

PRÜFUNGSVORBEREITUNG PHYSIK: OPTIK

Hinweis: Der Stoff dieser Prüfung baut teilweise auf den Themen der letzten Prüfung auf. Deshalb bitte ein bisschen repetieren!

Theoriefragen: Diese Begriffe musst du auswendig in maximal ein bis zwei Sätzen erklären können.

- a) Vektor/Skalar
- b) Nenne Beispiele für skalare Grössen
- c) Nenne Beispiele für vektorielle Grössen
- d) Erkläre den Sehvorgang
- e) Streuung
- f) Abbildungsmassstab
- g) Brechung
- h) Was bedeutet: Ein Stoff ist «optisch dichter» als ein anderer?
- i) Brechungsindex
- j) Totalreflexion
- k) Grenzwinkel für Totalreflexion
- l) Brennweite
- m) Beschreibe die Form einer Konvexlinse
- n) Beschreibe die Form einer Konkavlinse
- o) Wie verläuft ein Lichtstrahl weiter, der auf eine Konvexlinse trifft, wenn er
 - parallel zur optischen Achse auf die Linse fällt
 - durch den optischen Mittelpunkt der Linse geht
 - durch den Brennpunkt geht und dann auf die Linse fällt
- p) Wie verläuft ein Lichtstrahl weiter, der auf eine Konkavlinse trifft, wenn er
 - parallel zur optischen Achse auf die Linse fällt
 - durch den optischen Mittelpunkt der Linse geht
 - auf den Zerstreuungspunkt auf der anderen Seite der Linse hinzielt
- q) Was ist ein virtuelles Bild?
- r) Was ist ein reelles Bild?

Fähigkeiten: Diese Fähigkeiten musst du beherrschen:

- ☞ Winkel vom Gradmass ins Bogenmass umrechnen und umgekehrt
- ☞ Formeln umformen
- ☞ Gleichungen für physikalische Situationen aufstellen und lösen
- ☞ Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen und richtig ausrechnen
- ☞ Resultate auf die richtige Anzahl Ziffern runden
- ☞ Diagramme zeichnen und interpretieren
- ☞ Vektoren zeichnerisch (in der Pfeildarstellung) zusammensetzen und zerlegen
- ☞ Alle Kräfte, die an einem Körper angreifen, in einem Kräfteplan aufzeichnen
- ☞ Bei Flaschenzügen die richtige Anzahl tragender Seilstücke ermitteln
- ☞ Konstruktion von:
 - Schattenbildern
 - Abbildungen mit der Lochkamera
 - Reflexion und Abbildung am ebenen Spiegel
 - Strahlengang durch konkave und konvexe Linsen
 - Abbildung durch konkave und konvexe Linsen

☞ *Konstruktionen IMMER mit Lineal!*

Formeln: An der Prüfung erhältst du ein Formelblatt. Auf dem Formelblatt findest du alle Formeln, die du brauchst, sowie Tabellenwerte und ein paar wichtige Formeln aus der Mathematik. Das Formelblatt kannst du auf ga.perihel.ch anschauen und herunterladen.

Physikalische Grössen: Diese physikalischen Grössen musst du kennen, mit Symbolen und Einheiten.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Weg, Strecke			Beschleunigung		
Zeit			Geschwindigkeit		
Masse			Kraft		
Arbeit			Energie		
Periode			Frequenz		
Zentripetal- beschleunigung			Zentripetalkraft		
Bildgrösse			Gegenstandsgrösse		
Bildweite			Gegenstandsweite		
Abbildungsmassstab			Brennweite		
Lichtgeschwindigkeit			Brechungsindex		

Übungsaufgaben:

Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg klar ersichtlich sein.

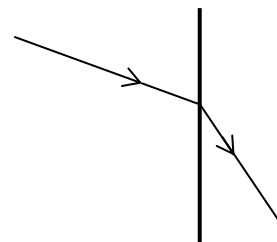
Bei Berechnungen werden für die volle Punktzahl eine algebraische Lösung (das heisst die Formel, umgeformt nach der gesuchten Grösse) und die vollständig eingesetzte Rechnung (das heisst Zahlenwerte mit Einheiten) verlangt.

Resultate müssen unterstrichen sein (Einheiten nicht vergessen!).

Alle Arbeits- und Theorieblätter sowie Aufgabenblätter A26 bis A28

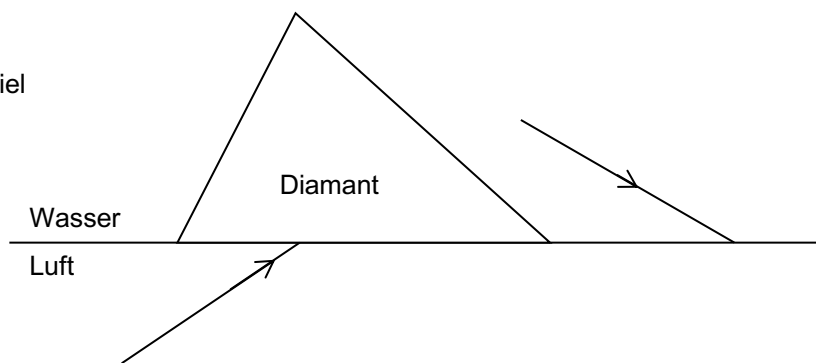
Weitere Aufgaben

1. Berechne den absoluten Brechungsindex für Plexiglas.
2. Berechne die Lichtgeschwindigkeit in Methanol.
3. Ein Lichtstrahl fällt auf die Grenzfläche zwischen Luft und einem unbekannten durchsichtigen Stoff. Ein Teil des Lichts wird reflektiert und der andere Teil wird gebrochen.
 - a) Konstruiere das Lot und zeichne den Einfallswinkel ein. Miss den Einfallswinkel, zeichne den reflektierten Strahl, zeichne den Reflexionswinkel ein und schreibe hinein, wie gross die Winkel sind.
 - b) Zeichne den Brechungswinkel ein, miss den Winkel und schreibe hinein, wie gross er ist.
 - c) Auf welcher Seite befindet sich die Luft?
 - d) Aus welchem Material besteht die andere Seite?



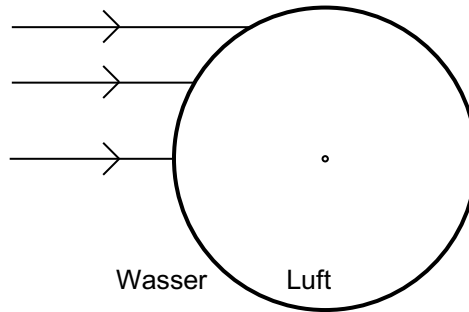
4. Ein Lichtstrahl fällt auf die Grenzfläche zwischen Ethanol und Eis.
 - a) In welchem Fall ist es möglich, dass Totalreflexion auftritt? Wenn der Lichtstrahl aus dem Ethanol herkommt oder aus dem Eis?
 - b) Berechne den Grenzwinkel für Totalreflexion.
5. Ein 0.0028600 km hoher Baum befindet sich vor der Öffnung einer Lochkamera, die 338.0 mm lang ist. Das Bild auf der Rückseite der Lochkamera ist 0.0569 m hoch. Der Abstand zwischen dem Baum und der Öffnung der Lochkamera (in cm) soll berechnet werden.
 - a) Markiere bei den benötigten Zahlenwerten die signifikanten Ziffern mit einem Punkt über der Ziffer. Wie viele signifikante Ziffern besitzen die benötigten Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
 - b) Berechne den Abstand zwischen dem Baum und der Öffnung der Lochkamera (in cm).
 - c) Notiere das Resultat (in cm) mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise und runde auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.

6. Zeichne den weiteren Verlauf der Lichtstrahlen.
Schreibe an, wie viel Grad jeweils die Winkel betragen.



7. Eine 3.0 cm hohe Kerze steht in 12 cm Abstand vor einer Sammellinse der Brennweite 3.0 cm.
 - a) Konstruiere massstabsgetreu (keine Rechnung!).
 - b) In welchem Abstand von der Linse (und auf welcher Seite) befindet sich das Bild?
 - c) Wie gross ist das Bild?
 - d) Ist das Bild reell oder virtuell?
8. Eine 2.0 cm hohe Kerze steht in 12 cm Abstand vor einer Zerstreuungslinse der Brennweite - 9.0 cm.
 - a) Konstruiere massstabsgetreu (keine Rechnung!).
 - b) In welchem Abstand von der Linse (und auf welcher Seite) befindet sich das Bild?
 - c) Wie gross ist das Bild?
 - d) Ist das Bild reell oder virtuell?
9. Ein Gegenstand ($G = 3.0$ cm) befindet sich im Abstand von 8.0 cm von seinem reellen Bild ($B = 2.5$ cm), das von einer Konvexlinse erzeugt wird.
 - a) Konstruiere massstabsgetreu (keine Rechnung!).
 - b) In welchem Abstand vom Gegenstand befindet sich die Linse?
 - c) Wie gross ist die Brennweite der Linse?
10. Rosa ($G = 1.50$ m) steht vor der Sammellinse eines Fotoapparates ($f = 48$ mm). Das scharfe Bild befindet sich 5.0 cm hinter der Linse.
 - a) In welchem Abstand vor der Linse befindet sich Rosa?
 - b) Welche Grösse hat dann das Bild?
11. Du stehst im Abstand von 1.10 m vor einer Blume, die 5.2 cm hoch ist. Du fotografierst sie, so dass das scharfe Bild auf dem Photopapier 2.7 mm gross ist.
 - a) Wie gross ist die Brennweite der Sammellinse des Photoapparates?
 - b) Aus welcher Distanz müsstest du fotografieren (bei gleicher Brennweite wie in a), wenn das Bild 4.0 mm gross sein soll?

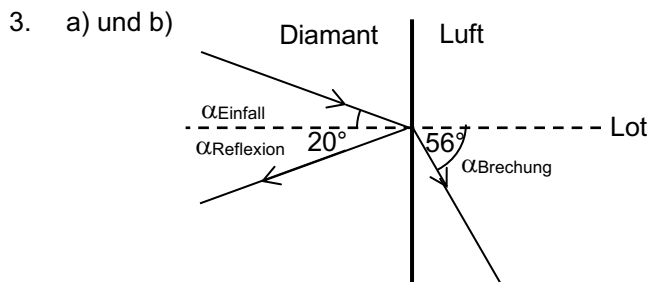
12. Eine Frau, die 1.66 m gross ist, steht im Abstand von 6.47 m vor der Konvexlinse ($f = 55 \text{ mm}$) eines Fotoapparates.
Wie gross ist das Bild?
13. Zwei Linsen haben exakt die gleiche Form; eine davon ist aus Glas und die andere aus Diamant.
a) Hat das Material einen Einfluss auf die Brennweite? Begründe deine Antwort.
b) Wenn ja: Welche Linse hat die grössere Brennweite? Begründe deine Antwort.
14. *schwierig* Bei der Abbildung mit einer Konkavlinse soll das virtuelle Bild halb so gross sein wie der Gegenstand.
In welchem Verhältnis stehen dann b , g , und f zueinander? Skizziere deine Lösung.
15. *schwierig* Drei Lichtstrahlen fallen auf eine Luftblase im Wasser.
Zeichne ihren weiteren Verlauf (bis sie wieder aus der Luft austreten) und schreibe bei allen Winkeln an, wie gross sie sind.



Lösungen:

$$1. \quad n_{\text{Plexiglas}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{c_{\text{Plexiglas}}} = \frac{299'792 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{201'000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = \underline{1.49}$$

$$2. \quad c_{\text{Methanol}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{n_{\text{Methanol}}} = \frac{299'792 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{1.33} = 225'408 \frac{\text{km}}{\text{s}} = \underline{2.25 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$



- c) Der Winkel im optisch dünneren Material ist grösser. Darum ist die Luft auf der rechten Seite und es gilt: $n_{\text{rechts}} = n_{\text{Luft}} = n_{\text{Vakuum}} = 1$.

$$d) \quad n_{\text{links}} = n_{\text{rechts}} \cdot \left(\frac{\sin(\alpha_{\text{rechts}})}{\sin(\alpha_{\text{links}})} \right) = 1 \cdot \left(\frac{\sin(56^\circ)}{\sin(20^\circ)} \right) = \underline{2.42} \quad \underline{\text{Diamant}}$$

4. a) $c_{\text{Ethanol}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{n_{\text{Ethanol}}} = \frac{299'792 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{1.36} = 220'435 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 2.20 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, und $c_{\text{Eis}} = 1.90 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 Im Eis ist die Lichtgeschwindigkeit kleiner, das heisst Eis ist optisch dichter als Ethanol.
 Darum kann Totalreflexion nur dann auftreten, wenn der Lichtstrahl aus dem Eis herkommt.

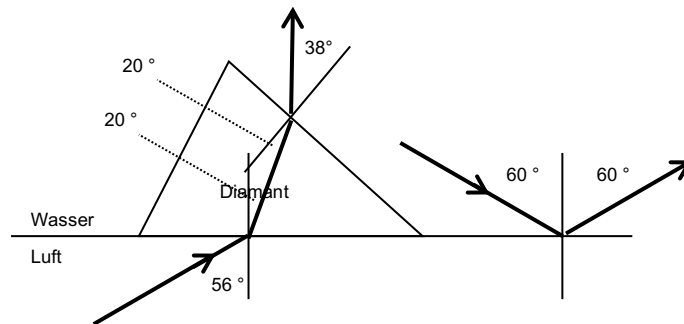
b) $\alpha_{\text{grenz}} = \arcsin\left(\frac{c_{\text{langsamer}}}{c_{\text{schneller}}}\right) = \arcsin\left(\frac{1.90 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2.20 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}\right) = \underline{\underline{59.7^\circ}}$

5. a) $G = 0.0028600 \text{ km}$ (5 signifikante Ziffern); $b = 338.0 \text{ mm}$ (4 signifikante Ziffern);
 $B = 0.0569 \text{ m}$ (3 signifikante Ziffern); Resultat: 3 signifikante Ziffern

b) $g = \frac{G \cdot b}{B} = \frac{286.00 \text{ cm} \cdot 33.80 \text{ cm}}{5.69 \text{ cm}} = 1698.9104 \text{ cm}$

c) $g = \underline{\underline{1.70 \cdot 10^3 \text{ cm}}}$

6.



Der Lichtstrahl links geht zuerst von der Luft in den Diamant:

$$\alpha_{\text{Diamant}} = \arcsin\left(\frac{n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Diamant}}} \cdot \sin(\alpha_{\text{air}})\right) = \arcsin\left(\frac{1}{2.42} \cdot \sin(56^\circ)\right) = \underline{\underline{20^\circ}}$$

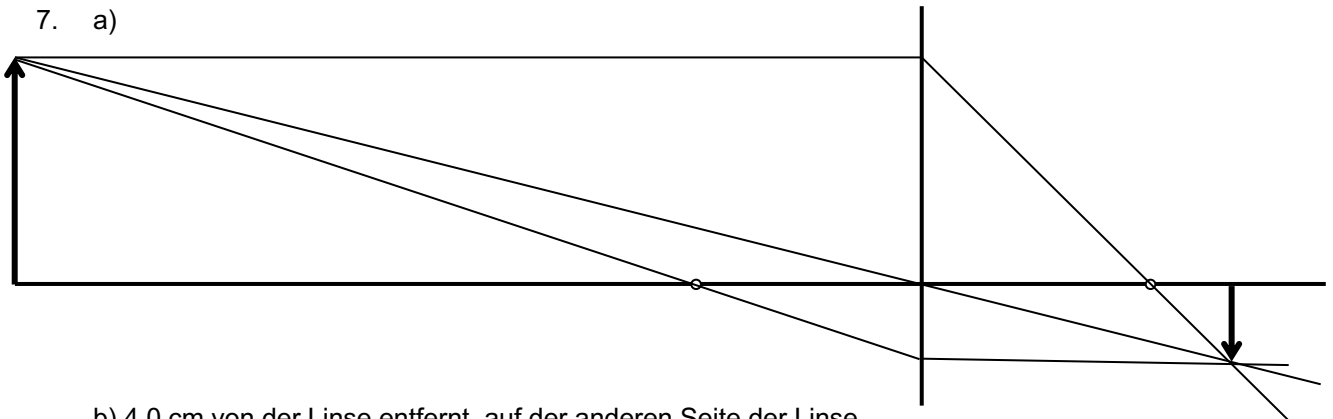
Anschliessend geht er vom Diamant ins Wasser:

$$\alpha_{\text{Wasser}} = \arcsin\left(\frac{n_{\text{Diamant}}}{n_{\text{Wasser}}} \cdot \sin(\alpha_{\text{Diamant}})\right) = \arcsin\left(\frac{2.42}{1.33} \cdot \sin(20^\circ)\right) = \underline{\underline{38^\circ}}$$

Der Lichtstrahl rechts wird an der Grenzfläche total reflektiert, weil der Einfallswinkel grösser ist als der Grenzwinkel für Totalreflexion:

$$\alpha_{\text{grenz}} = \arcsin\left(\frac{n_{\text{kleiner}}}{n_{\text{grösser}}}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{1.33}\right) = 49^\circ$$

7. a)

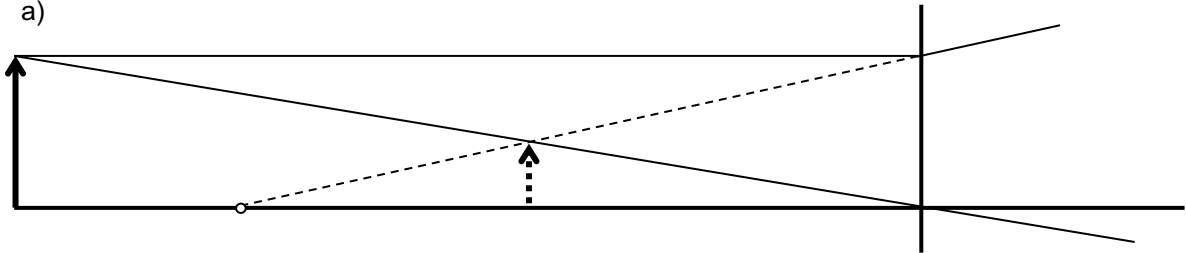


b) 4.0 cm von der Linse entfernt, auf der anderen Seite der Linse

c) 1.0 cm

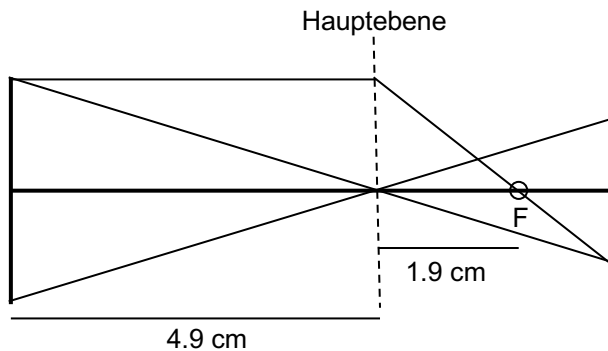
d) reell

8. a)



- b) 5.0 cm von der Linse entfernt auf der gleichen Seite wie der Gegenstand
 c) 0.83 cm
 d) virtuell

9. a)



- b) 4.9 cm
 c) 1.9 cm

10. a) $\frac{1}{g} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} = \frac{1}{4.8 \text{ cm}} - \frac{1}{5 \text{ cm}} = \frac{5}{24 \text{ cm}} - \frac{4.8}{24 \text{ cm}} = \frac{0.2}{24 \text{ cm}} \Rightarrow g = \frac{24 \text{ cm}}{0.2} = 120 \text{ cm} = \underline{1.20 \text{ m}}$

b) $B = \frac{G \cdot b}{g} = \frac{150 \text{ cm} \cdot 5.0 \text{ cm}}{120 \text{ cm}} = \underline{6.25 \text{ cm}}$

11. a) $b = \frac{B \cdot g}{G} = \frac{0.27 \text{ cm} \cdot 110 \text{ cm}}{5.2 \text{ cm}} = 5.71 \text{ cm}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{110 \text{ cm}} + \frac{1}{5.71 \text{ cm}} = 0.0091 \frac{1}{\text{cm}} + 0.1751 \frac{1}{\text{cm}} = 0.1842 \frac{1}{\text{cm}}$$

$$f = -\frac{1}{0.1842} \text{ cm} = \underline{5.4 \text{ cm}}$$

b) $\frac{B}{G} = \frac{0.4 \text{ cm}}{5.2 \text{ cm}} = \frac{1}{13} = \frac{b}{g} \Rightarrow g = 13 \cdot b$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{13b} + \frac{1}{b} = \frac{1}{13b} + \frac{13}{13b} = \frac{14}{13b} \Rightarrow f = \frac{13b}{14} \Rightarrow b = \frac{14f}{13} = \frac{14 \cdot 5.4 \text{ cm}}{13} = 5.85 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow g = 13 \cdot b = 13 \cdot 5.85 \text{ cm} = \underline{76.0 \text{ cm}}$$

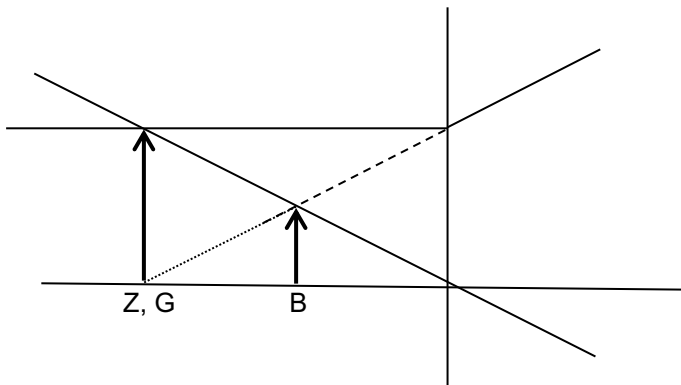
$$12. \quad \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{g} = \frac{1}{5.49 \text{ cm}} - \frac{1}{647 \text{ cm}} = 0.1821 \frac{1}{\text{cm}} - 0.0015 \frac{1}{\text{cm}} = 0.1806 \frac{1}{\text{cm}}$$

$$b = \frac{1}{0.1806} \text{ cm} = 5.54 \text{ cm} \quad B = \frac{b \cdot G}{g} = \frac{5.54 \text{ cm} \cdot 166 \text{ cm}}{647 \text{ cm}} = \underline{\underline{1.42 \text{ cm}}}$$

13. a) Ja: Wenn die optische Dichte eines Materials grösser ist, dann wird das Licht stärker gebrochen und die Brennweite ist kleiner.
 b) Die Linse aus Glas. Glas hat eine kleinere optische Dichte als Diamant und das Licht wird beim Übergang aus Luft weniger stark gebrochen. Deshalb ist die Brennweite grösser (und die Brechkraft kleiner).

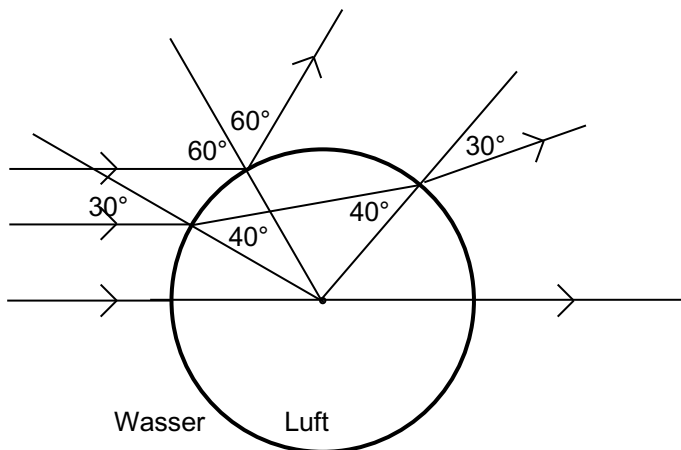
$$14. \quad \frac{B}{G} = \frac{1}{2} = \frac{b}{g} \quad \Rightarrow g = 2 \cdot b \quad \Rightarrow b = \frac{1}{2} g$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{-b} = \frac{1}{2b} + \frac{1}{-b} = \frac{1}{2b} - \frac{2}{2b} = -\frac{1}{2b} \Rightarrow f = -2b$$



Der Gegenstand steht im Zerstreuungspunkt.

15.



Der unterste Lichtstrahl geht geradeaus weiter (der Einfallswinkel ist 0)

Der mittlere Lichtstrahl wird gebrochen:

$$\alpha_{\text{Luft}} = \arcsin \left(\frac{n_{\text{Wasser}}}{n_{\text{Luft}}} \cdot \sin(\alpha_{\text{Wasser}}) \right) = \arcsin \left(\frac{1.33}{1} \cdot \sin(30^\circ) \right) = \underline{\underline{40^\circ}}$$

Der oberste Lichtstrahl wird total reflektiert (der Einfallswinkel ist grösser als der Grenzwinkel)