

Grundlagenfach Physik

Kand.-Nr

Name / Vorname
.....**Für die Korrigierenden**

Korrigierender

erreichte Punktzahl

Note

Verfasser: R. Weiss
Zeit: 80 Minuten
Hilfsmittel: Formelsammlung und Taschenrechner gemäss Weisungen SMK

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)

2013 verpasste der Führer eines Hochgeschwindigkeitszugs das rechtzeitige Abbremsen vor einer Kurve mit der erlaubten Höchstgeschwindigkeit 80 km/h. Er konnte noch von 195 km/h auf 153 km/h abbremsen, dann entgleiste der Zug bei der Einfahrt in die Kurve. Hinweis: die Aufgaben a) und b) sind voneinander unabhängig.

a) Beim Abbremsen von 195 km/h auf 153 km/h betrug die Verzögerung („negative Beschleunigung“) 1.2 m/s^2 .

a1) Wie lange dauerte das Abbremsen?

a11) formal

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$
$$t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{v_2 - v_1}{a}$$

1 P.

a12) numerisch

$$t = \frac{153 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 195 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{-1.2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 9.7 \text{ s}$$

1 P.

a2) Wie lang war die Strecke, die der Zug dabei zurücklegte?

a21) formal

$$s = \frac{1}{2} a t^2 + v_1 t$$

$$v_2^2 = 2as + v_1^2$$
$$s = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

1 P.

a22) numerisch

$$s = \frac{(153 \frac{\text{km}}{\text{h}})^2 - (195 \frac{\text{km}}{\text{h}})^2}{2(-1.2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} = 495.1 \text{ m}$$
$$= 0.50 \text{ km}$$

1 P.

a3) Die Bremsverzögerung des Zuges (1.2 m/s^2) war viel kleiner als die eines Autos (etwa 10 m/s^2). Welches ist der Grund dafür? (Verbale Antwort mit 1 bis 2 Sätzen und der massgeblichen Formel)

Technisch könnte der Zug so stark bremsen, wie ein Auto, aber die Menschen im Zug sind nicht angeschnallt und würden durch den Zug geschleudert.

2 P.

b) Damit sich ein Körper auf einer Kreisbahn bewegen kann, muss eine Zentripetalkraft wirken.

b1) Vergleichen Sie die Zentripetalkraft F_1 bei 153 km/h („Entgleisungsgeschwindigkeit“) mit der Zentripetalkraft F_2 bei 80 km/h (erlaubte Höchstgeschwindigkeit) in dieser Kurve. Wie gross ist das Verhältnis $F_1 : F_2$?

b11) formal

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m \frac{v_1^2}{r}}{m \frac{v_2^2}{r}} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2$$

b12) numerisch

$$\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{153}{80} \right)^2 = \frac{3,66}{1} = \frac{3,7}{1}$$

1 P.

1 P.

b2) Kommentieren Sie den bei Aufgabe b1) gefundenen Sachverhalt.

Bei 'doppelter' Geschwindigkeit ist die Kraft viermal so groß.

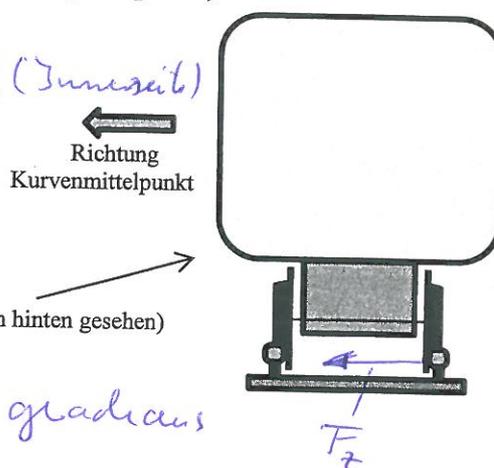
Viel zu viel um auf der Trasse zu bleiben.

1 P.

b3) Welche Kraft liefert bei der Kurvenfahrt eines Zuges (Figur 1) die nötige Zentripetalkraft? Beschreiben Sie diese Kraft möglichst genau und zeichnen Sie sie in Figur 1 ein, beschriftet mit F_z (beachten Sie den Angriffspunkt).

Kraft wirkt an äusserem Rad (Zuneseite) und Schiene.

Normalkraft (Reaktion) der Schiene auf Rad, das sich eigentlich (Trägheit) geradeaus bewegen will.



Figur 1

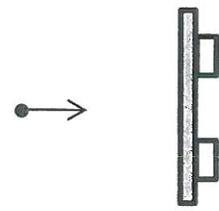
2 P.

Aufgabe 2 (10 Punkte)

Seit einem Amoklauf werden an einer amerikanischen Schule kugelsichere „Schreibtafeln für Filzschreiber“ („whiteboards“) verwendet: quadratische Platten von etwa 50 cm Seitenlänge mit Griffen an der Rückseite und einer Masse von 2.0 kg.

Wird aus einer schweren Pistole („44 Magnum“) eine Kugel der Masse 15 g auf eine solche, frei bewegliche Platte abgefeuert (Figur 2), bewegt sich danach die Platte samt der darin steckenden Kugel mit 2.4 m/s nach hinten.

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



Figur 2

a) Dieser Vorgang lässt sich vereinfacht als vollständig unelastischer Stoss ansehen. Wie gross ist die Geschwindigkeit der Kugel vor dem Aufprall auf die Platte? v_1

a1) Beschreiben und begründen Sie verbal Ihre Idee zur Beantwortung dieser Frage.

$$P_{\text{vor}} = P_{\text{nach}}$$

$$m_1 v_1 = m_1 u + m_2 u$$

$$m_1 = 15 \text{ g}$$

$$m_2 = 2 \text{ kg}$$

$$u = 2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_1} u$$

1 P.

a2) formale Lösung

Impuls vor und nach dem Stoss müssen gleich sein.
Indashier bedeutet beide Beteiligten (Kugel, board)
bewegen sich nach dem Stoss mit gleicher Geschwindigkeit.
2 P.

a3) numerische Lösung

$$v_1 = \frac{2 \text{ kg} + 0.015 \text{ kg}}{0.015 \text{ kg}} \cdot 2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 332.4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3.2 \cdot 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 P.

b) Die Person, die sich bei einem Test mit dieser Platte schützte, bremste die Platte auf 7.0 cm Weg von 2.4 m/s zum Stillstand ab. Wie gross war die mittlere Kraft, die dabei auf die Person wirkte?

b1) Beschreiben und begründen Sie verbal Ihre Idee zur Beantwortung dieser Frage.

Kraft auf Person gegengleich zu Kraft auf Platte

(actio = reactio)

Kraft (auf Platte) ist gleich Masse mal Beschleunigung.

Beschleunigung ergibt sich aus Geschwindigkeit und Strecke.

2 P.

b2) formale Lösung

$$F = m \cdot a$$
$$F = -m \frac{v_0^2}{2s}$$
$$v_2^2 = 0 = 2as + v_0^2$$
$$a = -\frac{v_0^2}{2s}$$

2 P.

b3) numerische Lösung

$$F = -2,015 \text{ kg} \cdot \frac{(2,47)^2}{2 \cdot 0,07 \text{ m}} = 829 \text{ N} = 83 \text{ N}$$

1 P.

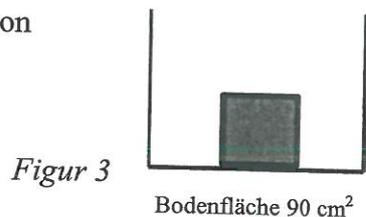
b4) Kommentieren Sie das bei b3) gefundene Resultat.

Der Einschlag der Kugel wird in einem relativ harmlosen Stoß umgewandelt, da ein Gewicht von ca. 8 kg entspricht.

1 P.

Aufgabe 3 (7 Punkte)

In einem zylinderförmigen Gefäß mit einer Bodenfläche von 90 cm^2 liegt ein Würfel mit der Kantenlänge 6.0 cm und der Dichte 0.80 g/cm^3 (Figur 3). Nun giesst man 1.0 Liter Wasser in das Gefäß – danach schwimmt der Würfel im Wasser.



a) Wie gross ist das eingetauchte Volumen des Würfels?

a1) formal

$$F_{ab} = F_{auf}$$
$$F_G = F_A$$
$$\rho_H \cdot V_H \cdot g = \rho_W \cdot V_x \cdot g$$
$$V_x = \frac{\rho_H}{\rho_W} \cdot V_H = \frac{\rho_H}{\rho_W} \cdot a^3$$

2 P.

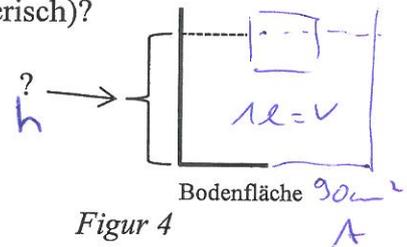
a2) numerisch

$$V_x = 0,8 \cdot (6 \text{ cm})^3 = 172,8 \text{ cm}^3 = 1,7 \cdot 10^2 \text{ cm}^3$$

1 P.

b) Wie hoch ist der Wasserstand (Figur 4) im Gefäß (nur numerisch)?

ohne Würfel: $h' = \frac{V}{A} = 14,1 \text{ cm}$
 mit Würfel (verdrängt $172,8 \text{ cm}^3$)
 noch Grundfläche: $A' = 54 \text{ cm}^2$
 $h'' = \frac{172,8 \text{ cm}^3}{54 \text{ cm}^2} = 3,2 \text{ cm}$
 $h = h' + h'' = 14,1 \text{ cm} + 3,2 \text{ cm} = 17,3 \text{ cm}$



2 P.

c) Das Eingiessen des Wassers in das Gefäß erfolgte ganz langsam. Wie hoch musste der Wasserstand sein, bis der Würfel zu schwimmen begann (nur numerisch)?

$$V_x = \frac{\rho_{\text{W}}}{\rho_{\text{W}}} \cdot V$$

$$A \cdot a^2 \cdot x = \frac{\rho_{\text{W}}}{\rho_{\text{W}}} \cdot a^3$$

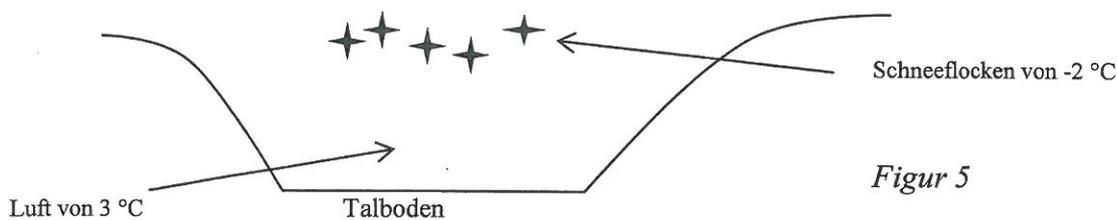
$$x = \frac{\rho_{\text{W}}}{\rho_{\text{W}}} \cdot a$$

$$x = 0,8 \cdot 6 \text{ cm} = 4,8 \text{ cm}$$

2 P.

Aufgabe 4 (8 Punkte)

Bei einem Wetterumsturz ziehen kalte, feuchte Luftmassen über die Schweiz. Aus diesen fallen Schneeflocken von -2°C zur Erde. In einem Tal befindet sich noch Luft von 3°C (Figur 5).



Die Schneeflocken schmelzen beim Fallen durch die Luft von 3°C und erreichen den Talboden mit der Temperatur 1°C .

Hinweis: im Folgenden können Sie für die Schneeflocken die physikalischen Größen von Eis verwenden.

a) Wie gross ist die Wärmemenge, die einer Menge von Schneeflocken der Masse 20 g bei der Erwärmung von $-2\text{ }^\circ\text{C}$ auf $1\text{ }^\circ\text{C}$ zugeführt wird? $T_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$

a1) formal

$$\Delta Q = c_E m_E \Delta T_E + L_f m_E + c_W m_E \Delta T_W$$

$$\Delta Q = c_E m_E (T_0 - T_1) + L_f m_E + c_W m_E (T_2 - T_0)$$

3 P.

a2) numerisch

$$\Delta Q = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,02 \text{ kg} \cdot 2 \text{ K} + 3,338 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,02 \text{ kg} + 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,02 \text{ kg} \cdot 1 \text{ K}$$

$$= 6844 \text{ J} = \underline{6,8 \text{ kJ}}$$

2 P.

b) Woher stammt die für den betrachteten Vorgang notwendige Wärmemenge?

Aus der umgebenden Luft, bzw. dem Boden.

1 P.

c) Dieser Vorgang wird in der Meteorologie als „Niederschlagsabkühlung“ bezeichnet. Schreiben Sie einen kurzen Text (ein bis zwei Sätze), der als Erklärung des Phänomens „Niederschlagsabkühlung“ in einem Geographiebuch verwendet werden könnte.

Boden und Luft kühlen sich ab, weil ihnen bei Erwärmung / Schmelzen des Eis/Wassers Energie entzogen wird.

2 P.

Aufgabe 5 (10 Punkte)

Beim Züchten exotischer Pflanzen darf der Boden nicht zu kalt sein. Deshalb werden Erderwärmungskabel verwendet: ein Konstantendraht, der von einer dicken Kunststoffschicht umhüllt ist, wird im Boden verlegt. Bei Bedarf fliesst Strom durch diesen Draht, wodurch sich dieser erwärmt.

a) Im Handel ist ein 6.0 m langes Erderwärmungskabel (Modell I), das gemäss Hersteller eine Leistung von 80 W erzeugt, wenn es an 230 V angeschlossen wird.

a1) Wie gross ist der Strom, der dabei fliesst?

a11) formal

$$P = U \cdot I$$

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

1 P.

a12) numerisch

$$I = \frac{80 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{0,35 \text{ A}}$$

1 P.

a2) Wie gross ist der Widerstand dieses Kabels?

a11) formal

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

1 P.

a12) numerisch

$$R = \frac{(1230V)^2}{80W} = 0,66 k\Omega$$

1 P.

a3) Wie gross ist die Querschnittsfläche dieses Drahtes (nur numerisch)?

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

$$A = \frac{\rho \cdot l}{R} = \frac{49 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m \cdot 6m}{661,25 \Omega} = 4,4 \cdot 10^{-9} m^2 = 4,4 mm^2$$

2 P.

b) Neben dem bei Aufgabe a) erwähnten Modell ist auch ein Modell II erhältlich, bei diesem ist das Kabel 12 m lang.

b1) Wie gross wäre die Leistung, wenn im Modell II derselbe Konstantendraht wie im Modell I verwendet würde (nur numerisch)? Beschreiben Sie Ihre Überlegung verbal.

doppelte Länge \rightarrow doppelter Widerstand $R \propto l$ (s.o.)

$$P = \frac{U^2}{R} \sim \frac{1}{R} \text{ also } \underline{\text{halbe Leistung}}$$

2 P.

b2) Im Modell II wird eine Leistung von $1,6 \cdot 10^2$ W erzeugt. Wie gross muss die Drahtquerschnittsfläche beim Modell II sein – im Vergleich zur Drahtquerschnittsfläche vom Modell I (nur numerisch)? Beschreiben Sie Ihre Überlegung verbal; zu welchem Resultat gelangen Sie?

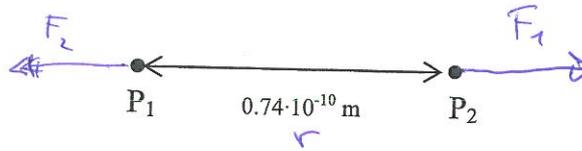
doppelte Leistung, d.h. halber Widerstand

$R \sim l$ } bei doppelter Länge ist der Widerstand neu
 $R \sim \frac{1}{A}$ } halb so groß, also muss A 4- und so groß sein.

2 P.

Aufgabe 6 (10 Punkte)

In einem Wasserstoffmolekül H_2 haben die beiden Atomkerne P_1 und P_2 (Protonen!) einen Abstand von $0.74 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ (Figur 6).



Figur 6

a) F_1 bezeichnet die Kraft, die von P_1 auf P_2 wirkt.

a1) Zeichnen Sie F_1 ein, beschriftet mit F_1

1 P.

a2) Berechnen Sie die Grösse von F_1

a21) formal

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2}$$

1 P.

a22) numerisch

$$F_1 = 8,99 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C})^2}{(0,74 \cdot 10^{-10} \text{ m})^2}$$

$$F_1 = 4,2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

2 P.

b) F_2 bezeichnet die Kraft, die von P_2 auf P_1 wirkt.

b1) Zeichnen Sie F_2 ein, beschriftet mit F_2

1 P.

b2) Berechnen Sie die Grösse von F_2 (nur numerisch)

$$F_2 = F_1 = 4,2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

gegengleich

1 P.

c) Vergleichen Sie die Resultate von a22) und b2). Welches physikalische Prinzip erkennt man hier?

actio = reactio (Newton 3.)

1 P.

d) Im Wasserstoffmolekül H_2 ist der Abstand zwischen den beiden Atomkernen P_1 und P_2 konstant. Wenn Sie *Figur 6* betrachten, scheint das nicht so zu sein.

d1) Warum scheint das nicht so zu sein (verbale Antwort mit Begründung)?

Die beiden Kerne stoßen sich ab und versuchen sich voneinander zu entfernen.

1 P.

d2) Warum ist im Wasserstoffmolekül H_2 der Abstand zwischen den beiden Atomkernen P_1 und P_2 konstant (verbale Erklärung)?

Die Elektronen "zwischen" den Atomkernen sind negativ geladen, werden von den Kernen angezogen und wirken so als 'Kitt'.



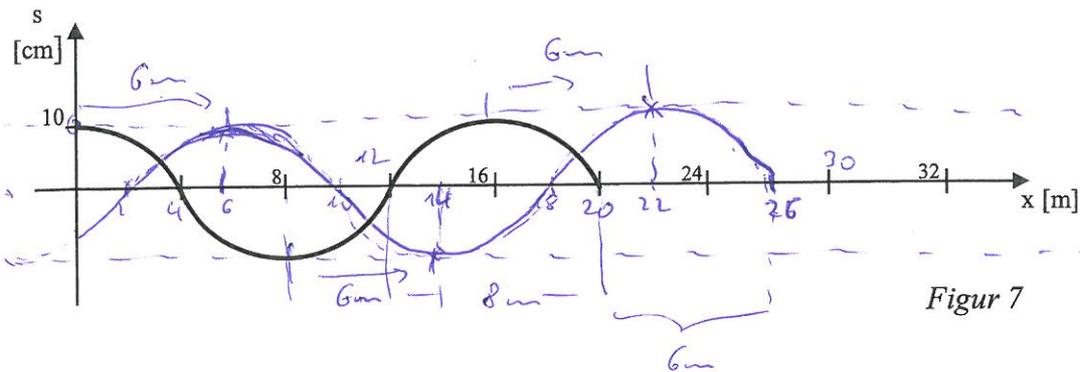
2 P.

Aufgabe 7 (9 Punkte)

Hinweis: die Aufgaben a), b) und c) sind voneinander unabhängig.

a) *Figur 7* zeigt eine Momentaufnahme einer Welle der Amplitude 10 cm, die sich vom Ursprung aus mit 20 m/s nach rechts ausbreitet. Wie sieht die Welle 0.30 s später aus? Zeichnen Sie deren Verlauf möglichst genau in *Figur 7* ein.

$$s = v \cdot t = 6 \text{ m}$$

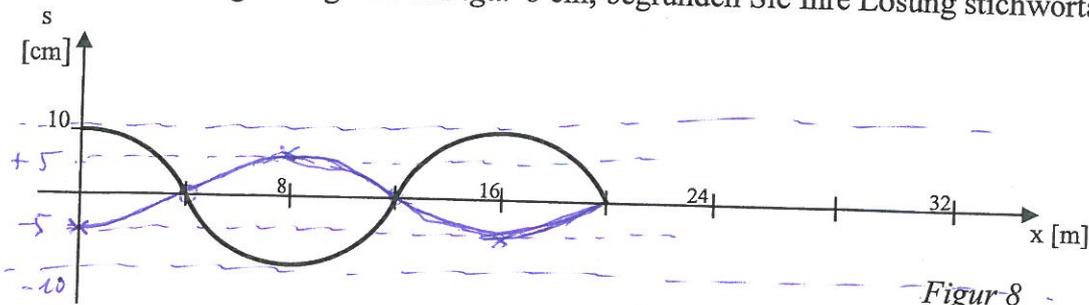


Figur 7

3 P.

Hinweis: auf Seite 11 (unten) finden Sie für „Notfälle“ eine Reservefigur!

b) *Figur 8* zeigt eine Momentaufnahme einer stehenden Welle der Amplitude 10 cm und der Schwingungsdauer $T = 1.2$ s. Wie sieht die stehende Welle 0.40 s später aus? Zeichnen Sie deren Verlauf möglichst genau in *Figur 8* ein; begründen Sie Ihre Lösung stichwortartig.

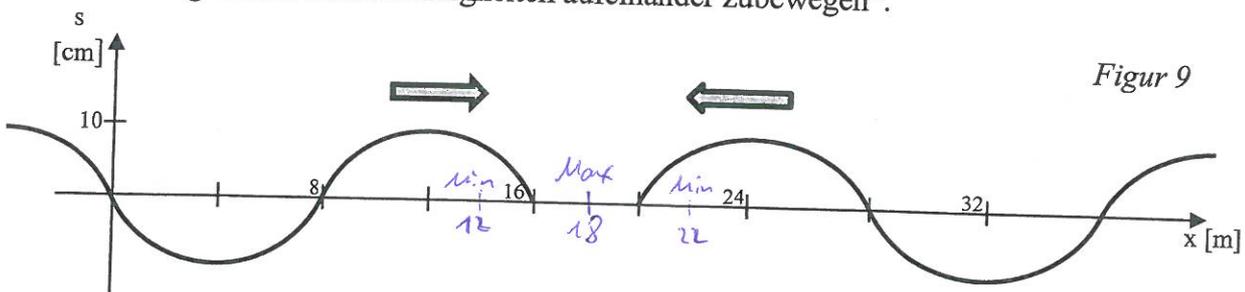


Figur 8
(Reservefigur unten)

$$10 \cdot \cos\left(\frac{t}{T} \cdot 2\pi\right) = 10 \cdot \cos\left(\frac{0.4}{1.2} \cdot 2\pi\right) = 10 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) = -5$$

3 P.

c) Eine stehende Welle entsteht, wenn, wie in *Figur 9* dargestellt, sich „zwei gleichartige Wellen mit gleichen Geschwindigkeiten aufeinander zubewegen“.



Figur 9

c1) Wie gross ist die Amplitude der in *Figur 9* entstehenden stehenden Welle (die Amplitude der beiden gezeichneten Wellen ist 10 cm)?

$$A = A_1 + A_2 = 20 \text{ cm}$$

1 P.

c2) Geben Sie eine Stelle an, bei der in *Figur 9* ein Schwingungsbauch entsteht.

z.B. bei 18 cm : Ganggeschwindigkeit 0, konstante Auslenkung

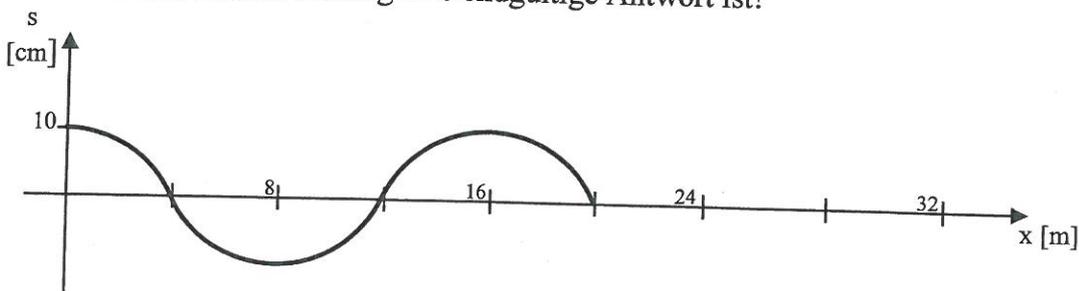
1 P.

c3) Geben Sie eine Stelle an, bei der in *Figur 9* ein Schwingungsknoten entsteht.

z.B. bei 12 cm, 18 cm : Ganggeschwindigkeit $\frac{1}{2} = 4$ cm, destr. Interferenz

1 P.

Reservefigur für Aufgabe a) oder b). Geben Sie unbedingt an, zu welcher Aufgabe Sie sie verwenden und welche Lösung Ihre endgültige Antwort ist!



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.