

Übungen zur Einführung in die Physik II

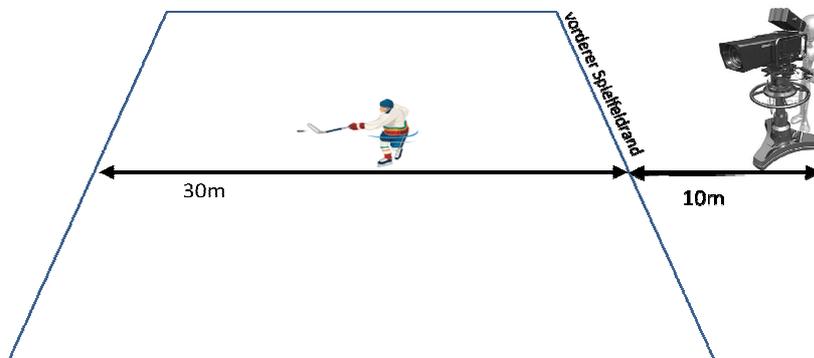
für Studierende der Physik, Nanowissenschaften, Informatik, Chemie und Mathematik

Abgabe: 25.05.2012 in der Vorlesung

08.05.2012

1. Fernsehkamera (6 Punkte)

Ein Kameramann bei den olympischen Winterspielen hat die Aufgabe ein Eishockey Vorrundenspiel zu filmen. Er hat eine Fernsehkamera mit einem Zoomobjektiv bei dem er die Brennweite zwischen 7.6 mm und 130 mm einstellen kann. Das zu filmende Objekt wird dabei auf eine quadratische lichtempfindliche Fläche (CCD-Chip) mit einer Kantenlänge von 1 cm abgebildet. Nehmen Sie bei allen Teilaufgaben an, dass es sich bei dem Zoomobjektiv nur um eine veränderliche dünne Linse handelt. Die Kamera wird wie in der Abbildung in etwa 10 m Entfernung seitlich am Spielfeldrand aufgestellt. Das gesamte Spielfeld hat eine Breite von 30 m.



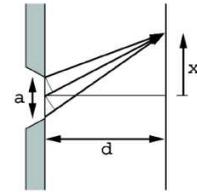
- Der Kameramann möchte einen Eishockeyspieler formatfüllend aufnehmen. Der Spieler befindet sich in der Mitte des Spielfeldes und ist 2 m groß. Welche Brennweite muss der Kameramann an seinem Objektiv einstellen?
- Skizzieren Sie den Strahlengang für diese Abbildung.

In der Spielpause stellt der Kameramann die Brennweite seines Objektivs auf 30 mm um das gesamte Spielfeld im Blick zu haben und fokussiert auf die Mitte des Spielfeldes (Fokusebene). Der vordere Spielfeldrand wird nun nicht mehr scharf dargestellt, da er nicht in die Bildebene abgebildet wird. Um diesen Effekt zu korrigieren befindet sich im Objektiv nahe der dünnen Abbildungslinse eine Lochblende mit veränderlichem Durchmesser D mit der der Strahlquerschnitt eingestellt werden kann.

- Konstruieren Sie mittels einer Skizze wohin ein Gegenstand abgebildet wird, welcher sich zwischen der Fokusebene des Objektivs und der Kamera befindet. Wird er vor oder hinter dem CCD-Chip abgebildet?
- Skizzieren Sie nun den Strahlengang für ein punktförmiges Objekt auf der optischen Achse, welches sich vor der Fokusebene der Kamera befindet. Zeichnen Sie hierzu die Strahlen, die gerade noch durch die Blende gelangen und vom Objekt zu der in Aufgabenteil (c) konstruierten Bildebene gelangen.
- Berechnen Sie wie weit die Bildebene des vorderen Spielfeldrandes von der Oberfläche des CCD-Chips entfernt ist.
- Wie groß darf der Durchmesser der Lochblende bei der dünnen Linse höchstens sein, damit der vordere Spielfeldrand noch scharf abgebildet wird, wenn man auf dem CCD-Chip anstelle scharfer Bildpunkte auch noch Bildkreise bis zu einem maximalen Radius von $r = 3\mu\text{m}$ zulässt (Pixelgröße)?

2. Beugung am Spalt (3 Punkte)

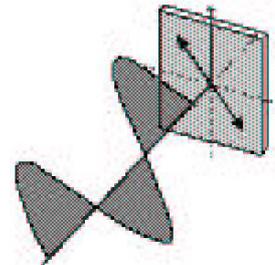
Berechnen Sie auf der Basis des Huygens'schen Prinzips den Abstand x , in dem das n -te Maximum des Interferenzmusters in einem Abstand $d \gg x$ hinter einem Spalt der Breite a zu beobachten ist, wenn der Spalt mit kohärentem Licht der Wellenlänge λ beleuchtet wird. Veranschaulichen Sie sich dazu, welche Bedingung für die Weglänge des Lichtes verschiedener Quellpunkte gelten muss. Berechnen Sie x für das Maximum 3. Ordnung eines roten He-Ne-Lasers ($\lambda = 633 \text{ nm}$), für $d = 1 \text{ m}$ und $a = 50 \text{ }\mu\text{m}$.



3. $\lambda/4$ Plättchen (3 Punkte)

Ein linear polarisierter Lichtstrahl mit einer Wellenlänge von 589.3 nm fällt auf die yz -Fläche einer Quarzplatte. Die Welle geht entlang der x -Richtung durch die Platte hindurch. Der einfallende Lichtstrahl sei linear polarisiert, wobei die Polarisationssebene unter $\alpha = 45^\circ$ zur y -Richtung steht, in der die optische Achse des Kristalls liegt.

- Wie dick muss die Platte sein, damit sich der ordentliche ($n_o = 1,544$) und der ausserordentliche ($n_e = 1,553$) Strahl um $\lambda/4$ verschieben?
- Wie ist der austretende Strahl polarisiert?
- Auf die Platte falle zirkular polarisiertes Licht. Wie ist der austretende Strahl jetzt polarisiert?



4. Michelson Interferometer (4 Punkte)

Bei dem abgebildeten Interferometer beobachtet man nacheinander 10 Interferenzmaxima, wenn man einen der beiden Spiegel um eine Strecke von $2.25 \text{ }\mu\text{m}$ in Strahlrichtung verschiebt.

- Bestimmen Sie die Wellenlänge des Lichtes. (Tipp: Betrachten Sie den Zusammenhang zwischen dem Gangunterschied der zwei Lichtwege und der Bedingung für Interferenzmaxima.)
- Zwischen einen der Spiegel und den Strahlteiler wird nun eine mit CO_2 -Gas gefüllte Zelle (Länge $L = 10 \text{ cm}$) gestellt. Beim Abpumpen der Zelle werden 200 Interferenzmaxima beobachtet. Welchen Brechungsindex hat das CO_2 -Gas?

