

Übungsblatt 10

Ausgabe: 19.01.2020

Abgabe: 26.01.2021 vor 10:00 Uhr (ILIAS)

Besprechung: 28.01.2021 (Übungen in MS Teams)

Aufgabe 1

3 Punkte

Nach der Berechnung von Fresnel gilt bei Beleuchtung durch eine Punktlichtquelle für die elektrische Feldstärke $E(P)$ an einem Messpunkt P näherungsweise $E(P) \approx \frac{1}{2} E_1$, wobei E_1 der Beitrag der ersten Fresnelzone zu $E(P)$ ist.

- Zeigen Sie, dass sich die Intensität $I(P)$ am Messpunkt P quasi nicht ändert, wenn man die 1. Fresnelzone ausblendet. **1,5 Punkte**
- Wie groß wird $I(P)$, wenn man alle Fresnelzonen außer der ersten und der zweiten ausblendet? **1,5 Punkte**

Aufgabe 2

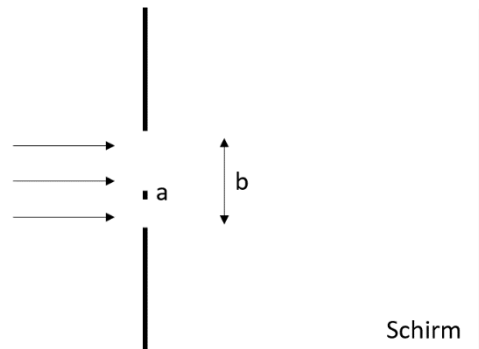
4 Punkte

Das entspannte Lesen eines gedruckten Textes ist in einem Abstand von 25 cm zwischen Auge und Papieroberfläche möglich. Wir betrachten das menschliche Auge näherungsweise als Sammellinse in Luft mit einer Bildweite von 20 mm. Einfallendes Licht wird mit Hilfe regelmäßig angeordneter Fotorezeptoren auf der Netzhaut detektiert, den Zapfen und Stäbchen. Wir berücksichtigen hier nur die für die Farbwahrnehmung verantwortlichen Zapfen. Ihre Dichte beträgt 14000 mm^{-2} .

- Welchen Abstand dürfen zwei gedruckte Punkte haben, damit sie vom Auge gerade noch aufgelöst werden können? Geben Sie die entsprechende Punktdichte in der Einheit DPI an. Vernachlässigen Sie den Effekt der Auflösungsbegrenzung durch Beugung. **1½ Punkte**
- Ein Laserdruck hat eine Auflösung von 300 DPI. Bei welcher Entfernung zwischen Papieroberfläche und Auge kann man zwei dicht nebeneinander gedruckte Punkte gerade noch mit dem Auge auflösen? **1 Punkt**
- Welche Winkelauflösung hat das menschliche Auge? **1½ Punkte**

Aufgabe 3**3 Punkte**

Ein Bündel sichtbaren, monochromatischen Lichts (Wellenlänge λ) fällt auf einen Spalt der Breite b (Größenordnung 0.1 mm). In diesem befindet sich ein kleines Objekt der Breite $a < b$. Wie sieht die Intensitätsverteilung auf einem Schirm in großer Entfernung hinter dem Spalt aus? Beschreiben Sie dies qualitativ und zeichnen Sie eine Skizze. Argumentieren Sie mit der bekannten Intensitätsverteilung hinter einem Spalt und dem Babinet-Theorem.

**Aufgabe 4****7 Punkte**

- Beim Joule-Thomson-Prozess geht ein Gas (unter thermischer Isolation von der Umgebung) aus einem Gefäß 1 mit Druck p_1 auf stationäre Weise in ein Gefäß 2 mit dem geringeren Druck p_2 über. Stationär bedeutet hier, dass die beiden Drücke im Verlauf des ganzen Prozesses konstant bleiben. Wie wird dies realisiert? **1 Punkt**
- Zeigen Sie, dass der Joule-Thomson-Prozess isenthalp ist, dass also die Enthalpie erhalten bleibt. **1 Punkt**
- Zeigen Sie, dass der Joule-Thomson-Prozess irreversibel ist. **1 Punkt**
- Berechnen Sie die Änderung der Temperatur T bei einer Änderung des Drucks p , den sogenannten Joule-Thomson-Koeffizienten μ_{JT} . **1 Punkt**
- Berechnen Sie μ_{JT} für ein ideales Gas. Welche Bedeutung hat das Ergebnis? **0,5 Punkte**
- Berechnen Sie μ_{JT} sowie die Inversionsdruckkurve p_{inv} und die Inversionstemperatur T_{inv} für ein reales Gas (Stoffmenge $n = 1$, nicht zu große Dichten). Welche Bedeutung hat das Ergebnis für μ_{JT} ? Welche Bedeutung haben Inversionstemperatur und Inversionskurve? **2,5 Punkte**

Aufgabe 5**3 Punkte**

Die innere Energie $U(T, V)$ eines realen Gases ist im Gegensatz zu der eines idealen Gases auch abhängig vom Volumen V .

- Das reale Gas werde expandiert, indem unter thermischer Isolation sein ursprüngliches Volumen V_1 durch Entfernen einer Scheidewand zu einem leeren Gefäß auf $V_2 = V_1 + \Delta V$ vergrößert wird. Zeigen Sie, dass diese Expansion bei realen Gasen immer zu einer Temperatursenkung führt ($\Delta T < 0$). **2 Punkte**
- Diskutieren Sie die Unterschiede des Experiments aus a) zum Joule-Thomson-Effekt. Erläutern Sie insbesondere, warum bei letzterem die Temperatur des expandierten Gases auch ansteigen kann. **1 Punkt**