

01/89 -Kp-

**Gebrauchsanweisung
Instruction Sheet**

471 04

**Fresnel-Spiegel auf Platte
Fresnel's mirror on backing plate**

Mit Hilfe des Fresnel-Spiegels lassen sich Interferenzstreifen zur Bestätigung der Wellentheorie des Lichtes beobachten. Quantitativ können die Wellenlänge des benutzten Lichtes und der Neigungswinkel der beiden Spiegelebenen des Fresnelspiegels zueinander bestimmt werden. Der Versuch läßt sich sowohl in der Demonstration als auch im Praktikum schnell und einfach aufbauen und justieren.

Die Interferenzstreifen entstehen durch die Reflexion des Lichtes einer näherungsweise punktförmigen Lichtquelle A an den beiden leicht zueinander geneigten Spiegeln. Von den so entstehenden virtuellen Lichtquellen A' gehen kohärente Wellen aus (Fig. 1).

Fresnel's mirrors can be used to observe interference fringes which confirm the wave theory of light. It is possible to determine quantitatively the wavelength of the light source and the angle of incidence between the two planes of the Fresnel's mirrors. This experiment can be set up and adjusted quickly and easily, either for demonstration purposes or for use in student labs.

The interference fringes are created when the light generated by source A (can be regarded as point source) is reflected from the two mirrors, the one being raised slightly from the plane to form a shallow angle. Coherent waves are propagated from the two virtual sources of light thus simulated (Fig. 1).

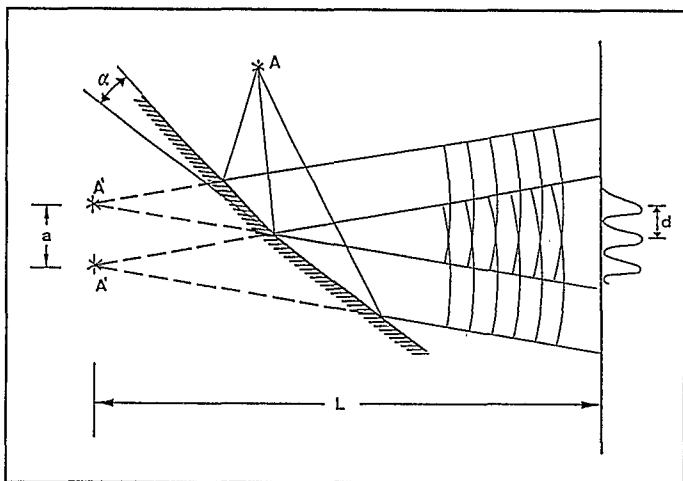


Fig. 1
Schematische Darstellung des Strahlengangs beim Fresnelschen Spiegelversuch

Fig. 1
Schematic representation of the light propagation in the experiment with Fresnel's mirrors

Für den Abstand d zweier benachbarter Maxima bzw. Minima gilt für große Entfernungen L (s. Fig. 2) :

$$\frac{d}{L} = \frac{\lambda}{a} \quad \text{oder} \quad \lambda = \frac{a \cdot d}{L}$$

mit
d : Abstand zweier benachbarter Maxima (oder Minima)
L : Abstand Lichtquellen - Beobachtungsebene
 λ : Wellenlänge des Lichtes
a : Abstand der beiden virtuellen Lichtquellen.

At large distances L (see Fig. 2), the following formula can be used to calculate the spacing between two adjacent maxima (crests) or minima (valleys).

$$\frac{d}{L} = \frac{\lambda}{a} \quad \lambda = \frac{a \cdot d}{L}$$

whereby
d: distance between two adjacent maxima (or minima)
L: distance between light sources and projection plane
 λ : wavelength of the light
a: distance between the two virtual light sources

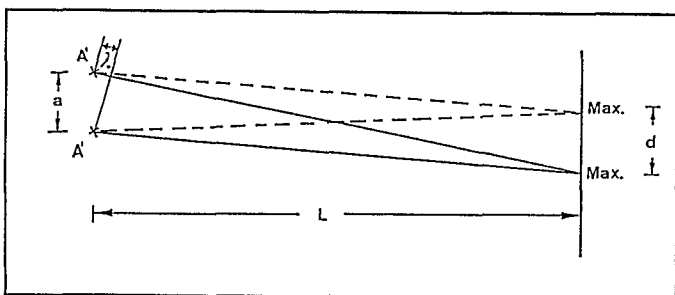


Fig. 2
Zur Herleitung von $\lambda = \frac{a \cdot d}{L}$

Fig. 2
Derivation of $\lambda = \frac{a \cdot d}{L}$

Der Abstand a der beiden virtuellen Lichtquellen wird durch einen einfachen optischen Aufbau bestimmt. Dazu werden mit einer Linse die beiden virtuellen Lichtquellen auf einem Beobachtungsschirm scharf abgebildet (Fig. 3.):

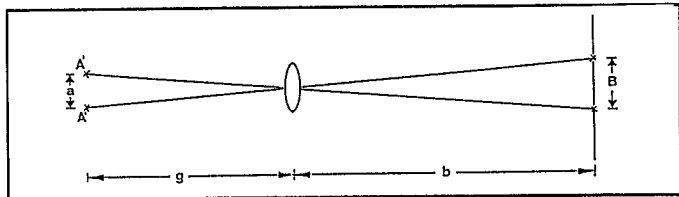
$$\text{Es gilt dann } \frac{a}{g} = \frac{B}{b} \quad \text{oder} \quad a = \frac{B \cdot g}{b}$$

mit

g : Abstand Linse - Lichtquellen

b : Abstand Linse - Beobachtungsschirm

B : Abstand der beiden abgebildeten Lichtquellen



Für den Neigungswinkel α der beiden Spiegel zueinander gilt (s. z.B. Bergmann/Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Optik)

$$\alpha = \frac{a}{2 \cdot R} \quad \text{oder} \quad \alpha = \frac{\lambda \cdot L}{2 \cdot R \cdot d}$$

mit

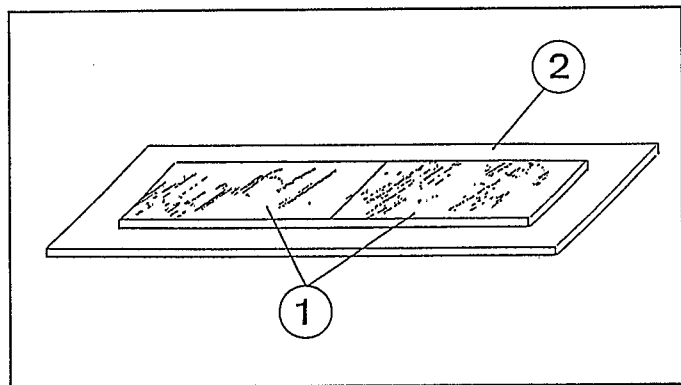
α : Neigungswinkel der beiden Spiegel im Bogenmaß

R : Abstand Lichtquelle (Beleuchtungsspalt) - Fresnel-Spiegel

Bei bekanntem Neigungswinkel kann die Wellenlänge ohne Bestimmung des Abstandes a der beiden virtuellen Lichtquellen (s.o.) bestimmt werden:

$$\lambda = \frac{2 \cdot \alpha \cdot R \cdot d}{L}$$

1 Beschreibung und technische Daten



Zwei gegeneinander geneigte Spiegel ①, auf Metallplatte ② aufgeklebt.

Abmessungen der Einzelspiegel: 30 mm x 40 mm

Neigungswinkel: ca. 10°

Abmessung der Metallplatte: 50 mm x 100 mm

2 Aufbau und Justierung

2.1 Aufbau mit SVN*-Geräten (vorzugsweise für Praktikum geeignet)

zusätzlich erforderlich:

2 Präzisions-Metallschiene, 0,5 m	460 82
6 Klemmreiter	460 95
1 Lampe mit Gehäuse auf Stiel	z.B. 459 03
1 Paar Kabel	z.B. 501 45
1 Spannungsquelle 12V	z.B. 562 73
1 Linse A (f=5 cm)	459 60
1 Einstellbarer Spalt	471 71
1 Halter für Blenden und Dias	459 33
1 Linse H (f=30 cm)	459 64

A simple optical configuration is used to determine distance a between the two virtual light sources. To do this, a lens is used to project the two virtual light sources in sharp focus on an observation screen (Fig. 3):

$$\text{Here either } \frac{a}{g} = \frac{B}{b} \quad \text{or} \quad a = \frac{B \cdot g}{b} \text{ applies,}$$

whereby

g : distance between the lens and the light source

b : distance between the lens and the observation screen

B : distance between the two projected images of the light sources

Fig. 3

Bestimmung des Abstandes a der virtuellen Lichtquellen A' aus der Abbildungsgleichung

Fig. 3

Determining distance a between the two virtual light sources A' on the basis of the equation for the projection

The following formulae are used to determine the included angle α of inclination between the two mirrors (see Bergmann/Schäfer, Lehrbuch der Experimentalphysik, Optik)

$$\alpha = \frac{a}{2 \cdot R} \quad \text{or} \quad \alpha = \frac{\lambda \cdot L}{2 \cdot R \cdot d}$$

whereby

α : angle of inclination between the two mirrors, in radians

R : distance between the light source (slit) and the Fresnel's mirrors

Where the angle of inclination is known, the wavelength can be established without having to determine distance "a" between the two virtual light sources (see above); this is done as follows:

$$\lambda = \frac{2 \cdot \alpha \cdot R \cdot d}{L}$$

1 Description and technical data

Fig. 4

Fresnel-Spiegel auf Platte (47104)

Fig. 4

Fresnel's mirrors on backing plate (471 04)

Two mirrors inclined toward each other ① and glued to a metal plate ②.

Dimensions of the individual mirrors: 30 mm x 40 mm

Angle of inclination: approx. 10°

Dimensions of the metal plate: 50 mm x 100 mm

2 Setup and adjustment

2.1 Setup with STM*- equipment (preferably for student laboratory use)

Additional equipment required:

2 Precision metal rails, 0.5 m	460 82
6 Clamp riders	460 95
1 Lamp with housing, on rod	e.g. 459 03
1 Pair of safety connector leads	e.g. 501 45
1 Transformer 12 V	e.g. 562 73
1 Lens A (f= 5 cm)	459 60
1 Adjustable slit on rod	471 71
1 Diaphragm and slide holder	459 33
1 Lens H (f= 30 cm)	459 64

1 Spiegelkasten	459 17
1 Meßlupe	459 19
1 Rotfilter	aus 467 95
1 Rollbandmaß, 2 m	311 77

Die beiden Schienen gemäß Fig. 5 (zunächst ohne Linse H) mit leichtem Winkel gegeneinander ausrichten, so daß sich der Fresnel-Spiegel im Lichtstrahl ca. 90 cm vom Spalt entfernt befindet. Fresnel-Spiegel so ausrichten, daß die Spiegelbilder des Beleuchtungsspalt im Spiegelkasten ohne Meßlupe sichtbar sind.

Zur Beobachtung der Interferenz-Linien Meßlupe in den Spiegelkasten legen und den Beleuchtungsspalt auf ca. 0,1 mm verkleinern.

Zur Bestimmung des Abstandes der virtuellen Spalte Linse H ($f=30$ cm) so zwischen Fresnel-Spiegel und Spiegelkasten stellen, daß beide Spalte scharf abgebildet sind.

Der Versuch kann im unverdunkelten Raum durchgeführt werden.

2.2 Aufbau mit Demonstrationsgeräten

zusätzlich erforderlich:

1 Tischklemme	z.B.301 07
1 Kleine Optische Bank	460 43
5 Leybold-Muffe	301 01
1 Halogenleuchte 12 V, 50/100 W	450 64
1 Spannungsquelle 12 V, 100 W	z.B.562 75
2 Experimentierkabel	z.B.501 28
1 Verstellbarer Spalt	460 14
1 Prismentisch	460 25
1 Linse in Fassung, $f=200$ mm	460 04
1 Halter mit Federklammern	460 22
1 Monochromatisches Lichtfilter	z.B.468 09
1 Sockel	z.B.300 11
1 Durchscheinender Schirm	441 53
1 Rollbandmaß, 2 m	z.B.311 77
1 Schieblehre	z.B.311 54

Anordnung gemäß Fig. 6 (zunächst ohne die Linse $f=200$ mm) aufbauen. Verstellbaren Spalt horizontal ausrichten, so daß er parallel zur Lampenwendel und zum Spiegel verläuft. Spaltbreite auf etwa 0,1 mm einstellen. Den Prismentisch so in der Höhe verstellen, daß die Interferenz-Streifen auf dem Schirm zu beobachten sind.

Zur Bestimmung des Abstandes der virtuellen Lichtquellen die Linse ($f=200$ mm) so positionieren, daß ein scharfes Bild der beiden Lichtquellen zu beobachten ist; ihren Abstand B zweckmäßigerweise mit einer Schieblehre ausmessen.

Versuch im abgedunkelten Raum durchführen.

*Schülerversuche Naturwissenschaften

Fig. 5 Aufbau mit SVN-Geräten

1 Mirror box with stand rod	459 17
1 Measuring magnifier	459 19
1 Red filter	from 467 95
1 Steel tape measure, 2 m	311 77

The two rails (initially without lens H) are to be set up as shown in Fig. 5, at a slight angle one to the other, so that the Fresnel's mirrors are positioned in the beam of light, about 90 cm from the slit. Adjust the Fresnel's mirrors so that the reflected images of the slit can be seen in the mirror box without using the measuring magnifier.

To observe the interference fringes, lay the measuring magnifier in the mirror box and reduce the size of the slit to about 0.1 mm.

To determine the distance between the virtual slits, position lens H ($f=30$ cm) between the Fresnel's mirrors and the mirror box in such a way that both slits are in sharp focus.

This experiment can be conducted in normal room light.

2.2 Setup with demonstration equipment

Additional equipment required:

1 Simple bench clamp	e.g. 301 07
1 Small optical bench	460 43
5 Leybold multi-clamps	301 01
1 Halogen lamp, 12 V, 50/100 W	450 64
1 Transformer, 12 V, 100 W	e.g. 562 75
2 Connecting leads	e.g. 501 28
1 Adjustable slit	460 14
1 Prism table with holder	460 25
1 Lens with holder, $f=200$ mm	460 04
1 Holder with spring clips	460 22
1 Monochromatic filter	e.g. 468 09
1 Saddle base	e.g. 300 11
1 Translucent screen	441 53
1 Steel tape measure, 2 m	e.g. 311 77
1 Precision vernier calipers	e.g. 311 54

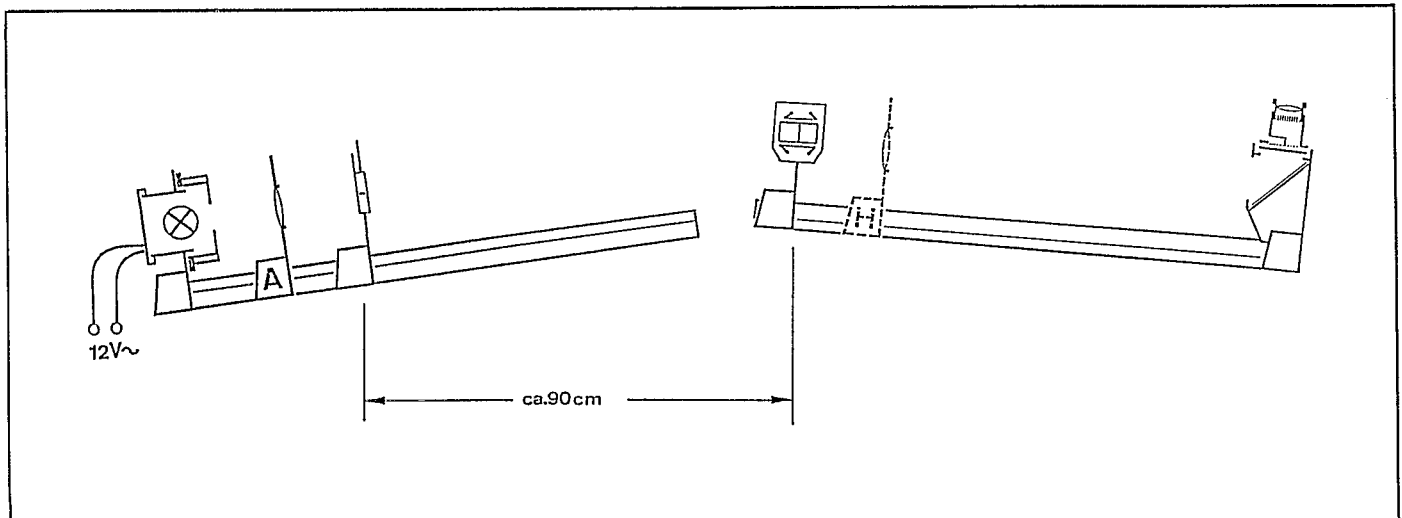
Set up the configuration as shown in Fig. 6 (initially without the $f=200$ mm lens). Set the adjustable slit horizontally, so that it is parallel to both the lamp filament and the mirror. Set the width of slit at about 0.1 mm. Adjust the height of the prism table so that the interference fringes are seen on the screen.

In order to determine the distance between the virtual light sources position the lens ($f=200$ mm) so that a sharp image of both light sources may be observed; the distance B between them can then be measured using the vernier calipers.

Conduct this experiment in a darkened room.

* Science Teaching Modules

Fig.5 Configuration with STM equipment



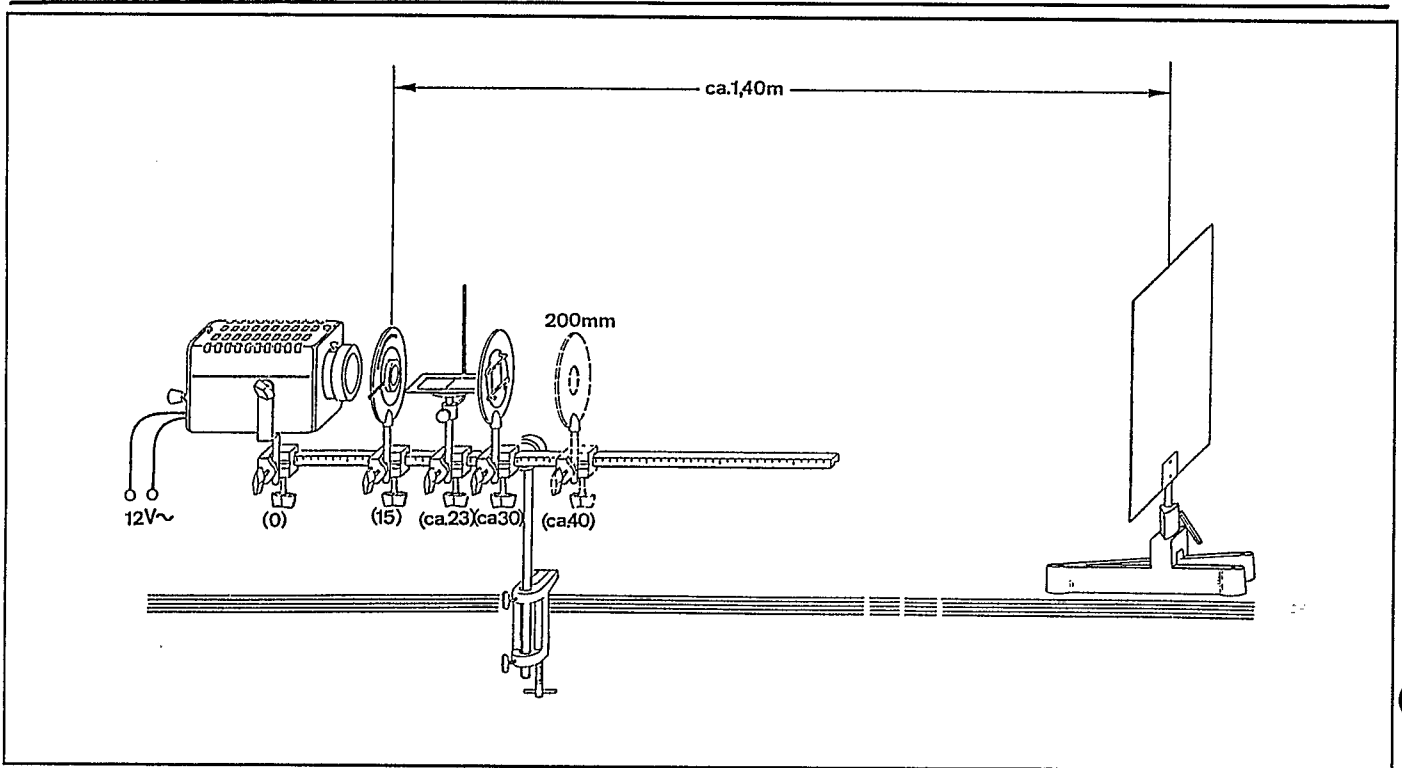


Fig. 6
Aufbau mit Demonstrationsgeräten

Fig 6
Configuration with demonstration equipment

3 Meßbeispiele

3 Measurement examples

	SVN- Aufbau mit Rotfilter	Demonstrationsaufbau mit monochromatischem Lichtfilter
Bestimmung des Abstandes $a = \frac{B \cdot g}{b}$		
g	990 mm	245 mm
b	390 mm	1130 mm
B	2,1 m	2,3 m
a	5,33 m	0,5 m
Bestimmung der Wellenlänge $\lambda = \frac{a \cdot d}{L}$		
d	0,16 mm	1,45 mm
L	1380 mm	1375 mm
λ	618 nm	527 nm
Bestimmung des Neigungswinkels $\alpha = \frac{a}{2 \cdot R}$		
R	890 mm	85 mm
α	0,0030 bzw. 10'18"	0,0029 bzw. 10'7"
Bestimmung der Wellenlänge $\lambda = \frac{2 \alpha \cdot R \cdot d}{L}$ mit $\alpha = 0,003$		
λ	619 nm	538 nm

	STM configuration with red filter	Demonstration configuration with monochromatic filter (468 09)
Determining the distance $a = \frac{B \cdot g}{b}$		
g	990 mm	245 mm
b	390 mm	1130 mm
B	2.1 mm	2.3 mm
a	5.33 mm	0.5 mm
Determining the wavelength $\lambda = \frac{a \cdot d}{L}$		
d	0.16 mm	1.45 mm
L	1380 mm	1375 mm
λ	618 nm	527 nm
Determining the angle of inclination $\alpha = \frac{a}{2 \cdot R}$		
R	890 mm	85 mm
α	0.0030 or 10'18"	0.0029 or 10'7"
Determining the wavelength $\lambda = \frac{2 \alpha \cdot R \cdot d}{L}$ where $\alpha = 0.003$		
λ	619 nm	538 nm