

Erste Klausur

Vorlesung Prof. Hunger

Termin: 06.03.2024, 8:00 Uhr

Name, Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Studiengang: _____

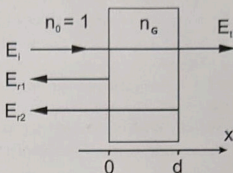
- Bitte versehen Sie jedes Blatt mit Namen
- Beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt
- Kennzeichnen Sie jede Aufgabe ordentlich

Aufgabe	1	2	3	4	5	Σ
Max. Punkte	12	12	12	12	12	60
Erreichte Punkte						
Korrektor						

Aufgabe 5

12 Punkte

Ein Glasplättchen mit Dicke d und Brechungsindex $n_G > 1$ wird im Vakuum unter senkrechtem Einfall mit der Lichtwelle $E_i = E_0 e^{i(kx - \omega t)}$ mit der Vakuumwellenlänge λ bestrahlt. Dabei kommt es zur Reflexion an der Vorder- und der Rückseite des Plättchens. Mehrfachreflexionen werden vernachlässigt.

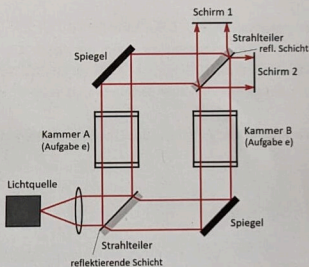


- Wie groß ist der Phasenunterschied zwischen den beiden reflektierten Wellen E_{r1} und E_{r2} ?
- Wie muss man d wählen, dass die beiden reflektierten Wellen konstruktiv interferieren?
- Berechnen Sie das reflektierte Feld E_r , das durch Überlagerung von E_{r1} und E_{r2} entsteht. Zeigen Sie, dass E_r proportional ist zu $\sin(2\pi n_G d / \lambda)$.

Hinweis: Der Reflexionskoeffizient am Übergang von einem Medium 1 mit Brechungsindex n_1 in ein Medium 2 mit n_2 berechnet sich für senkrechten Einfall als $r = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$. Die

Transmissionskoeffizienten seien ungefähr 1 und müssen daher nicht berücksichtigt werden.

Zwei Glasplättchen werden als 50:50-Strahlteiler in einem Mach-Zehnder-Interferometer verwendet (siehe Skizze nebenan). Hierzu wird auf der einen Seite der Plättchen eine dünne reflektierende Schicht mit Brechungsindex n_D ($1 < n_D < n_G$) aufgedampft. Das Interferometer befindet sich im Vakuum.



- Im skizzierten Aufbau (ohne Kammern A und B) ist die Intensität der überlagerten Strahlen am Schirm 1 null, am Schirm 2 maximal. Erklären Sie, warum dies so ist.
- In jeden der beiden Strahlengänge wird eine durchsichtige, mit CO_2 gefüllte Kammer (A und B) eingebracht, die in Strahlrichtung die Länge $L = 10 \text{ cm}$ hat. Eine der Kammern wird komplett ausgepumpt. Während des Pumpens ist zu beobachten, dass auf den Schirmen die Intensität 100 Mal zwischen dem Maximalwert und Null wechselt. Der Brechungsindex von CO_2 ist $n_{\text{CO}_2} = 1,0005$. Berechnen Sie die Wellenlänge des verwendeten Lichts.

Aufgabe 1**12 Punkte**

Eine Sammellinse mit der Brennweite $f = 2 \text{ cm}$ steht in einem Abstand von 10 cm vor einem konkaven sphärischen Hohlspiegel mit Radius $r = 4 \text{ cm}$. Im Abstand $g = 3 \text{ cm}$ vor der Sammellinse befindet sich ein Gegenstand der Höhe $G = 1 \text{ cm}$. Der Gegenstand wird durch die Sammellinse in das Bild B_1 abgebildet. B_1 wird durch den Spiegel in ein zweites Bild B_2 abgebildet. B_2 wird wiederum durch die Sammellinse in ein drittes Bild B_3 abgebildet.

- Fertigen Sie eine Zeichnung des Strahlengangs unter der Verwendung charakteristischer Strahlen an.
- Berechnen Sie die Bildweiten b_1 , b_2 und b_3 der drei Bilder.
- Berechnen Sie die Bildhöhen B_1 , B_2 und B_3 der drei Bilder.
- Ist das dritte Bild reell oder virtuell? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Ist das dritte Bild in Bezug auf den Gegenstand aufrecht oder invertiert? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 2**12 Punkte**

Im Diesel-Kreisprozess durchläuft ein ideales Gas (Stoffmenge 1 mol , spezifische Wärmekapazität c_v , Adiabatenindex κ) die folgenden Zustandsänderungen:

Schritt 1 $\rightarrow$ 2: adiabatische Kompression von p_1, V_1, T_1 nach p_2, V_2, T_2

Schritt 2 $\rightarrow$ 3: isobare Wärmezufuhr von p_2, V_2, T_2 nach p_3, V_3, T_3

Schritt 3 $\rightarrow$ 4: adiabatische Expansion von p_3, V_3, T_3 nach p_4, V_4, T_4

Schritt 4 $\rightarrow$ 1: isochore Wärmeabfuhr von p_4, V_4, T_4 nach p_1, V_1, T_1

- Skizzieren Sie den Prozess im p-V-Diagramm.
- Berechnen Sie für jeden Schritt die am Gas verrichtete Arbeit ΔW und die übertragene Wärmemenge ΔQ abhängig von den oben angegebenen Größen.
- Drücken Sie ΔQ_{23} und ΔQ_{41} in Abhängigkeit von T_1, T_2, T_3, T_4 aus und berechnen Sie den Wirkungsgrad $\eta = 1 + \Delta Q_{41}/\Delta Q_{23}$.

Aufgabe 3

12 Punkte

- a) Skizzieren Sie den Aufbau eines Lasers.
- b) Skizzieren Sie in einem Energieniveauschema die drei Energieniveaus eines Lasermediums und zeichnen Sie die für den Laserbetrieb relevanten Übergänge ein. Beschriften Sie Niveaus und Übergänge.
- c) Auf welchem grundlegenden physikalischen Prozess basiert der Laser?
- d) Erklären Sie kurz die Funktionsweise eines Lasers.
- e) Wodurch ist die Wellenlänge des Laserlichtes festgelegt?
- f) Was versteht man unter kohärenter Strahlung? Warum ist Laserlicht kohärent?

Aufgabe 4

12 Punkte

- a) Wie lautet der erste, der zweite und der dritte Hauptsatz der Thermodynamik? Formulieren Sie zur Antwort jeweils einen Satz.
- b) In zwei getrennten Gefäßen befindet sich ein ideales Gas der gleichen Sorte. Das erste Gefäß hat das Volumen V und enthält 1 mol des Gases. Das zweite Gefäß hat das vierfache Volumen des ersten und enthält die doppelte Menge an Gas. Nun werden die beiden Gefäße durch das Öffnen von Ventilen miteinander verbunden, so dass sich die Gase ideal mischen können.

Wie groß ist der Änderung der Entropie ΔS ? Vereinfachen Sie Ihr Ergebnis so weit wie möglich.