XVI. Zwei Modelle zur Erläuterung der Lichtbrechung; von Oskar Emil Meyer.

(Hierzu Taf. V Fig. 6–11.)

Brechung ebener Lichtwellen.

Eine ebene Lichtwelle AB Fig. 6, welche, in der Richtung BC fortschreitend, auf die Trennungsfläche AC zweier Medien auffällt, befindet sich nach der Brechung in der Lage DC und schreitet in der Richtung AD fort, wenn die Längen der gegen die Wellen senkrechten Linien BC und AD in dem durch den Brechungsindex n bestimmten Verhältniss der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten stehen. Aus dieser bekannten Huygens'schen Construction folgt ein einfacher Satz über die Lage des Punktes E , in welchem sich die beiden verlängerten Richtungen AB und DC schneiden. Dieser Punkt bildet die Spitze der beiden Dreiecke AED und CEB , aus deren Aehnlichkeit das Verhältniss:

$$\overline{EC} : \overline{EA} = \overline{BC} : \overline{AD} = n : 1$$

folgt. Beziehen wir nun den mit der Grösse des Einfallswinkels veränderlichen Ort des Punktes E durch rechtwinkelige Coordinaten $x = AG$ und $y = GE$ auf den festen Anfangspunkt A , so ist $\overline{EA}^2 = x^2 + y^2$, und ebenso, wenn wir die als unveränderlich angenommene Entfernung $AC = a$ setzen:

$$\overline{EC}^2 = (x + a)^2 + y^2.$$

Demnach liefert die obige Proportion die Beziehung:

$$(x + a)^2 + y^2 = n^2 x^2 + n^2 y^2,$$

zwischen den Coordinaten x und y des Punktes E oder:

$$\left(x - \frac{a}{n^2 - 1}\right)^2 + y^2 = \left(\frac{na}{n^2 - 1}\right)^2,$$

d. h. der Ort des Punktes E ist ein Kreis, welcher mit dem Radius $na/(n^2 - 1)$ um einen in der Entfernung $a/(n^2 - 1)$ von A gelegenen Punkt F beschrieben ist.

Auf diesem Satze beruht die Einrichtung eines beweglichen Modelles, welches für die Erläuterung des Brechungsgesetzes der Lichtwellen von demselben Nutzen sein kann, wie das auf der Reusch'schen Construction beruhende

Modell von Weinhold¹⁾ für die Lichtstrahlen. Ein Messingstreifen FAC Fig. 7 bezeichnet die Grenze zweier Medien, und zwar denke man sich über demselben Luft, unter demselben Glas, sodass $n = 1,5$ gesetzt werden darf. Dieser Annahme entspricht die Wahl der Entfernungen $FA = 300$ mm, $AC = 375$ mm zwischen den Punkten F , A und C , um welche sich drei Stangen FE , BH und CJ drehen. Von diesen Stangen trägt die 450 mm lange Stange FE an ihrem Ende E zwei Schieber, durch welche die beiden anderen hindurchgesteckt sind. Dadurch werden diese gezwungen, sich bei einer Drehung des Punktes E um F so zu bewegen, wie es das Gesetz der Brechung der Wellen verlangt.

Die Richtung der zugehörigen Lichtstrahlen wird durch Pfeile angedeutet, von welchen drei auf der Schiene AB , drei auf CE angebracht sind. Diese Pfeile sind um ihre Mitte drehbar eingerichtet, damit das Modell auch zur Erläuterung des Ueberganges der Wellen aus einem stärker brechenden Mittel in ein weniger stark brechendes und besonders zur Erklärung der totalen Reflexion benutzt werden könne. Der Punkt, bei welchem die letztere beginnt, wird am Modell dadurch markirt, dass nicht allein AB senkrecht gegen AC , sondern auch EF senkrecht gegen EC steht. (Vgl. die punktierten Linien in Fig. 6). Weiter nach der rechten Seite darf E nicht verschoben werden.

2. Brechung in Linsen.

Die von einem leuchtenden Punkte A Fig. 8 auf eine Convexlinse fallenden Lichtstrahlen vereinigen sich jenseits der Linse in einem Punkte, dessen Lage durch die Formel:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

bestimmt wird, wenn a die Entfernung von A bis zur Mitte C der Linse, ebenso b die Entfernung CB und endlich F die Brennweite, also eine constante Grösse bedeutet. Nennen wir c die Entfernung eines beliebigen Punktes D (oder D') der Linse, durch welchen die beiden Richtungen eines Licht-

1) Weinhold, phys. Demonstrationen. Leipz. 1881. p. 298.

strahles vor und nach der Brechung AD und DC hindurchgehen, so können wir die Gleichung in der Form:

$$\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta = \frac{c}{a} + \frac{c}{b} = \frac{c}{F}$$

darstellen, wo α den Winkel DAC und β den Winkel DBC bezeichnet. Nach dieser Formel lässt sich die Lage des von einem leuchtenden Punkte A entstehenden Bildes B mittelst eines beliebig gewählten, aber fest angenommenen Punktes D so construiren, dass die Summe der beiden Tangenten einen constanten Werth bildet. Noch einfacher lässt sich diese Bedingung aussprechen, wenn wir BD über D hinaus verlängern, DF parallel der Axe AB ziehen und durch einen festen Punkt F in unveränderlicher Entfernung von D eine zweite Linie EG senkrecht zur Axe legen. Dann ist, da $\angle FDG = \alpha$ und $\angle FDE = \beta$ ist, die Bedingung zu erfüllen, dass:

$$\overline{EG} = \overline{EF} + \overline{FG} = \overline{FD} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta) = \frac{c}{F} \overline{FD}$$

constant zu erhalten ist. Wir haben also, um je zwei zusammengehörige Punkte A und B zu finden, die Linien AD und DB um den Punkt D so zu drehen, dass das auf der festen Linie FF' von den Strahlen AD und DB abgeschnittene Stück EG einen constanten Werth beibehält.

Für eine Concavlinse gilt, wie ein Blick auf Fig. 9 lehrt, die letzte Form des Satzes genau ebenso, die vorausgegangenen mit den erforderlichen Aenderungen der Vorzeichen.

Hierauf beruht der Gebrauch, welchen man von dem in Fig. 10 und 11 dargestellten Modell für die Theorie sowohl der Convex- als auch der Concavlinen machen kann. Ein Stativ trägt in D und D' zwei, nach Bedarf verstellbare, Zapfen; um D drehen sich die Stäbe AD und DB , welche die beiden Richtungen eines gebrochenen Lichtstrahles vorstellen, ebenso AD' und $D'B$ um D' . An dem Stativ ist in C eine horizontale und an dieser in H eine verticale Stange befestigt, welche letztere, wie die erwähnten Stäbe in ihrer Mitte der Länge nach aufgeschlitzt ist. In den Schlitzten bewegen sich die an zwei Schiebern EG und $E'G'$ befestigten Stifte E und G , sowie E' und G' ; ebenso bedeutet A

einen auf der horizontalen Stange verschiebbaren Stift, welcher durch die Schlitze der Stäbe greift. Eine Verschiebung dieses Stiftes bewirkt eine Veränderung des Ortes des Punktes *B* nach demselben Gesetze, wie das Bild *B* mit dem leuchtenden Punkte *A* seine Lage ändert.

Handelt es sich um convergirend oder parallel einfalende Lichtstrahlen, so wird der Stift *A* entfernt, ebenso wenn der Gang der Lichtstrahlen, welche ein ausserhalb der optischen Axe liegender Punkt aussendet, zur Anschauung gebracht werden soll.

Kürzlich ist zu denselben Zwecken von Haycraft¹⁾ ein ähnliches Modell angegeben worden, dasselbe gibt aber keine genau richtige Vorstellung von der Sache.

Die beiden beschriebenen Modelle sind vom Mechanicus J. Kleinert in Breslau, Kirchstrasse Nr. 16, ausgeführt worden.

XVII. *Ueber eine Abänderung der Jolly'schen Quecksilberluftpumpe; von F. Narr in München.*

(Hierzu Taf. V Fig. 12 u. 13.)

Die Quecksilberluftpumpe in der Form, die ihr Jolly gegeben hat, zeichnet sich vor allem durch den Umstand aus, dass sie durch eine stärkere Verwendung von Stahltheilen fast ebenso wenig dem Zerschlagen ausgesetzt ist, wie die gewöhnlichen Luftpumpen. Die Verbindung der Glas- theile mit den Stahltheilen geschah bisher durch Siegel- lackkitt, der einige Uebelstände mit sich brachte. Schon in- folge des Auf- und Absteigens des Quecksilbers stiessen sich leicht Partikelchen jenes Kittes ab, und an diese hingen sich, wenn sie auch nicht in die feinen Bohrungen gelangten und diese theilweise verstopften, zum mindesten Luftbläschen an, die nur schwer zu entfernen waren und das erreichbare Vacuum, also auch die Reinheit der Gase, die durch die

1) Haycraft, Nature. 30. p. 543. Zeitschr. f. Instrumentenk. 5. p. 97. 1885. Beibl. 9. p. 167.