



Ergänzungsprüfung Passerelle 'Berufsmaturität/Fachmaturität – universitäre Hochschulen'
Winter 2022

Naturwissenschaften, Teil Physik

Kand.-Nr.:

Name, Vorname:

Erreichte Punktzahl:

Note:

Korrigierende(r):

Fach: **Naturwissenschaften, Teil Physik**

Dauer: **80 Minuten**

Zugelassene Hilfsmittel: 1 Formelsammlung,
1 Taschenrechner (Casio FX-82Solar/Solar II, TI-30 ECO RS)

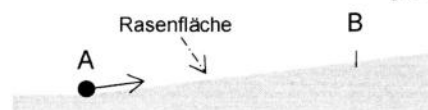
Maximale Punktzahl: 65 Punkte

Autoren: René Weiss, Christoph Meier

- Hinweise:
1. Antworten, Lösungsgang und Resultate sind direkt in diese Broschüre zu schreiben. Es dürfen keine Zusatzblätter beigelegt 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 unterstreichen 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 ergibt 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 weiterhin viel Erfolg und Durchhaltevermögen!

1. Ein Golfball (Masse 45 g) hat am unteren Ende A einer leicht ansteigenden Rasenfläche die Geschwindigkeit 2.0 m/s (Figur 1).
 Während des Hinaufrollens beträgt seine Verzögerung («negative Beschleunigung») 0.22 m/s².



Figur 1

[Tot. 10 P]

Hinweis: Die Aufgaben 1.5 und 1.6 sind von den Aufgaben 1.1 bis 1.4 unabhängig.

- 1.1 Im Punkt B kommt der Golfball zum Stillstand. Wie lang ist die Strecke AB?

a) formal $v^2 = 2as + v_0^2 \quad | v = 0$
 $s = -\frac{v_0^2}{2a}$

1 P

- b) numerisch

$$s = -\frac{(2 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot (-0.22 \frac{m}{s^2})} = 9.1 m$$

1 P

- 1.2 Wie lange dauert es, bis der Golfball zum Stillstand kommt?

a) formal $a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v - v_0}{t} \quad | v = 0$
 $t = -\frac{v_0}{a}$

1 P

- b) numerisch

$$t = -\frac{2 \frac{m}{s}}{0.22 \frac{m}{s^2}} = 9.1 s$$

1 P

- 1.3 Welche Geschwindigkeit hat der Golfball, wenn er 4.0 m weit gerollt ist (nur numerisch)?

$$v = \sqrt{2as + v_0^2}$$

$$v = 1.5 \frac{m}{s}$$

2 P

- 1.4 Wie gross ist die verzögernde Kraft während des Hinaufrollens (nur numerisch)?

$$F = ma = -9.9 m N$$

1 P

- 1.5 Wenn sich der Golfball auf der leicht ansteigenden Rasenfläche befindet, wirkt auf ihn (wegen der Neigung) eine hangabwärts gerichtete Kraft F_H («Hangabtriebskraft») der Grösse 0.0030 N.
 Die Kraft F_H ist kleiner als die bei Aufgabe 1.4 berechnete verzögernde Kraft. Erklären Sie diesen Sachverhalt.

Zwei Hangabtriebskraft kommt noch die Reibungskraft hinzu. Sie überwiegt F_H .

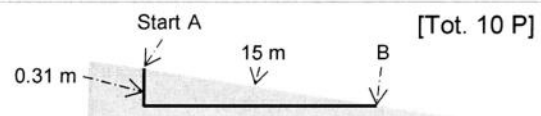
2 P

- 1.6 Im Punkt B kommt der Golfball zum Stillstand. Was geschieht nun? Begründen Sie Ihre Antwort.

Der Ball bleibt liegen, weil die Reibungskraft nicht den Hang hinauf reicht und gross genug werden kann, um den Ball an Ort zu halten.

1 P

2. Ein **Bob** («Bobschlitten») der Masse 0.18 t steht beim Start A einer Bobbahn (Figur 2). Bei der Bewegung des Bobs auf der Bobbahn wirke keine Reibung.
 Nach 15 m Weg wird beim Punkt B, der 0.31 m tiefer als der Start A liegt, die Geschwindigkeit des Bobs gemessen.



Figur 2

- 2.1 Welche Geschwindigkeit erreicht der Bob bei B, wenn man ihn von A nach B hinuntergleiten lässt?
 Beantworten Sie diese Frage unter der Verwendung des Begriffs «Energie».

- a) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegungen.

Die potentielle Energie in A wandert sich in kinetische um.

1 P

- b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Bobs formal.

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

1 P

- c) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Bobs numerisch.

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,31m} = 2,5 \frac{m}{s}$$

1 P

- 2.2 Bei einem Rennen wird der Bob von zwei kräftigen Männern angeschoben. Sie verrichten dabei auf der 15 m langen Strecke AB eine Arbeit von insgesamt 8.7 kJ.

Wie gross ist in dieser Situation die Geschwindigkeit des Bobs im Punkt B?

- a) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegungen.

Zur pot. Energie kommt noch die Arbeit hinzu, die von den Männern verrichtet wird. 1 P

- b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Bobs numerisch.

$$E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}} + W$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g h + W$$

$$v = \sqrt{2 g h + \frac{2W}{m}}$$

$$v = 7.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2 P

- 2.3 Wie gross ist die Kraft F_s , die durch das Anschieben auf den Bob wirkt (nur numerisch)?

$$W = F_s s$$

$$F_s = \frac{W}{s} = \frac{8700 \text{ J}}{15 \text{ m}} = 580 \text{ N} = \underline{0.58 \text{ kN}}$$

1 P

- 2.4 Wir betrachten die Gegenkraft der bei Aufgabe 2.3 berechneten «Anschiebkraft» F_s .

- a) Ergänzen Sie den folgenden Satz: Die Gegenkraft von F_s ist die Kraft, die ... 1 P

des Bob auf die Männer ausübt

- b) Wo greift die Gegenkraft an? 1 P

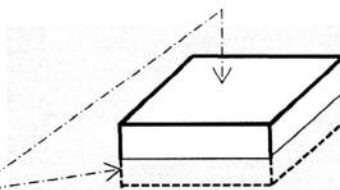
An den Haltegriffen.

- c) Was lässt sich über deren Grösse und deren Richtung sagen? 1 P

Grösse: gleich wie F_s
Richtung: entgegengesetzt } $a_{\text{Bob}} = a_{\text{Männer}}$

3. Um extrem schwere Lasten, wie etwa Decks von Bohrinseln, zu transportieren, werden spezielle **Schiffe** verwendet. Diese haben die Form von riesigen schwimmenden Quadern (Figur 3). Ein solches Schiff hat eine Fläche von $4.0 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ und taucht 25 m tief ins Wasser ein. [Tot. 10 P]

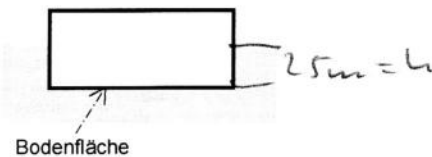
Figur 3



Hinweis: Die Aufgaben 3.1, 3.2 und 3.3 sind voneinander unabhängig.

- 3.1 Berechnen Sie den Wasserdruck an der Bodenfläche des Schiffs (Figur 4).

Figur 4



- a) formal

$$p_s = \rho g h$$

1 P

- b) numerisch

$$p_s = 2,5 \text{ bar}$$

1 P

- c) Berechnen Sie die Kraft, die das Wasser in Figur 4 auf die Bodenfläche des Schiffs ausübt (nur numerisch).

$$F = p_s \cdot A = \rho g h \cdot A = 2,5 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 4 \cdot 10^4 \text{ m}^2 = 1,0 \cdot 10^{10} \text{ N}$$

1 P

- 3.2 Dieses Schiff kann mit Lasten von bis zu 48'000 Tonnen beladen werden. Um welche Strecke sinkt es beim Beladen mit dieser Last nach unten?

- a) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegung.

Es wird Wasser von 48000t verdrängt.
 Dies sind 48000 m^3 , die in einem Quader mit Grundfläche $4 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ darstellen.

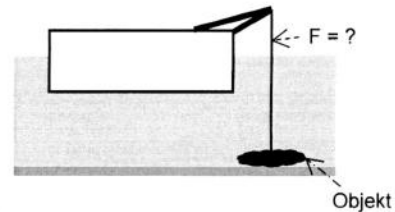
1 P

- b) Berechnen Sie die gesuchte Strecke numerisch.

$$x = \frac{V}{A} = \frac{m^3}{\text{m}^2} = \frac{48000 \text{ m}^3}{40000 \text{ m}^2} = 1,2 \text{ m}$$

3 P

- 3.3 Auf diesem Schiff ist ein Kran montiert (Figur 5).
Mit diesem Kran soll ein Objekt mit $5.2 \cdot 10^3$ t Masse und $4.1 \cdot 10^3$ m³ Volumen vom Meeresgrund angehoben werden.
Wie gross ist die nötige Zugkraft F (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?



Figur 5

3 P

$$F = F_{\text{Gewicht}} - F_{\text{Auftrieb}}$$

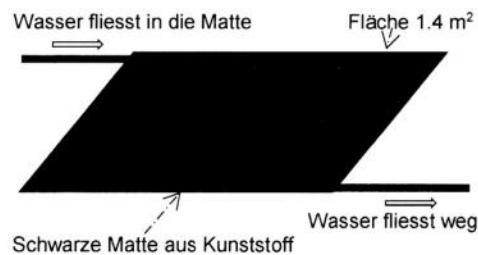
↳ Gewicht verdrängte Wasser

$$= 5,2 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 4,1 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\underline{F = 1,1 \cdot 10^7 \text{ N}}$$

4. Hinweis: Die Aufgabe 4.3 ist von den Aufgaben 4.1 und 4.2 unabhängig. [Tot. 9 P]

- 4.1 «Die **Solarmatte SUPERSOL** bietet eine umweltfreundliche Möglichkeit, um einen Aufstellpool im Aussenbereich zu beheizen. Sie absorbiert die Sonnenstrahlen, wodurch das Wasser im Pool erwärmt wird.» (Aus einem Prospekt.)



Figur 6

Gemäss Angaben lassen sich mit dieser Matte 20 m³ Wasser um 3.0 K erwärmen.

Welche Wärmemenge ist dazu nötig?

- a) formal

$$\underline{\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T}$$

1 P

- b) numerisch

$$\underline{\Delta Q = 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 20000 \text{ kg} \cdot 3 \text{ K} = 0,25 \cdot 10^9 \text{ J}}$$

1 P

- 4.2 Das Wasser wird durch die neben dem Pool auf den Boden gelegte Solarmatte gepumpt (Figur 6). Durch die Einstrahlung der Sonne wird der Matte pro Quadratmeter 0.90 kW zugeführt.

- a) Wie gross ist die Leistung, die der 1.4 m² grossen Matte dadurch zugeführt wird (nur numerisch)?

$$\underline{P = 900 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 1,4 \text{ m}^2 = 1,3 \text{ kW}}$$

1 P

- b) Wie lange dauert es, bis auf diese Weise 20 m^3 Wasser um 3.0 K erwärmt sind (nur numerisch)? Geben Sie das Resultat in Stunden an.

$$P = \frac{\Delta Q}{t} \rightarrow t = \frac{\Delta Q}{P} = \frac{0,25 \cdot 10^9 \text{ J}}{1,3 \cdot 10^4 \text{ W}} = 536 \quad 1 \text{ P}$$

- c) Eignet sich diese Solarmatte für das gewünschte Erwärmen? Begründen Sie Ihre Antwort.

Offenbar ist die Matte viel zu klein, um eine so grosse Menge Wasser zu erwärmen. 1 P

- 4.3 Ein Bekannter sagt Ihnen, er habe gelesen, dass bei einem sehr starken Gewitter **Hagelkörner** so heftig am Boden aufschlagen könnten, dass sie durch die Wucht des Aufpralls schmelzen würden und nur noch Wasser übrig bleibe. Ob das wohl sein kann?

Betrachten Sie ein Hagelkorn von 2.5 g Masse und der Temperatur 0°C , das auf eine Unterlage von 0°C aufprallt. Wie hoch muss die Geschwindigkeit des Hagelkorns (mindestens) sein, damit es vollständig schmilzt?

- a) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegungen.

Die kinetische Energie müsste in Schmelzwärme umgewandelt werden. 1 P

- b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit formal.

$$\frac{1}{2} m v^2 = L_f \cdot m \quad 1 \text{ P}$$

$$v = \sqrt{2L_f}$$

- c) Berechnen Sie die Geschwindigkeit numerisch.

$$v = \sqrt{2 \cdot 3,338 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 0,82 \frac{\text{km}}{\text{s}} \quad 1 \text{ P}$$

- d) Welche Antwort (mit Begründung) geben Sie Ihrem Bekannten?

Das Hagelkorn braucht mehr als doppelte Lichtgeschwindigkeit. Also unmöglich. 1 P

5. Chris hat **zwei Heizdecken** für seine Betten im Internet zu einem sehr günstigen Preis gekauft. Bei der Lieferung stellt er fest, dass diese nur für den amerikanischen Markt mit 115 V Netzspannung geeignet sind. Weil eine Kontaktaufnahme mit dem Anbieter erfolglos bleibt, überlegt er sich, ob er die Heizdecken trotzdem nutzen kann.
 Gemäss Beschreibung haben die Decken je den Widerstand 0.20 kΩ. [Tot. 10 P]

5.1 Wie gross ist der Strom, der fliesst, wenn eine solche Decke korrekt an 115 V angeschlossen wird?

a) formal

$$U = R \cdot I$$

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

1 P

b) numerisch

$$I = \frac{115 \text{ V}}{0,2 \text{ k}\Omega} = 0,575 \text{ A}$$

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

$$P = \frac{(115 \text{ V})^2}{200 \Omega} = 66 \text{ W}$$

1 P

5.3 Wie gross ist die Leistung, die erzeugt wird, wenn eine solche Decke an die europäische Netzspannung 230 V angeschlossen wird (nur numerisch)?
 Kommentieren Sie das Resultat.

$$\bar{P} = \frac{\bar{U}^2}{R} \quad \bar{U} = 2U \quad \bar{U}^2 = 4U^2 \quad \text{also 4-fache Leistung}$$

$$= 0,264 \text{ kW}$$

1 P

5.4 Chris überlegt sich, ob er die beiden Heizdecken parallel schalten und dann an 230 V anschliessen könnte.

a) Zeichnen Sie in *Figur 7* die entsprechende Schaltung mit den korrekten Schaltsymbolen.

230-V-Steckdose

Figur 7



1 P

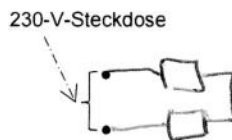
b) Wie gross ist die in *Figur 7* erzeugte gesamte Leistung (nur numerisch)?
 Kommentieren Sie das Resultat.

$$P_G = 2\bar{P} = 0,132 \text{ kW}$$

1 P

5.5 Chris überlegt sich weiter, ob er die beiden Heizdecken in Serie schalten und dann an 230 V anschliessen könnte.

- a) Zeichnen Sie in *Figur 8* die entsprechende Schaltung mit den korrekten Schaltsymbolen.



Figur 8

- b) Wie gross ist die in *Figur 8* erzeugte gesamte Leistung (nur numerisch)? Kommentieren Sie das Resultat.

$$P_G = 2P = 0,13 \text{ kW}$$

weil jede Heizdecke sich $\frac{230 \text{ V}}{2} = 115 \text{ V}$ bekommt.

6. Die Batterie eines Autos mit elektrischem Antrieb speichert 24 kWh elektrischer Energie.
 Bei Testfahrten in Deutschland wurde auf einer horizontalen Strecke mit konstanter Geschwindigkeit so lange gefahren, bis die anfänglich vollständig geladene Batterie leer war.
 Bei einer solchen Fahrt wurden $1,8 \cdot 10^2 \text{ km}$ in 2 Stunden 30 Minuten zurückgelegt.

[Tot. 8 P]

Hinweis: Es genügt, wenn Sie die folgenden Aufgaben numerisch lösen.

- 6.1 Wie gross war die Geschwindigkeit während dieser Fahrt (Resultat in km/h)?

$$v = \frac{s}{t} = \frac{180 \text{ km}}{2,5 \text{ h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- 6.2 Der Verbrauch von Elektrofahrzeugen wird in «kWh pro 100 km Fahrstrecke» angegeben. Wie gross war der Verbrauch bei dieser Fahrt?

$$V = \frac{E}{s} = \frac{24 \text{ kWh}}{180 \cdot 100 \text{ km}} = 13 \frac{\text{kWh}}{100 \text{ km}}$$

- 6.3 In Deutschland werden pro kWh produzierter elektrischer Energie $4,7 \cdot 10^2 \text{ Gramm CO}_2$ freigesetzt («deutscher Strommix»).

- a) Wie viel CO_2 wurde freigesetzt, um die leere Batterie für die Fahrt mit 24 kWh zu laden?

$$m = 470 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} \cdot 24 \text{ kWh} = 11 \text{ kg}$$

- b) Bei der Energiediskussion spielt die Angabe, wie viel Gramm CO₂ pro Kilometer Fahrstrecke (g/km) produziert wird, die entscheidende Rolle. Berechnen Sie diese Grösse für diese Fahrt.

$$\underline{V_{\text{CO}_2}} = \frac{11280 \text{ g}}{180 \text{ km}} = \underline{63 \frac{\text{g}}{\text{km}}}$$

1 P

- 6.4 Dieses Auto wird auch mit einem Verbrennungsmotor als Antrieb gebaut. Ein solches legte, ebenso wie das elektrisch angetriebene, $1,8 \cdot 10^2$ km in 2 Stunden 30 Minuten zurück. Dabei verbrauchte es 6.8 Liter Treibstoff.

- a) Pro Liter verbranntem Treibstoff entstehen 2.6 kg CO₂. Wie viel Gramm CO₂ pro Kilometer Fahrstrecke wurden bei dieser Fahrt produziert?

$$\underline{V_{\text{CO}_2}} = \frac{2,6 \text{ kg} \cdot 6,8}{180 \text{ km}} = \underline{98 \frac{\text{g}}{\text{km}}}$$

1 P

- b) Es wird oft gesagt, Elektrofahrzeuge seien emissionsfrei unterwegs («zero emission»). Kommentieren Sie aus dieser Sichtweise die Resultate von 6.3 b) und 6.4 a).

"zero emission" ist erst einmal nur eine lokale Aussage, d.h. es werden keine Emissionen aus dem "Auspuff" abgegeben.
Die tatsächlichen Emissionen hängen sehr stark von der Art der Stromerzeugung ab.

1 P

- 6.5 Herr Schulz hat die Absicht, ein solch elektrisch angetriebenes Auto zu kaufen. Er könnte es bei seiner Wohnung mit einer 230-V-Steckdose verbinden, bei der maximal 10 A fließen. Wie lange dauert das vollständige Aufladen der ganz entleerten Batterie?

$$E = U \cdot I \cdot t$$
$$\underline{t = \frac{E}{U \cdot I} = \frac{24 \text{ kWh}}{2300 \text{ W}} = \underline{10 \text{ h}}}$$

2 P

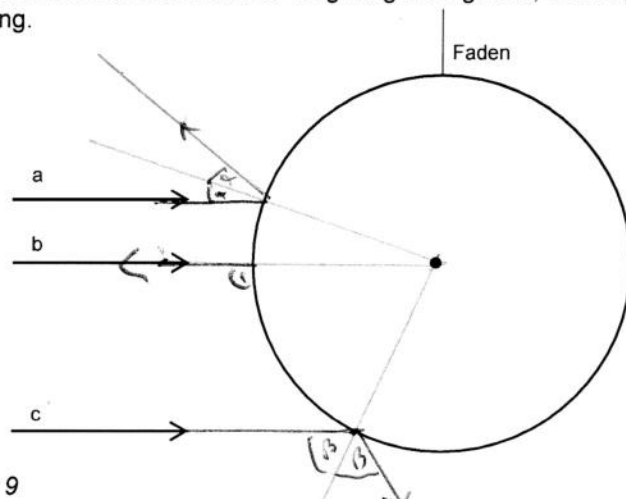
7. Hinweis: Die Aufgaben 7.1, 7.2 und 7.3 sind voneinander unabhängig. [Tot. 8 P]

7.1 Erklären Sie, was man unter dem «Grenzwinkel der Totalreflexion» versteht (mit Skizze).

Der Winkel, ab dem, bei der Übergang vom opt. dichteren zum dünneren Medium, kein Licht mehr austritt, sondern an der Grenzschicht zu 100% reflektiert wird. 2 P

7.2 Auf eine an einem Faden aufgehängte glänzende Metallkugel fallen die drei parallelen Lichtstrahlen a, b und c (Figur 9). 3 P

Skizzieren Sie deren weiteren Weg möglichst genau, und begründen Sie Ihre Lösung.

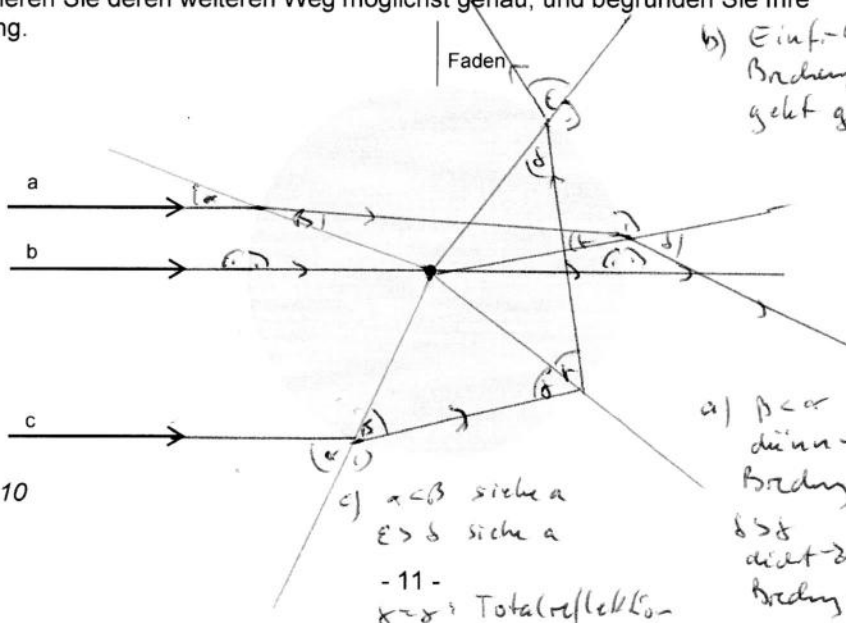


a/c) Einfallswinkel = Reflektionswinkel
 b) Einfallswinkel 0°
 → Reflektion 0°
 läuft in sich
 zurück

Figur 9

7.3 Auf eine an einem Faden aufgehängte Glaskugel fallen die drei parallelen Lichtstrahlen a, b und c (Figur 10). 3 P

Skizzieren Sie deren weiteren Weg möglichst genau, und begründen Sie Ihre Lösung.



b) Einf.-W: 0°
 Brechungsindex n
 geht gerade durch

a) $\beta < \alpha$
 dünn → dicht
 Brechung zum Lot hin
 $\delta > \epsilon$
 dicht → dünn
 Brechung vom Lot weg

c) $\alpha < \beta$ siehe a
 $\epsilon > \delta$ siehe a
 -11-
 $\delta > \epsilon$: Totalreflexion

Figur 10