Aufgabe 1 (10 Punkte)

Der frühere Formel-1-Weltmeister Michael Schumacher prallte bei einem Unfall mit seinem Ferrari – Rennwagen mit 180 km/h auf eine Mauer, ohne dass er verletzt wurde. Untersuchungen ergaben, dass er dabei auf 2.5 Meter Weg von 180 km/h zum Stillstand abgebremst wurde. Wir nehmen im Folgenden an, dass das Abbremsen gleichmässig verlief.

a) Wie gross war die dabei wirkende Verzögerung („negative Beschleunigung")?

a1) formal

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

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

2 P.

a2) numerisch

$$v = 0 \; ; \quad v_0 = 180 \frac{km}{h} = 50 \frac{m}{s}$$

$$\underline{a} = \frac{0 - (50 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 2{,}5\,m} = -500 \frac{m}{s^2} = \underline{-5{,}0 \cdot 10^2 \frac{m}{s^2}}$$

2 P.

a3) Das Wieviel-fache der Erdbeschleunigung ist das bei a2) errechnete Resultat?

$$\underline{\frac{a}{g}} = \frac{-500 \frac{m}{s^2}}{9{,}81 \frac{m}{s^2}} = -50{,}96 = \underline{-51}$$

Das 51-fache der Erdbeschleunigung

1 P.

b) Wie lange dauerte der Abbremsvorgang?

b1) formal

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

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

2 P.

b2) numerisch

$$\underline{t} = \frac{2 \cdot 2{,}5\,m}{50 \frac{m}{s}} = \frac{1}{10}\,s = \underline{0{,}10s}$$

1 P.

c) Wie gross war die auf Michael Schumacher wirkende verzögernde Kraft, wenn seine Masse 90 kg betrug?

c1) formal

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

c2) numerisch

1 P.

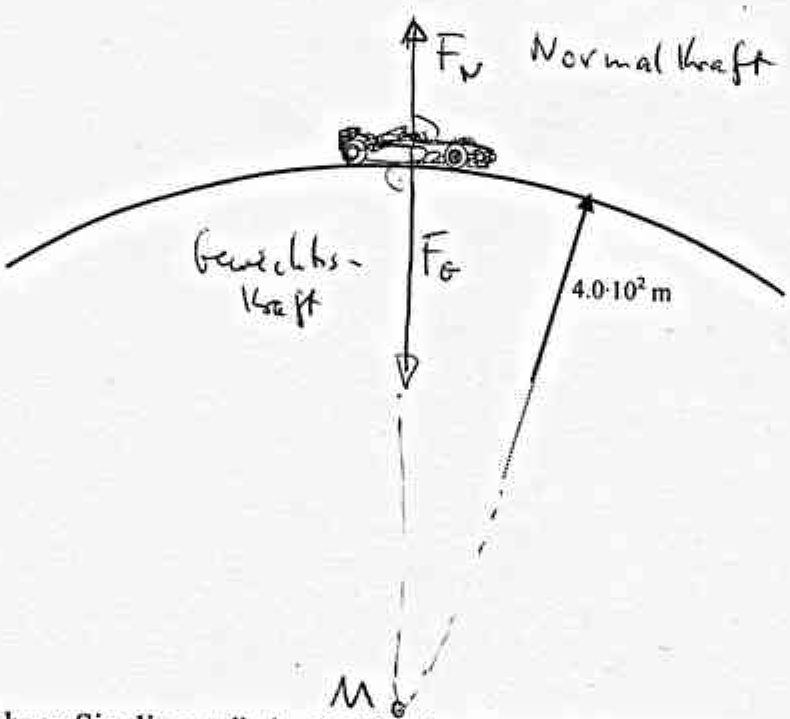
$$F = 90\,\mathrm{kg} \cdot \frac{-(50\,\frac{m}{s})^2}{5\,\mathrm{m}} = -45000\,\mathrm{N} = -45\,\mathrm{kN}$$

1 P.

Aufgabe 2 (10 Punkte)

In einem Bericht über ein Formel-1-Rennen im Jahr 2009 war zu lesen: „ An dieser Stelle fahren die Rennwagen mit 200 km/h über eine lang gezogene Bodenwelle und heben dabei beinahe ab.“

a) Wir nehmen an, dass sich die Rennwagen dabei mit $2.0 \cdot 10^2$ km/h auf einem vertikalen Kreisbogen von $4.0 \cdot 10^2$ m Radius bewegen.



a1) Zeichnen Sie die vertikalen Kräfte ein, die im höchsten Punkt auf den Rennwagen wirken und beschriften Sie sie.

2 P.

a2) Welche Beziehung besteht zwischen diesen Kräften?

$$\vec{F}_{eff} = \vec{F}_{radial} = \vec{F}_G + \vec{F}_N$$

2 P.

a3) Die Masse eines Formel-1-Rennwagens beträgt 0.78 t. Berechnen Sie numerisch die Grösse dieser Kräfte.

$$\underline{F_G} = m \cdot g = 780\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{N}{kg} = \underline{7{,}7\,kN}$$

$$\underline{F_{rad}} = m\frac{v^2}{r} = 780\,kg \cdot \frac{(55{,}5\,\frac{m}{s})^2}{400\,m} = \underline{6{,}0\,kN}$$

2 P.

a4) Mit welcher Kraft „drückt" der Rennwagen im höchsten Punkt auf die Strasse? (nur numerisch)

$$\underline{F_N} = F_G - F_{rad} = \underline{1{,}6\,kN}$$

Vom Betrag her ist F_N gleich der Kraft, mit der der Wagen auf die Strasse drückt. 1 P.

b) Mit welcher maximalen Geschwindigkeit dürfen die Rennwagen den höchsten Punkt der Bodenwelle überfahren, damit sie dort gerade nicht abheben?

b1) formal

$$F_N = 0$$

$$F_G = F_{rad}$$

$$mg = m\frac{v^2}{r}$$

$$\underline{v = \sqrt{gr}}$$

2 P.

b2) numerisch

$$\underline{v} = \sqrt{9{,}81\,\frac{m}{s^2} \cdot 400\,m} = 62{,}6\,\frac{m}{s} = \underline{2{,}3 \cdot 10^2\,\frac{km}{h}}$$

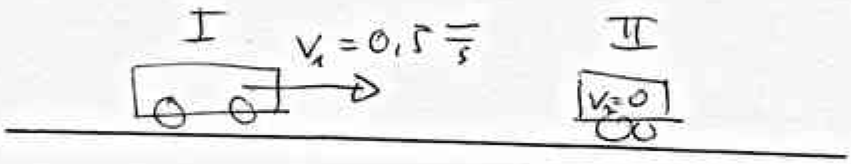
1 P.

Aufgabe 3 (10 Punkte)

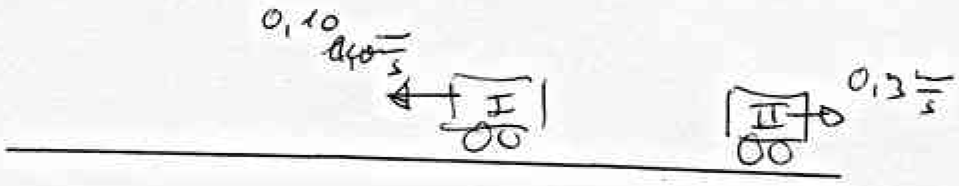
Zwei kleine Rollwagen können sich auf einer horizontalen geraden Schiene reibungsfrei bewegen.
Rollwagen II hat die Masse 3.0 kg und steht still. Von links nähert sich mit 0.50 m/s Rollwagen I, dieser hat die Masse 1.5 kg.
Nach dem Stoss bewegt sich Rollwagen II mit 0.30 m/s nach rechts.

a) Skizzieren Sie die Situation vor und nach dem Stoss. Tragen Sie die gegebenen Grössen in den Skizzen ein.

vor dem Stoss



nach dem Stoss



2 P.

b) Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich Rollwagen I nach dem Stoss?

b1) formal

$$p_I + \underbrace{p_{II}}_{=0} = p_I' + p_{II}'$$

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$v_1' = \frac{m_1 v_1' - m_2 v_2'}{m_1}$$

$$v_1' = v_1 - \frac{m_2}{m_1} v_2'$$

3 P.

b2) numerisch

$$v_1' = 0{,}5\,\frac{m}{s} - \frac{3\,kg}{1{,}5\,kg} \cdot 0{,}3\,\frac{m}{s}$$

$$v_1' = -0{,}10\,\frac{m}{s}$$

v_1' ist negativ, also eine Bewegung nach links.

1 P.

c) Untersuchen Sie numerisch, ob es sich hier um einen elastischen oder einen unelastischen Stoss handelt. Als Tipp geben wir Ihnen das Stichwort „Energie".

c1) numerisch

$$E = E_I + E_{II} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = 0{,}1875\,J$$

$$E' = E_I' + E_{II}' = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 = 0{,}1425\,J$$

$$\Delta E = -0{,}045\,J \neq 0$$

also Verlust an kinetischer Energie, somit unelastisch

Antwort: Der Stoss ist unelastisch. 2 P.

c2) Begründen Sie Ihr Vorgehen mit ein bis zwei Sätzen

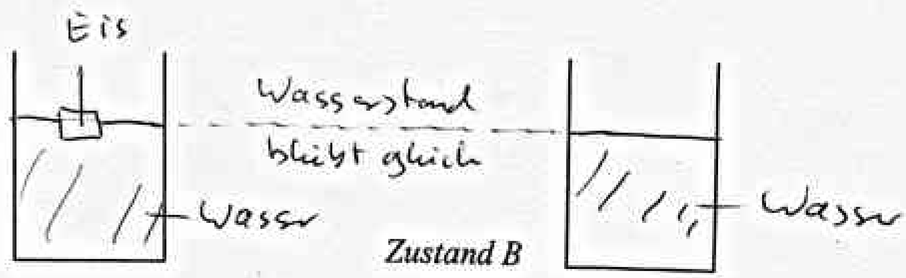
Bei einem elastischen Stoss bleibt die kinetische Energie erhalten. Bei einem unelastischen wird sie teilweise in Verformungsarbeit umgesetzt.

2 P.

Aufgabe 4 (8 Punkte)

Ein Glas enthält 0.40 Liter Wasser von 0 °C und ein Eisstück der Masse 20 g von 0 °C, das im Wasser schwimmt („Zustand A").
Nun führen wir solange Wärme zu, bis das Eisstück geschmolzen ist („Zustand B").

a) Ergänzen Sie die unten gezeichneten Skizzen



Zustand A *Zustand B* 1 P.

b) Wie gross ist die Wärmemenge, die nötig ist, um wie oben beschrieben vom Zustand A in den Zustand B zu gelangen?

b1) formal

$$\Delta Q = L_f \cdot m$$

b2) numerisch 1 P.

$$\underline{\Delta Q} = 3{,}338 \cdot 10^5 \frac{J}{kg} \cdot 0{,}02\,kg = \underline{6{,}7\,kJ}$$

1 P.

c) Wie hoch liegt die Wasseroberfläche im Zustand B verglichen mit der Wasseroberfläche im Zustand A – höher, gleich hoch oder tiefer? Begründen Sie Ihre Antwort ausführlich mit zwei bis drei aussagekräftigen Sätzen in korrektem Deutsch und eventuell einer Formel.

Der Wasserstand ist vor und nach dem Schmelzen gleich hoch.

Das Eis schwimmt aufgrund des Auftriebs, der dem Gewicht des verdrängten Wassers entspricht (Archimedes)

$$F_A = F_G$$
$$m_W \cdot g = m_E \cdot g$$
$$\rho_W \cdot V_u = \rho_E \cdot V_E$$
$$V_u = \frac{\rho_E}{\rho_W} V_E$$

V_E : Volumen Eis
V_u : " " unter Wasser

Masse vom Eiswürfel $m_E = \rho_E \cdot V_E$ bleibt beim Schmelzen gleich, das ~~...~~ Volumen ändert sich

$$V_{E,\text{geschmolzen}} = \frac{m_E}{\rho_W} = \frac{\rho_E}{\rho_W} \cdot V_E = V_u \ (\text{s.o.})$$

Also passt das geschmolzene Eiswasser genau in das Volumen, das zuvor den Auftrieb verursacht hat. 5 P.

Aufgabe 5 (6 Punkte)

Vor Beginn seiner Ferienreise kontrolliert Herr Keller an der Tankstelle den Druck der Luft in den Reifen seines Autos. Er stellt fest, dass dieser Druck 3.2 bar beträgt, die Luft und die Reifen haben dabei die Temperatur 5 °C.

Nach einer längeren Autobahnfahrt mit hoher Geschwindigkeit hält er an um nachzutanken. Die Temperatur der Reifen und der Luft in ihnen ist auf 40 °C angestiegen. Durch diese Erwärmung haben sich die Reifen etwas ausgedehnt: ihr Innenvolumen hat von 38 Liter auf 39 Liter zugenommen. Bei diesem Halt überprüft Herr Keller zur Sicherheit den Reifendruck – wie gross ist dieser jetzt?

a) formal

$$\frac{pV}{T} = \text{konst}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\underline{p_2 = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot p_1}$$

3 P.

b) numerisch

$$\underline{p_2} = \frac{38\,dm^3}{39\,dm^3} \cdot \frac{313{,}15\,K}{278{,}15\,K} \cdot 3{,}2\,bar$$

$$\underline{= 3{,}5\,bar}$$

Ich verwende 2 Stellen als Genauigkeit, da ich davon ausgehe, dass die einstellige Genauigkeit der 5°C ein Versehen sind. Ansonsten wären es 4 bar

3 P.

Aufgabe 6 (10 Punkte)

Herr Müller kauft eine ganz billige Lichterkette. In ihr sind zehn gleiche Lämpchen in Serie geschaltet. Wenn er die Kette an 230 V anschliesst, wird eine Leistung von total 30 W produziert.

a) Wie gross ist die Spannung an einem Lämpchen?

a1) formal

$$U_G = U_1 + U_2 + \dots U_{10} = 10 \cdot U_i$$

$$\underline{U_i = \frac{1}{10} U_G}$$

1 P.

a2) numerisch

$$\underline{U_i = 23{,}0\,V}$$

1 P.

b) Wie gross ist der Strom, der durch ein Lämpchen fliesst?

b1) formal

$$P_G = P_1 + P_2 + \dots P_{10} = 10 \cdot P_i$$

$$P_i = \frac{1}{10} P_G = U_i \cdot I_i$$

$$\underline{I_i} = \frac{P_i}{U_i} = \underline{\frac{P_G}{U_G} = I_G} \; (0{,}13\,A)$$

1 P.

b2) numerisch

$$\underline{I_i} = \frac{30\,W}{230\,V} = \underline{0{,}13\,A}$$

1 P.

c) Wie gross ist der Widerstand eines Lämpchens?

c1) formal

$$P_G = \frac{U_G^2}{R_G}$$

$$R_G = \frac{U_G^2}{P_G} = 10\,R_i$$

$$\underline{R_i = \frac{U_G^2}{10\,P_G}}$$

1 P.

c2) numerisch

$$\underline{R_i} = \frac{(230\,V)^2}{10 \cdot 30\,W} = 176{,}3\,\Omega = \underline{0{,}18\,k\Omega}$$

1 P.

d) Nach kurzem Gebrauch brennt die Kette nicht mehr, weil ein Lämpchen durchgebrannt ist. Herr Müller möchte die Kette weiter benutzen. Da kein Ersatzlämpchen vorhanden ist, setzt er an seiner Stelle (verbotenerweise!) ein Stück Draht ein. Dieses Drahtstück hat einen vernachlässigbar kleinen Widerstand.
Wie gross ist jetzt die Leistung, die in der gesamten Kette produziert wird?

d1) formal

$$R_G' = 9 \cdot R_i$$

$$\underline{P_G' = \frac{U_G^2}{9R_i}} = \frac{10}{9}\,\frac{U_G^2}{10R_i} = \underline{\frac{10}{9}\cdot P_G}$$

2 P.

d2) numerisch

$$\underline{P_G'} = \frac{10}{9}\cdot 30\,W = 33{,}3\,W = \underline{33\,W}$$

2 Stellen von 30 W

2 P.

Aufgabe 7 (5 Punkte)

Worin unterscheiden sich das klassische Atommodell und das Bohrsche Atommodell?
Beantworten Sie diese Frage mit zwei bis drei aussagekräftigen Sätzen in korrektem Deutsch.

klassisch (Demokrit): Atome (atomos) kleinste, unteilbare Einheiten

klassisch (Rutherford): Masse und positive Ladung im Kern konzentriert, negative Ladung praktisch masselos und verteilt zwischen den Kernen.

Bohr: Kern wie Rutherford, negative Ladung (Elektronen) auf bestimmten, diskreten "Schalen" (Energieniveaus) ~~[illegible]~~ um den Kern herum.

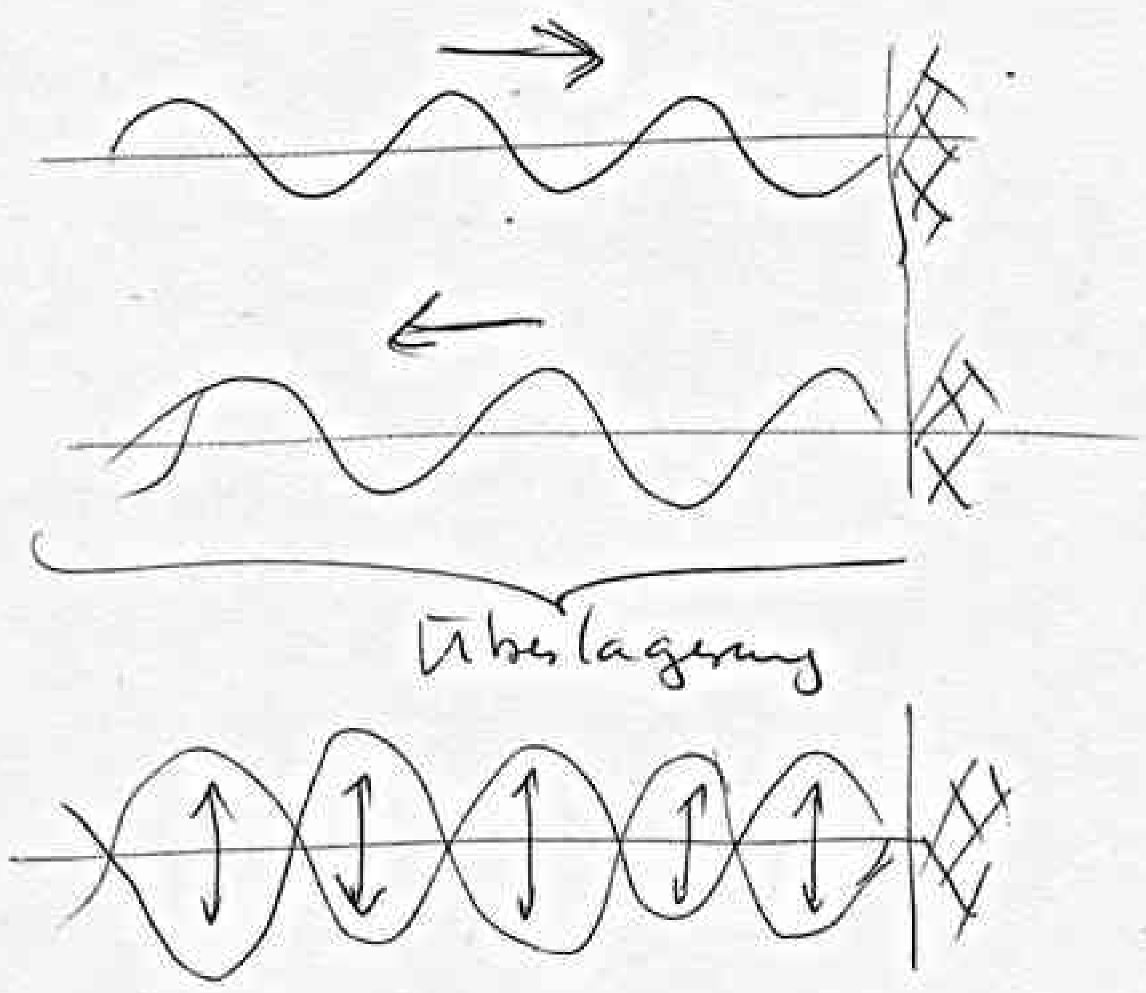
5 P.

Aufgabe 8 (5 Punkte)

Wie entsteht eine „stehende Welle"?
Erklären Sie die Grundbedingungen für die Existenz stehender Wellen mit zwei bis drei Sätzen und eventuell Skizzen.

Eine stehende Welle erhält man bei der Überlagerung zweier Wellen gleicher Frequenz, gleicher Amplitude und gegenläufiger Ausbreitungsrichtung

Beispielhaft bei einer Überlagerung einer Welle mit sich selbst bei einer Reflektion.



5 P.