

Gymnasium Juventus

Schriftliche Zwischenprüfung

2014

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

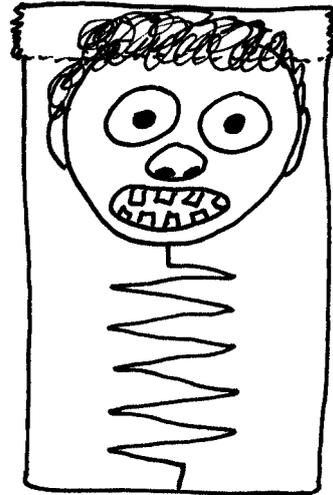
max. 50 P*

Falls nicht anders erwähnt soll stets gelten $g = 10 \text{ m/s}^2$.

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

Aufgabe 1: (8 Punkte)

Ein „Jack in the Box“ besteht aus einer Büchse in der sich ein an einer Spiralfeder befestigter „gruseliger“ Holzkopf befindet. Die Feder soll als massenlos betrachtet werden. Wenn der „Jack“ in der Büchse eingeschlossen ist, drückt der 80 g schwere Holzkopf mit einer Kraft von 2.8 N gegen den Deckel und die Feder ist bezüglich ihres entspannten Zustands um 12 cm zusammengestaucht.



- a) Berechne eine Grösse, welche die Spiralfeder kennzeichnet. (Bezeichnung der Grösse und Messwert mit korrekter Einheit).

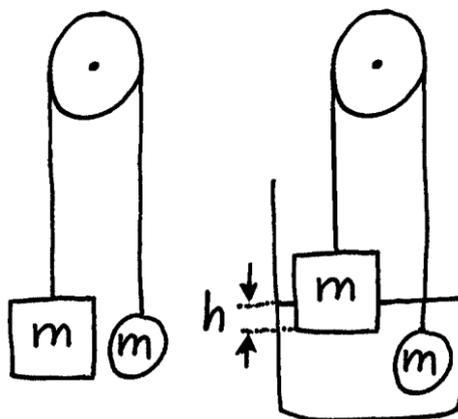
- b) Wie viel Energie ist in der gestauchten Feder gespeichert, wenn die Büchse verschlossen ist?

- c) Mit welcher Anfangsbeschleunigung schiesst der Kopf beim Öffnen der Büchse nach oben? Die Erdanziehung soll berücksichtigt werden!

- d) Wie schnell bewegt sich der Kopf, wenn sich die Feder vollständig entspannt ist, d.h. wenn sie die in ihr gespeicherte Energie vollständig auf den Kopf übertragen hat? Der Luftwiderstand soll vernachlässigt werden, aber die Erdanziehung ist zu berücksichtigen.

Aufgabe 2: (6 Punkte)

Eine Atwoodsche Fallmaschine ist im Gleichgewicht mit einem Holzwürfel der Kantenlänge 6 cm an einem Ende des Fadens hängend und einer gleich schweren Aluminiumkugel am anderen Ende des Fadens. Die Dichte von Aluminium sei 2.7 g/cm^3 und die Dichte des Holzes sei vier Mal kleiner als diejenige des Aluminiums. Die Atwoodsche Maschine wird teilweise in einen zur Hälfte mit Wasser gefüllten Glasbecher getaucht. Dabei taucht die Alukugel am Faden hängend völlig ins Wasser und der Holzwürfel schwimmt auf dem Wasser. Siehe dazu die Skizze rechts!



- a) Wie gross ist die Auftriebskraft auf die Alukugel, wenn sie völlig ins Wasser eingetaucht ist und welche Auftriebskraft wirkt auf den auf dem Wasser schwimmenden Holzwürfel?

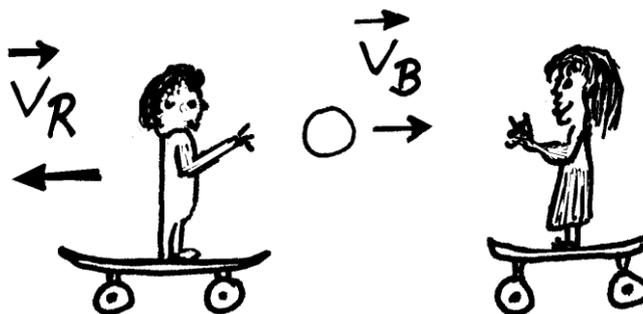
- b) Bis zu welcher Tiefe h taucht die Unterseite des Holzwürfels ins Wasser?

Aufgabe 3: (6 Punkte)

Romeo und Julia stehen auf je einem idealen (reibungsfreien) Rollbrett. Für die Massen der beiden samt Rollbrett gilt folgendes:

$$\text{Romeo: } m_R = 45 \text{ kg}$$

$$\text{Julia: } m_J = 40 \text{ kg}$$



Romeo hält einen 5 kg schweren Medizinball, den er mit einer Abwurfgeschwindigkeit v_B zu Julia hinüber wirft, die ihn auffängt. Nach dem Abwurf bewegt sich Romeo samt Rollbrett mit einer Geschwindigkeit $v_R = 0.6 \text{ m/s}$ von Julia weg.

Nachdem Julia den Ball aufgefangen hat, bewegt sie sich samt Ball und Rollbrett mit einer Geschwindigkeit v_J von Romeo weg. Erdanziehung und Luftwiderstand sollen vernachlässigt werden, d.h. wir nehmen an, dass der Ball sich mit konstanter horizontaler Geschwindigkeit von Romeo zu Julia bewegt.

a) Mit welcher Geschwindigkeit v_B flog der Ball durch die Luft?

b) Mit welcher Geschwindigkeit v_J rollt Julia weg, nachdem sie den Ball aufgefangen hat?

Aufgabe 4: (6 Punkte)

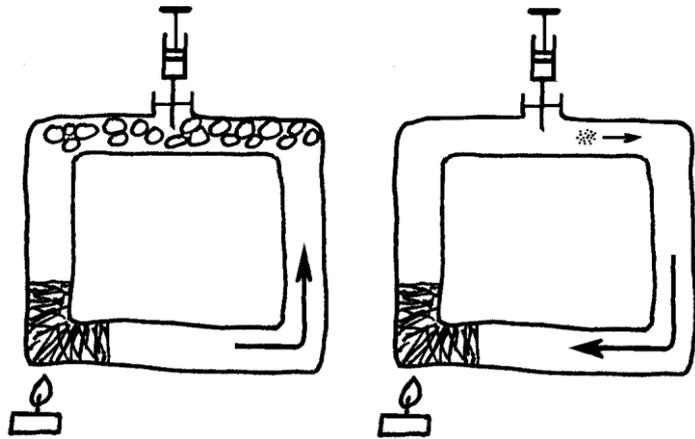
Serdar spaziert an einem Abend bei Mondschein gemütlich mit seiner Frau am Ufer des Zürisees entlang. Plötzlich beginnt Serdar zu lamentieren: „Verdammt, ich habe seit letzter Woche schon wieder zugenommen. Wenn es so weiter geht, darf ich nicht mehr Esers herrlich duftende Döner verspeisen und muss mich stattdessen mit den erheblich weniger leckeren aber kalorienärmeren Vegi-Pizzen von Giovanni begnügen“. Erstaunt fragt Serdars Frau woher er denn wisse, dass er zugenommen habe. Da sagt Serdar „ich kann deutlich spüren, dass der $7 \cdot 10^{22}$ kg schwere, rund $4 \cdot 10^8$ m entfernte Mond mich mit einer Kraft anzieht, die um $30 \mu\text{N}$ stärker ist als letzte Woche“. Serdars Frau fragt, ob er denn wisse wie viel er zugenommen hat.

a) Serdar sagt „ich kann es ausrechnen mit folgender Formel von Newton“:
(Bezeichnung der Formel und Formel, jedoch ohne Erläuterung der in ihr enthaltenen physikalischen Symbole)

b) Berechne Serdars zusätzliches Gewicht in Kilogramm.

Aufgabe 5: (6 Punkte)

Dawn Cosby zeigt mir stolz ihr neues Experiment. Sie hat ein quadratisches geschlossenes Glasrohr aufgestellt. Im Rohr befindet sich ein halber Liter Wasser in dem 40 g Eis schwimmen. Oben hat es eine Öffnung durch welche das Wasser und das Eis eingefüllt wurden. Eine Ecke des Glasrohrs ist mit einem Drahtgeflecht umhüllt. Dort positioniert Dawn eine brennende Rechaudkerze.



Nachdem die brennende Kerze hingestellt wurde, erkennt man, dass das Wasser im Rohr im Gegenuhrzeigersinn zirkuliert. Diese Zirkulation wird sichtbar gemacht durch Tropfen von Lebensmittelfarbe, die durch eine Kanüle ins Wasser gelangen. Nach 4 min Erwärmung ist alles Eis geschmolzen und die Zirkulation wird langsamer und einige Zeit später ändert sie den Umlaufsinn von Gegenuhr- zu Uhrzeigersinn.

- a) Ich bin erstaunt, dass das Wasser durch die feste Glaswand hindurch von der brennenden Kerze in Bewegung versetzt werden kann und ich wundere mich, dass die Zirkulation den Drehsinn geändert hat. Dawn erklärt es mir wie folgt: (Max. vier kurze Sätze!)
- b) Dawn hat mir erklärt, dass das Glasrohr zerspringt, wenn man es nicht dort erwärmt, wo es mit einem Drahtgeflecht umhüllt ist. Erkläre! (Max. drei kurze Sätze!)

- c) Schätze die Heizleistung mit welcher die brennende Kerze das Wasser erwärmt.
- d) Schätze aufgrund der berechneten Heizleistung wie lange nachdem alles Eis geschmolzen ist, der Umlaufsinn der Zirkulation ändert. Falls es nicht gelungen ist, die Heizleistung zu berechnen, verwende den Wert $P_{\text{Heiz}} = 60 \text{ W}$.

Aufgabe 6: (6 Punkte)

Ein Amerikaner in Paris hat einen Toaster und einen Haartrockner im Reisegepäck. Die Typenschilder der Geräte wie folgt: Toaster: 110V/175W und Haartrockner: 110V/250W zeigen, dass die Geräte für eine Netzspannung von 110V vorgesehen sind. Die Netzspannung in Paris ist jedoch 230V. Der Amerikaner hat jedoch ein „Swiss Army Knife“ mit zahlreichen Werkzeugen im Gepäck und er weiss sich damit zu helfen. Er schliesst die beiden Geräte in Serie ans 230V Netz um sie, in Serie geschaltet, gleichzeitig zu betreiben.

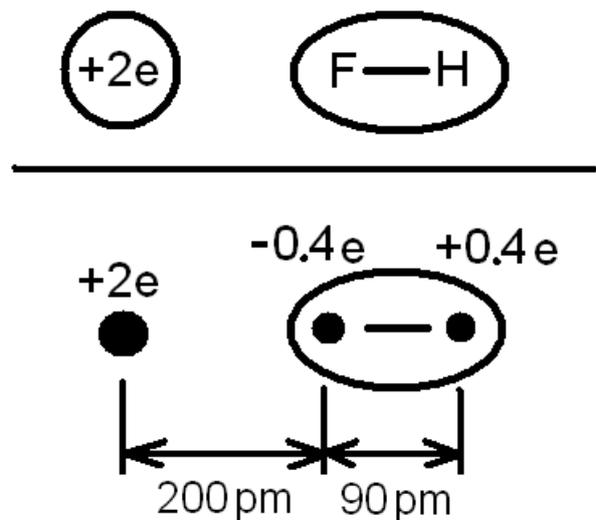
a) Wie viel Strom fliesst durch die Serienschaltung? ($I = ?$)

b) Berechne die von den Geräten aufgenommene elektrische Leistung.

- c) Welches der beiden Geräte könnte in der Serienschaltung am ehesten beschädigt oder zerstört werden? Begründe!

Aufgabe 7: (6 Punkte)

Ein HF-Molekül (Wasserstofffluorid, Flusssäure) befindet sich neben einem Kation mit zwei Elementarladungen, $+2e$. Für die Anordnung soll ein Modell verwendet werden bestehend aus einer positiven punktförmigen Ladung und einem elektrischen Dipol bestehend aus zwei punktförmigen Ladungen $\pm 0.4e$ mit entgegengesetzten Vorzeichen und gleichem Betrag. Die Ladungen sind linear aufgereiht mit der negativen Ladung des Dipols im Abstand von $200 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ vom Kation und die Ladungen des Dipols im Abstand von $90 \cdot 10^{-12} \text{ m}$.



- a) Übt das Kation auf den Dipol eine Kraft aus, obwohl dieser als Ganzes ungeladen ist? Begründe! (Max. drei kurze Sätze!)
- b) Welche Kräfte übt das Kation auf die beiden Ladungen des Dipols sowie auf den Dipol als Ganzes aus?
- c) Wie gross ist die elektrische Feldstärke des elektrischen Felds des Kations in den Punkten wo sich die Ladungen des Dipols befinden?

Zusatzblatt:

Bitte Aufgabennummer notieren!

Zusatzblatt:

Bitte Aufgabennummer notieren!

Zusatzblatt:

Bitte Aufgabennummer notieren!

Musterlösungen1a) Federkonstante ← Bezeichnung

$$F = D \cdot x \rightarrow D = \frac{F}{x} = \frac{2.8 \text{ N}}{0.12 \text{ m}} = \underline{\underline{23 \text{ N/m}}}$$

$$b) E_F = \frac{1}{2} D x^2 = \frac{1}{2} \cdot 23.33 \cdot 0.12^2 \text{ J} = \underline{\underline{0.17 \text{ J}}}$$

$$c) F_b = D \cdot x - mg = ma \rightarrow a = \frac{D \cdot x}{m} - g =$$

$$\left[\frac{23.33 \cdot 0.12}{0.08} - 10 \right] \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{25 \text{ m/s}^2}}$$

$$d) \frac{1}{2} m v^2 = E_F - mgx \rightarrow v = \sqrt{2 \left[\frac{E_F}{m} - gx \right]}$$

$$= \sqrt{2 \left[\frac{0.168}{0.08} - 10 \cdot 0.12 \right]} \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{1.3 \text{ m/s}}}$$

//

$$2a) F_A = \rho_w V_w g = \frac{1 \text{ g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{(6 \text{ cm})^3}{4} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = (54 \text{ g}) \cdot 10 \text{ m/s}^2$$

$$= 0.054 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{0.54 \text{ N}}}$$

Weil die Maschine erneut im Gleichgewicht ist, muss die Auftriebskraft für den Holzwürfel gleich gross sein. → 0.54 N

$$b) F_A = \rho_w V_w g = \rho_w s^2 h g \rightarrow h = \frac{F_A}{\rho_w s^2 g} =$$

$$\frac{0.54}{1000 \cdot 0.06^2 \cdot 10} \text{ m} = \underline{\underline{1.5 \text{ cm}}}$$

Andere Lösungswege, basierend auf der Überlegung
 $V_{\text{Kugel}} = 4 V_{\text{Würfel}} \rightarrow V_{\text{Kugel}} = V_w = s^2 \cdot h = V_{\text{Würfel}} / 4$
 sind auch möglich.

3a) Impulserhaltung: $m_B \cdot v_B = m_R \cdot v_R \rightarrow v_B = v_R \cdot \frac{m_R}{m_B}$
 $= 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{45}{5} = \underline{\underline{5.4 \text{ m/s}}}$

b) $(m_J + m_B) \cdot v_J = m_B \cdot v_B \rightarrow v_J = v_B \cdot \frac{m_B}{m_J + m_B} =$
 $5.4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{5}{40+5} = \underline{\underline{0.60 \text{ m/s}}}$

————— //

4a) Gravitationsgesetz (nach Newton) ← Bezeichnung

$$30 \mu\text{N} \rightarrow F = G \frac{m_{\text{Mond}} \cdot \Delta m_S}{r^2} \quad ?$$

b) $\Delta m_S = F \cdot r^2 / (G \cdot m_{\text{Mond}}) = \frac{30 \cdot 10^{-6} \cdot (4 \cdot 10^8)^2}{6.673 \cdot 10^{-11} \cdot 7 \cdot 10^{22}} \text{ kg}$

$\Delta m_S = 1.0 \text{ kg}$

————— //

5a) Die Wärme der Kerze gelangt durch Wärmeleitung durch die Glaswand ins Wasser. Unterhalb von 4°C schrumpft das Wasser beim Erwärmen, d.h. das erwärmte Wasser sinkt zunächst ab. Nachdem sich das Wasser jedoch auf über 4°C erwärmt hat, dehnt es sich beim Erwärmen aus, d.h. das erwärmte Wasser steigt nach oben.

b) Das Drahtgeflecht leitet die Wärme der Kerzenflamme sehr gut. Dadurch wird die Wärme auf eine grössere Fläche verteilt, wodurch lokaler thermischer Stress vermindert wird.

$$c) P_{\text{Heiz}} = \frac{m_{\text{Eis}} \cdot L_f}{t_1} = \frac{0.04 \cdot 333'800}{4 \cdot 60} \text{ W} = \underline{\underline{56 \text{ W}}}$$

$$d) P_{\text{Heiz}} = \frac{(m_w + m_{\text{Eis}}) \cdot c_w \cdot 4 \text{ K}}{t_2} \rightarrow t_2 = \frac{(m_w + m_{\text{Eis}}) \cdot c_w \cdot 4 \text{ K}}{P_{\text{Heiz}}}$$

$$= \frac{(0.5 + 0.04) \cdot 4182 \cdot 4}{55.63} \text{ s} = 162 \text{ s} = \underline{\underline{2.7 \text{ min}}}$$

$$6a) R_{\text{serie}} = R_T + R_H = \frac{(110 \text{ V})^2}{P_T} + \frac{(110 \text{ V})^2}{P_H} =$$

$$110^2 \left(\frac{1}{175} + \frac{1}{250} \right) \Omega = 117.54 \Omega$$

$$I = \frac{230 \text{ V}}{R_{\text{serie}}} = \frac{230}{117.54} \text{ A} = \underline{\underline{2.0 \text{ A}}}$$

$$b) P_T = R_T \cdot I^2 = \frac{(110 \text{ V})^2}{175 \text{ W}} \cdot I^2 = \frac{110^2}{175} \cdot 1.957^2 \text{ W}$$

$$\underline{\underline{P_T = 265 \text{ W}}}$$

$$P_H = R_H \cdot I^2 = \frac{(110 \text{ V})^2}{250 \text{ W}} \cdot I^2 = \frac{110^2}{250} \cdot 1.957^2 \text{ W}$$

$$\underline{\underline{P_H = 185 \text{ W}}}$$

c) Der Toaster ist am meisten gefährdet. Seine „normale“ Leistung ist 175 W. In der Serienschaltung mit 230 V steigt sie auf 265 W.

7a) Die negative Ladung des Dipols liegt näher beim Kation als die positive Ladung. Die Anziehung der negativen Ladung ist deshalb stärker als die Abstoßung der positiven Ladung, wodurch der Dipol als Ganzes zum Kation hin gezogen wird.

$$b) F_- = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2 \cdot 0.4 \cdot e^2}{(200 \text{ pm})^2}$$

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} = \frac{(1.602 \cdot 10^{-19})^2}{4\pi \cdot 8.854 \cdot 10^{-12}} \text{ Vm} \cdot \text{As} = 2.307 \cdot 10^{-28}$$

$$\text{Vm} \cdot \text{As}$$

$$F_- = \frac{2 \cdot 0.4}{(200 \cdot 10^{-12})^2} \cdot 2.307 \cdot 10^{-28} \text{ N} = \underline{\underline{4.6 \text{ nN}}}$$

$$F_+ = \frac{2 \cdot 0.4}{(290 \cdot 10^{-12})^2} \cdot 2.307 \cdot 10^{-28} \text{ N} = \underline{\underline{2.2 \text{ nN}}}$$

$$F_{\text{Dipol}} = F_- - F_+ = (4.61 - 2.19) \text{ nN} = \underline{\underline{2.4 \text{ nN}}}$$

$$c) E_- = F_- / 0.4e = (4.61 / (0.4 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19})) \text{ V/m} = \underline{\underline{72 \text{ GV/m}}}$$

$$E_+ = F_+ / 0.4e = (2.19 / (0.4 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19})) \text{ V/m} = \underline{\underline{34 \text{ GV/m}}}$$

$$8a) P_{\text{Nutz}} = V \cdot H_u \cdot \eta / \Delta t = [8 \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot 0.28 / 3600] \text{ W} = \underline{\underline{19 \text{ kW}}}$$

$$b) P_{\text{Nutz}} = \frac{F \cdot \Delta s}{\Delta t} = F \cdot v \rightarrow F = P_{\text{Nutz}} / v =$$

$$[18'667 / (100 / 3.6)] \text{ N} = \underline{\underline{0.67 \text{ kN}}}$$