2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | B |
| Lösung: | Es gilt die Linsengleichung und die Gleichung für den Abbildungsmaßstab für dünne Linsen:  Die letzte Gleichung enthält die gesuchte Variable, sie wird danach umgestellt.  Zur Berechnung der Bildgröße B fehlt noch die Gegenstandsweite g, also wie weit ist das Dia von der Linse entfernt?   Damit geht man in die Gleichung für B: | | |
| Antwort: | Das Bild ist 119 cm groß. | | |

3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | 1. Berechnung des Brechungswinkels 1: | |  | |
| Mit Hilfe dieses Winkels muss nun der Einfallswinkel auf der gegenüberliegenden Seite bestimmt werden.  Mit diesem Einfallswinkel wird nun der Brechungswinkel berechnet. Da es ein Übergang von optisch dick zu optisch dünn ist, muss der Kehrwert der Brechzahl verwendet werden.  Um zu prüfen, ob Totalreflexion möglich ist, muss der zweite Brechungswinkel 90° gesetzt werden und zurück gerechnet werden. Damit erhält man dann einen Einfallswinkel von 28,7°. Bei allen Einfallswinkeln, die kleiner als dieser Winkel sind, tritt Totalreflexion auf, das heißt, der Lichtstrahl verlässt an dieser Seite das Prisma nicht. | | | |
| Antwort: | Der Austrittswinkel beträgt 79,9°. Bei kleineren Einfallswinkeln als 28,7° tritt Totalreflexion auf. | | | |

4.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | g |
| Lösung: | Da es ein virtuelles Bild ist, wird die Bildweite b negativ. Es gelten die beiden Gleichung für dünne Linsen:  Linsengleichung:  Abbildungsmaßstab:  Damit wird:  Linsengleichung umstellen:  Damit kann eine Bildweite von 70 mm berechnet werden. | | |
| Antwort: | Der Gegenstand steht 23,3 mm von der Linse entfernt. | | |

5.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
|  | Geht ein Lichtstrahl von einem optisch dicken Stoff in einen optisch dünnen Stoff über, ist der Brechungswinkel größer als der Einfallswinkel. Das passiert z.B. beim Übergang Wasser - Luft oder Glas - Luft.  Dabei kann der Brechungswinkel größer als 90° werden. Der Lichtstrahl verlässt dann den optisch dicken Stoff nicht mehr sondern wird an der Grenzfläche wie nach dem Reflexionsgesetz reflektiert.  Der Einfallswinkel, unter dem der Brechungswinkel gerade 90° wird, bezeichnet man als den Grenzwinkel. Der lässt sich mit dem Brechungsgesetz berechnen. Die Brechzahl muss dabei als 1/n eingesetzt werden, weil die in den Tafelwerken stehenden Brechzahlen immer für den Übergang Luft - Stoff gelten:  Ist der Einfallswinkel größer als 34,85°, tritt Totalreflexion auf. | | | |
|  | Der Lichtstrahl geht durch die Grenzfläche Luft - Glas ohne Brechung hindurch, der Einfallswinkel ist 0°.  Auf die Grenzfläche Glas - Luft trifft er beim ersten Prisma mit 30° und beim zweiten Prisma mit 45°. | |  | |
|  | (Der Einfallswinkel ist immer der Winkel zwischen dem Strahl und dem Einfallslot. Das Lot steht senkrecht auf der Grenzfläche) Da der Einfallswinkel im ersten Fall kleiner als 34,85° ist, wird ganz normal gebrochen. Der Brechungswinkel berechnet sich:  Beim zweiten Prisma ist der Einfallswinkel 45°, also größer als der Grenzwinkel. Damit wird der Strahl an der Grenzfläche Glas - Luft reflektiert und trifft im rechten Winkel auf die untere Grenzfläche, durch die er ohne weitere Ablenkung hindurchgeht. | | | |

7.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Es muss die Strecke berechnet werden, die der Motorradfahrer in der Belichtungszeit, also 1/250 s zurücklegt. Bekannt ist die Bildgröße, nämlich die Spur, die auf dem Film erzeugt wurde. Die gesuchte Strecke ist die dazugehörige Gegenstandsweite. Es gilt:  Über b, die Bildweite (Abstand Linse – Film) ist noch nichts bekannt. Die lässt sich aber über die Linsengleichung berechnen:  Das ist der Abstand Linse – Film, wenn auf 12 m scharf gestellt ist. (Praktisch ist das die Unendlich-Einstellung, es liegt alles in der Schärfentiefe)  Der Motorradfahrer legt in der Belichtungszeit einen Weg von 57,36 mm zurück. Welche Geschwindigkeit hat er? | | |
| Antwort: | Der Motorradfahrer fährt mit 51,6 km/h und ist damit innerhalb des Toleranzbereiches noch im zulässigen Bereich. | | |

8.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | B |
| Lösung: | a) Experiment: z.B. Laserstrahl durch ein Haar spalten Kohärenz: interferenzfähiges Licht, Lichtwellen gleicher Frequenz mit konstanter Phasenverschiebung b) Es ist der Abstand der beiden Maxima 2. Ordnung gegeben. In die Gleichung zur Berechnung der Maxima geht aber nur der Abstand Maximum 0. Ordnung - Maximum 2. Ordnung ein. Deshalb ist der gegebene Wert zu halbieren.  Gleichung für die Maxima:  Für das 2. Maximum ist k=2. e ist der Abstand Gitter - Schirm, in der Gleichung steht aber der Abstand Gitter - Maximum ek.  Es gilt:  Damit wird:  Hinweis: Die Abweichung bei Verwendung von e an Stelle von ek ist minimal. | | |
| Antwort: | Die Gitterkonstante beträgt 49,7 µm. | | |

10.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Experimentieranordnung: Gegenspannungsmethode | | |
|  | | |
| Weißes Licht fällt durch verschiedene Farbfilter (violett, grün, gelb) auf eine Fotozelle. Aus der Katode werden Elektronen herausgelöst, dadurch wird die Katode positiv geladen. Die Elektronen fliegen zur Anode (Ring) und von dort über die Spannungsquelle und den Strommesser zurück zur Katode. Es fließt ein Fotostrom. Durch Anlegen einer Spannung kann man die Anode negativ und die Katode positiv laden. Dadurch fällt es den negativen Elektronen schwerer, den Weg von der Katode zur Anode zu überwinden. Nur die wirklich energiereichen, also schnellen Elektronen können es zur Anode schaffen. Vergrößert man die Spannung, schaffen es nur noch die, die noch die gesamte, also maximale, Energie haben, die sie von einem Photon erhalten hat. Steigert man die Spannung genau bis zu dem Punkt, wo der Strom aufhört zu fließen, ist die Energie zwischen Katode und Anode so groß wie die Energie der schnellsten Elektronen oder so groß wie die Energie der Photonen, die die Elektronen heraus gelöst haben. Diese Spannung wird für drei verschiedene Farben, also Frequenzen, bestimmt. | | |
| [Excel-Diagramm](file:///T:\sammlung_docx\o10.xls) Für das Diagramm wird die Wellenlänge in die Frequenz umgerechnet:  Die anliegende Spannung entspricht der maximalen kinetischen Energie der Elektronen in eV, also 0,93 V = 0,93 eV. Es gilt:  In dem gezeichneten Diagramm wird die Gerade nach unten verlängert. Der Schnittpunkt mit der x-Achse ist die Frequenz, bei der ein Elektron gerade herausgelöst werden kann, also die Grenzfrequenz. Wird die Gerade weiter nach unten verlängert, schneidet sie im negativen Bereich die y-Achse. Die dort abzulesende Energie ist notwendig, um Elektronen aus der Metalloberfläche heraus zu lösen. Das ist die Austrittsarbeit des Materials. Die Grenzfrequenz beträgt 4,7 \* 1014 Hz und die Austrittsarbeit 2,1 eV = 3,36 \* 10-19 J | | |

11.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Es wird die Einsteingleichung verwendet:  Die Energie eines eingestrahlten Photons wird dazu verwendet, ein Elektron aus dem Metall heraustreten zu lassen. Der Rest beschleunigt das Elektron auf eine bestimmte Geschwindigkeit, verleiht ihm also kinetische Energie.   b) Damit die Elektronen auf Null abgebremst werden , muss ein elektrisches Feld anliegen, dessen Energie genau so groß ist wie die kinetische Energie der Elektronen: | | |
| Antwort: | Die Elektronen treten mit 453 km/s aus der Metalloberfläche aus. Um sie danach auf Null abzubremsen, ist eine Spannung von 0,58 V erforderlich. | | |

32.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Am Übergang Luft - Flintglas erfolgt keine Brechung, da der Strahl senkrecht einfällt.  Die Brechzahl für den Übergang Flintglas - Kronglas ist nF/nK  Für den Einfallswinkel 2 muss zuerst der Winkel  berechnet werden:  Damit berechnet man nun den zweiten Brechungswinkel:  Es ist der Austrittswinkel  gesucht. | |  | |
| Antwort: | Das Licht tritt unter einem Winkel von 74,8° aus dem Glas aus. | | | |

28.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | Das Licht wird beim Übergang Wasser-Glas und Glas-Luft gebrochen. Damit es nicht austritt, muss der letzte Brechungswinkel mindestens 90° sein (Totalreflexion) 1. Übergang Glas-Luft | | |  |
|  | 2. Übergang Wasser-Glas   Das Glas spielt bei der Berechnung des Winkels keine Rolle mehr. Es verschiebt den Lichtstrahl nur nach oben.  Man erhält | | |  |
|  | Damit kann man nun  berechnen: | | | |
| Antwort: | Der Öffnungswinkel der Lichtquelle darf höchstens 82,5° betragen. | | | |

29.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Bei welcher Bildweite werden Objekte, die sich genau in 400 cm Entfernung befinden, scharf abgebildet. Das lässt sich mit der Linsengleichung berechnen:   Beim Scharfstellen auf dieses Objekt in 400 cm Entfernung muss das Objektiv so verschoben werden, dass zwischen Linsenebene und Film eine Abstand von 50,63 mm beträgt. Gegenstände, die eine andere Entfernung als 400 cm haben, erzeugen nun vor oder hinter dem Film ein scharfes, auf dem Film aber ein unscharfes Bild. Das ist in bestimmten Grenzen zu tolerieren, und zwar für einen Bereich 0,20 mm vor und hinter dem Film.  In welcher Entfernung können sich Gegenstände befinden, um in diesem Bereich ein scharfes Bild zu erzeugen? Die entsprechenden Bildweiten sind:  Mit diesen Bildweiten werden die gesuchten Gegenstandsweiten berechnet.  Der Gegenstand kann sich in einem Bereich von 305cm bis 582cm Abstand vor der Kamera befinden um scharf abgebildet zu werden. | | |
| Antwort: | Der Gegenstand kann sich in einem Bereich von 305cm bis 582cm Abstand vor der Kamera befinden um scharf abgebildet zu werden. | | |

30. Es wird der Weg für den roten Lichtstrahl berechnet.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Wie groß ist der Einfallswinkel? Der einfallende Lichtstrahl verläuft parallel zur unteren Fläche des Prisma -> über den Wechselwinkel erhält man den Einfallswinkel  zu 20°. 2. Wie groß ist der Brechungswinkel ?  3.  unvollständig |  |

31.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Durch den Zwischenring wird die Bildweite vergrößert, das Objektiv befindet sich in einer größeren Entfernung vom Film. Damit verkleinert sich aber die Gegenstandsweite, man kann Objekte aufnehmen, die sich ganz nah vor dem Objektiv befinden. Als erstes werden die Bildweiten für die Kamera ohne Zwischenring berechnet.   Für die Gegenstandsweiten werden 50 cm und unendlich eingesetzt. Damit erhält man   Das bedeutet, dass das Objektiv bei Scharfstellung 50cm weit aus der Kamera herausgedreht werden muss. Will man noch weiter an ein Objekt heran, muss der Abstand Film - Objektiv weiter vergrößert werden. Das erreicht man durch den Zwischenring, der zwischen Kameragehäuse und Objektiv geschraubt wird. Der Abstand Film – Objektiv läßt sich jetzt zwischen den obenberechneten Werten zuzüglich den 2 cm vom Zwischenring verändern, also zwischen 7 cm und 7,56 cm. Wie groß sind nun für diese Abstände die Gegenstandsweiten?   Damit erhält man als neue Gegenstandsweiten 14,76 cm und 17,5 cm. | | |
| Antwort: | Der Gegenstand kann sich nun zwischen 14,76cm und 17,5 cm vor dem Objektiv befinden. | | |

33.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
|  | a) Es muss die Brechzahl berechnet werden, bei der der Brechungswinkel genau 90° ist. Alle Strahlen, die unter diesem oder einem größeren Winkel einfallen, werden total reflektiert.  Da der umgebende Stoff Luft ist, kann man n1 = 1 setzen.   b) Es muss der Brechungswinkel berechnet werden. Lässt er sich berechnen, ist das Prisma kein Umkehrprisma. Bei Totalreflektion ist eine mathematische Lösung des Brechungsgesetzes nicht möglich. | | |
|  | a) Damit das Prisma den Lichtweg umkehren kann, muss es mindestens eine Brechzahl von 1,4 haben. Es würde sich sowohl Flint- als auch Kronglas eignen. Ein Prisma aus Eis wäre nicht geeignet (n = 1,31) b) Der Lichtstrahl tritt unter einem Winkel von 68,5° aus dem Prisma aus. Es ist kein Umkehrprisma. Damit es als Umkehrprisma wirken kann, muss das umgebende Medium eine Brechzahl von 1,24 haben. | | |

34.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | G, g |
| Lösung: |  | | | |
|  | Das Bild liefert folgende Werte:  Überprüfung durch Rechnung: | | | |
|  | Gegenstandsweite | | Gegenstandshöhe | |

35.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Es wird ein Zusammenhang zwischen der Bildgröße B und der Brennweite f gesucht.  b und G sind konstant, also unveränderbar, brauchen deshalb auch nicht weiter berücksichtigt werden. | |  | |
| Die Bildgröße ist umgekehrt proportional zur Gegenstandsweite.   Damit wird  Die Bildgröße ist umgekehrt proportional zur Brennweite. | | | |
| Antwort: | Es muss die Linse mit der kleineren Brennweite verwendet werden. | | | |

38.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | | ges.: | |  |
| Lösung: | a) Es wird nach der Gleichung für Maxima am Gitter der Abstand des 1. Maximum vom 0. Maximum berechnet. | | | | |
| Berechnung von e1: Für Maxima gilt: |  | |  | |
| Mit dieser Entfernung Gitter - Maximum lässt sich nun die gesuchte Größe berechnen:   b) Der Ablenkwinkel  am Gitter kann maximal 90° betragen. Mit diesem Winkel wird k berechnet.  k muss eine natürliche Zahl sein. Auf dem Schirm ist also maximal das 5. Maximum zu erkennen. Das 6. Maximum liegt schon außerhalb.  c) Ab dem 1. Maximum sind die hellen Streifen farbig. Innen (zum 0. Maximum hin) liegt blaues Licht, außen rotes Licht. Das heißt, es muss überprüft werden, ob sich das rote Licht (750 nm) des 2. Maximum mit dem blauen Licht (400 nm) des 3. Maximum überlappen.  Dazu werden die Winkel berechnet. | | | | |
|  | | |  | |
| Das rote Licht des 2. Maximums wird stärker abgelenkt als das blaue Licht des 3. Maximums. Damit überlappen sich die beiden Maxima. | | | | |
| Antwort: | a) Die beiden Maxima 1. Ordnung haben einen Abstand von 70 cm. b) Die Maxima sind bis zur 5. Ordnung zu erkennen. c) Beide Maxima überlappen sich. | | | | |

48.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Berechnung des 1. Brechungswinkels:  Berechnung des 2. Einfallswinkels:  oder: die beiden Winkel sind Wechselwinkel. | |  | |
| Berechnung des 2. Brechungswinkels:    Allgemeine Lösung:  Die beiden Winkel    sind Wechselwinkel und demnach gleich groß.   Über 1 ist bekannt:  Eingesetzt ergibt das:  In dieser Gleichung taucht die Brechzahl von Glas nicht mehr auf, kann also vernachlässigt werden. Setzt man in diese Gleichung die gegeben Werte ein, erhält man ebenfalls 40,6°. | | | |
| Antwort: | Das Lichtbündel läuft im Wasser unter einem Winkel von 40,6° zur optischen Achse weiter. | | | |

50.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Um die Breite des Maximums zu bestimme werden die äußeren Ränder des Spektrums untersucht. Den inneren Rand bildet der blaue Teil des Lichtes und den äußeren Rand der rote Teil.  Es wir die Gleichung Maximumsgleichung für die Interferenz am Gitter verwendet:    Da es sich um das erste Maximum handelt, wird k=1. ek ist die Entfernung des Gittermittelpunktes zum Schirm. Es kann der Einfachheit halber e verwendet werden, da die Unterschiede zwischen den beiden Entfernungen in diesem Fall gering sind.  und für rote Licht    Damit ist das erste Maximum 0,256 m oder 25,6 cm breit.  b)  Die Überlappung erfolgt am äußeren Rand des 2. und inneren Rand des 3. Maxima. Es muss nachgewiesen werden, dass das rote Licht des 2. Maximums weiter abgelenkt wird als das blaue Licht des 3. Maximums.  Dazu wird wieder die Gleichung aus Aufgabe 1 verwendet.  Die beiden Maxima überlagern sich.  c) Es muss untersucht werden, wir groß die Wellenlänge für das 2. Maximum bei einer Entfernung von 0,768 m ist. Dazu wird wieder die Gleichung aus a) verwendet: | | |
| Antwort: |  | | |

55.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Der gesuchte Winkel ist  ,  also der zwischen dem reflektierten Strahl und dem gebrochenen Strahl. Nach dem Reflexionsgesetz gilt:  Daraus ergibt sich: | |  | |
| Mit dem Brechungsgesetz kann der Brechungswinkel berechnet werden:  Weiter:  Damit kann der gesuchte Winkel berechnet werden: | | | |
| Antwort: | Zwischen dem reflektierten Strahl und dem gebrochenen Strahl besteht ein Winkel von 91,9°. | | | |

57.

|  |  |
| --- | --- |
| Lösung: | Herleitung der Gleichung: |
|  | [Zur Excel-Tabelle](file:///T:\sammlung_docx\o57.xls) |

58.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Beim Hohlspiegel ist die Brennweite halb so groß wie der Radius:  Der Abbildungsmaßstab A ist definiert als:  Ist das Bild reell, muss deshalb gelten:  Für den Hohlspiegel gilt die Gleichung für dünne Linsen:  Da die Bildweite 5 mal so groß ist wie die Gegenstandsweite, entsteht das reelle Bild in 60 cm Entfernung und kann dort auch aufgefangen werden. b) Ist das Bild virtuell, gilt:  Das wird wieder in die Linsengleichung eingesetzt: | | |
|  | Wenn der Gegenstand 8 cm vom Hohlspiegel entfernt ist, entsteht in - 40 cm Entfernung das fünffach vergrößerte Bild. Das negative Vorzeichen bedeutet, dass das Bild hinter dem Spiegel entsteht. Das ist nicht schlimm, denn es ist virtuell und kann nur betrachtet werden, aber nicht aufgefangen. | | |
| Antwort: | Soll ein reelles Bild entstehen, muss der Gegenstand 12 cm vom Scheitel entfernt sein. Das Bild entsteht in 60 cm Entfernung. Für ein virtuelles Bild muss der Gegenstand 8 cm weit weg sein und das Bild entsteht 40 cm hinter dem Spiegel. | | |

60.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | | ges.: | g |
| Lösung: |  |  | | |
| Antwort: | Die Person muss 2,48 m vom Fotoapparat entfernt stehen. | | | |

80.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Es gilt das Brechungsgesetz:  Über den Winkel a wird noch keine Aussage gemacht. Es ist aber folgendes bekannt: | |  | |
| Das wird in das Brechungsgesetz eingesetzt und nach der gesuchten Größe umgestellt: | | | |
| Antwort: | Der Brechungswinkel ist 25° groß. | | | |

82.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es kommt die Gleichung für die Maxima am Doppelspalt zum Einsatz:  ,  die nach der Wellenlänge umgestellt wird:    Nun setzt man für die beiden Messungen die Werte ein: | | |
| Antwort: | Die Wellenlänge der grünen Linie beträgt 545 nm und der blauen 436 nm. | | |

83.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Da die beiden Linien fast zusammenfallen, ist für beide Linien der Abstand zum 0. Maximum und der Abstand Gitter-Schirm gleich. Es gilt also:  Damit kann man aber mit der Maximumsgleichung am Doppelspalt schreiben: | | |
| Antwort: | Die Wellenlänge der blauen Linie beträgt 433 nm. | | |

99.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | g als Funktion von f | |
| Lösung: |  | | |  |
| Antwort: | Die Gegenstandsweite ist 1,5 mal so groß wie die Brennweite. | | | |

100.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Man wendet die Linsengleichung an:  Für eine Landschaft kann man als Gegenstandsweite unendlich annehmen.   Wenn man für die Gegenstandsweite 100 m einsetzt, erhält man als Bildweite 5,003 cm. Das ist eine Abweichung von 0,003 cm = 0,03 mm und spielt keine Rolle. b)   Das Objektiv muss zum Film einen Abstand von 5,5 cm haben, es wird also beim Scharfstellen um 5 mm herausgedreht. | | |
| Antwort: | Beim Fotografieren der Landschaft hat das Objektiv einen Abstand von 5 cm, beim Fotografieren der Blume von 5,5 cm. | | |

118.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Die Brennweite der Brille beträgt:  Die Bildweite (Abstand Auge - Netzhaut) bleibt konstant. Es gilt:  Die Dioptrinzahl des Auges sei DA. Damit wird: | | | |
| ohne Brille | | mit Brille | |
|  | | | |
| Antwort: | Ohne Brille muss das Buch in 0,8 m Abstand gehalten werden. Dazu braucht man verdammt lange Arme. | | | |

124.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | | ges.: |  | | |
| Lösung: | Berechnung von e3: Für Maxima gilt: |  | | | |  |
| Nach der Gleichung für Maxima am Gitter ergibt sich: | | | | | |
| b) Durch die Drehung des Gitters verkleinert sich scheinbar der Gitterabstand. Der neue Abstand ist b2. Es gilt: | | | |  | |
| Mit dieser neuen Gitterkonstante wird der Abstand der Maxima 3. Ordnung berechnet. | | | | Nebenrechnung: ek | |
| Antwort: | a) Die Gitterkonstante beträgt 4,99 µm. b) Nach dem Drehen des Gitters haben die beiden Maxima 3. Ordnung einen Abstand von 88 cm. | | | | | |

127.

|  |
| --- |
|  |
| In der Konstruktion wird nach dem Zeichnen der Linsenebene und den Brennweiten der Parallelstrahl in Gegenstandshöhe von 3 cm eingezeichnet. Er wird zu einem Brennpunktstrahl. Danach zeichnet man von der Bildhöhe von 6 cm den Parallelstrahl zurück. Er wird zum Brennpunktstrahl und schneidet den zu erst gezeichneten Strahl an der Stelle, an der der Gegenstand steht. Man misst eine Gegenstandsweite von 4,5 cm und ein Bildweite von 9 cm. |
| Die Werte werden in die Linsengleichung eingesetzt:  Stimmt. |

134.   
Es muss die Energie berechnet werden, die die Photonen der einzelnen Linien besitzen.   


|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Farbe | Wellenlänge in nm | Energie in J (\*10-19) | Energie in eV |
| rot | 680 | 2,92 | 1,82 |
| gelb | 577,6 | 3,44 | 2,15 |
| grün | 546 | 3,64 | 2,23 |
| blau | 435,7 | 4,56 | 2,85 |

Die schnellsten Elektronen werden vom energiereichsten Licht, also dem blauen, erzeugt. Die Photonen lassen durch ihre Energie die Elektronen aus der Cs-Oberfläche austreten. Dazu ist eine Energie von 1,94 eV erforderlich. Der Rest wird zum beschleunigen der Elektronen verwendet. Diese Überlegungen sind in der Einstein-Gleichung enthalten:  


137.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | G |
| Lösung: | Wie lang sind die Schienen auf dem Negativ? Da das Negativ um den Faktor 10 vergrößert wurde, sind sie auf dem Negativ nur 0,07 m lang, also 7 cm. Das ist die Bildgröße B. Die Gegenstandsgröße G ist gesucht.  Zwischen den beiden Größen gilt die Beziehung    Bildweite b ist aber unbekannt.  Die Höhe, aus der das Bild aufgenommen wurde, ist die Gegenstandsweite g. Es gilt die Linsengleichung    Damit kann die Größe b ausgedrückt werden:    Das kann in die Gleichung für die gesuchte Gegenstandsgröße eingesetzt werden.    Das negative Vorzeichen besagt, dass sich der Gegenstand auf der anderen Seite der Linse befindet. | | |
| Antwort: | Die Eisenbahnschiene ist 1 050 m, also 1,05 km lang. | | |

141.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | x | |
| Lösung: | Der Einfallswinkel beträgt 30°. Die gesuchte Strecke setzt sich aus zwei Teilstücken zusammen:  Die werden einzeln berechnet. Als erstes die Strecke y: (Der Winkel  ist 60° groß, Stufenwinkel) | | |  |
| Für die Strecke z ist der Winkel  notwendig. Der berechnet sich mit dem Brechungsgesetz:  Nun ist es möglich, die Strecke z zu berechnen:  Damit ergibt sich die gesamte Schattenlänge: | | | |
| Antwort: | Der Schatten ist 1,12 m lang. | | | |

146.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es muss mit einer Sammellinse ein 20 m breiter Gegenstand, der sich in einer Entfernung befindet, die der Höhe des Satelliten befindet, so abgebildet werden, dass er auf dem Bild nur noch 16µm groß ist. Damit kann man die gegeben Werte den Größen aus der Linsengleichung zuordnen.  Gegenstandsweite:  Gegenstandsgröße:  Bildgröße:  Nach dem Gesetzt des Abbildungsmaßstab verhalten sich die Größen der Abbildung wie die Entfernungen:    Damit kann die Bildweite, also der Abstand der Linse zum CCD-Chip berechnet werden.    Mit diesem Wert ist über die Linsengleichung die Brennweitenberechnung möglich.    Auf Grund der großen Entfernung zum Gegenstand befindet sich das Bild praktisch in der Brennebene der Linse.  Die Breite des gesamten Steifens ist die Anzahl der Pixel mal die Breite eines Flächenstücks:    also etwas weniger als 35 km.  Der Satellit fliegt mit der gegebenen Geschwindigkeit über das Gebiet (großer Pfeil). Der kleine Pfeil ist die Geschwindigkeit, mit der das Bild über den Sensor gleitet. Nach dem Strahlensatz sieht man, dass sich die Geschwindigkeiten wie die Entfernungen verhalten. | | |

152.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Neben dem Maximum 0. Ordnung sind auf dem Schirm weiter Maxima zu sehen. Eins davon wird gerade am Rand des Schirmes stehen. Die Wellenlänge der Farbe, die genau am Rand steht, ist gesucht. 1. Welches Maximum steht am Rand? Dazu wird der Abstand Mitte Gitter zum äußeren Rand des Schirmes berechnet:  Mit diesem Abstand geht man in die Maximumsgleichung für den Doppelspalt (Gitter) und berechnet die Nummer des Maximums. Als Wellenlänge verwendet man die größte und die kleinste des sichtbaren Lichtes.   Das bedeutet, dass in der Nähe des Randes das 2. und das 3. Maximum liegen und sich eventuell überlagern. 2. Damit kann man nun die Wellenlänge berechnen. | | |
| Antwort: | Am Rand überlagern sich zwei Wellenlängen: die 416 nm vom 3. Maximum und die 625 nm vom 2. Maximum. Das ist violettes und rotes Licht zusammen. | | |

162.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Es muss die Wellenlänge berechnet werden, die diese Messwerte liefert und mit der geforderten Wellenlänge vergleichen. An den Innenrändern der Maxima liegt das Licht mit der kürzeren Wellenlänge (orange). Der Filter soll nur Licht mit einer größeren Wellenlänge, also rotes Licht, hindurch lassen. Dieses Licht hat sein Interferenzmaximum noch weiter außen. | |  | |
| Antwort: | Der Filter lässt einer max. Wellenlänge von 607 nm hindurch. Damit stimmt unter Berücksichtigung von Messfehlern die Angabe der Lieferfirma. Der Filter lässt nur Licht durch, dessen Wellenlänge größer als 600 nm ist. | | | |

165.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | **Reeles Bild:** Es gilt die Gleichung für den Abbildungsmaßstab.   Es wird die gegeben Beziehung eingesetzt und nach b umgestellt:  Dieses Ergebnis setzt man in die Abbildungsgleichung für dünne Linsen ein und berechnet die Brennweite:  **Virtuelles Bild:** Da das Bild auf der Seite des Gegenstandes entsteht, wir die Bildweite negativ: b = -3g | | |
| Antwort: | Für ein reelles Bild muss die Brennweite 18,75 cm groß sein, für ein virtuelles Bild 37,5 cm. | | |

167.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: | n= 1,51 | ges.: | |  |
| Lösung: | Der Einfallswinkel  ist 45° groß (Wechselwinkel). Damit kann der Brechungswinkel berechnet werden, unter dem der Lichtstrahl in das Prisma eintritt. | |  | |
| Mit diesem Winkel lässt sich der Einfallswinkel an der unteren Kante berechnen:  Frage: wird der Strahl jetzt gebrochen oder tritt Totalreflexion auf. Dazu muss der Grenzwinkel für den Übergang von Glas in Luft berechnet werden:  Es muss das Reziproke der Brechzahl eingesetzt werden, weil das Licht jetzt vom dicken in das dünne Medium übergeht und die Brechzahlen für den Übergang Luft - dickes Medium gelten. Der berechnete Grenzwinkel besagt, dass alle Lichtstrahlen, die unter einem Winkel, der größer als 41,47° ist, einfallen, nicht mehr gebrochen, sondern reflektiert werden. Ursache: der Brechungswinkel ist größer als 90°, es kann also nicht gebrochen werden. Damit wird das Licht unter einem Winkel von 72,9° reflektiert und trifft auf die rechte Kante des Prismas. Da das Prisma gleichschenklig ist, tritt das Licht unter dem gleichen Winkel aus, unter dem es eingefallen ist, also 45°.  Weiterhin ist zu sehen, dass der blaue und der rote Lichtstrahl vertauscht austreten. Das Prisma dreht ein einfallendes Bild um. | | | |
| Antwort: |  | | | |

171.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es gilt die Gleichung für Maxima am Doppelspalt. | | |
| Antwort: | Das Laserlicht hat eine Wellenlänge von 690 nm. Das ist rotes Licht. | | |

191.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | d |
| Lösung: | Das Licht wird sowohl an der Vorder- als auch an der Rückseite der Schicht reflektiert. Bei entsprechender Schichtdicke löschen sich diese beiden Strahlen aus. Dadurch erhöht sich der Anteil des durchgehenden Lichtes, was bei einer Linse ja bezweckt wird. 550 nm entsprechen der Farbe gelb. Die Linse reflektiert also kein gelbes Licht, so dass sie in der Draufsicht violett erscheint (blaues und rotes Licht) Wie dick muss die Schicht nun sein? Da zweimal ein Übergang vom optisch dünnen zum optische dicken Medium erfolgt, kommt es im Gegensatz zur Seifenblase zu zwei Phasensprüngen. Es gilt:  Für k kann man eine natürliche Zahl einsetzen. Nimmt man 0, erhält man die kleinste mögliche Schichtdicke: | | |
| Antwort: | Die Schicht muss 102 nm dick sein. | | |

200.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | b |
| Lösung: | Beim Hohlspiegel ist die Krümmungsradius doppelt so groß wie die Brennweite, also   Damit ist  Es gilt die Abbildungsgleichung für dünne Linsen und Spiegel:  Diese Gleichung wird nach b umgestellt:  zeichnerische Lösung:  Hinweis: Die zeichnerische Lösung stimmt mit der rechnerischen Lösung nicht genau überein. Ursache dafür ist die Abweichung bei achsenfernen Strahlen. | | |
| Antwort: | Das Bild entsteht in einer Entfernung vom 4fachen der Brennweite oder dem doppelten Krümmungsradius. | | |

204.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Für den Hohlspiegel gelten die gleichen Gesetze wie für die dünne Linse: Abbildungsmaßstab:  und Linsengleichung:  Weiterhin wird festgelegt:   Das sind drei Gleichungen, die drei unbekannte Größen enthalten: f, b und g. Damit ist die Aufgabe durch geschicktes Umformen und Einsetzen lösbar: | | | |
|  | |  | |
| Mit diesen beiden Gleichungen geht man in die Linsengleichung:  Die Gegenstandsweite lässt sich ebenfalls berechnen: | | | |
| Antwort: | Die Brennweite beträgt 10 cm und die Gegenstandsweite 12 cm. | | | |

.

205.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Lichtstrahl wird am Übergang Luft - Glas gebrochen:   Wie groß ist dann der Einfallswinkel an der Außenkante der Glasplatte? Mit dem Innenwinkelsatz für Dreiecke erhält man: | | |
|  | | |
| Mit diesem Einfallswinkel wird der Brechungswinkel berechnet. Da es ein Übergang von optisch dick zu optisch dünn ist, muss der Kehrwert der Brechungszahl genommen werden.  Das ist nicht lösbar, der Brechungswinkel lässt sich nicht berechnen. Konkret heißt das, dass der Brechungswinkel größer als 90° ist. In diesem Fall tritt aber Totalreflexion auf, der Lichtstrahl wird praktisch verlustfrei am Übergang Glas - Luft nach dem Brechungsgesetz reflektiert. Auf der gegenüberliegenden Seite trifft er ebenfalls im Winkel von 73,4° auf, also wieder Totalreflexion. Damit kommt er nun unter 16,6° an der rechten Seite an und wird gebrochen. Wie leicht zu sehen ist tritt er unter 30° aus. Der Lichtstrahl wird in der Glasplatte durch Totalreflexion weitergeleitet. Dieses Prinzip wird beim Glasfaserkabel angewandt. | | |

206.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: |  | | |
|  | Die Aufgabe lässt sich mit dem Strahlensatz lösen. Er lautet für dieses Beispiel:  Zur Berechnung von FE wird zuerst FC berechnet und dann der Erdradius abgezogen.  Das sind etwa 217 Erdradien. Zieht man den einen Erdradius noch ab, kommt man auf einen Abstand von 216 Erdradien. Bemerkung: Der Kernschatten ist nicht völlig dunkel. Durch die Lichtbrechung in der Erdatmosphäre wird der Schatten ab etwa 40 Erdradien aufgehellt. Durch die längenwellenabhängige Streuung des Lichtes kommt dabei hauptsächlich der rote Anteil in den Schatten. Aus diesem Grund erscheint der Mond, der ja deutlich weiter weg ist diese 40 Erdradien, bei einer totalen Mondfinsternis im rötlichen Licht.  Für die Venus:   Zieht man den Radius der Venus noch ab, kommt an auf eine Länge von 9,41 Mill. Km. | | |
|  | Der Kernschatten der Erde endet 216 Erdradien über der Erdoberfläche. | | |

207.

|  |  |
| --- | --- |
| Lösung: | Wäre die Wand nicht da, würde das Lichtbündel in der Entfernung f, also der gesuchten Brennweite, zusammenlaufen.  Einige wichtige Punkte werden bezeichnet:  Lässt man alles unwichtige weg, entsteht eine Aufgabe, die sich mit dem Strahlensatz lösen kann:  Gesucht ist die Strecke BE. Was ist bekannt?  Der Strahlensatz für das Bild heißt:  Leider taucht hier die gegebene Größe BD nicht auf. Es gilt aber:  und eingesetzt: |
| In dieser Gleichung sind drei Größen gegeben, eine fehlt. Damit lässt sie sich jetzt entsprechend umstellen, DE berechnen und dann BE bestimmen:  Zu diesen 2 cm werden die 4 cm zwischen Linse und Schirm hinzugezählt und man erhält eine Brennweite von 6 cm. |
| Die Linse hat eine Brennweite von 6 cm. |

211.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung | Die beiden virtuellen Lichtquellen sind als ein leuchtender Gegenstand der Größe G zu betrachten. Damit ist der Abstand der Abbilder der Leuchtpunkte auf dem Schirm die Bildgröße B. Der Abstand Linse-Schirm ist die Bildweite. Es gilt die Linsengleichung und die Gleichung für den Abbildungsmaßstab:  Die Gegenstandsweite g ist nicht bekannt und muss in der ersten Gleichung ersetzt werden.   Nun kann nach G umgestellt werden:  Die beiden scheinbaren Lichtquellen sind 0,25 mm voneinander entfernt.  Mit der Gleichung für das Maximum am Gitter kann man nun die Wellenlänge berechnen. Die beiden Lampen wirken wie zwei leuchtende Gitterspalte. Die Gitterkonstante ist der Abstand der Lampen.    Da es zwei benachbarte helle Streifen sind, ist k =1. Der Abstand e ist der Abstand der virtuellen Lichtquellen zum Schirm und entspricht in der oberen Rechnung der Gegenstandsweite + der Bildweite. Die Bildweite kann berechnet werden und ergibt 0.25 m. Damit sind die Lampen 1,25 m vom Schirm entfernt und die Wellenlänge kann berechnet werden: | | |
| Antwort | Die beiden scheinbaren Lichtquellen sind 0,25 mm voneinander entfernt. Das Licht hat eine Wellenlänge von 600 nm. | | |

212.

b) Es gilt die Gleichung für Maxima am Doppelspalt oder Gitter:  
  
Was könnte sich überlappen? In den Maxima liegt die Farbe mit der kleineren Wellenlänge immer innen und die mit der größeren Wellenlänge immer außen. Es kann sich also die blaue Linie des 3. Maximum mit der gelben Linie des 2. Maximum überlappen.   
Wenn das so wäre, muss der Winkel b3 für das blaue Licht kleiner sein als der Winkel g2 für das gelbe Licht.  
  
Das Ergebnis ist unabhängig von der Gitterkonstanten.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Wenn sich die beiden Maxima überlagern, sind die beiden Winkel  gleich. Es gilt also: | | |
| Antwort: | Das Licht der Linie auf dem Hemdsärmel hat eine Wellenlänge von 385 nm. Das ist ultraviolettes Licht. Im Stoff von Kleidungsstücken sind Weißmacher enthalten. Diese Stoffe wandeln UV-Licht in blaues Licht um. Da weiße Sachen meistens eine gelblichen Stich haben (vergilbt), sehen sie zusammen mit dem Blau des UV-Lichtes wieder weiß aus. Beim Vergilben sind die Weißmacher herausgewaschen. | | |

213.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)    b)  Die gesuchte Frequenz berechnet sich wie in a), an Stelle der dort eingesetzten Energie verwendet man jetzt 1,787 eV.      Das entspricht der Wellenlänge von rotem Licht.  e) Als erstes muss die Fläche des Laserleuchtfleckes berechnet werden:  Damit ergibt sich die Intensität des Laserlichtes:  Damit ist die Intensität des Laserstrahls um den Faktor 2,9 größer als die Intensität des Sonnenlichtes. | | |
| Antwort: |  | | |

214.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Damit am der rechten Seite des Prisma Totalreflexion auftritt, muss der Brechungswinkel mindestens 90° groß sein. Für die Brechzahl wird das Reziproke von n verwendet, da es ein Übergang optisch dicht zu optisch dünn ist.  Damit gilt:  Das ist der Einfallswinkel auf der rechten Seite. Damit lässt sich der Brechungswinkel  berechnen, unter dem der Strahl auf der linken Seite in das Prisma eindringen muss. Der Winkel  ist 90° - 34,85 = 55,15° groß.  Er bildet mit dem 60°-Winkel an der Spitze und  ein Dreieck. Damit lässt sich  berechnen:  Der Winkel  ist die Ergänzung zu 90°, also 25,15°.  Damit lässt sich der Einfallswinkel berechnen: | | |
| Antwort: | Der Strahl muss unter einem Winkel von mindestens 48,05° einfallen, damit er an der gegenüberliegenden Seite total reflektiert wird. | | |

217.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | z.B. Breite des Spektrums |
| Lösung: | Es kann z.B. untersucht werden, welche Breite das Spektrum hätte, wenn die maximale Tischlänge von 1,2 m ausgenutzt wird. Dazu werden die Abstände der 1. Maxima vom 0. Maximum für die beiden Grenzwellenlängen berechnet.    Für blaues Licht ergibt sich ein Abstand von 0,96cm. Damit ist die Breite des Spektrums:  und entspricht nicht den Anforderungen. | | |
| Antwort: | Auf dem Tisch von 1,2 m Länge lässt sich kein Spektrum von 1 cm Breite realisieren. | | |

230.

b)

Das ist auch der Lösungsansatz zur Berechnung der Ablöseenergie der Elektronen bei Kalium.

Die Photonen geben beim Auftreffen auf die Katode mit einem Mal ihrer gesamten Energie an ein Elektron ab. Da gibt es keine halben Sachen oder ein Aufsammeln von Energie.

Die Energie des Photons wird für das Herauslösen des Elektrons verwendet. Was dann noch übrig ist, beschleunigt das Elektron, das dann gegen das sich aufbauende Feld des Kondensators anlaufen kann. Damit baut sich am Kondensator eine Spannung auf.

Dieser Vorgang lässt sich mit der Einstein-Gleichung beschreiben:



ist die Energie eins Photons

die Ablösearbeit für das Elektron, das von der Energie des Photons abgezogen werden muss

ist die Energie, die übrig bleibt, um den Kondensator aufzuladen.

In der Gleichung wird die Frequenz des Lichtes verwendet, also:



Damit wird



c)

Die Wellenlänge des jetzt verwendeten Lichtes liegt zwischen den beiden aus dem ersten Versuch. Damit wird sich der Kondensator, wenn überhaupt, nicht so hoch aufladen.

Als erstes wird die Frequenz des Lichtes berechnet.



Damit geht man in die Einstein-Gleichung:



Damit kann der Kondensator auf eine Spannung von 0,59 V aufgeladen werden.

231.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es sind fünf Punkte sichtbar. Der mittlere ist das Maximum 0. Ordnung. Rechts und links liegen noch zwei Punkte, die die Maxima 1. und 2. Ordnung darstellen.  Es kommt die Gleichung für Maxima am Gitter zum Einsatz:    Als erstes muss der Abstand des 2. Maximums von der Mitte des Gitters berechnet werden:    Damit geht man in die Gleichung für die Wellenlänge: | | |
| Antwort: | Die Wellenlänge des Laserlichtes ist 336 nm. | | |

236.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | b, A |
| Lösung: | Da es eine Zerstreuungslinse ist. wird die Brennweite negativ angegeben. Nun kann mit diesem Wert gerechnet werden:    Das Minus in der Bildweite besagt, dass das Bild des Gegenstandes auf der gleichen Seite wie der Gegenstand zu finden ist.  Die Größe des Bildes wird über die Gleichung für den Abbildungsmaßstab berechnet:    Damit ist das Bild nur ein Viertel so groß wie der Gegenstand. | | |
| Antwort: | Das Bild erscheint uns in einer Entfernung von 7,5 cm auf der gleichen Seite wie der Gegenstand und ist nur ein Viertel so groß. | | |

237.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Abstand zwischen Gegenstand und Schirm ist e. Dieser Abstand setzt sich immer aus gegenstandsweite und Bildweite zusammen, also gilt:    Weiterhin gilt die Linsengleichung:    Die erste Gleichung kann nach b umgestellt und in die Linsengleichung eingesetzt werden:    Diese Gleichung enthält nur noch die beiden gegeben Größen und die gesuchte Größe. Also umstellen:    Das ist eine quadratische Gleichung, die als Lösungen die beiden gesuchten Weiten ergeben. | | |
| Antwort: | Die beiden Gegenstandsweiten sind 0,71 m und 1,69 m. | | |

246.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | b;B |
| Lösung: | Die Linsengleichung für dünne Linsen lautet:    Damit kann die Bildweite berechnet werden:    Die Bildgröße kann aus der Gleichung für den Abbildungsmaßstab bestimmt werden: | | |
| Das ist eine quadratische Gleichung, die zwei Lösungen hat. Das war ja auch in der Aufgabenstellung gefordert.    Das bedeutet, dass der Gegenstand 1,69 m oder 0,71 m von der Linse entfernt sein kann, damit ein scharfes Bild entsteht.  Wenn er 1,69 m entfernt ist, befindet sich das Bild in 0,71 m Entfernung, denn Gegenstand und Bild sind ja 2,40 m entfernt. Ist er 0,71 m von der Linse weg, erscheint das Bild in 1,69 m Entfernung.  Die Probe zeigt, dass die Zahlen stimmen: | | |
| Antwort: | Das Bild ist 1,75 cm groß und befindet sich 5,95 cm hinter der Linse. | | |

247.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | b |
| Lösung: | Es gilt die Linsengleichung:    Aus der gegebenen Beziehung lässt sich eine Aussage über die Gegenstandsweite machen:    Die 18 cm werden durch die Variable e ersetzt, das spart Schreibarbeit.  und in die Linsengeleihung einsetzen:    Diese Gleichung muss nach b umgestellt werden.  Gleichnamig machen.    und zusammenfassen    Das ist eine quadratische Gleichung, die zum Lösen in die Normalform überführt wird.    Lösen | | |
| Antwort: | Ein reeles Bild entsteht, wenn die Linse 6 cm oder 12 cm vom Auffangschirm entfernt ist. | | |

248. a) Durch die Abbildung mit der Sammellinse wird die Spaltlänge von 2,20 cm auf 92,0 cm vergrößert, was einer Vergrößerung um den Faktor 41,82 entspricht. Wenn der Spaltabstand im Bild eine Größe von 0,800 cm besitzt, ist der wirkliche Abstand um den Vergrößerungsfaktor kleiner, also nur 0,019 cm breit. ()

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es gilt die Gleichung für Maxima am Doppelspalt:    Die wird nach der gesuchten Größe umgestellt und für k=5 gesetzt. Da    kann e eingesetzt werden. | | |
| Antwort: | Das Licht hat eine Wellenlänge von 573 nm. | | |

256.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Es gilt die Gleichung für Maxima am Einzelspalt:    Für n, der Nummer des Maximums, setzt man 1 und 2 ein und erhält die gesuchten Winkel.    b) Der Wert für  kann maximal 1 annehmen, da der Sinus nur für diesen Bereich definiert ist.  Es gilt also:    Wie groß kann das n sein, um diese Ungleichung noch zu erfüllen    Das 8. Minimum kann nicht mehr dargestellt werden. Damit sind auf jeder Seite vom Maximum 0. Ordnung 7 Minima zu erkennen. | | |
| Antwort: | Die Maxima 1. und 2. Ordnung treten unter den Winkeln 7,26° und 14,64° auf. Es treten insgesamt 14 Minima auf. | | |

263.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Gitterkonstante b berechnet sich aus der gegeben Anzahl der Linien pro Zentimeter. Bei 250 Linien auf einem Zentimeter sind es 25 000 Linien pro Meter. Der Kehrwert dieser Zahl liefert den Abstand zweier Spalte.  Die gemessenen Abstände der Maxima müssen halbiert werden. da zu Berechnung der Wellenlänge des Lichtes der Abstand zum 0. Maximum benötigt wird.  Nun kann die Gleichung für die Interferenz am Gitter für Maxima benutzt werden:    k ist die Nummer des Maximums, also hier 1, 2 und 3. Der Wert ek ist der Abstand vom Gittermittelpunkt bis zum Maximum auf dem Schirm. Hierfür wird einfach e eingesetzt. Bei Messungen ist der Fehler durch die Bestimmung der s-Werte deutlich größer als durch Vernachlässigung des zusätzlichen Weges zum Schirm.    Für die beiden anderen Messwerte erhält man 635 nm und 648 nm. Der Mittelwert ist 642 nm. | | |
| Antwort: | Das Licht hat eine Wellenlänge von 642 nm. Das ist rotes Licht. | | |

274.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | A |
| Lösung: | Gesucht ist in dieser Aufgabe der Abbildungsmaßstab, also das Verhältnis von Bildgröße zur Gegenstandsgröße.    Der Abbildungsmaßstab lässt sich aber auch mit den Abständen von Bild und Gegenstand zur Linse ausdrücken:    Die Gegenstandsweite beträgt lauf Aufgabenstellung 20 cm. Wie groß ist dann die Bildweite?  Es gilt die Linsengleichung:    Die wird nach der Bildweite umgestellt:    und eingesetzt:    Die negative Bildweite bedeutet, dass sich das Bild auf der gleichen Seite wie der Gegenstand befindet.  Der Abbildungsmaßstab als Verhältnis der der beiden Weiten ist demnach | | |
| Antwort: | Das Bild erscheint dreifach vergrößert. | | |

289.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | | ges.: | G |
| Lösung: | | Es gilt die Gleichung für den Abbildungsmaßstab:    Die Gegenstandsgröße ist die gesuchte Größe, also stellt man danach um:    Die Bildgröße B und die Bildweite b sind bekannt. Es fehlt aber die Gegenstandsweite g.  Die lässt sich mit der Linsengleichung angeben: | | |
| Das kann in die Gleichung für die gesuchte Gegenstandsweite eingesetzt werden:    Damit ist eine Gleichung gegeben, in der alle Größen bekannt sind. Nun muss nur noch eingesetzt und ausgerechnet werden. Alle Größen werden in mm eingesetzt. | | |
| Antwort: | Das Haar ist 0,02 mm dick. | | | |

296.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | b |
| Lösung: | Es gilt die Gleichung für das Maximum am Doppelspalt und Gitter:    Da es hier um das 1. Maximum geht, ist k=1. Die Gleichung wird nach der gesuchten Größe umgestellt:    und die Gitterkonstante berechnet:    Das wären etwa 63 Linien pro mm. | | |
| Antwort: | Die Gitterkonstante beträgt 16 µm. | | |

297.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Es gilt die Gleichung für das Maximum am Doppelspalt und Gitter:    Da es hier um das 1. Maximum geht, ist k=1.  Es wird für das blaue und das rote Licht der Abstand des 1. Maximums vom 0. Maximum berechnet. | | | |
| Der Abstand des Gitters zum Schirm muss zuerst berechnet werden.    Für das rote Licht erhält man einen Ablenkwinkel von 51,3°. | |  | |
| Damit können die Abstände berechnet werden:    Für das rote Licht erhält man 56,0 cm.  Damit kann der Abstand des 1. Maximum vom 0. Maximum für die beiden begrenzenden Farben berechnet werden:    Für das rote Licht erhält man 0,43,7m. Damit ist das Spektrum 0,29 m oder 29 cm breit. | | | |
| Antwort: | Das Spektrum ist 29 cm breit. | | | |

299.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Es gilt die Gleichung für das Maximum am Doppelspalt und Gitter:    Da es hier um das 1. Maximum geht, ist k=1.  Es wird für das blaue und das rote Licht der Abstand des 1. Maximums vom 0. Maximum berechnet. | | | |
| Der Abstand des Gitters zum Schirm muss zuerst berechnet werden.    Für das rote Licht erhält man einen Ablenkwinkel von 3,53°. | |  | |
| Damit können die Abstände berechnet werden:    Für das rote Licht erhält man 4,068 cm.  Damit kann der Abstand des 1. Maximum vom 0. Maximum für die beiden begrenzenden Farben berechnet werden:    Für das rote Licht erhält man 0,251m. Damit ist das Spektrum 0,124 m oder 12,4 cm breit. | | | |
| Antwort: | Das Spektrum ist 12,4 cm breit. | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| In der Mitte des Schirms sieht man das weiße Maximum 0. Ordnung. Rechts und links liegen die Maxima 1. Ordnung, in beiden Fällen mit dem langwelligen Licht nach außen.  Damit beide Maxima draufpassen, muss der Schirm 0,5 m breit sein. |  |