

Gymnasium Juventus

Schriftliche Zwischenprüfung

Fach: GF Physik

Zugelassene Hilfsmittel: Regelwerke der DMK/DPK, resp. DMK/DPK/DCK
Gemäss Weisungen der SMK, Stand 1. Juli 2011

Taschenrechner: Eines der zwei Modelle wie folgt:

- Casio FX-82 Solar
- Texas Instruments TI 30 eco RS

Dauer: 60 min

Hinweise:

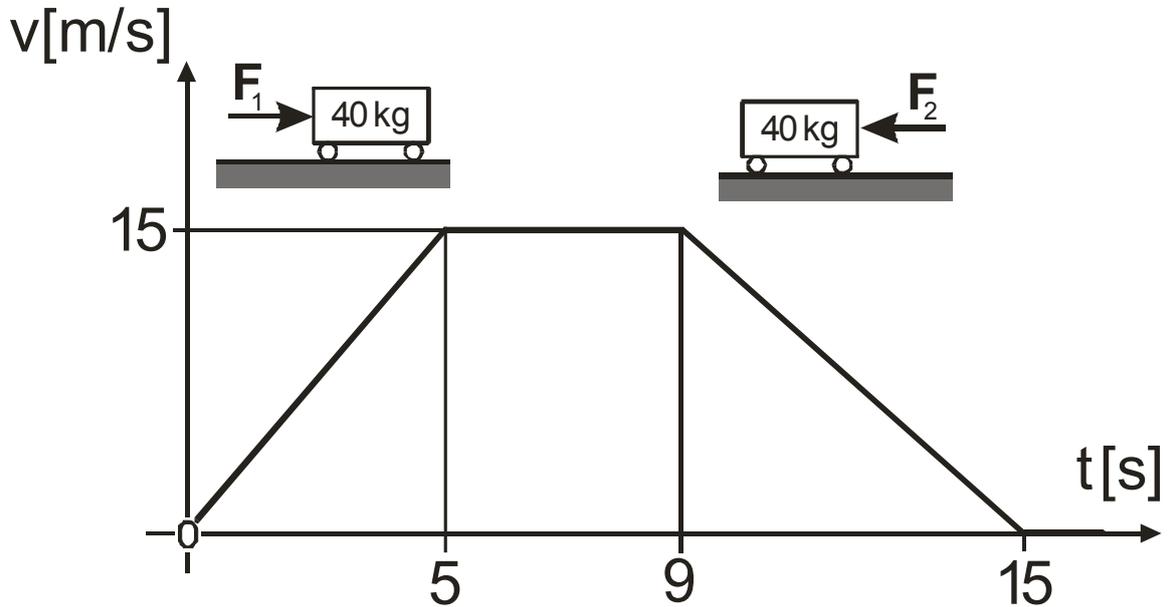
- Ergebnisse ohne Lösungsweg werden nicht bewertet
- Unleserliches wird nicht bewertet
- Ergebnisse sollen deutlich gekennzeichnet (doppelt unterstrichen) werden
- Ergebnisse sollen in einer **sinnvollen Genauigkeit** (signifikanten Ziffern) angegeben werden.
- Für die Lösungen soll der auf den Aufgabenblättern vorgesehene Platz verwendet werden. Eine Zusatzseite befindet sich am Schluss der Aufgabenblätter. Der Gebrauch zusätzlicher Blätter ist nur mit der Zustimmung der Aufsichtsperson zulässig.
- Der Gebrauch roter Farbstifte ist zu vermeiden

max. 66 P*

* Für die Note 6 muss nicht die maximale Punktzahl erreicht werden.

Aufgabe 1: (6 Punkte)

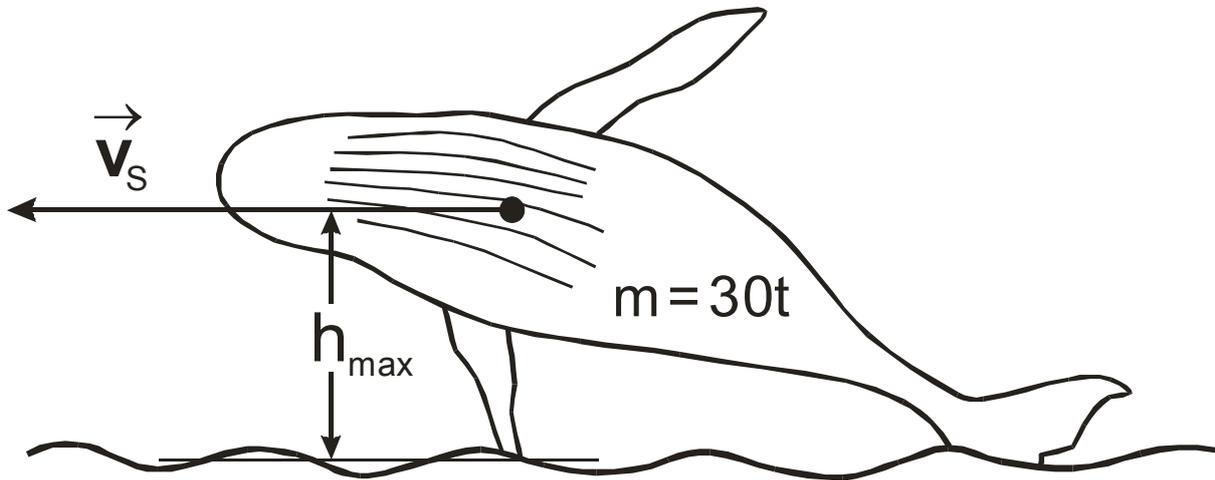
Eine konstante Kraft F_1 wirkt während 5.0s auf einen anfänglich ruhenden, frei beweglichen, 40 kg schweren Körper. Dabei erreicht der Körper eine Geschwindigkeit von 15m/s. nach weiteren 4.0s wirkt während 6.0s eine konstante Kraft F_2 auf den Körper. Dabei wird der Körper bis zum Stillstand abgebremst.



- a) Welche Gesamtstrecke hat der Körper zurückgelegt in der Zeit beginnend mit der Einwirkung von F_1 bis zum Stillstand nach dem Abbremsen durch F_2 ?
- b) Wie stark wird der Körper von F_1 beschleunigt ($a_1 = ?$) und wie stark wird er durch F_2 abgebremst ($a_2 = ?$)?

Aufgabe 2: (10 Punkte)

Ein Meeresbiologe möchte herausfinden, wie schnell Buckelwale schwimmen können. Dazu untersucht er ein Video in welchem ein rund 30t schwerer männlicher Buckelwal einen ungefähr 2.4 m hohen Sprung macht ($h_{\max} = 2.4 \text{ m}$). Er stellt fest, dass sich der Wal im höchsten Punkt des Sprungs mit rund 8.8 m/s (in horizontaler Richtung) bewegt. ($v_s = 8.8 \text{ m/s}$).



Daraus schliesst der Meeresbiologe, dass Buckelwale mit Geschwindigkeiten von bis zu 8.8 m/s ($\approx 32 \text{ km/h}$) durchs Wasser schwimmen können. Die Assistentin des Meeresbiologen hat in der Schule im Fach Physik gut aufgepasst. Sie findet, dass der Wal im Wasser mit einer höheren Geschwindigkeit schwamm. Sie schlägt auch eine Methode vor, um aufgrund der vorliegenden Messdaten eine „realistischere“ Schätzung zu erhalten.

- a) Erkläre in max. zwei kurzen Sätzen wie die Assistentin die gesuchte Geschwindigkeit (im Wasser) genauer ausrechnen möchte.

- b) Erkläre in max. zwei kurzen Sätzen, wie man bestimmen könnte, wie viel „Energie“ in diesem Sprung steckt, d.h. wie viel Beschleunigungsarbeit der Wal verrichten musste, um den Sprung auszuführen.

- c) Berechne die Geschwindigkeit des Wals im Wasser gemäss deinen Ausführungen im Teil (a) der Aufgabe.

- d) Berechne die „Energie“, die im Sprung steckt, gemäss deinen Ausführungen im Teil (b) der Aufgabe.
- e) Im Wasser gleitet der Wal scheinbar „schwerelos“ dahin. Fabian hat im Kindergarten gehört, dass beim Wal, wenn er strandet, die Lungen kollabieren und er dann erstickt, obwohl er Luft atmet. Erkläre in max. drei kurzen Sätzen, warum der Wal im Wasser mit der Erdanziehung gut zurecht kommt. Insbesondere soll erläutert werden, ob der Wal im Wasser in dem Sinne „schwerelos“ ist, dass er von der Erde überhaupt nicht oder weniger stark angezogen wird.

Aufgabe 3: (14 Punkte)

Dawn sitzt neben ihrem Vater in einer vierstrahligen A380, die zur Startbahn rollt. Gleich wird die 540t schwere Maschine mit 1.0 m/s^2 gleichförmig beschleunigen. Dabei rollt sie auf der Startpiste bis sie eine Geschwindigkeit von 250 km/h erreicht hat, bei welcher sie von der Piste abheben wird.

- 3.1.** Wie lange muss die Maschine beschleunigen, bis sie vom Boden abheben kann?
- a) Algebraisch
- b) Numerisch

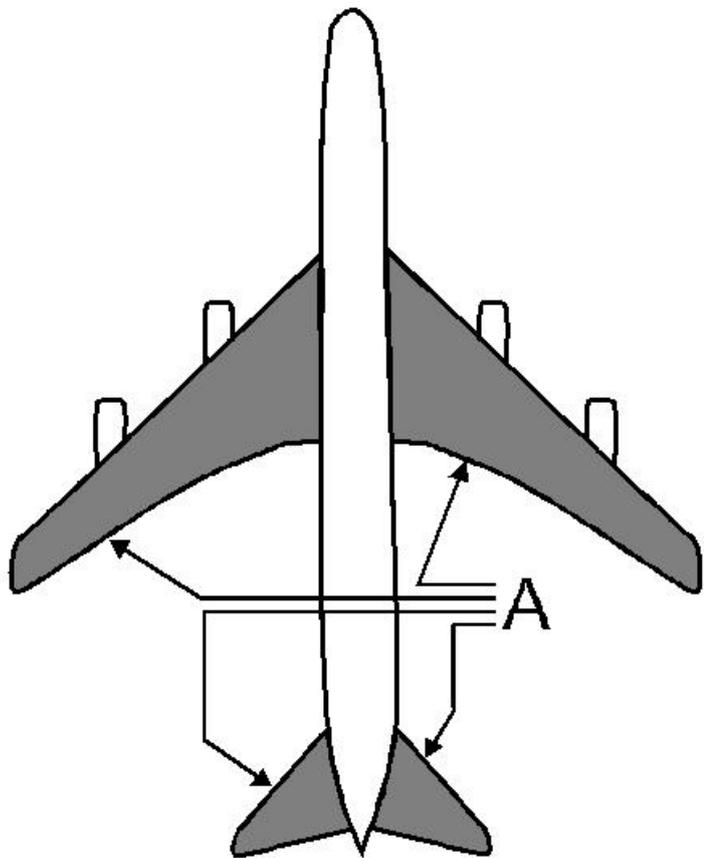
3.2. Wie lang muss die Startpiste mindestens sein, damit die Maschine abheben kann?

a) Algebraisch

b) Numerisch

Herr Wheeler erklärt seiner Tochter Dawn, dass sich über der gewölbten Oberseite der Flügel ein Unterdruck bildet, wenn das Flugzeug durch die Luft gleitet. Dieser Unterdruck sorgt dafür, dass das Flugzeug in der Luft bleibt. Wir wollen annehmen, dass dieser Unterdruck über den Flügeln überall gleich sei. Die Gesamtfläche A der Flügel sei 830 m^2 .

3.3. Wie gross muss der Unterdruck über den Flügeln sein, damit er das Flugzeug in der Luft halten kann?



a) Algebraisch

b) Numerisch

- 3.4.** Welche Schubkraft müssen die vier Triebwerke zusammen auf der Startbahn entwickeln, um die Maschine mit 1 m/s^2 zu beschleunigen? (Roll- und Luftwiderstand werden vernachlässigt).
- a) Algebraisch

 - b) Numerisch
- 3.5.** Kurze Zeit nach dem Start fliegt die A380 auf 11 km Flughöhe. Welche Nutzleistung erbringen die vier Triebwerke, wenn sie mit einer Schubkraft von insgesamt 0.20 MN die Maschine mit einer konstanten Reisegeschwindigkeit von 900 km/h in Fahrt halten?
- a) Algebraisch

 - b) Numerisch
- 3.6.** Die leistungsstarken Triebwerke sind natürlich auch sehr „durstig“. Um den Schub von 0.20 MN zu erbringen, benötigen sie zusammen pro Sekunde 4.0 Liter Kerosin. Ein Liter Kerosin setzt beim Verbrennen 35 MJ Energie in Form von Wärme frei. Wie gross ist der Wirkungsgrad der Triebwerke? (Nur numerisch).

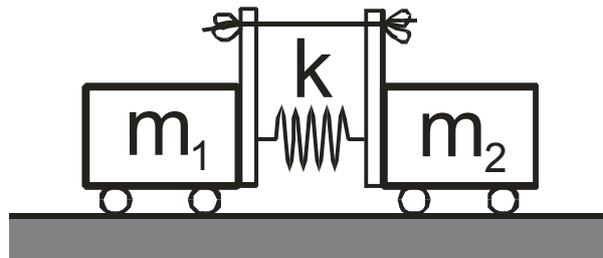
- 3.7. In den Brennkammern der Triebwerke wird durch Verbrennung von Kerosin Wärme erzeugt, die dann in mechanische Energie verwandelt wird. Die Triebwerke sind somit Wärmekraftmaschinen. Nenne eine wichtige Aussage, die Umwandlung von Wärme in mechanische Energie betreffend.

Aufgabe 4: (6 Punkte)

Zwei Körper mit Massen m_1 und m_2 sind mit einem Faden aneinander gebunden. Zwischen den Massen befindet sich eine gestauchte Feder.

Der Faden wird durchtrennt und die gestauchte Feder gibt die gesamte in ihr gespeicherte Energie von 21 J an die Massen ab, indem sie an diesen Beschleunigungsarbeit verrichtet.

Nach dem Durchtrennen des Fadens bewegt sich der Körper links mit $m_1 = 8.0 \text{ kg}$ mit einer Geschwindigkeit v_1' von 1.5 m/s nach links und der zweite Körper mit Masse m_2 bewegt sich mit der Geschwindigkeit v_2' nach rechts. Wie gross sind m_2 und v_2' ?

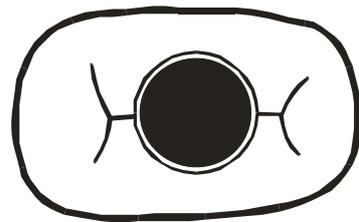


Aufgabe 5: (6 Punkte)

In ein dünnwandiges, oben offenes Gefäß werden 1.3 kg Eis von 0°C geschüttet. Das Gefäß wird mit 1 kWh ($1 \text{ kWh} = 3.6 \text{ MJ}$) beheizt, d.h. dem Inhalt des Gefäßes werden 3.6 MJ Wärme zugeführt. Wie viel Wasser hat es danach noch im Gefäß?

Aufgabe 6: (6 Punkte)

Ein Backenzahn hat eine zylinderförmige Amalgamfüllung mit 3.0 mm Durchmesser. Bei Körpertemperatur passt die Amalgamfüllung genau in das vom Zahnarzt gebohrte Loch. Der Zahn kommt mit kaltem Getränk in Berührung, wodurch er sich um 15°C abkühlt. Wie breit ist dann der ringförmige Spalt zwischen Amalgam und Zahnschmelz?

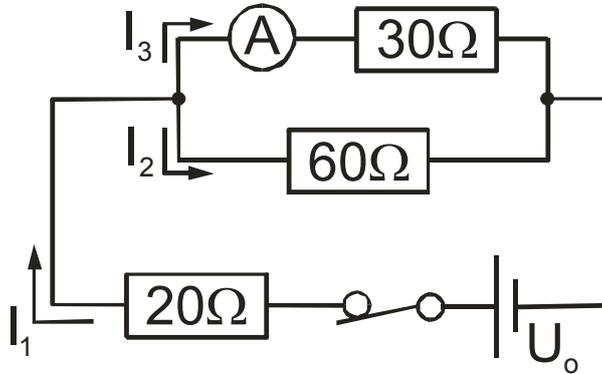


Für die Längeausdehnung von Amalgam und Zahnschmelz gilt folgendes:

$$\alpha_{\text{Amalgam}} \approx 25 \cdot 10^{-6} / \text{K} \quad \text{und} \quad \alpha_{\text{Zahn}} \approx 11 \cdot 10^{-6} / \text{K}.$$

Aufgabe 7: (6 Punkte)

In untenstehender Schaltung mit einer Spannungsquelle mit einer Gleichspannung U_0 und drei Widerständen $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 60\Omega$ und $R_3 = 30\Omega$ misst das Amperemeter eine Stromstärke $I_3 = 0.2\text{A}$.



a) Wie gross sind die Stromstärken I_1 und I_2 ?

b) Wie gross ist die Spannung U_0 ?

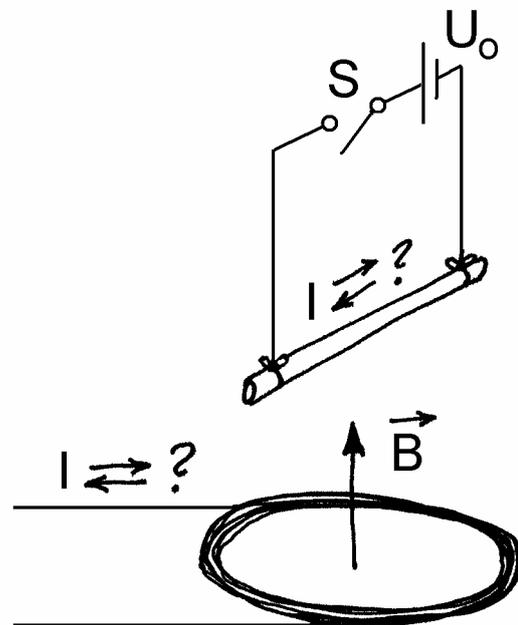
Aufgabe 8: (6 Punkte)

Ich habe zwei gleiche punktförmige elektrische Ladungen im Abstand r . Sie stossen sich gegenseitig mit einer Kraft von 2.4mN ab. Nun nehme ich eine dritte Ladung, die im Betrag gleich gross ist wie die beiden Ladungen zusammen, jedoch von umgekehrtem Vorzeichen. Diese Ladung platziere ich exakt in der Mitte zwischen die beiden ursprünglichen Ladungen. Welche Kraft wirkt dann auf die äusseren Ladungen? In welche Richtung werden sie gezogen, resp. gestossen?

Aufgabe 9: (6 Punkte)

Eine Spule wird von einem Gleichstrom durchflossen. (Siehe dazu nebenstehende Skizze). Dadurch wird ein nach oben gerichtetes Magnetfeld erzeugt.

- a) Wenn man die Spule von oben betrachtet, d.h. wenn das Magnetfeld auf den Betrachter zeigt, fließt dann der Gleichstrom im Uhrzeigersinn oder im Gegenuhrzeigersinn durch die Spule?



Über der stromdurchflossenen Spule hängt ein Metallstab an zwei dünnen Drähten. Wenn man den Schalter S schließt wird ein Stromkreis mit einer Gleichspannungsquelle (U_0) geschlossen und durch den Metallstab fließt ein starker Gleichstrom.

- b) Erkläre in max. drei kurzen Sätzen, was man unmittelbar nach dem Schließen von S beobachtet. (Es werden keine weiteren Gerätschaften verwendet!). Illustriere deine Überlegungen durch sinnvolle Ergänzungen zu obiger Skizze.

Zusatzblatt:

Bitte Aufgabennummer notieren!

Musterlösungen

$$1.a) \quad s = \left[\frac{0+15}{2} \cdot 5 + 15 \cdot (9-5) + \frac{15+0}{2} \cdot (15-9) \right] \text{m}$$

$$= \underline{\underline{0.14 \text{ km}}}$$

$$b) \quad a_1 = \frac{15-0}{5} \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{3 \text{ m/s}^2}}$$

$$a^2 = \frac{0-15}{15-9} \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{-2.5 \text{ m/s}^2}}$$

2.a) Man könnte mit dem Energiesatz arbeiten.
Die Bewegungsenergie beim Auftauchen, resp. Schwimmen im Wasser wäre gleich gross wie die Summe von Lage- und Bewegungsenergie im Scheitelpunkt der „Wurfparabel“.

b) Als Summe von Lage und Bewegungsenergie im höchsten Punkt.

$$c) \quad \frac{1}{2} m v_0^2 = m \left(gh_{\max} + \frac{v_s^2}{2} \right) \rightarrow$$

$$v_0 = \sqrt{2gh_{\max} + v_s^2} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2.4 + 8.8^2} \text{ m/s}$$

$$= \underline{\underline{11 \text{ m/s}}}$$

$$d) \quad E_{\text{tot}} = m \left(gh_{\max} + \frac{v_s^2}{2} \right) = 30'000 \left(10 \cdot 2.4 + \frac{1}{2} \cdot 8.8^2 \right) \text{ J} = \underline{\underline{1.9 \text{ MJ}}}$$

e) Der Wal wird im Wasser genau so stark von der Erde angezogen wie am Strand. Im Wasser sind Gewichtskraft und Auftriebskraft jedoch im Gleichgewicht.

$$3.1.a) \quad \alpha = \frac{v_E - v_0}{\Delta t} = \frac{v_E}{\Delta t} \rightarrow \underline{\underline{\Delta t = v_E / \alpha}}$$

$$b) \quad \Delta t = [(250/3.6)/1]s = \underline{\underline{69s}}$$

$$3.2.a) \quad s = \bar{v} \cdot \Delta t = \frac{v_0 + v_E}{2} \cdot \Delta t = \frac{v_E}{2} \cdot \Delta t = \underline{\underline{\frac{v_E^2}{2\alpha}}}$$

$$b) \quad s = \frac{(250/3.6)^2}{2 \cdot 1} m = \underline{\underline{2.4 km}}$$

$$3.3.a) \quad p = \frac{F_G}{A} = \underline{\underline{\frac{mg}{A}}}$$

$$b) \quad p = \frac{540'000 \cdot 10}{830} Pa = \underline{\underline{6.5 kPa}}$$

$$3.4.a) \quad \underline{\underline{F = m \cdot a}}$$

$$b) \quad F = 540'000 \cdot 1 N = \underline{\underline{0.54 MN}}$$

$$3.5.a) \quad P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \underline{\underline{\frac{F \cdot \Delta s}{\Delta t}}}$$

$$b) \quad P = \frac{0.2 \cdot 10^6 \cdot 900'000}{3600} W = \underline{\underline{50 MW}}$$

Anmerkung: Die Angabe der Flughöhe ist „überflüssig“.

$$3.6.) \quad P_{zu} = (4 \cdot 35 \cdot 10^6 / 1) W = 140 MW$$

$$\eta = \frac{P}{P_{zu}} = \frac{50 MW}{140 MW} = \underline{\underline{0.36}} \rightarrow \underline{\underline{36\%}}$$

3.7.) Es gilt der Zweite Hauptsatz der Wärmelehre.
Dieser besagt, dass Wärme nicht vollständig in mechanische Energie verwandelt werden kann. In der Praxis gelingt es kaum mehr als einen Drittel der Wärme in mechanische Energie zu verwandeln.

$$4.) m_2 v_2' = -m_1 v_1' = -8 \cdot 1.5 \text{ N}\cdot\text{s} = -12 \text{ N}\cdot\text{s}$$

$$\frac{1}{2} m_2 (v_2')^2 = 21 \text{ J} - \frac{1}{2} m_1 (v_1')^2 = [21 - \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 1.5^2] \text{ J}$$

$$= 12 \text{ J} \rightarrow v_2' = 2 \cdot 12 \text{ J} / (m \cdot v_2') = -(24/12) \text{ m/s}$$

$$\rightarrow v_2' = \underline{\underline{-2.0 \text{ m/s}}} \text{ und } m_2 = -12 \text{ N}\cdot\text{s} / v_2' =$$

$$-12 \text{ N}\cdot\text{s} / (-2 \text{ m/s}) = \underline{\underline{6.0 \text{ kg}}}$$

$$5.) 3.6 \text{ MJ} = m \cdot [L_f + c \cdot 100 \text{ K}] + m_D \cdot L_v \rightarrow$$

$$m_D = \frac{3.6 \text{ MJ} - m [L_f + c \cdot 100 \text{ K}]}{L_v} =$$

$$\frac{3.6 \cdot 10^6 - 1.3 [333'800 + 4182 \cdot 100]}{2'256'000} \text{ kg} = 1.162 \text{ kg}$$

$$\rightarrow 1.3 \text{ kg} - 1.162 \text{ kg} = 0.14 \text{ kg} \rightarrow \underline{\underline{0.14 \text{ kg Wasser}}}$$

$$6.) \Delta r = r_0 (\alpha_{\text{Amalgam}} - \alpha_{\text{Zahn}}) \cdot \Delta T = 1.5 \text{ mm} \cdot$$

$$(25 - 11) \cdot 10^{-6} \cdot 15 = \underline{\underline{0.32 \mu\text{m}}} = 3.2 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$$

$$7.a) U_3 = 30\Omega \cdot I_3 = 30 \cdot 0.2A = 6V = 60\Omega \cdot I_2$$

$$\rightarrow I_2 = \frac{6V}{60\Omega} = \underline{\underline{0.1A}}, I_1 = I_2 + I_3 = \underline{\underline{0.3A}}$$

$$b) U_0 = U_3 + 20\Omega \cdot I_1 = 6V + 20\Omega \cdot 0.3A = \underline{\underline{12V}}$$

8.)

$$|\vec{F}_1| = 2.4 \text{ mN}$$

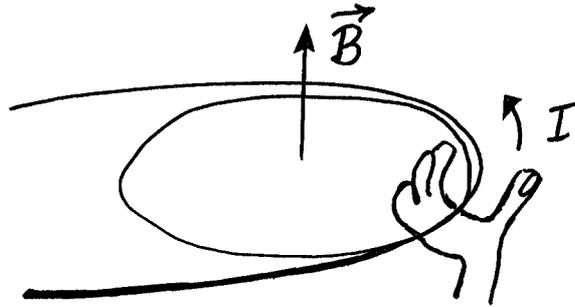
$$|\vec{F}_2| = 8|\vec{F}_1|$$

$$|\vec{F}_{\text{res}}| = |\vec{F}_2| - |\vec{F}_1| = 8|\vec{F}_1| - |\vec{F}_1| = 7|\vec{F}_1|$$

$$\rightarrow 7 \cdot 2.4 \text{ mN} = 17 \text{ mN}$$

→ Die äusseren Ladungen werden je mit einer Kraft von 17 mN zur Mitte hin gezogen.

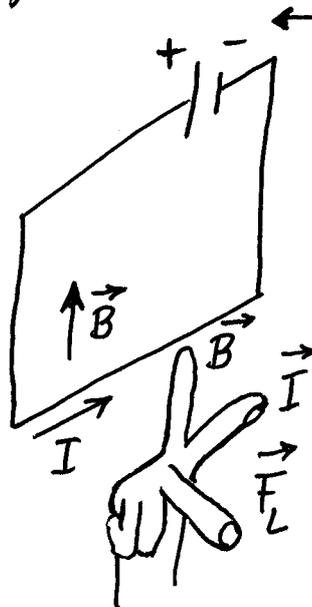
9a)



Rechte Hand

Der Strom fließt (von oben betrachtet) im Gegenuhreigersinn durch die Spule. Dies ergibt sich aus der Rechte-Hand-Regel.

b.)



Strom fließt (im Draht) von + zu -.

Der Draht (resp. die bewegten Ladungen im Draht) wird vom Magnetfeld nach vorne rechts gedrückt. (Stromschanke)