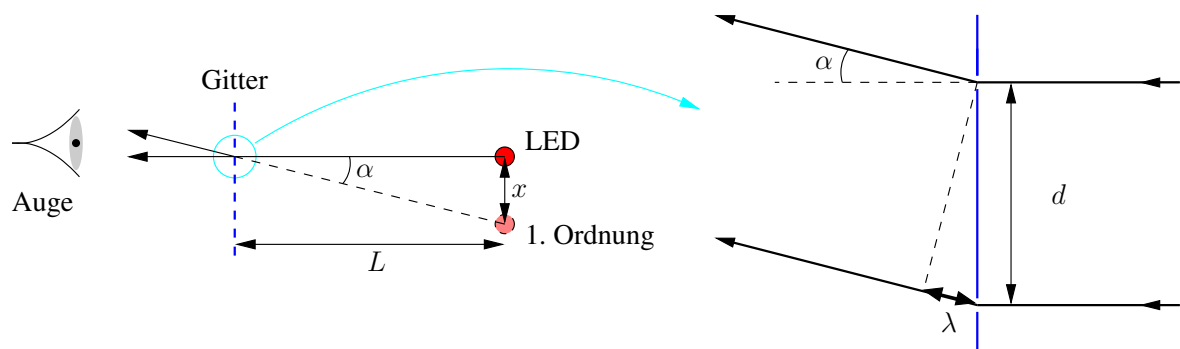


## Übungen zur Vorlesung Physik 1

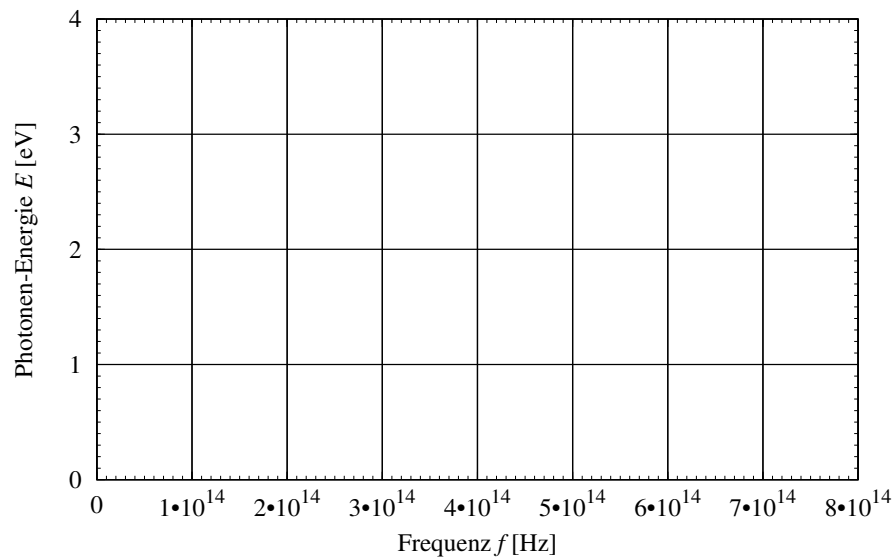
### Aufgabe 22: Halbleiterübergang und Planck'sches Wirkungsquantum

Es soll das Planck'sche Wirkungsquantum aus emittierter Wellenlänge und Spannung am pn-Übergang von Leuchtdioden bestimmt werden. Um die Wellenlängen zu bestimmen, wird das Beugungsmuster an einer CD ausgewertet, die als (Reflektions-)Gitter wirkt. Der Abstand zweier Spuren auf der CD beträgt  $d = 1,6 \mu\text{m}$  und der Abstand zwischen LED und CD ist  $L = 200 \text{ mm}$ . Zur Auswertung betrachten Sie folgende Geometrie



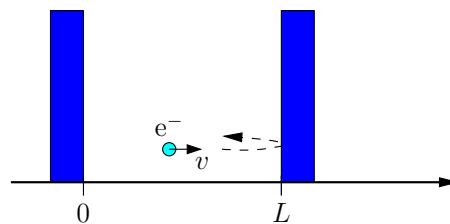
Farbe LED	Spannung $U$	Abstand $x$	Wellenlänge $\lambda$	Frequenz $f$	$h$
rot					
gelb					
grün					
blau					

- Lassen Sie sich den Versuchsaufbau zeigen und messen Sie für die LEDs die Spannungen und lesen Sie die zugehörigen Abstände  $x$  im Beugungsbild ab.
- Überlegen Sie sich die Auswerteformel aus obiger Geometrie und berechnen Sie die Wellenlängen für die einzelnen LEDs. Tragen Sie die Ergebnisse in nm (Nanometer) in die Tabelle ein.
- Berechnen Sie die Frequenzen und zeichnen Sie Ihre Messungen als Punkte in das umstehende Diagramm ein
- Bestimmen Sie nun aus Übergangsspannungen und den Frequenzen die zugehörigen Werte für  $h$  und tragen Sie die Ergebnisse in die Tabelle ein.
- Welche Abhängigkeit erwarten Sie für obiges Diagramm für  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ? Zeichnen Sie sie ein.



### Aufgabe 23: Quantentopf

Es soll ein Elektron in einem eindimensionalen Quantentopf der Länge  $L = 1 \text{ nm}$  betrachtet werden.

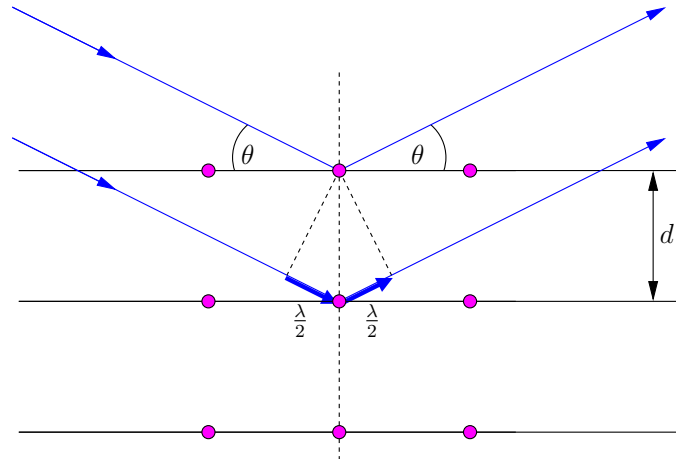


Das Potential sorgt dafür, dass sich das Elektron im mittleren Bereich frei bewegen kann und von den “Wänden” reflektiert wird, sich klassisch also mit einer gleichbleibenden Geschwindigkeit hin- und herbewegt.

- Welche Geschwindigkeiten darf das Elektron annehmen, wenn Sie die semiklassische Quantisierungsbedingung vom Bohrschen Atommodell übertragen und fordern, dass die Länge der periodischen Bahn ein ganzzahlig Vielfaches der de Broglie-Wellenlänge sein muss?
- Geben Sie eine Formel für die Energieniveaus an und berechnen Sie die Energie für die ersten drei Energieniveaus ( $n = 1, 2, 3$ ) in eV.
- Welche Wellenlängen gehören zu den Übergängen  $n = 2 \rightarrow 1$  und  $n = 3 \rightarrow 1$ ?

### Aufgabe 24: Bragg-Bedingung, Röntgenbeugung, Elektronenbeugung

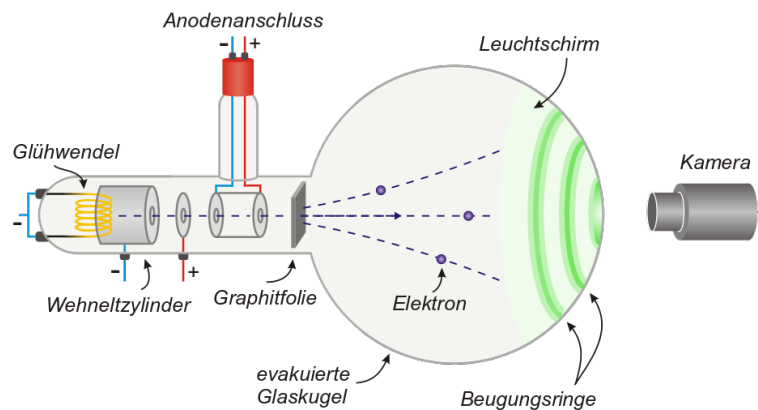
Für die Beugung von Wellen an Gitterebenen gilt die Bedingung, dass der Gangunterschied an benachbarten Gitterebenen eine Wellenlänge  $\lambda$  betragen muss, damit die Wellen konstruktiv interferieren.



Für Beugungen höherer Ordnung muss der Gangunterschied dann entsprechend  $2\lambda$ ,  $3\lambda$ , ... sein.

- a) Der Abstand benachbarter (100)-Netzebenen in Natriumchlorid (NaCl) beträgt  $d = 0,28 \text{ nm}$ . Unter welchen Glanzwinkeln  $\theta$  treten die ersten drei Beugungsordnungen auf, wenn Röntgenstrahlung der Wellenlänge  $\lambda = 71 \text{ pm}$  auf einen Einkristall fällt?

Im folgenden soll ein Experiment zur Elektronenbeugung betrachtet werden, die an einer Graphit-Folie gebeugt werden. Mit diesem Experiment kann die Wellennatur von Teilchen demonstriert werden (Bildquelle: <https://lp.uni-goettingen.de>).



- b) Die Elektronen werden mit  $U = 1,5 \text{ kV}$  beschleunigt. Berechnen Sie die de Broglie-Wellenlänge.
- c) Wie groß ist der Winkel  $\theta$  für die Beugung erster Ordnung an Graphit für die Gitterkonstante von  $d = 123 \text{ pm}$ ?
- d) Warum entstehen Ringe? Diskutieren Sie hierzu den Aufbau mit einem Tutor. Berechnen Sie den Radius  $r$  des ersten Ringes auf dem Fluoreszenzschirm, wenn der Abstand des Ringes zur Graphitfolie  $L = 13,5 \text{ cm}$  beträgt.