

Linsensalat

Bemerkungen zu den Messungen und Messergebnissen:

- Die Annahme, dass es sich bei den Experimenten um dünne Linsen handelt, ist für A, B und C durchaus akzeptabel, bei der Aufgabe mit der Proberöhre streng genommen aber nicht mehr. Trotzdem führen die einschlägigen Formeln bei gewissenhafter Messung zu durchaus brauchbaren Ergebnissen.
- Das Scharfstellen kann zwar von beiden Seiten des Transparentpapiers verfolgt werden, die genaue Entfernung eines scharfen Bildes zu finden ist aber wegen des zu erwartenden Umgebungslichts und der unruhigen Kerzenflamme schwierig. Es wird daher erwartet, dass mindestens 2 verschiedene Abstandsmessungen zu einem ähnlichen Ergebnis führen und gemittelt werden.
- Linse B wurde als Linse mit $33,3 \text{ dpt}$ also $0,03 \text{ m}$ Brennweite bestellt. Das vorab bestellte Probeexemplar entsprach den Angaben des Lieferanten. Im abschließenden Test mit den schließlich gelieferten Linsen stellte sich heraus, dass Brennweite und Brechkraft anders sein mussten. Mehrere Stichproben lieferten dasselbe neue Ergebnis wie in 1. dargestellt. Wir können nicht ausschließen, dass die eine oder andere Linse nicht doch die versprochenen Werte hat. Dementsprechend müssten sich dann auch die daraus folgenden Ergebnisse entsprechend ändern.

Lösungsvorschläge:

1. Linse A sollte $0,12 \text{ m}$ Brennweite zeigen, was $8,3 \text{ dpt}$ entspricht. 1P
Linse B sollte $0,026 \text{ m}$ Brennweite zeigen, was $38,5 \text{ dpt}$ entspricht. 1P
2. Die Brennweite der Kombination von A und B führt auf die noch kleinere Brennweite von $0,0215 \text{ m}$, das entspricht $46,7 \text{ dpt}$. 1P
Man sollte erkennen, dass sich die Brechkraft addieren, also $38,5 \text{ dpt} + 8,3 \text{ dpt} = 46,8 \text{ dpt}$, wobei aus den realen Messergebnissen eine exakte Übereinstimmung nicht erwartet werden darf. 1P
3. Die Linsen A und B liefern, wenn das betrachtete Objekt innerhalb der einfachen Brennweite liegt, ein aufrechtes vergrößertes (virtuelles) Bild. Ist das Objekt weiter entfernt als die einfache Brennweite, erscheint das Bild verkehrt. Beide Linsen sind daher Sammellinsen.
Linse C liefert immer ein verkleinertes aufrechtes Bild, woran man Zerstreuungslinsen erkennt. Da keine Krümmung erkennbar ist sondern nur „Ringe“, handelt es sich um eine Fresnellinse. 1P
4. Die Bestimmung dieser Brennweite ist wegen des eingeschränkten Abbildungsverhaltens der Fresnellinse schwierig, weil das Bild kaum wirklich scharf empfunden wird. Man kann sich nur an mehr oder weniger scharf orientieren. Wichtig ist, dass die Mittelpunkte der Linsen auf einer gemeinsamen waagrechten (optischen) Achse liegen. Bei uns lagen die ermittelten Brennweiten zwischen $0,033 \text{ m}$ und $0,036 \text{ m}$, was zu $30,0 \text{ dpt}$ bzw. $28,8 \text{ dpt}$ führte, gemittelt $29,4 \text{ dpt}$ 2P
5. Wenn man die Addition der Dioptrien zur gesamten Brechkraft voraussetzt, ergibt sich für C eine Brechkraft von $29,4 \text{ dpt} - 38,5 \text{ dpt} = -9,1 \text{ dpt}$, was einer Brennweite von $-0,11 \text{ m}$ entspricht. Wir schätzen, dass der Wert zwischen -8 dpt und -10 dpt liegt. 1P
6. Proberöhre.
 - a. Gemittelt ergab sich eine Brennweite von $0,013 \text{ m}$ 1P
 - b. Mit $0,013 \text{ m}$ Brennweite und $0,008 \text{ m}$ Radius folgt aus $n = \frac{r}{2 \cdot f} + 1$ (nach Umformen) $n = 1,31$.
Die Füllung besteht aus Wasser. Die gläserne Proberöhre wirkt als schwache Zerstreuungslinse, daher ist der mittlere Brechungsindex etwas kleiner als von Wasser erwartet. 1P

Viel Spaß und viel Erfolg