

Versuchsbeschreibung

Umgekehrter Lichtelektrischer Effekt – Bestimmung von h

Stichwörter:

Quantenphysik, Lichtelektrischer Effekt, Kennlinien, LED, Planck'sches Wirkungsquantum h

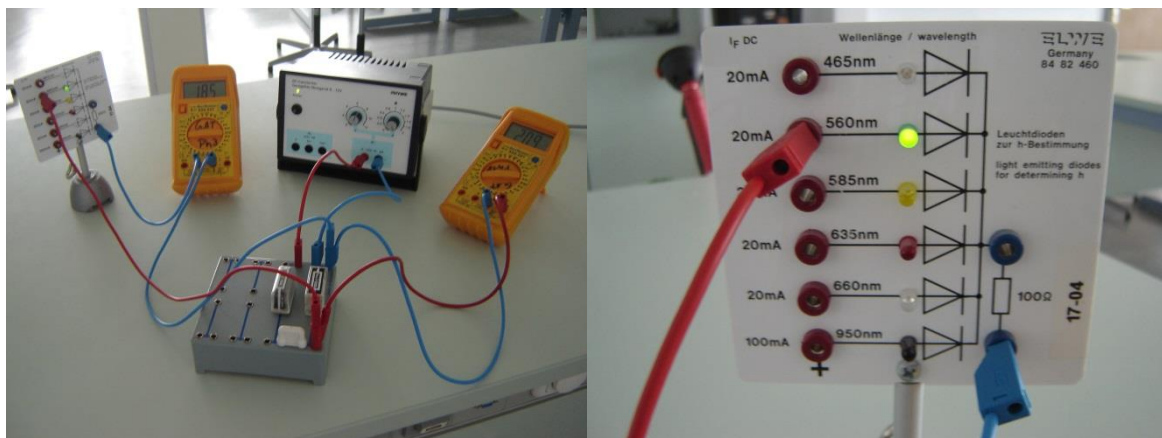
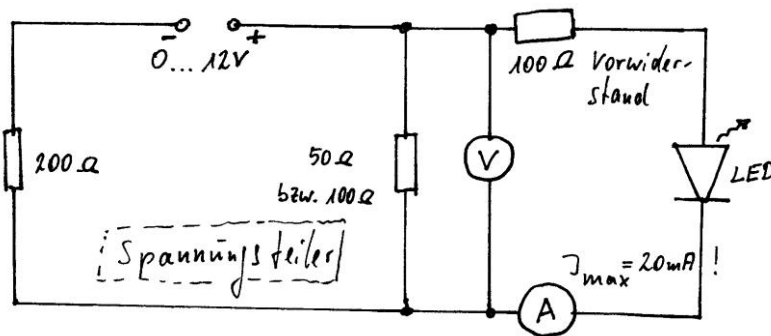
Beschreibung:

Mithilfe von Leuchtdioden wird über den Zusammenhang $U_{\min} \sim f$ mit bekannten LED durch die Messung der Schwellspannung das Planck'sche Wirkungsquantum h bestimmt.

Aufbau:

Eine regelbare Standardgleichspannungsquelle (im Versuch: 0-12V dc) wird über einen Spannungsteiler auf $1/5$ (max. 2,4V bei 50Ω) oder auf $1/3$ (max. 4V bei 100Ω) eingestellt, so dass auch bei voller Ausgangsspannung der Strom durch die LED auf $I_{\max} < 17\text{mA}$ begrenzt bleibt (100Ω des Spannungsteilers, bei 50Ω sogar nur 11mA). Auch hier muss mittels des Amperemeters überwacht werden, dass der Dioden-Strom nicht zu groß wird! Bei 20mA werden die LED zerstört!

Durch den Spannungsteiler wird die Regelbarkeit der Ausgangsspannung erheblich erhöht. Diese wird nun an die verschiedenen LED mit unterschiedlichen Wellenlängen angelegt und der Verlauf des Dioden-Stromes als Funktion der angelegten Spannung in dem Bereich gemessen, in welchem die Dioden erstmalig Strom durchlassen.



Durchführung:

Da die Dioden keinen exakten Punkt aufweisen, ab welchen „Licht“ einsetzt, muss in diesem Bereich die Kennlinie der verschiedenen LED bestimmt werden. Hierzu wird in kleinen Schritten die Spannung U und der Diodenstrom I gemessen. Außerdem wird festgehalten, bei welcher Spannung erstmalig ein „Glimmen“ der LED einsetzt. Die Spannungen lagen dabei im Bereich von 1,3 bis 3,0V, die Ströme bei max. 7mA.

Es bietet sich an, die Werte in „Echtzeit“ mit Excel mit zu protokollieren und direkt graphisch auszuwerten.

Messwerte / Beobachtungen:

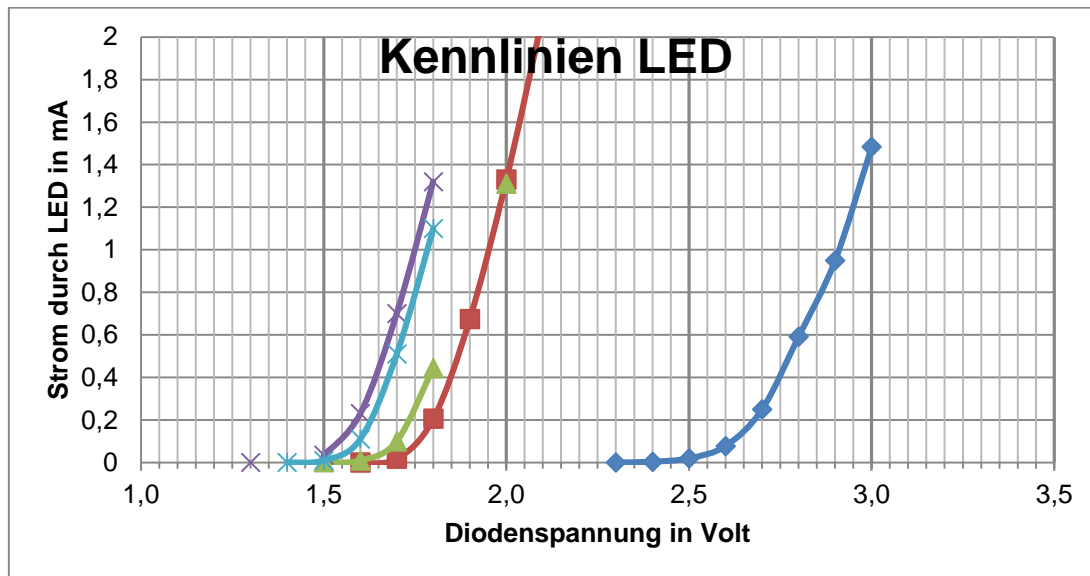
Werte am 30.09.2013 aufgenommen vom LK Q2 Physik.

	Wellenlänge in nm				
U in V	465	560	585	635	660
1,3				0,001	
1,4					0,001
1,5			0,002	0,035	0,010
1,6		0,001		0,230	0,110
1,7		0,018	0,100	0,700	0,510
1,8		0,206	0,445	1,320	1,100
1,9		0,075			
2,0		1,330	1,310	2,840	2,680
2,1		2,100			7,050
2,2		2,880	3,170		
2,3	0,001				
2,4	0,004				
2,5	0,020				
2,6	0,078				
2,7	0,250				
2,8	0,592				
2,9	0,950				
3,0	1,483				

Umin	2,25	1,70	1,65	1,46	1,42
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Auswertung:

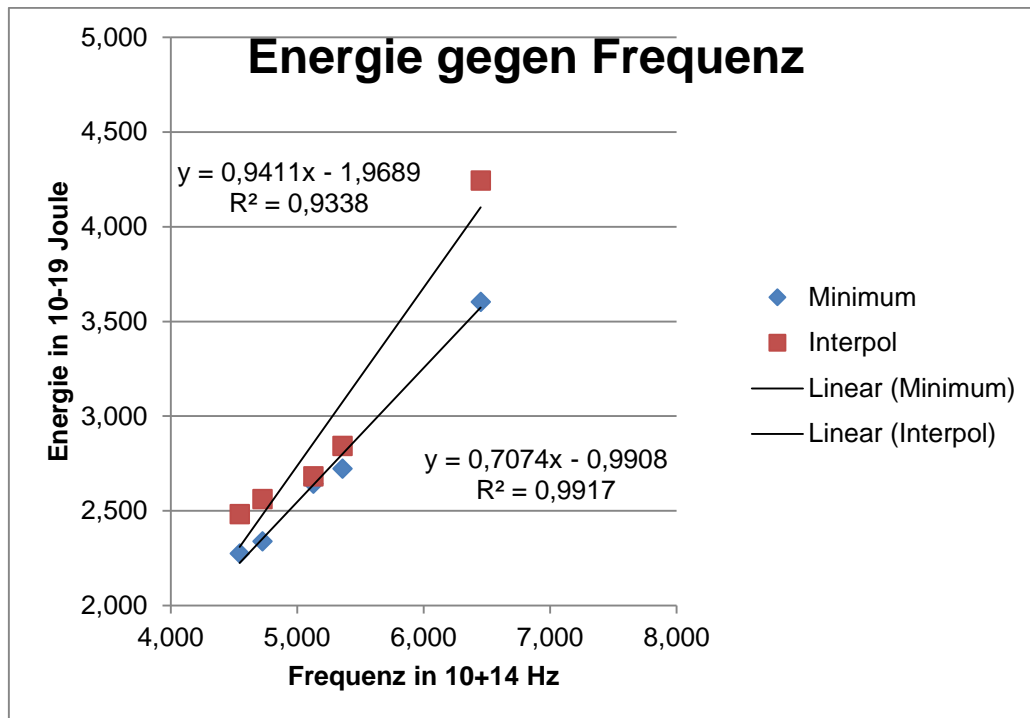
Zunächst werden die Kennlinien im relevanten Bereich (!) dargestellt:



Durch graphisches Anpassen (hierzu ist der als quasi-linear erkennbare Bereich der Kennlinien bis auf die x-Achse zu extrapolieren) erhält man als Schwellspannungen im Vergleich zu den im Experiment direkt bestimmten Werten:

Lambda in nm	E in eV, min.	E in eV, interpol.
465	2,250	2,650
560	1,700	1,775
585	1,650	1,675
635	1,460	1,600
660	1,420	1,550

Nun müssen die Wellenlängen in Frequenzen und die Energien in Joule umgerechnet werden und das Ganze graphisch ausgegeben werden:



Entgegen der Theorie und der Anleitung ergeben die Schwellwerte aus der direkten Beobachtung eine bessere Gerade ($E=h \cdot f$!) und liegen auch erheblich näher am Literaturwert von $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ Jsec!

Für eine sinnvolle Auswertung ist daher die Spannung heranzuziehen, bei der das Leuchten der LED gerade einsetzt.

Die Steigung bestimmt sich aus den Messwerten zu 0,707 – rechnet man nun die Energie in 10^{-19} und die Frequenz in 10^{14} , so ergibt sich zusätzlich ein Faktor 10^{33} , also eine Steigung von $m = h = 7,07 \cdot 10^{-34}$ Jsec und somit nur 6% über dem Literaturwert!

Anschlussthemen:

- Halbleiter und Dioden, Bandabstände
- h-Bestimmung aus LE-Effekt und Röntgenstrahlung