Aufgabe 1 (9 Punkte)

Die **Formel-1-Rennstrecke** im belgischen Spa-Francorchamps sei 'eine Achterbahn', schreibt eine Zeitung, die Fahrer seien 'auf einem Höllenritt': „*Vor der Busstop-Schikane wird mit 2.7 g von 309 km/h auf 77 km/h abgebremst.*".

a) Wie lange dauert dieses Abbremsen, wenn es gleichmässig verzögert erfolgt und die Verzögerung (= negative Beschleunigung) das 2.7-fache der Erdbeschleunigung g ist?

a1) formal

$$t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{v_1 - v_0}{a}$$

1 P.

a2) numerisch

$$t = \frac{77\,\frac{km}{h} - 309\,\frac{km}{h}}{-2{,}7 \cdot 10\,\frac{m}{s^2}} = 2{,}4\,s$$

1 P.

b) Wie gross ist die dabei zurück gelegte Strecke?

b1) formal

$$v^2 = 2as + v_0^2$$

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

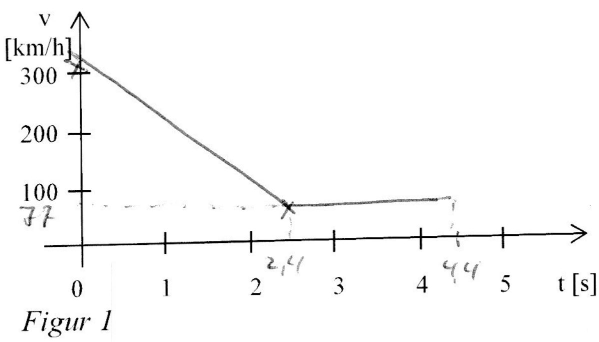
1 P.

b2) numerisch

$$s = \frac{(77\,\frac{km}{h})^2 - (309\,\frac{km}{h})^2}{-2 \cdot 2{,}7 \cdot 10\,\frac{m}{s^2}} = 0{,}13\,km$$

1 P.

c) Skizzieren Sie im t-v-Diagramm (*Figur 1*) diese Bewegung.



Figur 1

1 P.

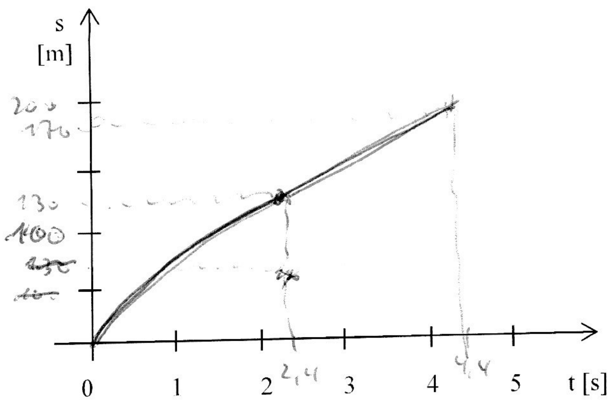
d) Nach diesem Abbremsen bewegt sich der Rennwagen während 2.0 s mit 77 km/h weiter. Skizzieren Sie auch diese Bewegung in *Figur 1*. 1 P.

e) Skizzieren Sie (möglichst präzis!) in *Figur 2* das t-s-Diagramm

e1) der Phase des Abbremsens von 309 km/h auf 77 km/h,

e2) der Phase des anschliessenden Weiterfahrens mit 77 km/h.

Beschriften Sie die s-Achse entsprechend. Begründen Sie Ihre Lösung stichwortartig.



Figur 2

Begründung:

$s_2 = v_1 \cdot t = 43\,\text{m}$

3 P.

Aufgabe 2 (9 Punkte)

In dem bei Aufgabe 1 erwähnten Bericht heisst es weiter: „*In der mit 320 km/h durchfahrenen **Kurve** 'Eau Rouge' ist die Querbeschleunigung atemberaubende 4.5 g.*".

a) Wie gross ist der Radius dieser Kurve, wenn beim Durchfahren mit $3.2 \cdot 10^2$ km/h die Zentripetalbeschleunigung das 4.5-fache der Erdbeschleunigung g ist?

a1) formal

$a_r = \frac{v^2}{r}$

$r = \frac{v^2}{a_r}$

1 P.

a2) numerisch

$r = \frac{(320 \frac{km}{h})^2}{45 \frac{m}{s^2}} = 0{,}16\,\text{km}$

1 P.

b) Die Masse des Rennwagens beträgt $7.3 \cdot 10^2$ kg. Wir betrachten auf ihn wirkende Kräfte während der Kurvenfahrt.

b1) Wie gross ist die Gewichtskraft F_G (nur numerisch)?

$F_G = mg = 7{,}3\,\text{kN}$

1 P.

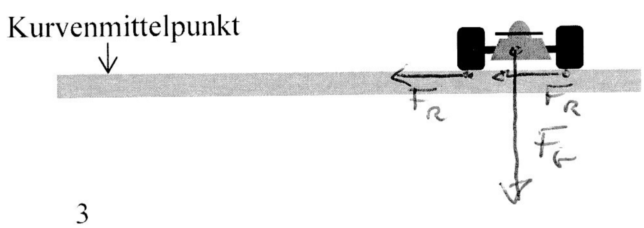
b2) Wie gross ist die Zentripetalkraft F_Z (nur numerisch)?

$F_Z = m\frac{v^2}{r} = 4{,}5 \cdot F_G = 33\,\text{kN}$

1 P.

c) *Figur 3* zeigt den Rennwagen während der Kurvenfahrt (von hinten gesehen). Zeichnen Sie gut sichtbar seine Gewichtskraft F_G ein, beschriftet mit F_G (beachten Sie den Angriffspunkt).

1 P.



Figur 3

d) Auf den Rennwagen wirkt eine Reibungskraft F_R in radialer Richtung. Zeichnen Sie F_R in *Figur 3* ein (beachten Sie den Angriffspunkt) und begründen Sie Ihre Lösung.

Die Reibung ist die Zentripetalkraft, die zum Mittelpunkt zeigt.

2 P.

e) Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Reibungskraft F_R und der bei Aufgabe b2) betrachteten Zentripetalkraft F_Z?

e1) Geben Sie eine verbale Antwort mit Begründung.

$\vec{F} = m\vec{a}$; da die $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{t}$ zum Mittelpunkt zeigt, so auch $\vec{F}$

1 P.

e2) Wie gross ist F_R (nur numerisch)?

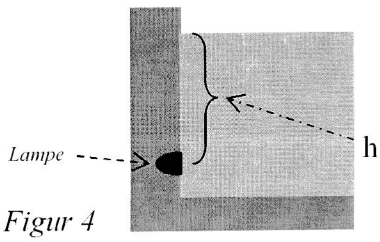
$F_R = F_Z = 33\,kN$

1 P.

Aufgabe 3 (12 Punkte)

Damit auch grosse Schiffe den Panamakanal durchfahren können,wurden neue, grössere **Schleusen** gebaut.

a) In einer Seitenwand einer Schleuse ist eine Lampe eingebaut (*Figur 4*). Wenn die Schleuse mit Wasser gefüllt ist, beträgt der Wasserdruck bei der Lampe $8.0 \cdot 10^4$ Pa.



Figur 4

a1) In welcher Tiefe h befindet sich die Lampe?

a11) formal

$p = \rho g h$

$h = \frac{p}{\rho g}$

1 P.

a12) numerisch

$h = \frac{8 \cdot 10^4\,Pa}{1000\,\frac{kg}{m^3} \cdot 10\,\frac{N}{kg}} = 8{,}0\,m$

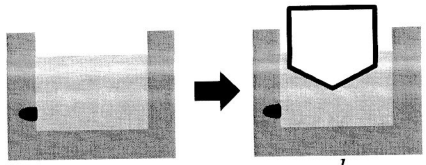
1 P.

a2) Wie gross ist die Kraft, die vom Wasser auf das 90 cm^2 grosse Abdeckglas der Lampe wirkt (nur numerisch)?

$F = p \cdot A = 8 \cdot 10^4\,Pa \cdot 90\,cm^2 = 720\,N = 0{,}72\,kN$

1 P.

a3) Wie ändert sich die Kraft auf das Abdeckglas der Lampe, wenn ein Schiff in die Schleuse fährt (*Figur 5, a* und *b*)? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen. Zu welchem Schluss kommen Sie?

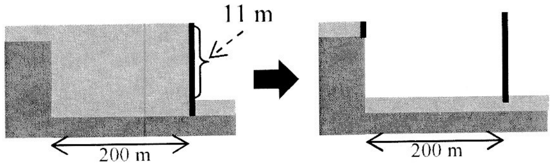


Figur 5 *a* *b*

Der Pegel bleibt gleich, also auch die Tiefe, somit der Druck, somit die Kraft.

1 P.

b) Auf einem Informationsblatt steht: „Die Schleuse ist 200 m lang und 30 m breit. Wenn sie entleert wird (*Figur 6, a* und *b*), wird das Wasser durch eine Turbine geleitet und erzeugt 2.5 Milliarden Joule Energie.“



Figur 6 *a* *b*

b1) Wie gross ist das Volumen des Wassers, das gemäss *Figur 6* beim Entleeren der Schleuse abfliesst (nur numerisch)?

$V = l \cdot b \cdot h = 200\,m \cdot 30\,m \cdot 11\,m = \boxed{66\ 10^3 m^3}$

1 P.

b2) Um wieviel ändert sich dabei die Lageenergie dieser Wassermenge (nur numerisch)? Verwenden Sie in der entsprechenden Formel für die Höhe den Zahlenwert 5.5 m.

b21) Wieso kann für die Höhe der Zahlenwert 5.5 m verwendet werden? Geben Sie eine verbale Begründung.

$E = mgh = \rho \cdot V \cdot g h_2 = \rho \cdot l \cdot b \cdot h \cdot g h_2$

$= 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 200\,m \cdot 30\,m \cdot 11\,m \cdot 10 \frac{N}{kg}\ 5{,}5\,m$

$= 3{,}6 \cdot 10^9\,J$

1 P.

b22) Wie gross ist die Änderung der Lageenergie der Wassermenge (nur numerisch)?

Wasserinhalt von ganz oben "fallen" 11m, Anteil von ganz unten nur "0m". Im Mittel also 5,5m., was an E ~ h liegt.

1 P.

b23) Wie gross ist der Wirkungsgrad bei diesem Vorgang (nur numerisch)?

$\eta = \frac{2{,}5}{3{,}6} = 69\%$

1 P.

c) Besucher können von einer Plattform aus die Vorgänge in der Schleuse beobachten. Aus Sicherheitsgründen hängen am Geländer der Plattform Rettungsringe. Ein solcher Rettungsring hat ein Volumen von 15 dm³ und eine Masse von 1.0 kg. Welche Kraft ist nötig um ihn vollständig unter Wasser zu drücken (diese Kraft wird als 'Tragkraft' bezeichnet)?

c1) Beschreiben Sie ihre Überlegung verbal.

Der Ring verdrängt 15 dm³ Wasser, hat nach Archimedes also 150 N Auftrieb (Gewicht verdrängtes Wasser), weniger sein Gewicht von 10 N, also 140 N

1 P.

c2) Berechnen Sie die Tragkraft formal.

$$\left.\begin{aligned} F_A &= F_{G,W} = \rho \cdot V \cdot g \\ F_G &= mg \end{aligned}\right\} \quad F_T = F_A - F_G = \rho V g - mg$$

2 P.

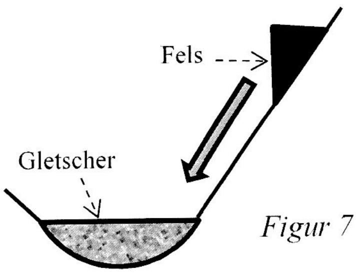
c3) Berechnen Sie die Tragkraft numerisch.

$$F_T = 1\cancel{000}\,\frac{kg}{dm^3} \cdot 15\,dm^3 \cdot 10\,\frac{N}{kg} - 1\,kg \cdot 10\,\frac{N}{kg} = 140\,N = 0{,}14\,kN$$

1 P.

Aufgabe 4 (9 Punkte)

Bei einem gewaltigen **Bergsturz** im Jahr 2017 lösten sich 8.1 Millionen Tonnen Fels, donnerten ins Tal und stürzten dort auf einen Gletscher (*Figur 7*). Bei dem Aufprall wurden $5.5 \cdot 10^4$ t Eis des Gletschers geschmolzen.



Figur 7

a) Wie gross war das Volumen des geschmolzenen Eises?

a1) formal

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

1 P.

a2) numerisch

$$V = \frac{5{,}5 \cdot 10^4\,t}{1\,\frac{t}{m^3}} = 5{,}5 \cdot 10^4\,m^3$$

1 P.

b) Wie gross ist die Wärmemenge, die nötig ist, um $5.5 \cdot 10^4$ t Eis von -10 °C zu schmelzen?

b1) formal

T_1

$T_0 = 0$

$$\Delta Q = c_E m_E \Delta T_E + L_S \cdot m_E$$

$$\Delta Q = c_E m_E (T_0 - T_1) + L_S m_E$$

2 P.

b2) numerisch

$\Delta Q = 2100 \frac{J}{kg\,K} \cdot 5{,}5 \cdot 10^{7}\,kg \cdot 10\,K + 3{,}338 \cdot 10^{5} \frac{J}{kg} \cdot 5{,}5 \cdot 10^{7}\,kg$

$= 2{,}0 \cdot 10^{13}\,J$

2 P.

c) Welche Geschwindigkeit muss die Felsmasse von $8.1 \cdot 10^6$ t beim Aufprall auf den Gletscher (mindestens) gehabt haben, damit $5.5 \cdot 10^4$ t Eis von -10 °C schmolzen? Wir nehmen vereinfachend an, dass alle Teile der Felsmasse die gleiche Geschwindigkeit hatten und dass keine Wärme an die Umgebung abgegeben wurde.

c1) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegungen zur Beantwortung dieser Frage.

Die Kin. Energie müsste mindestens der benötigten Wärme entsprechen (Energieerhaltung)
abg. System

2 P.

c2) Berechnen Sie die gesuchte Geschwindigkeit numerisch.

$\frac{1}{2} m v^2 = \Delta Q$

$v = \sqrt{\frac{2 \Delta Q}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{13}\,J}{8{,}1 \cdot 10^{9}\,kg}} = 70 \frac{m}{s}$

1 P.

Aufgabe 5 (9 Punkte)

Chris hat einen **Experimentierkasten** mit Versuchen zur Elektrizität erhalten. Unter anderem sind im Kasten 4 Glühbirnchen mit je 30 Ω Widerstand und eine 4.5-V-Batterie enthalten.

a) Chris schliesst eines dieser Glühbirnchen an die Batterie an.

a1) Skizzieren Sie diese Schaltung mit den korrekten Symbolen.

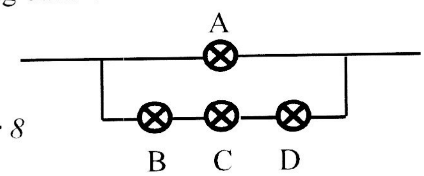
1 P.

a2) Wie gross ist der Strom, der durch das Glühbirnchen fliesst (nur numerisch)?

$I = \frac{U}{R} = \frac{4{,}5\,V}{30\,\Omega} = 0{,}15\,A$

1 P.

b) Gemäss Anleitung baut Chris mit den 4 Glühbirnchen die folgende Schaltung auf (*Figur 8*):



Figur 8

b1) Wie gross ist der Gesamtwiderstand (= Ersatzwiderstand) der Glühbirnchen B, C und D in *Figur 8* (nur numerisch)?

Serie : $R_S = 3R = 90\,\Omega$

1 P.

b2) Wie gross ist der Gesamtwiderstand (= Ersatzwiderstand) der Schaltung in *Figur 8* (nur numerisch)?

Parallel $R_E = \frac{30\,\Omega \cdot 90\,\Omega}{30\,\Omega + 90\,\Omega} = 23\,\Omega$

1 P.

c) Die Schaltung von *Figur 8* wird an die 4.5-V-Batterie angeschlossen.

c1) Wie gross ist der Strom, der durch das Glühlämpchen A fliesst (nur numerisch)?

$J = \frac{U}{R_E} = \frac{4{,}5\,V}{23\,\Omega} = 0{,}20\,A$

1 P.

c2) Wie gross ist der Strom, der durch das Glühlämpchen C fliesst (nur numerisch)?

$J_C = \frac{U}{R_S} = \frac{4{,}5\,V}{90\,\Omega} = 0{,}05\,A$

1 P.

d) Berechnen Sie numerisch die Leistung, die

d1) im Glühlämpchen A erzeugt wird,

$P_A = \frac{U^2}{R_A} = \frac{(4{,}5\,V)^2}{30\,\Omega} = 0{,}68\,W$

1 P.

d2) im Glühlämpchen C erzeugt wird,

$P_C = R_C \cdot J_C^2 = 30\,\Omega \cdot (0{,}05\,A)^2 = 0{,}075\,A$

1 P.

d3) insgesamt in der Schaltung von *Figur 8* erzeugt wird.

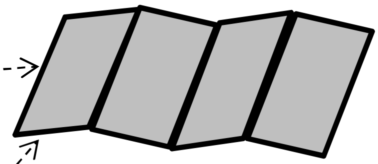
$P_G = P_A + P_C\,3 = 1{,}0\,W$

1 P.

Aufgabe 6 (7 Punkte)

a) Ein “faltbares **Solarladegerät** zum Mitnehmen“ besteht aus vier miteinander verbundenen Solarzellen von je 30 x 20 cm (*Figur 9*).
Gemäss Hersteller beträgt die maximale Leistung “an einem wolkenlosen Sommertag“ 13 W bei einer Spannung von 6.0 V.

30 cm



20 cm

Figur 9

a1) Wie gross ist dann der fliessende Strom?

a11) formal

I=P/U

1 P.

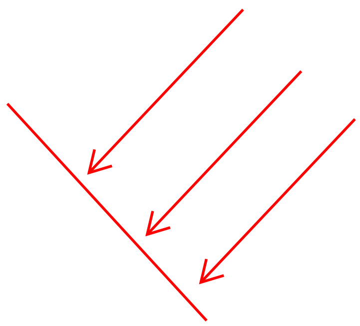
a12) numerisch

I=13W/6V=2,2A

1 P.

a2) Wie muss man das Solarladegerät “an einem wolkenlosen Sommertag“ aufstellen, damit es seine maximale Leistung erreicht (Antwort mit Skizze und Begründung)?

Senkrecht zum einfallenden Sonnenlicht



1 P.

a3) Wie gross ist der Wirkungsgrad bei diesem Solarladegerät, wenn die einfallende Strahlung die Intensität 1.4 kW/m^2 hat (nur numerisch)?

eta = P_{ab}/P_{zu}=Pab /(4*s*l*b)=13W/(4*1400W/m^2*03m*0,2m)=3,9%

1 P.

b) In einer renommierten Zeitung war zum Thema “Verkehr der Zukunft“ Folgendes zu lesen:
„Falls die Autos nicht mehr mit Benzin, sondern mit Elektronen angetrieben werden, müssen diese auch <u>*irgendwo generiert*</u> *[= erzeugt] werden. Wo und wie, ist bis jetzt nicht klar.“*
Betrachten Sie den unterstrichenen Teil des Texts.

b1) Was ist daran missverständlich? Begründen Sie Ihre Antwort (1 bis 2 Sätze).

Elektronen werden nicht "erzeugt", sondern nur unterschiedlich verteilt.

2 P.

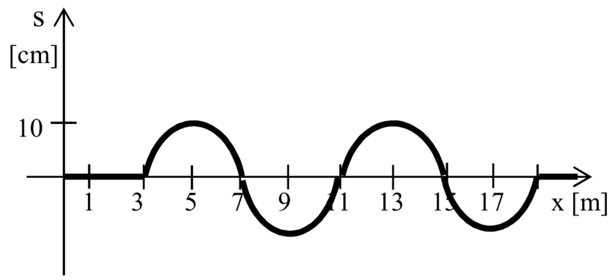
b2) Ersetzen Sie den unterstrichenen Teil des Texts durch eine korrekte, prägnante Formulierung.

Auch die elektrische Energie zum Antrieb der Fahrzeuge muss irgendwo erzeugt werden.

1 P.

Aufgabe 7 (10 Punkte)

Figur 10 zeigt eine Momentaufnahme (= Fotographie) einer **Welle**, die sich längs eines Seils ausbreitet.
Die Amplitude beträgt 10 cm, die Schwingungsdauer 0.40 s.



Figur 10

a) Bestimmen Sie in *Figur 10* die Wellenlänge.

lambda = 11m-3m = 8m

1 P.

b) Die Schwingungsdauer der Welle ist 0.40 s. Erklären Sie anschaulich, was diese Angabe bedeutet. (Hinweis: Eine Antwort im Sinne von "So lange dauert eine Schwingung der Welle" genügt nicht!)

Nach Ablauf einer Periode (0,4s) befindet sich die Welle wieder in genau dem gleichen Zustand, wie zuvor.

1 P.

c) Berechnen Sie die Frequenz der Welle (nur numerisch).

f = 1/T = 1/0,4s = 2,5Hz

1 P.

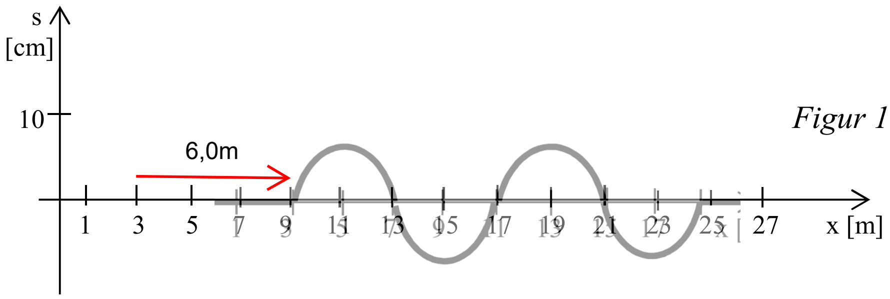
d) *Figur 10* kann das Bild einer nach rechts <u>fortschreitenden</u> Welle sein.

d1) Wie gross ist deren Geschwindigkeit (nur numerisch)?

c = lambda * f = 8m *2,5Hz = 20m/s

1 P.

d2) Von der in *Figur 10* dargestellten, fortschreitenden Welle macht man 0.30 s später wieder eine Momentaufnahme. Wie sieht das Bild der Welle nun aus? Skizzieren Sie es in *Figur 11*. Begründen Sie Ihre Lösung.



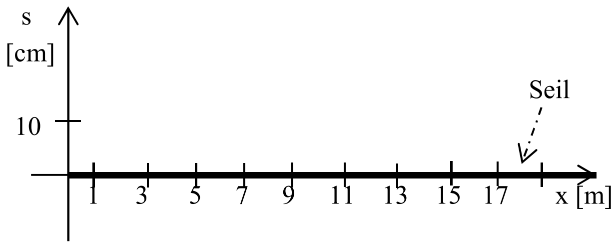
Figur 11

s = c*t = 20m/s * 0,3s = 6,0m

2 P.

e) *Figur 10* kann auch das Bild einer <u>stehenden</u> Welle sein.

e1) *Figur 12* zeigt ebenfalls eine Momentaufnahme dieser stehenden Welle – das Seil ist gestreckt. Wann, im Vergleich zu *Figur 10*, wurde sie gemacht?



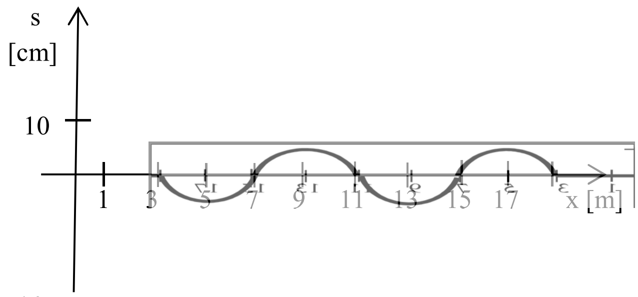
Figur 12

Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage**.** Zu welchem Resultat gelangen sie?

Nach einer viertel Periode sind die Maximalausschläge in der Ruhelage angelangt.
Ein Viertel der Periode sind 0,1s.
Also 0,1s nach Figur 10

2 P.

e2) Wie sieht eine Momentaufnahme dieser stehenden Welle aus, die 0.15 s nach *Figur 10*, gemacht wurde? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage und skizzieren Sie Ihre Lösung in *Figur 13*.



Figur 13

0,15s sind 0,05s nach Figur 12. D.h. es ist eine Achtel Periode vergangen. Die Welle befindet sich zwischen Ruhelage und Maximalausschlag, nur sind die ehemalgen Maxima jetzt auf dem Weg zum Minimum.

2 P.