

Experimentalphysik III

Optik und Quantenphysik

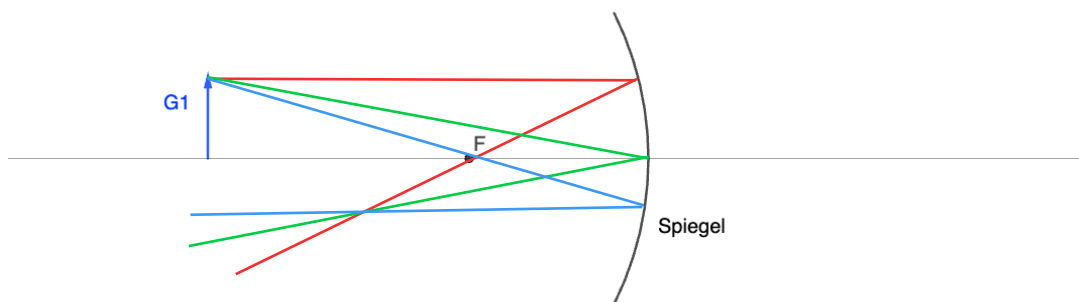
Übungsblatt 2

Zur Abgabe über [moodle](#) bis 24.10.2023 24:00 Uhr!

Aufgabe 1: (10 Punkte) Listingsche Strahlenkonstruktion an Hohl- und Wölbspiegeln

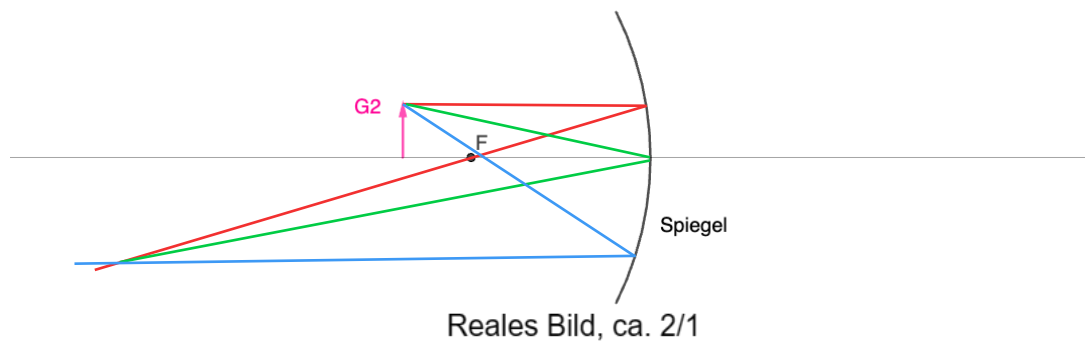
Im Folgenden finden Sie vier Beispiele für Gegenstände G1-G4, die an einem Hohl- bzw. Wölbspiegel abgebildet werden. Der Brennpunkt (F bzw. F') ist jeweils auf der optischen Achse eingezeichnet. Konstruieren Sie die Abbildungen durch die Listingsche Strahlenkonstruktion. Zeichnen Sie dazu alle Hauptstrahlen ein, die den Spiegel im jeweiligen Fall treffen. Bestimmen Sie für welchen Fall ein reales oder virtuelles Bild entsteht. Bestimmen Sie außerdem anhand ihrer Zeichnung die ungefähren Abbildungsmaßstäbe für die realen Bilder und die Vergrößerung für die virtuellen Bilder für einen Betrachter im linken Brennpunkt der Spiegel.

A:

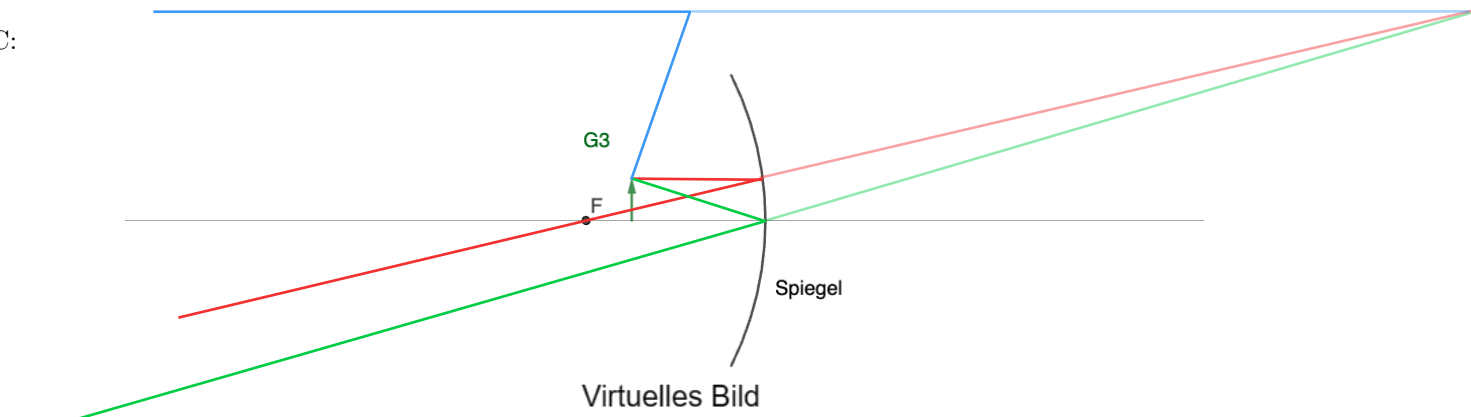


Reales Bild, ca. 2/3

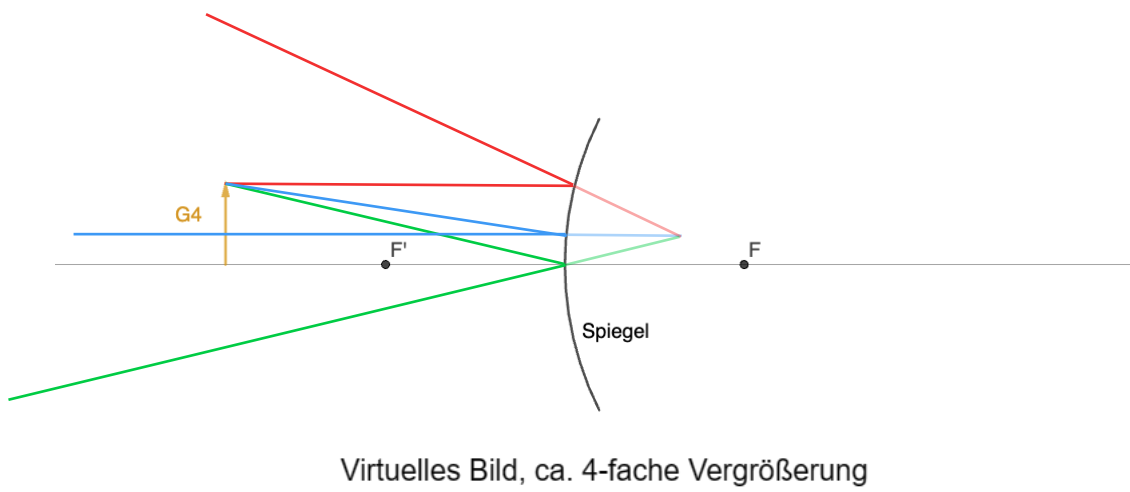
B:



C:

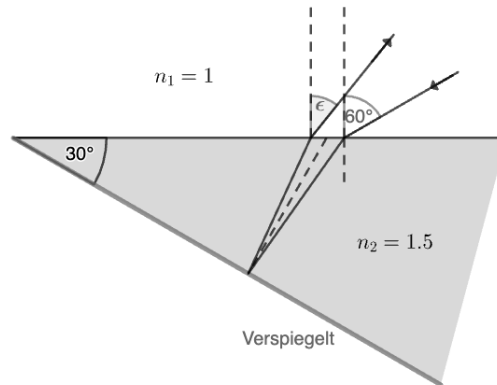


D:



●● Aufgabe 2: (5 Punkte) Spiegelprisma

Ein Strahl fällt unter einem Winkel von 60° auf ein Prisma mit einem Öffnungswinkel von 30° und einem Brechungsindex von $n_2 = 1,5$ ein. Die gegenüberliegende Seite des Prismas ist verspiegelt. Berechnen sie den Austrittswinkel ϵ (s. Skizze) des Strahls.

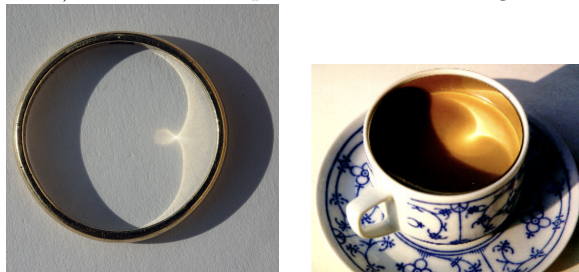


●● Aufgabe 3: (5 Punkte) Glasfaserkabel

Ein optisches Glasfaserkabel besteht aus einer dünnen zylindrischen Faser aus Glas mit dem Radius $r_F = 1\text{ mm}$ und dem Brechungsindex $n_F = 1,66$, die von einer dünnen Schicht mit dem Brechungsindex $n_M = 1,52$ ummantelt ist. In diese Faser soll das Licht einer divergenten Lichtquelle eingekoppelt werden. Bis zu welchem Winkel relativ zur Faserachse werden die Lichtstrahlen eingefangen? Wie groß ist der minimale Radius, mit der man die Glasfaser biegen darf, ohne dass Licht verloren geht.

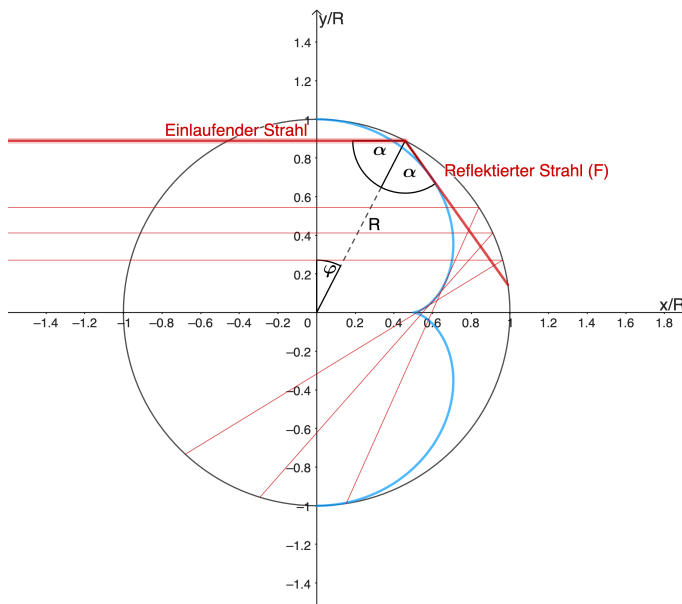
●●● Aufgabe 4: (10 Punkte) Katakaustik

Bei der Reflexion eines Strahlenbündels an einer hohlen (konkaven) Fläche tritt in der Regel sogenannte Katakaustik auf (vgl. mit Kaustik und Diakaustik). Wie zum Beispiel in einem Goldring oder einer Kaffeetasse (s. Abbildung).



Quelle: Wikipedia

Berechnen Sie die Begrenzung der Katakaustik im Fall eines kreisförmigen Rings, bei dem paralleles Licht schräg einfällt. Parametrisieren Sie dazu die reflektierten Strahlen in der xy -Ebene durch den Winkel φ , wie er in der Skizze angegeben ist.



Vernachlässigen Sie außerdem Mehrfachreflexionen. Mathematisch stellen die Strahlen eine Funktionsschar dar, die durch φ parametrisiert wird und deren Begrenzung die sogenannte Einhüllende ist. Drücken wir die Funktionsgleichung der Schar in der Form

$$F(\varphi, x, y) = 0$$

aus, gilt für deren Einhüllende:

$$F(\varphi, x, y) = 0, \quad \text{und} \quad \frac{\partial}{\partial \varphi} F(\varphi, x, y) = 0$$

Außerdem gelten folgende trigonometrischen Identitäten:

$$\frac{\partial}{\partial x} (\cos(x) + \sin(x) \tan(2x)) = \frac{3 \sin(x) + \sin(3x)}{2 \cos^2(2x)}$$

$$\sin(x) \tan(2x) - \sin(3x) \tan(2x) = \cos(3x) - \cos(x)$$