

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). 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 ⁵7 Aufgaben, das Punktemaximum beträgt ⁵⁰64 Punkte.
Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

Aufgabe 1 (10 Punkte)

An Schwimmweltmeisterschaften findet seit 2013 auch das „Klippenspringen“ statt: die Teilnehmer springen von einer Plattform in 27 m Höhe in ein tiefes Wasserbecken. Gemäss einem Sportbericht „tauchen sie mit 85 km/h in das Wasser ein“.

Wir betrachten im Folgenden den freien Fall aus 27 m Höhe.

a) Welche maximale Geschwindigkeit erreicht ein Körper dabei?

a1) formal

$$v^2 = 2as + v_0^2 \quad (a=g, v_0=0, s=h)$$

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

2 P.

a2) numerisch (Resultat in km/h)

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 27 \text{ m}} = 23,02 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 83 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

1 P.

a3) Kommentieren Sie mit ein bis zwei Sätzen die Aussage im erwähnten Sportbericht (insbesondere den Einfluss des Abspringens und des Luftwiderstandes).

$85 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ist zu viel, da $85 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ das Maximum sind.

Durch die Reibung müsste es eher weniger sein.

Beim Klippenspringen wird praktisch aus dem Stand gesprungen und somit keine wesentliche Energie ungeführt, die die Geschwindigkeit vergrößern könnte.

1 P.

b) Wie lange dauert dieser freie Fall?

b1) formal

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

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

1 P.

b2) numerisch

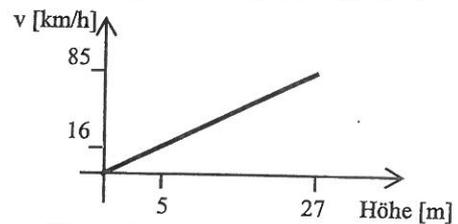
$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 27 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 2,35$$

1 P.

c) Ein Bekannter sagt Ihnen, er springe oft vom 5 m-Sprungturm ins Wasser, was knapp ein Fünftel der Sprunghöhe beim Klippenspringen sei, also müsste er dann mit knapp 1/5 von 85 km/h, d. h. mit 16 km/h in das Wasser eintauchen. Zusätzlich zeigt er Ihnen eine Skizze (Figur 1). Das könne aber nicht stimmen, denn 16 km/h sei wenig, so renne er ja einen Kilometer weit. Ob Sie ihm den Sachverhalt erklären könnten.

Welche Antwort geben Sie Ihrem Bekannten?

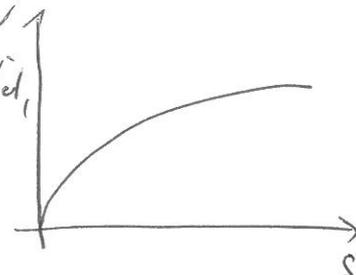
Beschreiben Sie Ihre Überlegungen und führen Sie die Formeln auf, auf die Sie sich beziehen. Fertigen Sie eine neue Skizze an, falls Sie der Ansicht sind, dass die Skizze in Figur 1 nicht richtig ist.



Figur 1

$$v^2 = 2as \quad \text{also} \quad v = \sqrt{2as} = \sqrt{2a} \cdot \sqrt{s}, \quad \text{also} \quad v \sim \sqrt{s}$$

v und s bilden Kurve direkte Proportionalität,
d.h. doppelte Fallhöhe entspricht nicht
doppelter Geschwindigkeit.



Es braucht die 4-fache Höhe für die doppelte Geschw.

bzw. wenn die Höhen wie 1:5 sind, dann die

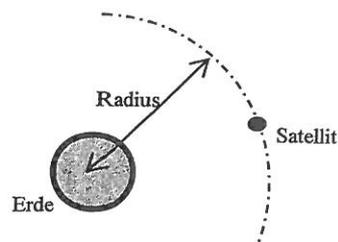
Geschwindigkeiten wie $1:\sqrt{5}$, also $1:2,2$

Er taucht also mit dem $\frac{1}{2,2} \cdot 83 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 37 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ein.

4 P.

Aufgabe 2 (11 Punkte)

Ein Satellit der Masse 1.3 t bewegt sich auf einer Kreisbahn von $3.0 \cdot 10^4$ km Radius um die Erde (Figur 2). Für die Masse der Erde können Sie im Folgenden den Wert $6.0 \cdot 10^{24}$ kg verwenden. Hinweis: die Aufgaben a) und b) sind voneinander unabhängig.



Figur 2

a) Die Erde übt eine Kraft auf diesen Satelliten aus.

a1) Wie gross ist diese Kraft?

a1) formal

$$F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

1 P.

a2) numerisch

$$F_G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{1300 \text{ kg} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(3 \cdot 10^7 \text{ m})^2} = 0,58 \text{ kN}$$

2 P.

a2) Trotz der bei a1) berechneten, anziehenden Kraft der Erde stürzt der Satellit nicht auf die Erde. Erklären Sie diesen Sachverhalt mit 2 bis 3 Sätzen. Welche physikalische Grösse spielt dabei eine entscheidende Rolle?

Der Satellit hat eine Geschwindigkeit. Da die Kraft senkrecht zu ihm wirkt, ändert sich nur die Richtung, nicht der Betrag. Dadurch "fällt" der Satellit um die Erde herum.

2 P.

a3) Wie gross ist die Geschwindigkeit, mit der sich der Satellit um die Erde bewegt?

a31) formal

$$F_G = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2} = F_r = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{G m_2}{r}} \quad ; \quad m_1 = \text{Erde}$$

2 P.

a32) numerisch

$$v = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(3 \cdot 10^7 \text{ m})}} = 3,7 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

1 P.

b) Ein zweiter Satellit, der sich ebenfalls auf einer Kreisbahn um die Erde bewegt, hat eine doppelt so grosse Umlaufzeit wie der in Figur 2 betrachtete. Wie gross ist der Radius der Kreisbahn des zweiten Satelliten? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage und berechnen Sie den gesuchten Radius (nur numerisch).

Kepler: $\frac{T^2}{a^3} = \text{Konst.} \Rightarrow \frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$

~~$T_2 = \sqrt{\frac{a_2^3}{a_1^3}} \cdot T_1 = \sqrt{\left(\frac{2}{1}\right)^3} = \sqrt{8} \cdot T_1$~~

$a_2 = \sqrt[3]{\frac{T_2^2}{T_1^2}} a_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{2}{1}\right)^2} a_1 = \sqrt[3]{4} \cdot a_1$

$a_2 = 4,8 \cdot 10^4 \text{ km}$

3 P.

Aufgabe 3 (9 Punkte)

Sara hat einen Becher mit einem Getränk vor sich auf dem Tisch. Daneben liegt ein Löffel, der aus $2,7 \text{ cm}^3$ Metall besteht und eine Masse von 21 g hat.

Hinweis: Die Aufgaben a) und b) sind voneinander unabhängig.

a) Wir betrachten den Löffel.

a1) Wie gross ist die Dichte des Metalls?

a11) formal

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

1 P.

a12) numerisch

$\rho = \frac{21 \text{ g}}{2,7 \text{ cm}^3} = 7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 7,8 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 7,8 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$

1 P.

a2) Wie kann man überprüfen, ob das Volumen des Löffels $2,7 \text{ cm}^3$ beträgt? Beschreiben Sie kurz eine geeignete Methode (mit Skizze).

- Glas Wasser, randvoll.
- Löffel hinein, überlaufendes Wasser auffangen und wiegen: $2,7 \text{ g}$ ($\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)

1 P.

b) Sara hält den Löffel so, dass zwei Drittel seines Volumens in das Getränk eintauchen, dabei berührt der Löffel den Becher nicht.

Im Folgenden können Sie für das Getränk die entsprechenden Grössen von Wasser verwenden.

b1) Wie gross ist die vertikale Kraft, die Sara auf den Löffel ausübt?

b11) formal

$$F_v = F_G - F_A$$

$$F_v = m \cdot g - \frac{2}{3} V \cdot \rho_{H_2O} \cdot g$$

2 P.

b12) numerisch

$$F_v = 0,021 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - \frac{2}{3} \cdot 2,7 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$F_v = 0,19 \text{ N}$$

1 P.

b2) Der Becher und das Getränk haben zusammen ein Gewicht von 1.30 N. Wie gross ist die Kraft, die der Becher in dieser Situation auf den Tisch ausübt?

b21) Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage verbal.

$$F_B = F_G + F_A$$

Kraft, mit der der Becher auf den Boden drückt besteht aus seinem Gewicht und dem Auftrieb, den das Wasser auf den Löffel ausübt (aktiv = reaktiv)

1 P.

b22) Berechnen Sie die Grösse dieser Kraft formal.

$$F_B = F_G + \frac{2}{3} V \cdot \rho_{H_2O} \cdot g$$

$$= 1,3 \text{ N} + \text{''}$$

$$= 1,32 \text{ N}$$

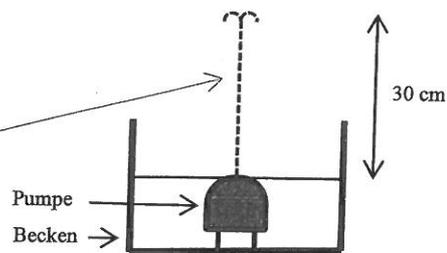
1 P.

b23) Berechnen Sie die Grösse dieser Kraft numerisch.

1 P.

Aufgabe 4 (10 Punkte)

Sven hat sich einen Zimmer-Springbrunnen gekauft (Figur 3). Eine kleine, elektrisch betriebene Pumpe spritzt Wasser aus dem Becken 30 cm nach oben - das Wasser fällt danach wieder in das Becken zurück. Auf der Pumpe steht, dass sie in 24 Stunden 2.3 m^3 Wasser 30 cm nach oben pumpt.



Figur 3

a) Wie gross ist die Arbeit, welche die Pumpe in 24 Stunden verrichtet?

a1) formal

$$W = mgh = \rho \cdot V \cdot g \cdot h$$

1 P.

a2) numerisch

$$W = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2.3 \text{ m}^3 \cdot 9.81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0.3 \text{ m} = 6.8 \text{ kJ}$$

1 P.

b) Wie gross ist die entsprechende Leistung (nur numerisch)?

$$P = \frac{W}{t} = \frac{6.8 \text{ kJ}}{24 \text{ h}} = 0.079 \text{ W}$$

1 P.

c) Sven füllt 2.5 kg Wasser von Zimmertemperatur in das Becken und setzt die Pumpe in Betrieb. Er überlegt sich, dass sich das Wasser während des Betriebs erwärmen wird. Im Folgenden nehmen wir vereinfachend an, dass dabei kein Wärmeaustausch mit der Umgebung erfolgt.

c1) Wie kann man sich diese Erwärmung erklären? Beantworten Sie die Frage mit zwei bis drei Sätzen und führen Sie dabei den hier relevanten physikalischen Satz auf.

Pumpe wandelt elektrische in
 Da das Wasser wieder ins Becken fällt, wird die gesamte, von der Pumpe aufgenommene, Energie letztendlich in Wärme umgewandelt (Energieerhaltung).

2 P.

c2) Um wie viel erwärmt sich das Wasser innerhalb von 24 Stunden?

c21) formal

$$W = Q \quad (\text{falls } W = E_{\text{elektrisch}} \text{ also } 100\% \text{ Wirkungsgrad})$$

$$\rho V g h = c m \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{\rho V g h}{c m}$$

2 P.

c22) numerisch

$$\Delta T = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2,3 \text{ m}^3 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,3 \text{ m}}{4182 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 2,3 \text{ kg}} = 0,7057 \text{ K} = 0,70 \text{ K}$$

1 P.

d) Sven erzählt Lara von seinen Überlegungen (in Aufgabe c)). „Nicht schlecht“, meint sie, „aber auf der Pumpe steht, dass sie dem elektrischen Netz eine Leistung von 2.0 W entnimmt - es wäre besser, Du würdest die Erwärmung damit berechnen.“

Begründen Sie, wieso Laras Vorschlag besser ist.

Da die Pumpe in Wasser steht, geht die 'Abwärme' ebenso in das Wasser und erwärmt es 'zusätzlich', eigenbildlich
- wennblich.

$$(2 \text{ W} \cdot 24 \text{ h} = 173 \text{ kJ} \rightarrow 17,39 \text{ K})$$

2 P.

Aufgabe 5 (10 Punkte)

Ein Hersteller verwendet in seinen Wärmekissen („Heizkissen“) elektrische Widerstände von 0.31 kΩ als Heizelemente.

a) Wie gross ist die elektrische Leistung, die ein solches Heizelement produziert, wenn es an 230 V angeschlossen wird?

a1) formal

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

1 P.

a2) numerisch

$$P_0 = \frac{(230 \text{ V})^2}{310 \text{ } \Omega} = 0,17 \text{ kW}$$

1 P.

b) In einem kleinen Heizkissen sind zwei solche Elemente in Serie geschaltet (Figur 4). Im Betrieb wird diese Schaltung an 230 V angeschlossen.



Figur 4

b1) Wie gross ist der Gesamtwiderstand dieser Schaltung (nur formal)?

$$\underline{R_G} = R_1 + R_2 = \underline{2R}$$

1 P.

b2) Wie gross ist der Strom, der im Betrieb durch diese Schaltung fliesst (nur formal)?

$$\underline{I} = \frac{U}{R_G} = \frac{U}{2R}$$

1 P.

b3) Wie gross ist die Leistung, die dieses Heizkissen im Betrieb produziert?

b31) formal

$$\underline{P} = \frac{U^2}{R_G} = \frac{U^2}{2R} = \frac{1}{2} \frac{U^2}{R} = \underline{\frac{1}{2} P_0}$$

1 P.

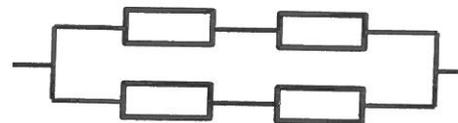
b32) numerisch

$$\underline{P = 85 \text{ W}}$$

1 P.

c) Figur 5 zeigt die Schaltung, die in einem grossen Heizkissen verwendet wird.

Hinweis: Für die Beantwortung der folgenden Fragen können Sie auf die Resultate von Aufgabe b) zurück greifen.



Figur 5

c1) Wie gross ist der Strom, der im Betrieb durch das grosse Heizkissen fliesst?

c11) formal

$$\underline{I} = I_1 + I_2 = \frac{U}{2R} + \frac{U}{2R} = \underline{\frac{U}{R}}$$

1 P.

c12) numerisch

$$\underline{I} = \frac{230 \text{ V}}{310 \Omega} = \underline{0.74 \text{ A}}$$

1 P.

c2) Wie gross ist die Leistung, die dieses Heizkissen im Betrieb produziert (nur numerisch)?

$$\underline{P = P_1 + P_2 = 0.71 \text{ kW}}$$

1 P.

c3) Vergleichen Sie die Resultate von den Aufgaben a2) und c2). Wieso wird im grossen Heizkissen die Schaltung von Figur 5 verwendet?

Wärme entsteht an 4 Orten, verteilt sich gleichmässiger.

Widerstand ist gleich.

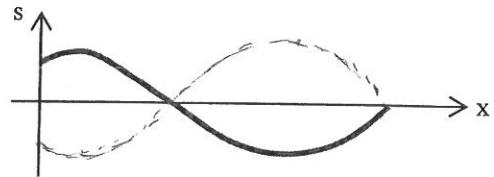
1 P.

Aufgabe 6 (7 Punkte)

In einem Artikel über ein Auto der Luxusklasse steht:

„Leiser durch Gegenschall. Zur Verringerung der Fahrgeräusche im Fahrzeuginnern wird durch die Lautsprecher des Soundsystems Gegenschall eingespielt. Mikrophone messen die Innengeräusche, um sie durch Gegenfrequenzen gezielt auszulöschen.“

a) In diesem Zusammenhang betrachten wir eine Transversalwelle, die sich nach rechts bewegt (Figur 6).



Figur 6

Es ist möglich, diese Welle durch eine zweite Welle auszulöschen. Welche Eigenschaften muss diese zweite Welle haben? Beschreiben Sie die zweite Welle möglichst genau.

- gleiche Amplitude
- gleiche Frequenz
- feste Phase (1/2 Vielfaches von λ : ungeradzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge, bzw. halbe Periode)

4 P.

b) Ein Kollege von Ihnen, der diesen Artikel ebenfalls gelesen hat, sagt, das sei alles Unsinn. „Wenn einer brüllt und ich brülle auch, wird es doch lauter, nicht leiser – denk nur an einen Fussballmatch!“

Welche Antwort geben Sie Ihrem Kollegen, um sein Argument in Bezug auf diesen Artikel zu entkräften? Verbale Antwort mit zwei bis drei Sätzen.

Stimmen haben keine feste Phase und unterschiedlichen Frequenzen, auch wenn die Amplitude gleich wäre.

3 P.

Aufgabe 7 (7 Punkte)

Wir betrachten den α -Zerfall.

a) Was sind α -Teilchen?

Heliumkerne (2 Protonen, 2 Neutronen)

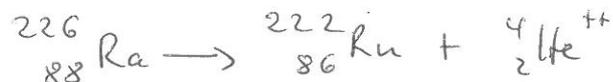
1 P.

b) In der Umgebung von α -Strahlern kann man das Gas Helium nachweisen, also Heliumatome. Wie entsteht dieses Gas?

So: die Heliumkerne verbinden sich mit Elektronen zu neutralen Heliumatomen

2 P.

c) Wenn das Radium-Isotop ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ ein α -Teilchen aussendet, entsteht ein Radon-Isotop. Um welches Radon-Isotop ${}^x_y\text{Rn}$ handelt es sich – geben Sie die entsprechenden Zahlen x und y an?



1 P.

d) Wie ändert sich die Elektronenhülle, wenn – wie bei Aufgabe c) – aus einem Radiumatom durch α -Zerfall ein Radonatom entsteht? Geben Sie eine verbale Antwort mit Begründung.

2 Elektronen verlassen das Atom, da sie nicht mehr gebunden sind, da es nur noch 86 Protonen im Kern vorhanden sind.

2 P.

e) Bei radioaktiver Strahlung sind die Methoden der Abschirmung sehr wichtig. Geben Sie eine einfache Möglichkeit an, α -Strahlung abzuschirmen.

Schon wenige cm Luft schirmen α -Strahlung ab.
Ebenso ein Blatt Papier oder dünner Stoff.

1 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.

Seite 10/11 : Aufgabe 6/7