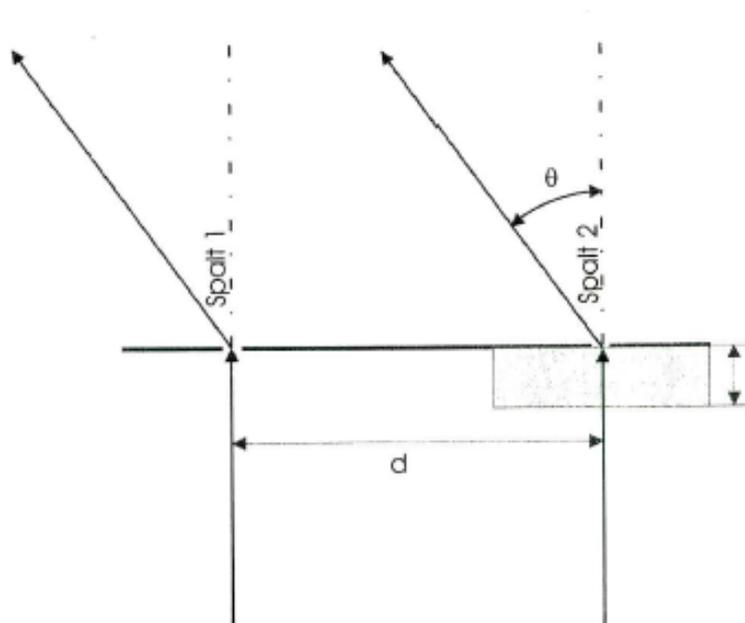


## Aufgabe 13

### Doppelspalt mit Glasplatte

Auf zwei Spalte mit dem Abstand  $d$  trifft senkrecht zu deren Verbindungslinie (siehe Abbildung) ein paralleles Laserlichtbündel mit der Wellenlänge  $\lambda$  auf. Man beobachtet ein Interferenzmuster mit Helligkeitsmaxima und -minima. Vor einen der beiden Spalte wird nun eine Glasplatte mit dem Brechungsindex  $n$  und der Dicke  $l$  geschoben.

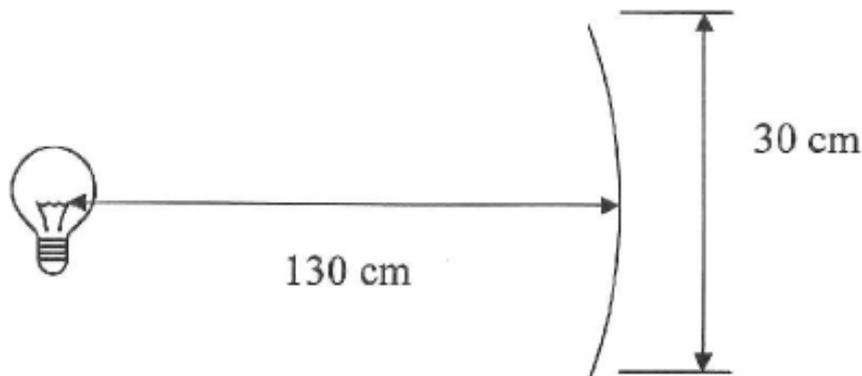
- Erläutern Sie qualitativ, weshalb sich das Helligkeitsmuster ändert! (2 Punkte)
- Geben Sie einen Ausdruck für die Winkel  $\Theta$  relativ zur einfallenden Lichtrichtung an, bei denen Maxima der Intensität auftreten! (6 Punkte)
- Berechnen Sie den Winkel  $\Theta_0$  für das Maximum nullter Ordnung und geben Sie die Bedingung für die möglichen Dicken  $l$  der Glasplatte an, für die bei  $\Theta = 0^\circ$  ein Maximum auftritt! (6 Punkte)
- Erläutern Sie, wie mit dem hier beschriebenen Experiment die Kohärenzlänge einer Leuchtdiode (LED) bestimmt werden könnte! (6 Punkte)



## Aufgabe 14

### Strahlungsdruck

Eine Glühlampe mit einer Leistungsaufnahme von 100 W emittiert mit 6% Wirkungsgrad Licht isotrop in die weitere Umgebung. Der Glühfaden möge als punktförmige Quelle betrachtet werden. Eine als Kugelkalotte geformte Schirmfolie (Umkreisdurchmesser  $D = 30 \text{ cm}$ ) mit dem Emissionsvermögen eines schwarzen Strahlers bei Raumtemperatur sei in einem Abstand von  $R = 1,3 \text{ m}$  aufgespannt.



- Skizzieren Sie qualitativ das Emissionsspektrum der Glühlampe für eine Temperatur  $T = 2800 \text{ K}$ . Bei welcher Wellenlänge liegt etwa das Intensitätsmaximum? (2 Punkte)
- Erläutern Sie zunächst qualitativ, warum das Licht einen Druck (sog. Strahlungsdruck) auf die Folie ausübt. (3 Punkte)
- Zeigen Sie, dass der Strahlungsdruck bei gegebener Strahlungsleistung  $\Phi$  nicht von der Wellenlänge abhängt und der Beziehung  $p_{\text{strahl}} = \frac{E}{c}$  gehorcht, wobei  $E$  die Bestrahlungsstärke ist. (6 Punkte)
- Berechnen Sie den Strahlungsdruck, den das Licht am Schirmort ausübt, sowie die daraus resultierende Kraft auf die Folie. (4 Punkte)
- Geben Sie den Strahlungsdruck für den Fall an, dass die Folie ideal reflektierend ist. Begründen Sie Ihre Antwort. (3 Punkte)
- Erläutern Sie qualitativ, was mit den restlichen 94% der aufgenommenen Leistung geschieht. (2 Punkte)

## Aufgabe 15

### Astronomisches Teleskop

Ein astronomisches Teleskop mit einer Objektivlinse der Brennweite  $f_{Obj} = 80$  cm und des Durchmessers  $D = 90$  mm wird mit zwei Okularen angeboten, die eine Vergrößerung von 40 und 150 ermöglichen sollen.

- a) Berechnen Sie die Brennweiten  $f_{Ok}$  der Okulare! (2 Punkte)
- b) Skizzieren Sie den Strahlengang im astronomischen Fernrohr für ein unendlich entferntes Objekt! Das vom Objekt ausgehende Lichtbündel falle dabei als Parallelbündel entlang der optischen Achse des Teleskops ein! (2 Punkte)
- c) Berechnen Sie den Durchmesser des Zwischenbildes eines unendlich entfernten Objekts in der Brennebene des Objektivs unter der Annahme, dass die Wellenlänge des Lichts  $\lambda = 550$  nm beträgt! (5 Punkte)
- d) Der physiologische Grenzwinkel für deutliches Sehen beträgt  $\epsilon = 2$  Winkelminuten, d. h. zwei Objekte, die für das Auge unter einem Winkel von  $\epsilon = 2'$  erscheinen, können noch getrennt werden. Leiten Sie die Formel her für den minimalen Abstand  $x$  von zwei Punkten in der Brennebene des Objektivs, die gerade noch aufgelöst werden können! Skizzieren Sie dazu zunächst die Strahlengänge durch das Okular, die von zwei Punkten in der Brennebene im Abstand  $x$  ausgehen! (4 Punkte)
- e) Die maximale sinnvolle Vergrößerung  $V$  ist dadurch gegeben, dass der Durchmesser des Zwischenbildes aus (c) nicht größer als der minimale Abstand aus (d) ist. Berechnen Sie mit Hilfe dieser Bedingung die maximale sinnvolle Vergrößerung für die Wellenlänge  $\lambda = 550$  nm! (Ersatzlösung:  $V = 60$ ) (4 Punkte)
- f) Erläutern Sie, ob die oben angegebenen Vergrößerungen sinnvoll sind! Wenn nein, was müsste man am Teleskop ändern, damit beide Werte sinnvolle Vergrößerungen sind? (3 Punkte)

# Aufgabe 16

## Reflexionsgitter

- a) Ein Reflexionsgitter wird senkrecht mit weißem Licht bestrahlt. Betrachtet man das reflektierte Licht als Funktion des Winkels  $\theta$  relativ zum einfallenden Lichtstrahl, beobachtet man bei  $\theta_{\text{blau}} = 15^\circ$  erstmals Licht bei der Wellenlänge  $\lambda_{\text{blau}} = 400 \text{ nm}$ . Erläutern Sie diesen Effekt! Bestimmen Sie den Winkel  $\theta_{\text{rot}}$ , unter dem Sie erstmals rotes Licht bei  $\lambda_{\text{rot}} = 650 \text{ nm}$  beobachten! (5 Punkte)
- b) Nun wird das Gitter aus a) mit einer transparenten Schicht (Dielektrikum) mit Brechungsindex  $n$  und Dicke  $D$  überzogen. Zeigen Sie, dass bei senkrechter Bestrahlung des Gitters mit weißem Licht die transparente Schicht keinen Einfluß auf die in a) beobachteten Ausfallswinkel der reflektierten Lichtstrahlen hat! (3 Punkte)
- c) Betrachten Sie ein Gitter mit transparenter Schicht wie in b) und einer Gitterkonstanten  $d = 0,32 \mu\text{m}$ ! Die transparente Schicht habe die Dicke  $D = 0,10 \text{ mm}$  und den Brechungsindex  $n = 1,6$ . Erläutern Sie, was mit senkrecht einfallendem monochromatischem Licht bei der Wellenlänge  $\lambda = 400 \text{ nm}$  nach der Reflexion am Gitter passiert! Berechnen und skizzieren Sie hierfür den Strahlengang der 1. Beugungsordnung nach der Reflexion am Gitter in der transparenten Schicht! Begründen Sie, ob dieser Lichtstrahl die transparente Schicht nach der Reflexion am Gitter verlassen kann! (5 Punkte)
- d) Erläutern Sie, was mit senkrecht einfallendem monochromatischem Licht bei einer Wellenlänge  $\lambda > 512 \text{ nm}$  bei der Reflexion an dem Gitter aus c) passiert! (2 Punkte)
- e) Abhängig vom Einfallswinkel wird ein Teil des einfallenden Lichtes an der Grenzschicht Luft/transparente Schicht reflektiert. Geben Sie an, wie die Polarisation des einfallenden Lichts gewählt werden muss, damit die Intensität des an dieser Grenzschicht reflektierten Lichts minimal wird, und bestimmen Sie den hierzu erforderlichen Einfallswinkel! Wie nennt man diesen Effekt? Erläutern Sie kurz den Ursprung des Effektes! (5 Punkte)

