

I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCGO und Abiturerlass in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug

Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzen sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzen									
	F1	F2	E1	E2	E3	K1	K2	K3	B1	B2
1.1	X									
1.2	X			X				X		
1.3	X			X				X		
2.1	X		X			X				
2.2		X	X							
2.3			X	X				X		
2.4		X								
3.1		X						X	X	
3.2		X						X	X	

Inhaltlicher Bezug

Q3: Quanten- und Atomphysik

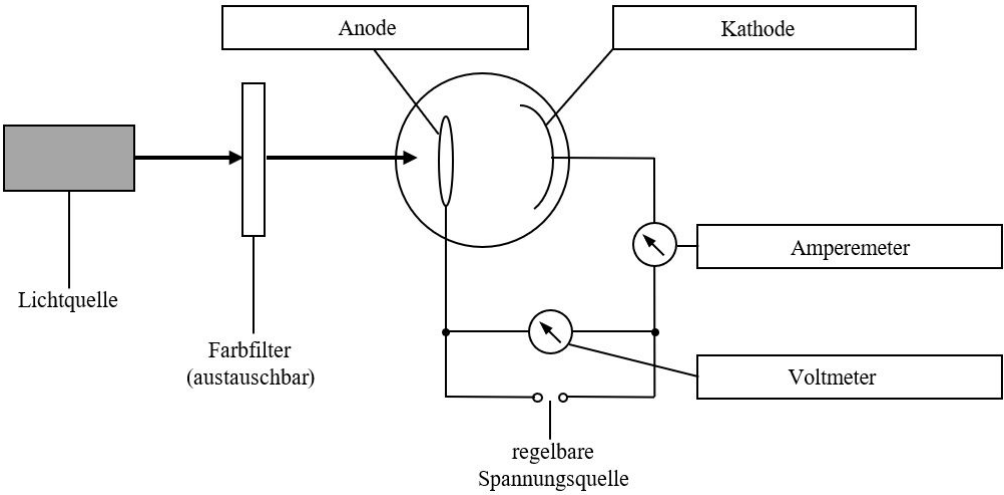
verbindliche Themenfelder: Eigenschaften von Quantenobjekten (Q3.1)

II Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, sind ebenso zu akzeptieren. Bei den Ergebnissen numerischer Rechnungen ist zu berücksichtigen, dass in der Physik Messwerte und sich daraus ergebende Rechenergebnisse immer nur im Rahmen der Messgenauigkeit korrekt sind und gerundete Werte darstellen. Geringe Abweichungen von den in den Lösungshinweisen angegebenen Werten sind daher zu akzeptieren.

Bei den unten angegebenen Lösungen werden für Naturkonstanten die im Taschenrechner vorhandenen Werte verwendet. Zwischen- und Endergebnisse sind sinnvoll gerundet angegeben.

Für weitere Rechnungen mit diesen Zwischenergebnissen werden nicht die gerundeten, sondern die im Taschenrechner gespeicherten Werte verwendet, damit Rundungsungenauigkeiten nicht kumulieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1.1	<u>Beschreiben:</u> Als (äußeren) Photoeffekt bezeichnet man das Auslösen von Elektronen aus Metalloberflächen durch die Bestrahlung mit geeignetem Licht. Wird z. B. eine negativ geladene Zinkplatte, die mit einem Elektroskop verbunden ist, mit dem Licht einer Quecksilberdampf Lampe beleuchtet, so geht der Ausschlag des Elektroskops zurück. <i>Das Beschreiben eines anderen Versuchs mit einer Zinkplatte ist zu akzeptieren.</i>	3
1.2	<u>Beschreiben und erläutern:</u> Unterschreitet das eingestrahlte Licht eine bestimmte Grenzfrequenz, so werden keine Elektronen ausgelöst, unabhängig davon, wie intensiv das Licht ist. Im Wellenmodell entspricht der Lichtintensität die Stärke der elektromagnetischen Felder. In einem starken elektromagnetischen Feld erfahren die Elektronen eine große Kraft, sodass sie auch bei geringen Frequenzen ausgelöst werden müssten. <i>Das Beschreiben einer anderen experimentellen Beobachtung sowie das Erläutern eines anderen Widerspruchs sind zu akzeptieren.</i>	2 2
1.3	<u>Beschreiben und erläutern:</u> Jedes Photon besitzt eine Energie E , die proportional zu seiner Frequenz f ist. Es gilt $E = h \cdot f$. Ein Photon wechselwirkt mit genau einem Elektron und gibt dabei seine ganze Energie an das Elektron ab. Ist die Energie des Photons größer als die Austrittsenergie E_A des Elektrons, so verlässt das Elektron die Metalloberfläche und besitzt nach dem Austritt die Differenz der Energien als kinetische Energie E_{kin} . Es gilt also $h \cdot f = E_{\text{kin}} + E_A$. <u>Erläutern:</u> Im Photonenmodell entspricht der Lichtintensität die Anzahl der Photonen, die auf die Fotokathode treffen. Da jedes Photon mit nur einem Elektron wechselwirkt, wird auch bei vielen auftreffenden Photonen kein Elektron ausgelöst, wenn das Licht die Grenzfrequenz unterschreitet. <i>Das Erläutern der Auflösung eines anderen Widerspruchs ist zu akzeptieren.</i>	4 2
2.1	<u>Beschriften:</u> 	2

Aufg.	erwartete Leistungen	BE																												
	<p><u>Beschreiben:</u></p> <p>Man lässt das Licht aus der Quelle durch unterschiedliche Farbfilter auf die Fotozelle fallen. Für jeden Farbfilter wird die Gegenspannung zwischen Kathode und Anode so lange erhöht, bis kein Stromfluss mehr messbar ist, d. h. keine Fotoelektronen die Anode erreichen. Dieser Spannungswert entspricht der maximalen Energie der ausgelösten Fotoelektronen in Elektronenvolt.</p>	4																												
2.2	<p><u>Berechnen:</u></p> <p>Die fehlenden Werte in der dritten Zeile werden mit der Formel $f = \frac{c}{\lambda}$ berechnet.</p> <table><tr><td>λ in nm</td><td>470</td><td>510</td><td>520</td><td>550</td><td>580</td><td>630</td></tr><tr><td>U_G in V</td><td>0,874</td><td>0,655</td><td>0,624</td><td>0,487</td><td>0,356</td><td>0,175</td></tr><tr><td>f in 10^{14} Hz</td><td>6,38</td><td>5,88</td><td>5,77</td><td>5,45</td><td>5,17</td><td>4,76</td></tr><tr><td>$e \cdot U_G$ in 10^{-19} J</td><td>1,40</td><td>1,05</td><td>1,00</td><td>0,78</td><td>0,57</td><td>0,28</td></tr></table> <p>Die berechneten Werte sind in der Tabelle fett gedruckt.</p> <p><u>Darstellen:</u></p> <p>Die Ausgleichsgerade ist erst in Aufgabe 2.3 verlangt.</p>	λ in nm	470	510	520	550	580	630	U_G in V	0,874	0,655	0,624	0,487	0,356	0,175	f in 10^{14} Hz	6,38	5,88	5,77	5,45	5,17	4,76	$e \cdot U_G$ in 10^{-19} J	1,40	1,05	1,00	0,78	0,57	0,28	3
λ in nm	470	510	520	550	580	630																								
U_G in V	0,874	0,655	0,624	0,487	0,356	0,175																								
f in 10^{14} Hz	6,38	5,88	5,77	5,45	5,17	4,76																								
$e \cdot U_G$ in 10^{-19} J	1,40	1,05	1,00	0,78	0,57	0,28																								
2.3	<p><u>Erläutern:</u></p> <p>Aus der Einstein'schen Gleichung folgt $E_{\text{kin}} = h \cdot f - E_A$.</p> <p>Mit $E_{\text{kin}} = U_G \cdot e$ erhält man $U_G \cdot e = h \cdot f - E_A$.</p> <p>Da h und E_A konstant sind, ist dies die Gleichung einer Geraden.</p>	3																												

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	<p><u>Ermitteln:</u> Die Steigung der Ausgleichsgeraden – und damit das Planck'sche Wirkungsquantum h – kann mithilfe eines Steigungsdreiecks bestimmt werden. Für zwei ausgewählte Punkte auf der Ausgleichsgeraden ergibt sich z. B.:</p> $h_{\text{exp}} = \frac{(1,2 - 0,0) \cdot 10^{-19} \text{ J}}{(6,1 - 4,3) \cdot 10^{14} \text{ Hz}} = 6,67 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ <p>Die Grenzfrequenz kann als Nullstelle des Graphen zu $f_G = 4,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ abgelesen werden. Die Austrittsenergie ergibt sich aus dem Produkt dieser Werte:</p> $E_A = h_{\text{exp}} \cdot f_G = 6,67 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 4,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz} = 2,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ <p><i>Abweichungen aufgrund einer anderen sinnvollen Lage der Ausgleichsgeraden sowie das Ermitteln der Werte mithilfe des Graphen auf andere Weise sind zu akzeptieren.</i></p> <p><u>Berechnen:</u></p> $\frac{h_{\text{exp}}}{h} = \frac{6,67 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{h} = 1,01$ <p>Der experimentelle Wert weicht um 1 % vom Literaturwert ab.</p>	<p>3</p> <p>3</p> <p>2</p>
2.4	<p><u>Berechnen:</u></p> $h \cdot f_G = \frac{h \cdot c}{\lambda_G} = E_A \quad \Leftrightarrow$ $\lambda_G = \frac{h \cdot c}{E_A} = \frac{h \cdot c}{e \cdot 4,48 \text{ V}} = 277 \text{ nm}$	3
3.1	<p><u>Untersuchen:</u> Die minimale Photonenenergie ist $E_{\text{rot}} = h \cdot 4,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz} = 2,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Lediglich die Fotodiode mit der Austrittsenergie von $2,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ist geeignet, da nur ihre Austrittsenergie kleiner ist als die minimale Photonenenergie. <i>Eine richtige Argumentation mit den Grenzfrequenzen der Fotodioden ist ebenfalls zu akzeptieren.</i></p>	4
3.2	<p><u>Beurteilen:</u> Die in einer Sekunde eingestrahelte Energie beträgt $E = 1 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. Ein Photon besitzt die Energie $E_{\text{Photon}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{h \cdot c}{6,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 3,06 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Es fallen also pro Sekunde $\frac{E}{E_{\text{Photon}}} = \frac{1 \cdot 10^{-5} \text{ J}}{3,06 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 3,3 \cdot 10^{13}$ Photonen auf die Fotodiode. Der zu messende Fotostrom beträgt $I = 0,1 \cdot 3,3 \cdot 10^{13} \frac{1}{\text{s}} \cdot e = 5,2 \cdot 10^{-7} \text{ A} = 0,52 \mu\text{A}$. Er ist kleiner als die Messgenauigkeit, das Amperemeter kann daher nicht verwendet werden.</p>	6
	Summe	50

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO bzw. des Abzugs nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt. Der prozentuale sprachliche Anteil nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO wird auf 20 % festgesetzt.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Im Fach Physik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung je eines Vorschlags aus den Aufgabengruppen A und B, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45 % der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75 % der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	4	9		13
2	11	16		27
3			10	10
Summe	15	25	10	50

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.