

Die Fotodiode



Physik

Elektrizität & Magnetismus

Elektronik



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f15c262c205580003630797>

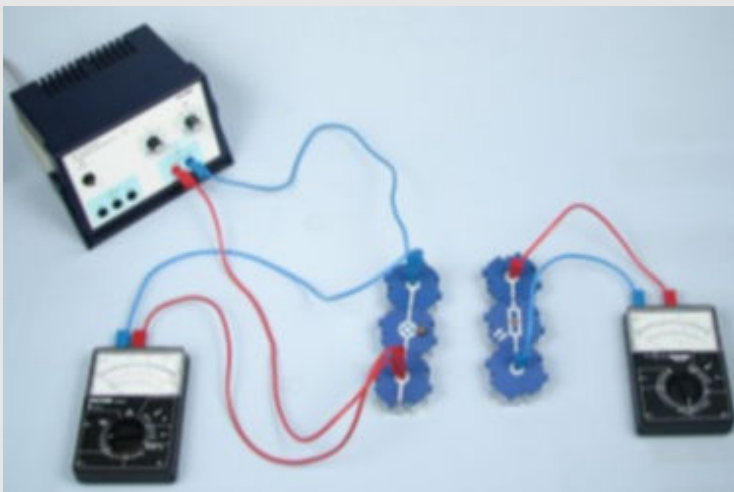
PHYWE

Lehrerinformationen



Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Eine Fotodiode wandelt Licht in eine elektrische Spannung um und wird heutzutage daher weit verbreitet im Rahmen der sogenannten Fotovoltaik verwendet um mit Hilfe der Sonne erneuerbare Energien bereit zu stellen.

Eine Fotodiode kann aber auch zum Beispiel eingesetzt werden um Informationen, welche per Licht übertragen wurden zu empfangen, wie es heutzutage in der Glasfaseroptik zur Datenübertragung genutzt wird. Andere Anwendungsgebiete sind beispielsweise bei Infrarotfernbedienungen oder Lichtschranken.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten das Funktionsprinzip einer Diode kennen und ein grundlegendes Wissen über elektrische Schaltkreise haben.

Prinzip



Fotodioden besteht im Allgemeinen aus verschieden dotiertem Halbleitermaterial, welches in Sperrrichtung betrieben wird. Das Licht dringt in die Grenzschicht des pn-Übergangs ein und durch die Photonenergie werden hier Ladungsträgerpaare erzeugt, die einen Fotostrom ermöglichen, dessen Stärke proportional (fast linear) zur Beleuchtungsstärke ist. Daher werden die Fotodioden häufig als beleuchtungsabhängige Stromquellen im Kurzschlussbetrieb eingesetzt. Durch eine angelegte Spannung wird der Fotostrom nur unwesentlich erhöht.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen die Funktion einer Fotodiode kennenlernen.

Aufgaben



Es wird das Verhalten einer Fotodiode bei Beleuchtung untersucht. Die Kurzschlussstromstärke und die Leerlaufspannung der Fotodiode werden bei verschiedenen Beleuchtungsstärken gemessen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Anmerkungen

Wenn die Schüler die lineare Abhängigkeit der Fotostromstärke von der Beleuchtungsstromstärke erkennen sollen, ist es erforderlich, den Zusammenhang zwischen dem Abstand einer punktförmigen Lichtquelle von einer bestrahlten Fläche einerseits und der Beleuchtungsstärke andererseits zu klären.

Der erste Versuch zeigt die Proportionalität zwischen Beleuchtungsstärke und Kurzschlussstromstärke der Fotodiode.

Es wird empfohlen, eine Taschenlampe ohne Reflektor zu verwenden. Sie besitzt einen gleichmäßigeren Lichtkegel, so dass die Kurzschlussstromstärke nicht so stark schwankt. Es sollte möglichst kein Fremdlicht auf die Fotodiode fallen.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

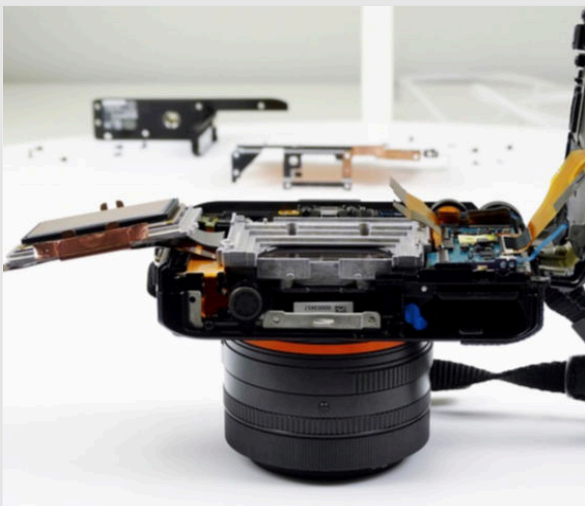
PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Digitalkamera

Fotodioden haben vielfältige Anwendungsgebiete. So werden sie zum Beispiel zur schnellen Datenübertragen in Glasfasernetzwerken oder aber in Lichtschranken oder Infrarotfernbedienungen verwendet. Auch Solarzellen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien basieren auf dem Funktionsprinzip der Fotodioden. Dabei werden durch einstrahlendes Licht Ladungspaare getrennt, welche dann eine Spannung erzeugen.

Digitale Kameras haben einen Chip verbaut, der für jeden Pixel die Helligkeit misst. Die einfachste Möglichkeit, Helligkeiten zu messen ist mit einer Fotodiode. In diesem Versuch untersuchst du das Funktionsprinzip einer Fotodiode.

Aufgaben

PHYWE



Nach welchem Prinzip arbeitet ein Belichtungsmesser?

Untersuche das Verhalten einer Fotodiode bei Beleuchtung. Miss die Kurzschlussstromstärke und die Leerlaufspannung der Fotodiode bei verschiedenen Beleuchtungsstärken.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
2	PHYWE Analoges Multimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 2M Ω , mit Überlastschutz	07021-11	2
3	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, SB	05601-10	2
4	Leitungs-Baustein, gerade mit Buchse, SB	05601-11	2
5	Lampenfassung E10, SB	05604-00	1
6	Fotodiode, SB	05653-00	1
7	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	1
8	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-04	1
9	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	2
10	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
11	Glühlampe 6 V/0,5 A, E 10, 10 Stück	35673-03	1

Zusätzliches Material

PHYWE

<u>Position</u>	<u>Material</u>	<u>Menge</u>
1	Taschenlampe	1

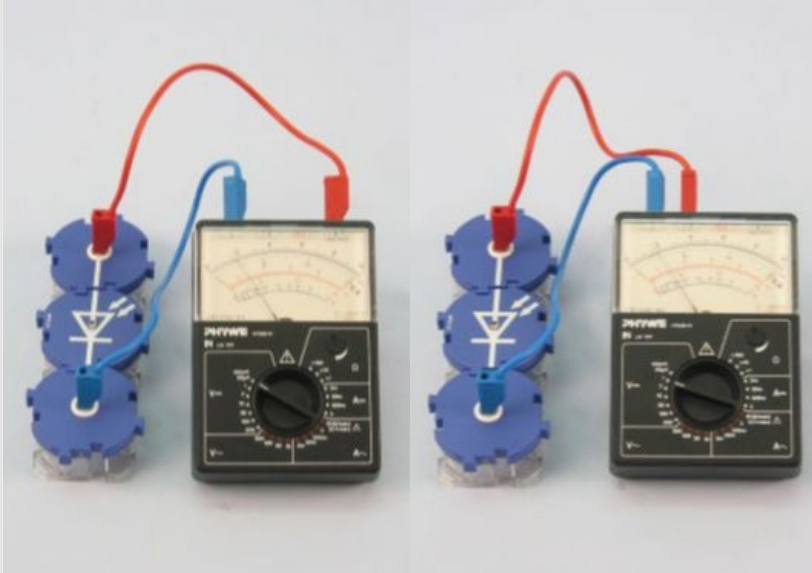
Zusätzliches Material

PHYWE

<u>Position</u>	<u>Material</u>	<u>Menge</u>
1	Taschenlampe	1

Aufbau

PHYWE



Baue den Versuch wie in den Abbildungen auf. Stecke dazu die Bausteine mit den Anschlussbuchsen mit der Fotodiode zusammen und verbinde sie mit dem Messgerät.

Entferne den Reflektor von der Taschenlampe und wähle am Messgerät einen Messbereich von etwa $50 \mu\text{A}$.

Durchführung (1/3)

PHYWE

Untersuche zunächst qualitativ das Verhalten der Fotodiode unter Beleuchtung.

a) Strommessung

- Beleuchte die Photodiode aus verschiedenen Abständen und beobachte die resultierende Stromstärke. Überschreite dabei nicht die maximale Stromstärke von $50 \mu\text{A}$. Positioniere die Taschenlampe nun senkrecht über der Fotodiode und wähle den Abstand dabei so, dass die Kurzschlussstromstärke genau $50 \mu\text{A}$ beträgt. Verdoppele dann den Abstand zwischen der Taschenlampe und der Fotodiode und beobachte die Veränderung der Kurzschlussstromstärke.

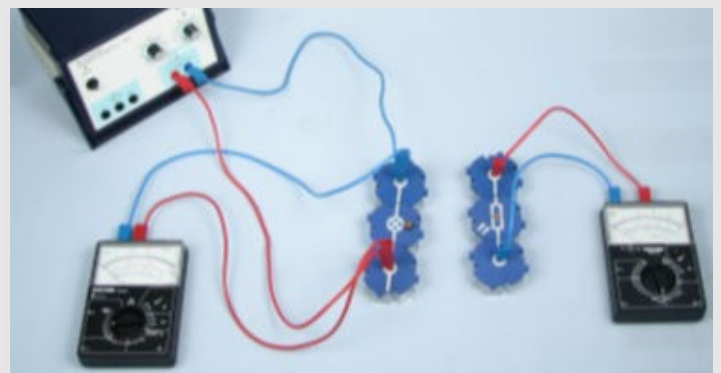
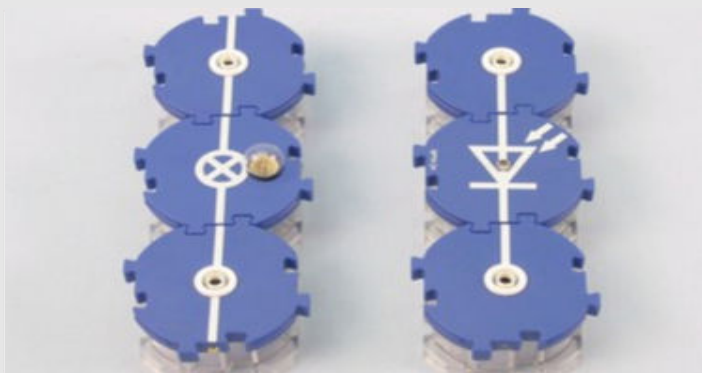
b) Spannungsmessung

- Wähle nun einen Spannungsmessbereich von etwa 1 V Gleichspannung. Beleuchte die Fotodiode wieder aus verschiedenen Abständen und beobachte die resultierende Spannung. Positioniere die Taschenlampe so, dass die Leerlaufspannung 0,5 V beträgt. Verdoppele dann den Abstand zwischen der Taschenlampe und der Fotodiode und beobachte wieder die Veränderung der Spannung.

Durchführung (2/3)

PHYWE

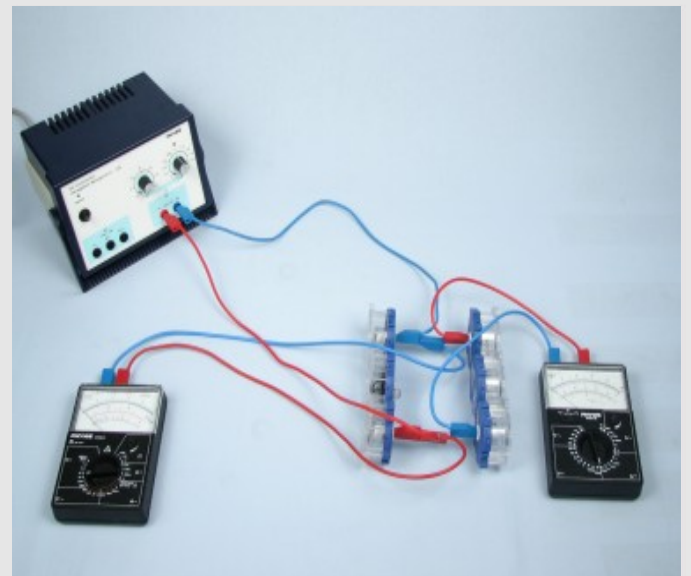
Stecke nun eine zweite Bausteinreihe mit der Lampenfassung wie in den Abbildungen zu sehen zusammen und setze die Glühlampe ein. Wähle am Messgerät für die Fotodiode wieder den Strommessbereich $50 \mu\text{A}$. Schalte das zweite Messgerät (Spannungsmessbereich etwa 10 V Gleichspannung) parallel zur Glühlampe.



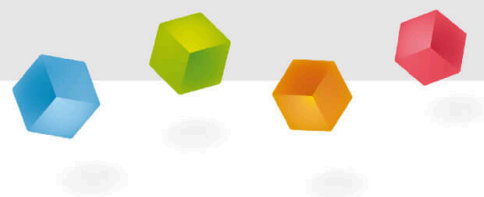
Durchführung (3/3)

PHYWE

- Kippe die jeweiligen Bausteinreihen mit der Glühlampe und mit der Photodiode auf die Seite, so dass sie einander direkt gegenüber stehen, wie in der nebenstehenden Abbildung zu sehen.
- Stelle die Lampenspannung auf 6 V ein. Wähle den Abstand der Bausteinreihen so, dass die Stromstärke der Fotodiode etwa $50 \mu\text{A}$ beträgt. Der Abstand soll nun nicht mehr verändert werden.
- Bestimme nun die Kurzschlussstromstärke I_K der Fotodiode in Abhängigkeit der Lampenspannung U_L in Schritten von 1 V von 6 V beginnend bis 0 V. Notiere die resultierenden Messwerte in der Tabelle im Protokoll.



PHYWE



Protokoll

Tabelle 1

PHYWE

 U_L in V I_K in μA

6

5

4

3

2

1

0

Trage deine Messwerte für die Kurzschlussstromstärke I_K in Abhängigkeit von der Lampenspannung U_L in der Tabelle ein.

Trage die Messwerte anschließend graphisch auf: $I_K(U_L)$

Aufgabe 1

PHYWE

Was beeinflusst die Kurzschlussstromstärke?

- ☐ Der Abstand der Lampe zur Photodiode
- ☐ Der Winkel, mit dem auf die Photodiode geleuchtet wird.
- ☐ Die Leuchtkraft der Lampe

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

Wie verändert sich die Kurzschlussstromstärke beim Verdoppeln des Abstandes der Taschenlampe?

- ☐ Die Kurzschlussstromstärke halbiert sich ungefähr.
- ☐ Die Kurzschlussstromstärke fällt auf etwa ein Viertel ab.
- ☐ Die Kurzschlussstromstärke bleibt nahezu gleich.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Wie verändert sich die Leerlaufspannung beim Verdoppeln des Abstandes der Taschenlampe?

- ☐ Die Leerlaufspannung halbiert sich ungefähr.
- ☐ Die Leerlaufspannung bleibt nahezu gleich.
- ☐ Die Leerlaufspannung fällt auf etwa ein Viertel ab.

☒ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE

Füge die Wörter in die richtigen Lücken ein.

Die einer Fotodiode ist ein Maß für die

.

Wenn eine Glühlampe nicht mit betrieben wird, so ist ihre wesentlich . Wenn sie mit ca. 4,5 V betrieben wird, leuchtet die nur so hell wie bei der Nennspannung von 6 V.

 Kurzschlussstromstärke Nennspannung Helligkeit halb Glühlampe geringer Beleuchtungsstärke☒ Überprüfen