

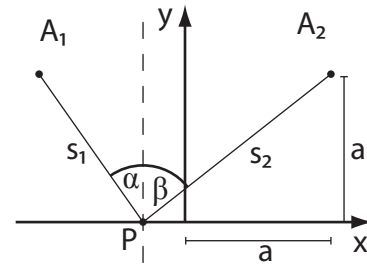


Übungen zu Experimentalphysik I für Biologen

Blatt 13

Aufgabe 1:

Ein Lichtstrahl wird aus Punkt $A_1 = (-a, a)$ emittiert und an einer Oberfläche im Punkt $P = (x, 0)$ reflektiert, so dass er anschließend durch Punkt $A_2 = (a, a)$ läuft (siehe Skizze).



- Die Zeit, die der Lichtstrahl von A_1 nach A_2 braucht, beträgt $t = t_1 + t_2$. Drücken Sie diese Zeitdauer mit Hilfe der Lichtgeschwindigkeit c und den Strecken s_1 und s_2 aus.
- Da s_1 und s_2 unbekannt sind, müssen diese zwei Strecken durch bekannte Größen ersetzt werden. Verwenden Sie dazu die Strecke a und den Satz des Pythagoras (Hinweis: $s_1 = \sqrt{(a-x)^2 + a^2}$).
- Nach dem Fermat'schen Prinzip legt das Licht immer den Weg mit der geringsten Laufzeit zurück. Leiten Sie deshalb die Zeit t nach x ab und setzen Sie das Ergebnis gleich Null, um den Punkt x auf der Oberfläche zu erhalten, in dem das Licht mit der kürzesten Laufzeit reflektiert wird (Ergebnis: $0 = (a+x)/(\sqrt{(x+a)^2 + a^2}) - (a-x)/(\sqrt{(a-x)^2 + a^2})$).
- Ersetzen Sie im Ergebnis die entsprechenden Terme durch s_1 und s_2 . Wie hängen $\sin \alpha$ und $\sin \beta$ damit zusammen? Welches Gesetz haben Sie soeben hergeleitet? Unter welchem Winkel wird folglich Licht an der Oberfläche reflektiert, wenn es unter dem Winkel $\alpha = 10^\circ$ einfällt?

Aufgabe 2:

Sie betrachten mit Ihrer Lupe (Brennweite $f = 3$ cm) einen Regenwurm, der sich 1,5 cm von der Lupe entfernt befindet.

- Zeichnen Sie den Verlauf der Strahlen maßstabsgetreu, um herauszufinden, wo das Bild des Regenwurmes entsteht. Handelt es sich um ein reelles oder ein virtuelles Bild?
- Die Vergrößerung ist das Verhältnis von Bildweite zu Gegenstandsweite ($V = |b|/g$). Welche Vergrößerung erreichen Sie mit der benutzten Lupe? Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem zeichnerisch ermittelten Wert.
- Wie muss die Brennweite der Lupe geändert werden, um eine 5-fache Vergrößerung zu erhalten? Hinweis: Die Abbildungsgleichung für dünne Linsen lautet

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}.$$

Aufgabe 3:

Im Folgenden soll die Beobachtung eines Regenbogens verstanden und geometrisch hergeleitet werden. Die untere Abbildung zeigt die schematische Darstellung des Lichteinfalls auf einen Regentropfen.

- Ein Hauptregenbogen entsteht durch die einmalige Reflexion eines Lichtstrahls im Regentropfen. Zeichnen Sie den entsprechenden Strahlenverlauf in die Abbildung ein, sodass der Lichtstrahl auf das Auge fällt!
- Die Aufspaltung der Farben entsteht nun durch die Wellenlängenabhängigkeit des Brechungsindex, d.h. bei z.B. einer Luft/Wasser Grenzfläche werden kleinere Wellenlängen stärker abgelenkt als große Wellenlängen. Wie verläuft der Strahlengang der unterschiedlichen Farben (Wellenlängen) nach dem Eintritt des Lichtstrahls in den Regentropfen?
- Bei einem Regenbogen erscheint Blau unten und Rot oben. Wie ist das mit Ihren Ergebnissen im Teil b) in Einklang zu bringen?

