

a)

In einem Experiment werden Mikrowellen an einem Doppelspalt mit dem Spaltmittenabstand $8,0\text{ cm}$ gebeugt (siehe Abbildung 1). Der Empfänger E wird entlang des skizzierten Kreisbogens bewegt. Der Kreisbogen hat den Radius 8 m . Am Empfänger wird eine Spannung U gemessen, die proportional zur Intensität der Mikrowellen an dieser Stelle ist. Man erhält folgende Messwerte:

α in Grad	0	5	10	15	20	25	30	35	40
U in mV	4,3	1,7	0,2	0,8	2,5	2,4	1,0	0,3	0,4
α in Grad	45	50	55	60	65	70	75	80	85
U in mV	0,8	1,0	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

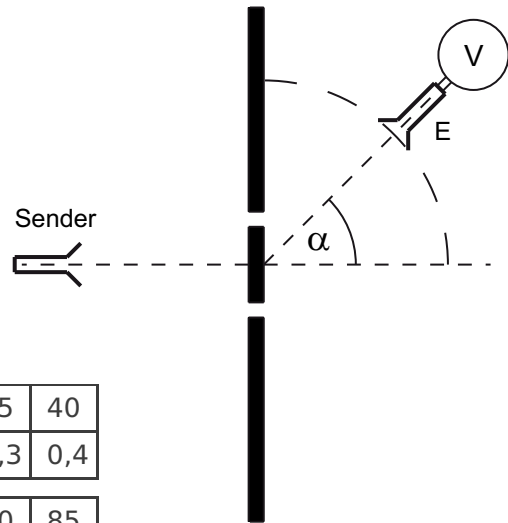


Abbildung 1

- Stellen Sie die Spannung in Abhängigkeit vom Winkel in einem Diagramm dar.
- Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms näherungsweise die Wellenlänge und die Frequenz der Mikrowellen.
- Bestätigen Sie durch eine geeignete Rechnung die im Diagramm erkennbare maximale Anzahl von Beugungsmaxima im Intervall $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$.

(8P)

b)

In einem neuen Versuch werden Mikrowellen der Wellenlänge $3,0\text{ cm}$ an einem Einzelspalt der Breite $4,0\text{ cm}$ gebeugt. Der Empfänger kann auf einer Schiene bewegt werden, die im Abstand $a \geq 5,0\text{ m}$ parallel zur Einzelspaltebene aufgestellt ist.

- Erläutern Sie das Zustandekommen des Minimums erster Ordnung der Einzelspaltbeugung.
- Leiten Sie mithilfe geeigneter Skizzen die Gleichungen zur Berechnung der Lage der Beugungsminima her, die vom Empfänger entlang der Schiene registriert werden können.

Nun stehen Einzelspalte der Breite $4,0\text{ cm}$ und $5,0\text{ cm}$ zur Verfügung. Die $10,0\text{ m}$ lange Schiene kann im Abstand a von $5,0\text{ m}$ bis $7,0\text{ m}$ parallel zur Einzelspaltebene aufgestellt werden.

- Untersuchen Sie für die beiden zur Verfügung stehenden Spalte, ob der Abstand a so gewählt werden kann, dass die beiden Minima erster Ordnung an den Enden der Schiene liegen.

(8P)

c)

Auf einem Spalt der Breite b trifft monochromatisches Licht. Parallel zum Spalt steht im Abstand a ein ebener Schirm, auf dem man Beugungsbilder beobachten kann. In einem ersten Versuch wird auf der linken und rechten Seite je ein Sechstel des Spaltes abgedeckt (siehe Abbildung 2a). Abbildung 3a auf dem Arbeitsblatt zeigt die sich ergebende Verteilung der relativen Intensität in Abhängigkeit vom Abstand x zum Hauptmaximum, wobei x sehr viel kleiner als a ist.

In einem zweiten Versuch wird auf der linken und rechten Seite je ein Drittel des Spaltes abgedeckt (siehe Abbildung 2b).

- Skizzieren Sie die sich nun ergebende Verteilung der relativen Intensität in Abbildung 3b auf dem Arbeitsblatt und begründen Sie Ihr Vorgehen.

In einem dritten Versuch wird in der Mitte des Spaltes ein Drittel des Spaltes abgedeckt (siehe Abbildung 2c).

- Skizzieren Sie die sich nun ergebende Verteilung der relativen Intensität ebenfalls in Abbildung 3b auf dem Arbeitsblatt und begründen Sie Ihr Vorgehen.

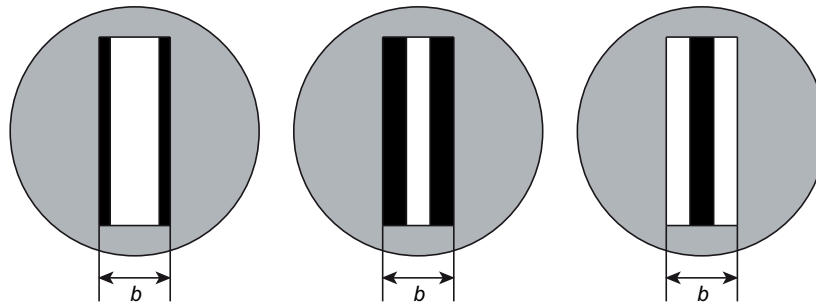


Abbildung 2a

Abbildung 2b

Abbildung 2c

(7P)

d)

Nach der speziellen Relativitätstheorie von Albert Einstein hängt die Masse m eines Körpers von seiner Geschwindigkeit v ab:

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Hier ist c die Lichtgeschwindigkeit¹ und m_0 die sogenannte Ruhemasse, d.h. die Masse des Teilchens bei der Geschwindigkeit 0 ms^{-1} .

- Zeichnen Sie das Geschwindigkeit-Masse-Diagramm eines Körpers mit der Ruhemasse $1,0 \text{ kg}$ für $0 \text{ ms}^{-1} \leq v \leq 0,98 \cdot c$.
- Beschreiben Sie, wie sich die Masse mit wachsender Geschwindigkeit ändert.
- Begründen Sie mithilfe der Formel, dass es eine Maximalgeschwindigkeit geben muss.
- Berechnen Sie, um wie viel Prozent die Masse eines Körpers mit der Geschwindigkeit $0,5 \cdot c$ größer ist als seine Ruhemasse.

(7P)

¹Lichtgeschwindigkeit: $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

Arbeitsblatt zu Aufgabe 2

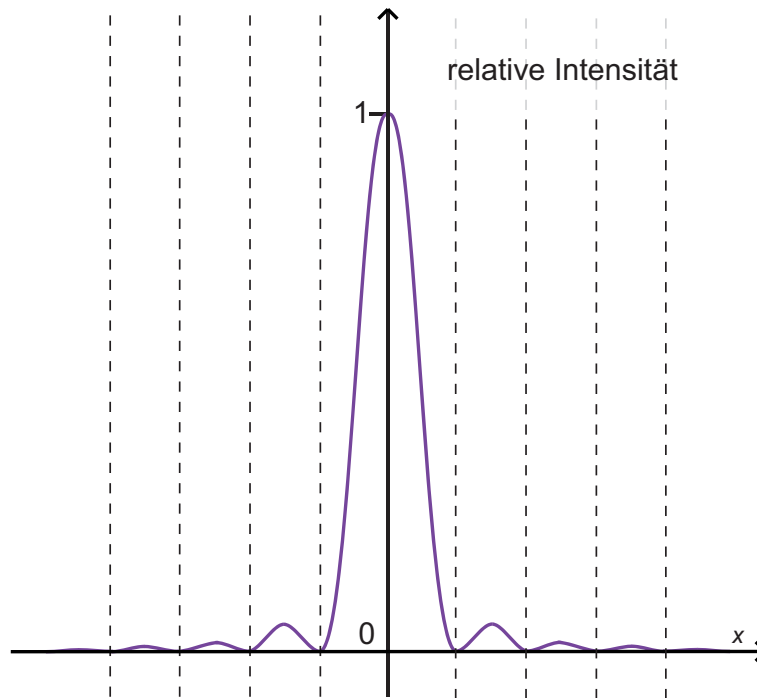


Abbildung 3a

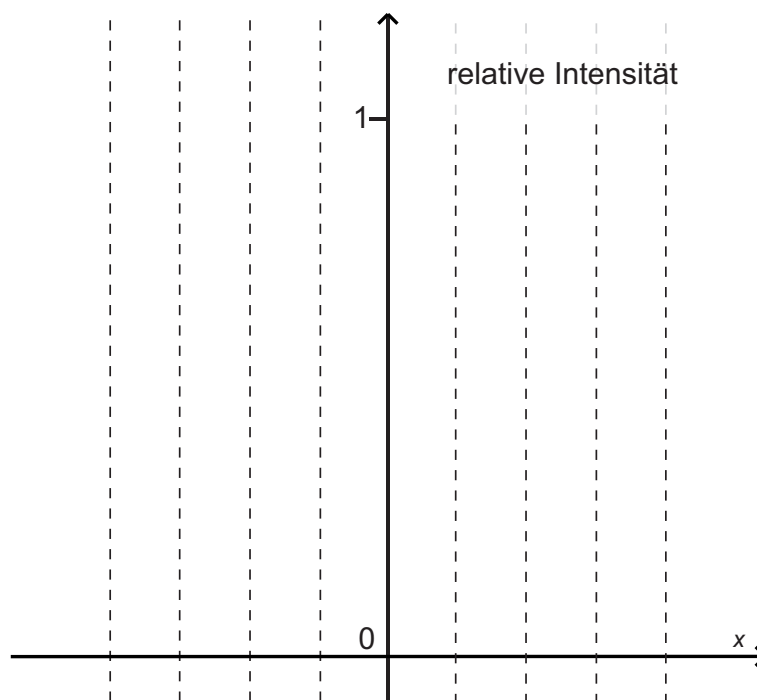


Abbildung 3b