

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

Grundlagenfach Physik

Kand.-Nr

Name / Vorname

.....

Für die Korrigierenden

Korrigierender

erreichte Punktzahl

Note

Verfasser: R. Weiss, Ch. Meier
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). Für die Fallbeschleunigung g dürfen Sie 10 m/s^2 verwenden. **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.

Aufgabe 1 (11 Punkte)

Ein neuer Autoreifen hat eine Profiltiefe von 8 mm. Gemäss den gesetzlichen Vorschriften darf er gefahren werden, bis seine Profiltiefe noch 1.6 mm beträgt – allerdings sind seine Eigenschaften dann wesentlich schlechter.

Bei einem Bremstest wurde das Abbremsen auf nasser Strasse von 80 km/h bis zum Stillstand untersucht.

Bei 1.6 mm Profiltiefe betrug die Bremsverzögerung (negative Beschleunigung) 4.5 m/s^2 .

a) Wie lange dauerte das Abbremsen?

a1) formal $v = v_0 + at = 0$

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

a2) numerisch

$$t = -\frac{80 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{-4.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 4.9 \text{ s}$$

1 P.

b) Wie gross war die dabei zurück gelegte Strecke?

b1) formal

$$\left(s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \right) \quad v^2 = 2as + v_0^2 = 0$$

$$s = -\frac{v_0^2}{2a}$$

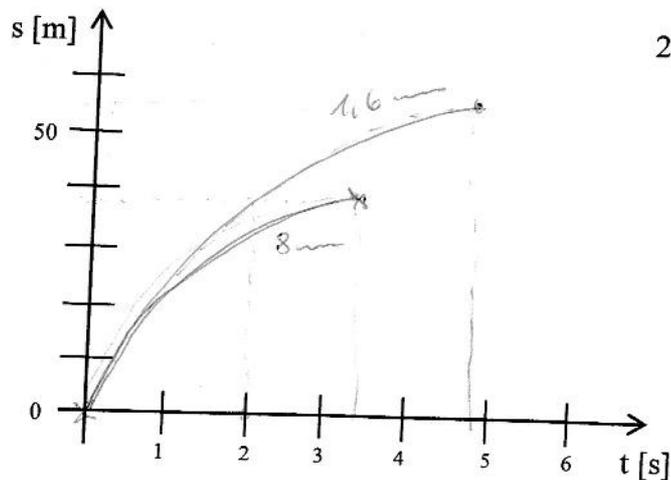
b2) numerisch

$$s = -\frac{\left(80 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2}{2 \cdot (-4.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} = 55 \text{ m}$$

1 P.

1 P.

c) Skizzieren Sie in *Figur 1* das entsprechende t-s-Diagramm, beschriftet mit „1.6 mm“



Figur 1

2 P.

d) Bei neuen Reifen mit 8 mm Profiltiefe legte das Auto beim untersuchten Abbremsen 38 m zurück.

d1) Wie gross war dabei die Verzögerung (nur numerisch)?

$$a = -\frac{v_0^2}{2s} = -6.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1 P.

d2) Wie lange dauerte dieses Abbremsen (nur numerisch)?

$$t = -\frac{v_2}{a} = 3,4 \text{ s}$$

1 P.

d3) Skizzieren Sie in Figur 1 das entsprechende t-s-Diagramm, beschriftet mit „8 mm“

1 P.

e) Welche Geschwindigkeit hatte das Auto mit den Reifen der Profiltiefe 1.6 mm, nachdem es 38 m zurückgelegt hatte (d. h. an der Stelle, an der das Auto mit den neuen Reifen zum Stillstand gekommen war)? Die numerische Lösung genügt.

$$v = \sqrt{2as + v_0^2} = 12,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 44 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

2 P.

Aufgabe 2 (10 Punkte)

Damit schlittende Kinder nicht auf die Strasse hinaus fahren können, hat man zwischen Abhang und Strasse Strohballen der Masse 22 kg hingelegt (Figur 2). Kommt es zum Zusammenprall schiebt der Schlitten den Strohballen vor sich her und wird gebremst.



Figur 2

Lars (Masse mit Schlitten 28 kg) prallt in einen solchen Strohballen. Bei dem Aufprall sinkt seine Geschwindigkeit „schlagartig“ um 1.5 m/s.

a) Wie und um wie viel ändert sich dabei der Impuls von Lars und seinem Schlitten?

a1) formal

$$\Delta p = p_1 - p_0 = m v_1 - m v_0$$

$$= m (v_1 - v_0) = m \Delta v$$

nach links, Δv negativ

2 P.

a2) numerisch

$$\Delta p = 28 \text{ kg} \cdot (-1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}) = -42 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 P.

- b) Wie und um wie viel ändert sich dabei der Impuls des Strohballens?
 b1) Beschreiben und begründen Sie verbal Ihre Überlegungen zu dieser Frage

Impulserhaltung, also $\Delta p_{\text{Ballen}} = -\Delta p_{\text{Lars}}$
 Abgeschlossenes System, während des Stosses.

b2) formale Lösung

1 P.

$$\underline{\Delta p_{\text{Ballen}} = -\Delta p_{\text{Lars}}}$$

b2) numerische Lösung

1 P.

$$\underline{\Delta p_{\text{Ballen}} = 42 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}$$

1 P.

- c) Wie gross ist die Geschwindigkeit des Strohballens nach dem Aufprall (nur numerisch)?

$$\Delta p_{\text{Ballen}} = m_B \Delta v_B = -m_L \Delta v_L$$

$$\underline{\Delta v_B = -\frac{m_L}{m_B} \Delta v_L}$$

1 P.

- d) Wie gross war somit die Geschwindigkeit von Lars und seinem Schlitten vor dem Aufprall auf den Strohballen (nur numerisch)?

$$\underline{\Delta v_B = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{28}{22} = 1,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

1 P.

- e) Hätte sich diese Aufgabe auch mit Hilfe des Begriffs „Energie“ lösen lassen – ohne den Begriff „Impuls“ zu verwenden (verbale Antwort mit Begründung)?

Nein, da Verformungsarbeit unbekannt.

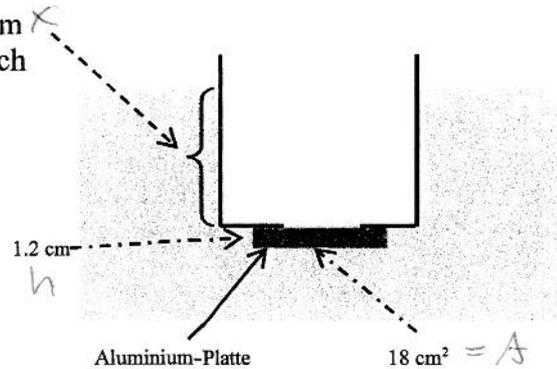
$E_{\text{kin, Ballen}} = E_{\text{kin, Lars}} - \Delta W_{\text{Verformung}}$
 daher v_{Ballen} nicht bestimmbar

2 P.

Aufgabe 3 (9 Punkte)

Eine oben offene, zylinderförmige Dose taucht 8.2 cm tief in Wasser ein. Der Boden der Dose weist ein Loch auf (Figur 3).

Unten am Boden der Dose befindet sich eine Aluminium-Platte (Abmessungen siehe Figur 3). Die Aluminium-Platte liegt dicht am Boden auf (d. h. zwischen den Boden der Dose und die Aluminium-Platte kann kein Wasser gelangen), sie ist aber nicht an der Dose befestigt.



Figur 3

Die Frage ist, ob die Aluminium-Platte in der in Figur 3 gezeichneten Lage bleibt oder ob sie im Wasser nach unten sinkt (wodurch danach Wasser in die Dose strömen könnte).

a) Wie gross ist das Gewicht der Aluminium-Platte?

a1) formal

$$F_G = m_{Al} \cdot g = \rho_{Al} \cdot V_{Al} \cdot g = \rho_{Al} \cdot A \cdot h \cdot g$$

1 P.

a2) numerisch

$$F_G = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,0018 \text{ m}^2 \cdot 0,012 \text{ m} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 0,58 \text{ N}$$

1 P.

b) Wie gross ist der Wasserdruck an der Unterseite der Aluminium-Platte?

b1) formal

$$p_s = \rho_w \cdot g \cdot (x+h)$$

1 P.

b2) numerisch

$$p_s = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,082 \text{ m} = 820 \text{ Pa} = 8,2 \text{ Pa}$$

1 P.

c) Wie gross ist die vertikale Kraft, die das Wasser auf die Aluminium-Platte ausübt?

c1) formal

$$F = p \cdot A = \rho_w \cdot g \cdot (x+h) \cdot A = 1,7 \text{ N}$$

1 P.

c2) numerisch

$$F = 820 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,0018 \text{ m}^2 = 1,7 \text{ N}$$

1 P.

d) Wie gross ist die horizontale Kraft, die das Wasser auf die Aluminium-Platte ausübt (nur numerisch, mit Begründung)?

$$F_{\text{eff}} = 0, \text{ da symmetrisch von allen Seiten.}$$

1 P.

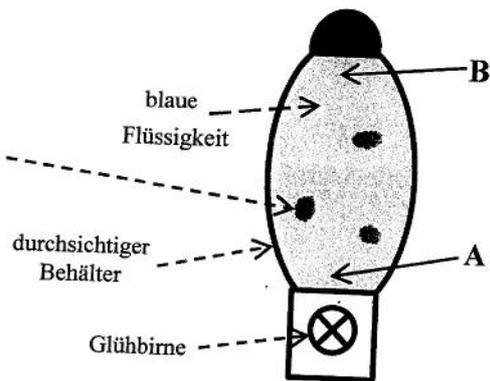
e) Beantworten Sie nun die Frage, ob die Aluminium-Platte in der in *Figur 3* gezeichneten Lage bleibt oder ob sie im Wasser nach unten sinkt. Begründen Sie Ihre Antwort verbal und beziehen Sie sich dabei auf die Aufgaben a) bis d).

Sie bleibt, da die Kraft des Wassers größer ist, als die Gewichtskraft.

2 P.

Aufgabe 4 (9 Punkte)

In einer „Lavalampe“ (*Figur 4*) befindet sich oberhalb einer Glühbirne ein durchsichtiger Behälter mit einer blauen Flüssigkeit, in der sich rote Wachsstücke befinden. Ist die Glühbirne eingeschaltet, bewegen sich die roten Wachsstücke auf und ab.



Figur 4

a) Ein rotes Wachsstück der Masse 30 g hat im Punkt A (*Figur 4*) die Temperatur 80 °C und das Volumen 29 cm³, im Punkt B die Temperatur 30 °C und das Volumen 27 cm³.

a1) Wieso hat das Wachsstück im Punkt A eine höhere Temperatur als im Punkt B (verbale Antwort)?

Näher an der Birne wird es aufgeheizt, beim Aufsteigen kühlt es sich an der Flüssigkeit ab.

a2) Berechnen Sie den Volumenausdehnungskoeffizient dieses Wachses

1 P.

a21) formal

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$$

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T} = \frac{V_1 - V_2}{V_0 \Delta T} = \frac{V_1 - V_2}{V_2 (T_1 - T_2)}$$

a22) numerisch

2 P.

$$\gamma = \frac{2 \text{ cm}^3}{29 \text{ cm}^3 \cdot 50 \text{ K}} = 1,4 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$$

1 P.

b) Erklären Sie verbal, wieso die roten Wachsstücke abwechselnd aufsteigen und absinken.

Die Dichte der Flüssigkeit liegt zwischen den Dichten der kalten / warmen Wachsstücke.
 So überwiegt der Auftrieb im heißen Zustand über Gewicht und es steigt auf. Im kalten ist es umgekehrt und es sinkt ab.

2 P.

c) Berechnen Sie numerisch die Dichte des Waxes

c1) im Punkt A

$$\rho_A = \frac{30g}{29cm^3} = 1,03 \frac{g}{cm^3}$$

c2) im Punkt B

$$\rho_B = \frac{30g}{27cm^3} = 1,11 \frac{g}{cm^3}$$

1 P.

d) Was lässt sich – ausgehend von Aufgabe c) – über die Dichte der blauen Flüssigkeit im Behälter sagen (numerische Antwort mit Begründung)?

S.o. Dichte zwischen $1,03 \frac{g}{cm^3}$ und $1,11 \frac{g}{cm^3}$.

2 P.

Aufgabe 5 (11 Punkte)

Auf einem Wasserkocher (Behälter der Form eines Kruges mit eingebautem Heizelement) steht „230 V, 2.0 kW“ – dies bedeutet, dass er 2.0 kW produziert, wenn er an 230 V angeschlossen und eingeschaltet wird.

Wir giessen 1.2 l Wasser von 18 °C in den Wasserkocher und schalten ihn ein. Nun werden 1.6 kW dem Wasser zugeführt.

a) Wie gross ist der Wirkungsgrad (nur numerisch)?

$$\eta = \frac{1,6}{2,0} = 0,8 = 80\%$$

1 P.

Wie lange dauert es, bis das Wasser auf 100 °C erhitzt ist?

b1) formal

$$\Delta Q = P \cdot t = c m \Delta T$$

$$t = \frac{c m \Delta T}{P} = \frac{c \rho_w V (T_1 - T_0)}{P}$$

2 P.

b2) numerisch

$$t = \frac{4182 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 1,2 \text{ kg} \cdot 82 \text{ K}}{2000 \text{ W}} = 257 \text{ s} = \underline{4,3 \text{ min}}$$

2 P.

c) Wegen eines Defekts schaltet der Wasserkocher beim Erreichen der Wassertemperatur 100°C nicht automatisch ab. Beschreiben und berechnen (nur numerisch) Sie den Zustand, in dem sich das Wasser 60 s später befindet.

100°C , teilweise verdunstet.
 $\hookrightarrow m_v = \frac{P \cdot t}{L_v} = \underline{42 \text{ g}}$

2 P.

d) Wie gross ist der elektrische Widerstand des Heizelementes dieses Wasserkochers?

d1) formal

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

1 P.

d2) numerisch

$$\underline{R = \frac{(230 \text{ V})^2}{1000 \text{ W}} = \underline{26 \Omega}}$$

1 P.

e) Das Heizelement dieses Wasserkochers besteht aus zwei gleich grossen elektrischen Widerständen, die parallel geschaltet sind.

Wie gross ist ein solcher Widerstand? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage verbal. Zu welchem Resultat (nur numerisch) gelangen Sie?

Jeder 52Ω , da parallel geschaltet ^N gleich grosse Widerstände den Gesamt-widerstand auf $\frac{1}{2} R$ sinkt.

2 P.

Aufgabe 6 (10 Punkte)

Für elektrische Leitungen und Kabel wird meist das vergleichsweise teure Metall Kupfer verwendet.

Hinweis: die Aufgaben a), b) und c) sind voneinander unabhängig.

a) Zählen Sie drei Gründe für die Verwendung von Kupfer auf:

- ① sehr gute elektrische Leitfähigkeit
- ② biegsam
- ③ kein ferromagnetisches Metall

b) Wir vergleichen einen Kupferdraht mit einem Aluminiumdraht von gleicher Länge und Querschnittsfläche. 2 P.

b1) Wie gross ist das Verhältnis der Massen dieser Drähte? Berechnen Sie $m_{Al} : m_{Cu}$

b11) formal

$$\frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{\rho_{Al} \cdot V_{Al}}{\rho_{Cu} \cdot V_{Cu}} = \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}$$

1 P.

b12) numerisch

$$\frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{2,7}{8,92} = 3,0$$

1 P.

b2) Wie gross ist das Verhältnis der elektrischen Widerstände dieser Drähte? Berechnen Sie das Verhältnis $R_{Al} : R_{Cu}$

b21) formal

$$\frac{R_{Al}}{R_{Cu}} = \frac{\rho_{Al} \cdot \frac{l}{A}}{\rho_{Cu} \cdot \frac{l}{A}} = \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}$$

1 P.

b22) numerisch

$$\frac{R_{Al}}{R_{Cu}} = \frac{3,21}{1,78} = 1,8$$

1 P.

c) Von einem langen Kupferdraht schneiden wir zwei Stücke ab: das erste Stück ist 30 cm lang und hat den Widerstand 18Ω , das zweite Stück hat den Widerstand 24Ω .

c1) Wie lang ist das zweite Stück?

c11) formal

$$l_2 = \frac{R_2}{R_1} \cdot l_1$$

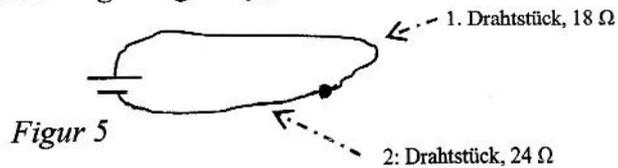
1 P.

c12) numerisch

$$l_2 = \frac{24}{18} \cdot 30 \text{ cm} = 40 \text{ cm}$$

1 P.

c2) Die beiden Drahtstücke werden, wie in *Figur 5* gezeigt, miteinander verbunden und an eine 4,5-V-Batterie angeschlossen. Wie gross ist der Strom, der durch das 1. Drahtstück fliesst (nur numerisch)?



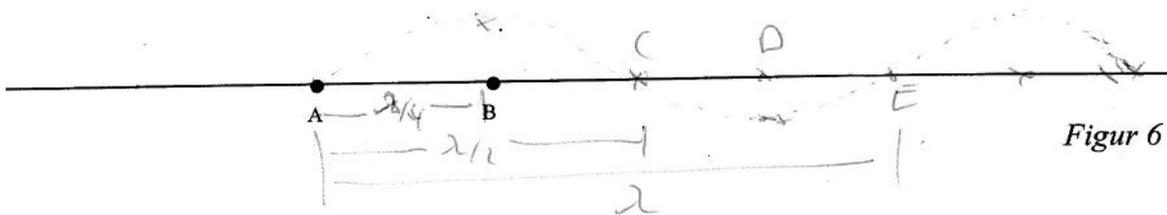
$$I = \frac{U}{R_{\text{G}}} = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{4,5 \text{ V}}{42 \Omega} = 0,11 \text{ A}$$

2 P.

Aufgabe 7 (7 Punkte)

Stehende Wellen haben Schwingungsknoten und Schwingungsbäuche.

a) Eine stehende Welle hat im Punkt A (*Figur 6*) einen Schwingungsknoten, im Punkt B einen Schwingungsbauch.



a1) Erklären Sie verbal, was es bedeutet, dass im Punkt A ein Schwingungsknoten ist.

Zu keinem Zeit findet dort eine Auslenkung statt.

1 P.

a2) Erklären Sie verbal, was es bedeutet, dass im Punkt B ein Schwingungsbauch ist.

Eine (mehr) Periode später ist dort wieder ein Schwingungsbauch. $\frac{1}{4}$ Periode später ist ein Nulldurchgang.

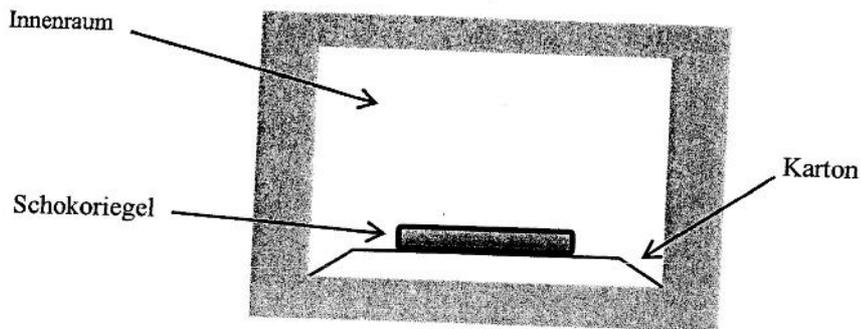
1 P.

a3) Zeichnen sie in *Figur 6* zwei weitere Punkte ein, bei denen die stehende Welle ebenfalls Schwingungsknoten hat und beschriften Sie sie mit C und D. Begründen Sie kurz, wieso Sie C und D so eingezeichnet haben.

Ein Bauch und ein Knoten sind aufeinanderfolgend, so ist hier A/B bei $\lambda/4$ ($\frac{1}{2}$ Wellenlänge)

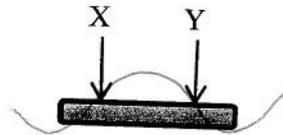
2 P.

b) Im Innenraum eines Mikrowellengerätes, wie es zum Erwärmen von Speisen verwendet wird (Figur 7), existiert während des Betriebs eine stehende elektromagnetische Welle.



Figur 7

Legt man einen Schokoriegel („Schoggistängeli“) auf ein brückenförmig gebogenes Stück Karton (Figur 7), beobachtet man kurze Zeit nach dem Einschalten des Mikrowellengerätes, dass der Schokoriegel zu schmelzen beginnt – allerdings schmilzt er an zwei Stellen, an den Punkten X und Y in Figur 8, nicht.



Figur 8

Wie ist das zu erklären (verbale Antwort mit zwei bis drei Sätzen)?

X, Y sind Knoten der stehenden Welle, d.h. dort findet wie immer Bestrahlung (Erwärmung) statt.
 Dabei haben Mikrowellen Durchdringung, um das Kochgut gleichmässig durch die Orte der Knoten und Bäuche zu bewegen.

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.