Schweizerische Maturitätsprüfung | Kandidat(in) Nr. ....

Sommer 2011 | Name / Vorname: ....

Grundlagenfach

Bereich: **NATURWISSENSCHAFTEN**

Teil: **Physik**

Verfasser: R. Weiss

Zeit: 80 Minuten (von total 4 Stunden)

Hilfsmittel: Beiliegende Formelsammlung und Taschenrechner gemäss Weisungen

Hinweise:

Antworten, Lösungsgang und Resultate sind direkt auf die Aufgabenblätter zu schreiben. Bitte unterstreichen Sie jeweils Ihr Resultat. Sollten Sie mehr Platz als vorgesehen benötigen, ist dafür hinten eine leere Zusatzseite beigefügt. Machen Sie auf dem Aufgabenblatt unbedingt einen entsprechenden verbalen Hinweis. Eigene Zusatzblätter dürfen nicht verwendet werden.
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.
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.
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.

Die Serie umfasst 7 Aufgaben, das Punktemaximum beträgt 67 Punkte.
Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

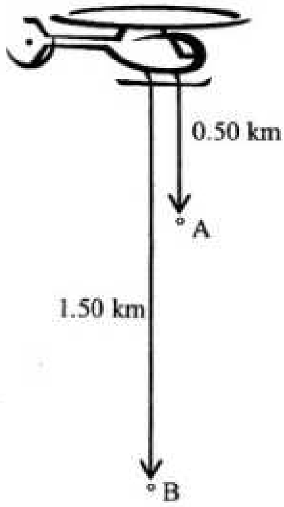
Für die Korrigierenden: ....

Erreichte Punktzahl: .... Punkte

Note Teil Physik (auf Zehntelnoten gerundet): ....

Aufgabe 1 (16 Punkte)

Eine Fallschirmspringerin der Masse 60 kg lässt sich aus einem in konstanter Höhe schwebenden Helikopter nach unten fallen. Wir beschränken unsere Überlegungen auf die Phase ihres Falls, während der ihr Schirm noch geschlossen ist.



Figur 1

Wir untersuchen nun einerseits den freien Fall eines Körpers und andererseits die Fallbewegung der Springerin.

a) Wir betrachten zuerst den freien Fall eines Körpers.

a1) Welche Geschwindigkeit würde ein aus dem Helikopter frei fallender Körper im Punkt B erreichen, d.h. nach 1.50 km Fallstrecke?

a11) formal

$$v^2 = 2as + v_0^2 \quad ; \quad | \; a = g, \; v_0 = 0, \; h = 1{,}5\,\mathrm{km}$$

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

2 P.

a12) numerisch

$$\underline{v} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 1500\,\mathrm{m}} = \underline{172\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$$

2 P.

a2) Nach welcher Zeit würde der Körper den Punkt B passieren?

a21) formal

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \quad | \; v_0 = 0, \; a = g, \; s = h$$

$$\underline{t = \sqrt{\frac{2h}{g}}}$$

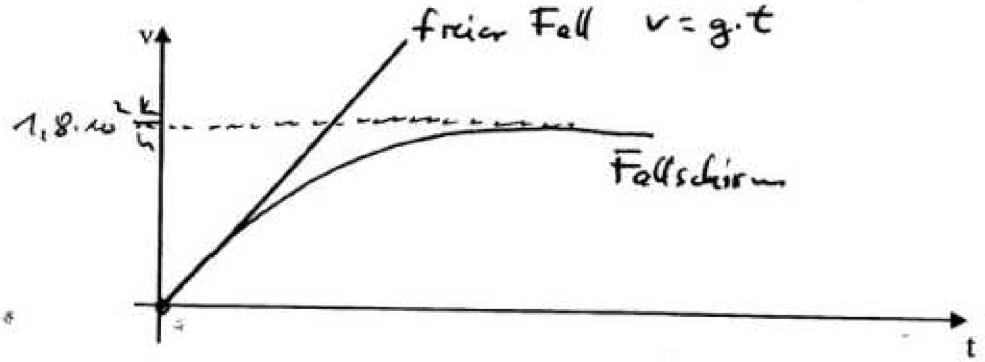
2 P.

a22) numerisch

$$\underline{t} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}500\,\mathrm{m}}{9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} = \underline{17{,}5\,\mathrm{s}}$$

1 P.

a3) Skizzieren Sie qualitativ das Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm für diese Bewegung in Figur 2. Beschriften Sie den Graphen mit „freier Fall“



Figur 2

2 P.

b) Nun wenden wir uns der Fallschirmspringerin zu. Wenn ihr Schirm noch geschlossen ist, erreicht sie wegen des Luftwiderstands eine maximale Geschwindigkeit von $1.8 \cdot 10^2$ km/h. Sie erreicht diese Maximalgeschwindigkeit schon oberhalb des Punkts A (Figur 1) und bewegt sich anschliessend mit dieser Geschwindigkeit gleichförmig nach unten.

b1) Wie lange braucht sie, um die Strecke AB zurückzulegen?

b11) formal

$$\underline{t} = \frac{s_{AB}}{v} = \underline{\frac{s_B - s_A}{v}}$$

1 P.

b12) numerisch

$$\underline{t} = \frac{1500\,m - 500\,m}{1,8 \cdot 10^2 \frac{km}{h}} = \underline{20\,s}$$

1 P.

b2) Skizzieren Sie das Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm für die Fallschirmspringerin in Figur 2. Beschriften Sie den Graphen mit „Fallschirmspringerin“.

2 P.

b3) Wie gross ist die auf die Fallschirmspringerin wirkende Luftwiderstandskraft F_L, wenn sie sich mit $1.8 \cdot 10^2$ km/h nach unten bewegt? Begründen Sie Ihre Antwort.

b31) formal

$$\underline{F_L = F_G}$$

1 P.

b32) Begründung

$$\Delta v = 0 \Rightarrow a = 0 \Rightarrow F_{eff} = ma = 0$$

$$F_{eff} = F_G - F_L = 0$$

$$\underline{F_G = F_L}$$

1 P.

b33) numerisch

$$\underline{F_L} = F_G = mg = \underline{589\,N}$$

1 P.

Aufgabe 2 (10 Punkte)

Vera (Masse 45 kg) und Reto (Masse 75 kg) sind ein Eislaufpaar. Bei einem Wettkampf gleiten sie hintereinander, gleichförmig und geradlinig mit 5.0 m/s über das Eis. Bei den folgenden Überlegungen und Berechnungen dürfen Sie vereinfachend annehmen, dass die Reibung auf dem Eis vernachlässigbar klein ist.

a) Berechnen Sie die Bewegungsenergie (= kinetische Energie) und den Impuls des Eislaufpaars während dieser Bewegung.

a1) Wie gross ist die Bewegungsenergie?

a11) formal

$$\underline{E_{kin}} = \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} m_2 v^2 = \underline{\frac{1}{2}(m_1+m_2) v^2}$$

1 P.

a12) numerisch

$$\underline{E_{kin}} = \frac{1}{2} \cdot 120\,\mathrm{kg} \cdot \left(5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2 = \underline{1{,}5\,\mathrm{kJ}}$$

1 P.

a2) Wie gross ist der Impuls?

a21) formal

$$\underline{p} = p_1 + p_2 = \underline{(m_1+m_2) v}$$

1 P.

a22) numerisch

$$\underline{p} = 120\,\mathrm{kg} \cdot 5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = \underline{6{,}0 \cdot 10^2\,\mathrm{kg}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$$

1 P.

b) Nun stösst Reto die vor ihm fahrende Vera so nach vorne weg, dass sie sich nachher mit 8.0 m/s nach vorne bewegt.

b1) Wie gross ist Retos Geschwindigkeit danach?

1 : Vera
2 : Reto

b11) formal

$$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$$

$$p_2' = p_1 + p_2 - p_1'$$

$$\underline{v_2 = \frac{(m_1+m_2) v - m_1 \cdot u}{m_2}}$$

3 P.

b12) numerisch

$$\underline{v_2} = \frac{120\,\mathrm{kg} \cdot 5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 45\,\mathrm{kg} \cdot 8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{75\,\mathrm{kg}} = \underline{3{,}2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$$

1 P.

b2) Wie gross ist die Arbeit, die Reto während des Wegstossens von Vera verrichtet hat (nur numerisch)?

$$E_{kin}' = \frac{1}{2} m_1 u^2 + \frac{1}{2} m v_2'^2$$

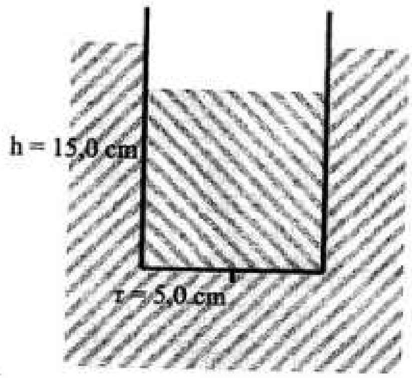
$$= 1824\,J$$

$$\underline{W} = E_{kin}' - E_{kin} = 324\,J = \underline{0{,}32\,kJ}$$

2 P.

Aufgabe 3 (6 Punkte)

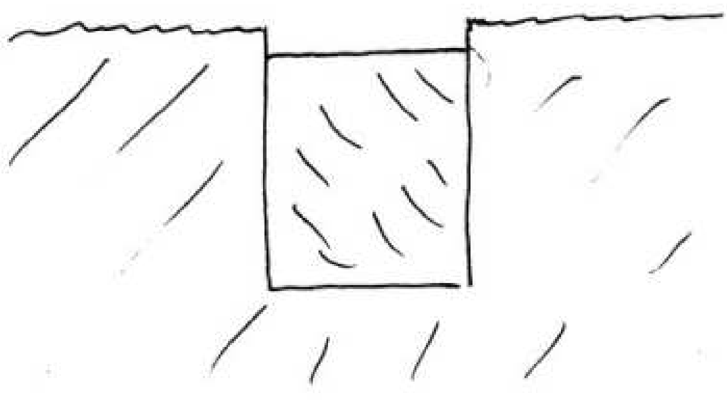
Eine leere Blechdose (ohne Deckel) ist 15.0 cm hoch und hat einen Radius von 5.0 cm, ihre Masse beträgt 60.0 g. Sie schwimmt, teilweise mit Wasser gefüllt, in einem Swimmingpool (siehe Figur 3).



Figur 3

Nun beginnt es leicht zu regnen. Wir wollen berechnen, bis auf welche Höhe das Wasser in der Dose steigen darf, damit die Dose gerade noch nicht untergeht.

a) Skizzieren Sie diese Situation



1 P.

b) Berechnen Sie die Höhe des Wasserstandes in der Dose. (Hinweis: Verwenden Sie dabei die Formel für das Volumen eines Zylinders: $V = \pi r^2 h$)

b1) formal

$$F_A = F_G$$

$$\rho_w \cdot \pi r^2 h \cdot g = mg + \rho_w \cdot \pi r^2 x \cdot g$$

$$\underline{x = \frac{\rho_w \pi r^2 h - m}{\rho_w \pi r^2}}$$

3 P.

b2) numerisch

$$\underline{x} = \frac{1 \frac{kg}{dm^3} \pi \cdot (0{,}5 dm)^2 \cdot (\cancel{0}{,}1 dm) - 0{,}061 kg}{1 \frac{kg}{dm^3} \cdot \pi \cdot (0{,}5 dm)^2} = \underline{\cancel{\dots}\ 14\ cm}$$

2 P.

Aufgabe 4 (8 Punkte)

Um einen abgeschalteten Kernreaktor zu kühlen, kann Wasser von 10 °C T_1 verwendet werden. Dieses Wasser wird in den Reaktor eingeleitet, erhitzt sich, verdampft und entweicht schliesslich als Dampf von 120 °C. T_2

Wir betrachten im Folgenden den Fall, dass 30 m³ Wasser wie beschrieben zur Kühlung verwendet werden.

a) Wie gross ist die Wärmemenge, die dadurch dem Reaktor entzogen wird?

a1) formal $T_3 = 100\,^\circ C$

$$\Delta Q = c_w \cdot m \cdot \Delta T_1 + c_D \cdot m \cdot \Delta T_2 + m \cdot L_v$$

$$\Delta Q = c_w \cdot m \cdot (T_3 - T_1) + c_D \cdot m \cdot (T_2 - T_3) + m \cdot L_v$$

$$= c_w \cdot \rho_w \cdot V (T_3 - T_1) + c_D \cdot \rho_w \cdot V (T_2 - T_3) + \rho_w \cdot V \cdot L_v$$

2 P.

a2) numerisch ($c_{Dampf} = 1.95$ kJ/kgK)

$$\Delta Q = \left(4{,}182 \frac{kJ}{kgK} \cdot 90 K + 1{,}95 \frac{kJ}{kgK} \cdot 20 K + 2{,}3 \cdot 10^3 \frac{kJ}{kg}\right) \cdot 30 \cdot 10^3 kg$$

$$\underline{\Delta Q = 8{,}2 \cdot 10^{10} J}$$

2 P.

b) Um einen Reaktor des in Fukushima verwendeten Typs zu kühlen, müsste man pro Stunde die bei a) betrachtete Menge von 30 m^3 Wasser einleiten. Welcher Kühl-Leistung entspricht dies (nur numerisch)?

$$\underline{P} = \frac{\Delta Q}{t} = \underline{23\,MW}$$

1 P.

c) Wie viele Liter Wasser sind *pro Sekunde* zur Kühlung nötig? Vergleichen Sie diese Menge mit Wassermengen des täglichen Lebens. Kommentieren Sie das – vermutlich verblüffende – Resultat mit ein bis zwei Sätzen.

c1) Anzahl Liter pro Sekunde

$$\frac{V}{\underline{t}} = \frac{30000\,\ell}{3600\,s} = \underline{8{,}3\,\frac{\ell}{s}}$$

1 P.

c2) Vergleich mit Wassermengen des täglichen Lebens

Relativ wenig, da man diese Menge durch öffnen alle Wasserhähne eines Haushalts erhalten könnte.

1 P.

c3) Kommentar

Verblüffend, mit wie wenig Wasser man einen ganzen Reaktor kühlen kann.

1 P.

Aufgabe 5 (10 Punkte)

Beat hat einen elektrischen Experimentierkasten erhalten und macht seine ersten Versuche. Dazu stehen ihm eine 4.5-V-Batterie und drei gleiche Glühbirnchen, die je mit „4.5 V, 0.50 W" beschriftet sind, zur Verfügung.

a) Zuerst schliesst er ein Glühbirnchen an die Batterie an.

a1) Wie gross ist die Stromstärke im Glühbirnchen?

a11) formal

$$\underline{I = \frac{P}{U}}$$

1 P.

a12) numerisch

$$\underline{I} = \frac{0{,}5\,W}{4{,}5\,V} = \underline{0{,}11\,A}$$

1 P.

a2) Wie gross ist der Widerstand des Glühbirnchens?

a21) formal

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

$$R = \frac{U^2}{P}$$

1 P.

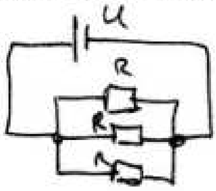
a22) numerisch

$$\underline{R} = \frac{(4,5V)^2}{0,5W} = \underline{41\Omega}$$

1 P.

b) Anschliessend schaltet Beat die drei Glühbirnchen parallel und schliesst sie so an die Batterie an.

b1) Skizzieren Sie diese Schaltung mit den korrekten Symbolen.



1 P.

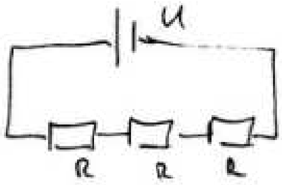
b2) Wie gross ist der Strom, der von der Batterie weg fliesst (nur numerisch)?

$$\underline{J} = \frac{U}{R_G} = \frac{U}{\frac{R}{3}} = 3 \cdot \frac{U}{R} = \underline{0,33\ A}$$

1 P.

c) Schliesslich bildet er eine Kette mit den drei Glühbirnchen (d.h. er schaltet sie in Serie) und schliesst sie so an die Batterie an.

c1) Skizzieren Sie diese Schaltung mit den korrekten Symbolen.



1 P.

c2) Wie gross ist der Strom, der von der Batterie weg fliesst (nur numerisch)?

$$\underline{J} = \frac{U}{R_G} = \frac{U}{3R} = \frac{1}{3}\frac{U}{R} = \underline{0,037\ A}$$

1 P.

c3) Wie gross ist die gesamte Leistung, die in den drei Glühbirnchen produziert wird (nur numerisch)?

$$\underline{P} = \frac{U^2}{R} = \frac{1}{3}\frac{U^2}{R} = \frac{1}{3}P_0 = \underline{0,15W}$$

2 P.

Aufgabe 6 (10 Punkte)

Zwei kleine Metallkugeln, R und S, tragen je die positive Ladung $Q_1 = 2.0 \cdot 10^{-6}$ C.

a) Wenn ein Körper elektrisch geladen ist, kann man dies als Elektronenüberschuss oder Elektronenmangel deuten.

a1) Haben diese Metallkugeln einen Überschuss oder einen Mangel an Elektronen? Begründen Sie Ihre Antwort mit einem Satz.

Elektronenmangel, da nur die Elektronen (negativ geladen) im Metall frei beweglich sind.

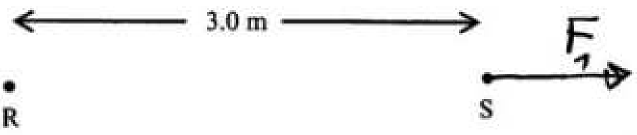
2 P.

a2) Wie gross ist die Zahl der überschüssigen, bzw. fehlenden Elektronen (nur numerisch)?

$$\underline{N} = \frac{Q}{e} = \frac{2 \cdot 10^{-6}\,C}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C} = \underline{1{,}3 \cdot 10^{13}}$$

1 P.

b)



Figur 6

Der gegenseitige Abstand der beiden Kugeln beträgt 3.0 m. Wir wollen die elektrische Kraft F_1 berechnen, die auf die Kugel S wirkt.

b1) Zeichnen Sie diese Kraft F_1 in Figur 6 ein.

1 P.

b2) Wie gross ist diese Kraft F_1?

b21) formal

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

1 P.

b22) numerisch

$$\underline{F_1} = 8{,}99 \cdot 10^{9} \frac{Nm^2}{C^2} \cdot \frac{(2 \cdot 10^{-6}\,C)^2}{9\,m^2} = \underline{4{,}0\,mN}$$

2 P

c) Nun soll eine weitere, negativ geladene Kugel T mit der Ladung $Q_2 = -1.0 \cdot 10^{-6}$ C so platziert werden, dass danach die resultierende elektrische Kraft auf die Kugel S Null wird.

c1) Wo muss die Kugel T platziert werden, links oder rechts von S? Begründen Sie Ihre Antwort.

Sie ist negativ geladen, zieht also S an. Somit muss sie links von S positioniert werden.

1 P.

c2) Welchen Abstand muss die Kugel T von der Kugel S haben (nur numerisch)?

$$F_T = F_1$$

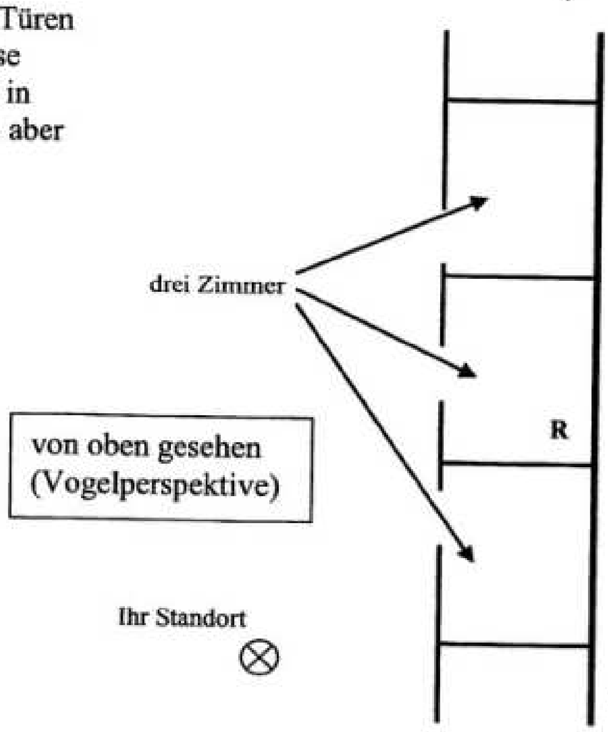
$$k \cdot \frac{Q_3 \cdot Q_2}{x^2} = k \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$\underline{x} = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}\, r = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot 3m = \underline{2{,}1m} \text{ von S entfernt}$$

2 P.

Aufgabe 7 (7 Punkte)

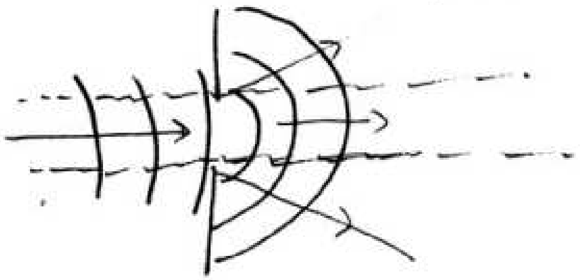
Sie stehen vor drei Zimmern, deren Türen offen stehen (Figur 7). Sie hören leise Musik von einem Radiogerät **R**, das in einem der Zimmer steht, Sie können aber dieses Radiogerät nicht sehen.



Figur 7

a) Erklären Sie, wie es möglich ist, dass die vom Radiogerät ausgehenden Schallwellen zu Ihnen gelangen, obwohl das auf geradlinigem Weg nicht möglich ist. Benennen Sie das entsprechende physikalische Phänomen und erläutern Sie es an diesem Beispiel mit Hilfe einer Skizze und zwei bis drei aussagekräftigen Sätzen in korrektem Deutsch.

Wellen werden an Rändern gebeugt:



Sie können so auch in Bereiche gelangen, die im "Schatten" der geradlinig gedachten Ausbreitung liegen.
Das liegt daran, dass man den Bereich der Öffnung als Ausgangsort(e) für Elementarwellen betrachten kann, die nach dem Huygenschen Prinzip zur neuen Wellenfront überlagert werden.

4 P.

b) Vom Radiogerät gehen ausser den Schallwellen auch Lichtwellen aus. Trotzdem können Sie es nicht sehen. Die bei a) gegebene Erklärung ist also, was Lichtwellen angeht, nicht stichhaltig. Erläutern Sie mit zwei bis drei Sätzen, warum dem so ist.

Die Stärke des Effekts wird vom Verhältnis der Wellenlänge zur Geometrie der Umgebung bestimmt.
Schall hat Wellenlängen von 15m bis 15mm.
Licht " " 400nm bis 800nm (ca.)
Daher tritt der Effekt bei einer Türöffnung von 1m (ca.) bei Licht so gut wie gar nicht auf.

3 P.

Zusatzseite

Zusätzliche Notizen werden nur bewertet, wenn sie klar einer Aufgabe zugeordnet werden können - geben Sie deshalb unbedingt die Aufgabennummer und den Aufgabenteil an und machen Sie auf dem betreffenden Aufgabenblatt einen entsprechenden verbalen Hinweis.