

Vorlesung: Prof. Oliver Benson (oliver.benson@physik.hu-berlin.de)  
Übungen: Dr. Ulrike Herzog (ulrike.herzog@physik.hu-berlin.de)  
Michael Barth (michael.barth@physik.hu-berlin.de)

## Probeklausur

(07.02.2008)

---

### Aufgabe 1: Verständnisfragen

Beantworten Sie die folgenden Fragen in wenigen kurzen Sätzen bzw. Stichpunkten!

- Beschreiben Sie (mit Worten) die Art der Abbildung einer Sammell- bzw. einer Zerstreuungslinse! Unterscheiden Sie dabei zwischen den beiden Fällen, dass das abzubildende Objekt innerhalb bzw. außerhalb der einfachen Brennweite liegt!
- Wodurch unterscheidet sich die Reflexion eines Lichtstrahls am optisch dichteren und optisch dünneren Medium?
- Nennen Sie drei verschiedene Effekte, die eine Drehung der Polarisationsrichtung eines linear polarisierten Lichtstrahls bewirken können!
- Warum beobachtet man beim äußeren Photoeffekt eine Grenzfrequenz, unterhalb derer keine Elektronen aus einem Material ausgelöst werden können?

### Aufgabe 2: Abbildende Systeme

Gegeben seien zwei dünne Sammellinsen, die als Objektiv bzw. Okular in einem optischen System zur Vergrößerung fungieren. Die zugehörigen Brennweiten seien  $f_{\text{obj}}$  und  $f_{\text{ok}}$ .

- Stellen Sie eine Beziehung zwischen  $f_{\text{obj}}$  und  $f_{\text{ok}}$  auf, wenn das Linsensystem als Mikroskop mit der Vergrößerung  $M$  betrieben werden soll! Die Tubuslänge  $L$  (Abstand zwischen den Brennpunkten der beiden Linsen) und die bequeme Sehweite  $s_0$  können dabei als gegeben angenommen werden.
- In welchem Abstand  $b$  hinter der Objektivlinse entsteht in diesem Fall das reelle Zwischenbild des zu beobachtenden Objekts? In welcher Entfernung  $g$  von der Objektivlinse muss das Objekt selbst liegen?
- Angenommen, man wollte die beiden Linsen als Teleskop zur Strahlaufweitung verwenden statt als Mikroskop. In welchem Verhältnis müssten die beiden Brennweiten  $f_{\text{obj}}$  und  $f_{\text{ok}}$  zueinander stehen, wenn ein Laserstrahl auf den vierfachen Durchmesser aufgeweitet werden soll? Welchen Abstand  $d$  müssten die Linsen in diesem Fall haben?

### Aufgabe 3: Interferenz am Spalt

Licht der Wellenlänge  $\lambda$  trifft auf einen Doppelspalt mit dem Spaltabstand  $a$  und vernachlässigbarer Spaltbreite  $b \ll a$ . Das entstehende Interferenzmuster wird auf einem Schirm im Abstand  $L \gg a$  hinter dem Doppelspalt beobachtet.

- Bestimmen Sie den Abstand  $\Delta y$  der Beugungsmaxima auf dem Schirm am Rahmen der bei der Fraunhofer-Beugung üblichen Näherungen!
- Um welche Strecke  $|y|$  verschieben sich diese Maxima, wenn ein dünnes Glasplättchen (Dicke  $d$ , Brechungsindex  $n$ ) direkt hinter einen der beide Spalte gehalten wird?
- Skizzieren Sie qualitativ, wie sich das Beugungsbild ändert, wenn die Spaltbreite  $b$  nicht mehr gegenüber  $a$  vernachlässigbar ist.

### Aufgabe 4: Reflexion

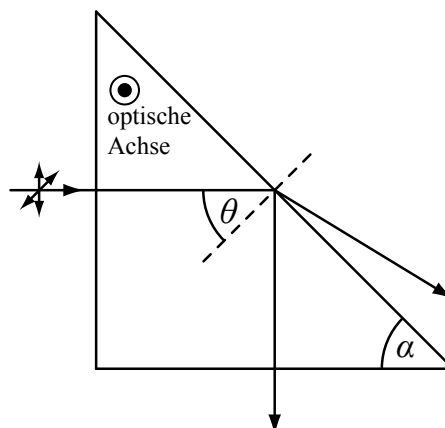
Ein Lichtstrahl treffe auf eine in Wasser (Brechungsindex  $n_w$ ) getauchte Glasplatte mit dem Brechungsindex  $n_g$ . Dabei beobachtet man, dass keinerlei Licht von der Oberfläche der Glasplatte reflektiert wird.

- Was lässt sich hieraus über den Polarisationszustand des Lichtes aussagen?
- Bestimmen Sie den Winkel  $\theta$  (relativ zum Lot), unter dem das Licht auf die Glasoberfläche trifft!

### Aufgabe 5: Doppelbrechung

Es soll ein Prisma aus doppelbrechendem Material mit dem ordentlichen und außerordentlichen Brechungsindex  $n_o$  bzw.  $n_e$  betrachtet werden, wobei gilt  $n_o > n_e$ . Durch eine Seitenfläche wird unpolarisiertes Licht senkrecht zur optischen Achse eingestrahlt (siehe Abbildung). Das Prisma soll als Polarisationsstrahlteiler fungieren, indem eine Polarisationsrichtung totalreflektiert, die andere transmittiert wird.

- In welchem Bereich muss der Prismenwinkel  $\alpha$  liegen, damit die Strahlteilung funktioniert?
- In welcher Richtung sind der reflektierte und transmittierte Strahl dabei polarisiert?



### Aufgabe 6: Bohrsches Atommodell

Monochromatisches Licht trifft auf ein ruhendes Wasserstoffatom im angeregten Energiezustand mit der Quantenzahl  $n = 2$  und ionisiert das Atom. Das herausgelöste Elektron hat die Geschwindigkeit  $v$ .

- a) Welche Frequenz  $\nu$  hatte das eingestrahlte Licht? (Die Grundzustandsenergie  $E_1$  des Atoms kann als gegeben angenommen werden.)
- b) Wie groß ist die de Broglie-Wellenlänge des herausgelösten Elektrons?
- c) Welche Wellenlänge  $\lambda_{2 \rightarrow 1}$  hätte ein Photon, das beim Übergang des ruhenden Wasserstoffatoms aus dem angeregten Zustand ( $n = 2$ ) in den Grundzustand ( $n = 1$ ) ausgestrahlt wird?
- d) Wie groß ist der Rückstoßimpuls, der bei der Emission des Photons der Wellenlänge  $\lambda_{2 \rightarrow 1}$  auf das Atom übertragen wird?