

Übungsblatt 12

Ausgabe: 27.01.2026

Abgabe: 03.02.2026, vor 10:00 Uhr (Ilias)

Besprechung: 05.02.2026 (Tutorien)

- Die Anmeldung zur Vorleistung im Campus Management System ist vom 02.02. bis zum 16.02.2026 möglich. **Bitte unbedingt beachten: Später eingehende Anmeldungen können nicht mehr berücksichtigt werden.**
- Alle Informationen zur Vorleistung und den Terminen der ersten Klausur finden Sie auf dem Merkblatt *Ankuendigung_Klausur_1.pdf* in Ilias.

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 Fresnel-Zone zu $E(P)$ ist.

- Zeigen Sie, dass sich die Intensität $I(P)$ am Messpunkt P quasi nicht ändert, wenn man die 1. Fresnel-Zone ausblendet. **1 Punkt**
- Wie groß wird $I(P)$, wenn man alle Fresnel-Zonen außer der ersten und der zweiten ausblendet? **1 Punkt**
- Erklären Sie, wie eine Fresnel-Linse funktioniert (ohne Rechnung). **1 Punkt**

Aufgabe 2

4 Punkte

In der Vorlesung wurde gezeigt, dass sich das Fraunhofer-Beugungsbild einer Beugungsanordnung im Wesentlichen aus der Fourier-Transformierten der entsprechenden Transmissionsfunktion ergibt.

- Eine ausgedehnte ebene Lichtwelle fällt senkrecht auf einen Dreifachspalt. Die Spalte haben die Positionen $x = \{d; 0; -d\}$. Die Breiten der einzelnen Spalte können gegen ihren Abstandsparameter d und die Wellenlänge λ des einfallenden Lichts vernachlässigt werden. Wie lautet die Transmissionsfunktion $T(x)$ der Anordnung? Verwenden Sie zur Darstellung die Deltafunktion. **$\frac{1}{2}$ Punkt**
- Führen Sie eine Fourier-Transformation $\int_{-\infty}^{\infty} T(x) e^{ik_x x} dx$ der Transmissionsfunktion $T(x)$ durch. Bilden Sie anschließend das Betragsquadrat ihres Ergebnisses. Als Resultat erhalten Sie bis auf einen Vorfaktor die Intensitätsverteilung des Beugungsbildes. Vergleichen Sie diese mit dem Ergebnis von Aufgabe 1c auf Übungsblatt 9. **2 Punkte**
- Vor den zentralen Spalt wird ein Glasplättchen gesetzt, das eine Phasenverschiebung von π relativ zu den anderen Spalten einführt. Bauen Sie diese Modifikation in Ihre Transmissionsfunktion ein und berechnen Sie noch einmal die Intensitätsverteilung. Vergleichen Sie mit Aufgabenteil b. **1,5 Punkte**

Aufgabe 3

4 Punkte

Das Gleiten eines Körpers auf einer glatten Eisfläche wird verbessert, wenn seine Gleitfläche genügend klein gewählt wird. Beispiele wären die Kufen von Schlitten oder Schlittschuhen. Neben anderen Gründen ist sorgt die druckbedingte Verringerung ΔT der Schmelztemperatur dafür, dass unter den Kufen Eis zu einem dünnen gleitfähigen Wasserfilm aufschmilzt.

- Berechnen Sie mit Hilfe der Clausius-Clapeyron-Gleichung die nötige Masse m des Körpers für eine Änderung $\Delta T = -0.1^\circ\text{C}$ bei einer Kufenfläche von $A = 5 \text{ cm}^2$ und einer Eistemperatur von $T = 0^\circ\text{C}$. Recherchieren Sie die benötigten physikalischen Größen von Wasser und Eis aus einer geeigneten Quelle. **2 Punkte**
- Welche Masse wäre bei einer Eistemperatur von -8°C nötig, damit durch den Druck der Kufen Eis schmilzt? **1 Punkt**
- Überlegen oder recherchieren Sie: Warum ist Schlittschuhfahren auch dann möglich, wenn das erreichbare ΔT zu klein ist, um Eis zum Schmelzen zu bringen? **1 Punkt**

Aufgabe 4

3 Punkte

Im Nepal-Urlaub möchten Sie auf dem Gipfel des Mount Everest ($h = 8848 \text{ m}$) ein Ei kochen. Aufgrund des geringen Luftdrucks ist die Siedetemperatur des Wassers deutlich erniedrigt. Um die Garzeit zu beschleunigen haben Sie deswegen einen Schnellkochtopf (= Dampfdruckkochtopf) mitgebracht. Berechnen Sie die Siedetemperatur T_s des Wassers auf dem Mount Everest mit und ohne Schnellkochtopf, wenn dieser einen maximalen Überdruck von $\Delta P = 630 \text{ hPa}$ zulässt. Verwenden Sie dazu die barometrische Höhenformel bei konstanter Temperatur $T = 20^\circ\text{C}$.

Hinweis: Die Dampfdruckkurve von Wasser lässt sich im hier relevanten Temperaturbereich näherungsweise durch die Exponentialfunktion $P_D = P_0 \exp(-\Lambda/RT_s)$ darstellen, wobei $\Lambda = 40.8 \text{ kJ/mol}$ die Verdampfungswärme ist und $P_0 = 4.911 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$.