

Die Gegenfeldmethode

Licht ausreichend großer Frequenz kann Elektronen aus Metallen lösen. Die beobachteten Phänomene aus dem Hallwachs-Versuch können mit einer Photozelle quantitativ untersucht werden. Die dafür verwendete Methode bezeichnet man als Gegenfeldmethode.

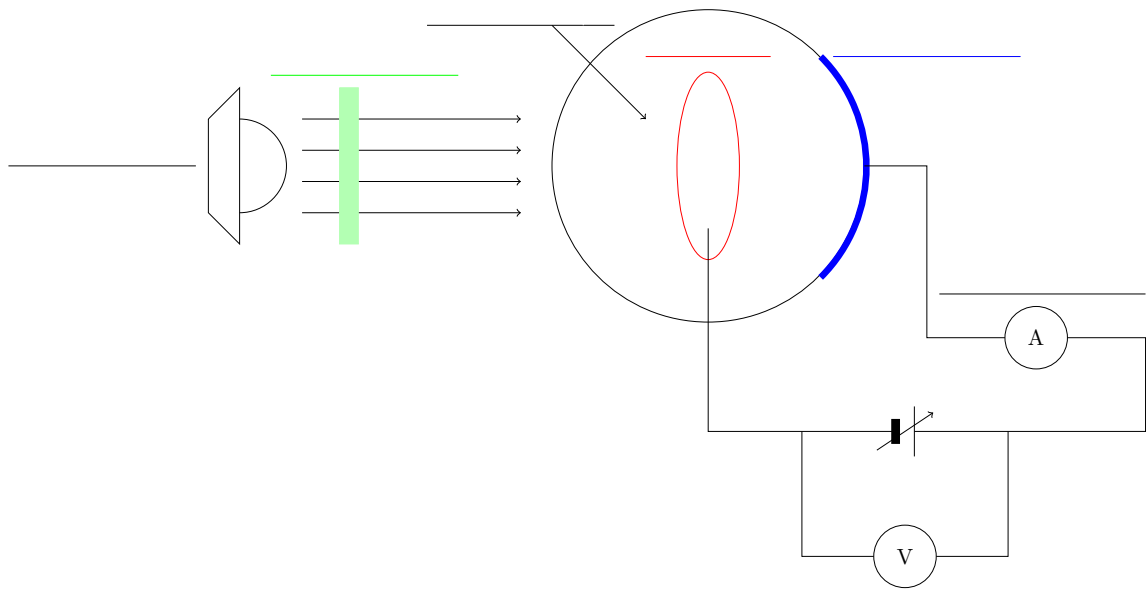
Lesen Sie sich die Erklärung zur Gegenfeldmethode (über QR-Code erreichbar) durch, um die folgenden Aufgaben zu bearbeiten.



Aufgabe 1

Eine Photozelle besteht aus einer evakuierten Quarzglasröhre (Quarz ist durchlässig für den UV-Anteil des Lichts), die eine Kathode aus einem Alkalimetall wie Cäsium sowie eine Anode in Form eines Drahrings aus dem gleichen Alkalimetall enthält.

a) Beschriften Sie die Skizze des Versuchsaufbaus.



b) Erklären Sie die Begriffe in der Tabelle in eigenen Worten.



Mit der Simulation (über den QR-Code abrufbar) führen Sie die Gegenfeldmethode im Folgenden schrittweise durch und leiten damit eine elementare Gleichung der Quantenphysik her.

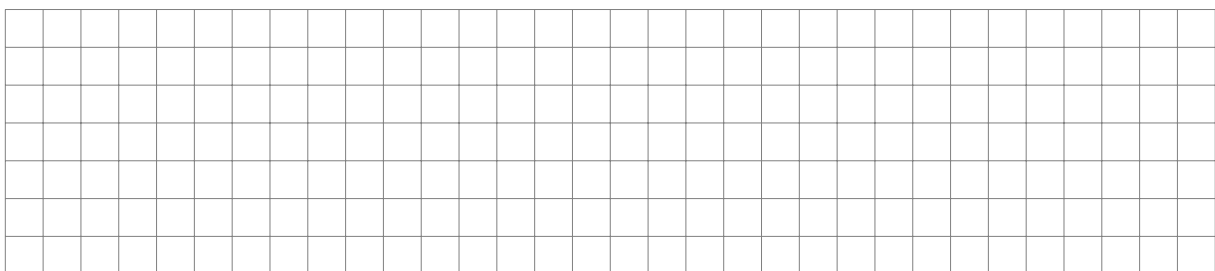


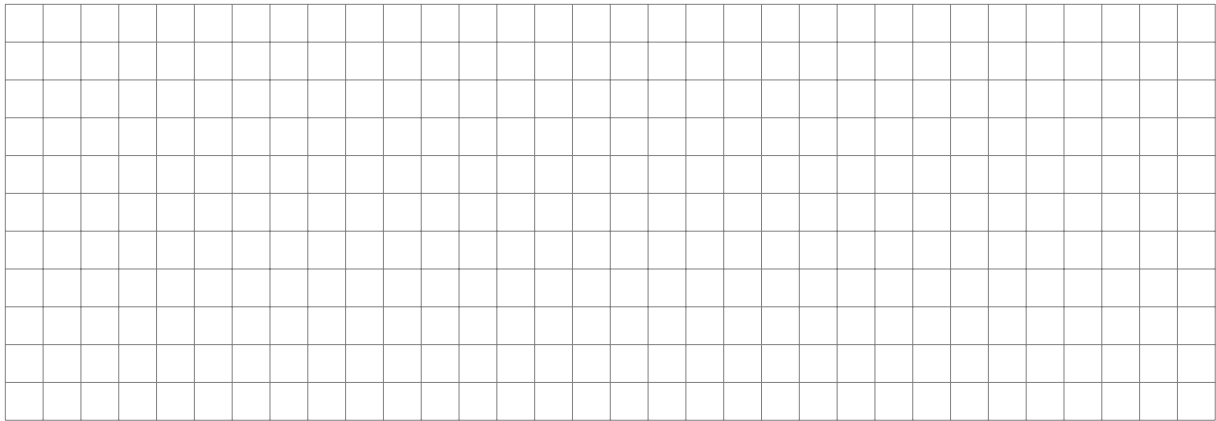
Abbildung: Simulation zur quantitativen Analyse des Hallwachs-Versuchs mit der Gegenfeldmethode, Quelle: Europaschule Gymnasium Westerede, abrufbar unter https://www.physik.gym-wst.de/apps/qp/02_photoeffekt02a/photoeffekt02a.html, Zugriff am 28.10.2025

Aufgabe 2

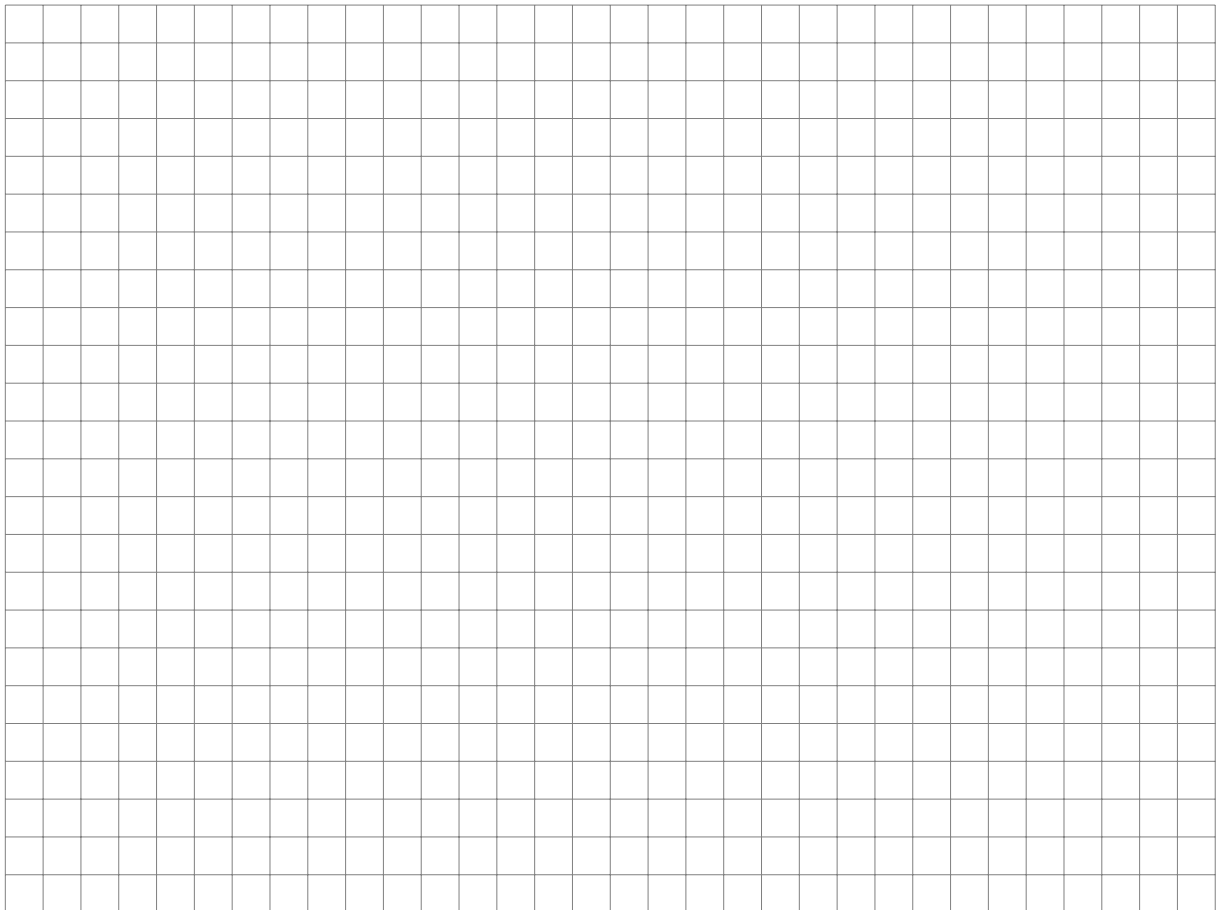
Führen Sie die folgenden Versuche mit einer Cäsiumphotozelle für die drei Wellenlängen $\lambda_{violett} \approx 400 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, $\lambda_{blau} \approx 440 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ und $\lambda_{grün} \approx 520 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ durch. Dokumentieren Sie Ihre Beobachtungen.

- Untersuchen Sie die Abhängigkeit des Photostroms von der Lichtintensität.
- Untersuchen Sie die Abhängigkeit der maximalen kinetischen Energie der Elektronen $E_{kin,max}$ von der Intensität (25 %, 50 %, 75 %) und der Wellenlänge.

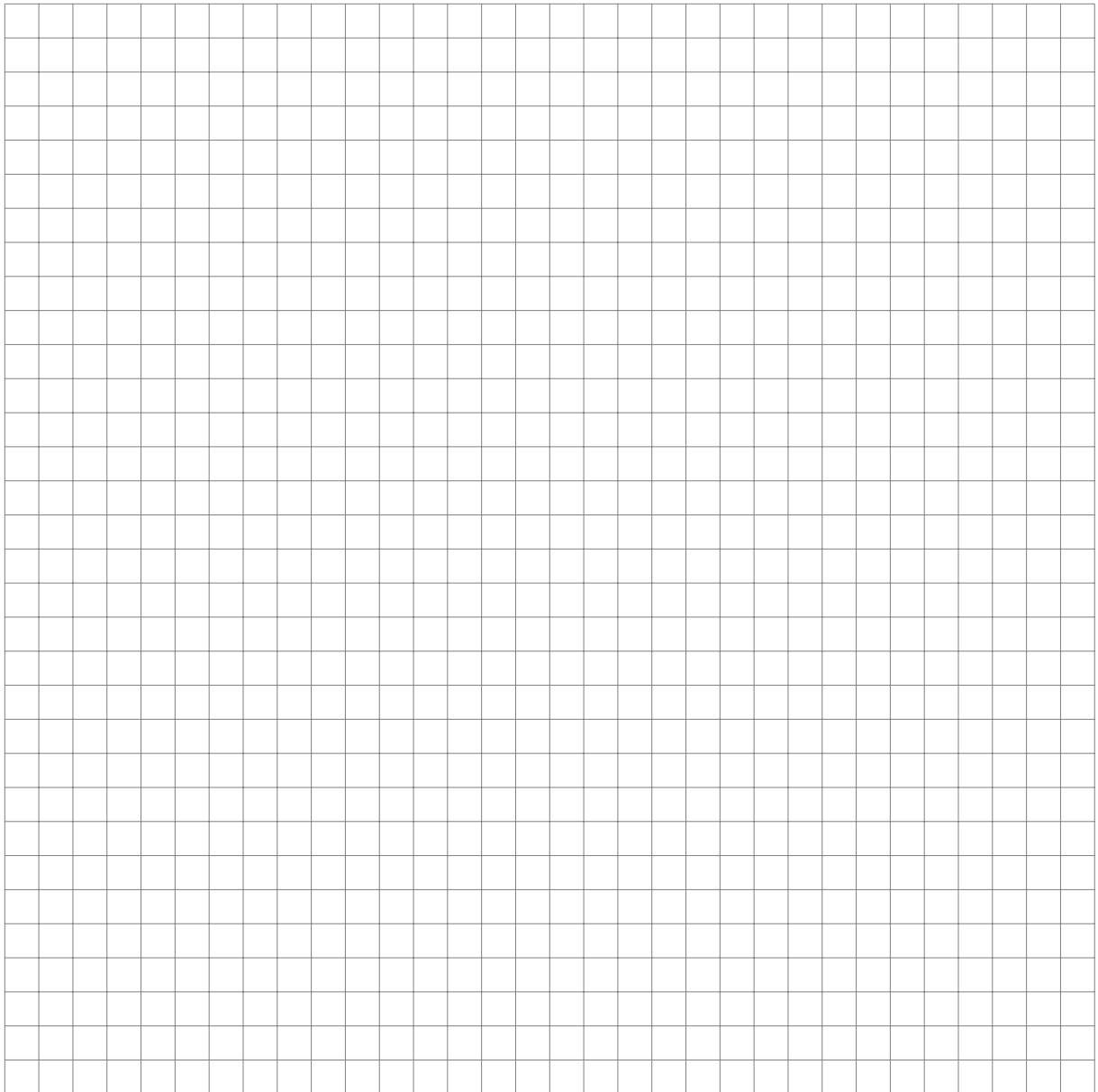




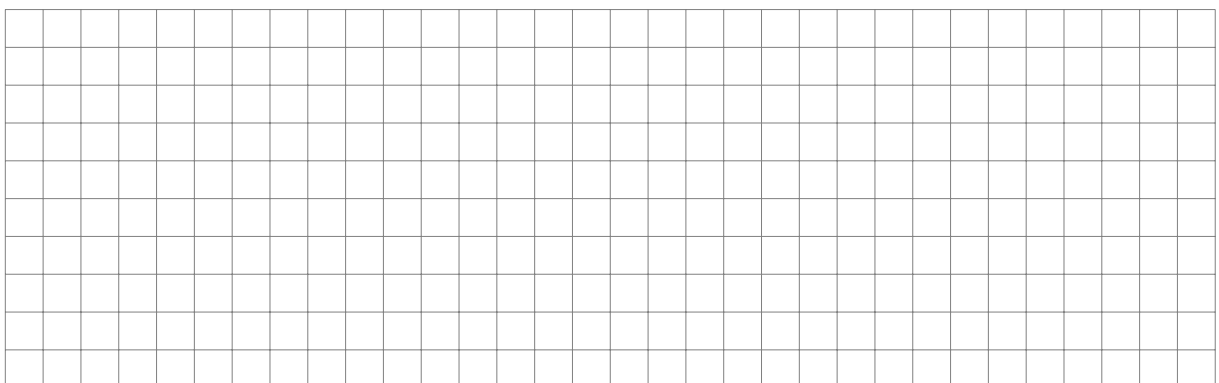
- c) Zeichnen Sie ein Diagramm zur Abhängigkeit der maximalen kinetischen Energie der Photoelektronen von der Frequenz des eingestrahlten Lichts. Dabei soll sowohl die Nullstelle als auch der y-Achsenabschnitt ablesbar sein.

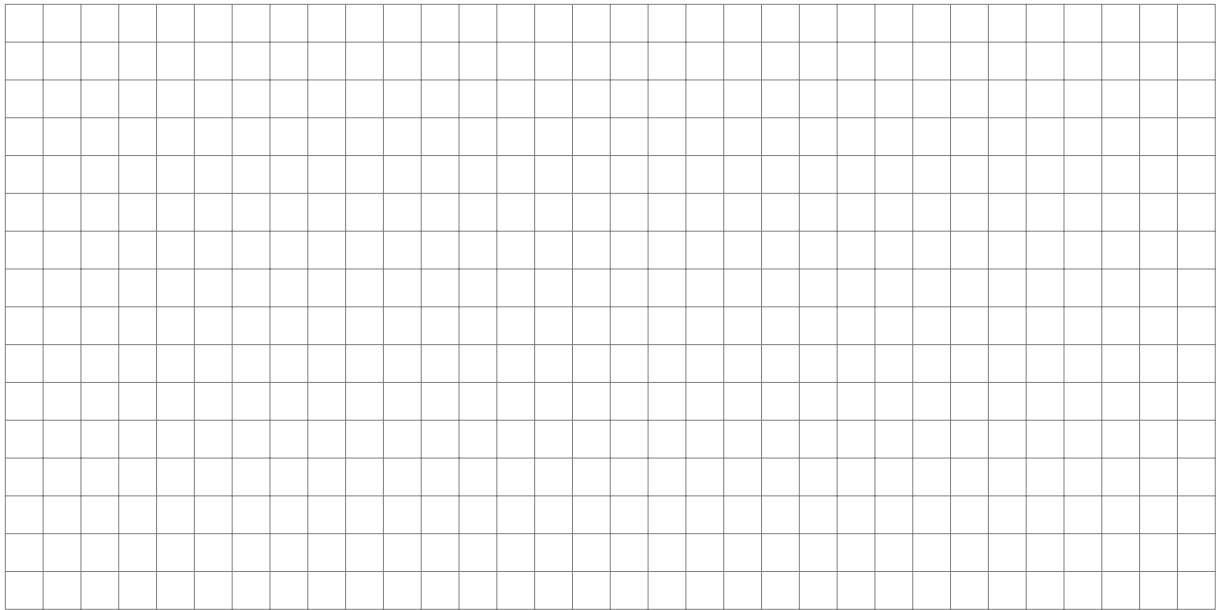


- d) Untersuchen Sie auch für eine Natrium- und Kaliumphotozelle die Abhängigkeit der maximalen kinetischen Energie der Photoelektronen von der Frequenz des eingestrahlten Lichts. Stellen Sie die Ergebnisse grafisch in dem Diagramm aus Aufgabe c) dar.



e) Bestimmen Sie für alle drei Materialien die **mittlere** Steigung.





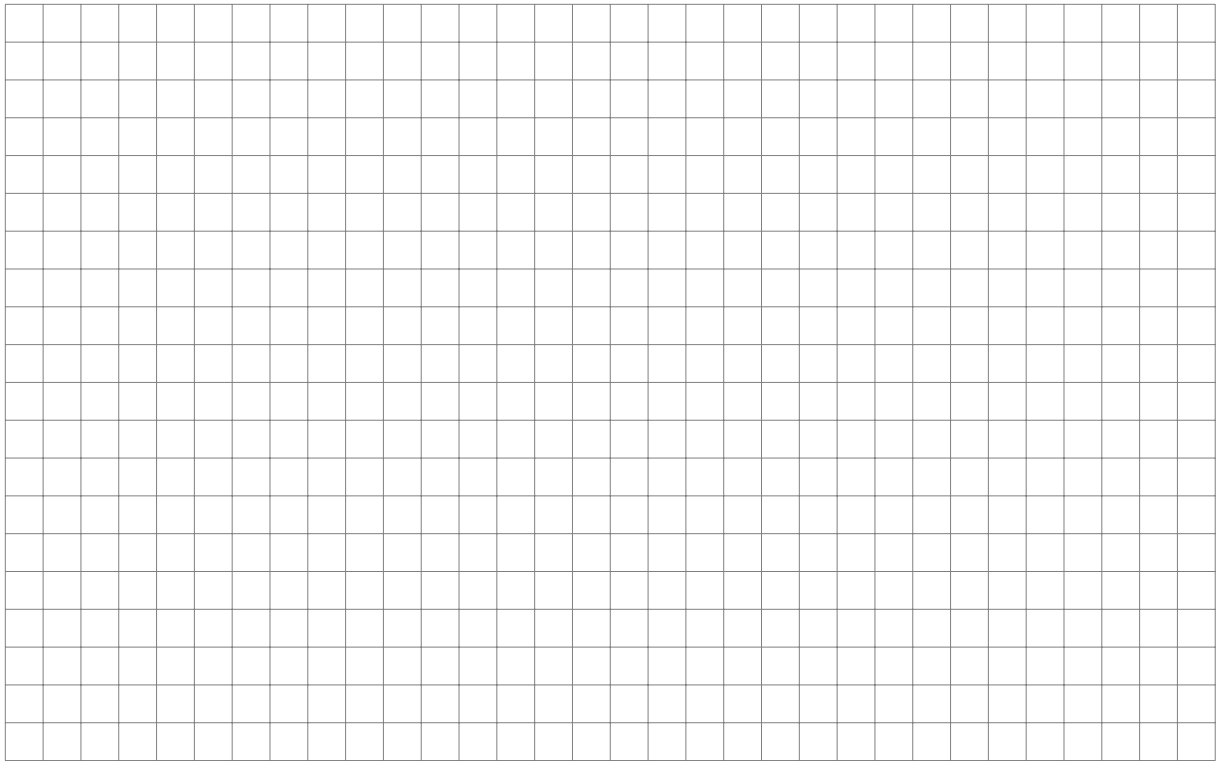
- f) Die Grenzfrequenz ist der Schnittpunkt mit der x-Achse. Der Photoeffekt kann nur auftreten, wenn die Photoelektronen eine maximale kinetische Energie haben, die größer als 0 ist.

Die Auslösearbeit ist der negative Wert des y-Achsenabschnitts. Zum Auslösen eines Elektrons ist eine materialspezifische Auslösearbeit notwendig, sodass die maximale kinetische Energie gerade der Differenz von Lichtenergie und Auslösearbeit entspricht.

$$E_{\text{Licht}} = E_{\text{kin,max}} + W_A \Leftrightarrow E_{\text{kin,max}} = E_{\text{Licht}} - W_A$$

Bestimmen Sie die Grenzfrequenz für alle drei Materialien rechnerisch und lesen Sie die Auslösearbeiten aus dem Diagramm ab. Stellen Sie eine Geradengleichung für alle drei Materialien auf.





g) Stellen Sie eine allgemeine Gleichung auf, die die Abhängigkeit der maximalen kinetischen Energie der Photoelektronen von der Frequenz des eingestrahlten Lichts beschreibt.

