

**Grundlagenfach Physik**

Kand.-Nr .....

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

Korrigierender .....

erreichte Punktzahl .....

Note .....

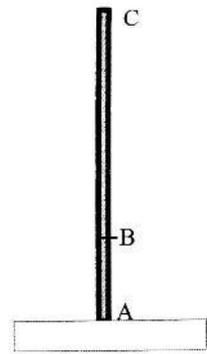
Verfasser: R. Weiss, Ch. Meier  
Zeit: 80 Minuten  
Hilfsmittel: Formelsammlung und Taschenrechner gemäss Weisungen SMK

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  $10 \text{ m/s}^2$  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 64 Punkte.  
Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

### Aufgabe 1 (11 Punkte)

Bei einem „Freifallturm“ (Figur 1) setzen sich die Besucher beim Punkt A in Sitze und werden in ihnen gegen das Herausfallen gesichert. Danach werden sie bis zum Punkt C hoch gezogen. Nach einer kurzen Wartezeit fallen die Sitze mit den Besuchern frei bis zum Punkt B, wo sie eine Geschwindigkeit von 40 m/s erreichen. Anschliessend werden sie auf der 44 m langen Strecke BA bis zum Stillstand abgebremst.  
Hinweis: die Aufgaben a) und b) sind voneinander unabhängig.



Figur 1

a) Wir betrachten zuerst den freien Fall auf der Strecke CB.

a1) Nach welcher Zeit erreicht ein frei fallender Körper die Geschwindigkeit 40 m/s?

a11) formal

$$v = at + v_0$$

$$t = \frac{v}{g}$$

1 P.

a12) numerisch

$$t = \frac{40 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 4,0 \text{ s}$$

1 P.

a2) Welche Strecke muss ein frei fallender Körper zurücklegen, um die Geschwindigkeit 40 m/s zu erreichen?

a21) formal

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

$$s = \frac{v^2}{2g}$$

1 P.

a22) numerisch

$$s = \frac{(40 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 80 \text{ m}$$

1 P.

b) Auf der 44 m langen Strecke BA werden die Besucher gleichmässig verzögert von 40 m/s zum Stillstand abgebremst.

b1) Wie gross ist dabei die Verzögerung (= negative Beschleunigung)?

b11) formal

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

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

1 P.

b12) numerisch

$$a = -\frac{(40 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 44 \text{ m}} = -18,18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = -18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1 P.

b2) Wie gross ist die verzögernde Kraft  $F_1$ , die dabei auf einen Besucher der Masse 78 kg wirkt (nur numerisch)?

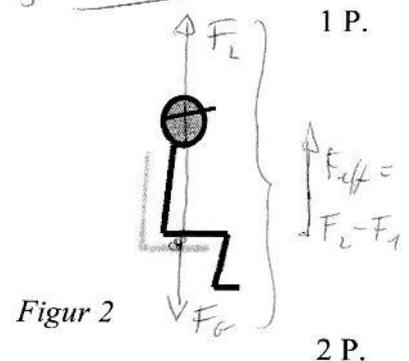
$$F_{\text{eff}} = m a = 18,18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 78 \text{ kg} = 1,4 \text{ kN}$$

~~$$F_{\text{eff}} = m a = 18,18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 78 \text{ kg} = 1,4 \text{ kN}$$~~

b3) Figur 2 zeigt einen Besucher auf seinem Sitz. Zeichnen Sie in Figur 2 gut erkenntlich die folgenden Kräfte ein (beachten Sie die Angriffspunkte).

$F_G$  = Gewichtskraft des Besuchers (beschriftet mit  $F_G$ )

$F_2$  = vertikale Kraft des Sitzes auf den Besucher (beschriftet mit  $F_2$ )



b4) Wie gross ist  $F_2$ ? Beschreiben sie verbal Ihre Überlegungen zu dieser Frage. Zu welchem Resultat gelangen Sie (nur numerisch)?

$$F_{\text{eff}} = F_2 - F_G$$

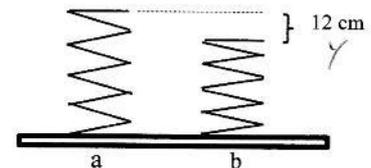
$$F_2 = F_{\text{eff}} + F_G = m a + m g = 28,18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 78 \text{ kg} = 2,2 \text{ kN}$$

Am Besucher greifen zwei Kräfte an: sein Gewicht und die Kraft des Sitzes. Vertikal addiert müssen sie seine Verzögerung bewirken.

2 P.

### Aufgabe 2 (10 Punkte)

Wir drücken eine Feder um die Strecke 12 cm zusammen (Figur 3, a und b). Danach hat sie eine Energie von 1.8 J gespeichert. Die Masse der Feder können Sie im Folgenden vernachlässigen.



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

Figur 3

a) Beim Zusammendrücken der Feder verrichteten wir eine Arbeit von 1.8 J.

a1) Wie gross ist die Federkonstante dieser Feder?

a11) formal

$$E = \frac{1}{2} D y^2$$

$$D = \frac{2E}{y^2}$$

a12) numerisch

$$D = \frac{2 \cdot 1,8 \text{ J}}{(0,12 \text{ m})^2} = 250 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 0,25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1 P.

1 P.

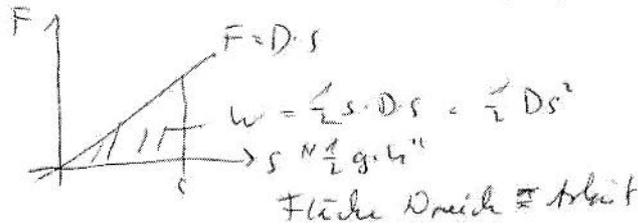
a2) Beschreiben Sie verbal, was die Federkonstante angibt. Ergänzen Sie dazu den unten stehenden Satz:

Die Federkonstante gibt an, wieviel Kraft nötig ist um diese Feder um bestimmte Strecke zusammen zu drücken, oder auseinander zu ziehen. Hier sind es 250N für ein Zentimeter.

1 P.

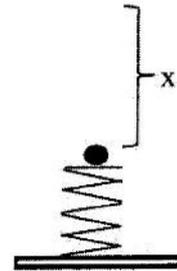
a3) Beim Zusammendrücken der Feder um 12 cm wurde eine Arbeit von 1.8 J verrichtet. Das Gesetz „Arbeit = Kraft · Weg“ ist dabei nicht anwendbar. Begründen Sie verbal, wieso dies so ist.

Wird die Kraft nicht konstant ist, sondern proportional zum Weg steigt.



1 P.

b) Auf die zusammengedrückte Feder (Figur 3, b) legen wir eine Stahlkugel der Masse 0.16 kg und lassen dann die Feder los. Um welche Strecke x (Figur 4) wird die Kugel nach oben geschleudert?



Figur 4

b1) formal

$$E_{unten} = E_{oben}$$

$$E_{Feder} = mgx$$

$$k = \frac{E_{Feder}}{mg}$$

2 P.

b2) numerisch

$$x = \frac{1.8 \text{ J}}{0.16 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1.1 \text{ m}$$

1 P.

c) Wir betrachten nochmals den bei Aufgabe b) geschilderten Versuch. Welche Geschwindigkeit hat die Kugel, wenn sie die Feder verlässt, d. h. wenn die Feder wieder in dem in *Figur 3, a* dargestellten Zustand ist?

c1) formal

$$mgy + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}Dy^2$$

$$= \frac{1}{2} \frac{2E}{y^2} y^2$$

$$= E$$

$$v = \sqrt{2 \frac{E - mgy}{m}} = \sqrt{2 \left( \frac{E}{m} - gy \right)}$$

2 P.

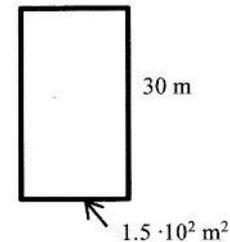
c2) numerisch

$$v = \sqrt{2 \cdot \left( \frac{1,87}{0,16 \text{ kg}} - 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,12 \text{ m} \right)} = \sqrt{20 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 P.

### Aufgabe 3 (9 Punkte)

Um ein gesunkenes Kreuzfahrtschiff zu heben, wurden riesige, quaderförmige Stahlbehälter verwendet (*Figur 5*): 30 m hoch und mit einer Bodenfläche von  $1,5 \cdot 10^2 \text{ m}^2$ , die Masse des Stahls beträgt  $3,0 \cdot 10^2 \text{ t}$ .



*Figur 5*

a) Wieviel Wasser, angegeben in Tonnen, muss man in einen solchen Stahlbehälter einfüllen, damit er ganz im Meer eintaucht? (Dichte des Wassers:  $1,0 \text{ t/m}^3$ )

a1) formal

$$F_G = F_A$$

$$m \cdot g + \rho_w V \cdot g = A \cdot h \cdot \rho_w \cdot g$$

$$V = \frac{\rho_w \cdot A \cdot h - m}{\rho_w} = A \cdot h - \frac{m}{\rho_w}$$

3 P.

a2) numerisch

$$V = 1,5 \cdot 10^2 \text{ m}^2 \cdot 30 \text{ m} - \frac{3 \cdot 10^5 \text{ kg}}{1 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 4200 \text{ m}^3 = 4,2 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

2 P.

b) Solche, ganz im Meer eingetauchte Behälter wurden am gesunkenen Schiff befestigt. Danach wurde das Wasser aus ihnen abgepumpt – dadurch hoben sie sich und mit ihnen das Schiff.

Der in *Figur 6* gezeigte, ganz leer gepumpte Behälter, taucht 16 m tief im Meer ein. Wie gross ist die vertikale Kraft, die er in dieser Situation auf das Schiff ausübt?

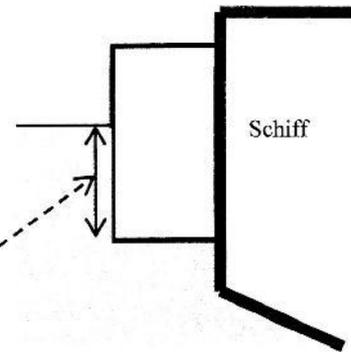
b1) formal

$$F_G = F_A + F_V$$

$$F_V = F_G - F_A$$

$$F_V = \rho \cdot g \cdot V - \rho_w \cdot A \cdot x \cdot g$$

$$x = 16 \text{ m}$$



*Figur 6*

2 P.

b2) numerisch

$$F_V = 3 \cdot 10^5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 1 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 16 \text{ m} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$F_V = -21 \cdot 10^6 \text{ N}$$

negativ, da nach oben gerichtet

$F_G$ : positiv, nach unten

2 P.

#### Aufgabe 4 (7 Punkte)

Chris stellt ein Glas der Masse 95 g und der Temperatur 20 °C vor sich auf den Tisch. Danach gießt er 1.8 dl Tee von 97 °C in das Glas. Kurze Zeit später haben das Glas und der Tee die Temperatur 85 °C. Im Folgenden dürfen Sie für Tee die physikalischen Grössen von Wasser verwenden.

a) Wie gross ist die Wärmemenge, die bei diesem Vorgang an die Umgebung abgegeben wurde?

a1) Beschreiben Sie verbal Ihre Lösungsidee zu dieser Aufgabe

- Ohne Wärmeaustausch mit Umgebung kann die Mischungstemperatur aus dem Energieerhaltungssatz berechnet werden.
- Differenz von 87 °C liefert den Verlust an die Umgebung.
- Differenz von 97 °C und 20 °C in 85 °C liefert unterschiedliche Wärmemengen: Differenz ist Verlust an Umgebung.

1 P.

a2) Berechnen Sie die gesuchte Wärmemenge formal

$$c_G \cdot m_G (T_m - T_G) = c_w \cdot m_T (T_T - T_m)$$

$$T_m = \frac{c_G m_G T_G + c_w m_T T_T}{c_G m_G + m_T c_w}$$

$$\Delta Q = (c_w (m_G + m_T)) \cdot (T_m - T_3) \quad T_3 = 85^\circ \text{C}$$

$$= (c_w (m_G T_G + m_T T_T)) - (c_w (m_G + m_T) T_3)$$

$$\Delta Q = (c_w (m_G (T_G - T_3) + m_T (T_T - T_3))) \quad 2 \text{ P.}$$

a3) Berechnen Sie die gesuchte Wärmemenge numerisch (verwenden Sie für  $c_{\text{Glas}}$  den Wert  $0.80 \text{ kJ/kgK}$ )

$$\Delta Q = 0,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,03115 \cdot (20 - 85) \text{K} + 4,182 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,1815 \cdot (85 - 97 - 85) \text{K}$$

$$\Delta Q = 4,1 \cdot 10^3 \text{ J}$$

2 P.

b) Chris kann das Glas nicht anfassen und hochheben, weil es zu heiss ist ( $85^\circ \text{C}$ ). Deshalb will er eine kleine Papierserviette um das Glas legen. Die Frage ist: Soll er die Papierserviette so wie sie ist, d. h. trocken, verwenden oder soll er sie zuerst mit Wasser aus dem Wasserhahn ( $18^\circ \text{C}$ ) etwas nass machen? Beschreiben Sie ihre Überlegungen und die entsprechenden Begründungen zu dieser Frage. Zu welchem Schluss kommen Sie?

Im nassen Zustand hat die Serviette viel bessere Kontakt zum Glas und leitet die Wärme besser und schneller.

Zudem ist die isolierende Luft aus dem Stoff heraus gedrückt worden, was ebenfalls die Leitung verbessert.

Im trockenen Zustand isoliert die Serviette besser.

2 P.

### Aufgabe 5 (7 Punkte)

In Personenautos ist eine 12-V-Batterie eingebaut, an welcher die elektrischen Geräte (Scheinwerfer, Scheibenwischer etc.) angeschlossen sind.

a) Auf einer Scheinwerferbirne steht „12 V, 55W“.

a1) Wie gross ist der Strom, der fliesst, wenn diese Birne eingeschaltet ist?

a11) formal

$$P = U \cdot I$$

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

1 P.

a12) numerisch

$$I = \frac{55W}{12V} = 4,6A$$

1 P.

a2) Wie gross ist der Widerstand dieser Birne?

a11) formal

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

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

1 P.

a12) numerisch

$$R = \frac{(12V)^2}{55W} = 2,6\Omega$$

1 P.

b) Chris hat auf einem Flohmarkt eine kleine, durch eine Glühbirne von innen beleuchtete Elvis-Presley-Figur aus den 1960-Jahren gekauft. Solche Figuren wurden damals von gewissen Fans auf dem Armaturenbrett des Autos installiert.

Die von Chris gekaufte Figur wurde damals allerdings in einem Lastwagen verwendet und enthält deshalb eine Glühbirne, auf der „24 V, 12 W“ steht. Die Frage ist, wie diese Figur leuchtet, wenn Chris sie im Auto an 12 V anschliesst.

b1) Geben Sie eine qualitative Antwort auf diese Frage mit einer verbalen Begründung.

*Bei kleiner Spannung fließt ein kleiner Strom, also leuchtet die Lampe weniger hell (oder gar nicht)*

1 P.

b2) Wie gross ist die Leistung, die jetzt freigesetzt wird – im Vergleich zur früheren Leistung im Lastwagen? Berechnen Sie numerisch das Verhältnis  $P_{\text{jetzt}} : P_{\text{früher}}$ .

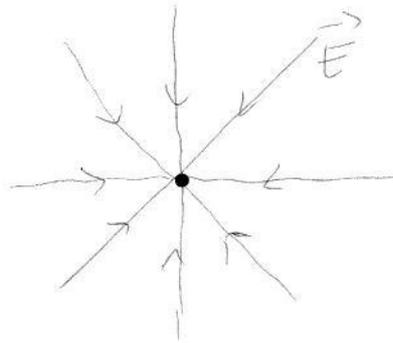
$$R = \frac{U_s^2}{P_f} = \text{konst.}$$

$$P = \frac{U_j^2}{R} = \frac{U_j^2}{\frac{U_s^2}{P_f}} = \left(\frac{U_j}{U_s}\right)^2 \cdot P_f = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot P_f = \frac{1}{4} P_f = 3W$$

2 P.

**Aufgabe 6 (10 Punkte)**

Die in *Figur 7* dargestellte kleine Metallkugel trägt die (negative) Ladung  $-1,6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ .



*Figur 7*

a) Hat diese Kugel einen Elektronenüberschuss oder einen Elektronenmangel? Wie viele Elektronen sind „zu viel“, bzw. „zu wenig“ auf dieser Kugel?

a1) Beantworten Sie die erste Frage (Überschuss/Mangel) verbal und begründen Sie Ihre Antwort

Überschuss, da sich mehr negative als positive Ladungen auf der Kugel befinden und nur die Elektronen sich bewegen können.

1 P.

a2) Berechnen Sie numerisch die Anzahl der überschüssigen, bzw. fehlenden Elektronen

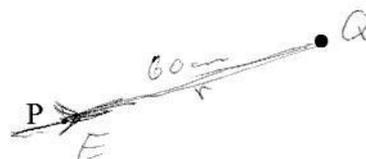
$$Q = N(e) \\ N = \frac{Q}{e} = \frac{-1,6 \cdot 10^{-8} \text{ C}}{-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 10^{11}$$

1 P.

b) Stellen Sie in *Figur 7* das elektrische Feld durch die Feldlinien und deren Richtung dar.

2 P.

c) *Figur 8* zeigt nochmals die Situation von *Figur 7*. Zusätzlich ist der Punkt P eingezeichnet; sein Abstand vom Mittelpunkt der kleinen Kugel ist 60 cm.



*Figur 8*

c1) Beschreiben Sie verbal, d. h. ohne Formel, was man unter der Feldstärke im Punkt P versteht. (Hinweis: Antworten im Sinne von „sie gibt an, wie stark das Feld bei P ist“ genügen nicht)

Die Feldstärke gibt an, wie groß die Kraft ist, die auf eine Ladung im Punkt P von der Kugel ausgeübt würde.

2 P.

c2) Zeichnen Sie in *Figur 8* die Feldstärke  $\vec{E}$  im Punkt P ein

1 P.

c3) Berechnen Sie die Grösse der Feldstärke  $\vec{E}$  im Punkt P

c31) formal

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

2 P.

c32) numerisch

$$E = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm}} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-8} C}{(0,6m)^2} = 400 \frac{N}{C} = \underline{\underline{0,40 \frac{KN}{C}}}$$

1 P.

### Aufgabe 7 (10 Punkte)

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

a) Wir betrachten die Ausbreitung von longitudinalen und transversalen Wellen. Dabei beschränken wir uns auf mechanische Wellen (d. h. wir lassen elektromagnetische Wellen, wie Licht, ausser acht).

Beantworten Sie die nachfolgenden Fragen mit „ja“ oder „nein“

a1) Können sich in Luft

a11) longitudinale Wellen ausbreiten? ja

a12) transversale Wellen ausbreiten? nein

b1) Können sich unter Wasser

b11) longitudinale Wellen ausbreiten? ja

b12) transversale Wellen ausbreiten? ja

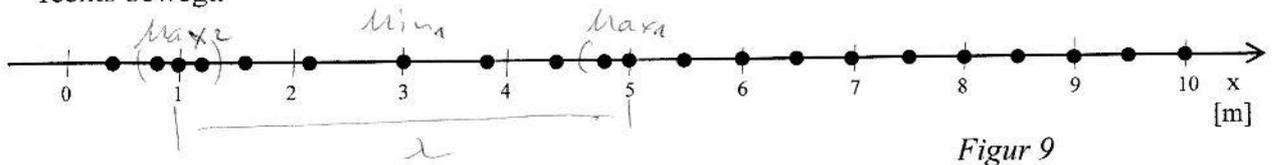
c1) Können sich in einem Stahlstab

c11) longitudinale Wellen ausbreiten? ja

c12) transversale Wellen ausbreiten? ja

3 P.

b) Figur 9 zeigt eine Momentaufnahme einer longitudinalen Welle, die sich mit 1.5 m/s nach rechts bewegt.



Figur 9

b1) Bis zu welcher Stelle x hat sich die Welle in Figur 9 ausgebreitet?

5m; dahinter ist alles gleich verbleibt

1 P.

b2) Lesen Sie in Figur 9 die Wellenlänge ab

$\lambda = 4m$  ( $x=1m$  bis  $x=5m$ )

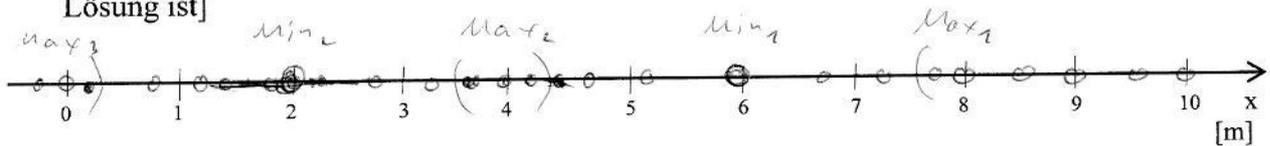
1 P.

b3) Berechnen Sie die Frequenz dieser Welle (nur numerisch)

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{1.5 \frac{m}{s}}{4m} = 0.375 \text{ Hz} = 0.38 \text{ Hz}$$

1 P.

b4) Wie sieht die in Figur 9 dargestellte Welle 2.0 s später aus? Skizzieren Sie sie in Figur 10. [Sollten Sie Ihre Lösung in Figur 10 verändern wollen, finden Sie unten auf dieser Seite eine „Ersatzfigur“ – geben Sie aber unbedingt an, welches Ihre endgültige Lösung ist]



Figur 10

alles  $\lambda$  um  $s = v \cdot t = 1.5 \frac{m}{s} \cdot 2s = 3m$  nach rechts

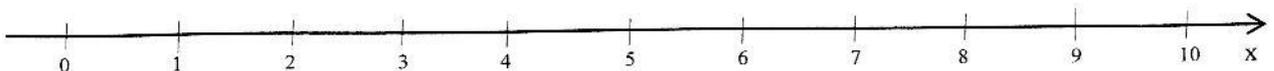
2 P.

b5) Betrachten Sie in Figur 9 das Teilchen, das sich an der Stelle  $x = 3$  befindet. In Figur 9 ist dieses Teilchen gerade in seiner Gleichgewichtslage. Beschreiben Sie verbal (mit zwei bis drei Sätzen) möglichst genau, wie sich dieses Teilchen bewegt, wenn sich die Welle nach rechts ausbreitet.

Das nächste Maximum (in 4) bei  $x=1m$  bewegt sich auf das Teilchen zu. Das Teilchen bewegt sich nach links auf das Max. zu während dieses nahe kommt. Dann läuft es mit dem Max. durch seine Ruhelage und nach rechts und durch die Ruhelage durch. Während das Max. nach rechts weicht bewegt sich das Teilchen in seine Ruhelage zurück.

2 P.

„Ersatzfigur“ zu Aufgabe b4)



**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.