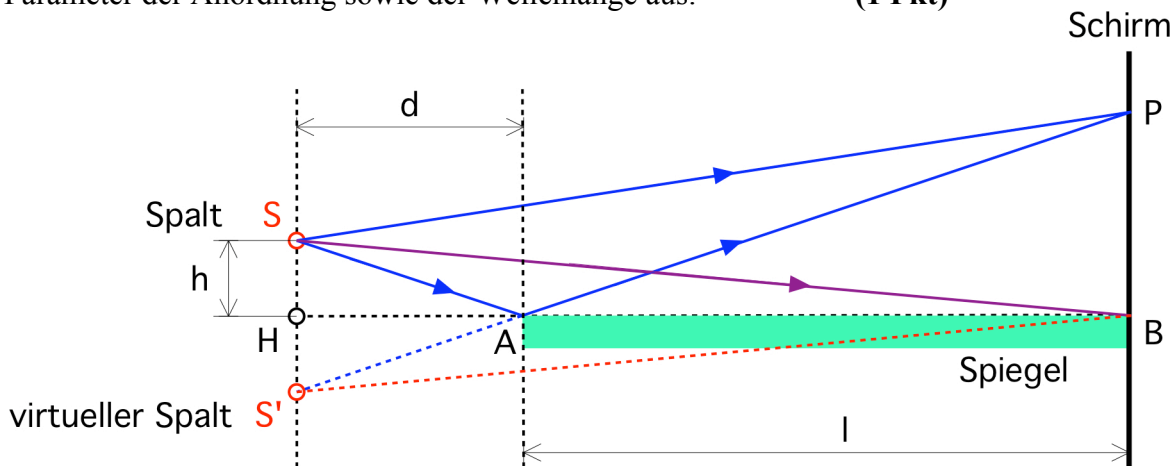
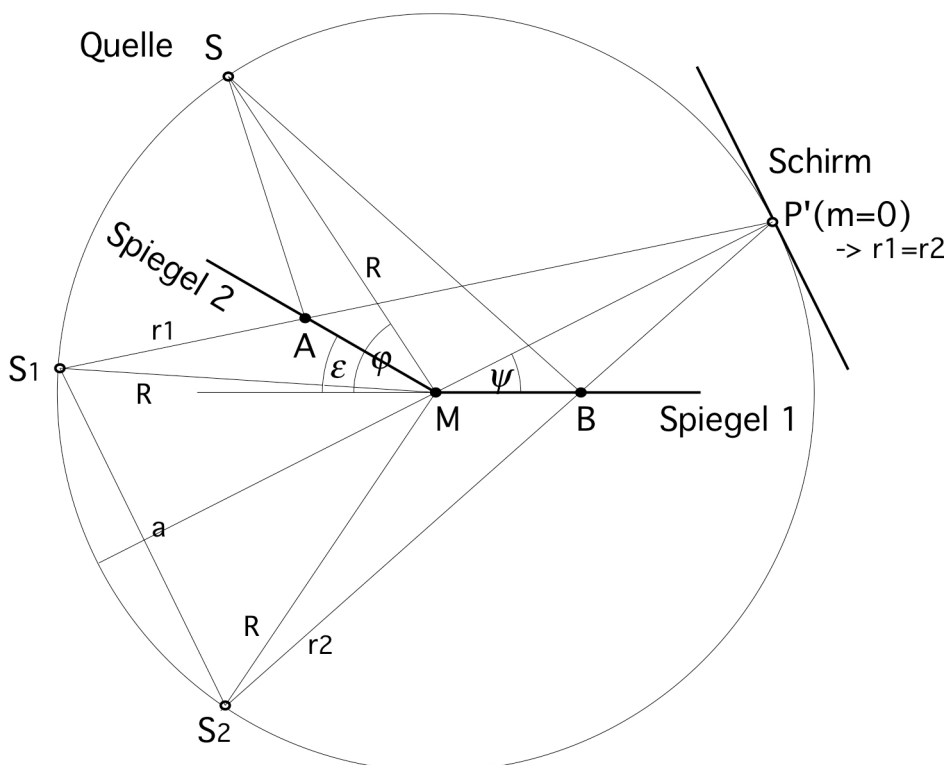


## 5. Übung am 27. 6. 2019

**5.1** Die Punktquelle  $S$  in einer Höhe  $h$  zu einem ebenen Spiegel der Seitenlänge  $\overline{AB} = l$  emittiert in alle Richtungen eine Welle der Wellenlänge  $\lambda$ . Der Abstand  $HA = d$ , und es gilt  $h \ll d$ . Drücken Sie den Interferenzstreifenabstand  $\Delta x$  als Funktion der geometrischen und optischen Parameter der Anordnung sowie der Wellenlänge aus. **(1 Pkt)**



**5.2** Gegeben sei ein Fresnel'scher Doppelspiegel wie in der Abbildung dargestellt. Er besteht aus 2 um den Winkel  $\varepsilon$  verdrehter Spiegel. Eine Lichtquelle  $S$  sei unter einem Winkel  $\varphi$  in Bezug auf den ersten Spiegel (entlang der  $x$ -Achse) angebracht, wobei die Distanz zum Schnittpunkt  $M$  der beiden Spiegel  $R$  betrage.



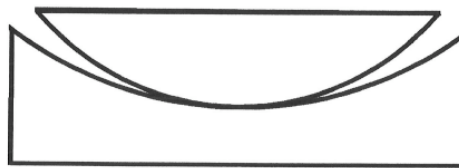
Achtung: Der Winkel  $\varepsilon$  ist in dieser Darstellung übertrieben dargestellt. Bei wirklichen Experimenten ist er viel kleiner, damit der virtuelle Spaltabstand  $a$  klein gegenüber dem Abstand zum Schirm wird!

- 1) Unter welchen Winkeln in Bezug auf M scheinen die beiden virtuellen Lichtquellen  $S_1$  und  $S_2$  auf?
  - 2) Wie groß ist der Abstand  $a$  der beiden virtuellen Lichtquellen  $S_1$  und  $S_2$  von einander.
  - 3) Unter welchem Winkel  $\psi$  in Bezug auf M erscheint die 0-te Ordnung der Interferenz?
  - 4) Wie groß ist der Abstand der Interferenzstreifen, wenn sich der Schirm ebenfalls im Abstand  $R$  zum Schnittpunkt M der beiden Spiegel befindet?
- (2 Pkte)**

**5.3** Man beobachtet die Newton'schen Ringe über Reflexion für monochromatisches Licht der Wellenlänge  $\lambda = 600 \text{ nm}$ , das senkrecht auf zwei kugelförmige Flächen fällt. Eine Kugel hat den Krümmungsradius  $R_1 = 2 \text{ m}$ , die Andere den Radius  $R_2 = 1 \text{ m}$ . Der Berührungspunkt liegt genau im Zentrum (siehe Abbildung).

- 1) Berechnen Sie die Radien der hellen Ringe.
- 2) Wiederholen Sie die Berechnung für den Fall, dass nun im Zentrum die Dicke der Luftschicht  $\lambda/4$  beträgt.

**(2 Pkte)**

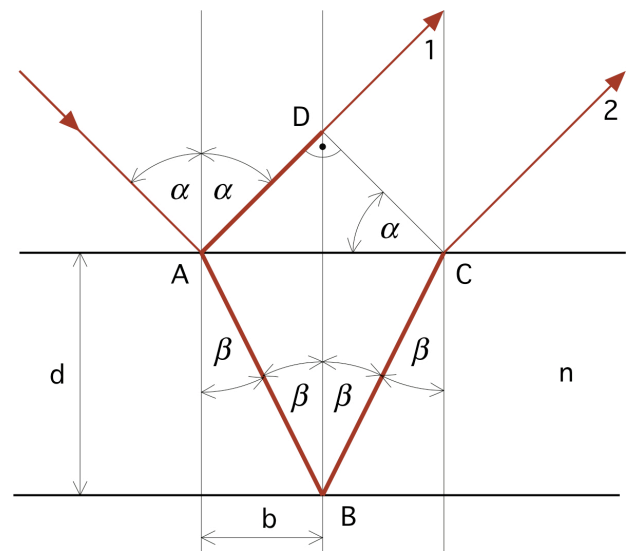


**5.4** Interferenz an einer planparallelen Platte:

Eine ebene Welle falle unter einem Winkel  $\alpha$  zur Flächennormalen auf eine planparallele Platte mit dem Brechungsindex  $n$  ein. Die Platte sei an beiden Seiten von Luft umgeben.

- a) Berechnen sie die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz in Reflexion.
- b) Berechnen Sie die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz in Transmission.

**(1 Pkt)**



### 5.5 Antireflexschicht:

Die Lichtreflexion einer Glasplatte kann stark reduziert werden, wenn die Glasoberfläche mit einer dünnen Schicht eines Materials mit geeignetem Brechungsindex überzogen wird, denn die an den Grenzflächen reflektierten Wellen können sich praktisch aufheben. Berechnen sie den Brechungsindex  $n_2$  und die Dicke  $d_2$  der Vergütungsschicht für senkrecht einfallendes Licht der Wellenlänge  $\lambda = 589 \text{ nm}$  für  $n_1 < n_2 < n_3$ . Benutzen sie für Luft  $n_1 = 1$  und für die Glasscheibe  $n_3 = 1,5$ .

**(2 Pkte)**

5.6 Es stehe ein Fabry-Perot-Interferometer (FPI) mit einem Etalon bestehend aus 2 einseitig verspiegelten Platten mit dazwischenliegender Luft vor. Das FPI soll zur Auflösung der zwei eng benachbarten Linien des  $H_\alpha$  - Dubletts des Wasserstoffspektrums verwendet werden. Die Wellenlänge der  $H_\alpha$  - Linie ist  $656,3 \text{ nm}$  und die Aufspaltung beträgt  $0,0136 \text{ nm}$ . Die Reflektivität der Fabry-Perot-Spiegel beträgt  $R = 0,99$ .

- 1) Wie groß ist das erforderliche Auflösungsvermögen  $A = \Delta\lambda/\lambda$  des FPI ?
- 2) In welcher Ordnung muss dafür das FPI mindestens betrieben werden?
- 3) Wie groß ist der erforderliche minimale Plattenabstand ?
- 4) Wie groß ist der freie Spektralbereich  $\delta\lambda$ ?
- 5) Wie groß ist die Finesse  $F^*$ ?

**(1 Pkt)**

5.7 Einige Anwendungen zum Auflösungsvermögen von optischen Instrumenten.

- a) Man betrachte von einem Satelliten in der Höhe von  $400 \text{ km}$  durch ein Teleskop Gegenstände auf der Erdoberfläche. Welchen Teleskopdurchmesser muss man wählen um ein Auto (Länge  $4 \text{ m}$ ) zu erkennen? Kann man auch einen Fußball erkennen?
- b) Wie groß muss der Durchmesser eines Fernrohres sein, damit man ein Doppelsternsystem räumlich auflösen kann, wenn der Winkelabstand der beiden Sterne  $\varepsilon = 1.5''$  beträgt.

**(1 Pkt)**