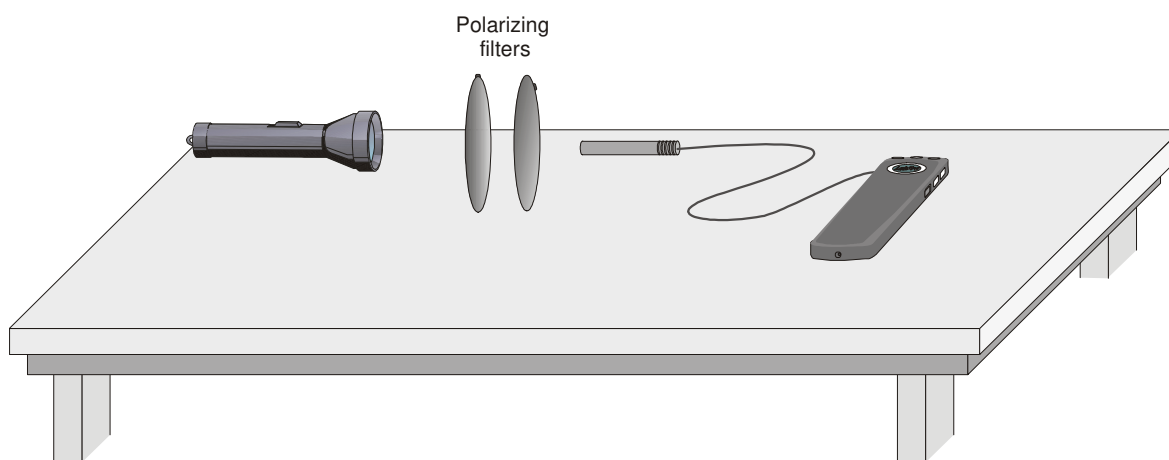


Polarisation von Licht

Vielleicht haben Sie in einem Geschäft schon einmal eine Auslage polarisierender Sonnenbrillen gesehen. Sie können ganz schnell überprüfen, ob die Gläser wirklich polarisierend sind, indem Sie durch die Linsen zweier Gläser schauen und ein Paar um 90° drehen. Wenn beide Gläser-Paare polarisierend sind, erscheinen die Linsen schwarz. Warum ist das so?

Zur Erklärung der verdunkelten Linsen müssen wir uns das Licht als elektromagnetische Welle vorstellen. Diese weist unterschiedliche elektrische und magnetische Felder senkrecht zur Bewegungsrichtung auf. Dieses Experiment richtet das Augenmerk nur auf die Veränderungen des elektrischen Feldes, die durch einen Vektor repräsentiert werden. Licht, das von einer typischen Quelle wie einer Taschenlampe ausgesendet wird, wird zufällig polarisiert, d.h. dass der elektrische Vektor in verschiedene Richtungen zeigt.

Ein idealer polarisierender Filter entfernt alle elektrischen Felder außer dem, das parallel zur Achse des Filters ist. Das verbleibende Licht wird als *polarisiert* bezeichnet. Mithilfe eines zweiten Filters kann die Polarisation entdeckt werden. In diesem Fall heißt der zweite Filter *Analysator*. Die Übertragung durch den zweiten Filter ist abhängig vom Winkel zwischen seiner Achse und der Achse des ersten Filters. In diesem Experiment werden Sie die Beziehung zwischen der durch zwei polarisierende Filter übertragenen Lichtintensität und dem Winkel zwischen den Filterachsen untersuchen.



LERNZIELE

- Untersuchen der Änderung der Intensität von Licht, das durch gekreuzte polarisierende Filter geht
- Messen der Übertragung von Licht durch zwei polarisierende Filter als Funktion des Winkels zwischen ihren Achsen und Vergleichen mit dem Malusschen Gesetz

MATERIAL









Computer
Vernier Computerschnittstelle
Logger Pro
Lichtsensor

Lichtquelle
zwei polarisierende Filter mit markierten Achsen
Winkelmesser

VORBEREITENDE FRAGEN

1. Legen Sie einen polarisierenden Filter auf einen zweiten, so dass Sie durch beide hindurch schauen können. Drehen Sie den oberen Filter, bis die Achsenmarkierungen im rechten Winkel zueinander stehen. Was bemerken Sie?
2. Drehen Sie die Filter so, dass die Achsen parallel sind. Schauen Sie durch die Filter und drehen Sie den oberen Filter um 180° um Ihre Sichtachse. Skizzieren Sie einen qualitativen Graphen der übertragenen Lichtintensität als Funktion des Winkels.

VORGEHENSWEISE

1. Platzieren Sie die Lichtquelle, die polarisierenden Filter und den Lichtsensor so, dass Licht durch die Filter fällt und anschließend in den Sensor. Sie werden nur einen Filter zur Änderung der Übertragung drehen. Der andere Filter, die Lichtquelle und der Sensor dürfen nicht bewegt werden. Schalten Sie die Lichtquelle ein.
2. Verbinden Sie den Lichtsensor mit Channel 1 der Schnittstelle. Besitzt Ihr Sensor einen Auswahlsschalter, stellen Sie diesen auf 600 lux.
3. Öffnen Sie die Datei "28 Polarization of Light" im Ordner *Physik mit Vernier*. Die Lichtintensität gegenüber dem Winkel des Analysators wird geplottet. Die Daten werden als Ereignis im Eingangsmodus erfasst, d.h. die Lichtintensität wird nur dann gemessen, wenn  gedrückt ist. Sie müssen den Winkel des Analysators in Grad eingeben und zum Vervollständigen des Datenpunkts auf  drücken.
4. Drehen Sie den Analysator, bis der Wert des Lichtsensors maximiert ist. Die Lichtintensität wird in der Statusleiste am unteren Rand des Logger *Pro* Fensters angezeigt. Ist der Wert größer als 600 lux, reduzieren Sie die Intensität der Lichtquelle und drehen den Analysator noch einmal für einen maximalen Sensorwert. Dies ist Ihr Nullwinkel. Die Achsenmarkierungen auf den beiden Filtern sollten parallel sein.
5. Legen Sie die Filter so, dass ihre Achsen im rechten Winkel zueinander liegen. Es sollte sehr wenig Licht durch das Filterpaar dringen. Definieren Sie durch Drücken von  diesem Lichtlevel als Null. Der Intensitätswert sollte jetzt bei Null liegen.
6. Drehen Sie den Analysator wieder in die parallele Position. Drücken Sie zum Starten der Datenerfassung auf . Drücken Sie zum Erfassen des ersten Punktes auf  und geben Sie **0** als Winkel ein. Drücken Sie zum Vervollständigen des Eintrags auf .
7. Drehen Sie den Analysator um 15° , drücken Sie auf  und geben Sie **15** als Winkel ein. Wiederholen Sie diesen Prozess mit **30** als nächstem Winkel und so weiter, bis Sie den Analysator um 360° gedreht haben. Drücken Sie zum Beenden der Datenerfassung auf .

ANALYSE

1. Beschreiben Sie Ihren Graphen der Lichtintensität gegenüber dem Winkel, nennen Sie wichtige Verläufe und Punkte.
2. Im 19. Jahrhundert legte Malus zur Vorhersage der Übertragung des Lichts durch zwei polarisierende Filter fest, dass gilt

$$I = I_0 \cos^2(\theta)$$

wobei I_0 die Intensität darstellt, wenn der Winkel θ zwischen den Achsen der Polarisatoren null ist.

Sie können in Logger *Pro* die Funktion der manuellen Anpassung verwenden, um diese Beziehung mit Ihren experimentellen Daten zu überlagern. Wählen Sie *Curve Fit* aus

dem Menü *Analyze*. Wählen Sie einen Typen zur manuellen Anpassung aus und drücken Sie den Knopf zur Definierung der Funktion. Geben Sie $A \cdot (\cos(x))^2$ ein. In dieser Gleichung steht x für den Winkel θ . Drücken Sie .

3. Zum Vergleich Ihrer Daten mit dem Modell müssen Sie den Wert von A anpassen, so dass A der maximalen Intensität Ihrer Daten entspricht. Dazu geben Sie entweder eine Zahl in das Feld für A ein oder drücken auf rechts neben dem Parameterfeld von A . Experimentieren Sie mit dem Wert von A , um eine gute Anpassung Ihrer experimentellen Daten zu erreichen.
4. Drücken Sie zum Plotten Ihrer Daten und des Modells nach dem Gesetz von Malus in einem gemeinsamen Graphen auf .
5. Vergleichen Sie die Daten mit dem Modell. Sind Ihre Daten vereinbar mit dem Malusschen Gesetz?

ERWEITERUNGEN

1. Polarisierende Sonnenbrillen entfernen selektiv Blendungen, die durch Licht verursacht werden, das an horizontalen Flächen reflektiert wurde, beispielsweise der Haube eines Fahrzeugs oder einer feuchten Straße. Damit polarisierende Sonnenbrillen effektiv sind, muss die Blendung polarisiert sein. Entwerfen Sie ein Experiment zur Messung, wie stark polarisiert die Blendung ist, verglichen mit dem Sonnenlicht oder einer Taschenlampe. Sie werden zur Erzeugung einer Blendung eine glatte horizontale Oberfläche, einen polarisierenden Filter sowie Lichtsensor und Schnittstelle benötigen. Wie ist die Achse des Polarisators ausgerichtet, wenn die Blendung minimal ist?

2. Legen Sie die Filter so, dass die Achsen 90° liegen. Führen Sie einen dritten polarisierenden Filter zwischen den beiden Filtern hinzu und erfassen Sie die Daten der übertragenen Intensität als Funktion des Winkels des mittleren Filters. Erklären Sie die

F
o
r
m

d
e
s

G
r
a
p
h
e
n

m
i
t

e
i
n
e
m

V
e
k