Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Schweizerische Maturitätsprüfung Zürich, Winter 2018

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:	65 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/s² 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 65 Punkte.
Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

Aufgabe 1 (11 Punkte)

In der Nähe von Las Vegas finden regelmässig **Beschleunigungsrennen** statt. Auf einer Piste („Dragstrip") müssen 1000 Fuss, d. h. etwa 300 Meter zurückgelegt werden.
Ein Rennwagen („Dragster") startet aus der Ruhe und legt in 4.0 s gleichmässig beschleunigt $3.0\cdot 10^2$ m zurück.

a) Wie gross ist die Beschleunigung?
a1) formal

$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \quad (v_0 = 0)$

$a = \frac{2s}{t^2}$

1 P.

a2) numerisch

$a = \frac{2\cdot 300\,m}{(4\,s)^2} = 37{,}5\,\frac{m}{s^2} = 38\,\frac{m}{s^2}$

1 P.

b) Wie gross ist die Geschwindigkeit nach 4.0 s?
b1) formal

$v = at + (v_0)$

$v = \frac{2s}{t^2}\cdot t = \frac{2s}{t}$

1 P.

b2) numerisch (Resultat in km/h)

$v = \frac{2\cdot 300\,m}{4\,s} = 150\,\frac{m}{s} = 540\,\frac{km}{h} = 0{,}54\cdot 10^3\,\frac{km}{h}$ 1 P.

c) Wie gross ist die beschleunigende Kraft, die dabei auf den Fahrer (Masse 70 kg) wirkt?
c1) numerisch

$F = ma = 2{,}6\,kN$

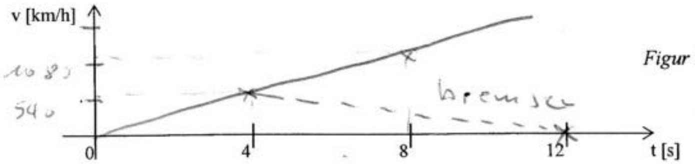
1 P.

c2) Beschreiben Sie, wodurch diese Kraft auf den Fahrer ausgeübt wird (verbale Antwort mit Skizze).

Rücklehne seines Sitzes.

1 P.

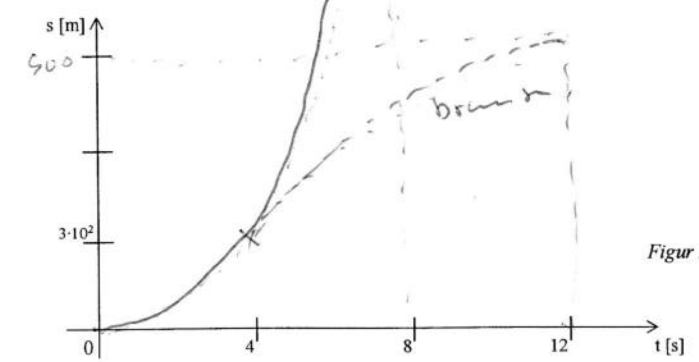
d) Skizzieren Sie in *Figur 1* das t-v-Diagramm für diese Bewegung (mit den entsprechenden Einheiten auf der v-Achse).



Figur 1

1 P.

e) Skizzieren Sie in *Figur 2* das t-s-Diagramm für diese Bewegung.



Figur 2

1 P.

f) Unmittelbar nach der Renndistanz von $3.0\cdot10^2$ m wird der Rennwagen kräftig abgebremst. Es dauert 8.0 s bis zum Stillstand. Wir nehmen an, dass die Verzögerung bis zum Stillstand konstant ist.

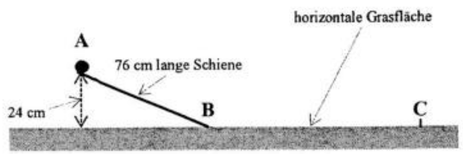
f1) Skizzieren Sie diese Phase in *Figur 1*, beschriftet mit „bremsen". 1 P.

f2) Skizzieren Sie diese Phase in *Figur 2*, beschriftet mit „bremsen". 2 P.

Aufgabe 2 (9 Punkte)

Das nach dem Golfspieler E. Stimpson benannte **Stimpmeter** ist ein Messgerät im Golfsport (*Figur 3*). Mit ihm wird ermittelt, wie gut ein Golfball auf der horizontalen Grasfläche („Green") rollt, die das Loch umgibt.

Ein Golfball (Masse 44 g) wird im Punkt **A** losgelassen, rollt dann zum Punkt **B** hinunter und danach auf der Grasfläche bis zum Stillstand bei **C**. Die für gute Golfspieler wichtige Strecke BC wird gemessen und das Resultat bekanntgegeben.



Figur 3

a) Der Golfball hat im Punkt **B** die Geschwindigkeit 2.1 m/s. Wie gross ist seine Energie?

a1) formal

$E_B = \frac{1}{2} m v_B^2$

1 P.

a2) numerisch

$E_B = \frac{1}{2} \cdot 0{,}044\,kg\,(2{,}1\,\frac{m}{s})^2 = 97\,mJ$

1 P.

b) Wie gross war seine Energie im Punkt **A** (nur numerisch)?

$E_A = mgh = 106\,mJ = 0{,}11\,J$

1 P.

c) Vergleichen Sie die Resultate von a2) und b). Was schliessen Sie daraus?

AB hat sehr wenig Reibung, da nur wenig Energie 'verloren' geht.

1 P.

d) Bei einer Messung ergibt sich für die Strecke BC die Länge 1.9 m. Wie gross war die wirkende Reibungskraft?

d1) Beschreiben Sie Ihre Überlegung zur Lösung dieser Frage.

Kin. Energie wird in Reibungsarbeit (Kraft · Weg) umgewandelt.

1 P.

d2) Berechnen Sie die Reibungskraft formal.

$E_{kin} = F_R \cdot s$

$F_R = \frac{E_{kin}}{s} = \frac{m v_B^2}{2 s}$

1 P.

d3) Berechnen Sie die Reibungskraft numerisch.

$F_R = \frac{0{,}044\,kg\,(2{,}1\,\frac{m}{s})^2}{2 \cdot 1{,}9\,m} = 51\,mN$

1 P.

d4) Wie gross ist somit die Reibungszahl (nur numerisch)?

$\mu = \frac{F_R}{F_G} = \frac{F_R}{mg} = 0{,}12$

1 P.

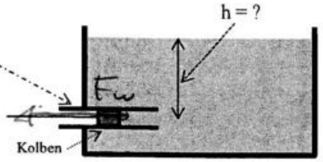
e) Nennen Sie zwei Gegebenheiten, die das Rollen eines Golfballs bei einer solchen Messung beeinflussen.

Wind und Hindernisse, wie Stöckchen, Steine ...

1 P.

Aufgabe 3 (8 Punkte)

Figur 4 zeigt ein grosses **Wasserbecken**.
In einem Rohr mit der Querschnittsfläche 12 cm^2 kann ein Kolben hin und her bewegt werden.
Das Wasser übt eine Kraft F_W von 22 N auf den Kolben aus.



Figur 4

a) Zeichnen Sie F_W in *Figur 4* gut ersichtlich ein (beachten Sie den Angriffspunkt). 1 P.

b) Wie gross ist der (mittlere) Wasserdruck, der auf den Kolben wirkt?

b1) formal

$$p = \frac{F}{A}$$

1 P.

b2) numerisch

$$p = \frac{22\,N}{12\,cm^2} = 1{,}8\,\frac{N}{cm^2} = 18\,kPa$$

1 P.

c) Wie tief (h = ?) liegt der Kolben unter der Wasseroberfläche (nur numerisch)?

$$p = \rho g h$$

$$h = p/\rho g = 1{,}8\,m$$

1 P.

d) Der Kolben wird um 0.20 m nach rechts bewegt. Welche Arbeit muss dafür aufgewendet werden?

d1) formal

$$W = F \cdot s$$

1 P.

d2) numerisch

$$W = 22\,N \cdot 0{,}2\,m = 4{,}4\,J$$

1 P.

e) Bei dem in d) betrachteten Vorgang wurde Arbeit verrichtet. Diese Arbeit ist im Wassertank gespeichert. Beschreiben Sie, in welcher Art von Energie sie gespeichert ist und begründen Sie Ihre Antwort.

Es ist pot. Energie, weil die Höhe des Wassers im Becken gestiegen ist.

2 P.

Aufgabe 4 (10 Punkte)

Am **Après-Ski Fest** in einem Wintersportort ist es kalt und windig: die Temperatur beträgt -15 °C. Chris bestellt an einem Stand ein Getränk; der Standbetreiber stellt ihm 2.0 dl des 10 °C warmen Getränks in einem Plastikbecher auf den Tisch. Chris ist in ein Gespräch vertieft und wendet sich erst danach seinem Getränk zu – es ist vollständig gefroren!
Hinweis: für das Getränk dürfen Sie die Konstanten von Wasser verwenden.

a) Wie gross ist die Wärmemenge, die seinem Getränk während des Gesprächs mindestens entzogen wurde?

a1) formal

$$\Delta Q = c\,m\,\Delta T + L_f\,m$$

$$= c\,\rho\,V\,(T_1 - T_0) + L_f\,\rho\,V$$

2 P.

a2) numerisch

$$\Delta Q = 4182\,\frac{J}{kg\,K} \cdot 1\,\frac{kg}{dm^3} \cdot 0{,}2\,dm^3 \cdot 10\,K + 3{,}3 \cdot 10^5\,\frac{J}{kg} \cdot 1\,\frac{kg}{dm^3} \cdot 0{,}2\,dm^3$$

$$= 74\,kJ$$

2 P.

b) Welche Wärmeübertragungsart ist hauptsächlich für das Abkühlen des Bechers und des Getränks verantwortlich? Begründen Sie Ihre Antwort.

(erzwungene) Konvektion durch den Wind der die vom Getränk erwärmte Luft abführt.

2 P.

c) Wie gross ist die Wärmemenge, die dem Getränk in dieser Situation maximal entzogen werden kann?

c1) Welches physikalische Gesetz spielt bei der Beantwortung dieser Frage die entscheidende Rolle?

$$\Delta T_{max} = (T_1 - T_2) = (10 - (-15))\,K = 25\,K$$

$$\Delta Q_{max} = 85\,kJ$$

2. Hauptsatz: Wärme fließt von warmen zum Kalten. Bei gleicher Temp. stoppt der Übertrag.

1 P.

c2) Was besagt dieses Gesetz in dieser konkreten Situation?

Wenn Becher und Wind die gleiche Temp. haben, kühlt der Becher nicht weiter ab.

1 P.

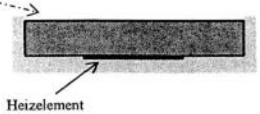
c3) Berechnen Sie die gesuchte Wärmemenge numerisch.

5.0 $\Delta T = 27K$ $\Delta Q = 89kJ$

2 P.

Aufgabe 5 (10 Punkte)

Die wassergefüllte Matratze eines **Wasserbetts** wird durch ein darunter liegendes Heizelement warm gehalten (*Figur 5*). Dieses Heizelement ist an 230 V angeschlossen und erzeugt 0.20 kW, wenn es eingeschaltet ist.



Figur 5

a) Wie gross ist der elektrische Widerstand des Heizelements?

a1) formal $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$

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

1 P.

a2) numerisch

$R = \frac{(230V)^2}{200W} = 0{,}26 k\Omega$

1 P.

b) An einem Gerät lässt sich einstellen, wie stark das Wasser erwärmt werden soll. Bei einer bestimmten Einstellung schaltet das Gerät das Heizelement für 12 Minuten ein und anschliessend für 40 Minuten aus, danach wiederholt sich dieser Vorgang dauernd (d. h. jeweils 12 min „ein" und 40 min „aus" etc.). Wie gross ist die mittlere Heizleistung, die das Gerät so produziert (nur numerisch, aber Rechnung stichwortartig begründen)?

$\bar{P} = \frac{12 \cdot 200W + 40 \cdot 0W}{52} = 46W$

2 P.

c) Nach Jahren des Gebrauchs ist das Heizelement defekt. Ein anderer Typ Heizelement mit dem Widerstand 0.20 kΩ soll eingebaut und an 230 V angeschlossen werden.

c1) Wie gross ist der fliessende Strom, wenn dieses Element in Betrieb ist?

c11) formal $U = R \cdot I$

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

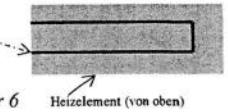
1 P.

c12) numerisch

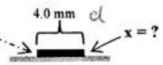
$I = \frac{230V}{200\Omega} = 1{,}2A$

1 P.

c2) Das Heizelement enthält eine U-förmige Leiterbahn („flacher Draht") von 0.20 kΩ Widerstand, die 2.4 m lang und 4.0 mm breit ist (*Figur 6* und *Figur 7*) und aus dem Material Konstantan besteht. Wie dick (x = ?) ist diese Leiterbahn?



Figur 6



Figur 7

c21) formal $R = \rho \cdot \frac{l}{d \cdot x}$

$x = \frac{\rho l}{R d}$

1 P.

c22) numerisch
(der spezifische Widerstand von Konstantan beträgt $49 \cdot 10^{-8}$ Ωm = 0.49 Ωmm²/m)

$x = \frac{49 \cdot 10^{-8} \Omega m \cdot 2{,}4m}{200\Omega \cdot 4 \cdot 10^{-3} m} = 1{,}5 \mu m$

1 P.

d) Vor dem aufwendigen Einbau des Heizelements in das Wasserbett sollte man das Funktionieren des Heizelements testen: in der Anleitung wird geraten, es „auf den Boden zu legen und an 230 V anzuschliessen – aber nur kurz wegen der möglichen Überhitzung".
Im Wasserbett wird das Heizelement über Jahre in Betrieb sein, ohne dass es überhitzt. Wie ist das möglich? Nennen Sie zwei Gründe und begründen Sie Ihre Antworten.

1. Grund:

Wärmeübertragung (Leitung) ist bei Wasser viel besser, als in Luft, daher überhitzt das Element nicht.

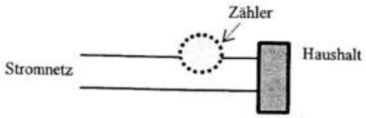
2. Grund:

Wärmekapazität von Wasser ist sehr hoch, kann daher viel Energie aufnehmen, bei geringer Temperaturänderung.

2 P.

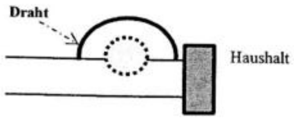
Aufgabe 6 (8 Punkte)

Ende des 19. Jahrhunderts wurden **private Haushalte** an das öffentliche Stromnetz angeschlossen. Dabei wurde jeweils ein Zähler installiert, damit dem Bezüger eine „Stromrechnung" gestellt werden konnte (*Figur 8*).



Figur 8

Ein Schlaumeier überbrückte zeitweise den Zähler mit einem Draht (*Figur 9*), um weniger bezahlen zu müssen.



Figur 9

Allerdings wurde er bald ertappt und wegen Diebstahls angeklagt: er habe „Dinge an sich genommen und behalten, ohne dafür zu bezahlen", so der Wortlaut des Gesetzes. Der Beschuldigte bestritt vor Gericht, irgendwelche Dinge an sich genommen und behalten zu haben.

In diesem Zusammenhang stellen sich verschiedene Fragen. Beschreiben und begründen Sie jeweils Ihre Überlegungen kurz – zu welchen Schlüssen kommen Sie?

a) Hat der Beschuldigte <u>elektrische Ladung</u> an sich genommen und behalten?

Nein, denn die Menge an Ladung die raus- und reinkommt ist gleich.

2 P.

b) Hat der Beschuldigte <u>Strom</u> an sich genommen und behalten?

Nein, denn Strom ist bewegte Ladung s.o.

2 P.

c) Hat der Beschuldigte <u>Spannung</u> an sich genommen und behalten?

Nein, denn die Spannung ist konstant.

1 P.

d) Hat der Beschuldigte <u>irgendwelche andern Dinge</u> an sich genommen und behalten? Wenn ja, welche?

Dinge, im Sinne materieller Objekte, hat er nicht an sich genommen.

1 P.

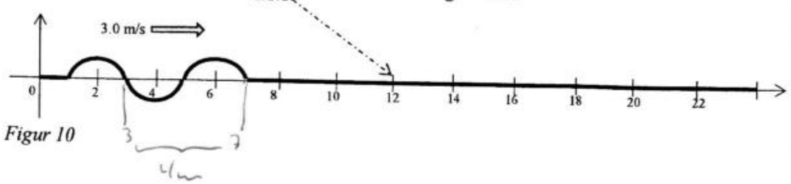
e) Hat der Beschuldigte überhaupt etwas an sich genommen und behalten? Wenn ja, was?

Er hat Arbeit bzw. Energie aus dem Stromnetz entnommen, allerdings nicht behalten (Weitergabe an Umgebung)

2 P.

Aufgabe 7 (9 Punkte)

a) Eine Welle bewegt sich längs eines gespannten **Seils** mit 3.0 m/s nach rechts (*Figur 10*). Die Längenangaben längs des Seils sind in Metern ausgedrückt.



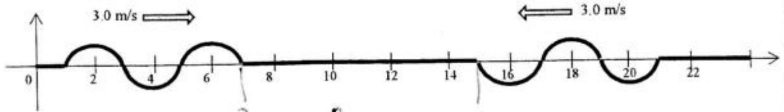
Figur 10

In *Figur 10* lässt sich die Wellenlänge bestimmen. Wie gross ist sie?

$\lambda = 4m$

1 P.

b) Eine zweite Welle mit gleicher Amplitude bewegt sich mit 3.0 m/s längs des gespannten Seils nach links. *Figur 11* zeigt eine Fotografie der Situation.



Figur 11

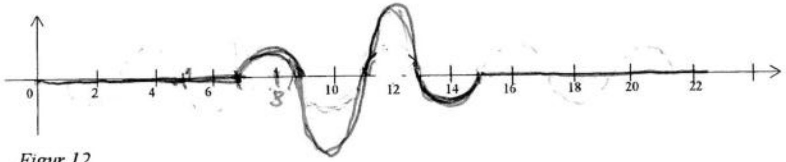
7 — 8 m — 15

b1) Wie lange dauert es nach der in *Figur 11* gezeigten Situation, bis die beiden Wellen aufeinander treffen (nur numerisch)?

$\underline{t} = \frac{s}{2v} = \frac{8\,m}{6\,\frac{m}{s}} = \underline{1,3\,s}$

1 P.

b2) Wir fotografieren das gespannte Seil 2.0 s nach der in *Figur 11* gezeigten Situation. Welche Form hat das Seil jetzt? Zeichnen Sie Ihre Lösung in *Figur 12* ein. Begründen Sie Ihre Lösung.



Figur 12

linke Welle : $(1..7)\,m \xrightarrow{+6\,m} (7..13)\,m$

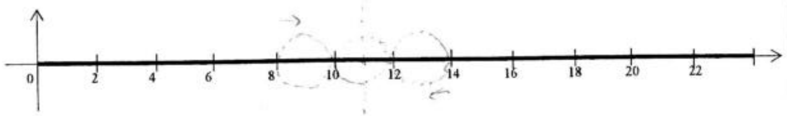
rechte Welle : $(15..21)\,m \xleftarrow{6\,m} \underline{(9..15)\,m}$

$9..13\,m$

Superposition

4 P.

b3) Fotografiert man das gespannte Seil zu einem bestimmten Zeitpunkt, sieht man ein gestrecktes Seil (*Figur 13*), die beiden Wellen haben sich gegenseitig „ausgelöscht".
Zu welchem Zeitpunkt wurde diese Fotografie gemacht (wie viele Sekunden nach der in *Figur 11* gezeigten Situation)? Beschreiben Sie die Überlegungen, die Sie zu Ihrem Resultat geführt haben.



Figur 13 $1\frac{1}{2}\lambda = 3\,m \qquad \frac{3\,m}{3\,\frac{m}{s}} = 1\,s$

1 s nach b1) also 2,3 s nach Fig 11

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.