

Aufgabe:

Das Plancksche Wirkungsquantum h lässt sich mittels Leuchtdioden (LED) bestimmen. Diese senden Licht bestimmter Wellenlänge aus. Es wird die zum Leuchten nötige minimale Spannung U an der Diode in Abhängigkeit der Farbe (Wellenlänge) der LEDs gemessen. Theoretische Überlegungen ergeben, dass die Energie E der Photonen des ausgesandten Lichts mit der Gleichung $E = e \cdot U$ berechnet werden kann.

a. • **Dokumentieren** Sie das durchgeführte Experiment.

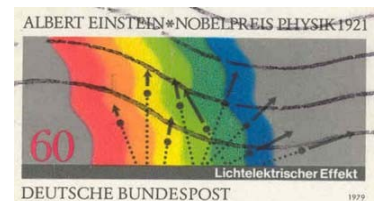
• **Leiten** Sie die zur Auswertung erforderliche Formel $n\lambda = \frac{a_n \cdot d}{\sqrt{(a_n^2 + e^2)}}$ her.

Zum Vergleich: Mögliche von den LEDs ausgesendete Wellenlängen: 480 nm, 560 nm, 590 nm, 635 nm sowie 665 nm.

• **Bestimmen** Sie aus dem U-f-Diagramm der gemessenen Spannungen und der (theoretischen) LED-Frequenzen das Plancksche Wirkungsquantum h . (25 BE)

b. Der Einsteinsche Ansatz, den Photonen eine bestimmte Energie zuzuordnen, war zu Beginn des 20. Jahrhunderts revolutionär.

• **Erläutern** Sie dies, indem Sie den lichtelektrischen Effekt (Photoeffekt) mit Hilfe der Einsteinschen Theorie des Lichts erklären.



1979 erschien anlässlich des 100. Geburtstages von Albert Einstein eine (farbige) Sondermarke, die den Photoeffekt darstellt.

• **Interpretieren** Sie die Darstellung und **begründen** Sie daraufhin, auf welcher Seite der Briefmarke das einfallende Licht blau und auf welcher Seite es rot ist. (13 BE)
(Hinweis: Briefmarke eigentlich in schwarz-weiß darstellen)

c. Eine bestimmte LED mit der Wellenlänge 533 nm strahlt eine Leistung von $50 \mu W$ aus.

• **Berechnen** Sie, wie viele Photonen pro Sekunde emittiert werden.

• **Begründen** Sie, warum die Leuchtdioden kein rein monochromatisches Licht, sondern Licht verschiedener Wellenlängen ausstrahlen. (10 BE)

d. Statt einer LED wird als Photonenquelle nun eine Glühlampe verwendet. Ein durchsichtiges Gefäß, das heißen atomaren Wasserstoff enthält und dessen Atome sich deshalb teilweise im ersten angeregten Zustand befinden, wird in den

Strahlengang einer Glühlampe gebracht. Das durchgehende Licht der Glühlampe wird anschließend spektral zerlegt. Bei 656 nm weist das Spektrum eine Lücke auf. Die Energiewerte für die ersten fünf Quantenbahnen des Wasserstoffatoms betragen:

$E_1 = -13,6 \text{ eV}$, $E_2 = -3,4 \text{ eV}$, $E_3 = -1,51 \text{ eV}$, $E_4 = -0,85 \text{ eV}$, $E_5 = -0,54 \text{ eV}$.

- **Geben** Sie begründet den atomaren Übergang **an**, der dieser Lücke entspricht.
- Durch eine Temperaturerhöhung des Gases werden weitere Energiestufen besetzt. **Erläutern** Sie, welche Folgerungen sich daraus für das zu beobachtende Spektrum ergeben.
- Die Temperatur des atomaren Wasserstoffs wird jetzt erniedrigt, so dass sich idealisiert alle Atome im Grundzustand befinden. **Erklären** Sie unter der Voraussetzung, dass die Glühlampe keine Strahlung im ultravioletten Bereich emittiert, ob sich das Spektrum des durchgehenden Lichts im sichtbaren Spektralbereich verändert. (12 BE)