintuple de U17040
- 1 Lentille convexe  $f = +150$  mm
- 1 Disque optique
- 1 Prisme rectangulaire de U17128
- 3 Coulisseaux 75 mm
- 1 Coulisseau 30 mm

### Autres équipements requis:

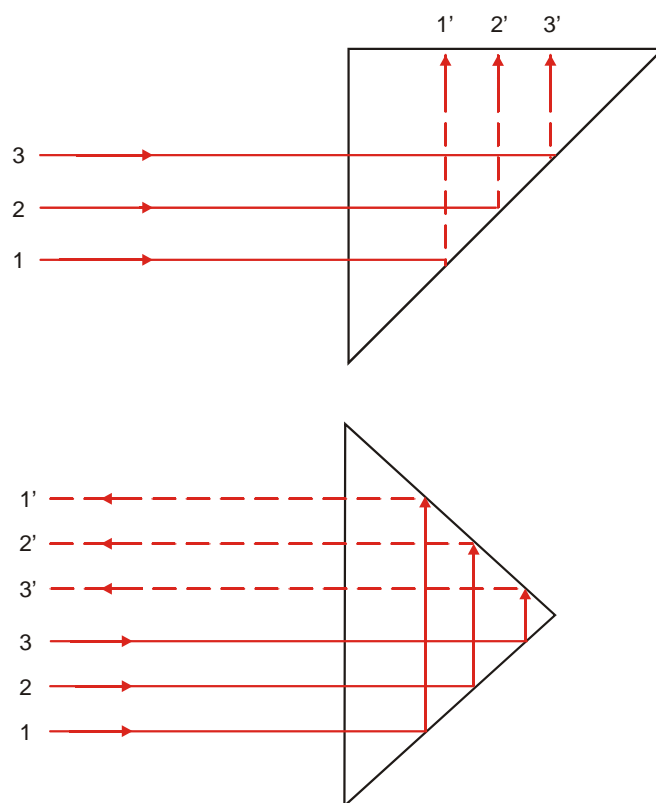
- 1 Transformateur U13900

## 8.2 Montage

- Placer la lampe horizontalement en position 5 cm.
- Porte-objet avec fentes simple et quintuple horizontalement en position 20 cm.
- Lentille convexe en position 25 cm.
- Disque optique avec prisme rectangulaire sur petit coulisseau à 40 cm.

## 8.3 Réalisation

- Fixer le prisme rectangulaire sur le disque optique sur la ligne 90°-90°, de telle sorte que l'angle droit se situe sur la ligne 0° et soit orienté vers la source lumineuse.
- Régler la hauteur du disque de telle sorte que le rayon incident suive la ligne 0°.
- Tourner le disque pour observer tous les phénomènes décrits ci-dessus.
- Dans un certain angle (angle limite), le rayon est entièrement réfléchi.
- L'emploi de la fente quintuple permet de démontrer que les rayons sont renvoyés inversés.



## Expérience 9: Lentilles concaves et convexes

### 9.1 Appareils

- 1 Banc optique
- 1 Lampe pour expériences
- 1 Porte-objet sur manche
- 1 Fente quintuple de U17040
- 1 Lentille convexe  $f = +150$  mm
- 1 Disque optique  
Lentilles de U17128
- 3 Coulisseaux 75 mm
- 1 Coulisseau 30 mm

### Autres équipements requis:

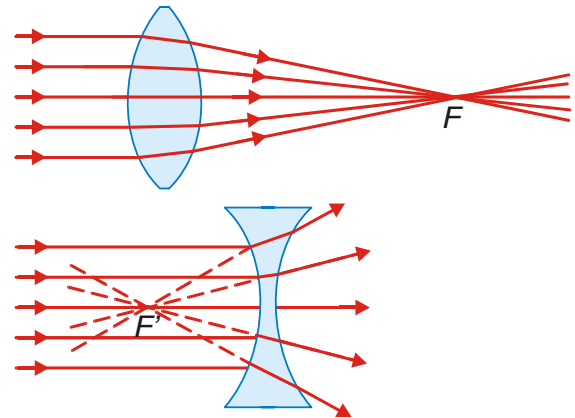
- 1 Transformateur U13900

### 9.2 Montage

- Placer la lampe horizontalement en position 10 cm.
- Porte-objet avec fente quintuple horizontalement en position 22 cm.
- Lentille convexe en position 27 cm.
- Disque optique avec lentille sur petit coulisseau.

### 9.3 Réalisation

- Placer la lentille convexe au centre du disque optique.
- Régler la hauteur du disque de telle sorte que le rayon incident du milieu suive la ligne  $0^\circ$ .
- Une lentille convexe est une lentille de convergence. Après avoir traversé la lentille, les rayons lumineux se rencontrent au foyer  $F$ .
- Répéter l'expérience avec la lentille concave.
- Après avoir traversé la lentille, les rayons lumineux sont divergents. La lentille ne projette aucune d'image. Prolongés vers l'arrière, les rayons se rencontrent au foyer virtuel  $F'$ .



## Esperimenti principali relativi all'ottica eseguiti sul banco ottico U17145

### Istruzioni per l'uso

05/11/ALF/MEC

#### 1. Panoramica degli esperimenti

- Esperimento 1: Dimostrazione di diversi fasci di raggi
- Esperimento 2: Riflessione di un fascio luminoso su uno specchio piano
- Esperimento 3: Riflessione di un fascio di raggi su uno specchio piano
- Esperimento 4: Riflessione di un fascio di raggi su uno specchio concavo e/o convesso
- Esperimento 5: Legge di rifrazione di Snellius
- Esperimento 6: Rifrazione su una piastra piana-parallelata
- Esperimento 7: Rifrazione su un prisma
- Esperimento 8: Prisma di inversione
- Esperimento 9: Lenti concave e convesse

#### 2. La fornitura comprende

- 1 Banco ottico U, 120 cm (U17150)
- 3 Cavalieri ottici U, 75 mm (U17160)
- 1 Cavalieri ottici U, 30 mm (U17161)
- 1 Lampada sperimentale, alogena (U17140)
- 1 Lampada sostitutiva, alogena 12 V, 50 W (U13735)
- 1 Portaoggetti su asta (U8474000)
- 1 Lente collettrice,  $f = +150$  mm; 50 mm  $\varnothing$  (U17103)
- 1 Set di fenditure e diaframmi (U17040)
- 1 Disco ottico con accessori (U17128)
- 1 Base per lenti (U17120)

#### 3. Avvertenze per la sicurezza

- Attenzione! Le lampade si surriscaldano in caso di funzionamento protratto.
- Non pulire gli elementi ottici con liquidi aggressivi o solventi. Rischio di danneggiamento!

#### 4. Esempi di esperimenti

##### Esperimento 1: Dimostrazione di diversi fasci di raggi

##### 1.1 Apparecchi

- 1 Banco ottico
- 1 Lampada sperimentale
- 1 Portaoggetti su asta
- 1 Cinque fenditure dal U17040
- 1 Lente collettrice  $f = +150$  mm
- 3 Cavalieri 75 mm
- 1 Cavaliere 30 mm

##### Dotazione supplementare necessaria:

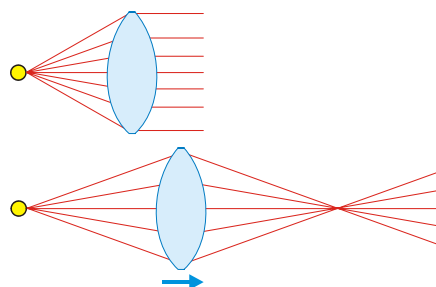
- 1 Trasformatore U13900
- 1 Schermo di proiezione U17130

##### 1.2 Struttura

- Collocare la lampada sperimentale orizzontalmente sulla posizione 10 cm.
- Il portaoggetti con cinque fenditure orizzontalmente sulla posizione 20 cm.
- La lente collettrice sulla posizione 25 cm.
- Lo schermo di proiezione sul cavaliere piccolo.

##### 1.3 Esecuzione

- Senza l'utilizzo della lente collettrice il fascio di raggi è divergente.
- Impiegando una lente collettrice sulla posizione 25 cm, si ottiene un fascio di raggi parallelo.
- Allontanando la lente collettrice dalla sorgente luminosa, viene prodotto un fascio di raggi convergente.



## Esperimento 2: Riflessione di un fascio luminoso su uno specchio piano

### 2.1 Apparecchi

- 1 Banco ottico
- 1 Lampada sperimentale
- 1 Portaoggetti su asta
- 1 Una fenditura da U17040
- 1 Lente collettrice  $f = +150$  mm
- 1 Disco ottico
- 1 Specchio piano da U17128
- 3 Cavalieri 75 mm
- 1 Cavaliere 30 mm

### Dotazione supplementare necessaria:

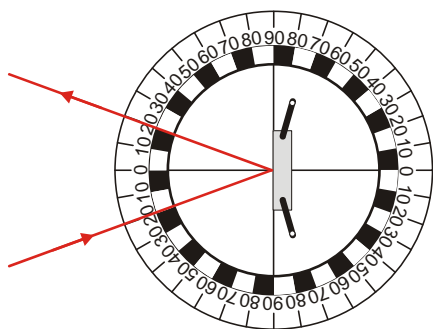
- 1 Trasformatore U13900

### 2.2 Struttura

- Collocare la lampada sperimentale orizzontalmente sulla posizione 10 cm.
- Il portaoggetti con una fenditura orizzontalmente sulla posizione 20 cm.
- La lente collettrice sulla posizione 25 cm.
- Il disco ottico con lo specchio piano sul cavaliere piccolo in posizione 40 cm.

### 2.3 Esecuzione

- Fissare lo specchio piano sul disco ottico sulla linea  $90^\circ - 90^\circ$ .
- Impostare l'altezza del disco in modo tale che il fascio luminoso incidente venga riflesso sulla linea  $0^\circ$ .
- Ruotando il disco, conferma della legge di riflessione: angolo di incidenza uguale all'angolo di emergenza.



## Esperimento 3: Riflessione di un fascio di raggi su uno specchio piano

### 3.1 Apparecchi

- 1 Banco ottico
- 1 Lampada sperimentale
- 1 Portaoggetti su asta
- 1 Cinque fenditure da U17040
- 1 Lente collettrice  $f = +150$  mm
- 1 Disco ottico
- 1 Specchio piano da U17128
- 3 Cavalieri 75 mm
- 1 Cavaliere 30 mm

### Dotazione supplementare necessaria:

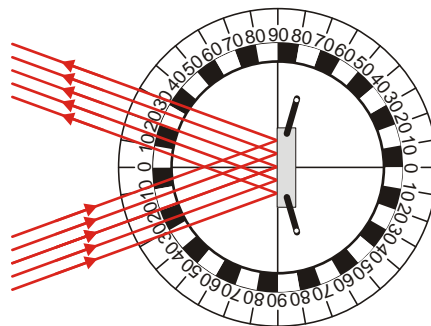
- 1 Trasformatore U13900

### 3.2 Struttura

- Collocare la lampada sperimentale orizzontalmente sulla posizione 10 cm.
- Il portaoggetti con cinque fenditure orizzontalmente sulla posizione 20 cm.
- La lente collettrice sulla posizione 25 cm.
- Il disco ottico con lo specchio piano sul cavaliere piccolo in posizione 40 cm.

### 3.3 Esecuzione

- Fissare lo specchio piano sul disco ottico sulla linea  $90^\circ - 90^\circ$ .
- Impostare l'altezza del disco in modo tale che il raggio luminoso centrale scorra sulla linea  $0^\circ$  e tutti i raggi si riflettano in se stessi.
- Ruotando il disco si dimostra che un fascio di raggi che cade parallelo è parallelo anche dopo la riflessione.
- Allontanando la lente dalla sorgente luminosa si può dimostrare che un fascio di raggi convergente viene riflesso in modo convergente.
- Senza l'utilizzo della lente collettrice è possibile dimostrare che un fascio di raggi divergente è divergente anche dopo la riflessione.



## Esperimento 4: Riflessione di un fascio di raggi su uno specchio concavo e/o con-vezzo

### 4.1 Apparecchi

- 1 Banco ottico
- 1 Lampada sperimentale
- 1 Portaoggetti su asta
- 1 Cinque fenditure da U17040
- 1 Lente collettrice  $f = +150$  mm
- 1 Disco ottico
- 1 Specchio da U17128
- 3 Cavalieri 75 mm
- 1 Cavaliere 30 mm

### Dotazione supplementare necessaria:

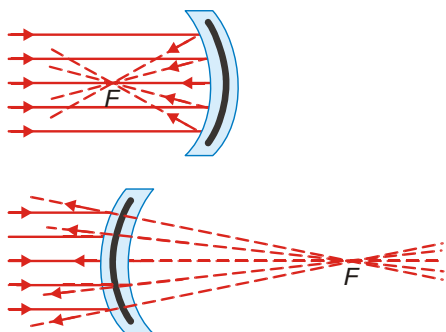
- 1 Trasformatore U13900

### 4.2 Struttura

- Collocare la lampada sperimentale orizzontalmente sulla posizione 10 cm.
- Il portaoggetti con cinque fenditure orizzontalmente sulla posizione 20 cm.
- Lente collettrice sulla posizione 25 cm.
- Disco ottico con lo specchio convesso sul cavaliere piccolo in posizione 40 cm.

### 4.3 Esecuzione

- Fissare lo specchio concavo sul disco ottico sulla linea  $90^\circ - 90^\circ$ .
- Impostare l'altezza del disco in modo tale che il raggio luminoso centrale scorra sulla linea  $0^\circ$  e si rifletta in se stesso.
- Produrre un fascio di raggi parallelo mediante la lente.
- I raggi incidenti vengono riflessi in modo che si incontrino in un punto  $F$ . Questo punto è il fuoco dello specchio..
- Ripetere l'esperimento con fasci convergenti e divergenti.
- Risultato: uno specchio concavo agisce in modo convergente.
- Ruotare di  $180^\circ$  il disco ottico, in modo che i raggi incidenti vengano riflessi dallo specchio convesso. Eseguire le fasi indicate sopra.
- Uno specchio convesso agisce in modo divergente.



## Esperimento 5: Legge di rifrazione di Snellius

### 5.1 Apparecchi

- 1 Banco ottico
- 1 Lampada sperimentale
- 1 Portaoggetti su asta
- 1 Una fenditura da U17040
- 1 Lente collettrice  $f = +150$  mm
- 1 Disco ottico
- 1 Corpo semicircolare da U17128
- 3 Cavalieri 75 mm
- 1 Cavaliere 30 mm

### Dotazione supplementare necessaria:

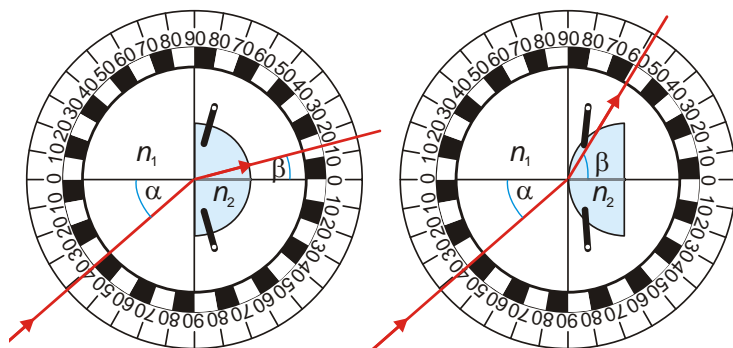
- 1 Trasformatore U13900

### 5.2 Struttura

- Collocare la lampada sperimentale orizzontalmente sulla posizione 10 cm.
- Il portaoggetti con una fenditura orizzontalmente sulla posizione 20 cm.
- La lente collettrice sulla posizione 25 cm.
- Il disco ottico con corpo semicircolare sul cavaliere piccolo in posizione 40 cm.

### 5.3 Esecuzione

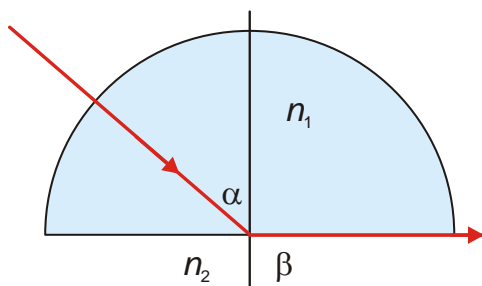
- Fissare il corpo semicircolare sul disco ottico sulla linea  $90^\circ - 90^\circ$  in modo tale che il lato piano sia rivolto verso la sorgente luminosa.
- Impostare l'altezza del disco in modo tale che il raggio luminoso incidente scorra sulla linea  $0^\circ$  e si trovi esattamente al centro del corpo semicircolare. Il fascio luminoso scorre quindi ininterrotto sulla linea  $0^\circ$ .
- Ruotando il disco si interrompe il fascio luminoso diretto verso la perpendicolare incidente.
- Ruotare ora il disco di  $180^\circ$ , in modo che il disco convesso sia rivolto verso la sorgente luminosa. Il fascio luminoso viene ora interrotto dalla perpendicolare emergente.



- Se un fascio luminoso passa da un mezzo con indice di rifrazione  $n_1$  in un altro mezzo con indice di rifrazione  $n_2$ , è possibile determinarne la deviazione di direzione con la legge di rifrazione di Snellius:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \text{constant o } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$$

- $\alpha$  è l'angolo di incidenza nel mezzo  $n_1$  e  $\beta$  è l'angolo di rifrazione nel mezzo  $n_2$ .
- Tanto più grande è l'angolo di incidenza, quanto più grande è l'angolo di rifrazione. Se  $n_1 < n_2$ , esiste un angolo critico  $\alpha$ . Il raggio interrotto si trova pertanto sulla superficie limite tra i due mezzi. Se l'angolo di incidenza è maggiore dell'angolo critico, non si verifica più alcuna rifrazione e tutta la luce viene riflessa. In tal caso si parla di riflessione totale.



### Esperimento 6: Rifrazione su una piastra pianparallela

#### 6.1 Apparecchi

- 1 Banco ottico
- 1 Lampada sperimentale
- 1 Portaoggetti su asta
- 1 Una fenditura da U17040
- 1 Lente collettrice  $f = +150$  mm
- 1 Disco ottico
- 1 Corpo trapezoidale da U17128
- 3 Cavalieri 75 mm
- 1 Cavaliere 30 mm

#### Dotazione supplementare necessaria:

- 1 Trasformatore U13900

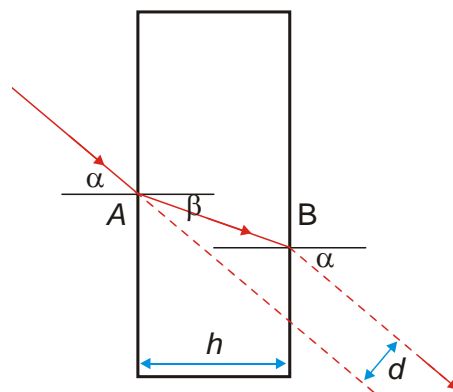
#### 6.2 Struttura

- Collocare la lampada sperimentale orizzontalmente sulla posizione 5 cm.
- Il portaoggetti con una fenditure orizzontalmente sulla posizione 20 cm.
- La lente collettrice sulla posizione 25 cm.
- Il disco ottico con corpo trapezoidale sul cavaliere piccolo in posizione 40 cm.

### 6.3 Esecuzione

- Fissare il corpo trapezoidale sul disco ottico sulla linea  $90^\circ - 90^\circ$  in modo tale che il lato lungo sia rivolto verso la sorgente luminosa. La parte centrale del corpo trapezoidale agisce come una piastra pianparallela.
- Impostare l'altezza del disco in modo tale che il raggio luminoso incidente scorra sulla linea  $0^\circ$  e non venga interrotto dal corpo trapezoidale.
- Ruotare il disco in modo che il raggio venga interrotto.
- La direzione del raggio non viene modificata.
- Il raggio uscente viene spostato del valore  $d$ . Con spessore della piastra  $h$ ,  $d$  è uguale a:

$$d = h \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$$



### Esperimento 7: Rifrazione su un prisma

#### 7.1 Apparecchi

- 1 Banco ottico
- 1 Lampada sperimentale
- 1 Portaoggetti su asta
- 1 Una fenditura da U17040
- 1 Lente collettrice  $f = +150$  mm
- 1 Disco ottico
- 1 Corpo trapezoidale da U17128
- 1 Prisma rettangolare da U17128
- 3 Cavalieri 75 mm
- 1 Cavaliere 30 mm

#### Dotazione supplementare necessaria:

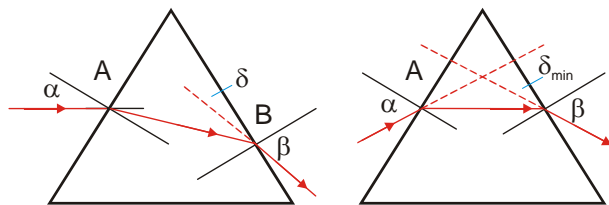
- 1 Trasformatore U13900

## 7.2 Struttura

- Collocare la lampada sperimentale orizzontalmente sulla posizione 5 cm.
- Il portaoggetti con una fenditura orizzontalmente sulla posizione 20 cm.
- La lente colletttrice sulla posizione 25 cm.
- Il disco ottico con corpo trapezoidale sul cavaliere piccolo in posizione 40 cm.

## 7.3 Esecuzione

- Fissare il corpo trapezoidale sul disco ottico sulla linea  $90^\circ - 90^\circ$  in modo tale che l'angolo acuto sia rivolto verso l'alto.
- Impostare l'altezza del disco in modo tale che il fascio luminoso incidente scorra sulla linea  $0^\circ$ .
- Dopo avere ruotato il disco, il fascio luminoso cade sulla parte superiore del corpo trapezoidale, che quindi funge da prisma. In un prisma acrilico un fascio luminoso incidente viene interrotto nel punto A verso la perpendicolare incidente. Sul punto di uscita B la rifrazione si verifica lontano dalla perpendicolare incidente. La somma di tutti gli angoli di rifrazione è l'angolo di deflessione  $\delta$ . Si tratta dell'angolo che si forma tra il fascio luminoso incidente e quello uscente.
- È possibile dimostrare che l'angolo di incidenza  $\alpha$ , in caso di angolo di deflessione minimal  $\delta_{\min}$ , è uguale all'angolo di uscita  $\beta$ . Il raggio interrotto scorre quindi nel prisma parallelo al lato che non viene attraversato.



## Esperimento 8: Prisma di inversione

### 8.1 Apparecchi

- 1 Banco ottico
- 1 Lampada sperimentale
- 1 Portaoggetti su asta
- 1 Una fenditura e cinque fenditure da U17040
- 1 Lente colletttrice  $f = +150$  mm
- 1 Disco ottico
- 1 Prisma rettangolare da U17128
- 3 Cavalieri 75 mm
- 1 Cavaliere 30 mm

### Dotazione supplementare necessaria:

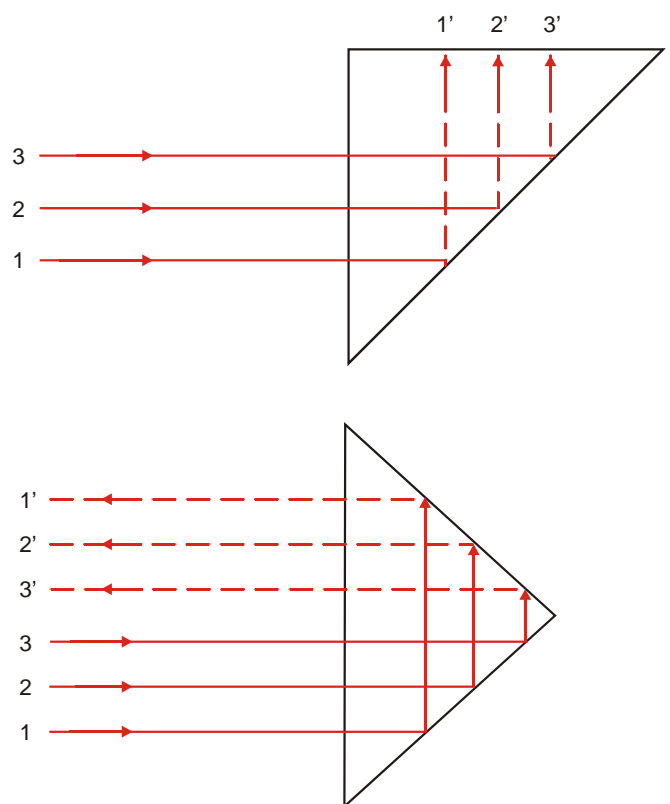
- 1 Trasformatore U13900

## 8.2 Struttura

- Collocare la lampada sperimentale orizzontalmente sulla posizione 5 cm.
- Il portaoggetti con una e/o cinque fenditure orizzontalmente sulla posizione 20 cm.
- La lente colletttrice sulla posizione 25 cm.
- Il disco ottico con prisma rettangolare sul cavaliere piccolo in posizione 40 cm.

## 8.3 Esecuzione

- Fissare il prisma rettangolare sul disco ottico sulla linea  $90^\circ - 90^\circ$ , in modo che l'angolo retto si trovi sulla linea  $0^\circ$  e sia rivolto verso la sorgente luminosa.
- Impostare l'altezza del disco in modo tale che il fascio luminoso incidente scorra sulla linea a  $0^\circ$ .
- Ruotando il disco è possibile osservare tutti i fenomeni descritti in precedenza.
- Con un determinato angolo (angolo limite) il raggio viene completamente riflesso.
- Utilizzando le 5 fenditure è possibile dimostrare che i raggi vengono rigettati in modo inverso.



## Esperimento 9: Lenti concave e convesse

### 9.1 Apparecchi

- 1 Banco ottico
- 1 Lampada sperimentale
- 1 Portaoggetti su asta
- 1 Cinque fenditure da U17040
- 1 Lente colletttrice  $f = +150$  mm
- 1 Disco ottico
- 1 Lenti da U17128
- 3 Cavalieri 75 mm
- 1 Cavaliere 30 mm

### Dotazione supplementare necessaria:

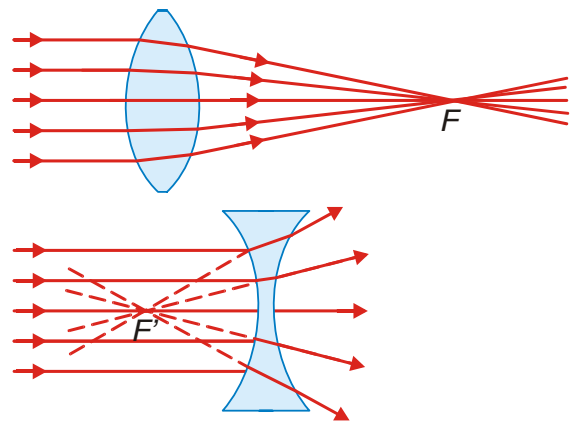
- 1 Trasformatore U13900

### 9.2 Struttura

- Collocare la lampada sperimentale orizzontalmente sulla posizione 10 cm.
- Il portaoggetti con cinque fenditure orizzontalmente sulla posizione 22 cm.
- La lente colletttrice sulla posizione 27 cm.
- Il disco ottico con lente sul cavaliere piccolo.

### 9.3 Esecuzione

- Collocare la lente convessa in posizione centrale sul disco ottico.
- Impostare l'altezza del disco in modo tale che il fascio luminoso incidente centrale scorra sulla linea a  $0^\circ$ .
- Una lente convessa è una lente colletttrice. I fasci luminosi si incontrano, dopo avere attraversato la lente, nel fuoco  $F$ .
- Ripetere l'esperimento con la lente concava.
- I fasci luminosi sono divergenti dopo avere attraversato la lente. Non danno forma ad alcun oggetto. Allungati all'indietro, i raggi si incontrano nel fuoco virtuale  $F'$ .





## Experimentos básicos en el banco de óptica U17145

### Instrucciones de uso

05/11/ALF/MEC

#### 1. Resumen de experimentos

- Experimento 1: Demostración de diferentes haces de rayos
- Experimento 2: Reflexión de un haz de luz sobre un espejo plano
- Experimento 3: Reflexión de un haz de rayos sobre un espejo plano
- Experimento 4: Reflexión de un haz de rayos sobre un espejo hueco o curvado
- Experimento 5: Ley de refracción de Snellius
- Experimento 6: Refracción sobre una placa plana-paralela
- Experimento 7: Refracción sobre un prisma
- Experimento 8: Prisma de retorno
- Experimento 9: Lentes cóncavas y convexas

#### 2. Volumen de suministro

- 1 Banco óptico U, 120 cm (U17150)
- 3 Corredera U, 75 mm (U17160)
- 1 Corredera U, 30 mm (U17161)
- 1 Lámpara para experimentación, halógena (U17140)
- 1 Lámpara de recambio, halógena 12 V, 50 W (U13735)
- 1 Soporte de objetos con mango (U8474000)
- 1 Lente convexa,  $f = + 150$  mm; 50 mm  $\varnothing$  (U17103)
- 1 Rendijas y diafragmas (U17040)
- 1 Disco óptico con accesorios (U17128)
- 1 Regleta soporte (U17120)

#### 3. Aviso de seguridad

- ¡Cuidado! Las lámparas se calientan tras un largo periodo de servicio.
- Los elementos ópticos no se deben limpiar con líquidos agresivos ni con soluciones. ¡Peligro de daños!

#### 4. Ejemplos de experimentos

##### Experimento 1: Demostración de diferentes haces de rayos

##### 1.1 Equipo

- 1 Banco óptico
- 1 Lámpara de experimentación
- 1 Portaobjetos sobre manguito
- 1 Rejilla quíntuple de U17040
- 1 Lente colectora  $f = +150$  mm
- 3 Correderas 75 mm
- 1 Corredera 30 mm

##### Adicionalmente se requiere:

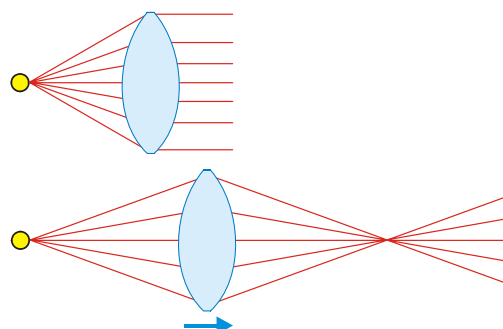
- 1 Transformador U13900
- 1 Pantalla de proyección U17130

##### 1.2 Montaje

- Emplazar la lámpara experimental en la posición de 10 cm.
- Colocar el portaobjetos con la rejilla quíntuple en posición horizontal de 20 cm.
- Lente colectora en posición de 25 cm.
- Pantalla de proyección sobre la corredera pequeña.

##### 1.3 Ejecución

- El haz de rayos es divergente si no se emplea la lente colectora.
- Si se emplea la lente colectora, en la posición de 25 cm, se obtiene un haz de rayos paralelos.
- Al alejar la lente colectora de la fuente de luz se genera un haz de rayos convergente.



## Experimento 2: Reflexión de un haz de luz sobre un espejo plano

### 2.1 Equipo

- 1 Banco óptico
- 1 Lámpara de experimentación
- 1 Portaobjetos sobre manguito
- 1 Rejilla sencilla de U17040
- 1 Lente colectora  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Espejo plano de U17128
- 3 Correderas 75 mm
- 1 Corredera 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

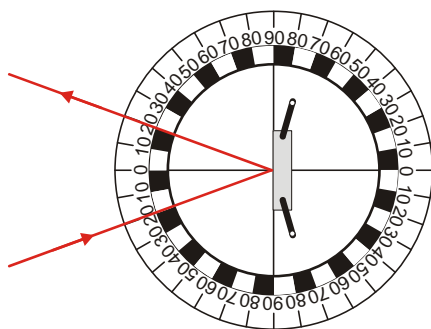
- 1 Transformador U13900

### 2.2 Montaje

- Emplazar la lámpara experimental en la posición de 10 cm.
- Colocar el portaobjetos con la rejilla sencilla en posición horizontal de 20 cm.
- Lente colectora en posición de 25 cm.
- Disco óptico con espejo plano sobre la corredera pequeña a 40 cm.

### 2.3 Ejecución

- Fijar el espejo plano sobre el disco óptico en la línea de  $90^\circ$ - $90^\circ$ .
- Ajustar la altura de la corredera de manera que el rayo de luz incidente se refleje sobre la línea de  $0^\circ$ .
- Al girar la corredera, se comprueba la ley de reflexión, esto es, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.



## Experimento 3: Reflexión de un haz de rayos sobre un espejo plano

### 3.1 Equipo

- 1 Banco óptico
- 1 Lámpara de experimentación
- 1 Portaobjetos sobre manguito
- 1 Rejilla quintuple de U17040
- 1 Lente colectora  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Espejo plano de U17128
- 3 Correderas 75 mm
- 1 Corredera 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

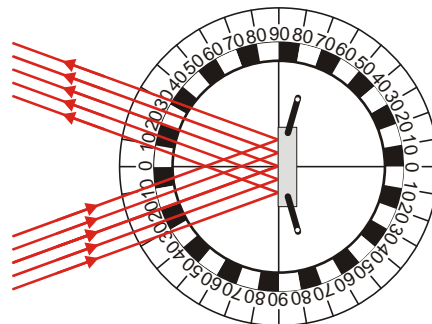
- 1 Transformador U13900

### 3.2 Montaje

- Emplazar la lámpara experimental en la posición de 10 cm.
- Colocar el portaobjetos con la rejilla quintuple en posición horizontal de 20 cm.
- Lente colectora en posición de 25 cm.
- Disco óptico con espejo plano sobre la corredera pequeña a 40 cm.

### 3.3 Ejecución

- Fijar el espejo plano sobre el disco óptico en la línea de  $90^\circ$ - $90^\circ$ .
- Ajustar la altura de la corredera de manera que el rayo de luz central pase por la línea de  $0^\circ$  y todos los rayos se reflejen sí mismos.
- Al girar la corredera, se demuestra que un haz de rayos paralelo continúa siendo paralelo después de sufrir la reflexión.
- Al alejar la lente de la fuente de luz, se puede demostrar que un haz de rayos convergente se refleja de manera convergente.
- Sin emplear la lente colectora se puede demostrar que un haz de rayos divergente continúa siendo divergente después de sufrir la reflexión.



## Experimento 4: Reflexión de un haz de rayos sobre un espejo hueco o curvado

### 4.1 Equipo

- 1 Banco óptico
- 1 Lámpara de experimentación
- 1 Portaobjetos sobre manguito
- 1 Rejilla quíntuple de U17040
- 1 Lente colectora  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Espejo de U17128
- 3 Correderas 75 mm
- 1 Corredera 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

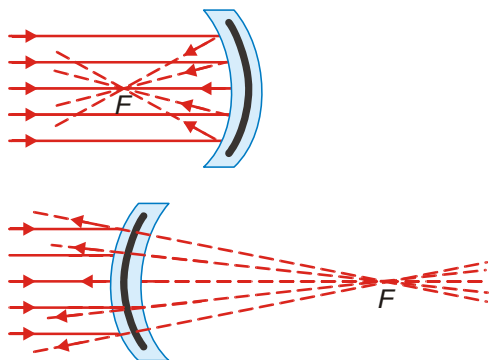
- 1 Transformador U13900

### 4.2 Montaje

- Emplazar la lámpara experimental en la posición de 10 cm.
- Colocar el portaobjetos con la rejilla quíntuple en posición horizontal de 20 cm.
- Lente colectora en posición de 25 cm.
- Disco óptico con espejo convexo sobre la corredera pequeña a 40 cm.

### 4.3 Ejecución

- Fijar el espejo hueco sobre el disco óptico en la línea de  $90^\circ$ - $90^\circ$ .
- Ajustar la altura del disco de manera que el rayo de luz central pase por la línea de  $0^\circ$  y se refleje en sí mismo.
- Generar un haz de rayos paralelo por medio de la lente.
- Los rayos incidentes se reflejan de manera que se vuelven a encontrar en un punto  $F$ . Este punto es el punto de refracción del espejo.
- Resultado: Un espejo hueco actúa de manera convergente.
- Girar el disco óptico  $180^\circ$ , de manera que los rayos incidentes se reflejen desde el espejo curvado. Ejecutar los pasos descritos anteriormente.
- Un espejo curvado actúa de manera divergente.



## Experimento 5: Ley de refracción de Snellius

### 5.1 Equipo

- 1 Banco óptico
- 1 Lámpara de experimentación
- 1 Portaobjetos sobre manguito
- 1 Rejilla sencilla de U17040
- 1 Lente colectora  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Cuerpo semicircular de U17128
- 3 Correderas 75 mm
- 1 Corredera 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

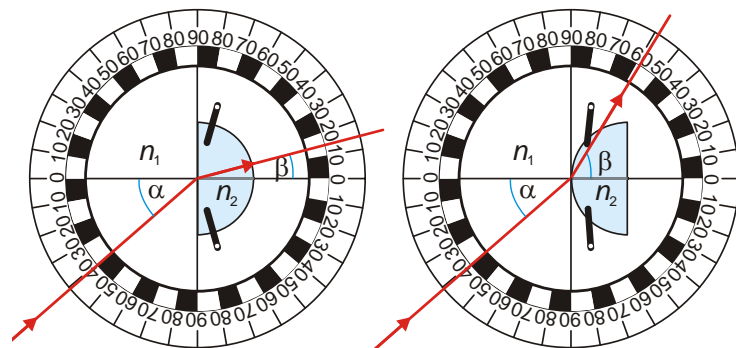
- 1 Transformador U13900

### 5.2 Montaje

- Emplazar la lámpara experimental en la posición de 10 cm.
- Colocar el portaobjetos con la rejilla sencilla en posición horizontal de 20 cm.
- Lente colectora en posición de 25 cm.
- Disco óptico con cuerpo semicircular sobre la corredera pequeña a 40 cm.

### 5.3 Ejecución

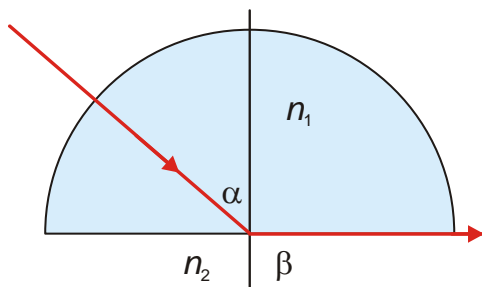
- Fijar el cuerpo semicircular sobre el disco óptico en la línea de  $90^\circ$ - $90^\circ$ , de manera que el lado plano señale hacia la fuente de luz.
- Ajustar la altura del disco de manera que el rayo de luz central pase por la línea de  $0^\circ$  e incida exactamente en el centro del cuerpo semicircular. El rayo de luz corre ininterrumpidamente sobre la línea de  $0^\circ$ .
- Al girar la corredera, el rayo de luz se rompe hacia la normal de incidencia.
- Girar ahora el disco  $180^\circ$ , de manera que el disco curvado señale hacia la fuente de luz. Ahora, la normal de incidencia corta el rayo de luz.



- Cuando un rayo de luz pasa de un medio con un índice de refracción  $n_1$  a otro medio con un índice de refracción  $n_2$  su cambio de dirección se determina por medio de la ley de refracción de Snellius:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \text{constante o } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$$

- en donde  $\alpha$  es el ángulo de incidencia en el medio  $n_1$  y  $\beta$  es el ángulo de refracción en el medio  $n_2$ .
- Mientras mayor sea el ángulo de incidencia, mayor será el ángulo de refracción. Si  $n_1 < n_2$ , existe un ángulo crítico  $\alpha$ . El rayo cortado se encuentra entonces en la superficie limitante de ambos medios. Si el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo crítico, entonces ya no se encuentra presente ninguna refracción y se refleja toda la luz. En este caso se habla de reflexión total.



## Experimento 6: Refracción sobre una placa plana-paralela

### 6.1 Equipo

- 1 Banco óptico
- 1 Lámpara de experimentación
- 1 Portaobjetos sobre manguito
- 1 Rejilla sencilla de U17040
- 1 Lente colectora  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Cuerpo trapezoidal de U17128
- 3 Correderas 75 mm
- 1 Corredera 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

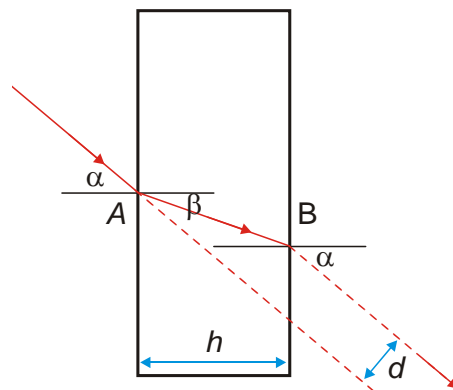
- 1 Transformador U13900

### 6.2 Montaje

- Emplazar la lámpara experimental en la posición de 5 cm.
- Colocar el portaobjetos con la rejilla sencilla en posición horizontal de 20 cm.
- Lente colectora en posición de 25 cm.
- Corredera óptica con cuerpo trapezoidal sobre la corredera pequeña a 40 cm.

## 6.3 Ejecución

- Fijar el cuerpo trapezoidal sobre el disco óptico en la línea de  $90^\circ$ - $90^\circ$ , de manera que el lado largo señale hacia la fuente de luz. La parte central del cuerpo trapezoidal actúa como una placa planoparalela.
- Ajustar la altura del disco de manera que el rayo de luz incidente pase por la línea de  $0^\circ$  y no se corte por el cuerpo trapezoidal.
- Girar el disco de manera que el rayo se interrumpa.
- Esto no modifica la dirección del rayo.
- El rayo de salida se ha desplazado en una distancia  $d$ . Si se tiene un espesor de placa  $h$ , para  $d$  se obtiene:  $d = h \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$



## Experimento 7: Refracción sobre un prisma

### 7.1 Equipo

- 1 Banco óptico
- 1 Lámpara de experimentación
- 1 Portaobjetos sobre manguito
- 1 Rejilla sencilla de U17040
- 1 Lente colectora  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Cuerpo trapezoidal de U17128
- 1 Prisma rectangular de U17128
- 3 Correderas 75 mm
- 1 Corredera 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

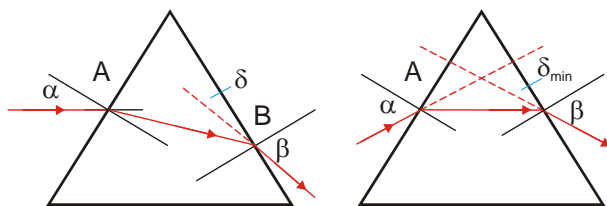
- 1 Transformador U13900

## 7.2 Montaje

- Emplazar la lámpara experimental en la posición de 5 cm.
- Colocar el portaobjetos con la rejilla sencilla en posición horizontal de 20 cm.
- Lente colectora en posición de 25 cm.
- Disco óptico, con cuerpo trapezoidal, sobre la corredera pequeña a 40 cm.

## 7.3 Ejecución

- Fijar el cuerpo trapezoidal sobre el disco óptico en la línea de  $90^{\circ}$ - $90^{\circ}$ , de manera que el ángulo agudo señale hacia arriba.
- Ajustar la altura del disco de manera que el rayo de luz incidente recorra la línea de  $0^{\circ}$ .
- Al girar el disco, el rayo de luz incide sobre la parte superior del cuerpo trapezoidal que hace las veces de prisma.
- En un prisma acrílico, un rayo de luz incidente sobre el punto A se corta hacia la normal del eje de incidencia. En el punto de reflexión B, la refracción aparta de la normal el eje de incidencia. La suma de todos los ángulos de refracción conforma el ángulo de desvío  $\delta$ . Se trata del ángulo entre la luz incidente y el rayo de luz reflejado.
- Se puede demostrar que el ángulo de incidencia  $\alpha$ , con el mínimo ángulo de desvío  $\delta_{\min}$  es igual al ángulo de reflexión  $\beta$ . El rayo interrumpido pasa por el prisma paralelamente al lado por el que no pasa la luz.



## Experimento 8: Prisma de retorno

### 8.1 Equipo

- 1 Banco óptico
- 1 Lámpara de experimentación
- 1 Portaobjetos sobre manguito
- 1 Rendija sencilla y quintuple de U17040
- 1 Lente colectora  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Prisma rectangular de U17128
- 3 Correderas 75 mm U17160
- 1 Corredera 30 mm U17161

### Adicionalmente se requiere:

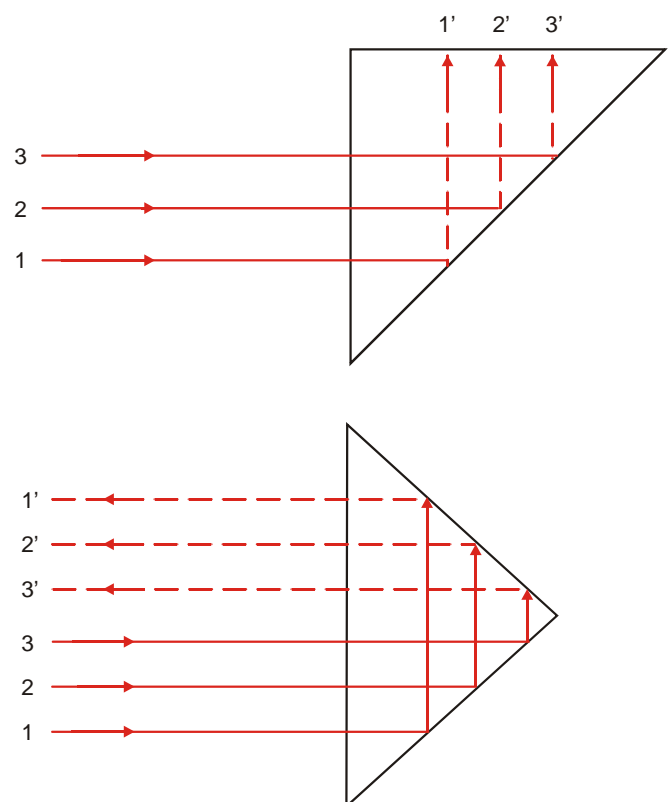
- 1 Transformador U13900

## 8.2 Montaje

- Emplazar la lámpara experimental en la posición de 5 cm.
- Colocar el portaobjetos con la rejilla sencilla o quintuple en posición horizontal de 20 cm.
- Lente colectora en posición de 25 cm.
- Disco óptico, con prisma rectangular, sobre la corredera pequeña a 40 cm.

## 8.3 Ejecución

- Fijar el prisma rectangular sobre el disco óptico, en la línea de  $90^{\circ}$ - $90^{\circ}$ , de manera que el ángulo recto descansa sobre la línea de  $0^{\circ}$  y señale hacia la fuente luminosa.
- Ajustar la altura del disco de manera que el rayo de luz incidente recorra la línea de  $0^{\circ}$ .
- Al girar la corredera, se pueden observar todos los fenómenos descritos previamente.
- Con un ángulo determinado (ángulo límite) el rayo se refleja completamente.
- Si se emplea la rejilla quintuple se puede demostrar que los rayos se reflejan en sentido inverso.



## Experimento 9: Lentes cóncavas y convexas

### 9.1 Equipo

- 1 Banco óptico
- 1 Lámpara de experimentación
- 1 Portaobjetos sobre manguito
- 1 Rejilla quíntuple de U17040
- 1 Lente colectora  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico  
Lente de U17128
- 3 Correderas 75 mm
- 1 Corredera 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

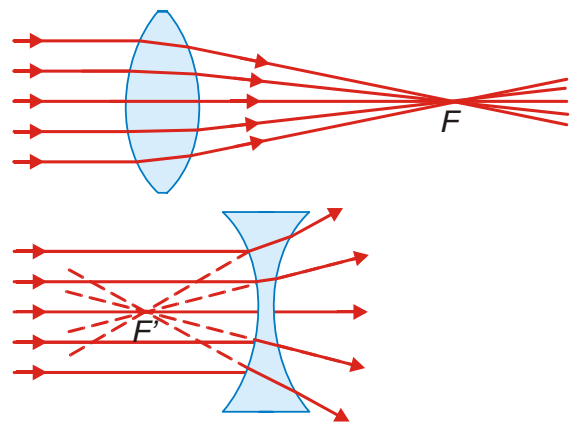
- 1 Transformador U13900

### 9.2 Montaje

- Emplazar la lámpara experimental en la posición de 10 cm.
- Colocar el portaobjetos con la rejilla quíntuple en posición horizontal de 22 cm.
- Lente colectora en posición de 27 cm.
- Disco óptico, con lente, sobre la corredera pequeña.

### 9.3 Ejecución

- Emplazar la lente convexa centrada en relación con el disco óptico.
- Ajustar la altura del disco de manera que el rayo de luz incidente central recorra la línea de  $0^\circ$ .
- Una lente convexa es una lente colectora. Los rayos de luz, después del recorrido a través de la lente, se reencuentran en el punto de refracción  $F$ .
- Repetir el ensayo con la lente cóncava.
- Después de atravesar la lente, los rayos de luz se vuelven divergentes. No reflejan ningún objeto. Si se prolongan hacia atrás, se encuentran en el punto virtual de refracción  $F'$ .



## Experiências fundamentais de óptica no banco óptico U17145

### Instruções para o uso

05/11/ALF/MEC

#### 1. Sinopse das experiências

- Experiência 1: Demonstração de diferentes feixes luminosos
- Experiência 2: Reflexão de um raio luminoso num espelho plano
- Experiência 3: Reflexão de um feixe de raios luminosos num espelho plano
- Experiência 4: Reflexão de um feixe luminoso num espelho côncavo e convexo
- Experiência 5: Lei da refração de Snellius
- Experiência 6: Refração numa placa plano paralela
- Experiência 7: Refração num prisma
- Experiência 8: Prisma de inversão
- Experiência 9: Lentes côncavas e convexas

#### 2. Volumen de suministro

- 1 Banco óptico U, 120 cm (U17150)
- 3 Corredera U, 75 mm (U17160)
- 1 Corredera U, 30 mm (U17161)
- 1 Lâmpara para experimentación, halógena (U17140)
- 1 Lâmpara de recambio, halógena 12 V, 50 W (U13735)
- 1 Soporte de objetos con mango (U8474000)
- 1 Lente convexa,  $f = +150$  mm; 50 mm  $\varnothing$  (U17103)
- 1 Rendijas y diafragmas (U17040)
- 1 Disco óptico con accesorios (U17128)
- 1 Regleta soporte (U17120)

#### 3. Indicações de segurança

- Cuidado! As luminárias esquentam após uma utilização prolongada.
- Não limpar os elementos ópticos com líquidos agressivos ou solventes. Perigo de danificação!

#### 4. Exemplos de experiências

##### Experiência 1: Demonstração de diferentes feixes luminosos

##### 1.1 Aparelhos

- 1 Banco óptico
- 1 Luminária para experiências
- 1 Suporte para objeto sobre vara
- 1 Fenda quántupla de U17040
- 1 Lente convergente  $f = +150$  mm
- 3 Cavaleiros ópticos 75 mm
- 1 Cavaleiro óptico de 30 mm

##### Adicionalmente se requiere:

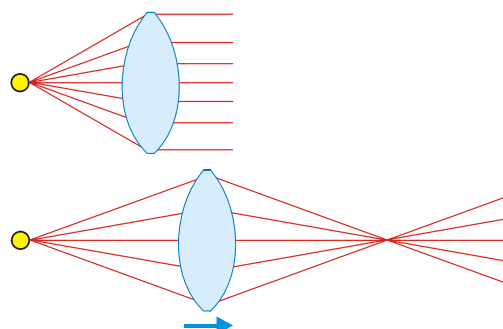
- 1 Transformador U13900
- 1 Tela de projeção U17130

##### 1.2 Montagem

- Colocar a luminária para experiências na horizontal, na posição 10 cm.
- O suporte de objeto com fenda quántupla na horizontal, na posição 20 cm.
- A lente convergente na posição 25 cm.
- A tela de projeção sobre o cavaleiro pequeno.

##### 1.3 Execução

- Sem a utilização da lente convergente, o feixe luminoso é divergente.
- Ao utilizar a lente convergente na posição 25 cm, obtém-se um feixe luminoso paralelo.
- Ao distanciar a lente convergente da fonte luminosa, é produzido um feixe luminoso convergente.



## Experiência 2: Reflexão de um raio luminoso num espelho plano

### 2.1 Aparelhos

- 1 Banco óptico
- 1 Luminária para experiências
- 1 Suporte para objeto sobre vara
- 1 Fenda simples de U17040
- 1 Lente convergente  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Espelho plano de U17128
- 3 Cavaleiros ópticos 75 mm
- 1 Cavaleiro óptico de 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

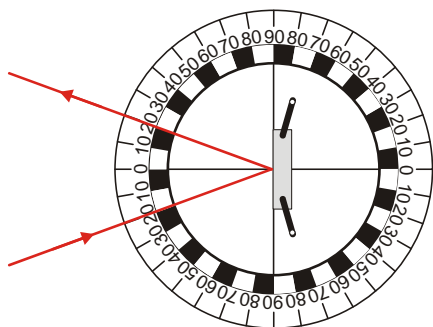
- 1 Transformador U13900

### 2.2 Montagem

- Colocar a luminária para experiências na horizontal, na posição 10 cm.
- O suporte de objeto com fenda múltipla na horizontal, na posição 20 cm.
- A lente convergente na posição 25 cm.
- O disco óptico com o espelho plano no cavaleiro pequeno na posição 40 cm.

### 2.3 Execução

- Fixar o espelho plano no disco óptico na linha de  $90^\circ$ - $90^\circ$ .
- Ajustar a altura do disco de modo que o raio luminoso incidente seja refletido na linha de  $0^\circ$ .
- Girando o disco fica confirmada a Lei da reflexão segundo a qual o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência dado.



## Experiência 3: Reflexão de um feixe de raios luminosos num espelho plano

### 3.1 Aparelhos

- 1 Banco óptico
- 1 Luminária para experiências
- 1 Suporte para objeto sobre vara
- 1 Fenda múltipla de U17040
- 1 Lente convergente  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Espelho plano de U17128
- 3 Cavaleiros ópticos 75 mm
- 1 Cavaleiro óptico de 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

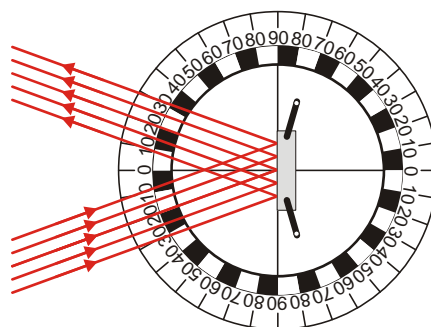
- 1 Transformador U13900

### 3.2 Montagem

- Colocar a luminária para experiências na horizontal, na posição 10 cm.
- O suporte para objeto com fenda múltipla na horizontal, na posição 20 cm.
- A lente convergente na posição 25 cm.
- O disco óptico com o espelho plano no cavaleiro pequeno na posição 40 cm.

### 3.3 Execução

- Fixar o espelho plano no disco óptico na linha de  $90^\circ$ - $90^\circ$ .
- Ajustar a altura do disco de modo que o raio luminoso do meio passe pela linha de  $0^\circ$  e que todos os raios reflitam-se em si.
- Ao girar o disco fica demonstrado que um feixe luminoso paralelo incidente continua sendo paralelo após ser refletido.
- Distanciando a lente da fonte luminosa pode ser mostrado que um feixe luminoso convergente é refletido de modo convergente.
- Prescindindo da lente convergente, pode-se mostrar que um feixe luminoso divergente continua divergente após a reflexão.





## Experiência 4: Reflexão de um feixe luminoso num espelho côncavo e convexo

### 4.1 Aparelhos

- 1 Banco óptico
- 1 Luminária para experiências
- 1 Suporte para objeto sobre vara
- 1 Fenda múltipla de U17040
- 1 Lente convergente  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Espelho de U17128
- 3 Cavaleiros ópticos 75 mm
- 1 Cavaleiro óptico de 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

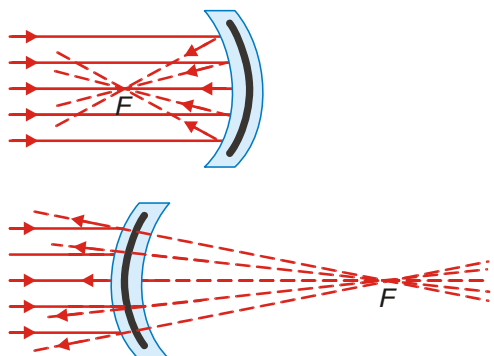
- 1 Transformador U13900

### 4.2 Montagem

- Colocar a luminária para experiências na horizontal, na posição 10 cm.
- O suporte para objeto com fenda múltipla na horizontal, na posição 20 cm.
- A lente convergente na posição 25 cm.
- O disco óptico com o espelho convexo sobre o cavaleiro pequeno a 40 cm.

### 4.3 Execução

- Fixar o espelho côncavo sobre o disco óptico na linha de  $90^\circ-90^\circ$ .
- Ajustar a altura do disco de modo que o raio luminoso do meio passe pela linha de  $0^\circ$  e reflita-se em si.
- Produzir um feixe luminoso paralelo por meio da lente.
- Os raios incidentes são refletidos de forma que se encontram num ponto F. Esse ponto é o ponto focal do espelho.
- Repetir a experiência com feixes convergentes e divergentes.
- Resultado: um espelho côncavo age de modo convergente.
- Girar o disco óptico em  $180^\circ$ , de modo que os raios incidentes do espelho convexo sejam refletidos. Executar os passos anteriormente descritos.
- Um espelho convexo age de modo divergente.



## Experiência 5: Lei da refração de Snellius

### 5.1 Aparelhos

- 1 Banco óptico
- 1 Luminária para experiências
- 1 Suporte para objeto sobre vara
- 1 Fenda simples de U17040
- 1 Lente convergente  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Corpos semicirculares de U17128
- 3 Cavaleiros ópticos 75 mm
- 1 Cavaleiro óptico de 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

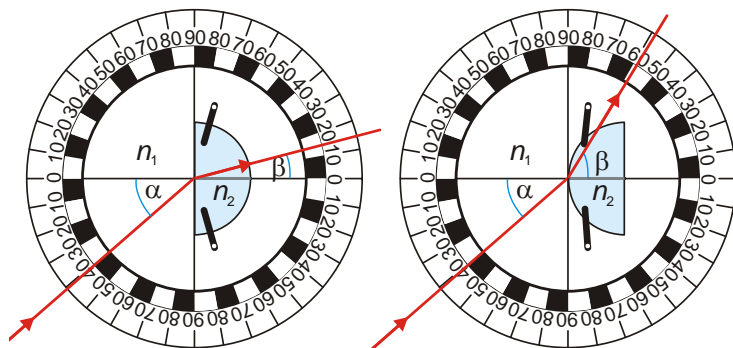
- 1 Transformador U13900

### 5.2 Montagem

- Colocar a luminária para experiências na horizontal, na posição 10 cm.
- O suporte de objeto com fenda simples na horizontal, na posição 20 cm.
- A lente convergente na posição 25 cm.
- O disco óptico com o corpo semiesférico sobre o cavaleiro pequeno a 40 cm.

### 5.3 Execução

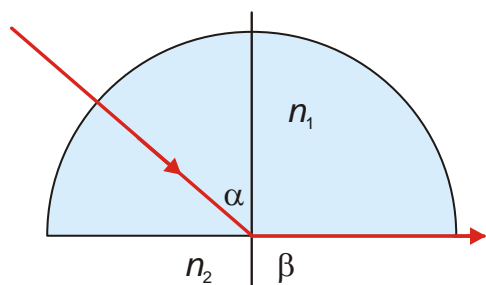
- Fixar os corpos semicirculares no disco óptico na linha de  $90^\circ-90^\circ$  de modo que o lado plano esteja virado para a fonte de luz.
- Ajustar a altura do disco para que o raio luminoso incidente passe pela linha de  $0^\circ$  e incida exatamente no centro do corpo semicircular. O raio luminoso passa então sem refração pela linha de  $0^\circ$ .
- Ao girar o disco, o raio luminoso é refratado em direção ao plano de incidência.
- Girar agora o disco em  $180^\circ$  de modo que o disco convexo esteja virado para a fonte luminosa. O raio luminoso é agora refratado a partir do ângulo de reflexão.



- Quando um raio luminoso passa de um meio com um índice de refração  $n_1$  para um outro meio com o índice de refração  $n_2$  a sua mudança de direção é determinada pela Lei de Snellius:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \text{constant ou } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$$

- $\alpha$  é o ângulo de incidência no meio  $n_1$  e  $\beta$  é o ângulo de refração no meio  $n_2$ .
- Quanto maior o ângulo de incidência, maior o ângulo de refração. Se temos  $n_1 < n_2$ , existe um ângulo crítico  $a$ . O raio refratado encontra-se então na superfície limite entre dois meios. Se o ângulo de incidência for maior que o ângulo crítico, então não há mais refração e a integridade da luz é refletida. Neste caso, fala-se então de reflexão total.



### Experiência 6: Refração numa placa plano paralela

#### 6.1 Aparelhos

- 1 Banco óptico
- 1 Luminária para experiências
- 1 Suporte para objeto sobre vara
- 1 Fenda simples de U17040
- 1 Lente convergente  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Corpo trapezóide U17128
- 3 Cavaleiros ópticos 75 mm
- 1 Cavaleiro óptico de 30 mm

#### Adicionalmente se requiere:

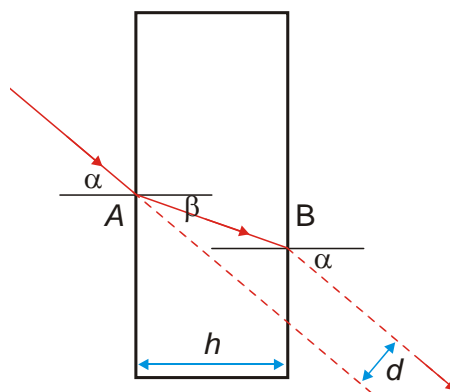
- 1 Transformador U13900

#### 6.2 Montagem

- Colocar a luminária para experiências na horizontal, na posição 5 cm.
- O suporte de objeto com fenda simples na horizontal, na posição 20 cm.
- A lente convergente na posição 25 cm.
- O disco óptico com o corpo trapezóide sobre o cavaleiro pequeno a 40 cm.

### 6.3 Execução

- Fixar o corpo trapezóide no disco na linha de  $90^\circ$ - $90^\circ$  de modo que o lado mais longo esteja virado para a fonte luminosa. A parte mediana do corpo trapezóide age como uma placa plano paralela.
- Ajustar a altura do disco de modo que o raio incidente passe pela linha de  $0^\circ$  e que ele não seja refratado pelo corpo trapezóide.
- Girar o disco de forma que o raio seja refratado.
- A direção do raio não é alterada ao fazê-lo.
- O raio refletido está deslocado num valor  $d$ . No caso de uma espessura de placa  $h$ , resulta para  $d$ :  $d = h \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$



### Experiência 7: Refração num prisma

#### 7.1 Aparelhos

- 1 Banco óptico
- 1 Luminária para experiências
- 1 Suporte para objeto sobre vara
- 1 Fenda simples de U17040
- 1 Lente convergente  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Corpo trapezóide U17128
- 1 Prisma retangular de U17128
- 3 Cavaleiros ópticos 75 mm
- 1 Cavaleiro óptico de 30 mm

#### Adicionalmente se requiere:

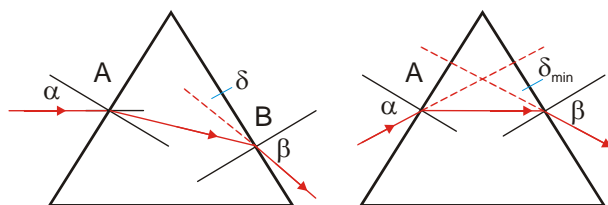
- 1 Transformador U13900

## 7.2 Montagem

- Colocar a luminária para experiências na horizontal, na posição 5 cm.
- O suporte de objeto com fenda simples na horizontal, na posição 20 cm.
- A lente convergente na posição 25 cm.
- O disco óptico com o corpo trapezóide sobre o cavaleiro pequeno a 40 cm.

## 7.3 Execução

- Fixar o corpo trapezóide no disco óptico na linha 90°-90°, de modo que o ângulo agudo aponte para cima.
- Ajustar a altura do disco de modo que o raio incidente passe pela linha de 0°.
- Após girar o disco, o raio luminoso incide na parte superior do corpo trapezóide, o qual então passa a agir como um prisma.
- Um raio luminoso incidente no ponto A e refratado em direção ao plano de incidência num prisma de acrílico. No ponto de saída do raio B ocorre a refração contra o plano de incidência. A soma de todos os ângulos de refração é o ângulo de desvio  $\delta$ . É o ângulo formado pelo raio incidente e o raio de saída.
- Pode ser mostrado que o ângulo de incidência  $\alpha$  é igual ao ângulo de saída  $\beta$  no caso de um ângulo mínimo de desvio  $\delta_{\min}$ . O raio refratado segue um percurso no prisma paralelo ao lado que não foi atravessado pela luz.



## Experiência 8: Prisma de inversão

### 8.1 Aparelhos

- 1 Banco óptico
- 1 Luminária para experiências
- 1 Suporte para objeto sobre vara
- 1 Fenda simples e quádrupla de U17040
- 1 Lente convergente  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Prisma retangular de U17128
- 3 Cavaleiros ópticos 75 mm
- 1 Cavaleiro óptico de 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

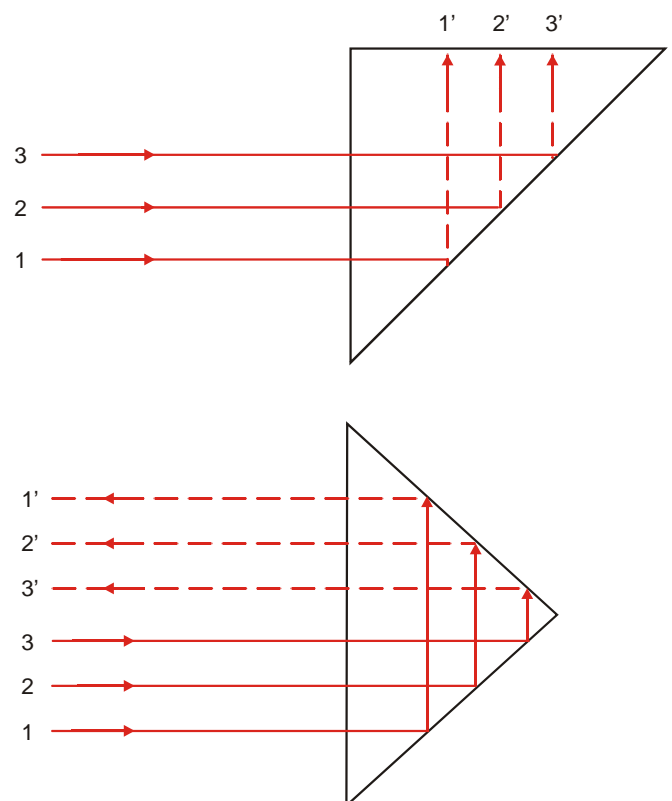
- 1 Transformador U13900

## 8.2 Montagem

- Colocar a luminária para experiências na horizontal, na posição 5 cm.
- O suporte de objeto com fenda simples ou quádrupla na horizontal, na posição 20 cm.
- A lente convergente na posição 25 cm.
- O disco óptico com o prisma retangular sobre o cavaleiro pequeno a 40 cm.

## 8.3 Execução

- Fixar o prisma triangular sobre o disco óptico na linha de 90°-90°, de modo que o ângulo reto se apoie na linha de 0° e esteja voltado para a fonte luminosa.
- Ajustar a altura do disco de modo que o raio incidente passe pela linha de 0°.
- Girando o disco pode-se observar todos os fenômenos anteriormente descritos.
- No caso de um ângulo específico (ângulo limite), o raio é totalmente refletido.
- Graças à fenda quádrupla pode ser mostrado que os raios são refletidos invertidos.



## Experiência 9: Lentes côncavas e convexas

### 9.1 Aparelhos

- 1 Banco óptico
- 1 Luminária para experiências
- 1 Suporte para objeto sobre vara
- 1 Fenda quántupla de U17040
- 1 Lente convergente  $f = +150$  mm
- 1 Disco óptico
- 1 Lentes de U17128
- 3 Cavaleiros ópticos 75 mm
- 1 Cavaleiro óptico de 30 mm

### Adicionalmente se requiere:

- 1 Transformador U13900

### 9.2 Montagem

- Colocar a luminária para experiências na horizontal, na posição 10 cm.
- O suporte de objeto com fenda quántupla na horizontal, na posição 22 cm.
- A lente convergente na posição 27 cm.
- O disco óptico com lente sobre o cavaleiro pequeno.

### 9.3 Execução

- Colocar a lente convexa no centro do disco óptico.
- Ajustar a altura do disco de modo que o raio luminoso do meio passe pela linha de  $0^\circ$ .
- Uma lente convexa é uma lente convergente. Os raios luminosos se encontram no ponto focal  $F$  após atravessar a lente.
- Repetir a experiência com a lente côncava.
- Os raios luminosos são divergentes após atravessar a lente. Eles não reproduzem um objeto. Quando prolongados para trás, estes se encontram no ponto focal virtual  $F'$ .

