

Mechanik - Die schiefe Ebene -

Aufgabe:

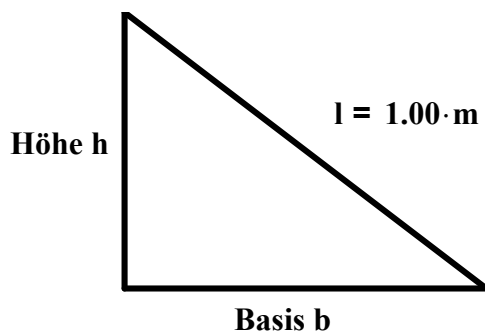
Auf der schiefen Ebene befindet sich ein Körper mit der Masse von $m = 0,800 \text{ kg}$. Die schiefe Ebene hat die konstante Länge $l = 1,00 \text{ m}$. Die Höhe kann von 10 cm bis 90 cm in Schritten von 10 cm vergrößert werden. Bei der Veränderung der Höhe h verändert sich auch immer die Basis b der schiefen Ebene.

a) Ermitteln Sie mit Hilfe der Kraftmesser bei verschiedenen Höhen h den jeweiligen Betrag der Hangabtriebskraft F_H und der Normalkraft F_N .

Berechnen Sie außerdem für jede Höhe h die Länge der Basis b der schiefen Ebene.

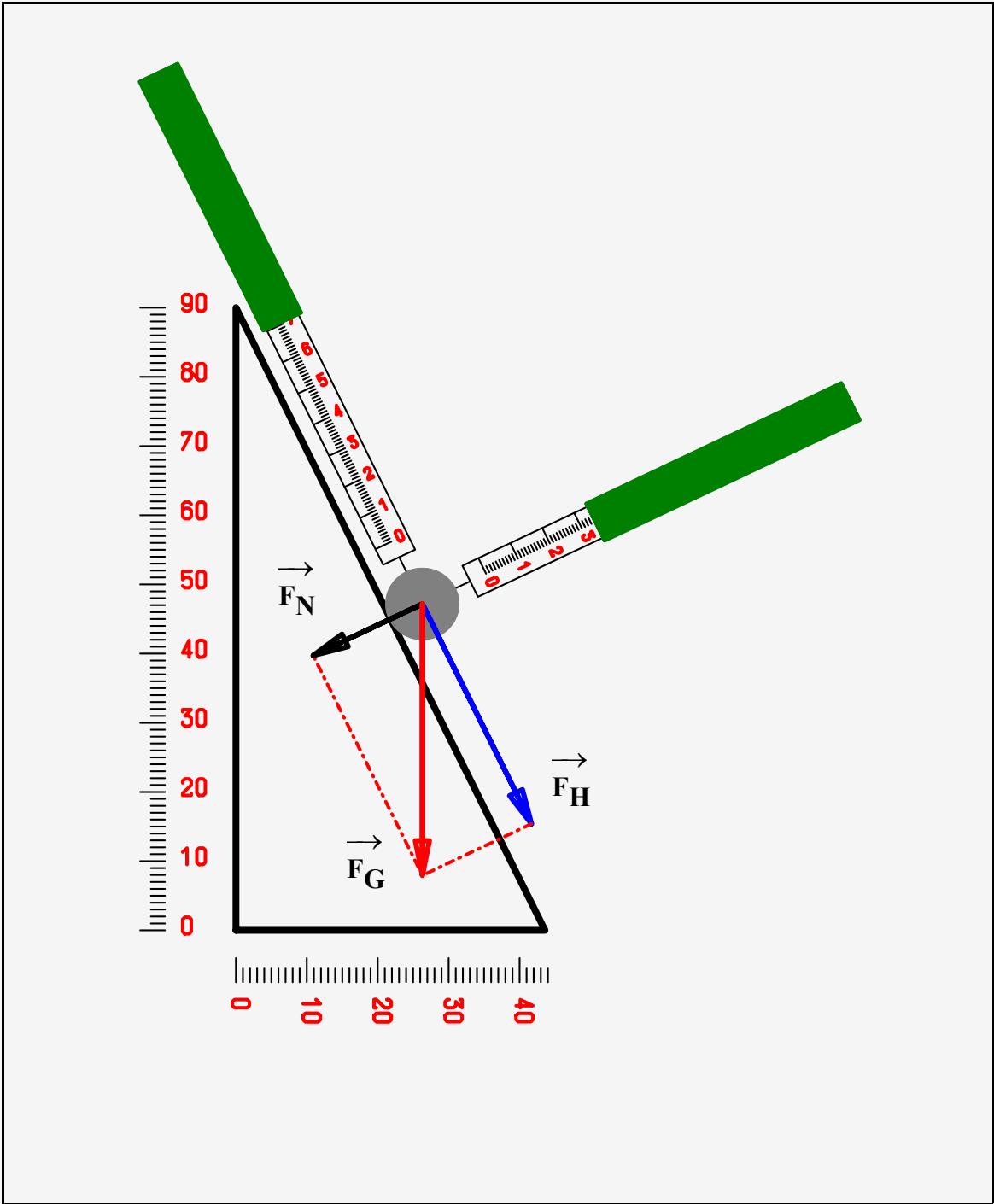
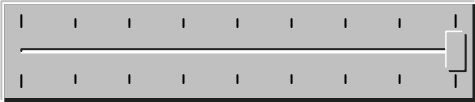
$$b = \sqrt{l^2 - h^2}$$

b) Untersuchen Sie rechnerisch, von welchen Größen die Beträge der Hangabtriebskraft F_H und der Normalkraft F_N abhängen.



Archimedes, griechischer Mathematiker, Physiker und Ingenieur, lebte etwa von 287 v. Chr. bis 212 v. Chr. Er konstruierte die **Archimedische Schraube** (Schneckenpumpe). Das ist eine geneigte Förderanlage, bei der Flüssigkeiten oder Schüttgüter durch rotierende Spindel­flächen in Achsrichtung entgegen der Schwerkraft befördert werden.

Veränderung der Höhe:



Teilaufgabe a)

	"Nr."	"h in m"	"l in m"	"b in m"	"FG in N"
MW =	1	0.1	1	0.99	7.85
	2	0.2	1	0.98	7.85
	3	0.3	1	0.95	7.85
	4	0.4	1	0.92	7.85
	5	0.5	1	0.87	7.85
	6	0.6	1	0.8	7.85
	7	0.7	1	0.71	7.85
	8	0.8	1	0.6	7.85
	9	0.9	1	0.44	...

Teilaufgabe b)

	"FH/FG"	"Neigung h/l"	"FN/FG"	"b/l"
Auswerten =	0.10	0.10	0.99	0.99
	0.20	0.20	0.98	0.98
	0.30	0.30	0.95	0.95
	0.40	0.40	0.92	0.92
	0.50	0.50	0.87	0.87
	0.60	0.60	0.80	0.80
	0.70	0.70	0.71	0.71
	0.80	0.80	0.60	0.60
	0.90	0.90	0.44	0.44

Ergebnis:

Hangabtrieb: $\frac{F_H}{F_G} = \frac{h}{l}$ bzw: $F_H = \frac{h}{l} \cdot F_G$

Normalkraft: $\frac{F_N}{F_G} = \frac{b}{l}$ bzw: $F_N = \frac{b}{l} \cdot F_G$

Anwendung:

Da das Verhältnis der Höhe h zur Länge l der schiefen Ebene immer kleiner als 1 ist, kann man über die schiefe Ebene die Zugkraft, die zum Verschieben einer Last nötig ist beliebig verkleinern. Lastenaufzug, Rampe, usw.

Mechanik - Der Flaschenzug -

Theorie:

Ein Flaschenzug ist eine einfache Maschine, die den Betrag der aufzubringenden Kraft verringert. Er besteht aus festen (hier die zwei oberen) und losen (hier die zwei unteren) Rollen und einem Seil. Gegeben ist also ein Flaschenzug mit vier Rollen. Die Rollen können sehr unterschiedlich angeordnet sein.

→

Die Zugkraft F_Z verteilt sich jedoch immer auf die Anzahl der tragenden Seile.

→

Die Gewichtskraft F_G der Masse m wird gleichmäßig auf alle n Verbindungen zwischen den unteren und oberen Rollen, also den tragenden Seilen verteilt und es gilt für den sogenannten "Faktorenflaschenzug":

$$F_Z = \frac{F_G}{n} = \frac{m \cdot g}{n}$$

Die Last muss also um eine längere Strecke x bewegt werden, um die gleiche Höhenänderung h zu erreichen:

$$x = n \cdot h$$

Aufgabe:

Wählen Sie mit dem Schieberegler verschiedene Hubhöhen und zeigen Sie, dass die dazu nötige Energie von n unabhängig ist.

Lösung:

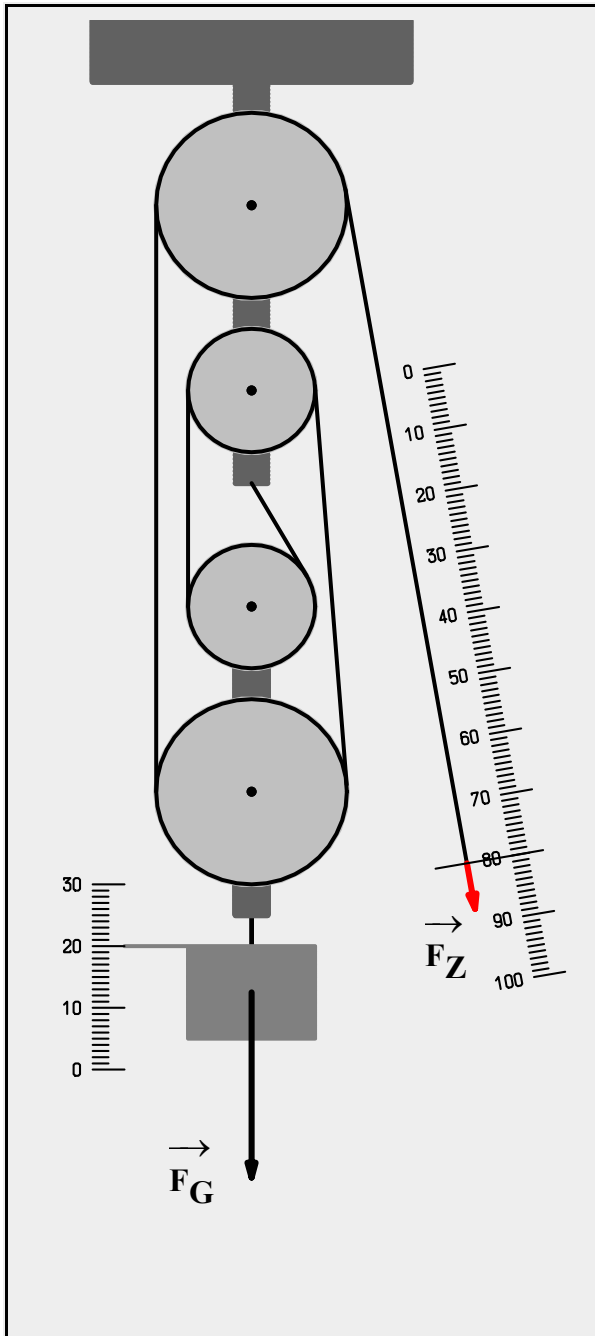
Es gilt: **Energie = Kraft · Weg**

Einsetzen: $E = F_Z \cdot x = \frac{F_G}{n} \cdot n \cdot h = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$

Wählen Sie die Hubhöhe:



▢ Darstellung



- F_G : Gewichtskraft in N**
- F_Z : Zugkraft in N**
- h : Hubhöhe in cm**
- x : Zuglänge in cm**

Messwerte =

" F_G in N "	" h in cm "	" F_Z in N "	" x in cm "
6000	0	1500	0
6000	5	1500	20
6000	10	1500	40
6000	15	1500	60
6000	20	1500	80

Auswertung:

Berechnen Sie jeweils die der Hub- und Zugarbeit:

$$W_{\text{Hub}} = F_G \cdot h \quad W_{\text{Zug}} = F_Z \cdot x$$

Auswertung =

" WHub in J"	"WZug in J"
0	0
300	300
600	600
900	900
1200	1200

Ergebnis:

Das Produkt aus Gewichtskraft F_G und Hubhöhe h ist ebenso groß wie das Produkt aus Zugkraft F_Z und dem Weg x . Die Arbeit bleibt konstant.

Optik - Reflexion - Nachweis des Reflexionsgesetzes -

Theorie:

Das Reflexionsgesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen der Richtung des einfallenden Strahls, des reflektierten Strahls und der Lage des Spiegels. Als Hilfsmittel dient dabei das sogenannte Einfallslot (= Senkrechte, die auf der Spiegeloberfläche im Auftreffpunkt des einfallenden Strahles errichtet wird).

Das Reflexionsgesetz lautet:

- Der einfallende Strahl und der reflektierte Strahl liegen in einer Ebene.
- Der Einfallswinkel ist genauso groß wie der Reflexionswinkel.

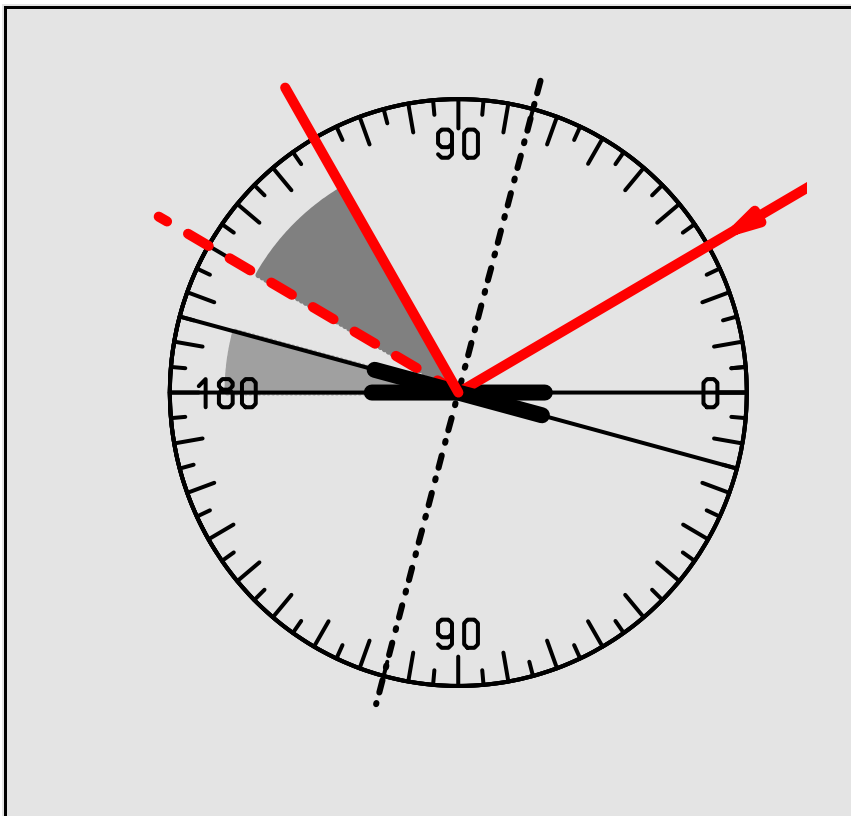
Wird nun der Spiegel um einen Winkel β gedreht, so wird der reflektierte Strahl um den doppelten Winkel, also 2β gedreht.

Mit dem Schieberegler wird der Spiegel um den Winkel β gedreht:



Drehwinkel des Spiegels gegenüber Horizontaler: $\beta = 15 \cdot \text{Grad}$

Drehwinkel des reflektierten Strahls : $\delta = 30 \cdot \text{Grad}$



Erklärung:

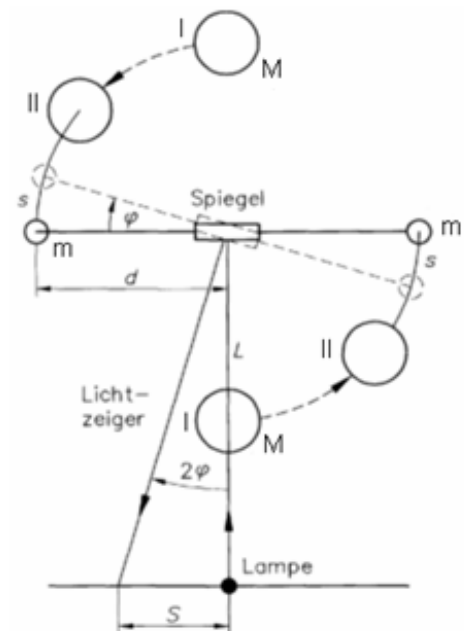
Der Winkel zwischen dem einfallenden Strahl und dem Lot sei zu Beginn α .
Nach dem Reflexionsgesetz beträgt der Winkel zwischen dem einfallenden und reflektierten Strahl $2 \cdot \alpha$.

Wird der Spiegel um den Winkel β im Uhrzeigersinn gedreht, so wird auch das Lot um den Winkel β gedreht. Der Winkel zwischen einfallendem Strahl und dem Lot beträgt jetzt $\alpha - \beta$, also ist der Winkel zwischen einfallendem und reflektiertem Strahl jetzt $2 \cdot \alpha - 2 \cdot \beta$.

Während der Spiegel um den Winkel β gedreht wurde, wurde der reflektierte Strahl um den Winkel $2 \cdot \beta$, also doppelt so stark gedreht.

Anwendung:

Nachweis sehr kleiner Drehwinkel, z. B. bei der Bestimmung der Gravitationskonstanten G mit Hilfe einer Torsionsdrehwaage.



Versuch:

Ein an einem dünnen Draht befestigter Stab trägt an seinen Enden zwei kleine Bleikugeln der Masse m . Zwei große Bleikugeln der Masse M werden aus der Position I in die Position II zu den kleinen Kugeln geschwenkt. Über einen Lichtzeiger (hier grüner Laserstrahl) kann die beschleunigte Bewegung der kleinen Kugeln vergrößert beobachtet werden.

Aus der Projektion S kann auf den Weg s der kleinen Kugeln geschlossen werden.

Optik - Brechung - Strahlenverlauf an planparallelen Platten -

Theorie:

Schaut man schräg durch eine ebene Glasplatte (planparallele Platte) auf einen darunterliegenden Gegenstand, so sieht man diesen verschoben, und zwar umso stärker, je schräger man auf den Gegenstand unter der planparallelen Platte blickt. Da das Licht auf dem Weg zum Auge zwei Grenzflächen Luft → Glas und Glas → Luft passiert, wird es zweimal gebrochen: "Doppelbrechung"



Aufgabe:

Wählen Sie das Material n und die Dicke d der planparallelen Platten. Das einfallende Lichtbündel wird nacheinander auf die Einfallswinkel $\alpha \in \{10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, \dots, 80^\circ\}$ eingestellt.

- a) Lesen Sie den zugehörigen Brechungswinkel β ab.
- b) Ermitteln Sie den Einfluss der Dicke d der Platte
- c) Bestimmen Sie den Grenzwinkel der Totalreflexion.

Auswahl Medium:

Quarzglas
Plexiglas
Kronglas
Quarz
Polycarbonat (PC) Kunststoff
Polystrol (PS) (Kunststoff)
Fensterglas

Material: Art = "Quarzglas"

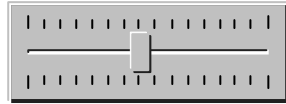
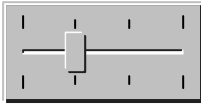
Brechungsindex: $n = 1.46$

Einfallswinkel auswählen:

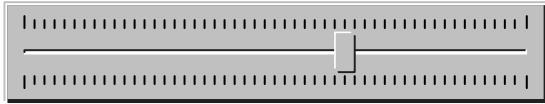
Um den Übergang von der Brechung zur Totalreflexion besser verfolgen zu können, nähert man sich zuerst mit dem linken Schieberegler diesem Übergang an.

Dann kann man mit dem rechten Schieberegler in kleinen Schritten diesen Übergang vollziehen.

Plattendicke in cm: Grobe Auswahl:

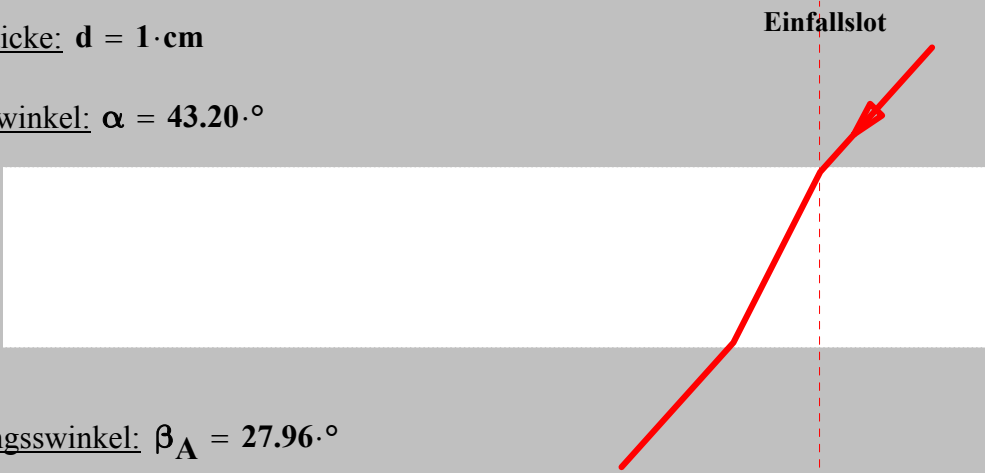


Feine Auswahl in der Nähe der Totalreflexion:



Plattendicke: $d = 1 \cdot \text{cm}$

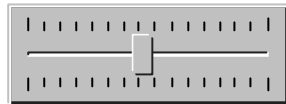
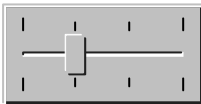
Einfallswinkel: $\alpha = 43.20^\circ$



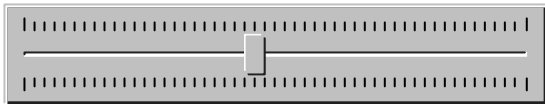
Brechungswinkel: $\beta_A = 27.96^\circ$

Berechneter Winkel der Totalreflexion: $\alpha_{\text{Grenz}} = 43.23^\circ$

Plattendicke in cm: Grobe Auswahl:

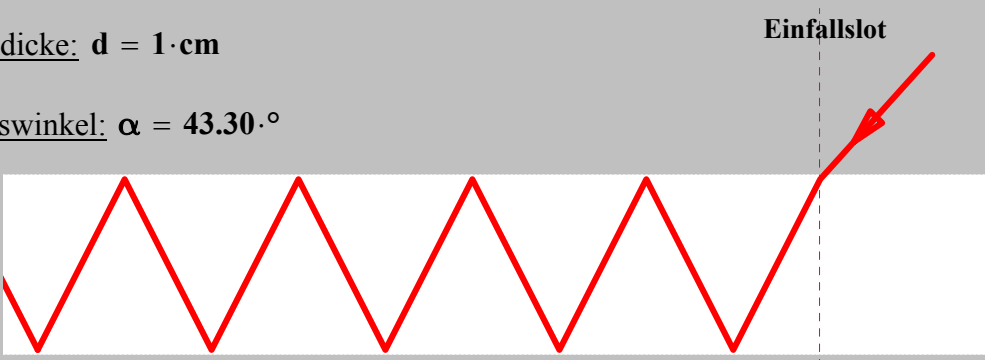


Feine Auswahl in der Nähe der Totalreflexion:



Plattendicke: $d = 1 \cdot \text{cm}$

Einfallswinkel: $\alpha = 43.30^\circ$



Brechungswinkel: $\beta_A = \text{"keiner"}^\circ$

Berechneter Winkel der Totalreflexion: $\alpha_{\text{Grenz}} = 43.23^\circ$

Ergebnis:

1. Das Maß der Parallelverschiebung ist proportional zur der Plattendicke, der Brechzahl und dem Einfallswinkel.
2. Das Lichtbündel wird durch zweimalige Brechung (1. Übergang Luft in Glas Brechung zum Lot hin, 2. Übergang Glas in Luft Brechung vom Lot weg) parallel zu sich selbst verschoben.
3. Trifft der Lichtstrahl unter einem Winkel $\alpha \geq \alpha_{\text{total}}$ auf die obere Grenzfläche, so wird er an der unteren Grenzfläche total reflektiert.
Der Lichtstrahl wird dann mehrfach innerhalb der Platte jeweils total reflektiert und "von einem Ende zum anderen transportiert".

Anwendungen:

- zu 1. Betrachtet man einen Gegenstand schräg durch eine Glasplatte hindurch, so erscheint er verschoben.
- zu 2. Geht Licht von Luft in Wasser über, so scheinen Objekte im Wasser näher der Oberfläche zu sein. Die Wassertiefe wird unterschätzt.
- zu 3. Glasfaseroptik, Lichtleiterlampen

Modellversuch



Optik - Brechung

- Strahlenverlauf am Prisma, monochromatischer Strahl -

Theorie:

Ein Prisma ist ein Körper, der zwei nicht planparallele Oberflächen und die Form eines Keils besitzt.

Ein monochromatischer Lichtstrahl (Licht einer Farbe) tritt an einer Seite in das Prisma ein und wird beim Durchgang durch das Prisma an den Grenzflächen Luft → Glas und Glas → Luft zweimal gebrochen und somit aus der ursprünglichen Richtung abgelenkt.



Aufgabe:

- a) Wählen Sie das Material n für das Prisma aus und stellen Sie den festen Prismenwinkel $\gamma = 60^\circ$ ein.
Das einfallende Lichtbündel wird nacheinander auf die Einfallswinkel $\alpha \in \{10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, \dots, 80^\circ\}$ eingestellt.
Messen Sie den jeweiligen Brechungswinkel.
- b) Wählen Sie den Prismenwinkel $\gamma = 45^\circ$ und den Einfallswinkel $\alpha = 65^\circ$ aus.
Das Material n des Prismas wird verändert. Messen Sie den jeweiligen Brechungswinkel.
- c) Wählen Sie das Material und den Einfallswinkel fest aus.
Der Prismenwinkel $\gamma \in \{45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ\}$ wird nacheinander verändert.
Messen Sie den jeweiligen Brechungswinkel.

Auswahl Medium:

Quarzglas

Plexiglas

Kronglas

Quarz

Polycarbonat (PC) Kunststoff

Polystrol (PS) (Kunststoff)

Fensterglas

Rubin

Zirkon (Edelstein)

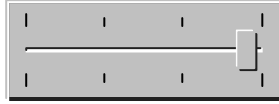
Diamant

Ausgabe:

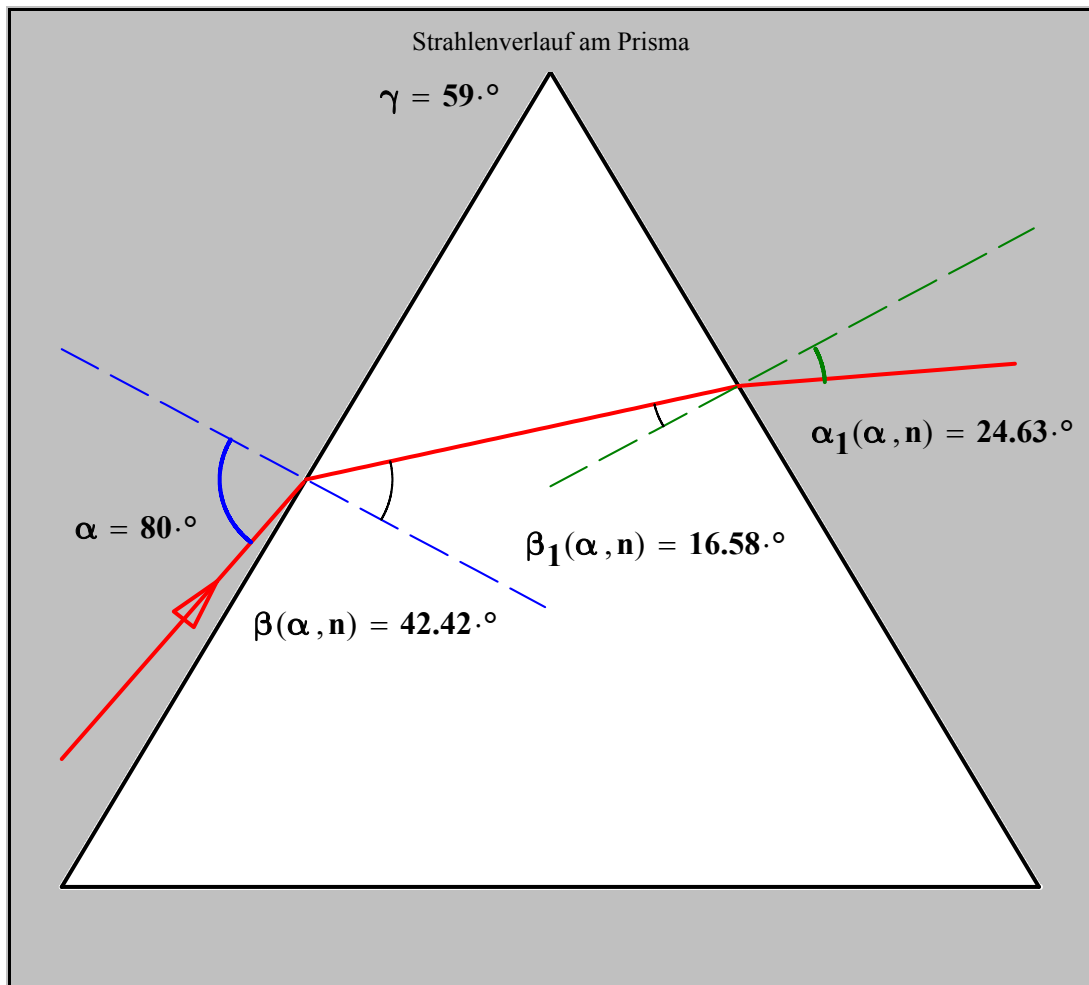
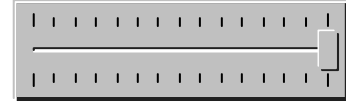
Material: Art = "Quarzglas"

Brechungsindex Luft → dichtes Medium $n = 1.46$

Prismenwinkel:



Einfallswinkel:



Ergebnis:

- Bei gewähltem Material n und gewähltem Prismenwinkel γ gilt: Je größer der Einfallswinkel α , desto kleiner der Brechungswinkel β .
- Bei gewähltem Prismenwinkel γ und festem Einfallswinkel α gilt: Je größer die Brechzahl n (optisch dichter das Medium) ist, desto stärker ist die brechende Wirkung und desto größer ist der Brechungswinkel β .
- Bei gewähltem Material und festem Einfallswinkel α gilt: Je größer der Prismenwinkel γ ist, desto stärker ist die Ablenkung.

Anwendung:

Abblendbarer Rückspiegel im Auto:

Der Abblendspiegel besteht aus einem keilförmigen Glasprisma, welches auf einen gut reflektierenden (versilberten) Spiegel geklebt ist. Die ganze Anordnung kann mit einem Hebel gekippt werden.

Bildumkehr oder Umlenkung von Strahlen:

Prismen werden in sehr vielen optischen Geräten zur fast verlustfreien Umlenkung von Lichtstrahlen oder zur Bildumkehr benutzt.