

## Übungsblatt 10

Ausgabe: 13.01.2026

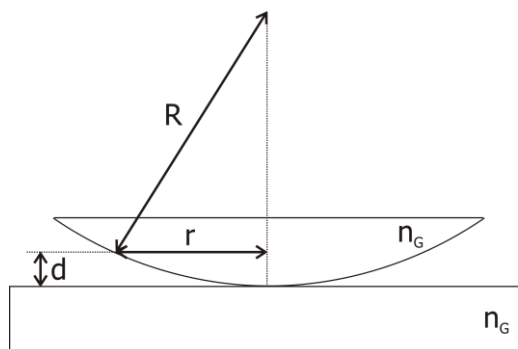
Abgabe: 20.01.2026, vor 10:00 Uhr (Ilias)

Besprechung: 22.01.2026 (Tutorien)

### Aufgabe 1

5 Punkte

Eine Anordnung zur Erzeugung Newtonscher Ringe besteht in einer plankonvexen Glaslinse mit Krümmungsradius  $R$ , deren flache Seite entspiegelt ist und die auf einer ebenen Glasplatte liegt. Beleuchtet man das System von oben mit monochromatischem, parallelem Licht unter einem vernachlässigbar kleinen Einfallswinkel zur Senkrechten, kann man ein Interferenzmuster beobachten. Dieses entsteht aufgrund der Reflexion von Lichtstrahlen an den beiden Grenzflächen des Luftspaltes. Linse und Glasplatte haben den Brechungsindex  $n_G > 1$ . Die Dicke des Luftspaltes  $d$  hängt von der Position  $r$  ab. Die Dicke der Linse spielt keine Rolle und man kann davon ausgehen, dass das Licht an der nur schwach gekrümmten Linsenfläche nicht in andere Richtungen gebrochen wird.

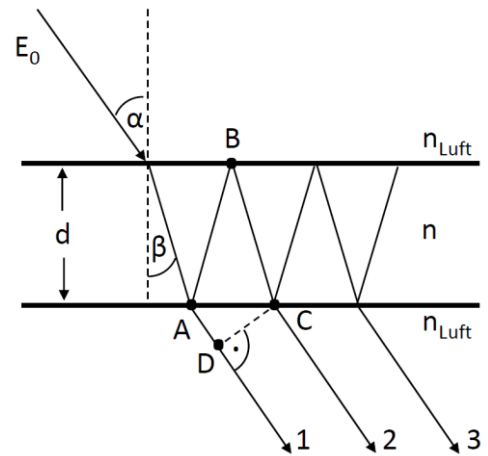


- a) Zeigen Sie, dass für die Ringe konstruktiver Interferenz in Reflexion  $d = \left(m + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{\lambda}{2}$  mit  $m = 0, 1, 2, 3, \dots$  gilt. **1 Punkt**
- b) Berechnen Sie für  $d \ll R$  den Radius der hellen Ringe in Reflexion in Abhängigkeit von der Ordnung  $m$  und dem Krümmungsradius  $R$ . **1 Punkte**
- c) Wie unterscheiden sich das reflektierte und das transmittierte Interferenzmuster? **1 Punkt**
- d) Wie viele helle Ringe lassen sich in Reflexion beobachten, wenn die Anordnung mit Licht der Wellenlänge  $\lambda = 490 \text{ nm}$  beleuchtet wird und die Linse einen Krümmungsradius  $R = 1 \text{ m}$  sowie einen Durchmesser von  $2 \text{ cm}$  besitzt? **1 Punkt**
- e) Wie groß ist der Durchmesser des sechsten hellen Rings in Reflexion? Wie ändert sich der Durchmesser, wenn sich statt Luft Wasser ( $n = 1.33$ ) zwischen Wasser und Linse befindet? **1 Punkte**

## Aufgabe 2

5 Punkte

Eine ebene Lichtwelle (Amplitude  $E_0$ ) fällt unter einem kleinen Einfallswinkel  $\alpha$  aus der Luft auf eine planparallele, durchsichtige Platte (Dicke  $d$ , Brechungsindex  $n > 1$ ). Ein Anteil der gebrochenen Welle tritt direkt durch die untere Grenzfläche aus (Teilwelle 1), andere Anteile erst nach weiteren Reflexionen an den Grenzflächen (Teilwellen 2, 3, ...,  $\infty$ ).



- a) Berechnen Sie den Gangunterschied  $\Delta s$  zwischen den Teilwellen 1 und 2 als Funktion von  $d$ ,  $n$ ,  $\alpha$ .

**2 Punkte**

- b) In der Vorlesung wurde das reflektierte elektrische Feld berechnet. Berechnen Sie analog das transmittierte elektrische Feld  $E_t$ .

**1,5 Punkte**

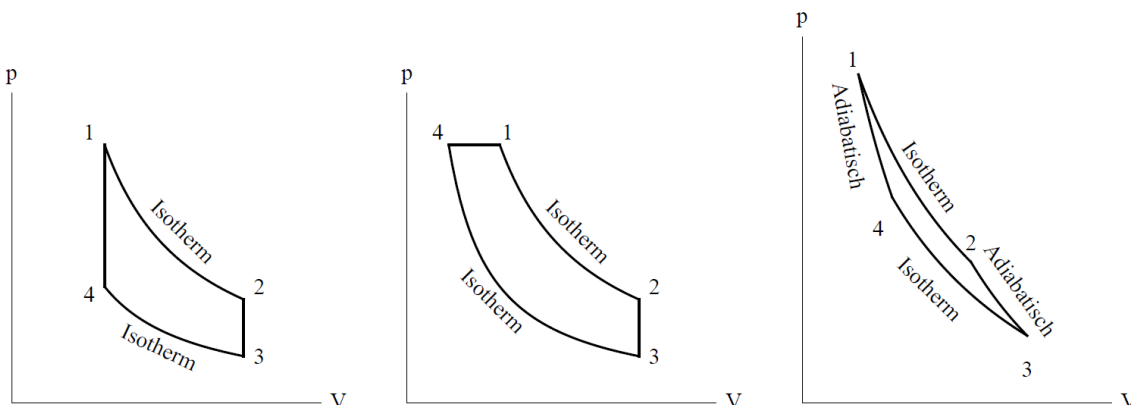
- c) Zeigen Sie mit dem Ansatz  $I_t \sim E_t \cdot E_t^*$ , dass für die Intensität gilt:

$$I_t \sim \frac{E_0^2 (1-r^2)^2}{(1-r^2)^2 + 4r^2 \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right)}. \quad \mathbf{1,5 \text{ Punkte}}$$

## Aufgabe 3

5 Punkte

Gegeben sind folgende  $p$ - $V$ -Diagramme von Kreisprozessen, die ein ideales Gas durchläuft. Seine Teilchenzahl sei dabei konstant.



- a) Skizzieren Sie für jeden der drei Prozesse die zugehörigen  $T$ - $V$ -,  $p$ - $T$ - und  $T$ - $S$ -Diagramme. Anmerkung: Dies bedeutet die Darstellung der Funktionen  $T(V)$ ,  $p(T)$  und  $T(S)$ .

**4,5 Punkte**

- b) Erläutern Sie, warum man aus jedem Diagrammtyp die vollständige Information über das System erhält. Warum verwendet man häufiger die  $p$ - $V$ - und die  $T$ - $S$ -Auftragung anstatt einer der anderen? **0,5 Punkte**

#### Aufgabe 4

4 Punkte

- a) Formulieren Sie Grundrelation der inneren Energie unter Verwendung der Entropie für irreversible Prozesse als Ungleichung. Verwenden Sie dann diese Ungleichung und die Definition der freien Enthalpie  $G = U + pV - TS$ , um zu zeigen, dass bei irreversiblen Prozessen mit konstantem Druck und konstanter Temperatur  $G$  stets abnimmt. Im Gleichgewicht wird demnach die freie Enthalpie minimal. **2 Punkte**
- b) Betrachten Sie nun ein ideales Gas mit Teilchenzahl  $N$ . Leiten Sie daraus die Druckabhängigkeit der Gibbs-Energie eines idealen Gases her bei konstanter Temperatur. **1 Punkt**
- c) Ist der Beitrag des Drucks zur Änderung der Gibbs-Energie energetischen oder entropischen Ursprungs? **0,5 Punkte**
- d) Berechnen Sie die Druckabhängigkeit des chemischen Potentials. **0,5 Punkte**