

Aufgabe

Untersuche das Verhalten einer Fotodiode bei Beleuchtung.

Material

Steckplatte	06033.00	1
Lampenfassung E10	17049.00	1
Glühlampe 6 V/0,5 A, E10, 1 Stück aus	35673.03	(1)
Glühlampe 12 V/0,1 A, E10, 1 Stück aus	07505.03	(1)
Fotodiode	39119.01	1
Leitungsbaustein	39120.00	4
Verbindungsleitung, 25 cm, rot	07313.01	1
Verbindungsleitung, 25 cm, blau	07313.04	1
Verbindungsleitung, 50 cm, rot	07314.01	1
Verbindungsleitung, 50 cm, blau	07314.04	1
Vielfachmessinstrument	07028.01	1
Netzgerät 0...12 V-, 6 V~, 12 V~	13505.93	1

Aufbau und Durchführung

- Schaltung gemäß Abb. 1 aufbauen;
Messbereich 50 μA wählen
Hinweis: Die Fotodiode soll nur so tief in die Steckplatte eingesetzt werden, dass ein guter elektrischer Kontakt besteht und dass sie auch bei geringem Abstand der Glühlampe noch ungehindert beleuchtet werden kann.
- Netzgerät einschalten; im Abstand von 11 Rastereinheiten RE (1 RE = Abstand zweier benachbarter Buchsen) beginnend, den Abstand der Glühlampe zur Fotodiode schrittweise um je eine RE verringern und jeweils die Kurzschlussstromstärke I_K messen; Mess-

- werte in Tabelle 1 eintragen; Messreihe abbrechen, wenn das Messinstrument Vollausschlag erreicht hat
- Glühlampe 6 V gegen Glühlampe 12 V austauschen und diese im Abstand von 6 RE von der Fotodiode aufsetzen; am Netzgerät 12 V~ wählen; Stromstärke messen und notieren (1)
 - Netzgerät ausschalten

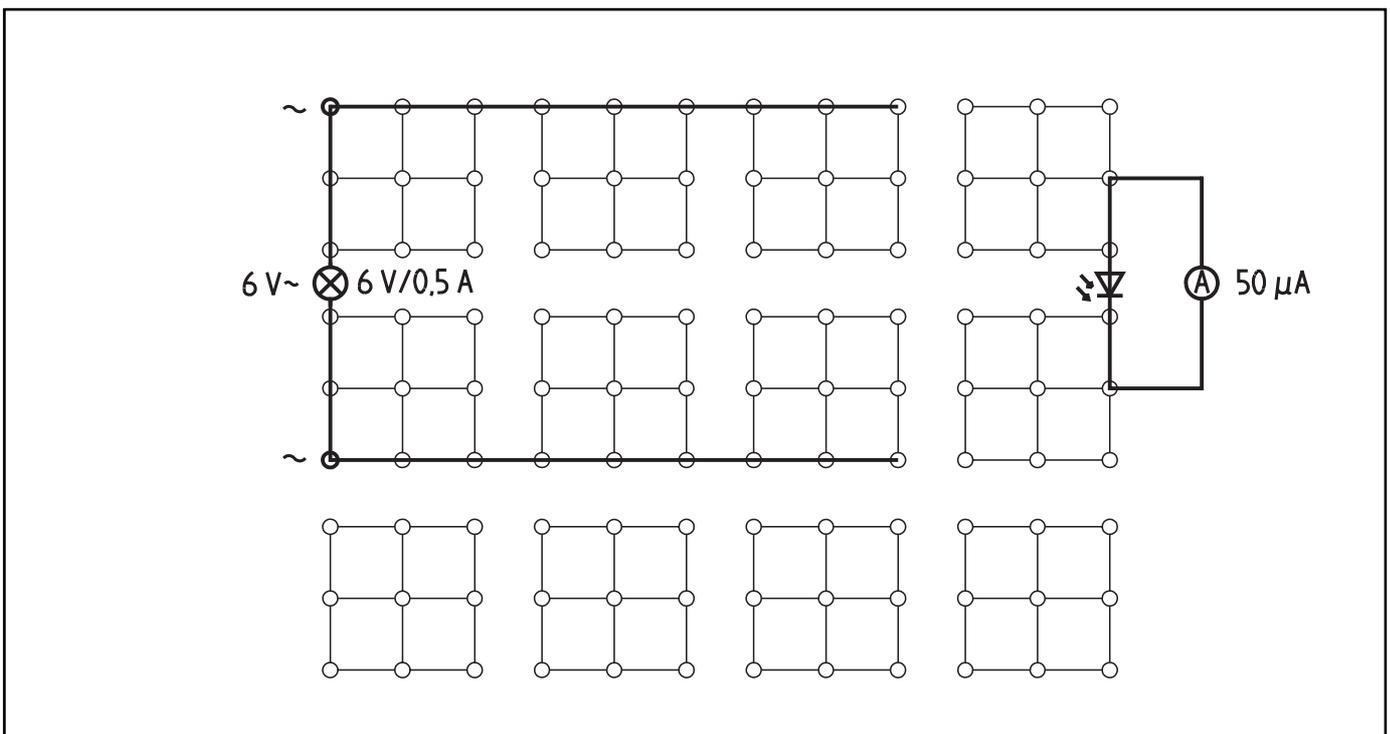
Messergebnisse

Tabelle 1

Abstand a in RE	Stromstärke $I_K/\mu\text{A}$	$\frac{1}{a^2}$
11		
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4		
3		

(1) $I_K = \dots\dots\dots$

Abb. 1



Auswertung

1. Stelle die Abhängigkeit der Kurzschlussstromstärke I_K der Fotodiode vom Abstand a (in RE) der Lichtquelle zur Fotodiode grafisch dar (Abb. 2).
2. Berechne die Werte für $1/a^2$ und trage diese in Tabelle 1 ein; stelle die Kurzschlussstromstärke als Funktion von $1/a^2$ grafisch dar (Abb. 3).
3. Welche Schlussfolgerungen können aus den beiden grafischen Darstellungen gezogen werden?
Hinweis: Überlege, wie sich die Beleuchtungsstärke einer Fläche, die von einer punktförmigen Lichtquelle bestrahlt wird, mit dem Abstand von der Lichtquelle ändert.

.....

.....

.....

.....

.....

4. Wie könnte ein Belichtungsmesser unter Verwendung einer Fotodiode prinzipiell aufgebaut sein?

.....

.....

.....

.....

5. In welchem Verhältnis stehen die Lichtstärken der verwendeten Glühlampen zueinander?

.....

.....

.....

.....

Abb. 2

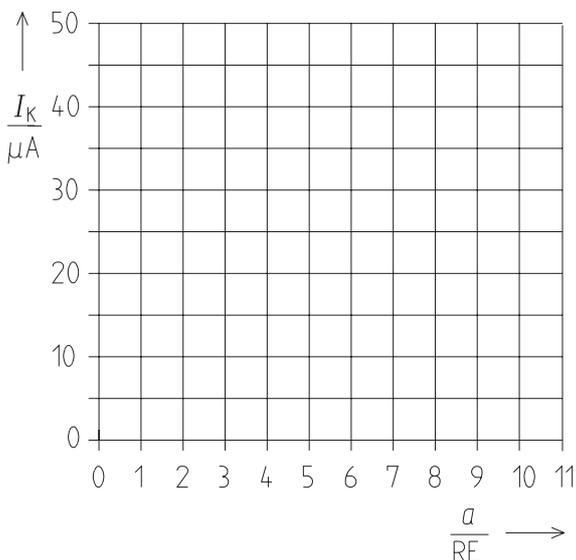
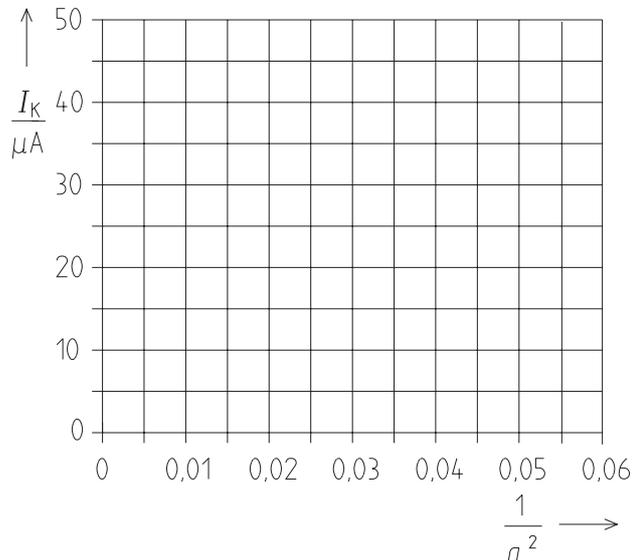


Abb. 3



(Nach welchem Prinzip arbeitet ein elektrischer Belichtungsmesser?)

Bei einer Fotodiode wird durch einen speziellen Aufbau erreicht, dass Licht in die Grenzschicht des pn-Überganges eindringen kann. Durch die Fotonenenergie werden hier Ladungsträgerpaare erzeugt, die einen Fotostrom ermöglichen. Dessen Stärke ist der Beleuchtungsstärke proportional, sodass sich Fotodioden sehr gut für optische Messaufgaben eignen. Für die durch das Licht erzeugte Fotospannung gibt es keinen linearen Zusammenhang. Daher werden die Fotodioden häufig als beleuchtungsabhängige Stromquellen im Kurzschlussbetrieb eingesetzt. Durch eine angelegte Spannung wird der Fotostrom nur unwesentlich erhöht.

Wenn die Schüler die lineare Abhängigkeit der Fotostromstärke von der Beleuchtungsstärke erkennen sollen, ist es erforderlich, den Zusammenhang zwischen dem Abstand einer punktförmigen Lichtquelle von einer bestrahlten Fläche einerseits und der Beleuchtungsstärke andererseits zu klären, um den Sinn der Darstellung in Abb. 3 zu verstehen. Natürlich ist es auch möglich, sich auf die halbquantitative Beschreibung zu beschränken und auf die Abb. 3 zu verzichten.

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Um definierte Abstandsänderungen zu erreichen, wird vorgeschlagen, die Glühlampe in Rasterabständen der Steckplatte der Fotodiode zu nähern. Bei geringeren Abständen gelangt die Fotodiode in den Schattenraum des Steckbausteins für die Glühlampe; die Fotodiode sollte daher nur so

tief, wie für einen guten elektrischen Kontakt erforderlich, in die Steckplatte eingebaut werden.

Es sollte darauf geachtet werden, dass möglichst wenig Streulicht von der Raumbeleuchtung auf die Fotodiode auftrifft; andernfalls würden die Messungen verfälscht.

Messergebnisse

Tabelle 1

Abstand a in RE	Stromstärke $I_K/\mu A$	$\frac{1}{a^2}$
11	5	0,0083
10	6,5	0,010
9	7,5	0,012
8	10	0,0156
7	13	0,020
6	18	0,028
5	25	0,040
4	36	0,062
3	>50	0,111

(1) $I_K = 12 \mu A$

Abb. 2

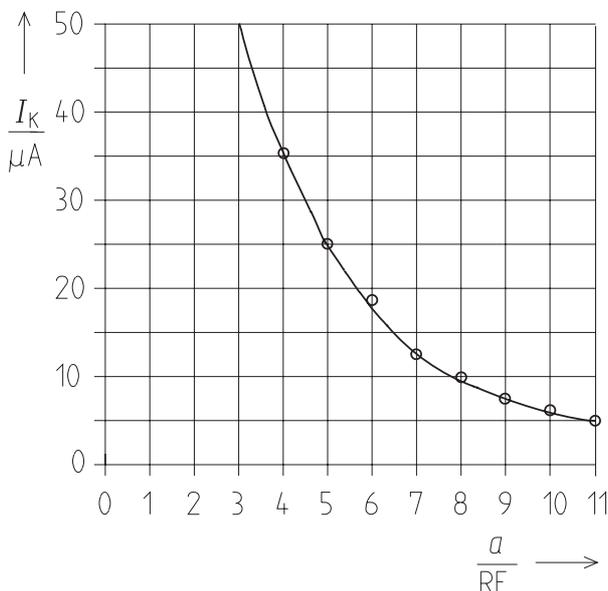
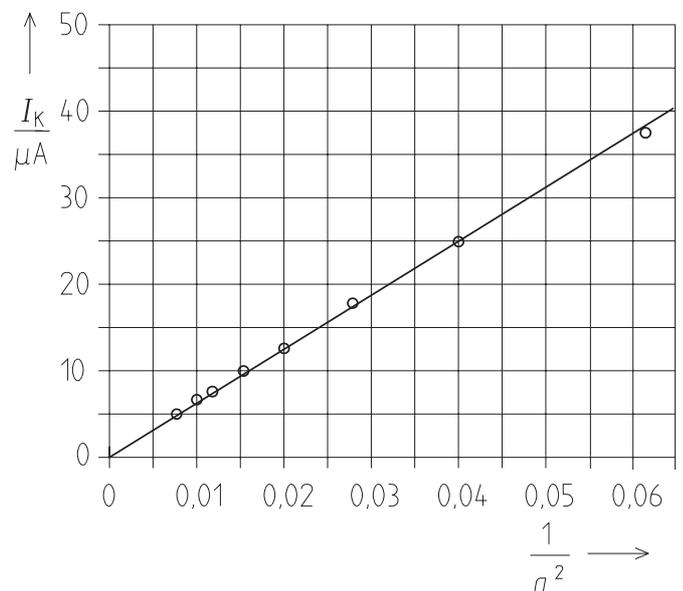


Abb. 3



(Nach welchem Prinzip arbeitet ein elektrischer Belichtungsmesser?)

Auswertung

1. Vergleiche Abb. 2.
2. Vergleiche Tabelle 1, untere Zeile, und Abb. 3.
3. Abb. 2 zeigt, dass die Kurzschlussstromstärke I_K umso größer ist, je geringer der Abstand zwischen Fotodiode und Lichtquelle ist.

Abb. 3 lässt erkennen, dass die Fotostromstärke der Beleuchtungsstärke proportional ist, weil zwischen dem Abstand a und der Beleuchtungsstärke E einer von einer punktförmigen Lichtquelle bestrahlten Fläche der Zusammenhang $E \sim 1/a^2$ gilt.

4. Ein Belichtungsmesser könnte aus einer Fotodiode (oder einem Fotoelement) und einem empfindlichen Strommessinstrument aufgebaut sein. Mit einer Lichtquelle bekannter Lichtstärke kann man die Skale des Messinstruments in Werte für die Beleuchtungsstärke einteilen.
5. Die Lichtstärken der beiden Glühlampen sind unterschiedlich.

Die Glühlampe 6 V/0,5 A leuchtet heller. Die Lichtstärken verhalten sich wie

$$I_{K1} : I_{K2} = 18 : 12 = 3 : 2.$$