

Aufgaben 6 Elektromagnetische Wellen Polarisation, Dispersion, Farben

Lernziele

- das Phänomen Polarisation kennen und verstehen.
- den quantitativen Zusammenhang zwischen den Intensitäten von Licht vor und hinter einem Polarisationsfilter kennen, verstehen und anwenden können.
- verschiedene physikalische Effekte zur Erzeugung von linear polarisiertem Licht kennen und verstehen.
- das Phänomen der Dispersion kennen und verstehen.
- verstehen, wie die Aufspaltung von weissem Licht in die Spektralfarben zustande kommt.
- verstehen, wie ein Regenbogen zustande kommt.
- den Unterschied zwischen einem kontinuierlichen Spektrum und einem Linienspektrum kennen und verstehen.
- das Farbsehen im menschlichen Auge kennen und verstehen.
- die additive und die subtraktive Farbmischung kennen und verstehen.
- wissen und verstehen, wie die Farbe eines Körpers zustande kommt.
- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse und Fähigkeiten erarbeiten können.
- einen bekannten oder neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.
- eine neue Problemstellung selbstständig bearbeiten und in einer Gruppe diskutieren können.

Aufgaben

Polarisation

6.1 Vorgängiges Selbststudium

- Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:
 - 28.5 Polarisation (ohne den Teil „Polarisation durch Doppelbrechung“, Seiten 1043 bis 1047)
- Studieren Sie die folgenden **YouTube-Videos**:
 - [Polarisation von Seilwellen und Licht](#) (4:18)
 - [Brewsterwinkel oder Polarisationswinkel](#) (0:57)
 - [Polarisation durch Streuung](#) (1:54, zum Video etwas hinunterscrollen)
- Studieren Sie die folgenden **Applets**:
 - [Polarisation](#)
 - [Brewster-Winkel](#)
- Führen Sie in Moodle den [Test 6.1](#) durch.

- 6.2 Im Lehrbuch Tipler/Mosca wird auf der Seite 1045 erklärt (vgl. Aufgabe 6.1), warum die Intensität des Lichtes hinter einer Polarisationsfolie noch genau halb so gross ist wie vor der Folie, falls das auf die Folie auftreffende Licht vollständig unpolarisiert ist. Es wird mit einem mittleren Winkel 45° argumentiert.

Eine andere Argumentation bestünde darin, den Faktor $\cos^2(\theta)$ in der Formel (28.23) über alle Winkel θ ($0 \leq \theta < 2\pi$) zu mitteln.

Püfen Sie nach, dass $\overline{\cos^2(\theta)}$, d.h. der Mittelwert von $\cos^2(\theta)$ über alle Winkel im Intervall $0 \leq \theta < 2\pi$ gleich $1/2$ ist.

Hinweis:

- Für die Mittelwertbildung muss die folgende Integration ausgeführt werden (linearer Mittelwert):

$$\overline{\cos^2(\theta)} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \cos^2(\theta) d\theta$$

- 6.3 Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:
28.16, 28.17

6.4 Beurteilen Sie, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind.
Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

	wahr	falsch
a) Es können nur Transversalwellen polarisiert werden, Longitudinalwellen jedoch nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Bei einer linear polarisierten Lichtwelle schwingt der elektrische Feldvektor immer in der gleichen Ebene.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Polarisiertes Licht kann durch Reflexion erzeugt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Fällt ein Lichtstrahl unter dem Brewster-Winkel auf die Grenzfläche zu einem anderen Medium, so ist der gebrochene Strahl vollständig linear polarisiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Fällt vollständig unpolarisiertes Licht nacheinander auf zwei lineare Polarisatoren, deren Transmissionsachsen die gleiche Richtung haben, so ist die Intensität des Lichtes hinter dem zweiten Polarisator halb so gross wie vor dem ersten Polarisator.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dispersion, Farben

6.5 Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgende Aufgabe:
28.15

6.6 Studieren Sie ...

- a) ... die folgenden **YouTUBE-Videos**:
- [Wie kann man ... weisses Licht herstellen? - Farbaddition](#) (1:06)
- [Subtraktive Farbmischung](#) (1:09)

Hinweis:

- In den Lösungen finden Sie Erklärungen zu den beiden Videos.

- b) ... die folgenden **Applets**:
- [Additive Farbmischung](#)
- [Subtraktive Farbmischung](#)
- [Farbwahrnehmung](#)

Hinweise:

- Farbkürzel bei der Farbaddition (RGB):

R (Red/Rot), G (Green/Grün), B (Blue/Blau)

- Farbkürzel bei der Farbsubtraktion (CMYK):

C (Cyan/Blau-Grün), M (Magenta/Purpur), Y (Yellow/Gelb), K (Key/Schwarz)

6.7 Führen Sie den folgenden **Quiz** durch:
- [LEIFI-Quiz „Farben“](#)

6.8 Führen Sie in Moodle den [Test 6.3](#) durch.

6.9 Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca die folgenden Abschnitte:
- 28.3 Reflexion und Brechung (nur Teil „Dispersion“, jedoch ohne Teil „*Berechnung des Beobachtungswinkels beim Regenbogen“, Seiten 1038 bis 1040)
- 28.6 Lichtspektren (Seiten 1050 und 1051)

6.10 Beurteilen Sie, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind.
Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

- | | wahr | falsch |
|---|--------------------------|--------------------------|
| a) Das Farbenspektrum des weissen Sonnenlichts ist ein kontinuierliches Spektrum. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Beim Farbfernseher entstehen die Farben durch Farbaddition. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Fällt spektralreines Licht ins Auge, so wird nur ein Typ Farbrezeptor (rot, grün oder blau) angeregt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Beim Wasserfarbenmalen entsteht aus der Mischung der Farben Gelb und Blau die Farbe Grün. Diese Mischung entspricht einer Farbsubtraktion. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e) Wenn auf ein grünes Spektralfilter, das nur Licht einer einzigen Wellenlänge durchlässt, nicht-spektralreines grünes Licht fällt, dann wird hinter dem Filter spektralreines grünes Licht zu sehen sein. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Lösungen

6.1 -

6.2 ...

6.3 (siehe Arbeitsbuch Mills)

- 6.4 a) wahr
b) wahr
c) wahr
d) falsch
e) wahr

6.5 (siehe Arbeitsbuch Mills)

6.6 a) Additive Farbmischung

Rot und Blau:
(«Rot + Blau») Purpur

Grün und Blau:
(«Grün + Blau») Cyan (Blau-Grün)

Rot und Grün:
(«Rot + Grün») Gelb

Rot, Grün und Blau:
(«Rot + Grün + Blau») Weiss

Subtraktive Farbmischung

Gelb und Cyan:
(«Weiss – Gelb – Cyan») Grün

Erklärung: Das gelbe Filter (d.h. die gelbe Flüssigkeit) filtert Blau aus dem weissen Licht. Das cyanfarbene Filter (d.h. die cyanfarbene Flüssigkeit) filtert Rot aus dem weissen Licht. Insgesamt wird also aus dem weissen Licht Blau und Rot herausgefiltert, so dass noch Grün übrig bleibt.

Purpur und Cyan:
(«Weiss – Purpur – Cyan») Blau-Violett (theoretisch: Blau)

Erklärung: Das purpurne Filter (d.h. die purpurne Flüssigkeit) filtert Grün aus dem weissen Licht. Das cyanfarbene Filter (d.h. die cyanfarbene Flüssigkeit) filtert Rot aus dem weissen Licht. Insgesamt wird also aus dem weissen Licht Grün und Rot herausgefiltert, so dass noch Blau übrig bleibt.

(Fortsetzung siehe nächste Seite)

Gelb und Purpur:
(«Weiss – Gelb – Purpur»)

Rot

Erklärung: Das gelbe Filter (d.h. die gelbe Flüssigkeit) filtert Blau aus dem weissen Licht. Das purpurfarbene Filter (d.h. die purpurfarbene Flüssigkeit) filtert Grün aus dem weissen Licht. Insgesamt wird also aus dem weissen Licht Blau und Grün herausgefiltert, so dass noch Rot übrig bleibt.

Grün, Blau und Rot:
(«Weiss – Grün – Blau – Rot»)

Grau (theoretisch: Schwarz)

Erklärung: Das grüne Filter (d.h. die grüne Flüssigkeit) filtert Rot und Blau aus dem weissen Licht. Das blaue Filter (d.h. die blaue Flüssigkeit) filtert Rot und Grün aus dem weissen Licht. Das rote Filter (d.h. die rote Flüssigkeit) filtert Grün und Blau aus dem weissen Licht. Insgesamt wird also aus dem weissen Licht Rot, Grün, und Blau herausgefiltert, so dass kein Licht mehr übrig bleibt.

b) -

6.7 -

6.8 -

6.9 -

- 6.10 a) wahr
b) wahr
c) falsch
d) wahr
e) wahr