

Name, Vorname: \_\_\_\_\_ Matrikelnummer: \_\_\_\_\_

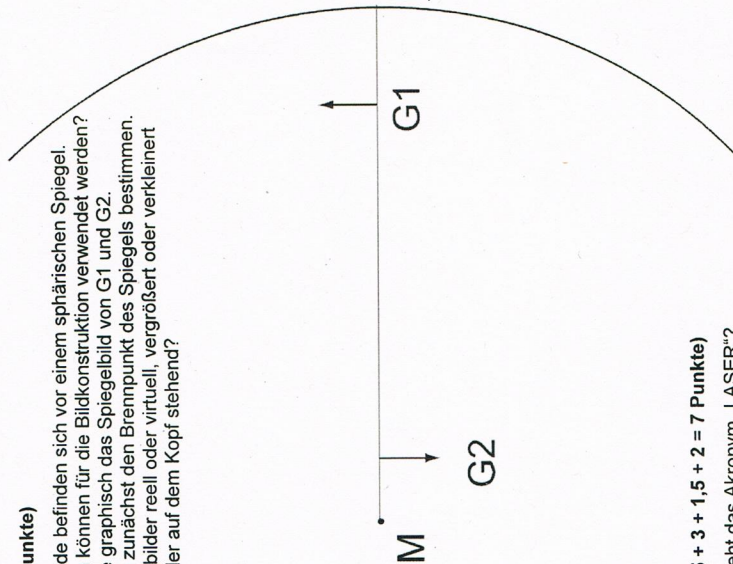
Studiengang: \_\_\_\_\_ Wiederholungsprüfung?  Nein  Ja

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ	Note
Max. Punkte	4	7	6	4	7	4	32	
Erreichte Punkte								

Bitte jedes Blatt mit Namen versehen, jede Aufgabe ordentlich kennzeichnen und leserlich schreiben!

**Aufgabe 1: (4 Punkte)**

Zwei Gegenstände befinden sich vor einem sphärischen Spiegel. Welche Strahlen können für die Bildkonstruktion verwendet werden? Konstruieren Sie graphisch das Spiegelbild von G1 und G2. Dazu sollten Sie zunächst den Brennpunkt des Spiegels bestimmen. Sind die Spiegelbilder reell oder virtuell, vergrößert oder verkleinert bzw. aufrecht oder auf dem Kopf stehend?

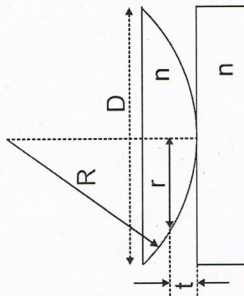


**Aufgabe 2: (0,5 + 3 + 1,5 + 2 = 7 Punkte)**

- Wofür steht das Akronym „LASER“?
- Erklären Sie das Funktionsprinzip eines Lasers anhand eines Energieniveauschemas.
- Das oberste relevante Energieniveau eines Lasers hat eine Energie von  $E_2 = 2,0 \text{ eV}$  über dem Grundzustand. Wie ist dieses Niveau bei Raumtemperatur ( $T = 300 \text{ K}$ ) bzw. bei  $T = 1000 \text{ K}$  allein durch die thermische Besetzung bevölkert? ( $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , Boltzmann-Konstante  $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ )
- Was ist der Brewster-Winkel und wie wird er häufig bei einem Laser genutzt?

**Aufgabe 3: (2,5 + 2 + 1,5 = 6 Punkte)**

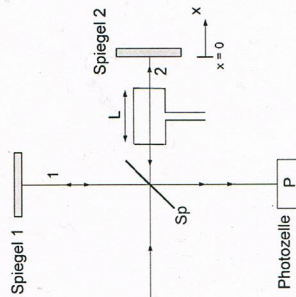
Eine Anordnung zum Ausmessen von Newtonschen Ringen besteht aus einer Glaslinse (Krümmungsradius  $R = 10 \text{ m}$ , Durchmesser  $D = 4 \text{ cm}$ ,  $n = 1,5$ ), die auf einer ebenen Glasplatte liegt. Es entsteht eine dünne Luftschicht, deren Dicke  $t$  ( $t \ll R$ ) sich mit dem Radius  $r$  ändert. Das Interferenzmuster wird im reflektierten Licht beobachtet (senkrecht von oben).



- Wie viele helle Ringe würde man bei Beleuchtung der Anordnung mit gelbem Licht ( $\lambda = 590 \text{ nm}$ ) sehen?
- Wie groß ist der Durchmesser des 6. hellen Rings? Was ändert sich, wenn man den Luftspalt mit Wasser ( $n_w = 1,33 < n$ ) füllt? Wie groß ist dann der Durchmesser des 6. hellen Rings?
- Beobachtet man in der Mitte (am Auflagepunkt der Linse) ein Intensitätsmaximum oder ein Intensitätsminimum? Wie unterscheiden sich das transmittierte und das reflektierte Muster? Begründen Sie jeweils Ihre Antwort.

**Aufgabe 4: (2 + 0,5 + 1,5 = 4 Punkte)**

Das parallele Strahlbündel eines Lasers ( $\lambda = 600 \text{ nm}$ ) durchstrahlt eine Michelson-Anordnung mit halbdurchlässigem Spiegel (Sp), dem feststehenden Spiegel 1 und dem beweglichen Spiegel 2. Die Strahlung wird dabei in die Teilbündel 1 und 2 zerlegt, die miteinander interferieren. Zwischen Sp und Spiegel 2 befindet sich ein zunächst mit Luft gefülltes Glasgefäß der Länge  $L = 3 \text{ cm}$ . Die Dicke der Gefäßwand sowie Reflexionen daran werden vernachlässigt. Die Teilbündel können am Ort P der Photozelle beschrieben werden durch  $E_1(t) = E_0 \cdot e^{-i\omega t}$  bzw.  $E_2(t) = E_0 \cdot e^{-i(\omega t + \varphi)}$ .



- Der Spiegel 2 wird um die Strecke  $x$  nach rechts verschoben. Geben Sie die Phasenverschiebung  $\varphi(x)$  an und berechnen Sie die Intensität  $I(t)$  am Ort der Photozelle. Für welche Werte von  $x$  registriert die Photozelle ein minimales bzw. ein maximales Signal?
- Der Spiegel 2 wird nun mit konstanter Geschwindigkeit  $v$  in  $x$ -Richtung bewegt. Zeigen Sie, dass sich  $I(t)$  als Summe eines konstanten und eines oszillierenden Anteils darstellen lässt.
- Der Spiegel 2 wird wieder bei  $x = 0$  festgestellt und die Luft im Glasgefäß langsam gegen Helium ausgetauscht. Wie viele Intensitätsmaxima wandern bei diesem Vorgang vorbei? ( $n_L = 1,000293$ ,  $n_{He} = 1,000036$ )  
Nützliche Relation:  $2 \cdot \cos^2 \alpha = (1 + \cos 2\alpha)$