

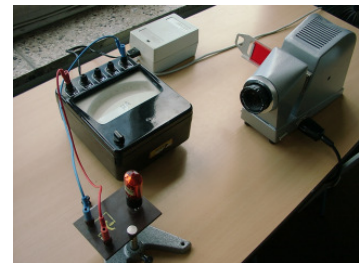
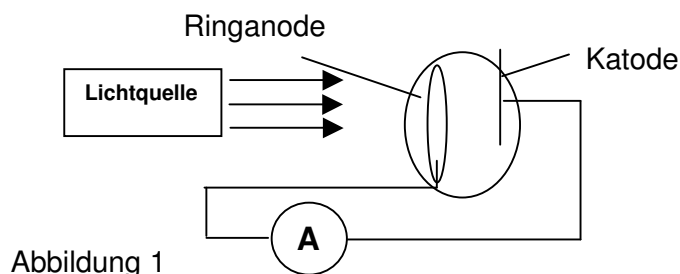
Lernaufgabe zum Thema

Fotoeffekt

Für die Bearbeitung dieser Aufgabe werden Zweiergruppen gebildet. Sie erarbeiten selbstständig dieses Thema. Als Hilfsmittel stehen Ihnen Schulbücher, Experimente, die an Arbeitsplätzen vorbereitet sind, sowie Rechner mit Internetzugang zur Verfügung. Die Reihenfolge der Aufgaben wurde aus der Sachstruktur des Themas abgeleitet.

Fragen und Aufgaben

- 1 Welche Erscheinung wird als lichtelektrischer Effekt bezeichnet?
- 2 Informieren Sie sich über den Aufbau einer Fozelle und erläutern Sie die Entstehung eines Fotostromes für das in Abbildung 1 dargestellte Experiment!



- 3 Bilden Sie eine Hypothese zu folgender Fragestellung: Was passiert mit dem Fotostrom bzw. der Fotostromstärke, wenn
 - a) die Bestrahlung unterbrochen und wieder freigegeben wird,
 - b) der Abstand zwischen beleuchteter Fozelle und Lichtquelle (monochromatisch) verkleinert wird?
(Hinweis: Gehen Sie auf die Lichtintensität ein.)
- 4 Führen Sie das Experiment mit den zu Verfügung gestellten Materialien (Arbeitsplatz 1, Abbildung 2) durch und überprüfen Sie ihre Hypothese.
- 5 Mithilfe der Gegenfeldmethode kann man experimentell untersuchen, wie die kinetische Energie der Elektronen von der Frequenz des verwendeten Lichtes abhängt. Nutzen Sie zur Bearbeitung der folgenden Aufgaben die zur Verfügung gestellte Literatur und das Internet.
 - a) Erklären Sie, wie die angelegte Gegenspannung und die maximale kinetische Energie der herausgelösten Elektronen zusammenhängen! Kennzeichnen Sie diesen Sachverhalt auch durch eine physikalische Größengleichung.
 - b) Entwerfen Sie ein Schaltbild für die Gegenfeldmethode unter Verwendung einer Batterie als Gegenspannungsquelle.
 - c) Beschreiben Sie die Durchführung des Experiments! Gehen Sie dabei auf die einzelnen Bauteile des Schaltbildes ein und auf die Möglichkeiten Licht verschiedener, wohlüberlegter Frequenzen zu nutzen.
- 6 Die Ergebnisse eines real ablaufenden Experiments zur quantitativen Bestimmung der Abhängigkeit der kinetischen Energie der Elektronen von der Frequenz des Lichtes sollen durch eine Simulation aufgezeigt werden.
 - a) Führen Sie das Simulationsexperiment am Computer durch.

- b) Notieren Sie für die Katodenmaterialien Cäsium und Natrium, in dazugehörigen Messwertetabellen, Lichtfarbe, Wellenlänge, Frequenz, Gegenspannung und die kinetische Energie der Fotoelektronen.
- c) Stellen Sie die Abhängigkeit der kinetischen Energie der Fotoelektronen von der Frequenz des eingestrahlten Lichtes für beide Materialien grafisch dar.
- 7 Beschreiben Sie durch eine physikalische Größengleichung den Verlauf der Graphen aus Aufgabe 6c. (Hinweis: Nutzen Sie dazu die Werte aus dem Simulationsexperiment.)
- 8 Eine physikalische Deutung des äußeren lichtelektrischen Effekts gab Albert Einstein im Jahre 1905 durch die Anwendung der Quantenhypothese auf das Licht. Geben Sie die wesentlichen Gedanken wieder! Nutzen Sie die zur Verfügung gestellte Literatur und das Internet.
- 9 Wie sind die beiden Achsenschnittpunkte der EINSTEIN – Geraden physikalisch zu deuten?
- 10 Beschreiben Sie die Vorgänge beim Auslösen von Elektronen mit Hilfe der Begriffe Energie des Lichtquants, Ablösearbeit und kinetische Energie der Fotoelektronen.
- 11 Überprüfen Sie erneut ihre unter 3) aufgestellte Hypothese. Überarbeiten Sie diese gegebenenfalls.
- 12 Welche Ergebnisse des Fotoeffekts lassen sich nicht mithilfe des Wellenmodells erklären? Begründen Sie ihre Entscheidungen.

- 13 Eine geladene Zinkplatte, die mit einem Elektroskop verbunden ist, wird mit Licht bestrahlt.
- a) Führen Sie die Experimente mit den zur Verfügung gestellten Geräten (Arbeitsplatz 2, Abbildung 3) laut der Vorgaben der Tabelle durch.
- b) Notieren Sie Ihre Beobachtungen.
- c) Erklären Sie die Ergebnisse Ihrer Beobachtungen mithilfe eines geeigneten Modells!

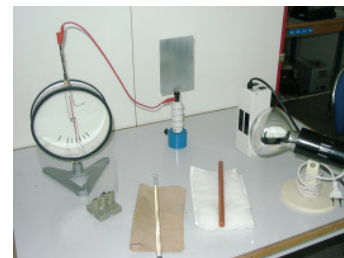


Abbildung 3

	Positiv geladene Platte	Negativ geladene Platte	Negativ geladene Platte mit Glasscheibe
Quecksilberdampflampe oder UV - Lampe			
Glühlampe			

- 14 Eine Fotokatode der Fläche von $A = 1 \text{ cm}^2$ und der Ablösearbeit $W_A = 1,90 \text{ eV}$ wird mit Licht der Wellenlänge $\lambda = 436 \text{ nm}$ und der Bestrahlungsstärke $P = 2,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ beleuchtet.
- a) Berechnen Sie die Austrittsgeschwindigkeit der Elektronen.
- b) Berechnen Sie die Gegenspannung U .
- c) Berechnen Sie die Zahl der pro Sekunde auftreffenden Elektronen.
- d) Berechnen Sie die maximale Fotostromstärke.
- 15 Was ändert sich an den Ergebnissen der Aufgabe 14 , wenn
- a) die Bestrahlungsstärke verdoppelt wird?

- b) die Wellenlänge halbiert wird?
- c) ein Katodenmaterial mit doppelter Ablösearbeit verwendet wird?

Ergänzungen für Leistungskurs:

- 16 Warum reden die Physikbücher beim Fotoeffekt so gut wie nie über den Impulserhaltungssatz?
(Hinweis: Informieren Sie sich über den Quantenimpuls und die ursprünglichen Aufenthaltsbereiche der Elektronen bevor sie herausgelöst werden.)
- 17 Ein sehr empfindlicher Strommesser wird an die Fotozelle mit einer Bariumkatode angeschlossen. Kommt es zum Fotoeffekt, so ist ein dem Vorgang entsprechender Zeigerausschlag zu beobachten. Bei der Bestrahlung mit Licht treffen auf die Katode $20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Dabei werden 10% der Lichtenergie absorbiert, der Rest wird reflektiert. Die bestrahlte Fläche ist $0,5 \text{ cm}^2$ groß.
- a) Würde man den Fotoeffekt durch das Wellenmodell deuten, so müsste sich die Energie gleichmäßig auf die Bariumatome im beleuchteten Teil der Katode verteilen. Der Fotoeffekt würde auftreten, sobald die pro Atom absorbierte Energie der Austrittsarbeit für Elektronen entspricht. Berechnen Sie unter Zugrundelegung dieses Modells die Zeitdauer vom Beginn der Bestrahlung bis zum Eintreten des Fotoeffekts, wenn die Eindringtiefe des Lichtes in das Katodenmaterial 10 nm beträgt.
 - b) Welcher experimentelle Befund steht dem Ergebnis von Teilaufgabe a) entgegen? Wie deutet man diesen Befund?
 - c) Welche Fotostromstärke ergibt sich bei einer Lichtquelle von 435,8 nm für eine Quantenausbeute von einem Elektron pro 10^4 absorbierten Photonen?

Bezüge zwischen den Aufgaben und der Tiefe und Breite der Kompetenzentwicklung

AB	Kompetenzbereiche			
	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Reflexion
I	Wissen wiedergeben 1 / 5b	Fachmethoden beschreiben 4 / 6a / 13a,b	mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten 5c / 6b,c	vorgegebene Bewertungen nachvollziehen 8
II	Wissen anwenden 2 / 10	Fachmethoden nutzen 3	Darstellungsformen nutzen 9	vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren 11
III	Wissen transferieren und nutzen 5a / 7 / 9 / 12 / 13c 14 / 16	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden 7 / 17	Darstellungsformen selbstständig auswählen und nutzen 15	eigene Bewertungen vornehmen