



Schweizerische Maturitätsprüfung

Bern, Sommer 2020

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

Aufgabe 1 (11 Punkte)

Um den Unterschied zwischen dem **Bremsen** auf trockener Strasse und dem Bremsen auf nasser Strasse zu zeigen, wurden zwei Versuche durchgeführt.

Ein Auto wurde zuerst auf trockener Strasse von 100 km/h zum Stillstand abgebremst. Es kam nach 33 m zum Stehen.

a) Wie gross war dabei die Verzögerung (= „negative Beschleunigung“)?

a1) formal

1 P.

a2) numerisch

1 P.

b) Wie lange dauerte dieses Abbremsen?

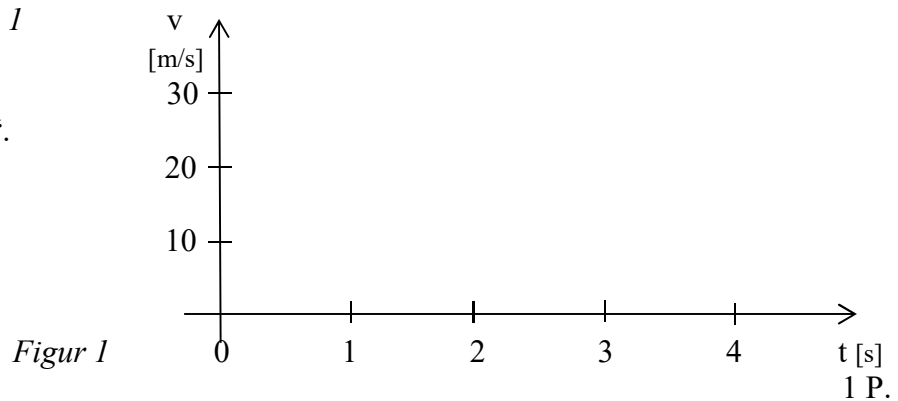
b1) formal

1 P.

b2) numerisch

1 P.

c) Zeichnen Sie in *Figur 1* das t-v-Diagramm für dieses Abbremsen, beschriftet mit "trocken".



d) In *Figur 1* ist die Strecke ersichtlich, die während des Abbremsens bis zum Stillstand zurückgelegt wurde. Beschreiben und begründen Sie die entsprechende Überlegung.

1.5 P.

e) Beim zweiten Versuch erfolgte das Abbremsen von 100 km/h auf nasser Strasse. Dabei ergab sich eine Verzögerung (= „negative Beschleunigung“) von 6.7 m/s^2 . Berechnen Sie die folgenden Grössen (nur numerisch):

e1) die Geschwindigkeit nach 33 m Weg (d. h. an der Stelle, an der das Auto auf trockener Strasse schon still stand)

1.5 P.

e2) die Zeit, um auf die bei Aufgabe e1) errechnete Geschwindigkeit abzubremsen

1 P.

e3) Tragen Sie die Resultate von e1) und e2) in *Figur 1* ein. Zeichnen Sie anschliessend das t-v-Diagramm für dieses Abbremsen, beschriftet mit „nass“.

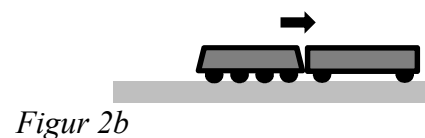
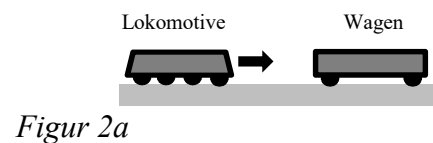
1 P.

e4) Entnehmen Sie *Figur 1* die Zeit, die für das Abbremsen bis zum Stillstand bei nasser Strasse nötig war (begründen Sie Ihre Überlegung).

1 P.

Aufgabe 2 (9 Punkte)

Bei einem **Rangierunfall** prallte eine langsam fahrende Lokomotive mit 50 t Masse auf einen still stehenden Wagen mit 15 t Masse (*Figur 2a*). Danach schob die Lokomotive den Wagen vor sich her, dabei betrug die Geschwindigkeit der beiden Fahrzeuge 2.0 m/s (*Figur 2b*).



Hinweis: die Frage c) lässt sich unabhängig von a) und b) beantworten.

a) Wie gross war die Geschwindigkeit der Lokomotive vor dem Aufprall? Diese Frage lässt sich mit Hilfe des Begriffs „Impuls“ beantworten.

a1) Beschreiben und begründen Sie Ihre diesbezüglichen Überlegungen.

1 P.

a2) Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Lokomotive vor dem Aufprall formal.

2 P.

a3) Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Lokomotive vor dem Aufprall numerisch.

1 P.

b) Um welche Art von Stoss handelt es sich? Begründen Sie Ihre Antwort.

1 P.

c) Nach dem Stoss (*Figur 2b*) kamen die beiden Fahrzeuge nach 18 m Weg zum Stillstand. Wie gross war die dabei wirkende bremsende Kraft? Diese Frage lässt sich mit Hilfe des Begriffs "Energie" beantworten.

c1) Beschreiben und begründen Sie Ihre diesbezüglichen Überlegungen.

1 P.

c2) Berechnen Sie die bremsende Kraft formal.

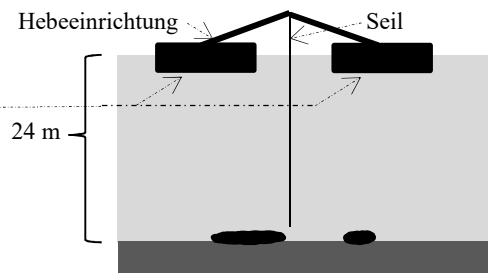
2 P.

c3) Berechnen Sie die bremsende Kraft numerisch.

1 P.

Aufgabe 3 (10 Punkte)

Vor einem Hafen wurden Wrackstücke eines alten Schiffs entdeckt. Um sie zu heben, werden zwei quaderförmige **Flosse** mit je 30 m^2 Bodenfläche mit einer Hebeeinrichtung verbunden (*Figur 3*).



Figur 3

a) Ein Taucher untersucht ein Wrackstück in 24 m Tiefe. Wie gross ist dort der Wasserdruck?

a1) formal

1 P.

a2) numerisch

1 P.

b) Das Wasser übt dort unten eine Kraft von 2.1 kN auf das Glas seiner Tauchermaske aus. Wie gross ist das Glas (nur numerisch)?

1 P.

c) Der Taucher befestigt ein Wrackstück am Seil der Hebeeinrichtung. Anschliessend wird das Wrackstück ganz langsam, gleichförmig nach oben gezogen – dabei beträgt die Zugkraft im Seil $3.2 \cdot 10^4 \text{ N}$. Dadurch tauchen die Flosse etwas tiefer ins Wasser ein als zuvor. Um welche Strecke tauchen sie tiefer ein?

c1) Beschreiben und begründen Sie Ihre Lösungsidee.

1 P.

c2) Berechnen Sie die gesuchte Strecke formal.

2 P.

c3) Berechnen Sie die gesuchte Strecke numerisch.

1 P.

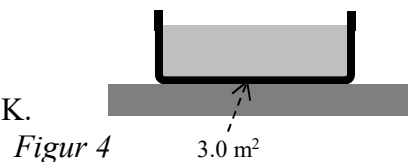
d) Das gehobene Wrackstück wird anschliessend an Land gebracht und untersucht. Man stellt fest, dass seine Masse 3.7 t ist. Wie gross ist sein Volumen (nur numerisch)? Begründen Sie Ihre Rechnung stichwortartig. Tipp: Beachten Sie die Angaben bei Aufgabe c).

3 P.

Aufgabe 4 (9 Punkte)

In einem kleinen **Schwimmbecken** mit der Bodenfläche 3.0 m^2 befinden sich 0.80 m^3 Wasser (*Figur 4*).

Im Schwimmbecken ist eine elektrische Heizung eingebaut; wird sie eingeschaltet, erwärmt sie das Wasser in 60 min um 1.5 K.



a) Welche Wärmemenge ist nötig, um 0.80 m^3 Wasser um 1.5 K zu erwärmen?

a1) formal

1 P.

a2) numerisch

1 P.

b) Wie gross ist die nötige Leistung, um diese Wassermenge in 60 min um 1.5 K zu erwärmen (nur numerisch)?

1 P.

c) Die elektrische Heizung hat eine Leistung von 2.2 kW. Wie gross ist der Wirkungsgrad (nur numerisch)?

1 P.

d) Die Heizung wird während 180 min eingeschaltet.

d1) Um wieviel nimmt dadurch das Volumen des Wassers zu (nur numerisch, $\gamma = 2.0 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$)?

2 P.

d2) Um wieviel steigt dabei der Wasserstand, wenn das Schwimmbecken seine Abmessungen beibehält (nur numerisch)?

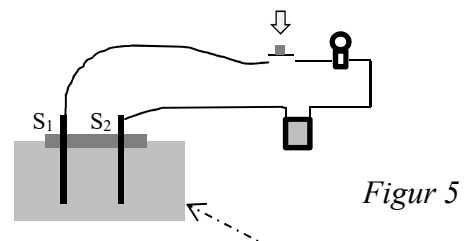
1 P.

e) Der Besitzer des Schwimmbeckens überlegt sich, wie er die Sonneneinstrahlung nutzen könnte, um das Wasser etwas zu erwärmen. Wie lässt sich das mit kleinem Aufwand und geringen Kosten bewerkstelligen? Beschreiben und begründen Sie Ihren Vorschlag.

2 P

Aufgabe 5 (9 Punkte)

Ein Gartencenter verkauft ein Gerät, mit dem man "die **Erdfeuchtigkeit** in einem Blumenbeet im Garten bequem überwachen kann, wenn man im Haus ist".



Figur 5

Figur 5 zeigt die Abbildung in der Betriebsanleitung.

Ein Brettchen mit zwei Metallstiften S_1 und S_2 wird in den Boden des Blumenbeets gedrückt und mit einer 18-V-Batterie verbunden. Im Stromkreis befinden sich ausserdem ein Schalter und ein Glühbirnchen (Widerstand 5.0Ω). Die Erde zwischen S_1 und S_2 wirkt wie ein Widerstand, deshalb ist der Stromkreis geschlossen, wenn der Schalter geschlossen ist.

a) Stellen Sie den in Figur 5 zeichnerisch dargestellten Stromkreis mit den korrekten Schaltsymbolen dar.

1 P.

b) Wenn die Erde feucht ist, beträgt der Widerstand zwischen S_1 und S_2 90Ω . Wie gross ist dann der Gesamtwiderstand (= Ersatzwiderstand) im Stromkreis (nur formal, aber Rechnung begründen)?

1 P.

c) Wie gross ist der Strom, der bei geschlossenem Schalter fliesst?

c1) formal

1 P.

c2) numerisch

1 P.

d) Wie gross ist die Leistung, die im Glühbirnchen erzeugt wird (nur numerisch)?

1 P.

e) Wenn die Erde austrocknet, wird deren elektrischer Widerstand grösser.

e1) Wie ändert sich dadurch der fliessende Strom? Begründen Sie Ihre Antwort – beziehen Sie sich dabei auf Aufgabe c1).

1 P.

e2) Wie ändert sich dadurch die im Glühbirnchen erzeugte Leistung? Begründen Sie Ihre Antwort – beziehen Sie sich dabei auf Aufgabe d).

1 P.

f) Für das Gerät wird eine 18-V-Batterie verwendet.

f1) Erklären Sie verbal, was der Begriff "Spannung" bedeutet.

1 P.

f2) Erklären Sie verbal, was die Angabe "18 V" bei einer Batterie bedeutet.

1 P.

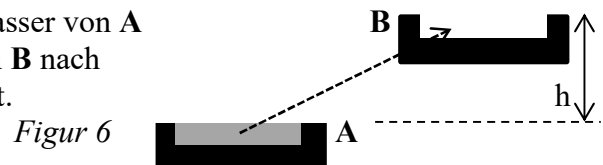
Aufgabe 6 (9 Punkte)

Wenn anstelle der Kernkraftwerke elektrische Energie durch Sonne und Wind erzeugt wird, ist die Produktion im Sommerhalbjahr wesentlich höher als im Winterhalbjahr. Andererseits ist der Energiebedarf im Winterhalbjahr höher als im Sommerhalbjahr.

Deshalb muss ein Teil der im Sommerhalbjahr erzeugten **elektrischen Energie gespeichert** werden, um im Winterhalbjahr zur Verfügung zu stehen. Für die Schweiz sind das gemäss Schätzungen $1.2 \cdot 10^{16}$ J.

Wir betrachten zwei Möglichkeiten zur Speicherung von $1.2 \cdot 10^{16}$ J (Aufgaben a) und b)).

a) In einem Pumpspeicherwerk (Figur 6) wird Wasser von **A** nach **B** hinauf gepumpt. Fliesst später Wasser von **B** nach **A** zurück, wird wieder elektrische Energie erzeugt.



a1) Wie hoch ($h = ?$) lassen sich $3.9 \cdot 10^9$ m³ Wasser mit $1.2 \cdot 10^{16}$ J heben ($3.9 \cdot 10^9$ m³ ist das Volumen des Wassers im gesamten Zürichsee!)?

a11) formal

1 P.

a12) numerisch

1 P.

a13) Kommentieren Sie das Resultat von a12) in Bezug auf dessen Realisierbarkeit.

1 P.

a2) Beim Hochpumpen ist der Wirkungsgrad 86 %, beim späteren Erzeugen von elektrischer Energie 90 %. Wieviel Prozent der ursprünglichen $1.2 \cdot 10^{16}$ J stehen damit noch zur Verfügung (nur numerisch)?

1 P.

b) Elektrische Energie kann in Batterien gespeichert werden. Lithiumionen-Batterien können pro kg Batteriemasse $7.2 \cdot 10^5$ J speichern.

b1) Wie gross ist die Masse der Batterien, die nötig sind, um $1.2 \cdot 10^{16}$ J zu speichern (Resultat in Millionen Tonnen angeben)?

1 P.

b2) Die Batteriekosten sind 6.9 Rappen pro gespeichertem kJ.

b21) Wie gross sind die Kosten für die Speicherung von $1.2 \cdot 10^{16}$ J (Resultat in Milliarden Franken angeben)?

1 P.

b22) Wie hoch sind die Kosten pro Einwohner (Bevölkerung der Schweiz 8.5 Millionen)? Kommentieren Sie das Resultat.

1 P.

b3) Batterien entladen sich pro Monat um 3 %, d. h. sie enthalten nach einem Monat nur noch 97 % der anfänglich gespeicherten Energie. Wieviel Energie enthalten sie noch nach 6 Monaten (etwa so lang müssten die betrachteten $1.2 \cdot 10^{16}$ J gespeichert werden)? Begründen Sie Ihre Rechnung.

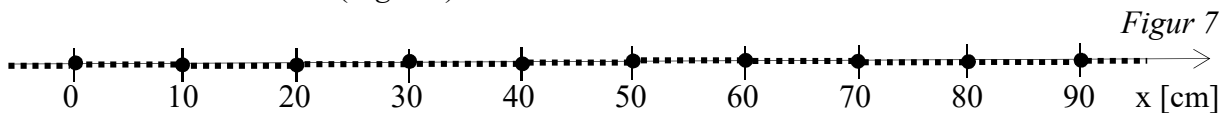
1 P.

b4) Nennen Sie ein weiteres Phänomen aus der Physik, bei dessen Berechnung die gleichen Überlegungen wie bei Aufgabe b3) angestellt werden. Begründen Sie Ihre Antwort.

1 P.

Aufgabe 7 (8 Punkte)

Kugeln ● mit einem gegenseitigen Abstand von 10 cm sind mit einem gespannten elastischen Band verbunden (*Figur 7*).

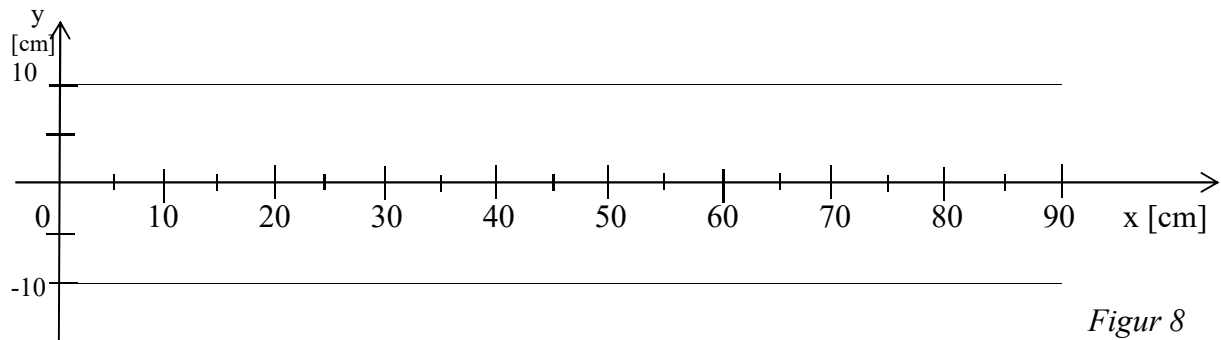


Vom Ursprung 0 breitet sich eine **Welle** längs der x-Achse aus.

Die untenstehende Tabelle gibt an, wie gross die Auslenkung ("Elongation") der Kugeln 3.0 s nach dem Start der Welle ist.

Position x [cm]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Auslenkung [cm]	-4.9	-7.0	-4.9	0	4.9	7.0	4.9	0	0	0

- a) Wir betrachten den Fall, dass es sich um eine Transversalwelle (Querwelle) handelt.
 a1) Stellen Sie die Welle möglichst genau in *Figur 8* dar. Zeichnen Sie die Kugeln und das elastische Band ein.



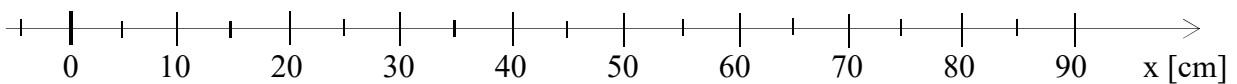
Figur 8

2 P.

- a2) Wie gross ist die Geschwindigkeit der Welle? Beschreiben Sie die Überlegung, die Sie zu Ihrer Antwort geführt hat.

1 P.

- b) Wir betrachten den Fall, dass es sich um eine Longitudinalwelle (Längswelle) handelt.
 b1) Stellen Sie die Welle möglichst genau in *Figur 9* dar. Zeichnen Sie die Kugeln und das elastische Band ein. Wie verändert sich das elastische Band beim Durchgang der Longitudinalwelle? Begründen Sie Ihre Lösung.



Figur 9

3 P.

- b2) Wie gross ist die Wellenlänge der Longitudinalwelle? Beschreiben Sie die Überlegung, die Sie zu Ihrer Antwort geführt hat.

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.