Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Schweizerische Maturitätskommission SMK

Ergänzungsprüfung Passerelle 'Berufsmaturität/Fachmaturität – universitäre Hochschulen'
Sommer 2023

Naturwissenschaften, Teil Physik

Kand.-Nr.: ....

Name, Vorname: ....

Erreichte Punktzahl: ....
Note: ....
Korrigierende: .... /......................

Fach:	**Naturwissenschaften, Teil Physik**
Dauer:	**80 Minuten**
Zugelassene Hilfsmittel:	1 Formelsammlung, 1 Taschenrechner (Casio FX-82Solar/Solar II, TI-30 ECO RS)
Maximale Punktzahl:	65 Punkte
Autoren:	René Weiss, Christoph Meier

Hinweise:

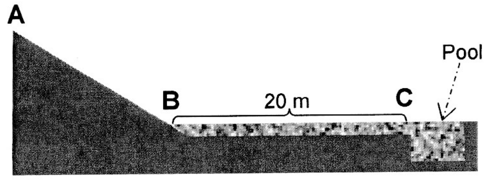
1. Antworten, Lösungsgang und Resultate sind direkt in diese Broschüre zu schreiben. Es dürfen keine Zusatzblätter beigefügt werden.
2. Falls der vorgegebene Platz nicht ausreicht, benutzen Sie die Zusatzseite am Ende des Aufgabenteils, und bringen Sie den Vermerk «siehe Zusatzseite» an.
3. Bitte <u>unterstreichen</u> Sie jeweils Ihr Resultat.
4. Eine formale Lösung muss nur gegeben werden, wo dies ausdrücklich verlangt ist. Der Lösungsweg muss ersichtlich sein; ein Resultat ohne Herleitung ergibt keine Punkte. Das Resultat darf dann nur noch gegebene Grössen enthalten.
5. Bei den numerischen Lösungen muss der Rechenweg ebenfalls ersichtlich sein, auch wenn zur Berechnung ein Rechner verwendet wird; ein Resultat ohne Herleitung ergibt keine Punkte. Resultate müssen eine sinnvolle physikalische Einheit enthalten und eine sinnvolle Genauigkeit aufweisen (d. h. die richtige Anzahl signifikanter Stellen). Für die Fallbeschleunigung g dürfen Sie 10 m/s^2 verwenden.
6. Verbale Antworten sollen in klaren Sätzen in korrektem Deutsch gegeben werden. Bemühen Sie sich in Ihrem eigenen Interesse um eine klare Darstellung und leserliche Schrift; Unleserliches und Unverständliches ergeben keine Punkte.
7. Die Serie umfasst 7 Aufgaben; das Punktemaximum beträgt 65 Punkte.
8. Zum Erreichen der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg und Durchhaltevermögen!

1. In einem Vergnügungspark gibt es eine **Wasserrutschbahn** *(Figur 1)*. [Tot. 10 P]

Lara (Masse 30 kg) setzt sich bei **A** hin und rutscht in einem Kanal nach **B** hinunter. Dabei beträgt ihre Beschleunigung 3.5 m/s^2.

Bei **B** erreicht sie die Geschwindigkeit 45 km/h.



Figur 1

1.1 Nach welcher Zeit erreicht Lara den Punkt **B**?

a) formal

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{v}{t}$$

$$t = \frac{v}{a}$$

1 P

b) numerisch

$$t = \frac{12{,}5\,\frac{m}{s}}{3{,}5\,\frac{m}{s^2}} = 3{,}6\,s$$

1 P

1.2 Welche Strecke hat Lara dabei zurückgelegt?

a) formal

$$v^2 = 2as + v_0^2$$

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

1 P

b) numerisch

$$s = \frac{(12{,}5\,\frac{m}{s})^2}{7\,\frac{m}{s^2}} = 22{,}3\,m \approx 22\,m$$

1 P

1.3 Wie gross ist die dabei wirkende beschleunigende Kraft (nur numerisch)?

$$F = ma = 30\,kg \cdot 3{,}5\,\frac{m}{s^2} = 0{,}11\,kN$$

1 P

Um die Hinunterrutschenden abzubremsen, ist das 20 m lange, horizontale Teilstück **BC** des Kanals knöcheltief mit Wasser gefüllt (*Figur 1*). Bei **C** fallen sie danach in einen Pool.

Lara wird auf der Strecke **BC** von 45 km/h auf 10 km/h abgebremst.

1.4 Wie gross ist dabei ihre Verzögerung (nur numerisch)?

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s} = \frac{(2{,}778\,\frac{m}{s})^2 - (12{,}5\,\frac{m}{s})^2}{40\,m} = -3{,}7\,\frac{m}{s^2}$$

2 P

1.5 Wie lang dauert dieses Abbremsen (nur numerisch)? 1 P

$$\underline{t} = \frac{\Delta v}{a} = \frac{-9{,}722\,\frac{m}{s}}{-3{,}7\,\frac{m}{s^2}} = \underline{2{,}6\,s}$$

1.6 Wir betrachten die **Gegenkraft** (*reactio*) zu der Kraft, welche Lara auf der Strecke **BC** abbremst.

a) Beschreiben Sie die Gegenkraft (nur verbal). 1 P

Kraft, die Lara auf das Wasser ausübt.

b) Woran erkennen die Zuschauer an der Wasserrutschbahn das Wirken der Gegenkraft? Begründen Sie Ihre Antwort. 1 P

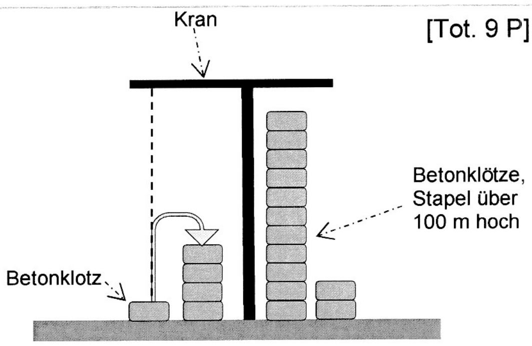
Welle vor Lara.

2. [Tot. 9 P]

Weil Photovoltaikanlagen nur unregelmässig elektrische Energie erzeugen, ist es nötig, Überschüsse zwischenzuspeichern.

Eine Möglichkeit besteht darin, die elektrische Energie zu verwenden, um **Betonklötze** (Masse je 35 t) mit einem Kran aufeinanderzutürmen (*Figur 2*).

Bei Bedarf können sie abgesenkt werden, wobei wieder elektrische Energie entsteht.



Figur 2

2.1 Die Dichte von Beton ist $2.4 \cdot 10^3$ kg/m^3. Wie gross ist das Volumen eines solchen Betonklotzes?

a) formal 1 P

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\underline{V = \frac{m}{\rho}}$$

b) numerisch 1 P

$$\underline{V} = \frac{35 \cdot 10^3\,kg}{2{,}4 \cdot 10^3\,kg/m^3} = \underline{15\,m^3}$$

2.2 Ein solcher Betonklotz wird um 98 m angehoben. Wie gross ist die erforderliche Hubarbeit?

a) formal 1 P

$E_{pot} = mgh$

b) numerisch 1 P

$E_{pot} = 3.5 \cdot 10^3 kg \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 98 m = 3.4 MJ$

2.3 Ein Beobachter dieses Hebevorgangs denkt mit Unbehagen an die Möglichkeit eines Absturzes des Betonblocks aus 98 m Höhe.
Mit welcher Geschwindigkeit würde der Betonblock am Boden aufprallen?

a) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegungen unter Verwendung des Begriffs **«Energie»**. 1 P

Energieerhaltung: $E_{pot} \rightarrow E_{kin}$
$h \rightarrow v$

b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Betonblocks formal. 1 P

$mgh = \frac{1}{2} m v^2$
$v = \sqrt{2gh}$

c) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Betonblocks numerisch. 1 P

$v = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 98 m} \approx 44 \frac{m}{s}$

2.4 Beim Aufbau des Turms werden 90 % der aufgewendeten elektrischen Energie in Lageenergie gespeichert. Beim Absenken der Betonklötze werden 90 % der Lageenergie wieder in elektrische Energie umgewandelt.
Wie gross ist der Wirkungsgrad dieser Anlage (nur numerisch)? 1 P

$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0{,}9^2 = 81\%$

2.5 Eine solche im Tessin errichtete Anlage kann $2.4 \cdot 10^4$ kWh elektrische Energie abgeben. Wie lang kann damit die Standortgemeinde mit 80 kW versorgt werden (nur numerisch)? 1 P

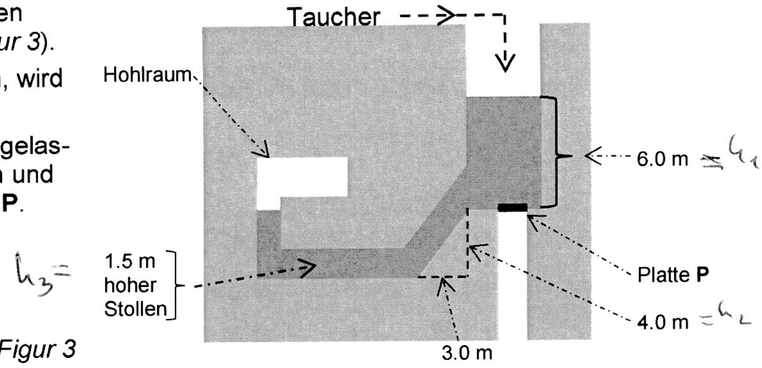
$t = \frac{E}{P} = \frac{2{,}4 \cdot 10^4 kWh}{80 kW} = 300 h$

3. Die Aufgaben 3.1 und 3.2 sind voneinander unabhängig. [Tot. 10 P]

3.1 Ein Wassereinbruch in einem **Bergwerk** hat einige Stollen unter Wasser gesetzt (*Figur 3*).

Um die Situation zu klären, wird ein Taucher eingesetzt.

Der Taucher wird hinuntergelassen, taucht ins Wasser ein und erreicht danach die Platte **P**.



Figur 3

a) Berechnen Sie den Wasserdruck bei der Platte **P** formal. 1 P

$p_P = \rho g h_1$

b) Berechnen Sie den Wasserdruck bei der Platte **P** numerisch. 1 P

$p_P = 0{,}60$ bar

c) Die Platte **P** hat eine Fläche von 1.6 m². Wie gross ist die Kraft, die das Wasser darauf ausübt (nur numerisch)? 1 P

$F = p_P \cdot A = 0{,}6 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2} \cdot 1{,}6\,m^2 = 96\,kN$

d) Der Taucher bewegt sich von der Platte **P** zu einem horizontalen, 1.5 m hohen Stollen hinunter (*Figur 3*). Wie gross ist der Wasserdruck am Boden dieses Stollens (nur numerisch)? 1 P

$p_S = \rho g (h_1 + h_2) = 1{,}0$ bar

e) Wie gross ist der Wasserdruck an der Decke dieses Stollens (nur numerisch)? 1 P

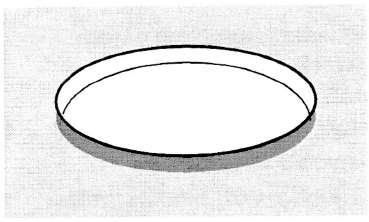
$p_D = \rho g (h_1 + h_2 - h_3) = 0{,}85$ bar

f) Der Taucher entdeckt einen Bergmann, der sich in einen Hohlraum (*Figur 3*) retten konnte. Jemand schlägt vor, als Sofortmassnahme einen Schacht von der Oberfläche zum Hohlraum zu bohren, um den eingeschlossenen Bergmann mit Nahrung etc. zu versorgen. Beurteilen Sie diesen Vorschlag (mit Begründung). 2 P

Bei direkter Verbindung nach oben sinkt der Druck in Kammer auf Luftdruck. Wasser drückt nach und füllt Hohlraum.

3.2 Die **Seerose** *Victoria amazonica* hat riesige auf der Wasseroberfläche schwimmende, harte Blätter mit einem vertikalen Rand (*Figur 4*), in ihrer Form einem Kuchenblech vergleichbar.

Kinder können ein solches Blatt als Floss nutzen.



Figur 4

Ein Junge (Masse 24 kg) stellt sich auf ein solches Blatt mit 4.0 m² Fläche. Um welche Strecke wird es dadurch nach unten gedrückt?

a) Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zur Beantwortung dieser Frage (nur verbal). 1 P

Gewicht verdrängtes Wasser = Gewicht Junge
Archimedes

b) Berechnen Sie die gesuchte Strecke (nur numerisch). 2 P

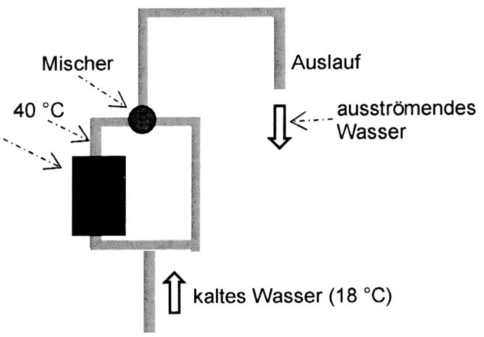
$$\rho_W \cdot g \cdot A \cdot h = mg$$

$$h = \frac{mg}{\rho_W g A} = \frac{24\,kg}{1000\,\frac{kg}{m^3} \cdot 4{,}0\,m^2}$$

$$= 6{,}0\,mm$$

4. Weil ein Gartenhäuschen nur eine Zuleitung für kaltes Wasser hat, wird dort ein **Durchlauferhitzer** eingebaut (*Figur 5*). [Tot. 10 P]

Das durch den Durchlauferhitzer fliessende Wasser wird von 18 °C auf 40 °C erwärmt und danach, je nach gewünschter Temperatur am Auslauf. im Mischer mit kaltem Wasser von 18 °C gemischt.



Figur 5

4.1 Welche Wärmemenge ist nötig, um 1.0 l Wasser von 18 °C auf 40 °C zu erwärmen?

a) formal 1 P

$$\Delta Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot (T_2 - T_1)$$

b) numerisch 1 P

$$\Delta Q = 1\,kg \cdot 4180\,\frac{J}{kg\,K} \cdot 22\,K = 92\,kJ$$

4.2 Welche Leistung hat der Durchlauferhitzer, wenn er 30 s braucht, um 1.0 l Wasser von 18 °C auf 40 °C zu erwärmen (nur numerisch)? 1 P

$$P = \frac{c \rho V (T_2 - T_1)}{t} = 3{,}1\,\text{kW}$$

4.3 Mit wie viel Wasser von 18 °C (T_K) muss man 1.0 l Wasser von 40 °C (T_H) mischen, damit man ausströmendes Wasser von 30 °C (T) erhält (nur numerisch, aber Rechnung begründen)? 2 P

$$c \rho V_1 (T - T_K) = \rho c V_2 (T_H - T)$$

$$V_1 = \frac{T_H - T}{T - T_K} \cdot V_2$$

$$= \frac{10}{12} \, 1\,l$$

$$V_1 = 0{,}83\,l$$

4.4 In einem Becher befindet sich ein Stück Eis von 30 g Masse und der Temperatur von -10 °C.

Wie viel Wasser von 18 °C muss man (mindestens) in den Becher giessen, damit das ganze Stück Eis schmilzt (nur numerisch, aber Rechnung begründen)? 3 P

$$\Delta Q_1 = \Delta Q_2$$

$$c_w m_w (T_H - \underset{0}{T_0}) = L_f \cdot m_E + c_E \cdot m_E \cdot (\underset{0}{T_0} - T_K)$$

$$m_w = \frac{L_f m_E - c_E m_E T_K}{c_w T_H}$$

$$= \frac{3{,}338 \cdot 10^5 \frac{J}{kg} \cdot 0{,}03\,kg - 2100 \frac{J}{kgK} \cdot 0{,}03\,kg\,(-10\,°C)}{4182 \frac{J}{kgK} \cdot 18\,°C}$$

$$m_w = 0{,}12\,kg$$

4.5 In dem Gartenhäuschen wäscht sich jemand die Hände mit 40 °C warmem Wasser. Dabei wird Wärme vom Durchlauferhitzer zu seinen Händen transportiert.

Um welche Art des Wärmetransports handelt es sich? Begründen Sie Ihre Antwort.

a) Art des Wärmetransports 1 P

Konvektion (Strömung)

b) Begründung 1 P

Strömendes warmes Wasser transportiert die Wärme

5. Chris hat einen **Experimentierkasten** für grundlegende Versuche zur Elektrizitätslehre erhalten. [Tot. 10 P]

Als Spannungsquelle dient eine 4.5-V-Batterie, an die verschiedene Glühbirnchen angeschlossen werden.

5.1 Chris schliesst zuerst ein 25-Ω-Glühbirnchen an die Batterie an. Wie gross ist der fliessende Strom?

a) formal

$I = \frac{U}{R}$ 1 P

b) numerisch

$I = \frac{4{,}5\,V}{25\,\Omega} = 0{,}18\,\Omega$ 1 P

5.2 Wie gross ist die Leistung, die dann produziert wird?

a) formal

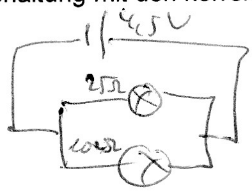
$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$ 1 P

b) numerisch

$P = \frac{(4{,}5\,V)^2}{25\,\Omega} = 0{,}81\,W$ 1 P

5.3 Als Nächstes baut Chris eine Parallelschaltung eines Glühbirnchens mit 25 Ω Widerstand und eines Glühbirnchens mit $1.0 \cdot 10^2$ Ω Widerstand auf und schliesst dann die Parallelschaltung an die 4.5-V-Batterie an.

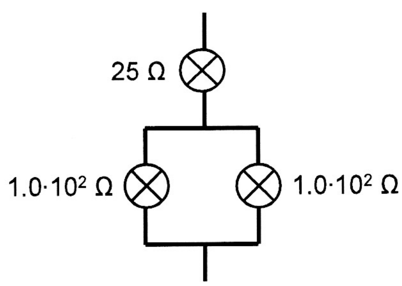
a) Skizzieren Sie diese Schaltung mit den korrekten Schaltsymbolen. 1 P



b) Berechnen Sie die Leistung, die im $1.0 \cdot 10^2$-Ω-Glühbirnchen erzeugt wird (nur numerisch). 1 P

$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(4{,}5\,V)^2}{100\,\Omega} = 0{,}20\,W$

5.4 Danach baut Chris mit drei Glühbirnchen die nebenstehende Schaltung auf (*Figur 6*) und schliesst sie an die 4.5-V-Batterie an. Er stellt fest, dass alle Glühbirnchen gleich hell leuchten.



Figur 6

Um das zu verstehen, berechnen Sie folgende Grössen (nur numerisch):

a) Gesamtwiderstand der Schaltung — 1 P

$$R_G = R_1 + \frac{R_2}{2} = 25\,\Omega + 50\,\Omega = 75\,\Omega$$

$$\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{11}} \rightarrow R_{11} = \frac{1}{2} R_2$$

b) Stärke des Stroms, der von der Batterie wegfliesst — 0.5 P

$$I_G = \frac{U_G}{R_G} = \frac{4.5\,V}{75\,\Omega} = 60\,mA$$

c) Leistung im 25-Ω-Glühbirnchen — 0.5 P

$$P = I^2 \cdot R = 90\,mW$$

d) Stärke des Stroms im linken $1.0 \cdot 10^2$-Ω-Glühbirnchen — 0.5 P

$$I = \frac{1}{2} I_G = 30\,mA$$

e) Leistung im linken $1.0 \cdot 10^2$-Ω-Glühbirnchen — 0.5 P

dito, Strom teilt sich $R_2 : R_3 = 1:1$

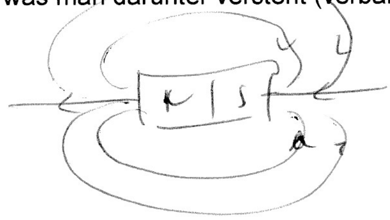
f) Erklären Sie, weshalb aus diesen Resultaten folgt, dass alle drei Glühbirnchen gleich hell leuchten. — 1 P

$P \sim R$: R viermal so gross
$P \sim I^2$: I halbiert → viertel } P gleich
Helligkeit gleich

6. Die Aufgaben 6.1 und 6.2 sind dem Thema **Magnetismus** gewidmet. [Tot. 6 P]

6.1 Wir betrachten zuerst einen **Permanentmagnet**.

a) Erklären Sie, was man darunter versteht (verbale Antwort mit Skizze). — 2 P



Dauerhaftes Magnetfeld mit Nord- und Südpol

b) Wir bringen den Permanentmagnet in die Nähe eines Eisenstücks. Was geschieht? Wie lässt sich das erklären? 1 P

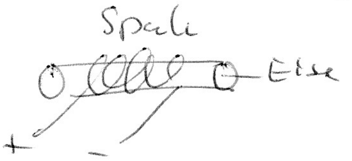
Es gibt eine Anziehung, weil die ~~Per~~ Elementarmagnete im Eisen sich ausrichten.

c) Nun bringen wir den Permanentmagnet in die Nähe eines Aluminiumstücks. Was geschieht? Wie lässt sich das erklären? 1 P

Es passiert nichts. Aluminium ist kein ~~Ferro~~ Ferromagnet.

6.2 Neben Permanentmagneten gibt es auch **Elektromagnete**.

Was versteht man unter einem Elektromagnet (verbale Antwort mit Skizze)? Welchen entscheidenden Vorteil hat er gegenüber einem Permanentmagnet? 2 P



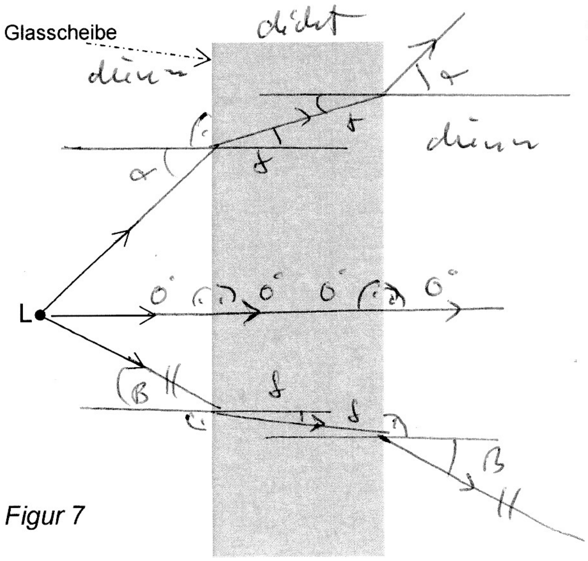
Spule um Eisenkern: sehr starkes, steuerbares Magnetfeld, dass sich auch umpolen lässt. (Stromrichtung)

7. Die Aufgaben 7.1, 7.2 und 7.3 sind voneinander unabhängig. [Tot. 10 P]

7.1 Eine Lampe **L** *steht vor einer* **Glasscheibe** *(Figur 7)*. 3 P

Skizzieren Sie möglichst genau den weiteren Verlauf der drei Lichtstrahlen, und begründen Sie Ihre Lösung.

Winkel zum Lot.
opt. dünn → dicht
Brechung zum Lot hin
opt dicht → dünn:
Brechung vom Lot weg

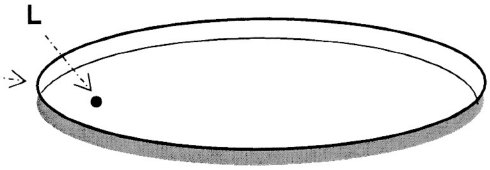


Figur 7

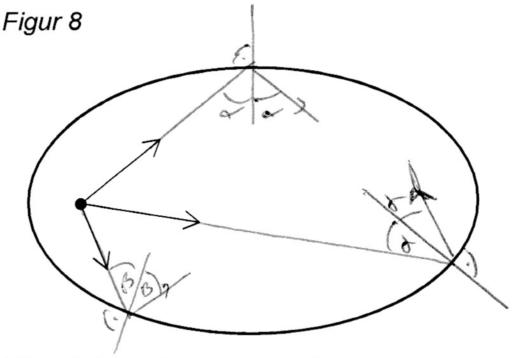
7.2 Eine Lampe **L** befindet sich im Innern eines ovalförmigen Streifens aus **glänzendem Metall**, welcher Licht spiegelt (*Figur 8*). 3 P

Figur 9 zeigt die Situation von oben gesehen. Skizzieren Sie darin möglichst genau den weiteren Verlauf der drei Lichtstrahlen, und begründen Sie Ihre Lösung.

Beschränken Sie sich dabei auf die erste Reflexion der Lichtstrahlen, die in der Folge noch weiter reflektiert werden.



Figur 8

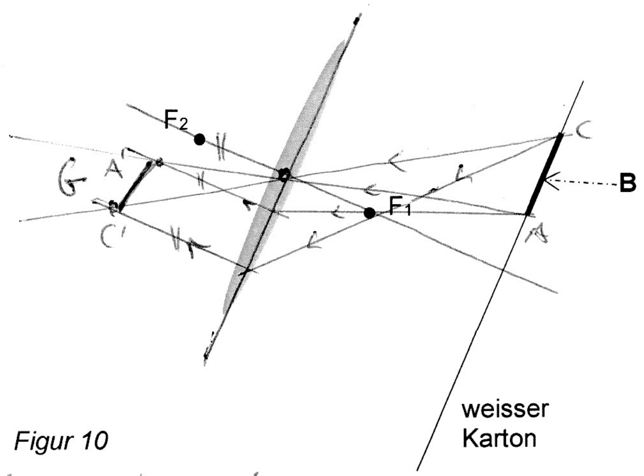


Figur 9 (von oben gesehen)

Winkel gegen das Lot.
Einfallswinkel gleich Reflektionswinkel, auf unterschiedlichen Seiten des Lots.

7.3 Auf einem Stück weissem Karton sieht man das Bild **B** (*Figur 10*). Dieses wurde durch eine **Sammellinse** mit den Brennpunkten F_1 und F_2 erzeugt. 4 P

Skizzieren Sie möglichst genau den Gegenstand, der dieses Bild erzeugt, und begründen Sie Ihre Lösung.



Figur 10

- Mittelpunktstrahl unverändert
- Brennpunktstrahl → Parallelstrahl
- Linse → Mittelebene
- Umkehrbarkeit Bildung B → G ≙ G → B