

Zentralabitur 2015	Physik	Schülermaterial	
Aufgabe II	gA	Nachschreibtermin	Bearbeitungszeit: 220 min

Thema: Prozesse in der Atomhülle

In der ersten Aufgabe geht es um Messungen zum Spektrum einer LED und einer roten fluoreszierenden Platte. In der zweiten Aufgabe werden in diesem Zusammenhang auch Leuchtstoffe betrachtet. In Aufgabe 3 geht es um ein FRANCK-HERTZ-Experiment und Energiezustände in der Atomhülle.

Aufgabenstellung

Aufgabe 1

Ein Hersteller behauptet, das Spektrum seiner „weißen“ LED würde den Bereich des sichtbaren Lichts nach Tabelle 1 vollständig überdecken. Diese Aussage soll einer experimentellen Prüfung unterzogen werden. Eine weitere Spektralmessung erfolgt an einer fluoreszierenden Platte.

- 1.1** Erläutern Sie die Entstehung eines Interferenzmaximums bei der Beugung am Gitter.

Leiten Sie eine im Unterricht verwendete Formel zur Berechnung der Wellenlänge in Abhängigkeit von der Lage der Interferenzmaxima mit Hilfe selbst erstellter Skizzen her.

Hinweis: Sie können Ihre Argumentation auf zwei benachbarte Gitterspalte und Licht einer Wellenlänge beschränken. Gelingt Ihnen die Herleitung nicht, so verwenden Sie im Folgenden die Ihnen bekannte Formel, z.B. aus der Formelsammlung. **[8 BE]**

- 1.2** In einem Experiment mit einem Gitter wird das Spektrum einer „weißen“ LED (Abb. 4) auf einem Schirm abgebildet und zusammen mit einem Lineal fotografiert. Der Abstand e zwischen dem Gitter und dem Schirm beträgt 164 mm. Die Gitterkonstante ist $g = \frac{1}{500}$ mm.

Bestimmen Sie aus der Lage der Maxima im Spektrum der Abb. 4 die Wellenlängen der oberen und unteren Grenzen des sichtbaren Lichts, das die „weiße“ LED emittiert.

Prüfen Sie damit die Behauptung des Herstellers unter Einbeziehung der Tabelle 1. **[7 BE]**

- 1.3** Im nächsten Experiment wird vor dem Gitter eine rote fluoreszierende Platte aufgestellt und das Spektrum in Abb. 5 wird aufgenommen.

Vergleichen Sie dieses Spektrum qualitativ mit dem Spektrum der „weißen“ LED. **[3 BE]**

Aufgabe 2

Um die Vorgänge in einer grünen fluoreszierenden Platte genauer zu untersuchen, werden Bezüge zu Leuchtstoffen hergestellt und verschiedene detaillierte Spektren betrachtet (vgl. Abb. 6).

- 2.1** Erläutern Sie die Bedeutung von Leuchtstoffen am Beispiel einer Energiesparlampe. **[4 BE]**

- 2.2** Eine grüne fluoreszierende Platte wird mit einer „weißen“ LED beleuchtet. Dabei emittiert sie mit Hilfe geeigneter Leuchtstoffe auch seitlich Licht, und zwar das des Spektrums in Abb. 6c.

Wenden Sie ihre Kenntnisse zu Leuchtstoffen zur Beschreibung der grundlegenden Vorgänge in der grünen fluoreszierenden Platte an. **[4 BE]**

- 2.3** Bestimmen Sie die Wellenlängen λ und die Energien E der Photonen in Elektronenvolt (eV) des Lichts zur Ergänzung der Tabelle 2.

Zur genauen Erklärung der Vorgänge in der grünen fluoreszierenden Platte werden auch die Spektren der „weißen“ LED und des durchgelassenen Lichts benötigt.

Erläutern Sie die seitliche Lichtabstrahlung im Hinblick auf Vorgänge in der Atomhülle und unter Bezugnahme auf die Energiewerte in Tabelle 2.

Hinweis: Nehmen Sie dazu an, dass nur Licht der Wellenlänge $\lambda = 465$ nm im Spektrum 6b vollständig fehlt, und berücksichtigen Sie für das seitlich abgestrahlte Licht nur das Intensitätsmaximum im Spektrum der Abb. 6c. **[7 BE]**

Zentralabitur 2015	Physik		Schülermaterial
Aufgabe II	gA	Nachschreibtermin	Bearbeitungszeit: 220 min

- 2.4** Die grüne fluoreszierende Platte wird mit Licht der Wellenlänge 465 nm beleuchtet. Stellen Sie eine Hypothese auf, wie sich diese Beleuchtung auf das von der grünen fluoreszierenden Platte seitlich abgestrahlte und das durchgelassene Licht auswirkt. **[4 BE]**
- 2.5** In einem weiteren Experiment entstehen die Messwerte der Tabelle 3. Analysieren Sie die Messwerte der Tabelle 3 hinsichtlich der Fragestellung, ob zwischen dem Abstand d und der gemessenen Spannung U ein exponentieller Zusammenhang besteht, indem Sie Ihre Auswertung in der im Unterricht vereinbarten Form dokumentieren. **[5 BE]**

Aufgabe 3

Thema dieser Aufgabe sind Energieübergänge bei Prozessen in der Atomhülle. Es wird unter anderem ein FRANCK-HERTZ-Experiment mit Neon ausgewertet.

- 3.1** Mit einem Versuchsaufbau entsprechend der Skizze in Abb. 1 wird ein FRANCK-HERTZ-Experiment durchgeführt. In der Röhre befindet sich Neongas. Beschreiben Sie die Aufgaben der einzelnen Bestandteile des Aufbaus in Abb. 1 und die Versuchsdurchführung bei einem FRANCK-HERTZ-Versuch wie im Unterricht behandelt. Beschreiben Sie die wesentlichen Merkmale der vorliegenden Messwertgraphik in Abb. 2. Deuten Sie das Auftreten der Maxima im Messwertgraphen aus Abb. 2. **[10 BE]**
- 3.2** In Abb. 3 ist ein stark vereinfachtes Energieniveauschema von Neon angegeben. Darin sind die Vorgänge in den Neonatomen beim oben beschriebenen FRANCK-HERTZ-Experiment in Form von Pfeilen schematisch dargestellt. In der Röhre treten im Bereich links vom Gitter Leuchterscheinungen auf, sobald die Spannung U_B ca. 19 V überschreitet. Erklären Sie anhand des Energieniveauschemas in Abb. 3 die Vorgänge im Neonatom, die dazu führen, dass Licht im sichtbaren Bereich emittiert wird. Bestätigen Sie anhand der Daten in Abb. 3, dass zum Energieübergang von Niveau B zu Niveau A gelb-orangefarbenes Licht gehört. **[8 BE]**

Material

Farbbereiche	λ
Violett / Blau	400 nm – 490 nm
Grün	490 nm – 575 nm
Gelb / Orange	575 nm – 650 nm
Rot	650 nm – 750 nm

Tabelle 1: Ungefähre Zuordnung zwischen Farben und Wellenlängen λ des sichtbaren Lichts.

	Mitte der Lücke im Spektrum in Abb. 6b	linke Grenze des Spektrums in Abb. 6c	Maximum des Spektrums in Abb. 6c	rechte Grenze des Spektrums in Abb. 6c
Wellenlänge λ in nm	465		530	
Energie E der Photonen in eV			2,34	

Tabelle 2: zur Auswertung in Aufgabe 2.3.

d in mm	10	20	30	40	50
U in mV	233	113	77	62	54

Tabelle 3: Die grüne fluoreszierende Platte wird punktförmig beleuchtet. Mit einem Lichtsensor wird die Helligkeit an einer Kante der grünen fluoreszierenden Platte in Abhängigkeit vom Abstand d zwischen der Kante und dem Beleuchtungspunkt gemessen. Der Messwert der Spannung U am Lichtsensor ist proportional zur Intensität des Lichts.

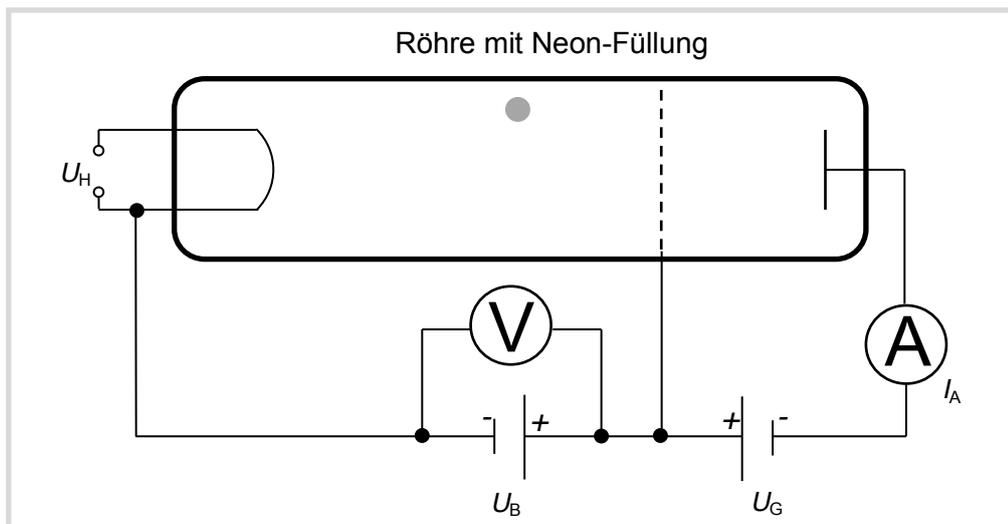


Abb. 1: Schematischer Aufbau eines FRANCK-HERTZ-Experiments mit Neon. Der graue Punkt symbolisiert die über die gesamte Röhre verteilte Neongasfüllung.

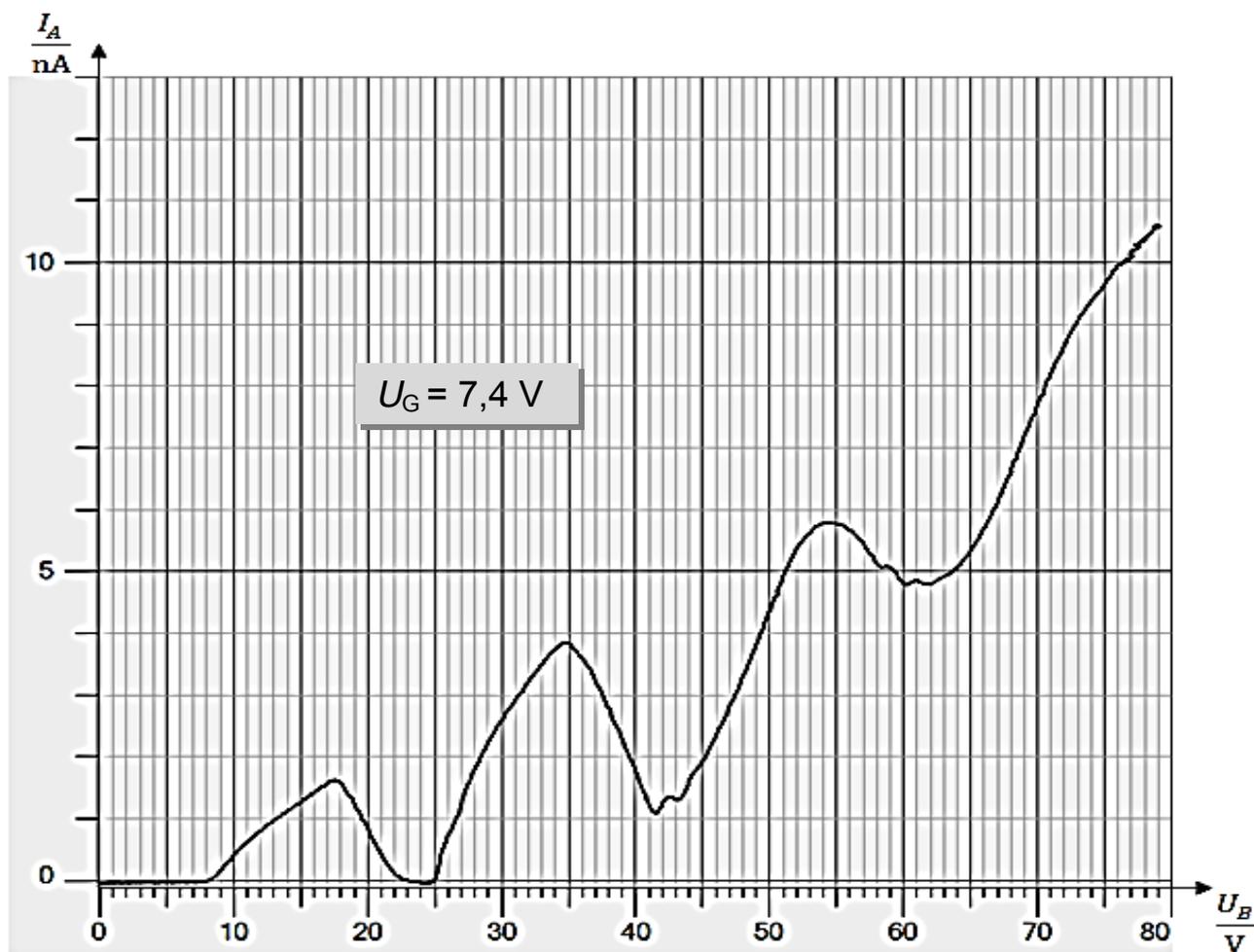


Abb. 2: Messwertgraphik zum FRANCK-HERTZ-Experiment mit Neon. Die Stromstärke I_A in nA ist über der Spannung U_B in V aufgetragen.

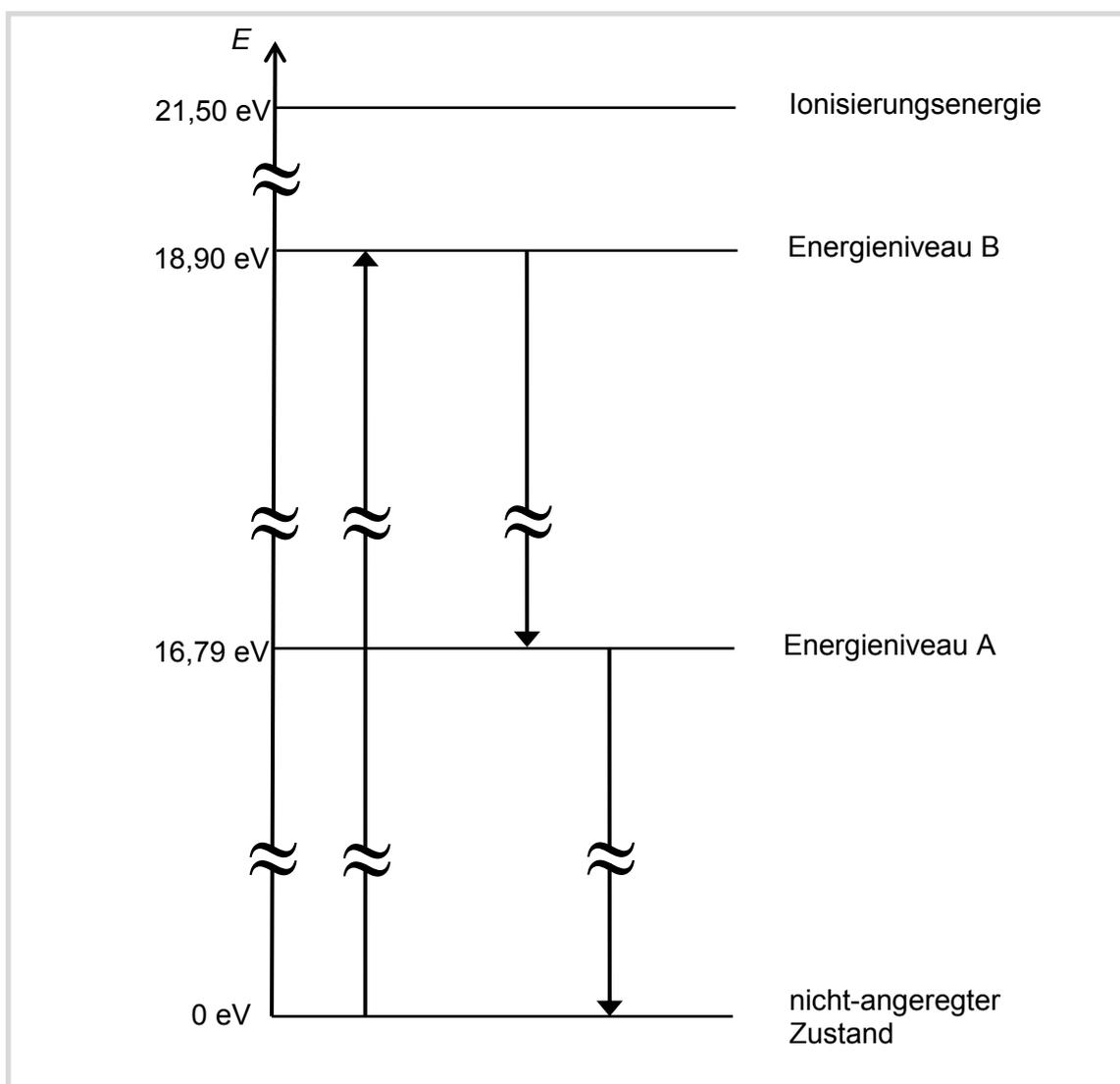


Abb. 3: Stark vereinfachtes Energieniveauschema von Neon. E bezeichnet den Abstand der Niveaus zum nicht-angeregten Zustand.

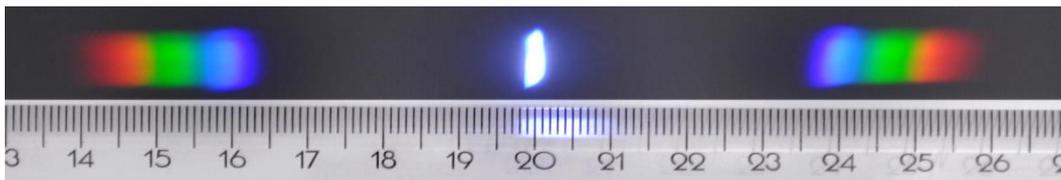


Abb. 4: Spektrum der „weißen“ LED auf dem Schirm. Die farbigen Bereiche auf beiden Seiten gehören jeweils zu den Maxima der ersten Ordnung. Der in cm angegebene Maßstab ist zu verwenden. $g = 1/500 \text{ mm}$.

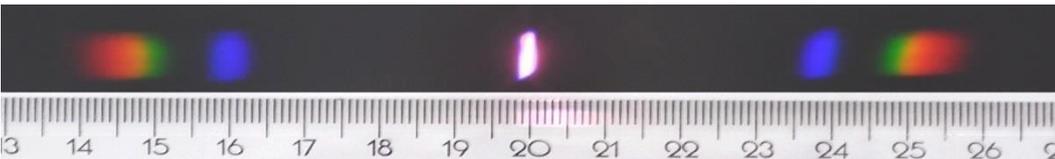


Abb. 5: Spektrum des von der roten fluoreszierenden Platte durchgelassenen Lichts, $g = 1/500 \text{ mm}$. Der in cm angegebene Maßstab für a_1 ist zu verwenden.

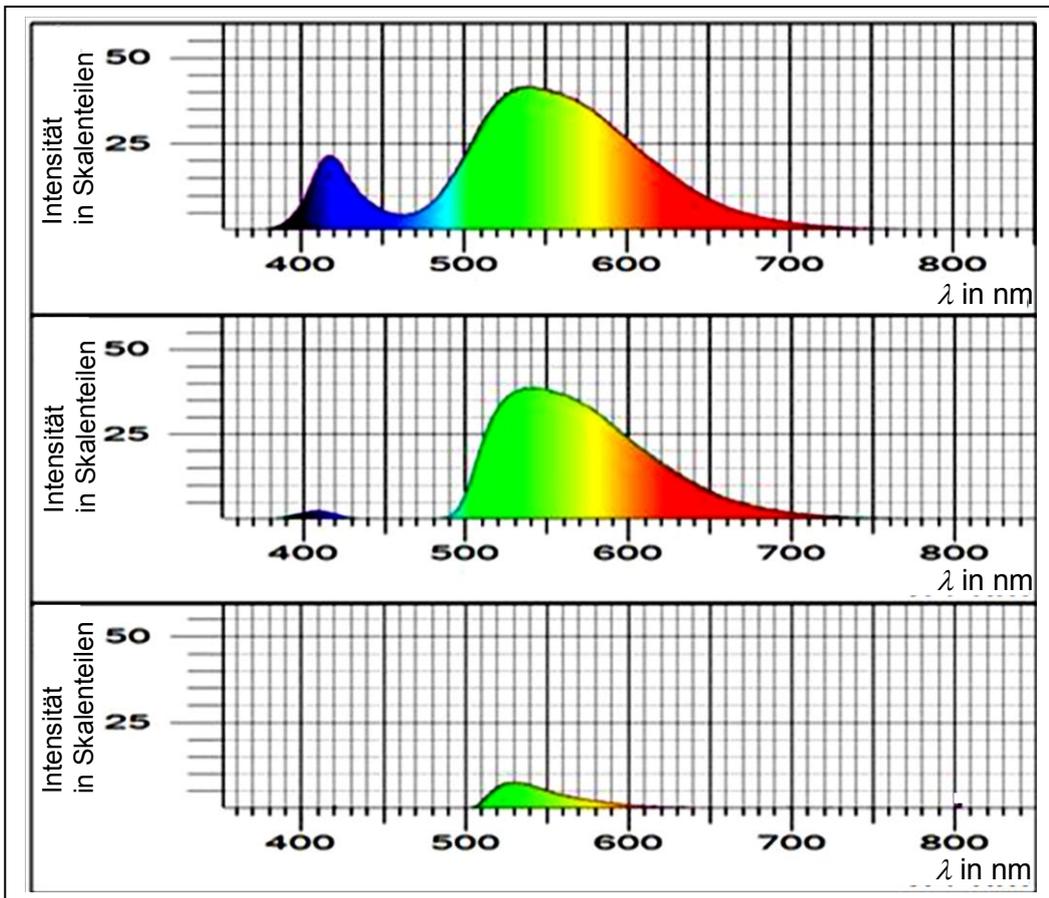


Abb. 6a: Spektrum der „weißen“ LED.

Abb. 6b: Spektrum des von der grünen fluoreszierenden Platte durchgelassenen Lichts.

Abb. 6c: Spektrum des seitlich von der grünen fluoreszierenden Platte abgestrahlten Lichts.

Abb. 6: Auf den Hochachsen sind die Intensitäten zu den jeweiligen Wellenlängen λ in Skalenteilen angegeben.

Hilfsmittel

- Taschenrechner
- Eine von der Schule eingeführte für das Abitur zugelassene physikalische Formelsammlung
- Eine von der Schule eingeführte für das Abitur zugelassene mathematische Formelsammlung