

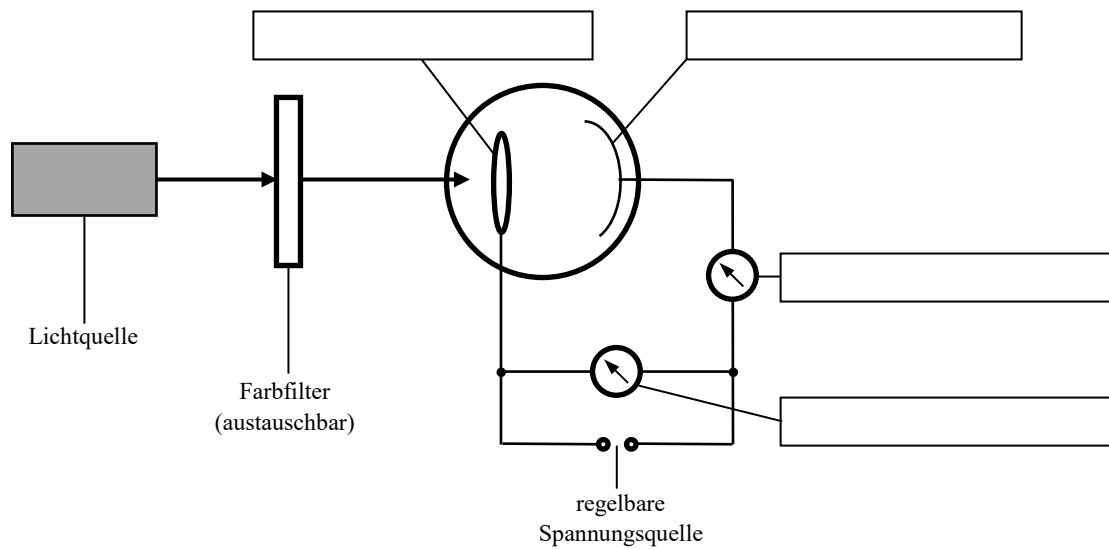
Fotoeffekt**Aufgaben**

- 1 In vielen technischen Anwendungen wird der Fotoeffekt genutzt. Die Deutung dieses Phänomens durch Albert Einstein im Jahr 1905 veränderte die Modellvorstellung vom Licht grundlegend.
- 1.1 Beschreiben Sie das Phänomen, das als Fotoeffekt bezeichnet wird, am Beispiel eines Versuchs mit einer Zinkplatte.
(3 BE)
- 1.2 Beschreiben Sie eine experimentelle Beobachtung beim Fotoeffekt, die im Widerspruch zum klassischen Wellenmodell des Lichts steht, und erläutern Sie diesen Widerspruch.
(4 BE)
- 1.3 Beschreiben Sie die Deutung des Fotoeffekts durch Einstein, deren zentrales Element das Lichtquant (Photon) ist.
Erläutern Sie in diesem Zusammenhang die Einstein'sche Gleichung $h \cdot f = E_{\text{kin}} + E_A$.
Erläutern Sie schließlich, wie der in Aufgabe 1.2 erläuterte Widerspruch im Photonenmodell aufgelöst wird.
(6 BE)
- 2 In Material 1 ist ein Versuchsaufbau zum Fotoeffekt skizziert, mit dem die kinetische Energie der ausgelösten Elektronen bestimmt werden kann.
- 2.1 Beschriften Sie den Versuchsaufbau, indem Sie die vier leeren Kästchen in Material 1 ausfüllen. Beschreiben Sie die Versuchsdurchführung und die Methode zur Bestimmung der maximalen kinetischen Energie der ausgelösten Elektronen.
(6 BE)
- 2.2 Eine Fotozelle mit einer Fotokathode aus Cäsium wird mit Licht verschiedener Wellenlängen bestrahlt. Für jede Wellenlänge wird die Gegenspannung U_G ermittelt, bei der kein Fotostrom mehr fließt. Im Material 2 sind die Ergebnisse dieses Experiments tabellarisch dargestellt. Berechnen Sie die in der dritten und vierten Zeile in Material 2 fehlenden Werte. Stellen Sie die Abhängigkeit des Produkts $e \cdot U_G$ von der Frequenz f als Graph in einem Koordinatensystem dar.
(7 BE)

- 2.3 Erläutern Sie mithilfe der Einstein'schen Gleichung, dass beim Graphen aus Aufgabe 2.2 theoretisch die Datenpunkte auf einer Geraden liegen sollten.
Ermitteln Sie mithilfe einer Ausgleichsgeraden im Graphen aus Aufgabe 2.2 einen Wert für das Planck'sche Wirkungsquantum h , die Grenzfrequenz f_G der Fotozelle und die Austrittsenergie E_A .
Berechnen Sie die prozentuale Abweichung des experimentell ermittelten Werts für h vom Literaturwert.
(11 BE)
- 2.4 Bei einem Versuch wird eine Fotozelle mit einer Austrittsenergie $E_A = 4,48 \text{ eV}$ verwendet. Ein Fotostrom ist nur für die Wellenlängen λ messbar, die kleiner als eine Grenzwellenlänge λ_G sind. Berechnen Sie die Grenzwellenlänge λ_G für diese Fotozelle.
(3 BE)
- 3 Ein Fotometer ist ein Messgerät, mit dem die Intensität von Licht gemessen werden kann. Es besteht aus einer empfindlichen Fotodiode, die das einfallende Licht mithilfe des Photoeffekts in elektrischen Strom umwandelt. Die Stärke dieses Fotostroms wird mit einem Amperemeter gemessen. Zur Messung in einem breiten Frequenzspektrum von $f_{\text{rot}} = 4,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ bis $f_{\text{blau}} = 7,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ stehen zwei Fotodioden aus unterschiedlichem Material mit verschiedenen Werten für die Austrittsenergie zur Verfügung: $E_{A1} = 4,1 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ und $E_{A2} = 2,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- 3.1 Untersuchen Sie, welche der Fotodioden für das Fotometer geeignet ist.
(4 BE)
- 3.2 Eine solche Fotodiode wird mit dem roten Licht eines Lasers mit der Wellenlänge $\lambda = 650 \text{ nm}$ und der Strahlungsleistung $0,01 \text{ mW}$ beleuchtet. Es wird angenommen, dass 10 % der Photonen ein Elektron aus der Fotokathode auslösen.
Beurteilen Sie, ob zur Messung des Fotostroms ein Amperemeter mit einer Messgenauigkeit von $10 \mu\text{A}$ verwendet werden kann.
(6 BE)

Material 1

Versuchsaufbau zum Fotoeffekt



Material 2

Versuchsergebnisse

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			4,76
$e \cdot U_G$ in 10^{-19} J	1,40	1,05	1,00			0,28