

Aufgaben 12 **Beugung** **Ideales Gitter, Einzelspalt, Reales Gitter**

Lernziele

- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse und Fähigkeiten erarbeiten können.
- einen bekannten oder neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.
- eine neue Problemstellung selbstständig bearbeiten können.
- das Interferenzmuster bei der Beugung einer Welle an einem idealen Gitter kennen und verstehen.
- die Interferenzbedingungen für das Auftreten konstruktiver und destruktiver Interferenz bei der Beugung von Licht an einem idealen Gitter kennen, verstehen und anwenden können.
- wissen und verstehen, wie ein ideales Gitter als Spektrometer verwendet werden kann.
- wissen und verstehen, wie ein Hologramm erzeugt wird.
- wissen, dass ein Hologramm beim Auslesen als Beugungsgitter wirkt.
- den Unterschied zwischen der Fraunhofer- und der Fresnel-Beugung kennen.
- das Interferenzmuster bei der Beugung einer Welle an einem Einzelspalt kennen und verstehen.
- die Interferenzbedingung für das Auftreten destruktiver Interferenz bei der Beugung von Licht an einem Einzelspalt kennen, verstehen und anwenden können.
- das Interferenzmuster bei der Beugung einer Welle an einem realen Gitter als Modulation des Interferenzmusters bei der Beugung an einem idealen Gitter mit dem Interferenzmuster bei der Beugung an einem Einzelspalt verstehen.

Aufgaben

- 12.1 Studieren Sie im Lehrbuch KPK 3 die folgenden Abschnitte:
- 5.5 Beugung am Gitter – das Gitterspektrometer (Seite 46)
- 5.6 Zwei- und dreidimensionale Gitter (ohne quantitative Berechnungen, Seite 47)
- 12.2 Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca die folgenden Abschnitte:
- 30.4 Beugungsgitter (Seiten 1111 bis 1113)
- 30.5 Fraunhofer'sche und Fresnel'sche Beugung (Seiten 1113 und 1114)
- 30.6 Beugungsmuster beim Einzelspalt (Seiten 1114 bis 1117)
- Hinweis zum Abschnitt 30.6:
- Ab der Textstelle „Wir multiplizieren beide Seiten ...“ (Seite 1115, unteres Drittel linke Spalte) wird die Formel 30.12 (Seite 1116) hergeleitet. Im Unterricht wird eine alternative Herleitung dieser Formel detailliert diskutiert.
- 12.3 Studieren Sie die folgenden **YouTube-Videos**:
- [Optisches Gitter, Experimente](#) (19:34)
- [Beugung am Gitter mit Weisslicht](#) (0:52)
- 12.4 Paralleles Licht der Wellenlänge 550 nm trifft auf ein Gitter mit 750 Linien pro Millimeter. Das Beugungsmuster wird auf einem Schirm im Abstand 2.50 m betrachtet.

Bestimmen Sie den Abstand des Beugungsmaximums erster Ordnung vom Zentralstrahl.
- 12.5 Ein 1.00 mm breiter Spalt wird mit Licht der Wellenlänge 589 nm beleuchtet. Auf einem 3.00 m entfernten Schirm entsteht ein Beugungsmuster.

Bestimmen Sie den Abstand zwischen den ersten beiden Beugungsminima auf der gleichen Seite des Musters.
- 12.6 Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:
30.3, 30.13, 30.14 a), 30.18, 30.19, 30.20 a), 30.27

12.7 Studieren Sie die folgenden **Applets**:

- [Beugung am Spalt](#)
- [Interferenz/Beugung \(1\)](#) (Option „Slits“)
- [Interferenz/Beugung \(2\)](#)
- [Beugung am Vielfachspalt/Gitter](#) (zum Applet etwas hinunterscrollen)

12.8 Führen Sie den folgenden **Quiz** durch:

- [LEIFI-Quiz „Interferenzmuster am Einfach- und Mehrfachspalt“](#)

12.9 Beurteilen Sie, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind.

Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

	wahr	falsch
a) Eine auf einem Schirm beobachtete Intensitätsverteilung bei der Beugung von Licht an einem Einzel- oder Mehrfachspalt beruht sowohl auf Beugung als auch auf Interferenz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Bei der Beugung von rotem und blauem Licht an einem idealen Gitter ist der Winkel der ersten Beugungsordnung beim roten Licht grösser als beim blauen Licht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Wenn man das in b) geschilderte Experiment unter Wasser ausführte, würden die Winkel der ersten Beugungsordnungen kleiner.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Beim Beugungsmuster eines idealen (d.h. mit unendlich dünnen Spalten versehenen) Gitters haben alle hellen Interferenzstreifen die gleiche Intensität.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Das Beugungsmuster eines idealen Dreifachspaltes unterscheidet sich nicht von demjenigen eines idealen Vierfachspaltes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

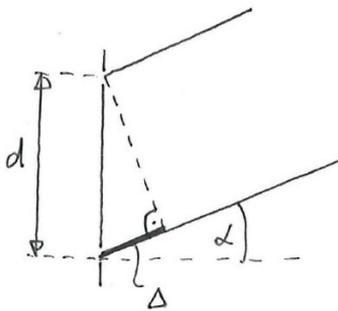
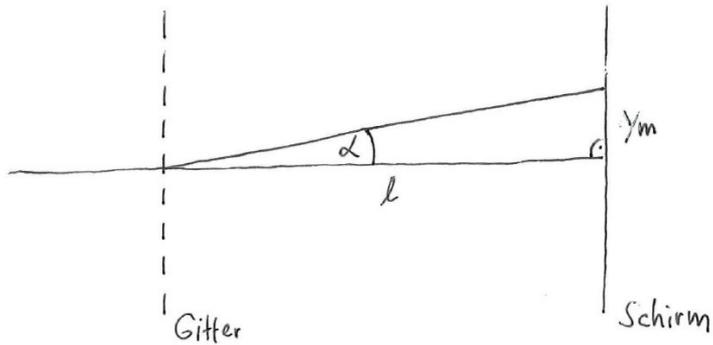
Lösungen

12.1 ...

12.2 ...

12.3 ...

12.4

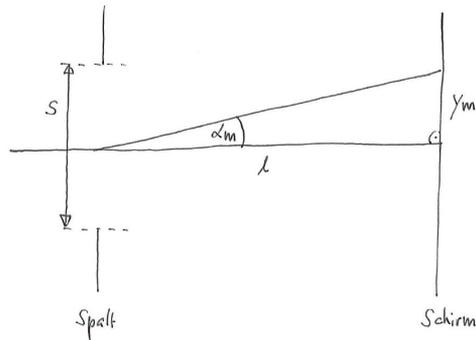


$\Delta = m \cdot \lambda \quad (m \in \mathbb{Z})$	konstr. Interferenz	<u>Unb.</u>	<u>Bek.</u>
$\Delta = d \cdot \sin(\alpha)$		Δ	$m = 1$
$N \cdot d = \Delta S$		d	$\lambda = 550 \text{ nm}$
$\tan(\alpha) = \frac{y_m}{l}$		α	$N = 750$
		y_m	$\Delta S = 1 \text{ mm}$
			$l = 2.50 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 y_m &= l \cdot \tan(\alpha) \\
 &= l \cdot \tan\left(\arcsin\left(\frac{\Delta}{d}\right)\right) \\
 &= l \cdot \tan\left(\arcsin\left(m \cdot \frac{N \cdot \lambda}{\Delta S}\right)\right)
 \end{aligned}$$

$$y_1 = 1.13 \text{ m}$$

12.5



Dunkelstellen beim Spalt

$$\sin(\alpha_m) = m \cdot \frac{\lambda}{S} \quad (m \in \mathbb{Z} \setminus \{0\})$$

$$\sin(\alpha_m) = m \cdot \frac{\lambda}{S}$$

$$\tan(\alpha_m) = \frac{y_m}{l}$$

$$\Delta y = y_{m_2} - y_{m_1}$$

Unb.	Bek.
α_m	m
y_m	$\lambda = 589 \text{ nm}$
Δy	$S = 1.00 \text{ mm}$
	$l = 3.00 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \Delta y &= l \left(\tan(\alpha_{m_2}) - \tan(\alpha_{m_1}) \right) \\ &= l \left(\tan\left(\arcsin\left(m_2 \frac{\lambda}{S}\right)\right) - \tan\left(\arcsin\left(m_1 \frac{\lambda}{S}\right)\right) \right) \end{aligned}$$

$$m_1 := 1$$

$$m_2 := 2$$

$$\Rightarrow \Delta y = 1.77 \text{ mm}$$

12.6 ...

12.7 ...

12.8 ...

- 12.9
- a) wahr
 - b) wahr
 - c) wahr
 - d) wahr
 - e) falsch