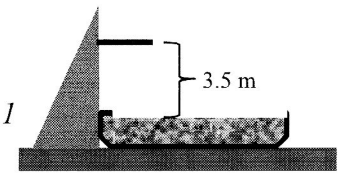
H21
Matur

Aufgabe 1 (11 Punkte)

Hinweis: Die Aufgaben a) und b) sind voneinander unabhängig.
An einem Jahrmarkt gibt es verschiedene Attraktionen für Kinder.

a) Bei der Attraktion **"Freier Fall"** lassen sich die Kinder aus 3.5 m Höhe in einen Behälter mit Schaumstoffstücken (wie er von Kunstturnern im Trainig benutzt wird) fallen (*Figur 1*).



Figur 1

a1) Wie lange dauert es, bis ein frei fallender Körper 3.5 m weit gefallen ist?

a11) formal

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

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

1 P.

a12) numerisch

$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 3.5\,m}{10\,\frac{m}{s^2}}} = 0{,}84\,s$

1 P.

a2) Welche Geschwindigkeit hat der Körper dann erreicht?

a21) formal

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

$v = \sqrt{2gh}$

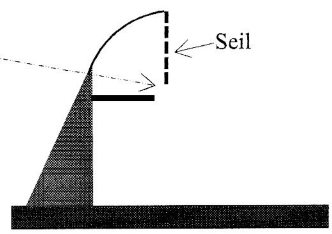
1 P.

a22) numerisch (Resultat in km/h angeben)

$v = \sqrt{2 \cdot 10\,\frac{m}{s^2} \cdot 3{,}5\,m} = 8{,}4\,\frac{m}{s}$

1 P.

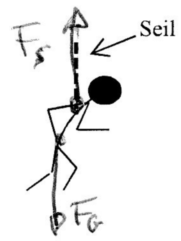
b) Beim **"Hüpfturm"** wird das Kind beim Start mit einem Gurt an einem herunterhängenden, nicht gespannten elastischen Seil befestigt (*Figur 2*), dann lässt sich das Kind fallen.
Dieses Seil verhält sich wie eine Feder mit der Federkonstanten 80 N/m.



Figur 2

Figur 3 zeigt Larissa (Masse 24 kg) kurz nach dem Start.
Zeichnen Sie in *Figur 3* folgende Kräfte gut sichtbar ein (beachten Sie jeweils den Angriffspunkt):

b1) Gewichtskraft F_G (beschriftet mit F_G) 1 P.
b2) Kraft F_S des Seils auf Larissa (beschriftet mit F_S) 1 P.



Figur 3

b3) Was ist die Gegenkraft von F_S? Vervollständigen Sie den Satz

„Die Gegenkraft von F_S ist die Kraft mit der Larissa am Seil zieht.

.... 1 P.

b4) Wir betrachten die Situation, wenn sich Larissa um 4.0 m nach unten bewegt hat.

b41) Wie gross ist dann die insgesamt auf Larissa wirkende vertikale Kraft (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

$$F_{eff} = F_S - F_G$$
$$= D \cdot y - mg \quad | \; y = 4m$$
$$= 80 \frac{N}{m} \cdot 4m - 24 kg \cdot 10 \frac{N}{kg} = \underline{80 N} \text{ (nach oben)}$$

2 P.

b42) Wie gross ist dann Larissas Beschleunigung (nur numerisch)? Was bedeutet dieses Resultat für Larissas Bewegung (begründen Sie Ihre Antwort)?

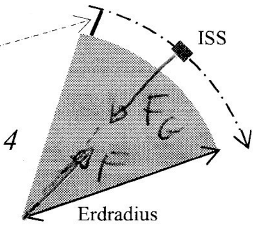
$$F_{eff} = ma$$
$$\underline{a} = \frac{F_{eff}}{m} = \frac{80 N}{24 kg} = \underline{3{,}3 \frac{m}{s^2}} \text{ (nach oben)}$$

2 P.

Aufgabe 2 (10 Punkte)

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

a) Die **Internationale Raumstation ISS** hat die Masse $4.3 \cdot 10^5$ kg und umkreist die Erde (*Figur 4*) in der Höhe $h = 4.1 \cdot 10^2$ km. In dieser Höhe berechnet sich die Gewichtskraft F_G eines Körpers durch $F_G = m \cdot g$, wobei $g = 8.7$ m/s^2.



Figur 4

a1) Berechnen Sie die Grösse der Gewichtskraft F_G der ISS und und zeichnen Sie F_G in *Figur 4* gut sichtbar ein, beschriftet mit F_G (beachten Sie den Angriffspunkt).

$$F_G = 4{,}3 \cdot 10^5 kg \cdot 8{,}7 \frac{m}{s^2} = \underline{3{,}7 \cdot 10^6 N}$$

1.5 P.

a2) Welches ist die Gegenkraft F von F_G? Beschreiben Sie F in Worten und zeichnen Sie F in *Figur 4* ein, beschriftet mit F (beachten Sie den Angriffspunkt).

F ist die Kraft, die die ISS auf die Erde ausübt.

1.5 P.

a3) Damit die ISS sich um die Erde bewegen kann, muss eine Zentripetalkraft wirken.

a31) Welche Kraft liefert die Zentripetalkraft? Begründen Sie Ihre Antwort.

Die Gravitation zieht die ISS an und bewirkt ihre Beschleunigung (Zentripetalbeschleunigung)

1 P.

a32) Wie gross ist die Zentripetalkraft (nur numerisch)?

$$\underline{F_Z} = m a_r = 4{,}3\cdot 10^5\,kg \cdot 8{,}7\,\frac{m}{s^2} = \underline{3{,}7\cdot 10^6\,N}$$

1 P.

a4) Aus den obigen Überlegungen lässt sich die Geschwindigkeit v der ISS bestimmen. Berechnen Sie v (nur formal, aber Rechnung begründen).

$$F_Z = m\frac{v^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{\frac{F_Z \cdot r}{m}} = \sqrt{\frac{m a_r \cdot r}{m}} = \sqrt{a_r \cdot r}$$

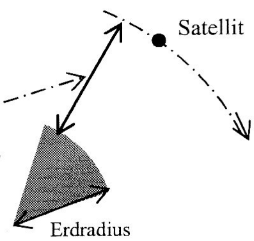
$$= \sqrt{a_r (R_E + h)}$$

$$= \sqrt{8{,}7\,\frac{m}{s^2}\cdot(6370\,km + 410\,km)}$$

$$= \underline{7{,}7\,\frac{km}{s}}$$

2 P.

b) Berechnen Sie mit dem <u>Gravitationsgesetz</u> die Kraft, mit der die Erde einen anderen Satelliten anzieht, der die Erde in einer <u>Höhe h</u> von $3.6\cdot 10^4$ km umkreist und die Masse 1.2 t hat (*Figur 5*).



Figur 5

b1) formal

$$F_G = G\,\frac{m_E \cdot m_S}{(R_E + h)^2}$$

1 P.

b2) numerisch (Masse der Erde $6.0\cdot 10^{24}$ kg, Erdradius $6.4\cdot 10^3$ km)

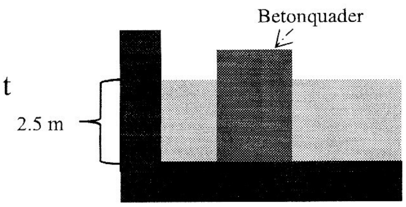
$$F_G = 6{,}67\cdot 10^{-11}\,\frac{Nm^2}{kg^2}\cdot\frac{5{,}97\cdot 10^{24}\,kg \cdot 1{,}2\cdot 10^3\,kg}{(6370\,km + 3{,}6\cdot 10^4\,km)^2}$$

$$= 266\,N = \underline{0{,}27\,kN}$$

2 P.

Aufgabe 3 (9 Punkte)

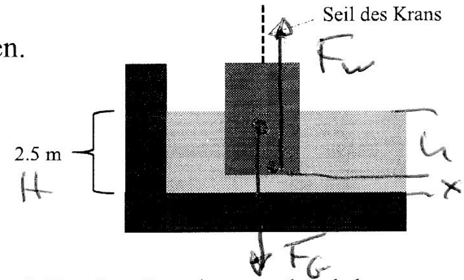
Bei Bauarbeiten in einem Hafenbecken wurde ein grosser **Betonquader** als Arbeitsplattform benötigt: 3.5 m hoch, mit einer Grundfläche von 4.0 m^2 und einer Masse von 34 t (*Figur 6*).
Nach Abschluss der Bauarbeiten soll der Betonquader aus dem 2.5 m tiefen Wasser entfernt werden.



Figur 6

a) Ein Kran zieht den Betonquader langsam gleichförmig nach oben. In *Figur 7* wurde der Quader um 0.5 m gehoben.

Figur 7



a1) Berechnen Sie numerisch die Grösse der Gewichtskraft F_G des Quaders und zeichnen Sie F_G in *Figur 7* ein, beschriftet mit F_G (beachten Sie den Angriffspunkt). 1 P.

$$F_G = mg = 34000\,kg \cdot 10\,\frac{N}{kg} = \underline{3{,}4 \cdot 10^6\,N}$$

a2) Wie gross ist der Wasserdruck am Boden des Quaders?

a21) formal

$$p_S = \rho g h = \rho g \cdot (H - x) =$$

1 P.

a22) numerisch

$$\underline{p_S = 0{,}21\,bar}$$

1 P.

a3) Wir betrachten die vom Wasser auf den Boden des Quaders ausgeübte Kraft F_W.

a31) Zeichnen Sie F_W in *Figur 7* ein, beschriftet mit F_W (beachten Sie den Angriffspunkt). 1 P.

a32) Wie gross ist F_W (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

$$\underline{F_W} = p_S \cdot A = 21000\,\frac{N}{m^2} \cdot 4\,m^2 = \underline{84\,kN}$$

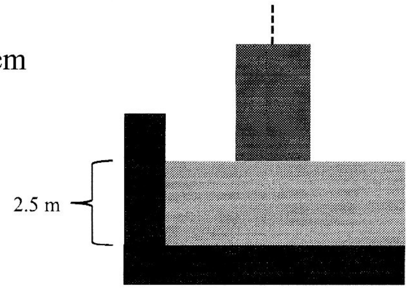
1 P.

a4) Wie gross ist die Kraft F_K, mit der der Kran in *Figur 7* nach oben ziehen muss (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

$$F_K = F_G - F_W = \underline{3{,}3 \cdot 10^6\,N}$$

1 P.

b) *Figur 8* zeigt den Quader, nachdem der Kran ihn aus dem Wasser gezogen hat.



Figur 8

Vergleichen Sie *Figur 8* mit *Figur 6*.

b1) Um wieviel hat die Lageenergie des Quaders zugenommen (nur numerisch)?

$E_{pot} = mgH = 34000\,kg \cdot 10\,\frac{N}{kg} \cdot 2{,}5\,m = 8{,}5 \cdot 10^5\,J$

1 P.

b2) Um den Quader hochzuziehen, musste der Kran die Arbeit $7.3 \cdot 10^5$ J verrichten. Die bei Aufgabe b1) errechnete Zunahme der Lageenergie des Quaders ist <u>grösser</u> als die vom Kran am Quader verrichtete Arbeit! Wie ist das möglich? Erklären und begründen Sie diesen Sachverhalt.

$E_{pot} = F_G \cdot h$ als $W = F_{eff} \cdot h$

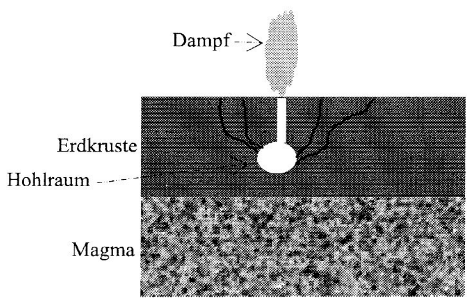
mg

kleiner als F_G

2 P.

Aufgabe 4 (10 Punkte)

Bei Pozzuoli (Italien) gibt es **Dampfquellen** ("Fumaroli"): aus Erdspalten steigt Wasserdampf auf. Ein Reiseleiter sagt dazu (*Figur 9*): „Die feste Erdkruste ist hier sehr dünn und deshalb steigt Hitze aus dem flüssigen Magma weit hinauf. Wenn Wasser von der Oberfläche in einen der vielen hier vorhandenen Hohlräume läuft, siedet es dort und tritt dann als heisser Dampf von 140 °C aus".



Figur 9

a) In einem Hohlraum werden in 60 Minuten 10 kg Wasser von 20 °C in Wasserdampf von 140 °C überführt. Wie gross ist die dafür erforderliche Wärmemenge?

a1) formal

$\Delta Q = c_w m_w \underbrace{\Delta T_w}_{(T_{100} - T_{20})} + m_w L_V + c_D m_w \underbrace{\Delta T_D}_{(T_{140} - T_{100})}$

2 P.

a2) numerisch ($c_{Dampf} = 2.0$ kJ/kgK)

$\Delta Q = 4182 \frac{J}{kgK} \cdot 10\,kg \cdot 80\,K + 2{,}256 \cdot 10^6 \frac{J}{kg} \cdot 10\,kg + 2000 \frac{J}{kgK} \cdot 10\,kg \cdot 40\,K$

$= 2{,}7 \cdot 10^7\,J$

3 P.

b) Wie gross ist die dafür erforderliche Leistung (nur numerisch)?

$P = \frac{E}{t} = \frac{2{,}7 \cdot 10^7\,J}{3600\,s} = 7{,}4\,kW$

1 P.

c) Der Reiseleiter spricht von „Hitze, die durch die Erdkruste aufsteigt“. Welche Art des Wärmetransports bewirkt dies?

Art des Wärmetransports: Wärmeleitung

Begründung:

Wärmeübertragung durch Kontakt, aber ohne Materialtransport.

2 P.

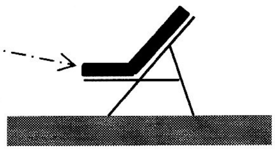
d) Der Reiseleiter spricht von „heissem Dampf von 140 °C“, der den Dampfquellen entsteigt. Erklären Sie dieses Phänomen, indem Sie von der Situation „Wasser siedet in einer Pfanne auf dem Herd“ ausgehen.

Nachdem das Wasser bei 100°C verdampft ist, befindet es sich (anders als über einer Pfanne) immer noch in einer Umgebung, die eine Temp. über 100°C hat. Damit wird es bis zum Entweichen weiter erwärmt.

2 P.

Aufgabe 5 (10 Punkte)

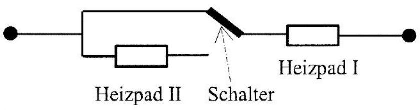
Eine Firma verkauft beheizbare **Gartenstuhlauflagen** (*Figur 10*). „Zwei Heizpads liefern auf Knopfdruck individuelle Wohlfühlwärme. Der mitgelieferte 10-V-Akku (= wiederaufladbare Batterie) sorgt für einige Stunden Betrieb“ (aus dem Werbeprospekt).



Figur 10

a) Wie gross ist die produzierte Leistung, wenn die in *Figur 11* gezeichnete Schaltung an den 10-V-Akku angeschlossen wird? Heizpad I hat den Widerstand 4.5 Ω.

Figur 11



a1) formal

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

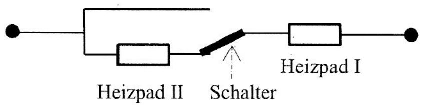
1 P.

a2) numerisch

$P = \frac{(10\,V)^2}{4{,}5\,\Omega} = 22\,W$

1 P.

b) Durch Knopfdruck ergibt sich die in *Figur 12* gezeichnete Schaltung.



Figur 12

Wenn diese Schaltung an den 10-V-Akku angeschlossen wird, ist die produzierte Leistung 15 W. Wie gross ist der Strom, der in *Figur 12* fliesst (nur numerisch)?

$P = U \cdot I \Rightarrow$

$\underline{I} = \frac{P}{U} = \frac{15\,W}{10\,V} = \underline{1{,}5\,A}$

1 P.

c) Wie gross ist der Widerstand des Heizpads II (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

$R_G = R_I + R_{II} = \frac{U_G}{I} = \frac{10\,V}{1{,}5\,A} = 6{,}67\,\Omega$

$\underline{R_{II}} = R_G - R_I = \underline{2{,}2\,\Omega}$

2 P.

d) Wie gross ist die Energie, die in *Figur 12* in 4.0 Stunden produziert wird (nur numerisch)?

$\underline{E} = P \cdot t = 15\,W \cdot 3600\,s \cdot 4 = \underline{2{,}2 \cdot 10^5\,J}$

1 P.

e) Auf dem 10-V-Akku findet man die Angabe „8000 mAh" [gelesen als 'milli-Ampere-Stunden']. Damit wird die Ladung angegeben, die der Akku maximal speichern kann.

e1) Geben Sie diese Ladung in der physikalischen Einheit C ['Coulomb'] an.

$\underline{Q} = 8000 \cdot 10^{-3}\,A \cdot 3600\,s = \underline{29\,kC}$

2 P.

e2) Wie lange kann der maximal geladenen Akku die in *Figur 12* produzierte Leistung von 15 W liefern (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?
[Gemäss Werbeprospekt sollten es „einige Stunden" sein]

$Q = 8\,Ah = I \cdot t$

$\underline{t} = \frac{Q}{I} = \frac{8\,Ah}{1{,}5\,A} = \underline{5{,}3\,h}$

2 P.

Aufgabe 6 (7 Punkte)

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

a) Wir betrachten einen **Atomkern**.

a1) Aus welchen Teilchen ist ein Atomkern aufgebaut?

Protonen und Neutronen.

1 P.

a2) Begründen Sie mit zwei bis drei Sätzen, wieso die Kernkraft notwendig ist (gehen Sie von Aufgabe a1) aus).

Neutronen sind elektrisch neutral.
Protonen sind positiv geladen.
Die Protonen stossen sich stark ab.
Die Nukleonen werden nicht im Kern gehalten.
Es braucht also eine Kraft, die den Kern zusammenhält.

2 P.

b) Eine radioaktive Substanz hat die **Halbwertszeit** 2.0 Tage.

b1) Wieviel Prozent der anfänglichen Menge ist nach 6.0 Tagen zerfallen (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

6 Tage = 3 Halbwertszeiten

$\hookrightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} = 12{,}5\,\%$ noch da

$87{,}5\,\%$ zerfallen

2 P.

b2) Wieviel Prozent der anfänglichen Menge ist nach 1.0 Tagen noch vorhanden (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

pro Tag : x

2 Tage : $x^2 = \frac{1}{2}$

$x = \sqrt{\frac{1}{2}} = 0{,}71$

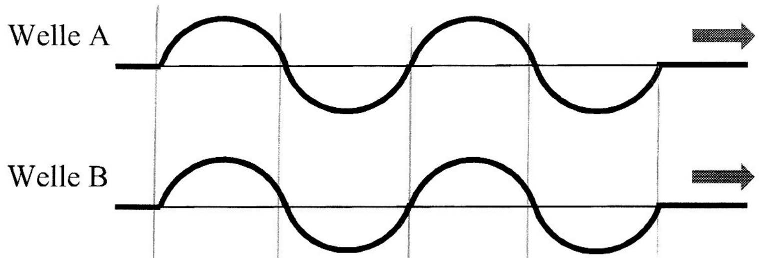
$71\,\%$ sind noch vorhanden.

2 P.

Aufgabe 7 (8 Punkte)

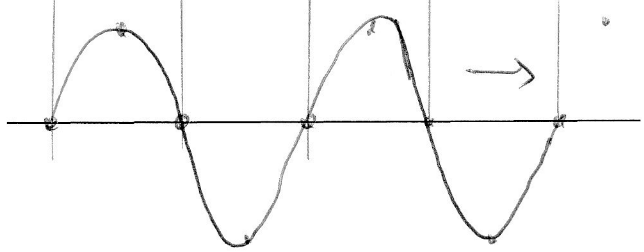
Hinweis: Die Aufgaben a) und b) sind voneinander unabhängig

a) Wir betrachten zwei nach rechts laufende **Wellen** A und B, die jeweils aus zwei Wellenbergen und zwei Wellentälern bestehen. Ihre Amplituden sind 10 cm, ihre Geschwindigkeiten 0.50 m/s. *Figur 13* zeigt eine Momentaufnahme.



Figur 13

a1) Zeichnen Sie in *Figur 14* eine Momentaufnahme der Überlagerung der beiden Wellen und geben Sie deren Amplitude, sowie deren Geschwindigkeit an.



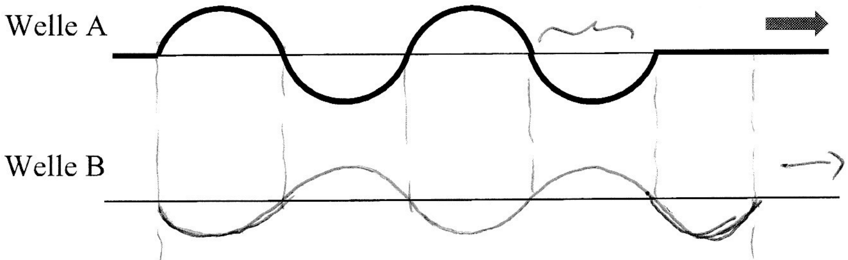
doppelte Amplitude
gleiche Geschwindigkeit

Figur 14

2 P.

a2) *Figur 15* zeigt wieder eine Momentaufnahme von Welle A.
a21) Zeichnen Sie in *Figur 15* Welle B so ein, dass sie der Welle A um eine halbe Wellenlänge voraus läuft.

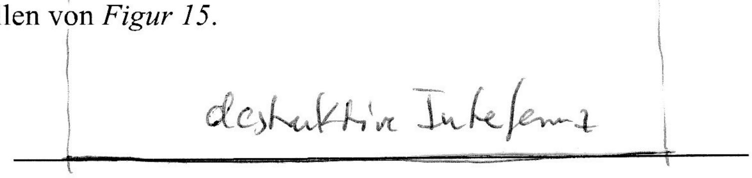
halbe Wellenlänge



Figur 15

1 P.

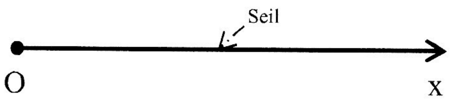
a22) Zeichnen Sie in *Figur 16* eine Momentaufnahme der Überlagerung der beiden Wellen von *Figur 15*.



Figur 16

1 P.

b) Es soll eine **Welle erzeugt** werden, die einem gespannten, elastischen Seil entlang von O nach rechts läuft (*Figur 17*). Die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit beträgt 0.40 m/s.



Figur 17

$\frac{1}{4}T$ $\frac{1}{2}T$

Dazu wird das linke Seilende • in 0.5 s um 10 cm nach oben bewegt, dann in 1.0 s um 20 cm nach unten, in weiteren 1.0 s um 20 cm nach oben, nochmals in 1.0 s um 20 cm nach unten und zuletzt in 0.5 s um 10 cm nach oben in die Ausgangslage. Diese Aufwärts- und Abwärts-Bewegungen folgen sich ohne Unterbruch, sodass sich eine kontinuierliche Bewegung ergibt, die zu einer Welle führt, welche sich längs des Seils ausbreitet.

b1) Wie gross ist die Schwingungsdauer (= Periode) dieser Welle (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

1 s von ganz oben → unten
1 s " unten → oben
$\Big\}\ \underline{T = 2s}$

1 P.

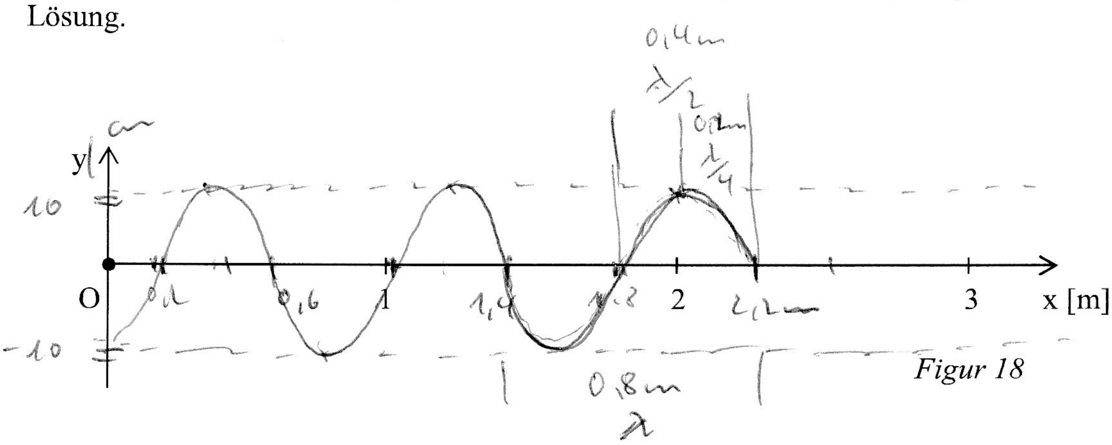
b2) Wie gross ist die Wellenlänge dieser Welle?

$c = \lambda \cdot f = \lambda \cdot \frac{1}{T}$

$\underline{\lambda} = c \cdot T = 0{,}4\,\frac{m}{s} \cdot 2s = \underline{0{,}8\,m}$

1 P.

b3) Skizzieren Sie in *Figur 18* eine Momentaufnahme des Seils, die 5.5 s nach dem Start der Welle gemacht wurde (ergänzen Sie die Beschriftung der y-Achse). Begründen Sie Ihre Lösung.



Figur 18

$5{,}5s \cdot 0{,}4\,\frac{m}{s} = 2{,}2\,m$

2 P.