Aufgaben 8 Interferenz
Kohärenz, Huygens'sches Prinzip, Fermat'sches Prinzip

Lernziele

- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse und Fähigkeiten erarbeiten können.
- einen bekannten oder neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.
- aus einem Experiment neue Erkenntnisse gewinnen können.
- eine neue Problemstellung selbstständig bearbeiten und in einer Gruppe diskutieren können.
- wissen und verstehen, was Kohärenz ist.
- verstehen, dass Kohärenz eine Voraussetzung für ein stationäres Interferenzbild ist.
- wissen und verstehen, wie sich kohärente Teilstrahlen herstellen lassen.
- die Funktionsweise eines Michelson-Interferometers kennen und verstehen.
- das Huygens'sche Prinzip kennen, verstehen und anwenden können.
- die Herleitung des Reflexions- und des Brechungsgesetzes mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips verstehen.
- das Fermat'sche Prinzip kennen, verstehen und anwenden können.
- die Herleitung des Reflexions- und des Brechungsgesetzes mit Hilfe des Fermat'schen Prinzips verstehen.

Aufgaben

Kohärenz

8.1 Studieren Sie im Buch KPK 3 die folgenden Abschnitte:
- 5.1 Kohärenz (Seiten 59 bis 62)
- 5.2 Wie man kohärentes Licht herstellt (Seite 63)
- 5.3 Auch Laserlicht genügt nicht (Seiten 63 und 64)

8.2 Bei einem Michelson-Interferometer beobachtet man beim Bewegen eines Spiegels um 0.125 mm das Durchlaufen von 344 Interferenzstreifen.

Bestimmen Sie die Wellenlänge des Lichts.

8.3 Ein Michelson-Interferometer wird mit Licht der Wellenlänge 589 nm betrieben.

Bestimmen Sie, wie weit ein Spiegel verschoben werden muss, damit 750 Interferenzstreifen durch eine Referenzposition laufen.

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

		wahr	falsch
a)	Zwei Kerzen sind ein paar kohärenter Lichtquellen.	☐	☐
b)	Eine Punktquelle und ihr von einem ebenen Spiegel erzeugtes Spiegelbild sind ein Paar kohärenter Lichtquellen.	☐	☐
c)	Zwei von derselben Punktquelle beleuchtete Öffnungen in einer Wand sind ein Paar kohärenter Lichtquellen.	☐	☐
d)	Die Kohärenzlänge in einer Welle, die aus einem Gemisch von Sinuswellen verschiedener Wellenlängen besteht, ist umgekehrt proportional zum Bereich, in welchem die Wellenlängen liegen.	☐	☐
e)	Zwei oder mehr Wellen, die an einen gemeinsamen Ort gelangen, überlagern sich nur, falls die Wellen kohärent sind.	☐	☐

Huygens'sches Prinzip

8.5 Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:
- 12.5 Wellenausbreitung an Hindernissen (nur den Teil „Das Huygens'sche Prinzip", Seiten 481 und 482)

8.6 Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:
- 28.4 Herleitung des Reflexions- und des Brechungsgesetzes (nur den Teil „Huygens'sches Prinzip", Seiten 1022 und 1023)

8.7 Studieren Sie die folgenden **Java-Applets**. Sie finden die Applets unter
http://www.thomasborer.ch → Physik → Dokumente/Applets/Links

a) Reflexion und Brechung von Wellen (Huygens'sches Prinzip) (1)

i) Führen Sie jeden Schritt aus.

ii) Studieren Sie jeweis den zu jedem Schritt gehörigen Text im Fenster unten rechts.

b) Reflexion und Brechung von Wellen (Huygens'sches Prinzip) (2)

8.8 Betrachten Sie eine ebene Welle, welche auf einen sphärischen Hohlspiegel trifft und an dessen Oberfläche reflektiert wird.

Konstruieren Sie mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips die Form der Wellenfront der reflektierten Welle.

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

		wahr	falsch
a)	Die Form der der Wellenfront einer reflektierten, ebenen Welle kann mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips bestimmt werden.	☐	☐
b)	Beim Huygens'schen Prinzip wird die Überlagerung der Elementarwellen in Rückwärtsrichtung ignoriert.	☐	☐
c)	Die Herleitung des Brechungsgesetzes mit Hilfe des Huygen'schen Prinzips ist nur gültig bei der Brechung einer Welle an einer Grenzfläche zu einem Medium, in welchem die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle kleiner ist als im ursprünglichen Medium.	☐	☐
d)	Das Huygens'sche Prinzip gilt bei ebenen Wellen und bei Kreiswellen, nicht aber bei Wellen mit anderen Formen der Wellenfronten.	☐	☐
e)	Bei der Herleitung des Brechungsgesetzes mit Hilfe des Huygen'schen Prinzips wird die Gültigkeit des Reflexionsgesetzes vorausgesetzt.	☐	☐

Fermat'sches Prinzip

8.10 Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:
- 12.5 Wellenausbreitung an Hindernissen (nur den Teil „Das Fermat'sche Prinzip", Seite 482)

8.11 Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:
- 28.4 Herleitung des Reflexions- und des Brechungsgesetzes (nur den Teil „Fermat'sches Prinzip", Seiten 1023 und 1024)

Lösungen

8.1 ...

8.2 $2d = z \cdot \lambda$, wobei: $d = 0.125$ mm, $z = 344$
$\lambda = 727$ nm

8.3 $2d = z \cdot \lambda$, wobei: $z = 750$, $\lambda = 589$ nm
$d = 221$ µm

8.4
a) falsch
b) wahr
c) wahr
d) wahr
e) falsch

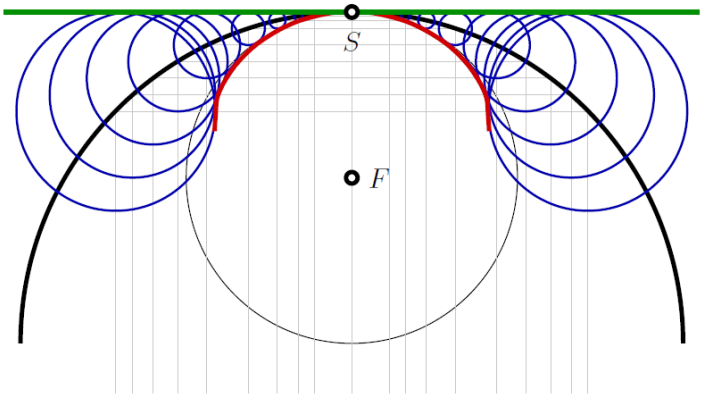
8.5 ...

8.6 ...

8.7 ...

8.8

Wir betrachten eine *ebene Welle*, welche auf einen Kugelhohlspiegel stösst und an dessen Oberfläche reflektiert wird. Die Situation ist in der folgenden Skizze dargestellt.



Um die *Wellen-Front* der *reflektierten Welle* mit Hilfe des Prinzips von HUYGENS-FRESNEL zu skizzieren, gehen wir nach folgenden Schritten vor.

S1 Wir skizzieren einen Halbkreis (schwarz), welcher die Projektion des Kugelhohlspiegels auf die Ebene darstellt. Die *ebene Welle* läuft in der Skizze von unten nach oben ein.

S2 Wir zeichnen, ausgehend vom *Scheitel-Punkt* S des Halbkreises nach unten, in regelmässigen Abständen ein paar horizontale Hilfslinien (grau) ein und verlängern diese jeweils von ihrem Schnittpunkt mit dem Halbkreis nach unten.

S3 Wir betrachten nun den Zeitpunkt, wenn die einlaufende *ebene Welle* gerade den *Scheitel-Punkt* S in der Skizze erreicht hat. Wenn wir uns den Kugelhohlspiegel wegdenken, dann wäre die *Wellen-Front* jetzt auf der Höhe der grünen Linie.

S4 Um alle Schnittpunkte der Hilfslinien (grau) mit dem Halbkreis (schwarz) zeichnen wir jeweils die Projektion einer *elementaren Kugel-Welle* (blau), dessen Peripherie bis zur grünen Linie reicht.

S5 Die *reflektierte Wellen-Front* ist die Kurve (rot), welche sich innerhalb des Halbkreises an die *elementaren Kugel-Wellen* anschmiegt. Sie kann in der Nähe des *Scheitel-Punktes S* durch einen Kreis (schwarz) mit Mittelpunkt am vermeintlichen *Brenn-Punkt F* angenähert werden.

Die *reflektierte Welle* ist offensichtlich weder eine *ebene Welle*, noch verläuft sie exakt durch einen *Brenn-Punkt*.

8.9
a) wahr
b) wahr
c) falsch
d) falsch
e) falsch

8.10 ...

8.11 ...