

# Ferienkurs Experimentalphysik 3

## Probeklausur

Qi Li, Bernhard Loitsch, Hannes Schmeiduch

Freitag, 09.03.2012

### 1 Gravitationsrotverschiebung

- a) Wie groß ist die relative Frequenzverschiebung  $\frac{\Delta\nu}{\nu}$  eines Photons, dass sich im Gravitationsfeld der Erde um die Strecke  $s = 50m$  senkrecht zur Erdoberfläche nach oben bewegt?
- b) Ist die Verschiebung beobachtbar für:
  1. für Photonen aus einem atomaren Übergang des Natriums ( $\lambda = 589,6nm, \tau = 16,4ns$ )
  2. für  $\gamma$ -Quanten von einem Kernübergang von Zn ( $E_\gamma = 93,32keV, \tau = 14,6\mu s$ )
- Hinweis: Es gilt die Unschärferelation  $\Delta E \cdot \tau = h$ . Die Verschiebung ist beobachtbar falls  $\frac{\Delta E}{E} \leq \frac{\Delta\nu}{\nu}$

### 2 Radius-Brennweiten-Beziehung

Eine Glaskörper hat eine konvex gewölbte Oberfläche mit Radius R.

Skizzieren sie den Verlauf eines Strahls der erst im Abstand h parallel zur optischen Achse verläuft, die Grenzfläche im Winkel  $\alpha$  trifft, im Winkel  $\beta$  wieder verlässt und die optische Achse am Brennpunkt (innerhalb des Glaskörpers) im Winkel  $\gamma$  kreuzt. Benutzen sie das Snelliussche Gesetz:

$$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$$

sowie den Strahlensatz und die Kleinwinkelnäherung um einen Ausdruck für die Brennweite in Abhängigkeit des Radiuses und den Brechungsindices zu finden.

### 3 Dicke Linse

Eine dicke Linse besteht aus einem Material mit einem Brechungsindex  $n = 1,5$ . Sie sei  $2\text{mm}$  dick, und habe auf der Vorder- bzw. Rückseite die Brennweite  $20\text{mm}$  und  $-30\text{mm}$ . Berechnen Sie die Brennweite der gesamten Linse. Ist die Brennweite gleich, egal warum, wenn man sie dreht?

### 4 Reflektierende Oberflächen

Betrachten Sie eine Plexiglasplatte mit Brechungsindex  $n_{\text{Plexiglas}} = 1,49$  unter senkrechtem Lichteinfall. Im folgenden soll Licht der Wellenlänge  $\lambda = 528\text{nm}$  verwendet werden.

- a) Nun wird eine dünne Öl-Schicht mit Brechungsindex  $n_l = 1,29$  aufgetragen. Wie dick muss die Schicht sein, dass nahezu die gesamte Intensität durch den Ölfilm transmittiert wird?
- b) Trägt man auf die Platte nun abwechselnd dünne Schichten von zwei verschiedenen Polymeren mit Brechungsindizes  $n_1$  und  $n_2$  auf. Wie muss man die Dicken der beiden Schichten wählen, dass man maximale Reflexion bekommt?

### 5 Beugungsgitter

Auf ein Beugungsgitter mit 1000 Spalten pro mm fällt ein paralleles Lichtbündel mit  $\lambda = 480\text{nm}$  unter dem Einfallswinkel  $\alpha = 30^\circ$  gegen die Gitternormale.

- a) Unter welchem Winkel  $\beta$  erscheint die erste Beugungsordnung? Gibt es eine zweite Ordnung?
- Was ist der Winkelunterschied  $\Delta\beta$  für zwei Wellenlängen  $\lambda_1 = 480\text{nm}$  und  $\lambda_2 = 481\text{nm}$ ?

### 6 Schwarzer Körper

Außerhalb der Erdatmosphäre misst man das Maximum des Sonnenspektrums bei einer Wellenlänge von  $\lambda = 465\text{nm}$

- a) Betrachten Sie die Sonne näherungsweise als schwarzen Strahler und bestimmen Sie die Oberflächentemperatur  $T_S$  der Sonne.
- b) Die vom Merkur ausgesandte Schwarzkörperstrahlung entspricht einer Temperatur von  $T_M = 442,5\text{K}$ . Bestimmen Sie den Abstand  $r$  des Merkurs von der Sonne unter der Annahme thermischen Gleichgewichts und eines kreisförmigen Orbits. Der Radius der Sonne beträgt  $R_S = 6,96 \cdot 10^5\text{km}$ , der des Merkurs ist  $R_M = 2439,7$ . (Nehmen Sie an, dass die Oberfläche des Merkurs nicht reflektierend ist!)