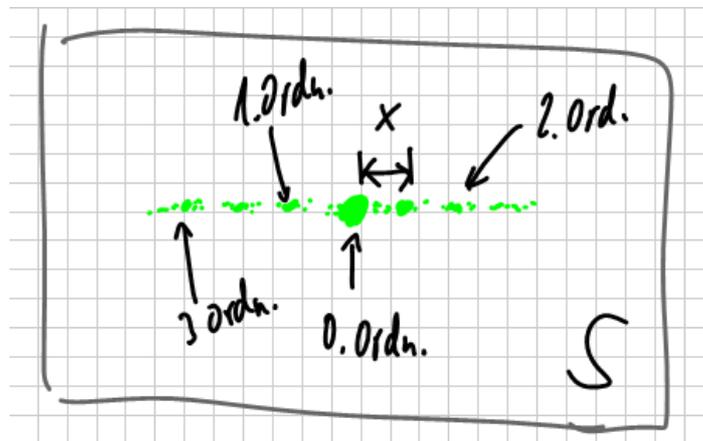


Eure letzte Physik-Klausur in der Schule! Du kannst deinen GTR verwenden. Achte auf eine übersichtliche Darstellung! (Bearbeitungszeit: 50 Minuten)

1. Aufgabe**(8 Punkte)**

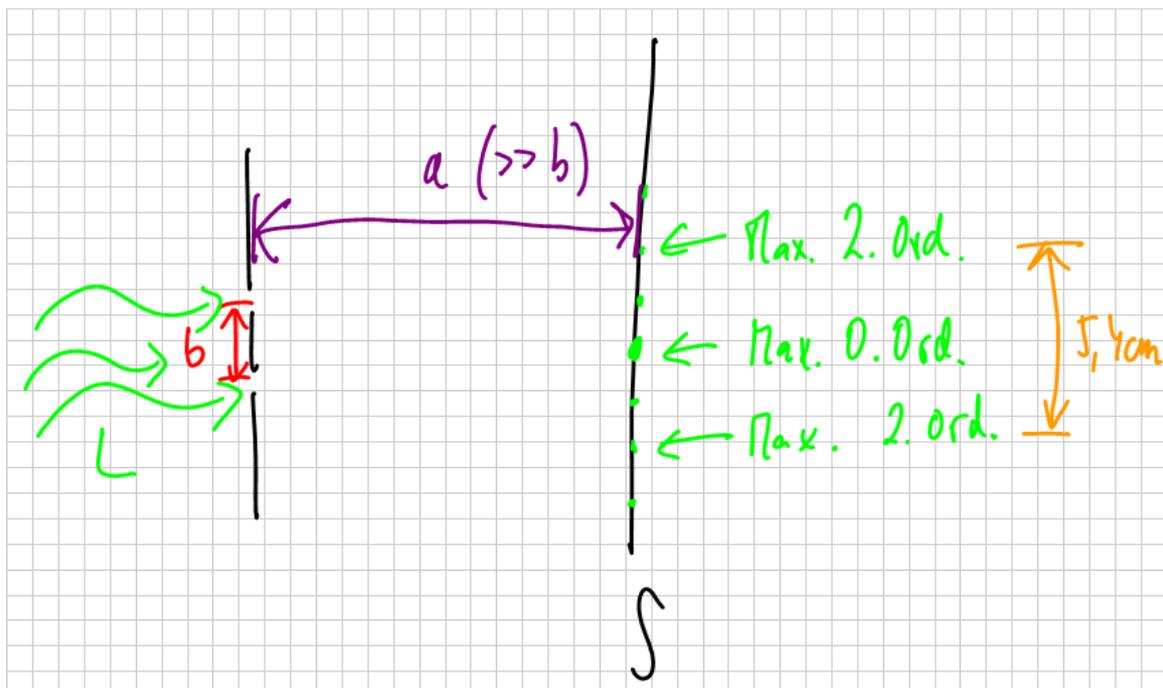
Monochromatisches Licht der Wellenlänge L trifft senkrecht auf einen Doppelspalt mit Spaltabstand b . Im Abstand $a \gg b$ trifft das Licht auf einen Schirm S .

- a) Was ist auf dem Schirm zu beobachten? Skizziere das Phänomen.



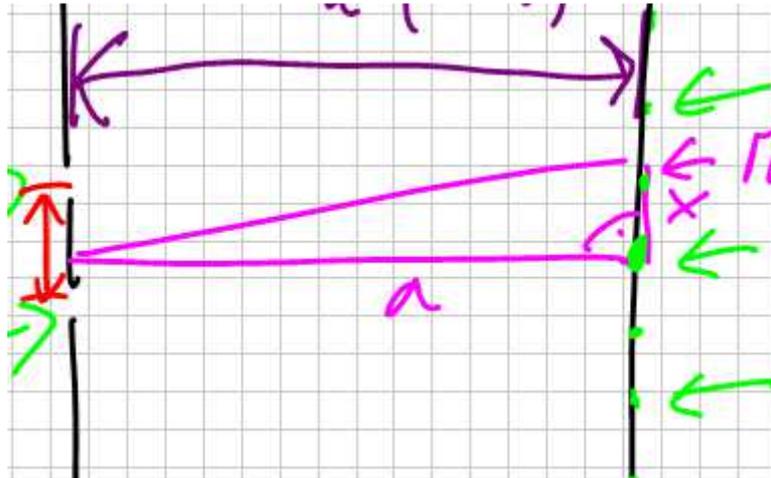
Auf dem Schirm sieht man ein Interferenzbild. Dabei kann man mehrere Maxima erkennen, die äquidistant liegen. In der Mitte findet sich das Hauptmaximum (0. Ordnung), da hier die Intensitäten am größten sind.

- b) Fertige eine Skizze des Aufbaus an und trage die relevanten Größen ein.



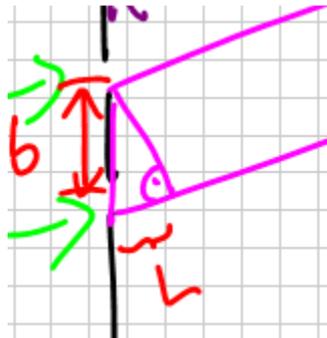
c) Begründe kurz, dass die Näherungsformel $x=L \cdot a/b$ für den Abstand x zweier Maxima gilt.

Wir betrachten bspw. das Maximum 1. Ordnung oberhalb des Max. 0. Ordnung. An diesem Punkt trifft Licht von beiden Spalten aufeinander und überlagert sich. Dabei kommen die Strahlen praktisch parallel an und zwar unter einem Einfallswinkel α . Betrachtet man dieses rechtwinklige Dreieck:



so gilt $\tan(\alpha)=x/a$ mit x als Abstand zw. diesen beiden Maxima.

Andererseits sind die Laufwege unterschiedlich. Unter der Annahme (hier ist eine Näherung), dass die Strahlen von beiden Spalten parallel sind, gilt in diesem Dreieck:



folgendes: $\sin(\alpha)=L/b$. Dabei ist die Wegdifferenz gerade die Wellenlänge, was sozusagen „keiner Differenz“ entspricht und so können sich die Maxima/Minima der elektromagnetischen Welle verstärken. Anders ist es, wenn die Differenz bspw. $L/2$ beträgt, denn dann fällt ein Tal auf einen Berg etc. und es kommt zur Auslöschung.

Bei kleinen Winkeln gilt $\tan(\alpha) \approx \sin(\alpha)$ und damit gilt $L/b=x/a$ oder $x=La/b$.

d) Die beiden Maxima 2. Ordnung haben einen Abstand von 5,2cm zueinander, wenn $b=0,5\text{mm}$ und $a=10\text{m}$ sind. Welche Wellenlänge L hat das monochromatische Licht?

In der 2. Skizze ist das bereits eingetragen. Das entspricht gerade $4x$. Also ist $x=1,3\text{cm}$. Damit ist $L=xb/a=650\text{nm}$.

2. Aufgabe

(4 Punkte)

Laserlicht mit Wellenlänge $\lambda=633\text{nm}$ fällt senkrecht auf ein optisches Gitter. Im Abstand $a=4\text{m}$ hinter dem Gitter beobachtet man auf einem Schirm ein Interferenzbild. Die dort zu sehenden Maxima 1. Ordnung liegen 14cm auseinander.

a) Wieviele Spalten besitzt das Gitter auf 1mm Länge?

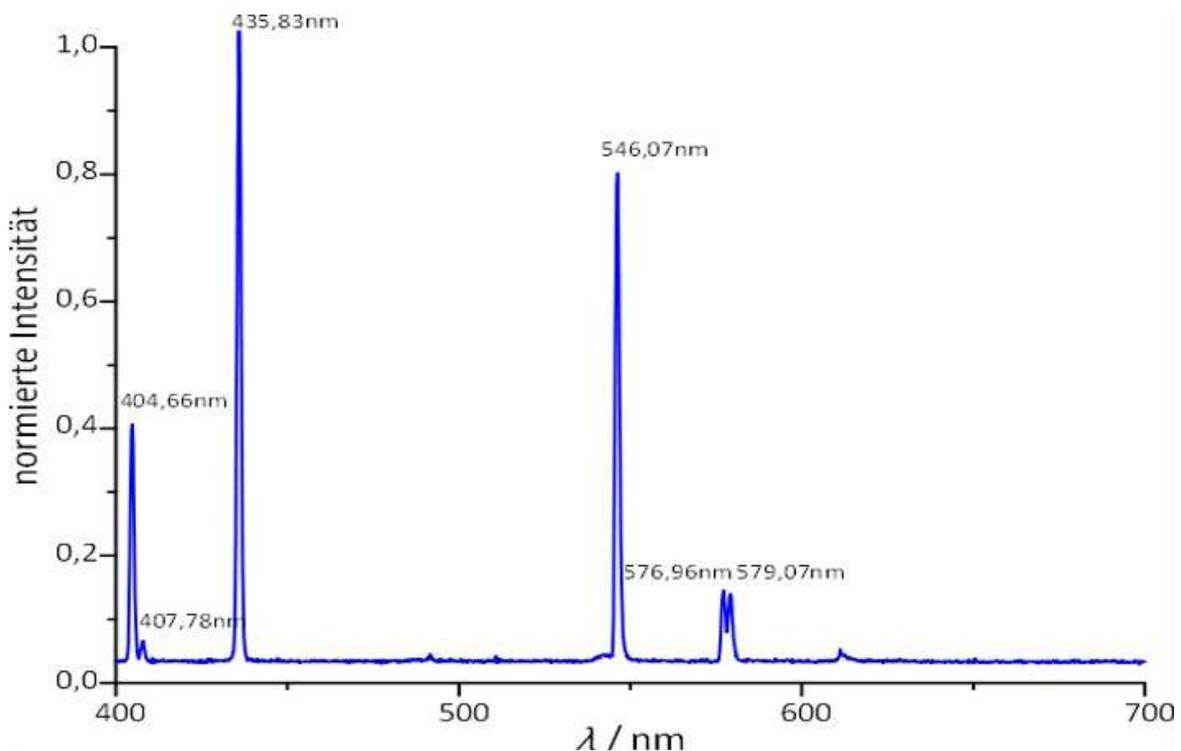
Wir wissen, dass die Maxima 1. Ordnung $0,14\text{m}$ auseinander liegen. Damit ist $2x=0,14\text{m}$ bzw. $x=0,07\text{m}$.

Nun ist $x/a=\lambda/g$ mit Gitterkonstanten g . $g=\lambda a/x$, was etwa $0,036\text{mm}$ entspricht. Nach dem Dreisatz passen also ca. 28 Spalten auf einen Millimeter.

3. Aufgabe

(3 Punkte)

Das Spektrum einer Quecksilberdampfampe wurde wie folgt festgehalten:



a) Beschreibe, was in diesem Schaubild zu erkennen ist.

Auf dem Schaubild ist zu sehen, dass die Hg-Lampe hauptsächlich Licht in 4 Farben abstrahlt; von links nach rechts sind das UV-blau-grün-gelb.

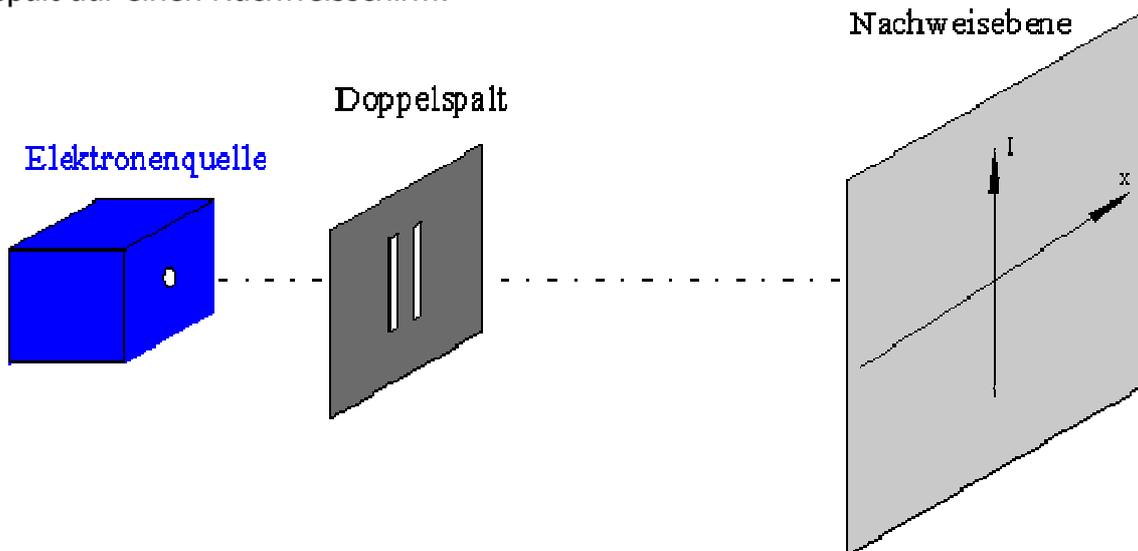
b) Gib einen Versuchsaufbau an, mit dem man ein solches Spektrum bestimmen könnte.

Wir konnten diese Farben mit einem Gitter sichtbar machen, wobei wir den Lichtkegel der Lampe noch mit einer Linse fokussieren mussten. Der Aufbau ist also (ohne Skizze): Lampe-Linse-Gitter-Schirm. Man muss Linse und Schirm entsprechend justieren.

4. Aufgabe

(5 Punkte)

Ein Betastrahler wird als Elektronenquelle verwendet und diese gelangen durch einen Doppelspalt auf einen Nachweisschirm:



Dabei besitzen die Elektronen eine Energie von $3 \cdot 10^{-16} \text{ J}$.

- a) Welcher Frequenz entspricht dies nach der Formel von Planck? ($h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$)

$W = hf$ und damit ist $f = W/h = 0,45 \cdot 10^{18} \text{ Hz} = 4,5 \cdot 10^{17} \text{ Hz}$.

- b) Berechne die deBroglie-Wellenlänge für ein solches Elektron. ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

Mit der Wellengleichung $c = \lambda f$ ist $\lambda = c/f = 0,67 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, was $0,67 \text{ nm}$ sind. Das ist um einiges weniger als bei sichtbarem Licht, aber (fast) noch im Nanometerbereich und nicht „jenseits von gut und böse“ wie bei unserem Tennis- oder Fußball.

- c) Was wird auf dem Schirm zu sehen sein, wenn der Doppelspalt sehr schmal ist?

Ein Interferenzbild, genauso wie in Aufgabe 1. Dabei ist davon auszugehen, dass hinreichend viele Elektronen abgeschossen werden. Eigentlich sieht man auch noch etwas den Einzelspalt, aber das haben wir vernachlässigt.

- d) Was geschieht mit dem Schirmbild, wenn man einzelne Elektronen abschießt?

Man sieht erstaunlicherweise immer noch ein Interferenzbild. Wobei man das nur sieht, wenn man wieder lange genug mit Elektronen schießt und NICHT nachschaut, durch welchen Spalt das einzelne Teilchen fliegt („Welcher-Weg-Information“). In letzterem Fall bricht das Wellenbild zusammen und man sieht zwei Einzelspalte. Wenn man nur wenige Teilchen abschießt, sieht man das jeweilige Bild, allerdings sehr „körnig“.

5. Aufgabe

(3 Punkte)

Bei Wikipedia findet sich der folgende einleitende Text zum „Welle-Teilchen-Dualismus“:

Unter **Welle-Teilchen-Dualismus** versteht man einen klassischen Erklärungsansatz der **Quantenmechanik**, der besagt, dass Objekte aus der Quantenwelt sich in manchen Fällen nur als Wellen, in anderen als **Teilchen** beschreiben lassen. Mit der Interpretation der statistischen Wahrscheinlichkeiten im Rahmen der **Kopenhagener Deutung** (1927) bekam der Begriff eine etwas andere Bedeutung: *Jede Strahlung* hat sowohl Wellen- als auch Teilchencharakter, aber je nach dem durchgeführten Experiment tritt nur der eine oder der andere in Erscheinung.

a) Erläutere kurz, was du unter dem Begriff „Welle-Teilchen-Dualismus“ verstehst.

Die Sache ist die: Ein Teilchen ist ein menschliches Gedankenkonstrukt. Genauso ist es die Idee einer Welle. Beides existiert in unseren Köpfen und wir können beides auch mathematisch beschreiben.

Das heißt aber noch lange nicht, dass eines der beiden Konzepte auch wirklich in der Natur vorkommt. Wie sich herausgestellt hat, sind beides Idealisierungen und es hängt von den Größenordnungen ab, ob eines der beiden Modelle die Natur gut beschreiben kann.

Manchmal ist es günstiger, ein Elektron als Teilchen zu sehen, manchmal muss man es als Welle beschreiben. Dies gilt im Prinzip für alle Objekte in der Natur, doch da die beiden Modelle „gegenläufig“ sind, überwiegt oft ein Aspekt den anderen. Bspw. ist die Billardkugel definitiv besser als Teilchen zu beschreiben denn als Welle!

b) Nenne ein Beispiel, an dem man sehen kann, dass Licht auch Teilcheneigenschaften hat.

Am Fotoeffekt, denn bei einer Welle ist die Energie „gleichmäßig“ über den Raum verteilt. Der Effekt, dass Licht erst ab einer bestimmten Wellenlänge überhaupt in der Lage ist, Elektronen aus Stoffen zu lösen, spricht dafür, dass es sich um Teilchen handelt. Denn so kann man sich vorstellen, dass ein solches Teilchen (Photon) entweder stark genug gegen ein Elektron prallt, um es „abzureißen“ oder eben nicht. Dann ist es egal, ob viele Photonen geringer Energie einprasseln oder wenige. Es wird keine abgelösten Elektronen geben. Dies deckt sich mit den bisherigen Messungen.

6. Aufgabe

(1 Punkt)

Welches ist deine größte/schwierigste/komischste unbeantwortete Frage, die dir spontan zu Physik einfällt?

Wieso gibt es Materie? Wahrscheinlich ist die Frage aber falsch gestellt.