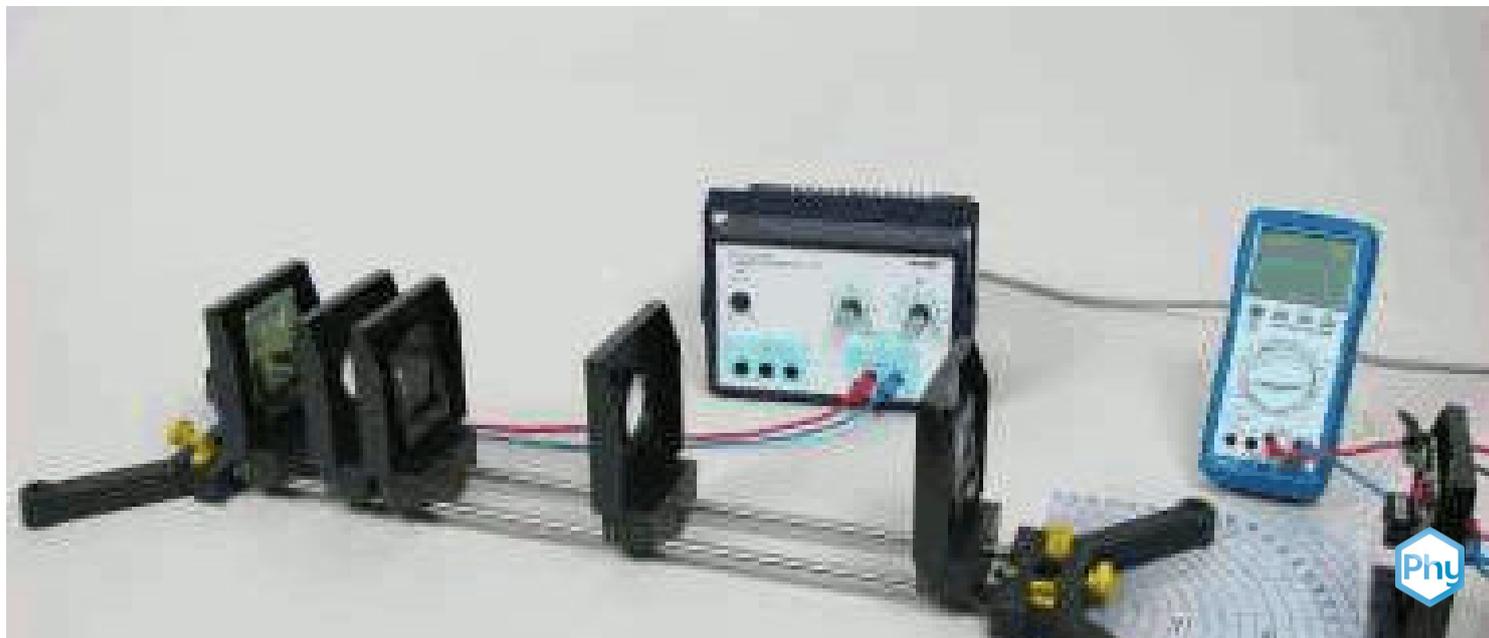


Wie sieht das Spektrum einer Leuchtdiode (LED) aus?



Physik

Moderne Physik

Quantenphysik



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5eea5d4b57a30b00037d8026>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Wie sieht das Spektrum einer Leuchtdiode (LED) aus?

Betrachten wir eine weiße LED durch ein Gitter, so sehen wir Farbanteile über nahezu das volle Spektrum.

Allerdings ist eine objektive Bestimmung der Intensitäten der einzelnen Farbanteile mit dem bloßen Auge nicht möglich, weil unser Auge nicht für alle optischen Frequenzen gleich empfindlich ist. Grünes Licht wird z.B. verstärkt wahrgenommen.

In diesem Versuch lernen Sie, ein Spektrum mit Hilfe einer Fotodiode zu vermessen.

Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Lernziel



Es ist besonders darauf zu achten, dass sich die Versuchsanordnung während der Messung nicht verschiebt, insbesondere das Blatt mit der Winkelskala, da sonst kein Bezugspunkt mehr für den Vergleich der Messkurven vorhanden ist. Außerdem ist der Versuch nur bei einem komplett abgedunkelten Raum durchzuführen.

Hinweise



Wenn der Raum ganz dunkel ist, kann es schwierig sein die Messwerte an den einzelnen Stellen abzulesen. Einfacher ist es da, wenn man das Multimeter in den geraden Strahlengang stellt, wo das gerade durch das Gitter fallende Licht das Display beleuchten kann.

Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

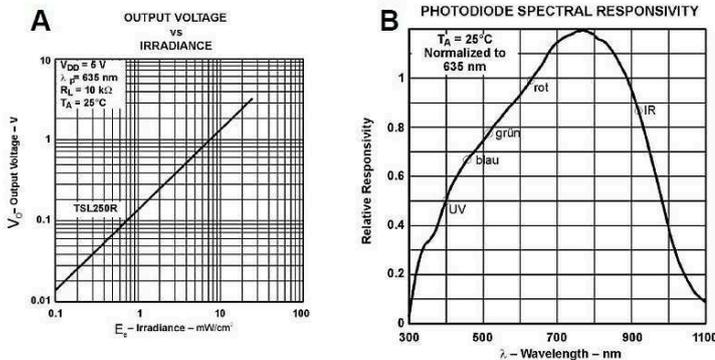
Alternative Durchführung



Soll der Versuch als Demonstrationsexperiment durchgeführt werden, so empfiehlt es sich, die Fotodiode auf den Schlitten eines xy-Schreibers zu kleben und damit das Spektrum abzufahren und die gemessenen Werte gleich plotten zu lassen. Hierzu wird das Spektrum so abgebildet, dass es über den ganzen Bereich des Plotters geht. Die Winkelabhängigkeit wird bei dem Versuchsaufbau vernachlässigt. Spektrale Empfindlichk

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE



A - Die gemessene Spannung verhält sich gut linear zur Lichtintensität.
 B - Für die Spektralbereiche der LEDs besitzt die Fotodiode eine ausreichende Empfindlichkeit.

Spektrale Empfindlichkeit und Eigenschaften der verwendeten Fotodioden:

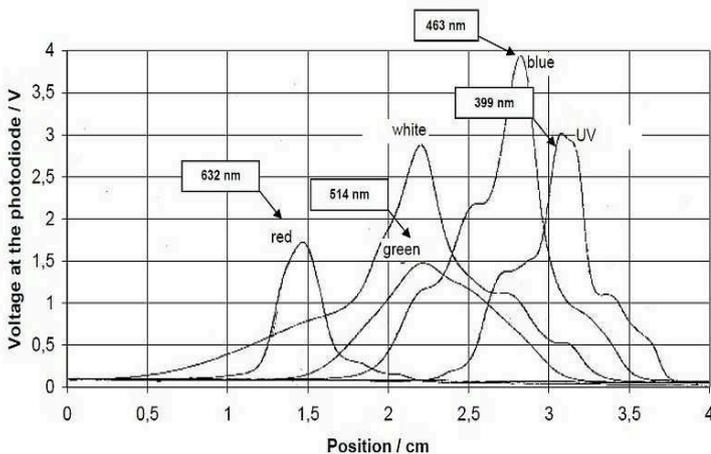
Die spektrale Empfindlichkeit der Fotodiode ist nicht gleichmäßig über den gesamten Wellenlängenbereich des detektierten Lichtes verteilt (B).

Es existiert aber für den gesamten verwendeten Spektralbereich ein linearer Zusammenhang zwischen Lichtintensität und gemessener Spannung (A).

Absolute Helligkeitsmessungen oder -vergleiche sind möglich.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE



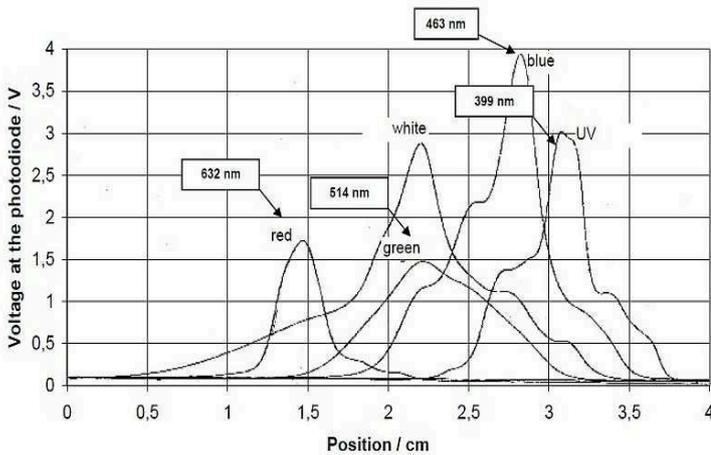
Messergebnisse und Auswertung:

Da sich die Ergebnisse der Messung mit der Anordnung der Winkelskala und den genauen Linsenpositionen ändern, wird hier ein Spektrogramm (Abbildung) zur Auswertung verwendet.

Diese Messwerte wurden mit der beschriebenen Methode mit einem xy-Schreiber aufgenommen, um den grundsätzlichen Verlauf deutlich zu machen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE



In der Abbildung sind die verschiedenen Verläufe der Spektren der einzelnen LEDs zu entnehmen. Da die LEDs keinen homogen lichtstarken Lichtkegel liefern, kann die Form der Kurven teilweise etwas anders ausfallen.

Deutlich zu erkennen sind aber immer die Peaks. Hier ist auch erkenntlich, dass die weiße LED einen Peak im blau-grünen Bereich hat. Der höchste Peak liegt bei etwa 500 nm.

Die Kurve der grünen LED ist breiter als z.B. die der roten, was auch zu erkennen ist, wenn man die LED direkt durch das Gitter betrachtet.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Versuchsaufbau

Wie sieht das Spektrum einer Leuchtdiode (LED) aus?

Betrachten wir eine weiße LED durch ein Gitter, so sehen wir Farbanteile über nahezu das volle Spektrum.

Allerdings ist eine objektive Bestimmung der Intensitäten der einzelnen Farbanteile mit dem bloßen Auge nicht möglich, weil unser Auge nicht für alle optischen Frequenzen gleich empfindlich ist. Grünes Licht wird z.B. verstärkt wahrgenommen.

In diesem Versuch lernen Sie, ein Spektrum mit Hilfe einer Fotodiode zu vermessen.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
2	Stativstange, Edelstahl, $l = 600$ mm, $d = 10$ mm	02037-00	2
3	Reiter ohne Winkelskale	09851-02	2
4	Fassung mit Skale auf Reiter	09823-00	2
5	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	4
6	Linse auf Reiter, $f = +100$ mm	09820-02	1
7	Linse auf Reiter, $f = +50$ mm	09820-01	1
8	Winkelskale laminiert	09851-01	1
9	Lineal, $l = 50$ cm	09851-04	1
10	Beleuchtungsspalt 0,5 mm, Hartpapier	09851-12	1
11	Gitter, 500 Striche/mm, im Diarahmen glaslos	09851-16	1
12	LED - rot, mit Vorwiderstand und 4 mm Buchsen, auf Trägerplatine	09852-20	1
13	LED - grün, mit Vorwiderstand und 4 mm Buchsen, auf Trägerplatine	09852-30	1
14	LED - blau, mit Vorwiderstand und 4 mm Buchsen, auf Trägerplatine	09852-40	1
15	LED - UV, mit Vorwiderstand und 4 mm Buchsen, auf Trägerplatine	09852-50	1
16	LED - weiß, mit Vorwiderstand und 4 mm Buchsen, auf Trägerplatine	09852-60	1
17	Lichtsensormit Verstärker, inkl. Einstellregler und 4 mm Buchsen, auf Trägerplatine	09852-70	1
18	Netzgerät, 5 V DC	09852-99	1
19	Störlichttubus für Fotodiode	09852-71	1
20	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
21	PHYWE Digitalmultimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 M Ω , 200 μ F, 20 kHz, -20°C...760°C	07122-00	1
22	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-01	2
23	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-04	2

Material

PHYWE

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
2	Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm	02037-00	2
3	Reiter ohne Winkelskale	09851-02	2
4	Fassung mit Skale auf Reiter	09823-00	2
5	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	4
6	Linse auf Reiter, f = +100 mm	09820-02	1
7	Linse auf Reiter, f = +50 mm	09820-01	1
8	Winkelskale laminiert	09851-01	1
9	Lineal, l = 50 cm	09851-04	1
10	Beleuchtungsspalt 0,5 mm, Hartpapier	09851-12	1
11	Gitter, 500 Striche/mm, im Diarahmen glaslos	09851-16	1
12	LED - rot mit Vorwiderstand und 4 mm Buchsen auf Trägerplatine	09852-20	1

Aufbau (1/6)

PHYWE

- Dieser Versuch ist bei voll abgedunkeltem Raum durchzuführen.
- Die weiße LED zusammen mit dem Blendenhalter auf den Reiter setzen .
- Den Reiter auf die Stativstangen aufsetzen (0 cm-Marke der optischen Achse).



Aufbau (2/6)

PHYWE

- Die LED am Netzgerät anschließen und die Spannung auf 10 V regeln. - Achtung: Die richtige Polung beachten!
- Die Linse ($f = 50$) mit einem Reiter auf die Stativstange setzen (3,5 cm von der LED entfernt).
- Die Linse ($f = 100$) mit einem Reiter auf die Stativstange setzen (23 cm von der LED entfernt).
- Den Beleuchtungsspalt vertikal in den Blendenhalter einsetzen und mit dem Reiter auf die Stativstange setzen (8 cm von der LED entfernt).



Aufbau (3/6)

PHYWE

- Die Linse ($f = 50$) so einstellen, dass der Beleuchtungsspalt gleichmäßig ausgeleuchtet wird.
- Die Linse ($f = 100$) so einstellen, dass der Spalt bei etwa 70 cm Abstand zur LED auf einem Blatt Papier scharf abgebildet wird.
- Die Fotodiode in einen weiteren Reiter spannen und an das Netzteil der Fotodiode anschließen.



Aufbau (4/6)

PHYWE



- An die Fotodiode ein Multimeter als Spannungsmesser anschließen
- Messbereich: 2 V auswählen
- Den Störlichttubus auf die Fotodiode stecken.

Aufbau (5/6)

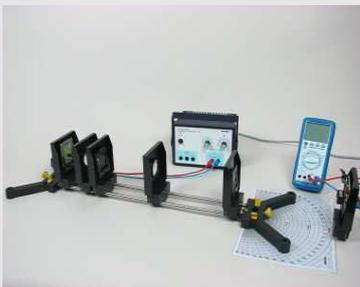
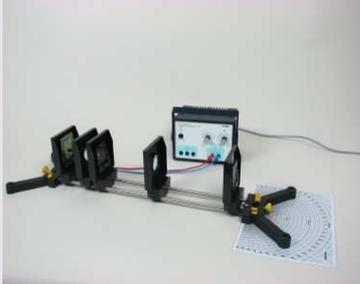
PHYWE

- Das Gitter vertikal in den Blendenhalter einsetzen und auf einen Reiter stecken.
- Den Reiter mit dem Gitter an das andere Ende der Stativstangen setzen
- Dieser soll in etwa 50 cm von der LED entfernt sein.



Aufbau (6/6)

PHYWE



- Die Winkelskala mit dem Mittelpunkt mittig unter den Reiter mit dem Gitter legen, so dass die 0°-Achse die Verlängerung der optischen Bank bildet.
- Den Reiter mit der Fotodiode an der 200 mm - Marke der 0°-Linie der Winkelskala aufstellen (70 cm von der LED entfernt).

Durchführung (1/2)

PHYWE



Durchführung

- Es empfiehlt sich, die grüne LED (Betriebsanzeige) an der Fotodiode abzukleben, da sie die Messung verfälschen könnte.
- Den Verstärker der Fotodiode rechts herum in den Anschlag drehen (max. Verstärkung).
- Den Reiter, auf dem die Fotodiode angebracht ist, mit dem Fuß entlang der Linie durch die erste Ordnung des Spektrums führen.
- Dabei folgende Daten in kleinen Schritten notieren: Farbe, Winkel und Messwert der Fotodiode.

Durchführung (2/2)

PHYWE



Vorgehensweise bei der Messung

- Nach der Messung noch einmal mit der Fotodiode an der Linie entlang gehen, um das Maximum zu suchen und in der Messwertreihe zu notieren.
- Anschließend wird die LED gegen eine andersfarbige ausgetauscht. Dabei darauf achten, dass der restliche optische Aufbau nicht verrückt wird.
- Nach dem Tausch wird die Messung genau so durchgeführt wie bei der weißen LED.
- Dieser Vorgang wird wiederholt, bis alle LEDs vermessen sind.

PHYWE

Protokoll



Aufgabe 1

PHYWE

Notiere die Messwerte (in V) und die Spektralfarben für alle LEDs - Tabelle wird nächste Folie fortgesetzt.

Winkel in °	Rote LED		Grüne LED		Blaue LED		UV LED	
	Farbe	Messwert	Farbe	Messwert	Farbe	Messwert	Farbe	Messwert

Aufgabe 1

PHYWE

Notiere die Messwerte (in V) und die Spektralfarben für alle LEDs - Tabelle wird nächste Folie fortgesetzt.

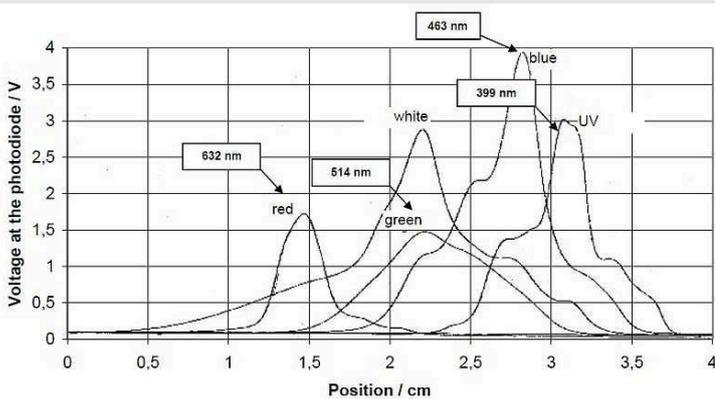
Winkel in °	Rote LED		Grüne LED		Blaue LED		UV LED	
	Farbe	Messwert	Farbe	Messwert	Farbe	Messwert	Farbe	Messwert

Aufgabe 1

Fortsetzung Tabelle

Winkel in °	Rote LED		Grüne LED		Blaue LED		UV LED	
	Farbe	Messwert	Farbe	Messwert	Farbe	Messwert	Farbe	Messwert

Aufgabe 2



UV Blaue Grüne Rote
LED LED LED LED

Wellenlänge in cm 399 463 514 632

Ziehe die richtigen Wörter in die Lücken!

In der Abbildung sind die verschiedenen Verläufe der der LEDs zu sehen. Da die LEDs keinen lichtstarken Lichtkegel liefern, kann die Form der Kurven teilweise etwas anders ausfallen. Deutlich zu erkennen sind aber immer die .

-
-
-

Überprüfen