

Prüfung gemäss neuem Recht
(Prüfungsverordnung, Stand am 1. Januar 2012)

Grundlagenfach Physik

Kand.-Nr

Name / Vorname
.....

Für die Korrigierenden	
Korrigierender
erreichte Punktzahl
Note

Prüfung gemäss altem Recht
(Prüfungsverordnung, Stand am 1. November 2011)

Grundlagenfach Naturwissenschaften*, Teil Physik

Kand.-Nr

Name / Vorname
.....

Für die Korrigierenden	
Korrigierender
erreichte Punktzahl
Note Teil Physik*
(auf Zehntelnote gerundet)	

* Die Gesamtnote im Bereich Naturwissenschaften setzt sich aus den Noten in den drei Prüfungsteilen (Biologie, Chemie, Physik) zusammen.

Verfasser: R. Weiss
Zeit: 80 Minuten
Hilfsmittel: Formelsammlung und Taschenrechner gemäss Weisungen SMK

Hinweise: Antworten, Lösungen 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 beigelegt. 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 (d. h. die richtige Anzahl signifikanter Stellen).

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 64 Punkte.
Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

Aufgabe 1 (12 Punkte)

Ein Motorradfahrer steht mit seinem Motorrad an der Haltelinie einer Stopfstrasse. In dem Moment, in dem er losfährt, überquert ein von hinten kommender Velofahrer ohne anzuhalten die Haltelinie mit 5.0 m/s und fährt gleichförmig weiter.

Der Motorradfahrer beschleunigt sein Motorrad mit 3.0 m/s² bis er die Geschwindigkeit 12 m/s erreicht und fährt danach gleichförmig weiter.

a) Erstellen Sie in *Figur 1* das t - v - Diagramm

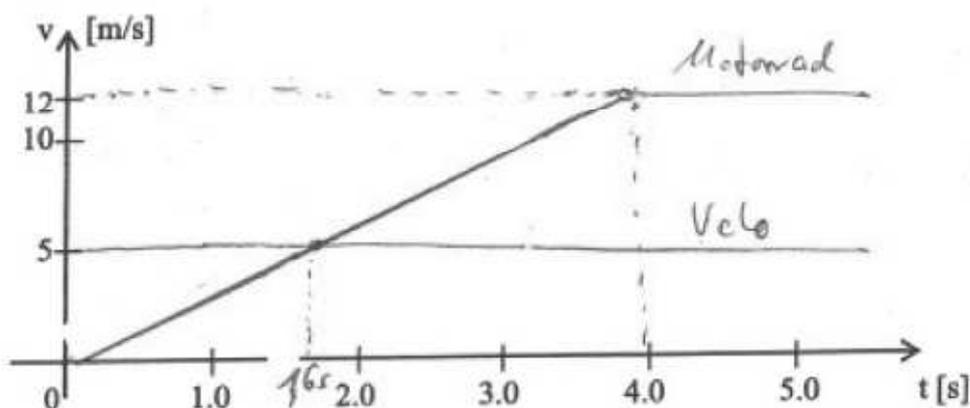
a1) für den Velofahrer (beschriftet mit „Velo“)

1 P.

a2) für den Motorradfahrer (beschriftet mit „Motorrad“)

2 P.

Sie dürfen sich dabei auf die ersten fünf Sekunden nach dem Losfahren des Motorradfahrers beschränken.



Figur 1

b) Zuerst wird der Abstand zwischen Velo und Motorrad grösser, danach kleiner. Entnehmen Sie *Figur 1*, bis zu welchem Zeitpunkt dieser Abstand grösser wird. Begründen Sie die Überlegung, die Sie zu Ihrer Lösung geführt hat, mit einem Satz.

b1) Zeitpunkt ca. $t = 1.6\text{ s}$

1 P.

b2) Begründung Ab jetzt ist die Geschwindigkeit des Mot. größer als die des Velo, d.h. von nun an holt er auf.

1 P.

c) Nach welcher Zeit holt der Motorradfahrer den Velofahrer ein?

c1) formal

$$s_v = s_m$$

$$v_v \cdot t = \frac{1}{2} a t^2$$

$$t \left(\frac{1}{2} a - v \right) = 0$$

$$(t_1 = 0) \quad \underline{t_2 = \frac{2v}{a}}$$

2 P.

c2) numerisch

$$\underline{t_2 = \frac{2 \cdot \frac{5}{5}}{3 \frac{5}{5}} = 3,3 \text{ s}}$$

1 P.

d) Nach welcher Strecke holt der Motorradfahrer den Velofahrer ein (nur numerisch)?

$$\underline{s = v_v \cdot t = v_v \cdot \frac{2v}{a} = \frac{2v^2}{a} = 17 \text{ m}}$$

1 P.

e) Erstellen Sie in *Figur 2* das t - s - Diagramm

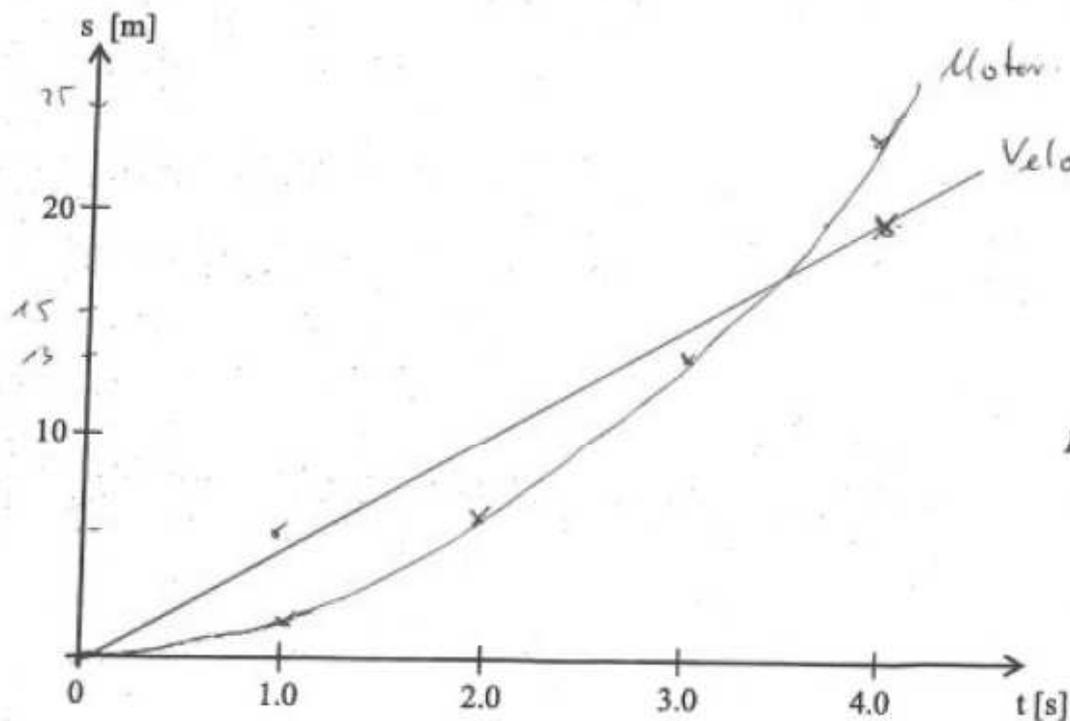
e1) für den Velofahrer (beschriftet mit „Velo“)

1 P.

e2) für den Motorradfahrer (beschriftet mit „Motorrad“)

2 P.

Sie dürfen sich dabei auf die ersten vier Sekunden nach dem Losfahren des Motorradfahrers beschränken. Tipp: die Resultate von den Aufgaben c) und d) können Ihnen helfen.



Figur 2

Aufgabe 2 (11 Punkte)

Um die Leistung eines Automotors zu steigern, kann man einen Turbolader einsetzen. Dabei presst ein kleines Flügelrad zusätzlich Luft in den Motor. Ein solches Flügelrad kann man sich, stark vereinfacht, als Propeller vorstellen.

a) Im Motor eines Autos der Marke SMART rotiert das Flügelrad des Turboladers extrem schnell, es erreicht eine Drehzahl von $2,9 \cdot 10^5$ Umdrehungen pro Minute.

a1) Wie gross ist die Frequenz, angegeben in Hertz (nur numerisch)?

$$f = 2,9 \cdot 10^5 \frac{1}{\text{min}} = \underline{4,8 \cdot 10^3 \text{ Hz}}$$

1 P.

a2) Wie lange braucht das Flügelrad für eine Umdrehung (nur numerisch)?

$$T = \frac{1}{f} = \underline{0,21 \text{ ms}}$$

1 P.

a3) Wie gross ist seine Winkelgeschwindigkeit (nur numerisch)?

$$\omega = 2\pi f = \underline{30 \cdot 10^3 \frac{1}{s}}$$

1 P.

b) Das bei Aufgabe a) betrachtete Flügelrad hat einen Radius von 13 mm.

b1) Wie gross ist die Geschwindigkeit, mit der sich die äussersten Punkte des Flügelrads bewegen?

b11) formal

$$v = \omega r = \underline{2\pi f \cdot r}$$

1 P.

b12) numerisch (Resultat in km/h)

$$v = 334,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{1,4 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}}$$

1 P.

b13) Kommentieren Sie Ihr Resultat von Aufgabe b12), indem sie es mit einer andern, Ihnen bekannten Geschwindigkeit vergleichen.

Extrem schnell, grösser als z.B. der Schallgeschwindigkeit (ca $330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$).

1 P.

b2) Wir betrachten ein kleines Metallstück von 0.20 mg Masse, das sich ganz aussen am Flügelrad befindet. Gesucht ist die Kraft, die nötig ist, damit sich dieses Metallstück auf der oben betrachteten Kreisbahn von 13 mm Radius bewegt.

b21) formal

$$F = m \frac{v^2}{r} = 4 \pi^2 m f^2 r$$

1 P.

b22) numerisch

$$F = 2,4 \text{ N}$$

1 P.

b23) Welche Richtung hat diese Kraft? Begründen Sie Ihre Antwort mit einem Satz.

Sie ist zum Mittelpunkt gerichtet, da sie die gleiche Richtung hat, wie die Radialbeschleunigung.

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

1 P.

c) Nach Auskunft der Herstellerfirma steigt beim Fahren des Autos die Temperatur des aus Stahl gefertigten Flügelrades bis auf 850 °C an. Um wie viel nimmt dabei dessen Radius zu, wenn wir annehmen, dass sich die oben gemachten Angaben auf die Temperatur 20 °C = T_1 beziehen? Verwenden Sie bei der numerischen Berechnung für Stahl $\alpha_{\text{Stahl}} = 16 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$.

c1) formal

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T = \alpha l_0 (T_2 - T_1)$$

1 P.

c2) numerisch

$$\Delta l = 16 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} \cdot 13 \text{ mm} \cdot 830 \text{ K} = 0,17 \text{ mm}$$

1 P.

Aufgabe 3 (8 Punkte)

a) Wir betrachten den Schweredruck in einem mit Wasser gefüllten Aquarium und die damit zusammenhängenden Kräfte.

a1) Wie gross ist der Schweredruck 30 cm unterhalb der Wasseroberfläche (nur numerisch)?

$$p_s = \rho \cdot g \cdot h = 2,3 \text{ kPa} = 0,023 \text{ bar}$$

1 P.

a2) Kann man etwas über die Richtung aussagen, in der der bei a1) errechnete Schweredruck wirkt? Ergänzen Sie den unten begonnenen Satz

Der Schweredruck in 30 cm Tiefe *wirkt gleichmässig in alle Richtungen* 1 P.

a3) Wie gross ist die Kraft, die vom Wasser auf ein 2.0 cm^2 grosses, kreisförmiges Flächenstück einer vertikalen Seitenwand des Aquariums ausgeübt wird, wenn der Mittelpunkt dieses Flächenstücks in 30 cm Tiefe liegt (nur numerisch)?

$$F = p \cdot A = \rho \cdot g \cdot h \cdot A = \underline{0.59 \text{ N}}$$

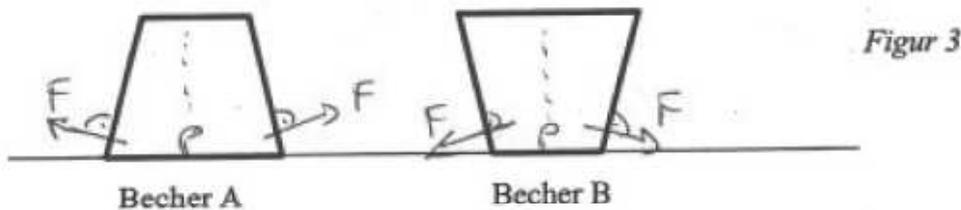
1 P.

a4) Was lässt sich über die Richtung der bei a3) errechneten Kraft sagen?

In horizontaler Richtung, nach außen gerichtet.

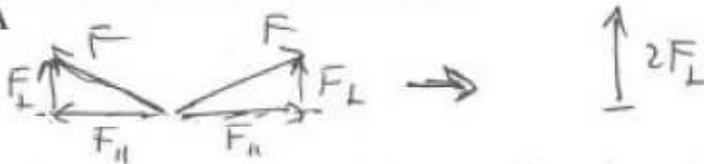
1 P.

b) Bei zwei gleichen, leeren Joghurtbechern schneiden wir sorgfältig den Boden weg, so dass dort, wie oben am Becher, ein glatter Rand entsteht. Wir stellen die Becher A und B, wie in Figur 3 gezeigt, auf eine ebene Unterlage.



Anschliessend halten wir die Becher in dieser Lage fest und füllen sie ganz mit Wasser. Wegen der glatten Ränder läuft dabei unten kein Wasser aus. Nun lassen wir die Becher los. Die Frage ist, was geschieht. Begründen Sie Ihre Antwort jeweils ausführlich mit zwei bis drei Sätzen und eventuell einer Skizze. Als Tipp geben wir Ihnen das Stichwort „Kräfte“.

b1) Becher A



Die Kräfte sind schräg nach oben (senkrecht zur Wand) gerichtet. Die horizontalen Komponenten heben sich auf, die vertikalen addieren sich. Somit wird der Becher angehoben, das Wasser fließt aus. 2 P.



Die Kräfte sind schräg nach unten gerichtet.

Die effektive Kraft wirkt nach unten, drückt den Becher auf den Boden und verhindert ein Ausfließen. 2 P.

Aufgabe 4 (9 Punkte)

Im März 2012 ereignete sich in einem Wintersportort ein tragischer Unfall, bei dem ein Kind erheblich verletzt wurde.

Die Temperatur stieg gegen Mittag auf 0°C . Kurz danach löste sich eine Eismasse von 13 kg von der Dachkante eines Hotels und traf unglücklicherweise das unten stehende Kind.

a) Wir wollen uns die Wucht des Aufpralls verdeutlichen. Dazu nehmen wir an, dass die Eismasse nach 11 Metern freiem Fall das Kind traf.

a1) Mit welcher Geschwindigkeit traf die Eismasse das Kind?

a1) formal

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

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

2 P.

a12) numerisch (Resultat im km/h angeben)

$$v = 53 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

1 P.

a2) Wie lange dauerte der Fall der Eismasse?

a21) formal

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

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

1 P.

a22) numerisch

$$t = 1,5 \text{ s}$$

1 P.

b) Hätte diese Eismasse von 0 °C das Kind nicht getroffen, wäre sie nach 12 Metern freiem Fall auf das Trottoir geplatzt. Wie viel Eis wäre dabei geschmolzen, wenn wir annehmen, dass die Eismasse 30 % der Energie aufgenommen hätte? Berechnen Sie die Masse des geschmolzenen Eises.

b1) formal

$$\Delta Q = \eta \cdot W$$

$$L_s \cdot m_s = \eta \cdot m g h$$

$$m_s = \frac{\eta g h m}{L_s}$$

3 P.

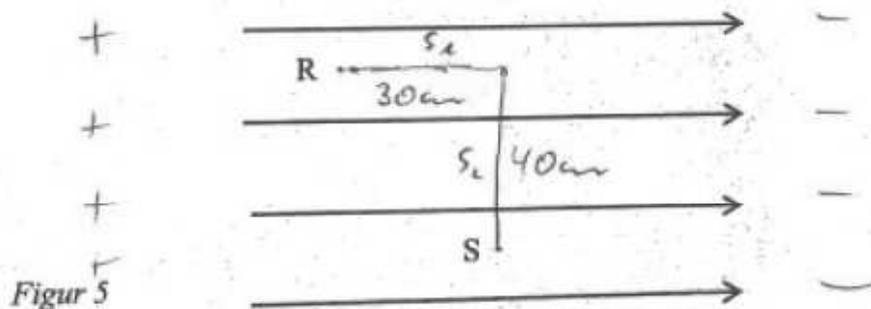
b2) numerisch

$$m_s = 1,4 \text{ g}$$

1 P.

Aufgabe 5 (9 Punkte)

In Figur 5 sehen Sie die Feldlinien eines elektrischen Feldes.



Figur 5

a) Erläutern Sie mit ein bis zwei Sätzen, was man unter einer Feldlinie versteht. Bitte beachten Sie, dass eine Antwort im Sinne von „sie gibt an, wie das Feld verläuft“ nicht genügt.

El. Feldlinien verlaufen von positiven zu negativen Ladungen. Sie zeigen an, in welcher Richtung in der Ladungsverteilung an und somit eine Potentialdifferenz. Je dichter sie sind, desto stärker ist das Feld. Sie zeigen die Kraftrichtung an, die auf eine (positive) Ladung ausgeübt wird.

2 P.

b) Feldlinien haben eine Richtung, dargestellt durch einen Pfeil. Erklären Sie, was man unter der Richtung einer Feldlinie versteht. Bitte beachten Sie, dass eine Antwort im Sinne von „sie gibt die Richtung des Feldes an“ nicht genügt.

↳ a)

1 P.

c) Das in *Figur 5* gezeichnete Feld wird als „homogen“ bezeichnet. Führen Sie nachfolgend die beiden wesentlichen Eigenschaften eines homogenen Feldes auf (als Antworten c1) und c2)).

c1) homogen: überall gleich stark (gleiche Feldliniendichte)

1 P.

c2)

„ : überall gleiche Richtung

1 P.

d) Das in *Figur 5* dargestellte elektrische Feld hat die Stärke $1.2 \cdot 10^2 \text{ N/C}$. Wie gross ist die Kraft, die auf eine Ladung von $6.0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ wirkt, wenn sich diese Ladung in diesem Feld befindet?

d1) formal

$$\underline{F = E \cdot Q}$$

1 P.

d2) numerisch

$$\underline{F = 0,72 \text{ mN}}$$

1 P.

e) In *Figur 5* sind zwei Punkte, R und S, eingezeichnet. Um vom Punkt R zum Punkt S zu kommen, muss man 30 cm nach rechts und 40 cm nach unten gehen. Berechnen Sie die Spannung zwischen R und S (nur numerisch).

$$\begin{aligned} \underline{U_{RS}} &= \frac{W_{RS}}{q} = \frac{F_x \cdot s_1 + F_y \cdot s_2}{q} = \frac{F_x \cdot s_1}{q} = \frac{E q s_1}{q} \\ &= E \cdot s_1 = \underline{36V} \end{aligned}$$

2 P.

Aufgabe 6 (8 Punkte)

In einem Spital funktioniert ein teures elektronisches Messgerät nicht mehr. Eine Überprüfung durch den Technischen Dienst ergibt, dass ein dünner Kupferdraht infolge mechanischer Überbeanspruchung gebrochen ist.

Um ihn zu ersetzen, muss sein Durchmesser bestimmt werden. Dazu wird ein 18 cm langes, unbeschädigtes Stück dieses Drahts an eine Spannung von 0.10 V angeschlossen. Danach stellt man fest, dass ein Strom der Stärke 0.58 A fließt.

a) Wie gross ist der Widerstand dieses Drahtstücks?

a1) formal

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

1 P.

a2) numerisch

$$R = 0,17 \Omega$$

1 P.

b) Wie gross ist der Durchmesser des Drahtes? (Wir nehmen an, dass der Querschnitt kreisförmig ist). Für den spezifischen Widerstand von Kupfer dürfen Sie den Wert $1.7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$ verwenden.

b1) formal

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

$$A = \frac{\rho l}{R} = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{\rho l}{R}}$$

3 P.

b2) numerisch (Geben Sie das Resultat in mm an)

$$d = 0,15 \text{ mm}$$

2 P.

c) Bei der oben betrachteten Messung wurde eine kleine Spannung (0.10 V) gewählt. Was ist der Grund dafür? Überlegen Sie, was gegen die Verwendung einer wesentlich höheren Spannung (z. B. 10 V) spricht und begründen Sie Ihre Antwort mit ein bis zwei Sätzen.

Bei 10V wäre I ebenfalls ca. 100x so groß (58A).
Nachdem würde der Draht entweder zerstört (durchschmelzen), oder sein Widerstand würde sich um ein Vielfaches so stark ändern, dass obige Rechnung unbrauchbar wird.

1 P.

Aufgabe 7 (7 Punkte)

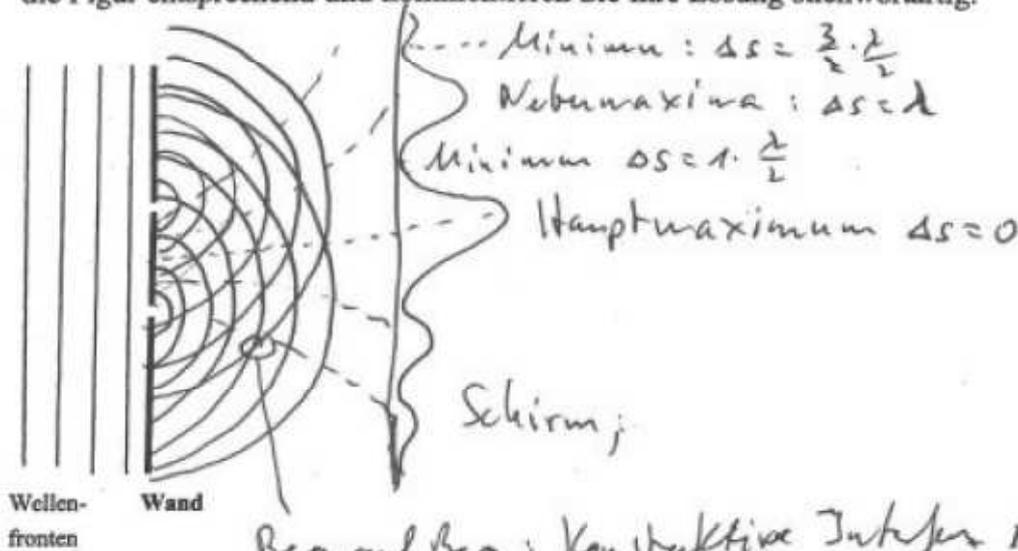
Wir betrachten das physikalische Phänomen Interferenz.

a) Erklären Sie das Phänomen Interferenz grundsätzlich, d. h. ohne auf ein bestimmtes Beispiel Bezug zu nehmen.

Überlagern sich Wellen gleicher Amplitude und Frequenz, so können sie sich gegenseitig auslöschen, oder verstärken (destruktive / konstruktive Interferenz).
Dazu muss der Gangunterschied ein ungeradzahliges / geradzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge sein.

3 P.

b) Eine Welle mit zueinander parallelen Wellenfronten läuft von links auf eine Wand mit zwei Öffnungen zu (Figur 6). Die Frage ist, was rechts von der Wand geschieht. Ergänzen Sie die Figur entsprechend und kommentieren Sie Ihre Lösung stichwortartig.



Hinter dem Doppelspalt entstehen Ebenwellen (Kugel / Kreiswellen), die sich überlagern. Je nach relativem Abstand kommt es zu konstruktiver / destruktiver Interferenz. Auf einem Schirm könnte man diese Bereiche als Hell / Dunkel sehen (wenn es Lichtwellen sind).

4 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.