

**Allgemeine Hinweise:**

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

**Erlaubte Hilfsmittel:** Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

**Interferenz**

In dieser Aufgabe geht es um die Identifizierung eines unbekanntes Elementes, das in Form eines Gases in einer Spektralröhre vorliegt, mit Hilfe der so genannten Spektralanalyse. In dem Ihnen vorgeführten Experiment können Sie das zugrunde liegende Phänomen qualitativ beobachten.

1. a) Skizzieren Sie den Versuchsaufbau und beschreiben Sie das Experiment.

Blickt man durch das Gitter, erkennt man ein Linienspektrum.

- b) Erklären Sie mit der Modellvorstellung von Elementarwellen nach Huygens, auf welche Weise das Gitter die Beobachtung von Spektrallinien ermöglicht. Geben Sie die Bedingung für den Gangunterschied von Wellen benachbarter Gitteröffnungen im Falle konstruktiver Interferenz an.

2. Hinweis: Die Augenlinse erzeugt ein Bild des Linienspektrums auf der Netzhaut. Für den Beobachter scheinen die Lichtstrahlen vom Maßstab her zu kommen. Daher können Sie bei der Bearbeitung dieser Teilaufgabe von der Ihnen eher bekannten Anordnung in der Reihenfolge Lichtquelle — Gitter — Schirm (hier Maßstab) ausgehen.

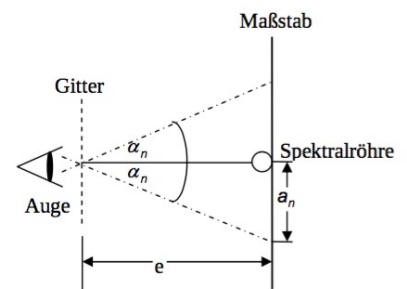


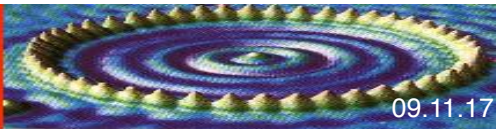
Abbildung 1

- a) Zeigen Sie anhand einer Skizze, dass mit Hilfe eines Gitters die Wellenlänge  $\lambda$  des Lichts einer Spektrallinie mit der Gleichung  $n \cdot \lambda = g \cdot \sin \alpha_n$ ,  $n \in \mathbb{N}_0$  bestimmt werden kann, wobei  $g$  die Gitterkonstante ist. Geben Sie an, was man unter der Größe  $n$  und dem Winkel  $\alpha_n$  versteht.
- b) Erklären Sie, warum diese Gleichung die Beobachtung von Spektrallinien unterschiedlicher Farbe an verschiedenen Orten auf dem Maßstab beschreibt.

- c) Zeigen Sie mit Hilfe von Abbildung 1, dass sich diese Gleichung weiter umformen lässt in  $\lambda = \frac{g \cdot a_n}{n \cdot \sqrt{e^2 + a_n^2}}$ .

3. Bei dem Ihnen vorgeführten Experiment ist  $e = 0,50 \text{ m}$ , die Gitterkonstante des verwendeten Gitters beträgt  $g = 1,75 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ . Die Messung der Abstände  $d_1$  zweier Linien gleicher Farbe in erster Ordnung ergibt folgende Werte: 26,4 cm; 28,0 cm; 30,6 cm; 36,0 cm; 41,0 cm.

- a) Berechnen Sie die zugehörigen Wellenlängen.
- b) Ermitteln Sie anhand der Daten in Tabelle 1 (s. S.2) das Element, das sich in der Spektralröhre befindet.
- c) Geben Sie drei mögliche Fehlerquellen für das Abweichen der aus den Messwerten ermittelten Wellenlängen von den Literaturwerten an.
- d) Begründen Sie, warum es sinnvoller ist, den Abstand  $d_1$  zweier Linien gleicher Farbe zu messen anstelle des Abstands  $a_1$  einer solchen Linie vom Zentrum.



## Photoeffekt

In dieser Aufgabe soll eine Messung zum Photoeffekt ausgewertet werden. In einem Experiment wurde dazu eine Photozelle mit dem Licht von Leuchtdioden (LEDs), die relativ gutes monochromatisches Licht liefern, bestrahlt; daher benötigt man auch keine Linsen, Spalte usw. Die Energie der ausgelösten Photoelektronen wird mit Hilfe der Gegenspannungsmethode gemessen. Es wird jeweils die Wellenlänge der von der LED emittierten Lichts sowie die Gegenspannung, bei der der Photostrom etwa gleich Null wird, gemessen. Die verwendete Photozelle verfügt über eine Metallschicht aus Cäsium (Cs), das eine niedrigere Austrittsarbeit hat als Kalium.

Farbe	$\lambda/\text{nm}$	$U_G/\text{V}$
Infrarot	950	(nicht messbar)
tiefrot	665	0,12
rot	635	0,22
gelb-orange	590	0,34
grün	560	0,47
blau	480	0,80

In der nebenstehenden Tabelle sind die Messwerte aufgelistet:

- Erläutern Sie die Erscheinung des Photoeffekts vor dem Hintergrund der Quantenhypothese des Lichts.
- Bestimmen Sie aus den Messwerten jeweils die Frequenz  $f$  der gemessenen Spektrallinien sowie die zur Abbremsung der Elektronen benötigte elektrische Arbeit  $W$ . Listen Sie die Ergebnisse sauber tabellarisch auf.
- Tragen Sie die zur Abbremsung der Elektronen benötigte Arbeit  $W$  graphisch über der Frequenz  $f$  auf und bestimmen Sie - sofern eine Ausgleichsgerade durch die Messwerte sinnvoll ist - die Steigung  $h$ .
- Welche physikalische Bedeutung haben die Achsenabschnitte, konkret der Schnittpunkt  $W_0$  mit der  $W$ -Achse und der Schnittpunkt  $f_0$  mit der  $f$ -Achse?

Konstanten  
&  
Einheiten

Tabelle 1:

Element	Symbol	Wellenlänge in $10^{-9}$ m	Farbeindruck
Natrium	Na	589,59	gelb
		616,08	gelbrot
		667,57	gelbgrün
Wasserstoff	H	656,28	rot
		486,13	blaugrün
		434,05	violett
		410,17	violett
Helium	He	706,52	dunkelrot
		667,82	rot
		587,56	gelb
		501,57	grün
		492,19	blaugrün
		471,32	blau
Neon	Ne	447,15	blau/violett
		702,20	dunkelrot
		659,90	rot
		588,19	gelb
		585,25	gelb
Quecksilber	Hg	540,06	grün
		503,78	grün
		579,07	gelb
		546,07	grün
		491,61	blaugrün
		435,82	blau
		404,66	violett

Viel Spaß und Erfolg!