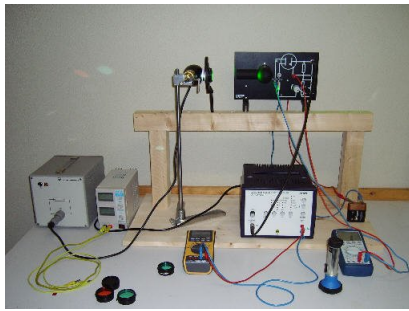


<b>Klausuraufgaben</b>	<b>h-Bestimmung mit der Photozelle</b>	© Jörn Schneider 2008
------------------------	--	--------------------------



Die Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums mit der Photozelle war die historische Methode von Planck. Eine Fotozelle mit einer Kaliumelektrode liefert folgende Werte:

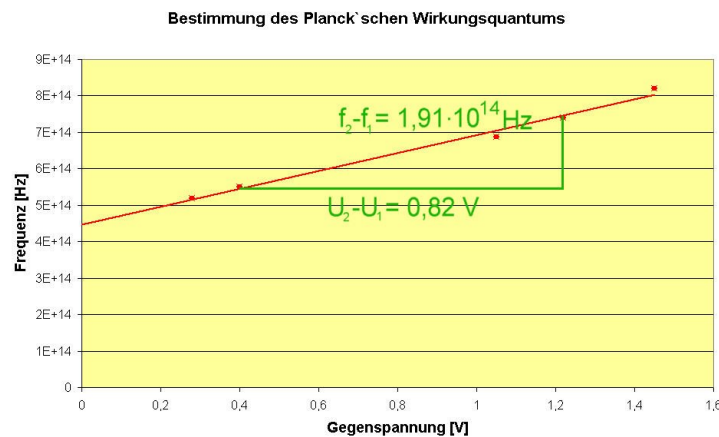
<b>Filter [nm]</b>	<b>366 nm</b>	<b>405 nm</b>	<b>436 nm</b>	<b>546 nm</b>	<b>578 nm</b>
<b>Gegenspannung [V]</b>	<b>1,45 V</b>	<b>1,22 V</b>	<b>1,05 V</b>	<b>0,40 V</b>	<b>0,28 V</b>

- a) Erkläre die Gegenspannungsmethode bei der Messung mit der Photozelle. Welche Vorteile bietet sie gegenüber einer direkten Spannungsmessung?
- b) Bestimme das Planck'sche Wirkungsquantum zeichnerisch. Wie groß ist die Abweichung vom Literaturwert?
- c) Bestimme das Planck'sche Wirkungsquantum rechnerisch aus den Messwerten für 366 und 405 nm.
- d) Bestimme die Austrittsarbeit von Kalium zeichnerisch.

a) Die Photonen, die auf die Kaliumschicht treffen, lösen dort ein Elektron heraus. Dabei muss die Energie der Photonen größer als die Austrittsarbeit von Kalium sein. Die überschüssige Energie wird den Elektronen in Form von kinetischer Energie mitgegeben. Laufen die Elektronen gegen ein elektrisches Feld, so werden sie wieder abgebremst. Ist die Energie des elektrischen Feldes das auf die Elektronen wirkt gerade so groß wie die kinetische Energie der Elektronen, so fließt kein Strom mehr in der Fotozelle. Die gemessene Spannung des Gegenfeldes ist dann proportional zur kinetischen Energie der Elektronen.

Vorteil der Methode ist, dass Störungen wie die Aufladung der Kaliumelektrode oder Störspannungen vermieden werden. Die Messung der Gegenspannung ist einfach.

b)



Das Planck'sche Wirkungsquantum lässt sich zeichnerisch aus der Steigung der Geraden bestimmen.

$$e \cdot U = h \cdot f$$

$$\Rightarrow h = e \cdot \frac{U}{f}$$

$$h = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot a$$

Die Steigung  $a$  wird aus dem Diagramm abgelesen und in die Gleichung eingesetzt

$$a = \frac{0,82 \text{ V}}{1,91 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}$$

$$a = 4,29 \cdot 10^{-15} \text{ Vs}$$

$$h = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 4,29 \cdot 10^{-15} \text{ Vs}$$

$$h = 6,88 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$Q_{\text{Abweichung}} = \frac{6,88 \cdot 10^{-34}}{6,62 \cdot 10^{-34}} \cdot 100\%$$

$$Q_{\text{Abweichung}} = 103,9\%$$

Die Abweichung beträgt ungefähr 4% vom Literaturwert.

<b>Klausuraufgaben</b>	<b>h-Bestimmung mit der Photozelle</b>	© Jörn Schneider 2008
------------------------	--	--------------------------

- c) Zuerst wird die Frequenzdifferenz und die Spannungsdifferenz für die beiden Messwerte bestimmt und über die Steigung a, wie in Aufgabe b beschrieben das Plank'sche Wirkungsquantum berechnet.

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$f_2 = \frac{c}{366nm}$$

$$f_2 = 8,191 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f_1 = \frac{c}{405nm}$$

$$f_1 = 7,402 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

$$\Delta f = 7,89 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$$

$$\Delta U = U_{366nm} - U_{405nm}$$

$$\Delta U = 1,45V - 1,22V$$

$$\Delta U = 0,23V$$

Daraus berechnet sich h zu

$$h = e \cdot \frac{\Delta U}{\Delta f}$$

$$h = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \frac{0,23V}{7,89 \cdot 10^{13} \text{ Hz}}$$

$$h = 4,67 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

Die beiden Messwerte sind für die genaue Bestimmung von h nicht besonders geeignet.

- d) Die Grenzfrequenz lässt sich aus dem Schnittpunkt mit der y-Achse ablesen. Sie beträgt ungefähr  $4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . Daraus lässt sich die Austrittsarbeit berechnen:

$$E_{\text{Austritt}} = h \cdot f_{\text{Grenz}}$$

$$E_{\text{Austritt}} = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E_{\text{Austritt}} = 2,98 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Die Austrittsarbeit wird häufig in der Einheit Elektronenvolt angegeben. Dazu muss die berechnete Energie durch den Zahlenwert der Elementarladung geteilt werden.

$$E = \frac{E_{\text{Austritt}}}{1,602 \cdot 10^{-19}}$$

$$E = 1,86eV$$