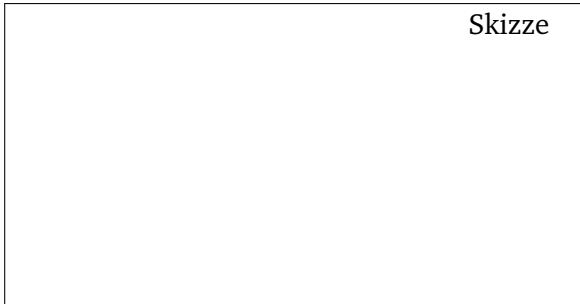
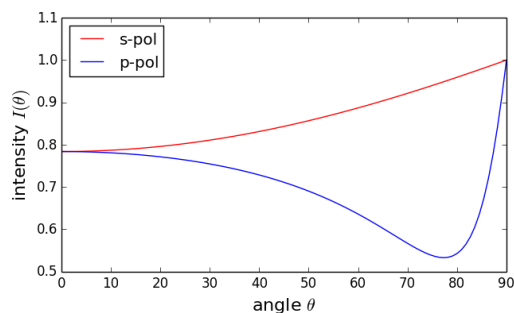


Aufgabe 7.1 – Atomar glatt (2 Punkte)

Der Pressesprecher des neuen Gravitationswellendetektors erklärt den Medien: “Unser Instrument kann den Abstand zwischen den Spiegeln auf 10^{-18} m genau angeben.” Ihr Kollege hält dagegen: “Wenn ich meine Silizium-Einkristalle im UHV abrastere, sehe ich eine atomare Rauigkeit von etwa 0.5 \AA .” Woran liegt der Unterschied?

- Durch die Gravitationswellen werden die Atome viel kleiner.
- Ein optisches Interferometer mittelt über einen Strahlquerschnitt, der viele Atome erfasst.
- Das Kraftmikroskop hat eine weniger gute vertikale Auflösung.

Aufgabe 7.2 – Reflexion und Polarisation (3 Punkte)



Die Abbildung links zeigt das Reflexionsvermögen einer Oberfläche.

- (1) Machen Sie eine Skizze, um die Polarisationsrichtungen “s” und “p” zu erklären.
- (2) Beschreiben Sie, wie Sie aus dieser Oberfläche ein polarisierendes Element machen würden. Schätzen Sie den ‘Polarisationsgrad’

$$P = \frac{|I_s - I_p|}{I_s + I_p} \tag{7.1}$$

ab.

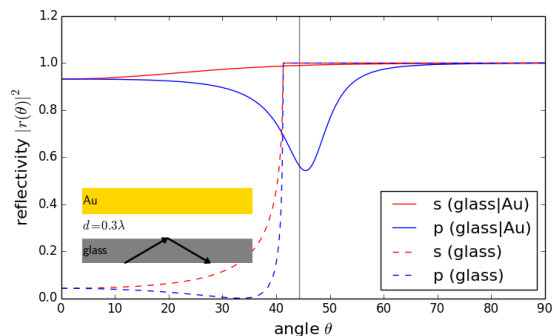
- (3) Geben Sie eine Vermutung für das Material der Oberfläche an.

Aufgabe 7.3 – Fasern (2 Punkte)

Die Mode TM_{32} in einem rechteckigen Querschnitt (Skizze!) hat

- zwölf Intensitäts-Maxima und fünf Knotenlinien
- fünf Intensitäts-Maxima und sechs Knotenlinien
- ein Intensitäts-Maximum und keine Knotenlinie.

Aufgabe 7.4 – Geschichtete Strukturen (6 Punkte)



Auf der Abbildung sehen Sie die reflektierte Intensität eines Lichtstrahls in einem beschichteten Glasprisma. Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an.

- Dies ist die Otto-Konfiguration. Dies ist die Kretschmann-Konfiguration.
- Die vertikale Linie markiert ungefähr den Winkel, unter dem die Oberflächenplasmon-Resonanz erscheint.
- Der “dip” tritt auf, weil das Licht total reflektiert wird.
- Bei der Totalreflexion ohne die Goldschicht ist die Reflektivität genau 100%.
- In der s-Polarisation ist das elektrische Feld tangential zur Grenzfläche.
- Wenn die Dicke der Vakuum-Schicht von 0.3λ auf 0.5λ vergrößert wird, dann wird der “dip” schmaler.

Aufgabe 7.5 – Gestreute Plasmonen (4 Punkte)

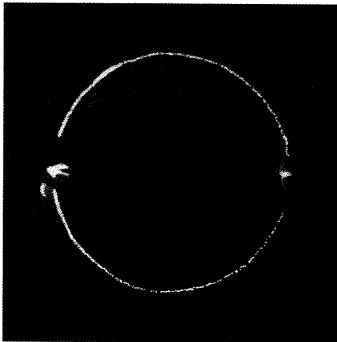


Fig. 3.11. The light circle emitted from the SPPs back into the quartz. The SPPs are scattered in the rough surface of the thin silver film. It is photographed directly exposing the (photographic) film. From [3.10]

Das Bild zeigt gestreute Plasmonen, die in der Kretschmann-Konfiguration als Lichtstrahlen im Quarzglas-Substrat auftauchen.

- (1) Was ist der Grund für die Streuung?
- (2) Zeichnen Sie die Wellenvektoren von zwei Plasmonen ein: das “einfallende Plasmon” (das ein Laserstrahl erzeugt) und ein “gestreutes Plasmon” und tragen Sie den Streuvektor ein.
- (3) Machen Sie eine drei-dimensionale Skizze der Streugeometrie.
- (4) Wie müsste das Spektrum der Rauigkeit aussehen, damit auf dem “gestreuten Kreis” eine etwa konstante Intensität erscheint?

Aufgabe 7.6 – Transversal oder longitudinal (3 Punkte)

Das Lichtfeld, das bei der Totalreflexion auf der Vakuum-Seite einer Grenzfläche entsteht, kann folgende Form haben:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \mathbf{f} \exp(ikx - \kappa z) \quad (7.2)$$

(1) Geben Sie ein Koordinatensystem an und tragen Sie die Intensität ein. (2) In welche Richtung “propagiert” dieses Feld? (3) Zeigen Sie mit einer geeigneten Wahl von \mathbf{f} , dass dieses Lichtfeld “transversal” ($\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$) ist, \mathbf{E} aber trotzdem eine Komponente entlang der Ausbreitungsrichtung hat (“longitudinal”).

Aufgabe 7.7 – Elektrostatik und -dynamik (2 Punkte)

Eine typische Wellengleichung der Elektrodynamik hat etwa die Form

$$\nabla \times (\nabla \times \mathbf{E}) - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon(\mathbf{r}) \mathbf{E} = i\omega \mu_0 \mathbf{j} \quad (7.3)$$

Beschreiben Sie \mathbf{E} durch ein Potential ϕ und nehmen Sie die Divergenz von Gl.(1.3). Zeigen Sie, dass ϕ dann durch eine Gleichung aus der Elektrostatik beschrieben wird.

Punkte gesamt: 22