

Aufgaben 12 Optische Instrumente Mikroskop, Teleskop

Lernziele

- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse und Fähigkeiten erarbeiten können.
- einen bekannten oder neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.
- eine neue Problemstellung selbstständig bearbeiten und in einer Gruppe diskutieren können.
- den Aufbau und die Funktionsweise eines Mikroskops kennen und verstehen.
- wissen und verstehen, wie sich die Vergrößerung des Mikroskops aus der Lateralvergrößerung des Objektivs und der Winkelvergrößerung des Okulars zusammensetzt.
- die Vergrößerung eines Mikroskops bestimmen können.
- den Aufbau und die Funktionsweise eines astronomischen und eines holländischen Teleskops kennen und verstehen.
- wissen und verstehen, wie sich die Vergrößerung des Teleskops aus den Winkelvergrößerungen des Objektivs und des Okulars zusammensetzt.
- die Vergrößerung eines Teleskops bestimmen können.

Aufgaben

12.1 Vorgängiges Selbststudium

- a) Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:
- 29.4 Optische Instrumente (Teile „Das Mikroskop“ und „Das Teleskop“, Seiten 1088 bis 1092)

Hinweise zum Teil „Das Mikroskop“:

- Die hergeleitete Vergrößerung V_M des Mikroskops (Formel 29.22) ist eine Winkelvergrößerung.
- Bei der Herleitung der Formel 29.22 wird behauptet, dass das Produkt aus der Lateralvergrößerung V_{Ob} des Objektivs und der Winkelvergrößerung V_{Ok} des Okulars die Winkelvergrößerung V_M des Mikroskops ergibt. Die Richtigkeit dieser Behauptung sollen Sie in der Aufgabe 12.2 nachprüfen.
- Im Beispiel 29.10 gibt es einen Fehler im Zahlenresultat für die Winkelvergrößerung V des Mikroskops: Das richtige Resultat lautet $V = -175$, nicht $V = -180$.

- b) Führen Sie in Moodle den [Test 12.1](#) durch.

12.2 Die Aufgabe eines Mikroskops (wie eines jeden vergrößernden optischen Instrumentes) ist es, den Sehwinkel zu vergrößern. Die Winkelvergrößerung V_M des Mikroskops ist das Verhältnis des Sehwinkels ϵ mit Mikroskop zum Sehwinkel ϵ_0 ohne Mikroskop (vgl. Aufgabe 11.1 a)).

- a) Bestimmen Sie den Sehwinkel ϵ_0 **ohne** Mikroskop, wobei (wie üblich) angenommen wird, dass sich der Gegenstand der Grösse G im Abstand der deutlichen Sehweite s_0 befindet.
- b) Bestimmen Sie den Sehwinkel ϵ **mit** Mikroskop. Betrachten Sie dazu im Lehrbuch Tipler/Mosca noch einmal die Abbildung 29.54 (Seite 1088).
- c) Bestimmen Sie die Winkelvergrößerung V_M des Mikroskops mit Hilfe der Resultate aus a) und b). Stellen Sie aus dem Ergebnis fest, dass V_M tatsächlich das Produkt aus der Lateralvergrößerung V_{Ob} des Objektivs und der Winkelvergrößerung V_{Ok} des Okulars ist.
- d) Zeigen Sie, dass sich der in c) gefundene Ausdruck für die Winkelvergrößerung V_M des Mikroskops so umformen lässt, dass sich die Formel 29.22 (Lehrbuch Tipler/Mosca, Seite 1088) ergibt.

12.3 Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:
29.31, 29.32, 29.33, 29.37

Hinweis zu 29.32:

- Eine „Vergrößerung 600“ bedeutet $V_M = -600$. V_M ist negativ, weil das Bild verkehrt ist.

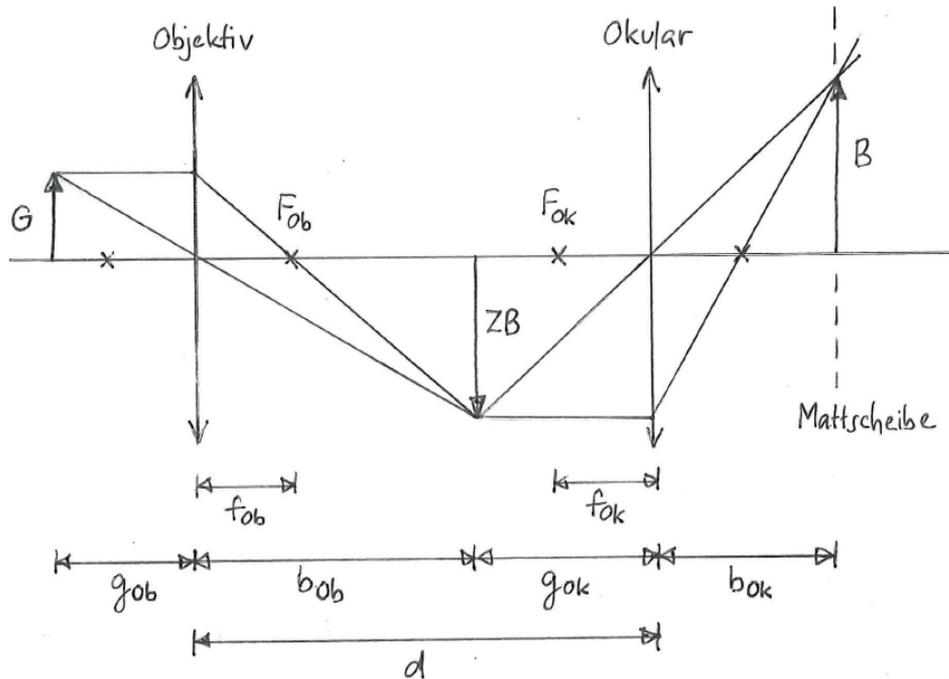
12.4 (siehe nächste Seite)

- 12.4 Bei einem Mikroskop ist das Objekt 100 mm vom Objektiv entfernt. Die beiden Linsen des Mikroskopes haben einen Abstand von 300 mm. Das Zwischenbild entsteht im Abstand 50.0 mm vom Okular. Bestimmen Sie die Vergrößerung des Mikroskops.

Hinweis:

- Das Zwischenbild liegt in der vorderen Brennebene des Okulars.

- 12.5 Bei einem sogenannten Projektionsmikroskop befindet sich das Zwischenbild etwas vor der Brennebene des Okulars. Dadurch erzeugt das Okular vom Zwischenbild ein reelles vergrössertes Bild, das man auf einem Schirm (Mattscheibe) auffangen kann:



Die Gegenstandsweite sei 3.60 cm. Objektiv und Okular haben die Brennweiten 30.0 mm bzw. 65.0 mm und einen Abstand von 28.0 cm.

- Bestimmen Sie den Abstand der Mattscheibe vom Okular.
- Bestimmen Sie die totale Vergrößerung des Projektionsmikroskops.

Hinweis:

- Die totale Vergrößerung ist das Produkt der Lateralvergrößerungen von Objektiv und Okular.

- 12.6 Jemand möchte aus zwei Brillengläsern der Brechkraft +2.00 dpt und +6.50 dpt und einer zusammengerollten Landkarte als Tubus ein Fernrohr basteln.

- Wie müssen die Linsen für das Fernrohr angeordnet werden?
- Welche Länge muss der Tubus haben?

Hinweis:

- Im Gegensatz zum Mikroskop ist hier mit der Tubuslänge der Abstand von Objektiv und Okular gemeint.

- Welche Vergrößerung hat das Fernrohr?

- 12.7 (siehe nächste Seite)

12.7 Bisher haben wir immer ein sogenanntes astronomisches Teleskop betrachtet:
Ein **astronomisches Teleskop** (astronomisches Fernrohr, Kepler-Fernrohr) besteht aus zwei Sammellinsen als Objektiv bzw. Okular.

Es gibt aber auch das sogenannte holländische Teleskop:

Ein **holländisches Teleskop** (holländisches Fernrohr, Galilei-Fernrohr) besteht aus einer Sammellinse als Objektiv und einer Zerstreuungslinse als Okular.

- a) Recherchieren Sie den Aufbau eines holländischen Teleskops.
- b) Skizzieren Sie jeweils den Strahlengang für ein astronomisches und ein holländisches Teleskop.
- c) Beurteilen Sie für beide Teleskope, ob das auf der Netzhaut erzeugte reelle Bild des Objektes aufrecht oder verkehrt ist.
- d) Geben Sie für beide Teleskope eine Formel zur Berechnung der Vergrößerung an.

12.8 Beurteilen Sie, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind.
Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

- | | wahr | falsch |
|---|--------------------------|--------------------------|
| a) Die Vergrößerung eines Mikroskops ist sowohl umgekehrt proportional zur Brennweite des Objektivs als auch umgekehrt proportional zur Brennweite des Okulars. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Bei einem Mikroskop wird der Gegenstand in die Brennebene des Objektivs gebracht. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Bei einem astronomischen Teleskop ist der Abstand von Objektiv und Okular gleich der Summe der Brennweiten der beiden Linsen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Bei einem holländischen Teleskop ist die Vergrößerung negativ. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e) Die Vergrößerung des Teleskops hängt, im Gegensatz zur Vergrößerung des Mikroskops, nicht von der deutlichen Sehweite ab. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Lösungen

12.1 -

12.2 a) $\varepsilon_0 \approx \tan(\varepsilon_0) = \frac{G}{s_0}$

b) $\varepsilon \approx \tan(\varepsilon) = \frac{B}{f_{Ok}} (< 0, \text{ da } B < 0)$

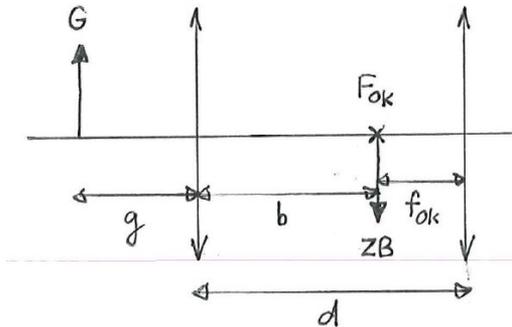
c) $V_M = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \approx \frac{\tan(\varepsilon)}{\tan(\varepsilon_0)} = \frac{B}{G} \cdot \frac{s_0}{f_{Ok}}$

d) (mit Hilfe der Formel 29.21)

12.3 (siehe Arbeitsbuch Mills)

Hinweis zu den Lösungen von 29.37 a) im Arbeitsbuch Mills:
- Am Ende fehlt ein Gleichheitszeichen. Es sollte heissen: “= -3”

12.4



$$V_M = -\frac{l \cdot s_0}{f_{Ob} \cdot f_{Ok}}$$

$$f_{Ob} + l = b$$

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f_{Ob}}$$

$$b + f_{Ok} = d$$

$$\Rightarrow V_M = -\frac{d - f_{Ok}}{g} \cdot \frac{s_0}{f_{Ok}} = -\frac{300 \text{ mm} - 50.0 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} \cdot \frac{25.0 \text{ cm}}{50.0 \text{ mm}} = -12.5$$

12.5 a) $b_{Ob} = \frac{f_{Ob} \cdot g_{Ob}}{g_{Ob} - f_{Ob}} (= 18.0 \text{ cm})$

$$g_{Ok} = d - b_{Ob} (= 10.0 \text{ cm})$$

$$b_{Ok} = \frac{f_{Ok} \cdot g_{Ok}}{g_{Ok} - f_{Ok}} = 18.6 \text{ cm}$$

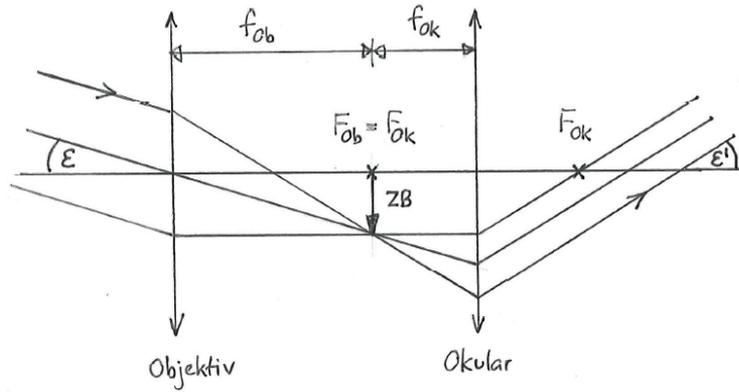
b) $V = \frac{b_{Ob} \cdot b_{Ok}}{g_{Ob} \cdot g_{Ok}} = 9.29$

12.6 a) Linse mit +2.00 dpt als Objektiv
Linse mit +6.50 dpt als Okular

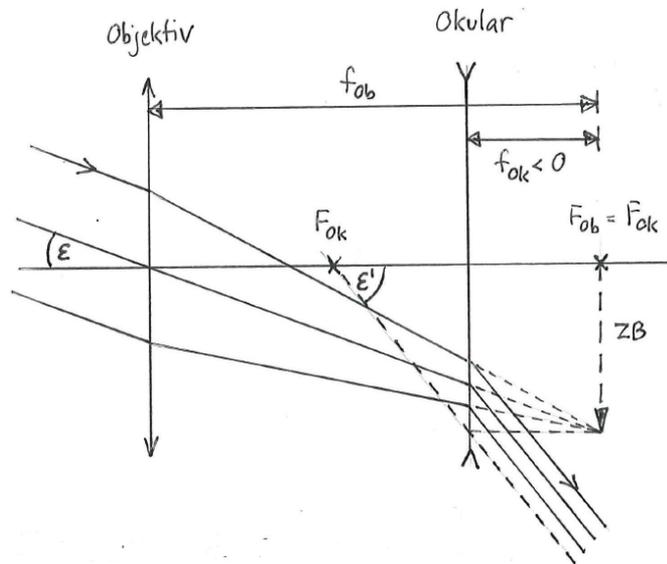
b) $l = \frac{1}{D_{Ob}} + \frac{1}{D_{Ok}} = 65.4 \text{ cm}$

c) $V_T = -\frac{D_{Ok}}{D_{Ob}} = -3.25$

- 12.7 a) -
 b) Astronomisches Teleskop:



Holländisches Teleskop:



- | | | |
|----|--------------------------|------------------------------------|
| c) | Astronomisches Teleskop: | Bild verkehrt |
| | Holländisches Teleskop: | Bild aufrecht |
| d) | Astronomisches Teleskop: | $V_T = -\frac{f_{ob}}{f_{ok}} < 0$ |
| | Holländisches Teleskop: | $V_T = -\frac{f_{ob}}{f_{ok}} > 0$ |

- 12.8 a) wahr
 b) falsch
 c) wahr
 d) falsch
 e) wahr