Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
**Schweizerische Maturitätskommission SMK**

**Schweizerische Maturitätsprüfung**

Zürich und Basel, Winter 2017

# Physik, Grundlagenfach

**Kand.-Nr.:**

**Name, Vorname:**

| |
|---|
| Erreichte Punktzahl: ........................ |
| Note: ........................ |
| Visum Korrigierende(r): ........................ |

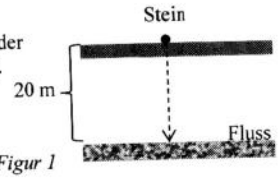
| | |
|---|---|
| Fach: | **Physik, Grundlagenfach** |
| Dauer: | **80 Minuten** |
| Zugelassene Hilfsmittel: | Formelsammlung, Periodensystem und Taschenrechner gemäss Vorgaben Schweizerische Maturitätskommission SMK |
| Maximale Punktzahl: | 63 Punkte |
| Autoren: | René Weiss, Christoph Meier |
| 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 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 (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 63 Punkte.
Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.



**Aufgabe 1** (11 Punkte)

Chris steht auf einer hohen Brücke und hält einen Stein in der Hand. 20 m unterhalb des Steins fliesst ein Fluss (*Figur 1*).
Hinweis: im Folgenden dürfen Sie den Luftwiderstand vernachlässigen.




*Figur 1*

a) Chris lässt den Stein fallen.

a1) Mit welcher Geschwindigkeit schlägt der Stein auf dem Wasser auf?

a11) formal

$v^2 = 2as + v_0^2 \quad | \; s = h \; ; a = g$

$v = \sqrt{2gh}$

1 P.

a12) numerisch

$V = \sqrt{2 \cdot 10\frac{m}{s^2} \cdot 20\,m} = 20\frac{m}{s}$

1 P.

a2) Nach welcher Zeit schlägt der Stein auf dem Wasser auf?

a21) formal

$h = \frac{1}{2} g t^2$

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

1 P.

a22) numerisch

$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20\,m}{10\frac{m}{s^2}}} = 2{,}0\,s$

1 P.

b) Chris möchte, dass ein Stein schon nach 1.5 s auf dem Wasser aufschlägt. Mit welcher Geschwindigkeit muss er ihn nach unten werfen?

b1) formal

$h = \frac{1}{2} g t^2 + v_0 t$

$V_0 = \frac{h}{t} - \frac{gt}{2}$

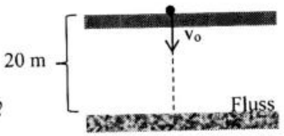
2 P.

b2) numerisch

$V_0 = \frac{20\,m}{1{,}5\,s} - \frac{10\frac{m}{s^2} \cdot 1{,}5\,s}{2} = 5{,}8\frac{m}{s}$

1 P.

c) Chris möchte, dass ein Stein mit 25 m/s auf dem Wasser aufschlägt. Mit welcher Geschwindigkeit $v_o$ muss er ihn nach unten werfen (*Figur 2*)?




*Figur 2*

c1) formal

$$v^2 = 2gh + v_o^2$$

$$v = \sqrt{2gh + v_o^2}$$

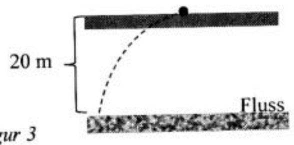
1 P.

c2) numerisch

$$v = \sqrt{2\cdot 10\frac{m}{s^2}\cdot 20m + \left(25\frac{m}{s}\right)^2} = 32\frac{m}{s}$$

1 P.

d) Bei Aufgabe c) wurde berechnet, mit welcher Geschwindigkeit Chris einen Stein senkrecht nach unten werfen muss, damit dieser mit 25 m/s auf dem Wasser aufschlägt. Nun wirft er ihn mit der berechneten Abwurfgeschwindigkeit $v_o$ schräg nach unten (*Figur 3*). Was lässt sich über die Auftreffgeschwindigkeit auf dem Wasser in diesem Fall sagen (verbale Antwort mit Begründung)?

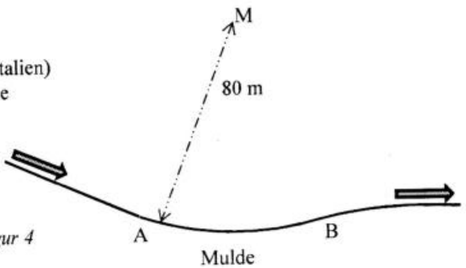



*Figur 3*

2 P.

**Aufgabe 2** (10 Punkte)

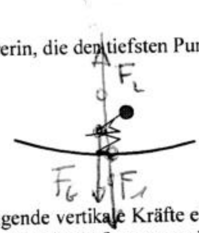
Auf der Abfahrtspiste in Schladming (Italien) durchfahren die Skirennfahrerinnen eine langgezogene Mulde (*Figur 4*). Zwischen A und B bewegen sie sich dabei auf einem Kreisbogen mit 80 m Radius und Mittelpunkt M.




*Figur 4*



*Figur 5* zeigt eine Skirennfahrerin, die den tiefsten Punkt dieser Mulde passiert.




*Figur 5*

a) Zeichnen Sie in *Figur 5* folgende vertikale Kräfte ein (beachten Sie jeweils den Angriffspunkt und beschriften Sie die Kräfte entsprechend). Die Kräfte müssen deutlich ersichtlich sein!

$F_G$ = Gewichtskraft der Skirennfahrerin
$F_1$ = Kraft von der Skirennfahrerin auf die Piste
$F_2$ = Kraft von der Piste auf die Skirennfahrerin

3 P.

b) Wie gross ist die Zentripetalkraft $F_Z$, wenn die Skirennfahrerin (Masse 60 kg) die Mulde mit 72 km/h durchfährt?

b1) formal

$$F_Z = m\frac{v^2}{r}$$

1 P.

b2) numerisch

$$F_Z = 60kg\cdot\frac{\left(20\frac{m}{s}\right)^2}{80m} = 300N$$

1 P.

c) Gibt es unter den Kräften $F_G$, $F_1$, $F_2$ und $F_Z$ ein Kraft-Gegenkraft-Paar? Wenn ja, welches ist dieses Paar?

$F_1$ und $F_2$ (actio-reactio)

1 P.

d) Wie lässt sich $F_Z$ durch die andern Kräfte (d. h. $F_G$, $F_1$ und $F_2$) ausdrücken? Schreiben Sie diesen Zusammenhang bei d1) formal auf und begründen Sie bei d2) Ihre Lösung verbal.

d1) formale Lösung

$$F_Z = F_2 - F_G \quad \text{(Beträge)}$$

1 P.

d2) Begründung

Die Fahrerin bewegt sich auf Kreisbahn, also beschleunigt ($F_Z$). Diese eff. Kraft ergibt sich aus den an ihr angreifenden Kräften, $F_2$ und $F_G$.

1 P.

e) Wegen des bei d1) erstellten Zusammenhangs sind nun die numerischen Werte der 4 Kräfte $F_G$, $F_Z$, $F_1$ und $F_2$ bekannt. Tragen Sie diese Werte unten ein:

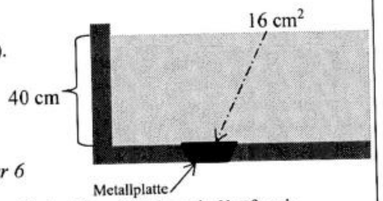
$F_G$ = $-mg = -600N$ $F_Z$ = $+300N$

$F_1$ = $-300N$ $F_2$ = $+300N$ 2 P.

(−) nach unten (+) nach oben

**Aufgabe 3** (9 Punkte)

In einem Behälter steht Wasser 40 cm hoch (*Figur 6*). Der Ablauf ist durch eine hinein gelegte, 16 cm² grosse, kreisrunde Metallplatte („Stöpsel") verschlossen. Die Masse dieser Platte ist 0.11 kg.

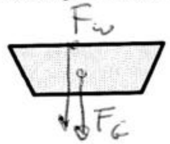



*Figur 6*

a) *Figur 7* zeigt die Metallplatte vergrössert. Zeichnen Sie in *Figur 7* folgende Kräfte ein (beachten Sie jeweils den Angriffspunkt und beschriften Sie die Kräfte entsprechend). Die Kräfte müssen deutlich ersichtlich sein!

a1) Gewichtskraft $F_G$ der Metallplatte

a2) Kraft $F_W$ des Wassers auf die Metallplatte




*Figur 7* 2 P.

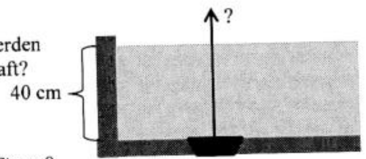
b) Die Metallplatte ist in Ruhe, also im Kräftegleichgewicht. Wie ist das möglich? Geben Sie eine möglichst aussagekräftige verbale Antwort und beziehen Sie sich dabei auf *Figur 7*.

Auf die schrägen Seiten wirken Kräfte nach oben, verursacht durch den Boden, als Reaktion auf $F_W + F_G$

2 P.

c) Die Metallplatte soll vom Ablauf weg gezogen werden (*Figur 8*). Wie gross ist die dazu nötige vertikale Kraft?

c1) formal




*Figur 8*

$F = F_W + F_G$

$= \rho \cdot g \cdot h \cdot A + mg$

3 P.

c2) numerisch

$F = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 10 \frac{N}{kg} \cdot 0{,}4\,m \cdot 16\,cm^2 + 0{,}11\,kg \cdot 10 \frac{N}{kg} =$

$= 6{,}4\,N + 1{,}1\,N = 7{,}5\,N$

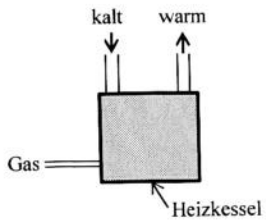
2 P.



**Aufgabe 4** (9 Punkte)

Bei einer Gas-Zentralheizung wird im Heizkessel Gas verbrannt (*Figur 9*). Das einströmende kalte Wasser wird dadurch erwärmt und verlässt als warmes Wasser den Heizkessel.

Ist der Heizkessel eingeschaltet, strömen pro Minute (d. h. in 60 Sekunden) 8.0 kg Wasser von 25 °C in den Heizkessel und verlassen ihn mit 55 °C.




*Figur 9*

a) Welche Wärmemenge ist für diese Erwärmung nötig?

a1) formal

$\Delta Q = c \cdot m \cdot (T_1 - T_0)$

1 P.

a2) numerisch

$\Delta Q = 4182 \frac{J}{kg\,K} \cdot 8\,kg \cdot 30\,K = 1{,}0 \cdot 10^6\,J$

1 P.

b) Wie gross ist die Leistung bei diesem Vorgang (nur numerisch)?

$P = \frac{\Delta Q}{t} = 17\,kW$

1 P.

c) Durch das Verbrennen des Gases wird im Heizkessel eine Leistung von 18 kW erzeugt.

c1) Wie gross ist der Wirkungsgrad des Heizkessels (nur numerisch)?

$\eta = \frac{P_W}{P_G} = \frac{17}{18} = 93\,\%$

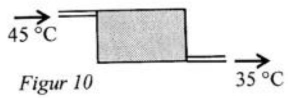
1 P.

c2) Beim Verbrennen von 1.0 m³ Gas wird eine Wärmemenge von 36 MJ frei. Wie viele Liter Gas müssen pro Sekunde in den Heizkessel geleitet werden, damit eine Leistung von 18 kW erzeugt wird (nur numerisch)?

$P = \frac{V \cdot H}{t} \Rightarrow \frac{V}{t} = \frac{P}{H} = \frac{18\,kW}{36\,MJ/m^3} = 5 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s} = 0{,}50 \frac{l}{s}$

2 P.

d) Eine Pumpe befördert das warme Wasser in die oberen Stockwerke. In einem Dachzimmer strömen pro Sekunde 20 g Wasser von 45 °C in den Heizkörper und 20 g Wasser verlassen ihn mit 35 °C (*Figur 19*).



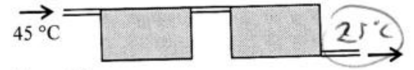

*Figur 10*

d1) Wie gross ist die Heizleistung dieses Heizkörpers (nur numerisch)?

$P = \frac{c\,m\,\Delta T}{t} = \frac{4182 \frac{J}{kg\,K} \cdot 0{,}02\,kg \cdot 10\,K}{1\,s} = 0{,}84\,kW$

1 P.

d2) Weil es in diesem Dachzimmer immer etwas kalt ist, schlägt der um Rat gefragte Installateur vor, „noch einen zweiten Heizkörper zu montieren“ (*Figur 11*).




*Figur 11*

Wieso wird es durch diese Massnahme im Dachzimmer wärmer, obwohl pro Sekunde immer noch 20 g Wasser von 45 °C zufliessen? Erklären Sie, wieso eine Berechnung, die der von Aufgabe d1) entspricht, jetzt eine höhere Leistung ergibt. Hinweis: eine Antwort im Sinn von „weil es jetzt mehr warmes Wasser im Zimmer hat“ genügt nicht.

Das Wasser verlässt den ersten Heizkörper mit 35°C und den zweiten dann mit 25°C (Zimmertemperatur kleiner als 25°C)
Also hat der zweite Heizkörper noch ca 800 W.

2 P.

**Aufgabe 5** (10 Punkte)

Weil das Gartenhäuschen von Herr Müller nicht an die öffentliche Elektrizitätsversorgung angeschlossen ist, hat er auf dessen Dach eine Solarenergie-Anlage installiert. Dadurch wird eine 12-V-Batterie aufgeladen.
Hinweis: Sie können die Teilaufgaben a), b), c) und d) unabhängig voneinander lösen.

a) Die ganz aufgeladene Batterie hat eine Energie von $6.0\cdot10^5$ J gespeichert. Wie gross ist die in ihr gespeicherte Ladung?

a1) formal

$W = Q\cdot U$

$Q = \frac{W}{U}$

1 P.

a2) numerisch

$Q = \frac{6\cdot10^5 J}{12V} = 50kC$

1 P.

b) Wie lange lässt sich eine kleine Teichpumpe (Leistung 20 W) im Garten von Herr Müller mit der ganz aufgeladenen Batterie betreiben?

b1) formal

$P = \frac{W}{t}$

$t = W/P$

1 P.

b2) numerisch

$t = \frac{6\cdot10^5 J}{20W} = 30000s = 8{,}3h$

1 P.



c) Eine romantische Lichterkette besteht aus 18 in Serie geschalteten, verschieden farbigen Glühbirnchen von je 0.40 Ω Widerstand. Diese Kette wird abends an die 12-V- Batterie angeschlossen.

c1) Wie gross ist der Strom, der durch die Kette fliesst?

c11) formal

$U = R_G I$

$I = \frac{U}{R_G} = \frac{U}{12\cdot R}$

2 P.

c12) numerisch

$I = \frac{12V}{12\cdot 0{,}4\Omega} = 2{,}5A$

1 P.

c2) Wie gross ist die Leistung, die jedes dieser Glühlämpchen produziert (nur numerisch)?

$P = R\cdot I^2 = 0{,}4\Omega\cdot(2{,}5A)^2 = 2{,}5W$

1 P.

d) Als drei Glühlämpchen defekt sind und nicht mehr ersetzt werden können, verkürzt Herr Müller die Kette auf 15 Glühlämpchen. Was lässt sich über das Leuchten eines einzelnen Glühlämpchens, bzw. der ganzen Kette sagen – im Vergleich zur ursprünglichen Kette (Aufgabe c)? Eine verbale Antwort genügt, wenn Sie jeweils Ihre Aussage mit den Formeln begründen, auf die Sie sich beziehen.

d1) einzelnes Glühlämpchen

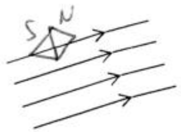
$R_G$ wird kleiner $\left(\frac{15}{18}\right)$, also $I_G$ größer, somit auch $I_{Lämpchen}$ (Serienschaltung). Also ist $P = R\cdot I_L^2$ größer $\left(\frac{18}{15}\right)^2$

1 P.

d2) ganze Kette

$P_G = \frac{U^2}{R_G}$ wird größer $\left(\frac{18}{15}\right)$ da $R_G$ kleiner

1 P.




Figur 12

**Aufgabe 6** (6 Punkte)

a) *Figur 12* zeigt ein **Magnetfeld**. Die Pfeile an den Feldlinien geben dessen Richtung an.

a1) Was versteht man unter der „Richtung der Feldlinien"? Geben Sie eine verbale Antwort. Hinweis: bitte beachten Sie, dass eine Antwort im Sinn von „ …. gibt an, in welche Richtung das Feld wirkt" nicht genügt.

Die Magnetfeldlinien verlaufen von Nord- zu Südpol und geben an, wie sich eine kleine Magnetnadel ausrichten würde

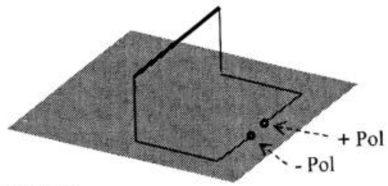
1 P.

a2) Wie kann man die Richtung der Feldlinien experimentell bestimmen?

s.o. freie Magnetnadel
oder Eisenfeilspäne

1 P.

b) Auf einer Platte liegt ein Metallstab, der durch dünne Drähte mit den Polen einer Batterie verbunden ist. Nun hebt man ihn hoch (*Figur 13*) und lässt ihn los - der Stab schwebt und bleibt in der gezeigten Lage!




Figur 13

Wie lässt sich das erklären?
Offensichtlich wirkt auf den Stab, ausser dem Gewicht, noch eine Kraft.

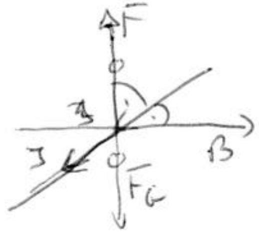
b1) Was lässt sich über Grösse und Richtung dieser Kraft sagen (verbale Antwort mit Begründung)?

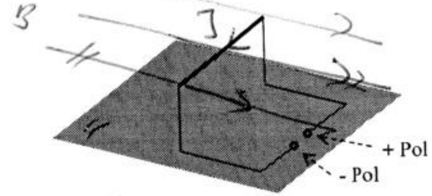
Da die eff Kraft Null ist, heben sich die Kräfte auf. Die weitere Kraft ist gleich groß, entgegengesetzt zur Gewichtskraft.

1 P.



b2) Diese Kraft kommt dadurch zustande, dass noch ein, bisher nicht erwähntes, Magnetfeld im Spiel ist. Wie muss dieses Magnetfeld verlaufen? Geben Sie die Lage und die Richtung der Feldlinien an – zeichnen Sie sie entsprechend in der nachstehenden *Figur 14* ein und begründen Sie Ihre Lösung.




Figur 14

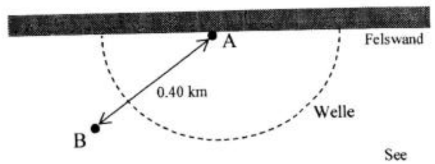
Lorentzkraft: rechtwinklig zu Strom und Magnetfeld (3-Finger-Regel r.H.) ist senkrecht nach oben gerichtet

3 P.

Also ist Magnetfeld parallel zur Platte, senkrecht zum Strom.

**Aufgabe 7** (8 Punkte)

Vor einigen Jahren stürzte bei einer Felswand ein Felsbrocken in den See (Punkt A in *Figur 15*). Die dadurch ausgelöste Welle breitete sich mit 11 m/s halbkreisförmig aus.



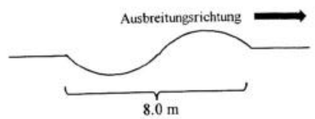

*Figur 15 (von oben gesehen)*

a) Nach welcher Zeit erreichte die Welle den 0.40 km von der Absturzstelle A entfernten Punkt B (nur numerisch)?

$v=\frac{s}{t} \Rightarrow t=\frac{s}{v}=\frac{400\,m}{11\,m/s}=36\,s$

1 P.

b) *Figur 16* zeigt vereinfacht die sich ausbreitende Welle: ein Wellenberg gefolgt von einem Wellental. Wie kann man anschaulich begründen, dass auf den Wellenberg ein Wellental folgen muss?




*Figur 16*

Wo jetzt das Tal ist war eine halbe Periode vorher ein Berg. Dieses Wasser drückt nach unten und erzeugt so das Tal.

1 P.

c) Wie lange dauert es, bis die Welle (d. h. Wellenberg und Wellental) den Punkt B passiert hat (nur numerisch)?

$t = \frac{\lambda}{v} = \frac{8\,m}{11\,m/s} = 0{,}73\,s$

1 P.

d) Aus der Beziehung c = λ·f kann man die Frequenz berechnen. Warum ist das bei dieser Welle nicht sinnvoll?

Die Anregung ist nicht periodisch, sondern einmalig.

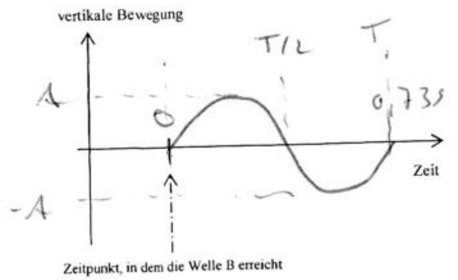
1 P.

e) Wellen, die sich entlang einer Achse ausbreiten, haben eine konstante Amplitude. Bei dem hier betrachteten Vorgang ist das nicht der Fall - die Amplitude wird kleiner. Wie lässt sich das anschaulich begründen? Hinweis: Sie dürfen annehmen, dass keine Dämpfung durch Reibung auftritt.

Das Anheben des Wassers erfordert Energie. Diese ist konstant (durch den Stein geliefert), muss aber immer mehr Wasser bewegen.

2 P.

f) Beim Punkt B (*Figur 15*) schwimmt eine verschlossene, leere Flasche im See. Wie bewegt sich die Flasche in vertikaler Richtung, wenn die Welle den Punkt B passiert? Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf dieser Bewegung in *Figur 17* und beschreiben Sie Ihre Überlegungen.




*Figur 17*

Die Welle hebt die Flasche an, bis zur Amplitude, senkt sie dann wieder ab (halbe Periode) auf Null, dann hinab auf -A und nach einer Periode wieder auf Null.

2 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.