Schweizerische Maturitätsprüfung

Winter 2014 Zürich

Prüfung gemäss neuem Recht
(Prüfungsverordnung, Stand am 1. Januar 2012)

Grundlagenfach Physik

Kand.-Nr ....

Name / Vorname

....

<u>Für die Korrigierenden</u>

Korrigierender ......

erreichte Punktzahl ......

Note ....

Prüfung gemäss altem Recht
(Prüfungsverordnung, Stand am 1. November 2011)

Grundlagenfach Naturwissenschaften*, Teil Physik

Kand.-Nr ....

Name / Vorname

....

<u>Für die Korrigierenden</u>

Korrigierender ......

erreichte Punktzahl ....

Note Teil Physik* ....
(auf Zehntelnote gerundet)

* Die Gesamtnote im Bereich Naturwissenschaften setzt sich aus den Noten in den drei Prüfungsteilen (Biologie, Chemie, Physik) zusammen.

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 <u>unterstreichen</u> Sie jeweils Ihr Resultat. Sollten Sie mehr Platz als vorgesehen benötigen, ist dafür hinten eine leere Zusatzseite beigefügt. 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 <u>muss</u> 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 63 Punkte.
Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

Aufgabe 1 (10 Punkte)

Auf der Formel 1 Rennstrecke in Monza geht eine lange Hochgeschwindigkeitsgerade in eine enge Kurve über. Die Rennwagen bremsen vor dieser Kurve in 3.1 s von 340 km/h auf 80 km/h ab. Wir nehmen an, dass dabei die Verzögerung (= negative Beschleunigung) konstant ist.

a) Wie gross ist die Verzögerung?

a1) formal

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

1 P.

a2) numerisch

$$\underline{a} = \frac{80\frac{km}{h} - 340\frac{km}{h}}{3{,}1\,s} = -23{,}297\frac{m}{s^2} = \underline{\underline{-23\frac{m}{s^2}}}$$

1 P.

b) Wie gross ist die während der Bremsphase zurückgelegte Strecke?

b1) formal

$$v_1^2 = 2as + v_0^2$$

$$\underline{s} = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2 \cdot \frac{v_1 - v_0}{t}} = \underline{\underline{\frac{v_1 + v_0}{2} \cdot t}}$$

2 P.

b2) numerisch

$$\underline{s} = \frac{80\frac{km}{h} + 340\frac{km}{h}}{2} \cdot 3{,}1\,s = 180{,}83\,m = \underline{\underline{0{,}18\,km}}$$

1 P.

c) Wir betrachten die horizontale Kraft, die bei diesem Abbremsen auf einen Fahrer der Masse 65 kg einwirkt.

c1) Wie gross ist diese Kraft (nur numerisch)?

$F = m\,a = 65\,\mathrm{kg} \cdot (-23{,}297\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}) = \underline{\underline{-1{,}5\,\mathrm{kN}}}$

1 P.

c2) Welche Richtung hat diese Kraft? Begründen Sie Ihre Antwort.

Entgegengesetzt zur Bewegung, da $\vec{F} = m\vec{a}$.

1 P.

c3) Wodurch wird diese Kraft auf den Fahrer ausgeübt?

Reibung zwischen Rädern und Fahrbahn, übertragen durch Aufhängung, Chassis, Gurte.

1 P.

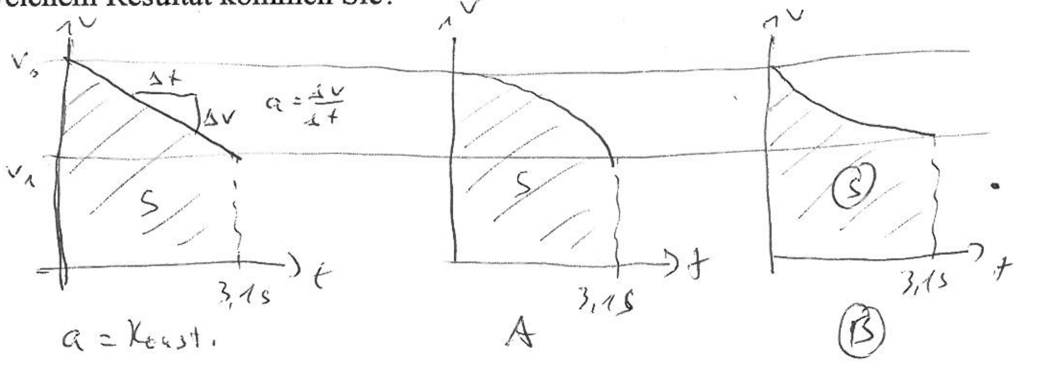
d) In Wirklichkeit, d. h. während des Rennens, ist die bei diesem Bremsvorgang zurückgelegte Strecke kürzer als die bei Aufgabe b) berechnete. Der Grund dafür ist, dass sich die Verzögerung während des Bremsens ändert. (Der bei Aufgabe a) errechnete Wert entspricht der mittleren Verzögerung)

Wir betrachten die beiden folgenden Fälle:

A: die Verzögerung wird während des Abbremsens grösser („der Wagen bremst immer stärker ab“)

B: die Verzögerung wird während des Abbremsens kleiner („der Wagen bremst zuerst am stärksten“)

Welcher dieser beiden Fälle führt dazu, dass die zurückgelegte Strecke kleiner wird als bei b) errechnet? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage mit ein bis zwei Sätzen. Zu welchem Resultat kommen Sie?



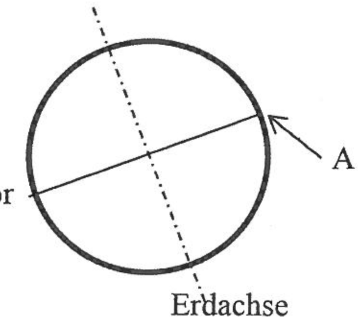
Fläche unter Geschwindigkeitskurve ≙ Weg :   s am kleinsten

2 P.

Aufgabe 2 (10 Punkte)

In einem 2013 erschienenen Roman wird angenommen, dass sich die Erdrotation immer mehr verlangsamt und dadurch die Tage immer länger werden. In dichterischer Freiheit werden Veränderungen angesprochen, die sich daraus ergeben. An einer Stelle im Roman wird gesagt, dass dabei die Gewichtskraft der Objekte auf der Erde zunimmt und deshalb die Vögel schliesslich nicht mehr fliegen können.

Wir wollen uns diese Aspekte ansehen. Dabei betrachten wir einen Ort A, der auf dem Äquator liegt *(Figur 1)*. In diesem Ort A hat die Fallbeschleunigung g den Wert 9.78 m/s^2.

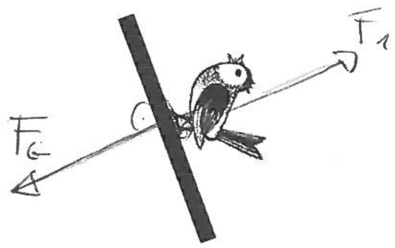


Figur 1

a) Wir untersuchen zuerst den Fall, dass die Erdrotation ganz aufgehört hat, d.h. den Endzustand der im Roman angesprochenen Entwicklung. In *Figur 2* sehen Sie einen Vogel von 0.720 kg Masse, der im Ort A auf der Erdoberfläche steht.

a1) Zeichnen Sie die Gewichtskraft F_G des Vogels in *Figur 2* ein und beschriften Sie sie mit F_G. 1 P.

a2) Wie gross ist die Gewichtskraft F_G (nur numerisch mit dem Zahlenwert 9.78 für g)?



Figur 2

Erdoberfläche im Ort A

$F_G = mg = 7{,}04\,N$

1 P.

a3) F_1 bezeichnet die Kraft, welche die Erdoberfläche auf den Vogel ausübt.

a31) Zeichnen Sie F_1 in Figur 2 ein und beschriften Sie sie mit F_1 (beachten Sie den ~~Angriffspunkt)~~ Füsse 1 P.

a32) Wie gross ist F_1? Beschreiben Sie Ihre Überlegung zu dieser Frage. Zu welchem Schluss kommen Sie?

actio = reactio : 7,04 N (entgegengesetzt zu F_G)

1 P.

b) Heutzutage rotiert die Erde so, dass sich der Ort A von *Figur 1* mit 463 m/s auf einem Kreis von 6378 km Radius bewegt. Wir betrachten wieder den Ort A und den Vogel von 0.720 kg Masse.

b1) Wie gross ist die auf den Vogel wirkende Zentripetalkraft F_Z (nur numerisch)?

$F_Z = m\frac{v^2}{r} = \left(m\frac{(2\pi r/T)^2}{r} = 4\pi^2 m r T^{-2} = \right)$

$= 0{,}0242\,N$

1 P.

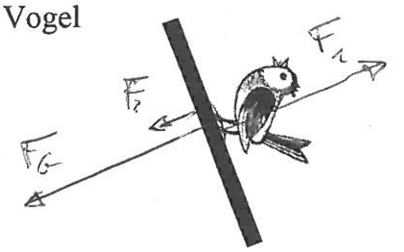
b2) Zeichnen Sie in *Figur 3* folgende Kräfte (mit entsprechender Beschriftung) ein

b21) Gewichtskraft F_G des Vogels

b22) Kraft F_1 von der Erdoberfläche auf den Vogel

b23) Zentripetalkraft F_Z

Hinweis: Beachten Sie die Angriffspunkte



Figur 3

Erdoberfläche im Ort A

2 P.

b3) Welcher formale Zusammenhang besteht zwischen F_G, F_1 und F_Z?

$F_Z = F_G - F_1$ (Beträge)

$\vec{F}_Z = \vec{F}_G + \vec{F}_1$ (Vekt.)

1 P.

b4) Wie gross ist folglich F_1 (nur numerisch)?

$F_1 = 7{,}02$ N

1 P.

c) Welchen Schluss ziehen Sie in Bezug auf die im Roman angesprochene „Flugunfähigkeit" der Vögel? Verbale Antwort mit Begründung (ein bis zwei Sätze)

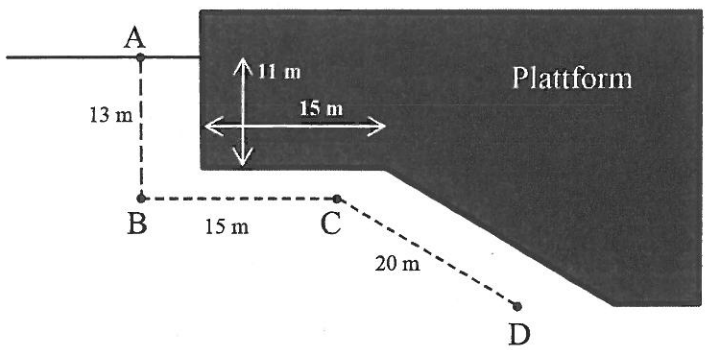
Das 'Gewicht' hätte sich um F_Z vergrößert, also um 0,3%, was völlig vernachlässigbar ist.

1 P.

Aufgabe 3 (8 Punkte)

In der Nordsee liegen Erdölvorkommen unter dem Meeresgrund. Zu deren Nutzung werden Ölförderplattformen verwendet.

Ein Taucher kontrolliert unter Wasser liegende Teile einer solchen Plattform *(Figur 4)*. Dazu bewegt er sich vom Punkt A an der Wasseroberfläche 13 m nach unten zum Punkt B, danach 15 m horizontal nach rechts zum Punkt C und schliesslich 20 m schräg nach unten zum Punkt D (D liegt 16 m rechts von C und 12 m unterhalb von C).



Figur 4

a) Wie gross ist der Wasserdruck im Punkt B?

a1) formal

$p_s = \rho g h_{AB} = 1{,}275 \text{ bar} = 1{,}3 \text{ bar}$

1 P.

a2) numerisch

$p_s = 1{,}3 \text{ bar}$

1 P.

b) Wie gross ist die Kraft, die im Punkt B vom Wasser auf eine senkrechte Fläche von 1.3 dm^2 ausgeübt wird (entsprechend der Glasscheibe der Schutzmaske des Tauchers)?

b1) formal

$F = p \cdot A = \rho \cdot g h A$

1 P.

b2) numerisch

$F = 1{,}7 \text{ kN}$

1 P.

c) Der Taucher bewegt sich nun 15 m horizontal nach rechts zum Punkt C *(Figur 4)*. Wie gross ist der Wasserdruck im Punkt C (nur numerisch)?

Gleich groß, da nur die Tiefe entscheidend ist.

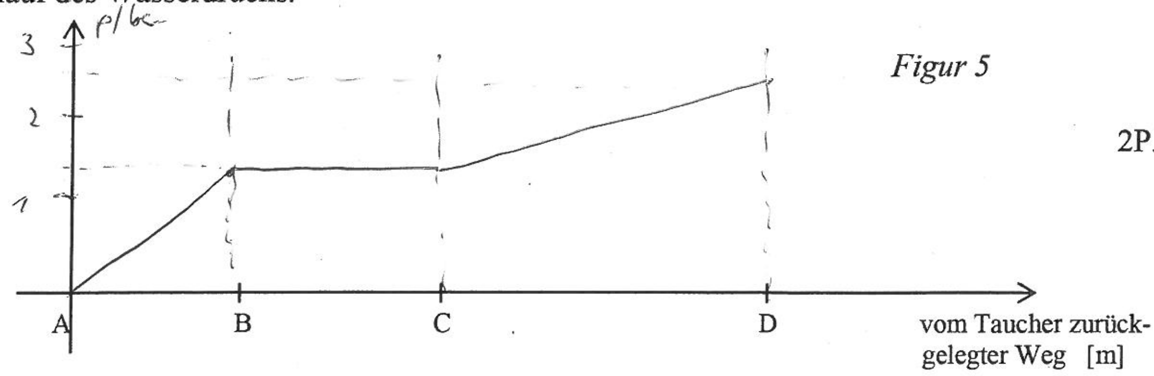
1 P.

d) Schliesslich erreicht der Taucher den Punkt D *(Figur 4)*. Wie gross ist der Wasserdruck im Punkt D (nur numerisch)?

$p_s = \rho g (\underbrace{h_{AB}}_{13 m} + \underbrace{h_{CD}}_{12 m}) = 2{,}5 \text{ bar}$

1 P.

e) Skizzieren Sie in *Figur 5* den Verlauf des Wasserdrucks während des Tauchgangs. Auf der horizontalen Achse ist der vom Taucher zurückgelegte Weg eingetragen. Markieren Sie auf der vertikalen Achse die angemessenen Druckeinheiten und skizzieren Sie den Verlauf des Wasserdrucks.



Figur 5

2P.

Aufgabe 4 (11 Punkte)

In einer Bar hat ein Gast sein Glas stehen lassen. Im Glas befindet sich ein Eis-Wasser-Gemisch: Eisstücke von insgesamt 26 g Masse und 77 g Wasser. 30 Minuten später enthält das Glas nur noch Wasser von 10 °C.

a) In der Physik gilt der „Energieerhaltungssatz“. Was besagt er in diesem Fall? Geben Sie eine verbale Antwort mit zwei bis drei Sätzen.

Zum Schmelzen von 26g Eis und Erwärmen von 103g Wasser um 10°C ist Energie notwendig. Diese ist aus der Umgebung in das Glas geströmt, z.B. durch Wärmeleitung oder Konvektion.

2 P.

b) Wie gross ist die Wärmemenge, die von der Umgebung an das Eis-Wasser-Gemisch übergegangen ist?

b1) formal

$$\Delta Q = L_f \cdot m_E + c_w \cdot (m_E + m_W)(T_1 - T_0)$$

2 P.

b2) numerisch

$$\Delta Q = 3{,}3 \cdot 10^5 \frac{J}{kg} \cdot 26g + 4182 \frac{J}{kgK} \cdot 103g \cdot 10K$$

$$= 13 kJ$$

2 P.

c) Wie gross ist die mittlere Leistung bei dem in Aufgabe b) betrachteten Vorgang (nur numerisch)?

$$P = \frac{\Delta Q}{t} = 7{,}2 W$$

1 P.

d) Bei diesem Vorgang spielt die Wärmeübertragung eine wichtige Rolle. Nennen Sie zwei in diesem Zusammenhang relevante Arten der Wärmeübertragung und begründen Sie Ihre Antworten.

d1) 1. Wärmeübertragungsart: Leitung

Begründung:

In einer Bar (Innenraum) ist es warm, also haben Luft und Tisch ca 20–30°C. Durch diese Temperaturdifferenz wird Wärme durch direkten Kontakt Glas-Tisch, Glas-Luft übertragen.

2 P.

d2) 2. Wärmeübertragungsart: Konvektion

Begründung:

erzwungen: Ventilatoren in der Bar verteilen die warme Luft, die über das Glas strömt und es erwärmt.

spontan: Luft in der Nähe des Glases kühlt sich ab, wird dichter und strömt nach unten ab.

3. Strahlung: falls das Glas in der Sonne steht oder unter einem starken (Halogen) Strahler

2 P.

Aufgabe 5 (8 Punkte)

Von einem langen Draht werden zwei Stücke abgeschnitten. Das erste Drahtstück ist 50 cm lang und hat 45 Ω Widerstand. Der Widerstand des zweiten Drahtstücks beträgt 35 Ω.
Hinweis: Die Aufgaben a) und b) sind voneinander unabhängig.

a) Wie lang ist das zweite Drahtstück? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage verbal und führen Sie die Formel(n) auf, auf die Sie sich beziehen. Zu welchem Resultat gelangen Sie (nur numerisch)?

$R = \varrho \cdot \frac{l}{A}$ also hier $R \sim l$ da ϱ & A (Material Querschnitt) für beide gleich

50 cm ≙ 45 Ω

10/9 cm ≙ 1 Ω

38,9 cm ≙ 35 Ω

38,9 cm

3 P.

b) Die beiden Drahtstücke werden parallel geschaltet und an eine Batterie angeschlossen.

b1) Zeichnen Sie diese Schaltung mit den korrekten Symbolen (verwenden Sie für die Drahtstücke jeweils das Symbol für einen elektrischen Widerstand)

1 P.

b2) Die Stromstärke im ersten Drahtstück (Widerstand 45 Ω) beträgt 0.12 A. Wie gross ist der Strom im zweiten Drahtstück?

b21) formal

$U = R_1 I_1 = R_2 I_2$

$I_2 = \frac{R_1}{R_2} \cdot I_1$

1 P.

b22) numerisch

$\underline{I_2} = \frac{45}{35} \cdot 0{,}12\,A = \underline{0{,}15\,A}$

1 P.

b3) Wie gross ist die Spannung der Batterie?

b31) formal

$\underline{U = R_1 \cdot I_1} =$

1 P.

b32) numerisch

$\underline{U} = 45\,\Omega \cdot 0{,}12\,A = \underline{\underline{5{,}4\,V}}$

1 P.

Aufgabe 6 (8 Punkte)

In der Umweltarena in Spreitenbach ist ein „Solarmodul“ ausgestellt. Gemäss Hersteller „wandelt eine 1.6 m lange und 1.1 m breite Fläche das einfallende Sonnenlicht in elektrische Energie um. [….] Die maximale elektrische Leistung beträgt 0.20 kW.“ P_{max}

a) Die maximale elektrische Leistung wird bei vollem Sonnenschein erreicht. Dabei treffen *pro Quadratmeter* 1.2 kW S auf die Fläche des Solarmoduls. Wie gross ist der Wirkungsgrad des Solarmoduls?

a1) formal

$\underline{\eta} = \frac{P_e}{P_L} = \frac{P_{max}}{S \cdot A} = \underline{\underline{\frac{P_{max}}{S \cdot l \cdot b}}}$ $\quad S = 1{,}2\,\frac{kW}{m^2}$

2 P.

a2) numerisch (Resultat in Prozent)

$\eta = 3{,}5\,\%$

1 P.

b) Das Solarmodul kann mit einem Stecker an das Haushaltnetz (230 V) angeschlossen werden. Bei Sonnenschein fliesst Strom vom Solarmodul in das Haushaltnetz. Wie gross wird dieser Strom maximal?

b1) formal

$P_{max} = U \cdot I$

$I = \frac{P_{max}}{U}$

1 P.

b2) numerisch

$I = \frac{0{,}2\,kW}{230\,V} = 0{,}87\,A$

1 P.

c) Gemäss Hersteller beträgt „die Energieproduktion pro Jahr ca. 200 kWh". Wie viele Stunden vollen Sonnenscheins sind nötig, um $2.0 \cdot 10^2$ kWh zu erreichen?

c1) formal

$E = P_{max} \cdot t$

$t = \frac{E}{P_{max}}$

1 P.

c2) numerisch

$t = \frac{200\,kWh}{0{,}2\,kW} = 1000\,h$

1 P.

d) Ein solches Solarmodul kostet Fr. 990.-. Man geht davon aus, dass seine Lebensdauer 25 Jahre beträgt. Wie gross ist der Preis für eine in dieser Zeit produzierte Kilowattstunde, wenn das Modul jedes Jahr 200 kWh liefert (nur numerisch, auf Rappen gerundet)?

$Preis = \frac{E}{K} = \frac{25 \cdot 200\,kWh}{990\,CHF} = -$

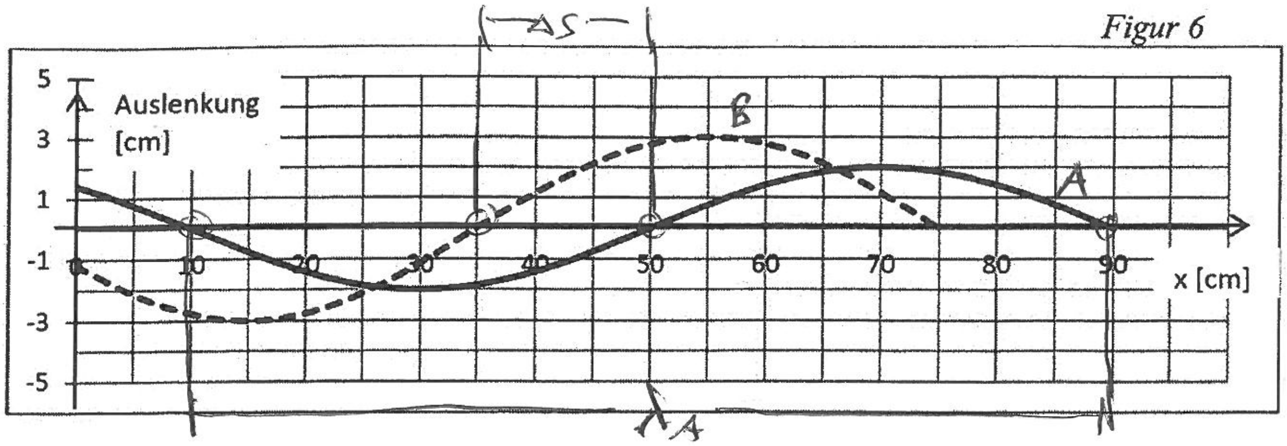
$Preis = \frac{K}{E} = \frac{990\,CHF}{25 \cdot 200\,kWh} = 0{,}2\,\frac{CHF}{kWh}$

1 P.

Aufgabe 7 (8 Punkte)

Zwei Wellen breiten sich vom Ursprung aus mit der gleichen Geschwindigkeit entlang der positiven x-Achse aus. Die Wellenlängen der beiden Wellen sind gleich. Welle A hat eine Amplitude von 2.0 cm. Welle B startet 0.20 s nach Welle A und hat eine Amplitude von 3.0 cm.
Nach kurzer Zeit ergibt sich das in *Figur 6* gezeigte Bild.

Figur 6



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

a) Die für die Beantwortung der folgenden Fragen benötigten, zusätzlichen Informationen können Sie *Figur 6* entnehmen.

a1) Wie gross ist die Wellenlänge von Welle A?

$\lambda_A = 90\,cm - 10\,cm = 80\,cm$

1 P.

a2) Wie gross ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit der beiden Wellen? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen. Zu welchem Resultat (nur numerisch) gelangen Sie?

$\Delta s_{AB} = 50\,cm - 35\,cm = 15\,cm$ | in $\Delta t = 0{,}2\,s$

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{15\,cm}{0{,}2\,s} = 75\,\frac{cm}{s}$

2 P.

a3) Welche Zeit benötigt Welle A, um die in *Figur 6* dargestellte Position zu erreichen (nur numerisch)?

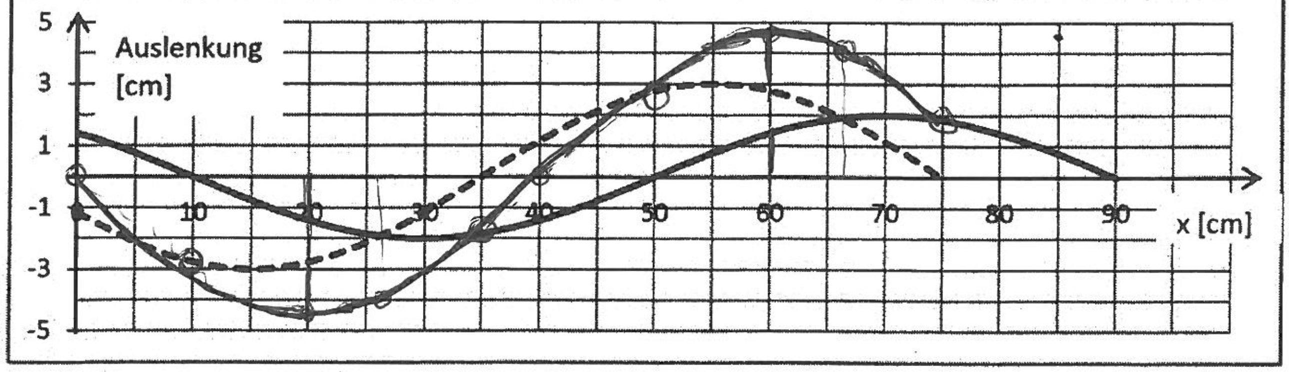
$t = \frac{s}{v} = \frac{90\,cm}{75\,\frac{cm}{s}} = 1{,}2\,s$

1 P.

b) Die beiden Wellen A und B überlagern sich („Interferenz"). Zeichnen Sie das Resultat dieser Überlagerung möglichst sorgfältig in *Figur 6* ein.
Falls Sie Ihre in *Figur 6* gezeichnete Lösung verändern möchten, finden Sie nachfolgend die Ausgangsfigur nochmals (*Figur 7*). Geben Sie unbedingt an, welches Ihre endgültige Lösung ist!

4 P.

Figur 7



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.