



Associazione per l'Insegnamento della Fisica

37^a edizione

2023



Campionati di FISICA

Nazionale Wettbewerb-Experimentaltail

Senigallia(AN)- Donnerstag, den 13. April 2023

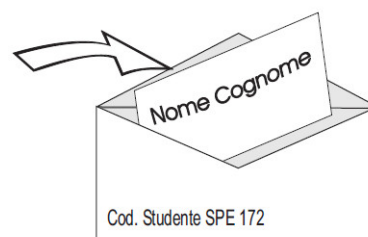
Anleitung

Zeit: 4 Stunden

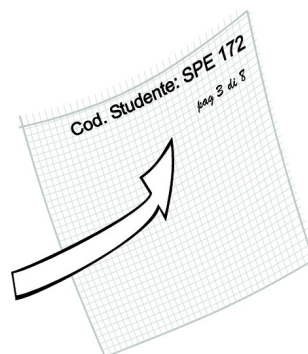
Bitte noch nicht umblättern!
Warte auf den Start!

1. Sobald Du die Erlaubnis hast, die Arbeit zu beginnen, vergleichst Du den **Schüler-Kenncode** auf dem großen Umschlag mit dem des kleinen Umschlages und demjenigen des Kärtchens. Schreibe Deinen **NAMEN und FAMILIEN-NAMEN auf das Kärtchen!** Gib das beschriftete Kärtchen in den kleinen Umschlag, **aber klebe ihn nicht zu!** Lege den kleinen Umschlag sofort in den großen Umschlag, mit dem Du am Schluss alle Blätter abgibst!

Anschließend darfst Du KEINEN Namen mehr auf die Blätter und die Umschläge schreiben, sondern nur mehr Deinen Schüler-Kenncode.



2. Schreibe auf jede Seite oben rechts deutlich nur **Deinen Schüler-Kenncode!**
3. Gib darunter die Seite und die gesamte Seitenzahl an!



I Campionati di Fisica
sono organizzati dall'AIF
su mandato del



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE
E DEL MERITO

La Gara Nazionale ha il sostegno di

Comune di
Senigallia

Liceo Statale "Medi"
Senigallia

Allgemeine Anleitung

Lies den gesamten Text genau durch, bevor du mit dem Material, das Dir zur Verfügung gestellt wird, zu arbeiten beginnst!

Du musst keinen Laborbericht verfassen; beantworte die gestellten Fragen auf den entsprechenden Blättern!

Jede Antwort ist synthetisch und klar zu begründen, auch wenn dies nicht explizit in der Fragestellung steht!

Falls du für die Verbesserung einer Messung wichtige Maßnahmen triffst, dann schreibe diese auf das entsprechende Antwortblatt!

Am Ende der Arbeit gibst du alle Antwortblätter und die Vorschrift in den dafür vorgesehenen Umschlag!

LED $\rightsquigarrow$ LDR

200 Punkte

Einleitung: Eine LED (siehe Abbildung 1a) ist ein elektronisches Bauteil, das Licht aussendet, falls es mit geeigneter elektrischer Energie versorgt wird. Bei der LED liegt an der längeren Elektrode (+) ein höheres Potential an als am kürzeren Beinchen. Bei der negativen Elektrode (-) ist das Gehäuse abgeflacht. Abbildung 1b zeigt das elektrische Schaltzeichen der LED. Abbildung 1c stellt die charakteristische Kennlinie einer Diode dar.



Abb.1a

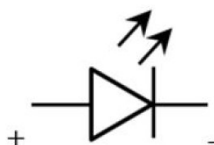


Abb.1b

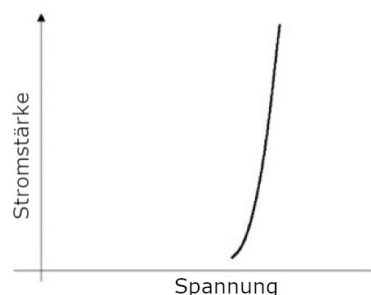


Abb.1c

Eine LDR, auch Fotowiderstand genannt (siehe Abbildung 2a) ist ein elektronisches Bauteil, deren elektrischer Widerstand sich ändert, wenn sie mit Licht bestrahlt wird. Bei einer LDR ist die Polung unwichtig! Abbildung 2b zeigt das elektrische Schaltzeichen einer LDR.



Abb.2a

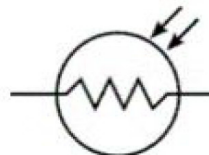


Abb.2b

Durch Verwendung verschiedener Materialien reagieren LDRs mehr oder weniger empfindlich auf unterschiedliche Wellenlängen. Dies beeinflusst den Widerstand des Fotowiderstandes bei einfallendem Licht. Wenn wir den LED-Typ fixiert haben (und damit auch die einfallenden Wellenlängen), dann kann man die Messwerte des elektrischen Widerstandes des verwendeten Fotowiderstandes dazu verwenden, eine Größe Φ zu bestimmen, die proportional zur Lichtleistung ist, welche von der LED ausgesandt wird.

Ziel des Experiments ist es, die Größe Φ festzulegen und eine Beziehung zwischen Φ und der elektrischen Leistung P , mit welcher die LED betrieben wird, zu untersuchen.

Achtung: Schließe die LED nicht direkt an die Batterie!
Ein zu großer Strom kann Deine LED zerstören und Dein Experiment gefährden.

Materialliste

LED Gelb Kingbright, L-7113SYC-J	Batterie 4,5V
LDR Luna Optoelectronics NSL-19M51, CdS	zwei Radiergummis
Potentiometer P4W-LIN 100, 100 Ohm	Papiermeterband
sieben Krokodilklemmen-Messleitungen	Papierklebestreifen
zwei Leisten, um eine Optische Bank zu bauen	vier Reißnägel
Millimeterpapier	ein Blatt A4-Karton schwarz
zwei Lineale	Schere
Multimeter mit zwei Messleitungen, zu verwenden als Amperemeter bei fixem Messbereich 200 mA cc.	
Multimeter mit zwei Messleitungen, je nach Bedarf als Voltmeter bei fixem Messbereich 20 V cc zur Bestimmung der Spannung an den Enden der LED oder als Ohmmeter im fixen Messbereich 20 kΩ zur Bestimmung des Widerstandes der LDR zu verwenden.	

Informationen und Anleitungen zum Messaufbau

In Abbildung 3a ist das **Potentiometer** dargestellt. Wir bezeichnen die drei Anschlüsse mit den Buchstaben A, C und B. Der graue metallische Zylinder dient als Drehknopf zum Regulieren des Widerstandes. Abbildung 3b zeigt das Schema, mit dem man die Funktionsweise des Bauteiles verstehen kann. Der hufeisenförmige Teil bildet den Widerstand, dessen Enden in Kontakt mit A und B sind. Auf diesem Widerstand kann der elektrische Kontakt, der mit C und dem metallischen Zylinder verbunden ist, verschoben werden. Abbildung 3c zeigt die Art, wie das Potentiometer verwendet wird, in Abbildung 3d wird die äquivalente Schaltung dargestellt. Falls der Kontakt C mit dem Punkt A übereinstimmt, dann ist der Widerstand des Teiles AC (R_{AC}) gleich 0 und durch die LED (die Last) fließt kein Strom. Die Spannung an den Enden der LED ist 0. Wenn der Kontakt C zwischen den Punkten A und B liegt, dann ist die Spannung an den Enden der LED kleiner als die Spannung der Batterie, aber größer als 0.

Bei Annäherung von C an B steigt die Spannung an den Enden der LED an und erreicht den Maximalwert, wenn C und B übereinstimmen ($R_{BC}=0$). Dies darf nie erreicht werden!

Verwendet man das Bauteil auf diese Art und Weise, dann ist das Potentiometer ein Spannungsteiler.



Abb.3a

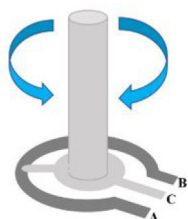


Abb.3b

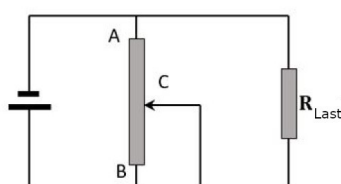


Abb.3c

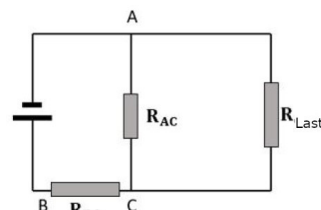


Abb.3d

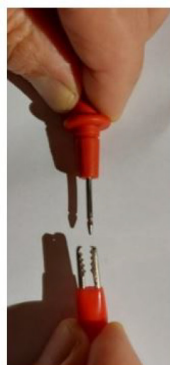


Abb.4a

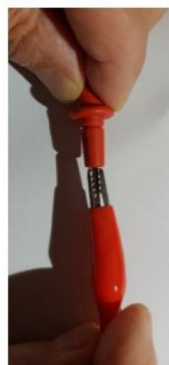


Abb.4b

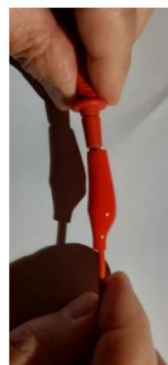


Abb.4c

Messspitzen: Damit das Multimeter stabil mit dem Schaltkreis verbunden bleibt, muss jede Messspitze mit einem Kabel mit Krokodilklemme verbunden werden (vgl. Abbildung 4a, b und c)! Kontrolliere, dass die Klemme nur den metallischen Teil der Messspitze umschließt!

Radiergummi und Reißnägeln Sie dienen als Unterlage für LED und LDR bzw. fixieren die Anschlüsse (vgl. Abbildung 5a und 5b). **Die Reißnägeln dürfen sich untereinander nicht berühren!** Die "Köpfe" der LED und der LDR müssen an der senkrechten Seite der Radiergummis anliegen. LED und LDR müssen dann so zwischen den Holzlatten ausgerichtet sein, dass die Achse des Leuchtkegels der LED durch das Zentrum des Fotowiderstandes verläuft (siehe später). Biege die Beinchen der LED und LDR wie auf dem Foto gezeigt. Dies erleichtert den Anschluss an die Klemmen.

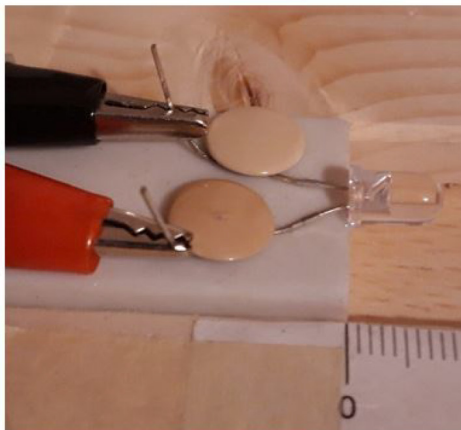


Abb.5a

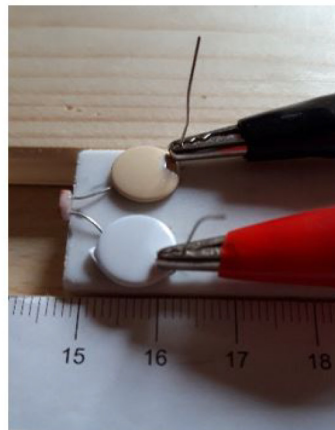
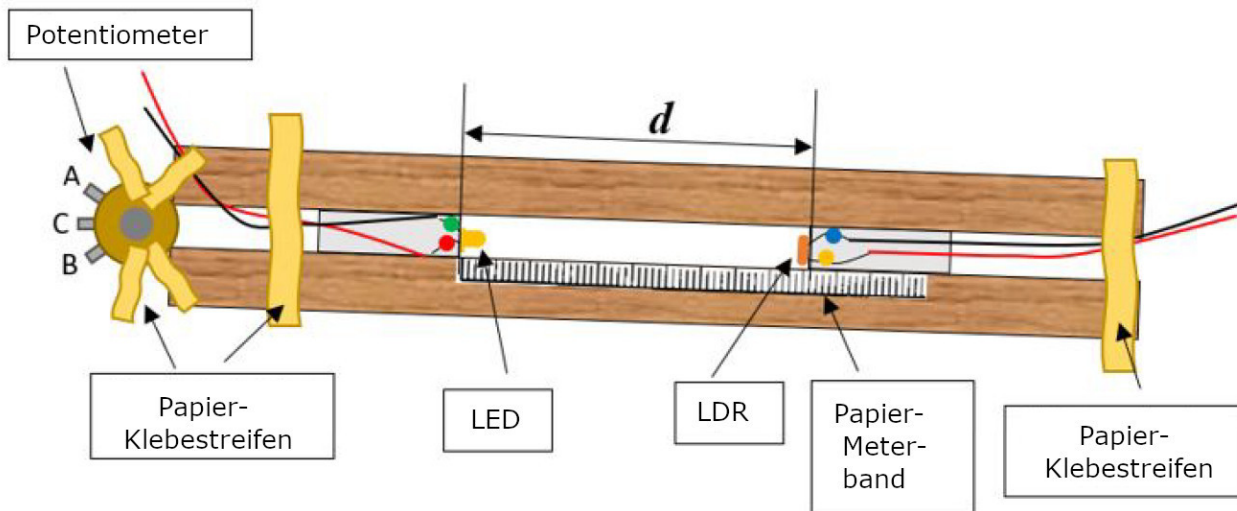


Abb.5b

Holzlatten und Papiermeterband: Sie werden zum Bau einer Optischen Bank verwendet (siehe Abbildung 6). Die Latten dienen als Führung für die Radiergummis, die beim Verschieben entlang einer Linie ausgerichtet bleiben. Die Enden der Latten werden zueinander fixiert und am Arbeitsplatz angeklebt. Verwende dazu das Klebeband. Auf eine Latte wird das Papiermeterband geklebt. Der Rand des Radiergummis, der die LED trägt, wird bei der Nullmarkierung des Meterbandes positioniert (siehe Abbildung 5a). In Abbildung 6 wird gezeigt, wie das Potentiometer an die Latten und am Tisch mit dem Klebeband fixiert wird. Der Anschluss der Batterie wird nochmals beschrieben.



Der Anschluss A des Potentiometers wird an den negativen Pol der Batterie angeschlossen.
 Der Anschluss B wird an den positiven Pol der Batterie angeschlossen.
 Der Anschluss C wird an die Klemme für den Eingang des Amperemeters angeschlossen.

Abb.6 Optische Bank von oben

In Abbildung 7 findest du das Schema des Schaltungsaufbaus. Das rechte Multimeter wird als Voltmeter verwendet, wenn es parallel zur LED geschaltet wird und als Ohmmeter, wenn es mit den Elektroden des Fotowiderstandes verbunden ist.

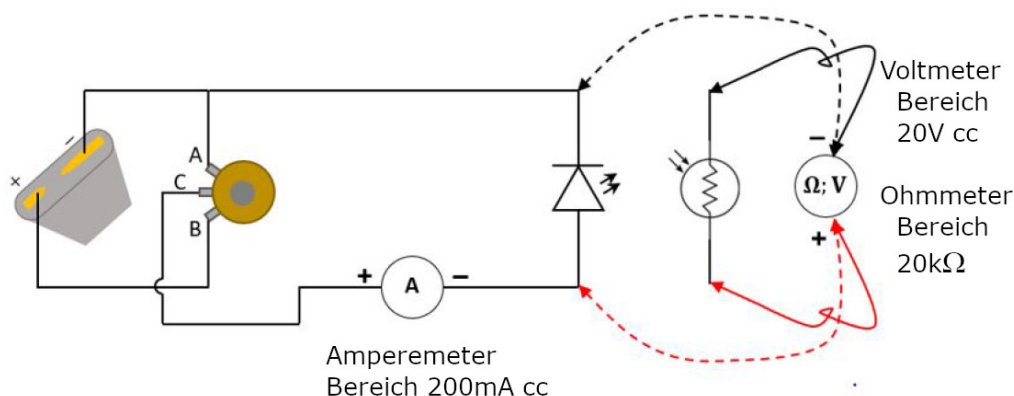


Abb. 7 Schaltplan

ACHTUNG: Bevor du die LED anschließt, ist es sehr wichtig darauf zu achten, dass sie beim Messen nicht beschädigt wird. Vermeide eine zu hohe Stromstärke! Dazu bearbeitest Du die folgende Frage!

Q.0

[5 p.]

Beachte die Anleitung zum Potentiometer und das Schema des Schaltungsaufbaus und die Schaltung der Batterie!

Musst Du den Drehknopf am Potentiometer im Uhrzeigersinn oder im Gegenuhrzeigersinn drehen, damit bei maximaler Drehung die Spannung an den Enden der LED null ist?

Abschirmung mit schwarzem Karton: Der schwarze Karton dient zum Abschirmen der Raumbeleuchtung im Bereich der Optischen Bank zwischen LED und LDR. Die Abschirmung darf die Kabelverbindungen nicht behindern. Diese Verbindungen müssen von der LED (zur Messung mit dem Voltmeter) zur LDR (zur Messung mit dem Ohmmeter) hin- und hergesteckt werden.

Schneide aus dem Karton zwei Stücke parallel zur kurzen A4-Seite! Eines hat die Breite 15 cm, das andere 10 cm. Biege die beiden Kartonstücke entlang der Linien wie in Abbildung 8a und 8b dargestellt!

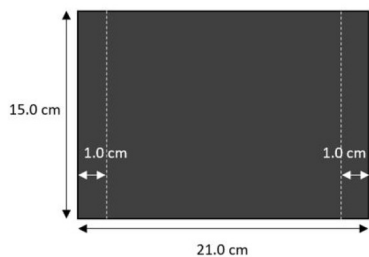


Abb. 8a

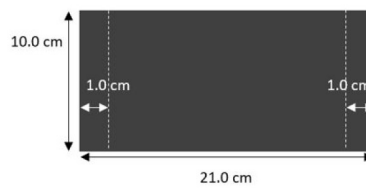


Abb. 8b

Die umgebogenen Ränder werden unter die Latten gegeben, das größere Kartonstück bei der LED. Wie in den Abbildungen 8c und 8d dargestellt, sollen die Kartonstücke entlang der Optischen Bank verschiebbar bleiben. Die seitlichen Öffnungen kannst du mit übrigem Karton abdecken oder bei der Messung mit den Händen zuhalten.

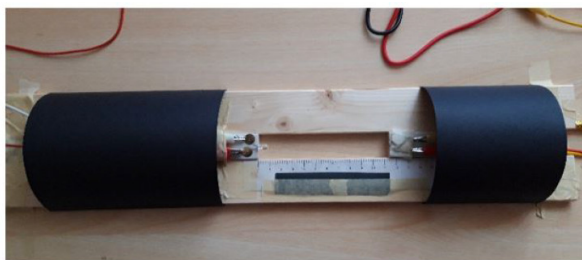


Abb. 8c



Abb. 8d

Fragen

Bei diesem Experiment musst du nicht die Messunsicherheiten berechnen. Gib die Resultate Deiner Messungen mit einer korrekten Anzahl an signifikanten Stellen an!

Der innere Widerstand des Voltmeters beträgt $10\text{ M}\Omega$. Dies erlaubt uns, das Voltmeter als offenen Schalter zu betrachten, wenn es parallel an die LED geschaltet ist.

Wenn man den Strom durch die LED rasch vergrößert, muss man einige zig Sekunden warten, bis sich die Anzeige der Messgeräte stabilisiert.

Vergewissere dich, dass der Abstand d zwischen zugewandten senkrechten Seiten der Radiergummis, auf denen die LED und die LDR befestigt sind, $10,0\text{ cm}$ beträgt (siehe Abbildung 6)!

Q.1

[40 p.]

Regle das Potentiometer und miss die Stromstärke i und die Spannung U an den Enden der LED und die entsprechenden Werte des Widerstandes R des Fotowiderstandes (mit Abdeckung!). Führe eine ausreichende Anzahl an Messungen für i im Bereich $10\text{ mA} < i < 100\text{ mA}$ durch!

Gib die Stromstärke in mA an, die Spannung in V und den Widerstand in $\text{k}\Omega$!

Schreibe Deine Messdaten in eine Tabelle und erkläre, warum du die Abstände der Messungen so gewählt hast!

Um in Funktion des Widerstandes R eine Größe Φ zu definieren, die ein aussagekräftiges Maß für die Lichtleistung der LED darstellt, betrachten wir zwei Hypothesen. Die erste nimmt an, dass die Strahlung gleichmäßig über das Innere des Lichtkegels, der von der LED abgestrahlt wird, verteilt ist. Daher nimmt die Intensität mit dem Kehrwert des Quadrates der Distanz zur Spitze des Kegels ab. Sei h die Höhe des Lichtkegels wo sich die LDR befindet. Dann folgt daraus $\Phi \sim 1/h^2$

Die zweite Hypothese nimmt Folgendes an: **Beschränkt auf das Messintervall für die Widerstände R aus der Messung Q.1** sind die beiden Größen indirekt proportional zueinander, also $\Phi \sim 1/R$. Falls beide Hypothesen korrekt sind, dann folgt daraus

$$1/R = k/h^2 \quad (1)$$

Überprüfe die Gültigkeit von (1)!

Falls die Gültigkeit bestätigt wird, dann kannst du Φ wie folgt definieren: $\Phi = 1/R$. Dies ist dann ein Maß für die Leistung des abgestrahlten Lichtes der LED.

Die geometrischen Charakteristika des von der LED ausgesandten Lichtkegels werden von den optischen Eigenschaften der Teile des Bauelementes bestimmt. Daher muss die Kegelspitze nicht notwendigerweise mit einem Punkt auf der LED zusammenfallen. Somit kann die Höhe h des Lichtkegels, der auf die LDR fällt, nicht direkt gemessen werden. Die Distanz d der beiden Radiergummis, auf denen LED und LDR befestigt sind, kann hingegen leicht gemessen werden (siehe Abbildung 6). Die Beziehung zwischen der Höhe h des Lichtkegels und der Distanz d ist $h = d + D$, wobei D eine Länge ist, die von der Optik der LED und von der verwendeten LDR abhängt.

Q.2

[72 p.]

Plane und beschreibe die genaue Vorgangsweise, um die Gültigkeit von (1) zu bestätigen und die Länge D sowie die Konstante k zu bestimmen! Gib den Wert der Stromstärke i an, die zur Messung der Größen verwendet wurde. Begründe Deine Wahl! Es wird explizit das Erstellen einer Grafik verlangt! Schreibe die Resultate der durchgeführten Messungen in eine Tabelle und gib die erhaltenen Werte für D und für k an!

Q.3

[14 p.]

Werte die Messungen von Q.1 aus, indem Du jedem Wert von P (ausgedrückt in mW) den entsprechenden Wert von Φ (ausgedrückt in $\text{k}\Omega^{-1}$) zuordnest!

Trage die Werte in eine geeignete Tabelle ein!

Erstelle den Grafen $\Phi = f(P)$

Die LED kann nicht die gesamte elektrische Leistung P in Licht umwandeln. Nun untersuchen wir diesen Aspekt des Problems und betrachten das Verhältnis $\rho = \Phi/P$ als Maß für den Wirkungsgrad der LED.

Q.4

[12 p.]

Bestimme für jeden bis jetzt berechneten Wert von P das entsprechende Verhältnis ρ . Trage die Werte in die Tabelle ein, die du für die Antwort Q.3 verwendet hast! Ergänze hierzu die Tabelle aus der Aufgabe Q.3! Erstelle schlussendlich den Grafen $\rho = f(P)$.

Q.5

[34 p.]

Erstelle einen Grafen, um zu überprüfen, ob die empirische Gleichung $\Phi = (aP)/(P^{3/2} + b)$ mit deinen Messpunkten vereinbar ist! Gib das Intervall der Werte von P an, für das Du die Übereinstimmung für gültig hältst und berechne die Konstanten a und b !

Q.6

[12 p.]

Verwende die empirische Gleichung aus Q.5 und berechne die Leistung P , für die Φ seinen maximalen Wert annimmt!

Ausarbeitung der Arbeit:

**PROGETTO OLIFIS**

Segreteria dei Campionati Italiani di Fisica
E-mail: segreteria@olifis.it - WEB: www.olifis.it



Diese Unterlagen können unter Angabe der Quelle weiterverwendet werden, außer für kommerzielle Zwecke.

I Campionati di Fisica
sono organizzate dall'AIF
su mandato del



**MINISTERO dell'ISTRUZIONE
e del MERITO**

Übersetzung: Johann Baldauf, RG Brixen und Klaus Überbacher, Realgymnasium Meran