

Fotoeffekt



AT - 27

Austrittsarbeit und Plancksches Wirkungsquantum

Atomphysik

Folie Dia Film Video PC-Programm Sonstiges Anz. Blätter: 2 Datum: 03.09.98

Karte nur zur Benutzung in den Räumen der Universität Ulm, Vorlesungssammlung Physik Bearbeiter: *Dollhopf W.*

Stichworte: Photoeffekt: Bestimmung von h/e ; Plancksches Wirkungsquantum (Fotoeffekt); h/e -Bestimmung mit Vakuumfotозelle; Fotoeffekt: Bestimmung von h/e

Zweck: Bestimmung des Quotienten von Planckscher Konstante und Elementarladung mit Hilfe des Fotoeffekts (Gegenspannungsmethode bei verschiedenen Linien des Quecksilberspektrums).

Meßprinzip: Wir haben zwei Meßanordnungen, bei denen eine Vakuumfotозelle nacheinander mit Licht der verschiedenen Linien der Hg-Lampe beleuchtet wird. Aus der fotoelektrischen Schicht werden Elektronen ausgelöst, deren kinetische Energie gemessen wird.

1. Bei der Anordnung von Leybold wird der Strom gemessen, der durch die Elektronen hervorgerufen wird, die die Anode erreichen. Eine Gegenspannung wird solange erhöht bis der Strom auf Null zurückgeht. Ihr Wert ist für jede Farbe des Lichts verschieden.
2. Bei der Anordnung von Pasco ist die Anode mit dem sehr hochohmigen Eingang eines 1:1-Verstärkers verbunden. Die auftreffenden Elektronen sammeln sich dort solange an, bis sie ein elektrisches Feld aufgebaut haben, das den Zustrom weiterer Elektronen verhindert. Die damit verbundene Spannung wird gemessen.

Bild:



Nach meinen Erfahrungen liefert das Gerät von Pasco die besseren Resultate und ist viel einfacher zu bedienen.

Zubehör:

1. Anordnung von Leybold:
 - Kompaktanordnung zur Bestimmung von h , L 55879 {56-5}
 - Fotozelle zur h -Bestimmung, L 55877, eingebaut in L 55879
 - Hg-Hochdrucklampe L 45115 {73-2}
 - Netzgerät für Hochdrucklampe L 45122 {73-1}
 - Netzgerät für die Gegenspannung PE1512 oder NG304 (das Netzgerät muß einen Feintrieb für die Spannung haben) {64-2}
 - Digitalvoltmeter zur Messung der Gegenspannung {61-4A}
 - Meßverstärker für den Anodenstrom L 52201 {77-2}
 - großes Drehspulinstrument L 53186 {61-2} oder Projektionsinstrument Doppel-Mavo L 44276 mit Meßbereichsschaltkasten L 44274 zur Anzeige des Anodenstroms {62-3}
2. Anordnung von Pasco:
 - h/e -Apparatur von Pasco, AP-9368, incl. Grün-, Gelb- und Graustufenfilter {57-3}
 - Verdunkelungsrohr, 15 cm lang {4-12}
 - Geradsichtprisma {92-2}
 - Objektiv (1:2,8/85) als Abbildungslinse {91-3}
 - verstellbarer Spalt {92-1}
 - brauner Kondensator {5-2}
 - Hg-Hochdrucklampe L 45115 {73-2}
 - Netzgerät für Hochdrucklampe L 45122 {73-1}
 - 2 optische Bänke (50 cm) mit Gelenk {7-9}

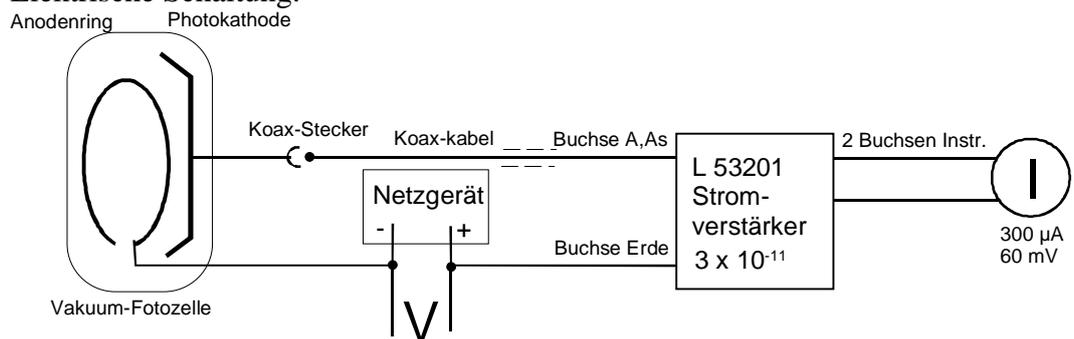
Anschluß der Hg-Lampe:

Die Quecksilber Hochdrucklampe wird an die schwarze und die oberste rote Buchse (HQA) des Netzgerätes angeschlossen. Dies sorgt für die richtige Stromstärke.

Aufbau Leybold:

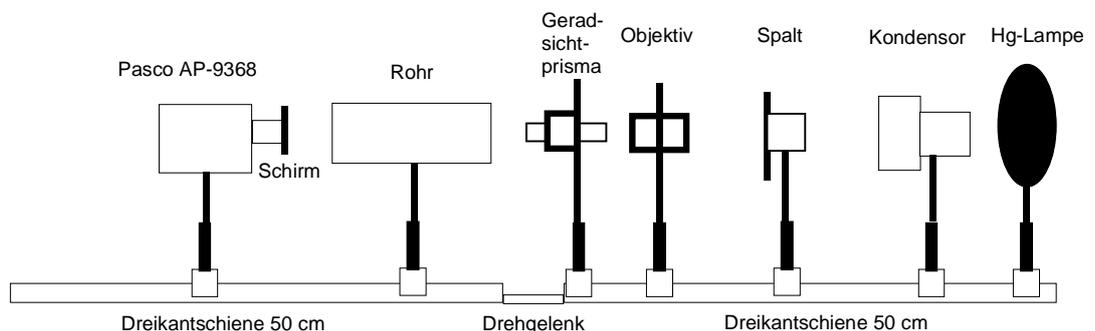
Der Versuch ist mechanisch und optisch fertig aufgebaut. Nur die Lampe muß davor montiert werden. Falls Justierung nötig ist, siehe Leybold-Anleitung 55879.

Elektrische Schaltung:



Ausheizen des Anodenrings nur wenn nötig (nach Anleitung). Bei mir hat es keine Verbesserung des Resultats gebracht, sondern nur eine deutliche Abnahme der Empfindlichkeit.

Aufbau Pasco:



Das Licht der Hg-Lampe möglichst gut auf den Spalt fokussieren. Spalt mit dem Objektiv (und davorgestelltem Geradsichtprisma) auf den Schirm des Pasco-Gerätes scharf abbilden. Dort sieht man dann die Hg-Linien. Das Verdunkelungsrohr dient zum Abschirmen von Fremdlicht.

Nun das am Pasco-Gerät montierte Rohr wegklappen. Eine der Linien durch drehen der Dreikantschiene auf den Spalt des Schirms bringen. Das Pasco-Gerät so justieren, daß das durch den Spalt tretende Licht den Spalt auf der Fozelle trifft. Kontrollieren, daß dies auch bei den anderen Linien der Fall ist. Nun das kleine Rohr wieder vorklappen.

Die Buchsen „Output“ des Pasco-Gerätes mit einem Digitalvoltmeter (Meßbereich 2 V) verbinden.

Bild Leybold:



Durchführung
Leybold:

Leybold-Anleitung 55879 lesen!

Das Spektrum kann mit einer Kamera auf dem Papierstreifen gezeigt werden (die Linie türkis ist sehr schwach).

Zuerst die Fozelle zur gelben Linie führen, beide Schieber schließen, Nullpunkt des Meßverstärkers (Bereich 10^{-11} A) einstellen. Lampenschieber öffnen. Mit Gegenspannung den Fotostrom auf 0 bringen. Gegenspannung ablesen und diese stehenlassen.

Zweiten Schieber öffnen, Fozelle auf nächste Linie einstellen, beide Schieber zu, Nullpunkt des Verstärkers erneut kontrollieren, Lampenschieber auf, Gegenspannung erhöhen bis Strom wieder 0 ist; Gegenspannung ablesen.

Usw. mit den anderen Linien.

Auftragen der Gegenspannung über der Frequenz des Lichts (z.B. mit MS Excel).

Meßbeispiel
Leybold:

Farbe	λ /nm	ν / 10^{14} Hz	U /V
gelb	578	5,19	0,46
grün	546	5,49	0,58
türkis		6,08	0,82
blau	436	6,88	1,11
violett	405	7,41	1,26

$\Rightarrow h/e = 3,65 \cdot 10^{-15} \text{ V/Hz}$

$\Rightarrow \text{Austrittsarbeit} = 1,43 \text{ V}$

Durchführung
Pasco:

Die Anleitung von Pasco (auf Englisch) gibt einen guten Überblick über das Meßprinzip, die Theorie des Photoeffekts und die Durchführung des Experiments.

Nacheinander die verschiedenen Linien auf den Spalt des Schirms abbilden; kurz die Taste PUSH TO ZERO drücken; Gegenspannung ablesen. Bei der gelben und der grünen Linie das entsprechende Filter vor den Spalt bringen (hält magnetisch).

Mit diesem Gerät kann auch gezeigt werden, daß die Gegenspannung nicht von der Lichtintensität abhängt. Dazu wird das Streifenfilter benützt. Bei geringer Intensität dauert es lange bis die Gegenspannung sich aufgebaut hat.

Meßbeispiel
Pasco für h/e:

Farbe	λ /nm	ν / 10^{14} Hz	U /V
gelb	578	5,19	0,746
grün	546	5,49	0,868
blau	436	6,88	1,436
violett	405	7,41	1,635

$\Rightarrow h/e = 4,02 \cdot 10^{-15} \text{ V/Hz}$

$\Rightarrow \text{Austrittsarbeit} = 1,34 \text{ V}$

Intensitätsabhängigkeit:

Intensität	100%	80%	60%	40%	20%
$U_{\text{Gelb}} / \text{V}$	0,746	0,746	0,743	0,740	0,732
$U_{\text{Grün}} / \text{V}$	0,868	0,863	0,860	0,855	0,842

Literaturwerte:

$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ W s}^2$

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$

$h/e = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ V/Hz}$

Folie:

Anordnung von Leybold mit Schaltschema.

Anordnung von Pasco mit Schaltschema

Programm:

[EXCEL-Arbeitsmappe zur Auswertung.](#)