Aufgabe 1 (11 Punkte)

Fredy wirft einen Ball mit 12 m/s senkrecht nach oben. Im Folgenden dürfen Sie den Luftwiderstand vernachlässigen.

a) Wie lange dauert es, bis der Ball den höchsten Punkt seiner Flugbahn erreicht?

a1) formal

$$v = v_0 + at$$
$$0 = v_0 + at$$
$$t = -\frac{v_0}{a}$$
$$t = -\frac{v_0}{g} \qquad \Big| \; g = -9{,}81 \tfrac{m}{s^2}$$

2 P.

a2) numerisch

$$t = -\frac{12 \frac{m}{s}}{-9{,}81 \frac{m}{s^2}} = 1{,}2\,s$$

1 P.

b) Welche Strecke legt der Ball bis zum höchsten Punkt zurück?

b1) formal

$$v^2 = 2as + v_0^2$$
$$0 = 2as + v_0^2$$
$$s = -\frac{v_0^2}{2a}$$
$$s = -\frac{v_0^2}{2g}$$

2 P.

b2) numerisch

$$s = -\frac{(12 \frac{m}{s})^2}{-2 \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2}} = 7{,}3\,m$$

1 P.

c) Welche Geschwindigkeit hat der Ball, wenn er sich 5.0 m oberhalb der Abwurfstelle befindet?

c1) formal

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

$$v = \sqrt{2gs + v_0^2}$$

c2) numerisch

2 P.

$$v = \sqrt{-2 \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2} \cdot 5m + (12 \frac{m}{s})^2} = 6{,}8 \frac{m}{s}$$

1 P.

d) Wann befindet sich der Ball 5.0 m oberhalb der Abwurfstelle? (nur numerisch). Beachten Sie, dass dies zweimal der Fall ist!

$$v = at + v_0$$

$$t = \frac{v - v_0}{g}$$

v ist $+6{,}8 \frac{m}{s}$ beim Aufstieg $t_1 = +0{,}53 s$

$-6{,}8 \frac{m}{s}$ " Abstieg $t_2 = +1{,}9 s$

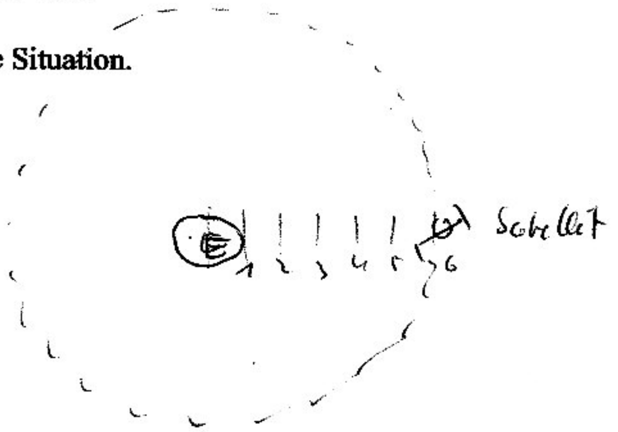
2 P.

Aufgabe 2 (12 Punkte)

Für diese Aufgabe können Sie verwenden, dass der Radius der Erde $R = 6.37 \cdot 10^3$ km und die Masse der Erde $M = 5.97 \cdot 10^{24}$ kg betragen.

Ein Satellit von 600 kg Masse bewegt sich auf einer Kreisbahn um die Erde. Der Radius seiner Bahn ist $4.22 \cdot 10^4$ km.

a) Skizzieren Sie diese Situation.



1 P.

b) Welche Kraft übt die Erde auf den Satelliten aus?

b1) formal

$$F_G = G \cdot \frac{m_S \cdot m_E}{r^2}$$

1 P.

b2) numerisch

$$F_G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2} \cdot \frac{600kg \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} kg}{(4{,}22 \cdot 10^7 m)^2} = 134 N$$

2 P.

b3) Vergleichen Sie die bei Aufgabe b2) errechnete Kraft mit der Gewichtskraft des Satelliten an der Erdoberfläche (nur numerisch). Wie gross ist das Verhältnis der grösseren dieser beiden Kräfte zur kleineren dieser beiden Kräfte?

$$\cancel{\frac{F_G}{mg} = 134N} \qquad \frac{mg}{F_G} = \frac{600kg \cdot 9{,}81 \frac{N}{kg}}{134 N} = 43{,}9$$

$$\left(= \left(\frac{r_{Sat.}}{R_E}\right)^2 \right)$$

1 P.

c) Welche Geschwindigkeit muss der Satellit haben, damit er sich auf dieser Kreisbahn bewegt?

c1) formal

$$F_G = F_Z$$

$$G\frac{m_S m_E}{r^2} = m_S\frac{v^2}{r}$$

$$\underline{v = \sqrt{G\frac{m_E}{r}}}$$

2 P.

c2) numerisch

$$\underline{v} = \sqrt{6{,}67\cdot 10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}\cdot\frac{5{,}97\cdot 10^{24}\,kg}{4{,}22\cdot 10^{7}\,m}} = \underline{3{,}07\,\frac{km}{s}}$$

2 P.

d) Wie lange braucht der Satellit für einen Umlauf (nur numerisch)? Geben Sie das Resultat auch in Stunden an.

$$v^2 = \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 = G\frac{m_E}{r}$$

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{Gm_E} \Rightarrow \underline{T} = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_E}} = 86317\,s$$

$= \text{Konst.}$ $\qquad \underline{= 24\,h}$

2 P.

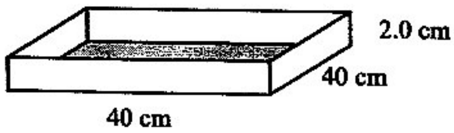
e) Die Bahn dieses Satelliten liegt in der Ebene durch den Äquator der Erde. Was bedeutet das bei d) gefundene Resultat?

Es ist ein Synchronsatellit (geostationär)

1 P.

Aufgabe 3 (10 Punkte)

Ein metallenes Kuchenblech hat einen quadratischen Boden von 40 cm Seitenlänge und 2.0 cm hohe, vertikale Seitenwände.



Wenn wir es vorsichtig mit der Unterseite des Bodens auf eine Wasseroberfläche aufsetzen, schwimmt es. Das Kuchenblech sinkt dabei so weit ein, dass die Unterseite des Bodens 1.2 cm unter der Wasseroberfläche ist.

h

a) Wie gross ist der Wasserdruck, der auf die Unterseite des Bodens einwirkt?

a1) formal

$$p_s = \varrho \cdot g \cdot h$$

1 P.

a2) numerisch

$$p_s = 1\,\frac{kg}{dm^3} \cdot 9{,}81\,\frac{N}{kg} \cdot 0{,}12\,dm = 1{,}177\,\frac{N}{dm^2} = 1{,}2 \cdot 10^2\,Pa$$

2 P.

b) Wie gross ist die vom Wasserdruck stammende Kraft auf den Boden?

b1) formal

$$F = p_s \cdot A = \varrho \cdot g \cdot h \cdot \underset{a}{l} \cdot \underset{a}{b} = \varrho g \underbrace{h \cdot a^2}_{V_{\text{unter Wasser}}}$$

1 P.

b2) numerisch

$$F = 1\,\frac{kg}{dm^3} \cdot 9{,}81\,\frac{N}{kg} \cdot 0{,}12\,dm \cdot (4\,dm)^2 = 19\,N$$

1 P.

c) Wie gross ist das Gewicht des Kuchenblechs (nur numerisch, aber mit verbaler Begründung in einem Satz)?

Der Körper schwimmt, also entspricht sein Gewicht das von ihm verdrängten Wassers.
Es wiegt also ca 19 N.

2 P.

d) Man hört oft die Aussage: „Ein homogener Körper schwimmt, wenn seine Dichte kleiner ist als die der Flüssigkeit". In unserem Fall ist die Dichte des Metalls, aus dem das Kuchenblech geformt ist, sicher *grösser* als die von Wasser, aber das Kuchenblech schwimmt trotzdem. Erklären Sie diesen Sachverhalt mit zwei bis drei aussagekräftigen Sätzen in korrektem Deutsch.

Die Aussage wäre richtig für: "Ein homogener Konvexer Körper.."

Für das Kuchenblech wäre praktisch die Durchschnittsdichte aus Wand (größer als Wasser) und Hohlraum (Luft, Dichte kleiner als Wasser) entscheidend.

3 P.

Aufgabe 4 (5 Punkte)

Es gibt Figürchen aus einer weichen, „klebrigen" Gummimasse. Wenn man sie an die Wand oder an die Decke wirft, haften sie dort. Allerdings fallen sie nach einer gewissen Zeit wieder herunter.

Um wie viel erwärmt sich ein solches Figürchen von 12 g, wenn es aus 3.0 m Höhe auf den Boden fällt und dabei 70 % der entstehenden Wärme aufnimmt? (c_{Gummi} = 2.0 kJ/kg K)

a) formal η

$$\Delta Q = \eta \cdot E_{pot}$$

$$c m \Delta T = \eta \cdot m g h$$

$$\Delta T = \frac{\eta g h}{c}$$

b) numerisch

3 P.

$$\Delta T = \frac{0{,}7 \cdot 9{,}81 \frac{N}{kg} \cdot 3m}{2000 \frac{J}{kgK}} = 0{,}010\,K$$

2 P.

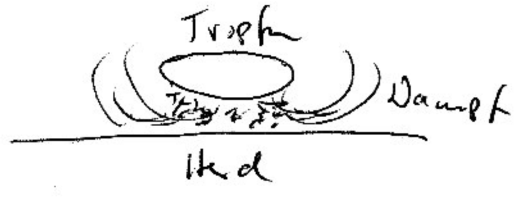
Aufgabe 5 (6 Punkte)

a) Wenn Sie nach einer kalten Winternacht am Morgen zur Bushaltestelle kommen, fällt Ihnen auf, dass sich der metallene Abfallbehälter viel kälter anfühlt als die Holzlatten der Sitzbank. Erklären Sie dieses Phänomen mit zwei bis drei aussagekräftigen Sätzen in korrektem Deutsch.

Beide haben zwar die gleiche Temperatur, aber Metall leitet die Wärme viel besser (schneller) ab, als Holz. Dadurch fühlt es sich kälter an, da der Finger schneller Wärme verliert.

3 P.

b) Gibt man einige Tropfen Wasser auf eine heisse Herdplatte, verdampfen sie nicht sofort. Vielmehr bleiben die Tropfen einige Zeit auf der Herdplatte und können sogar bewegt werden, wenn man sie von der Seite her anbläst. Erklären Sie dieses Phänomen mit zwei bis drei aussagekräftigen Sätzen in korrektem Deutsch.



Der Tropfen schwebt auf einem Dampfkissen (Luftkissenboot) fast reibungsfrei auf der Platte. Dampf leitet Wärme schlecht, so dass der Tropfen lange braucht, bis er vollständig verdampft ist.

3 P.

Aufgabe 6 (11 Punkte)

Herr Müller verwendet in seiner Schreibtischlampe eine Glühbirne mit der Aufschrift „60 W, 230 V".

a) Wie gross ist der Strom, der durch diese Glühbirne fliesst, wenn sie eingeschaltet ist?

a1) formal

$$P = U \cdot I$$

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

1 P.

a2) numerisch

$$I = \frac{60W}{230V} = 0,26\,A$$

1 P.

b) In seinem Keller findet Herr Müller eine alte Glühbirne, die schon seit Jahren dort gelegen haben muss. Auf ihr steht „60 W, 220 V". Nun erinnert er sich, dass vor einiger Zeit die Netzspannung von 220 V auf 230 V U_n angehoben wurde – dies erklärt die Aufschrift auf der alten Glühbirne.

b1) Wie gross ist der Strom, der durch die alte Glühbirne fliesst, wenn sie an 220 V U_a angeschlossen wird (nur numerisch)?

$$R_a = \frac{U_a^2}{P} = 806,7\,\Omega \qquad I_a = \frac{U_n^2}{R_a} = \frac{230V}{806,7\,\Omega} = 0,285\,A = 0,29\,A$$

1 P.

b2) Um wie viel Prozent unterscheidet sich der bei a2) errechnete Strom von dem bei b1) errechneten Strom in der alten Glühbirne (nur numerisch)?

$$\frac{I}{I_a} = \frac{U_n / R_n}{U_n / R_a} = \frac{R_a}{R_n} = \frac{U_a^2 / P}{U_n^2 / P} = \left(\frac{U_a}{U_n}\right)^2 = \left(\frac{220}{230}\right)^2 = 0,91\,\%$$

1 P.

c) Herr Müller fragt sich, wieso die Netzspannung von 220 V auf 230 V erhöht wurde.

c1) Er erinnert sich gelesen zu haben, dass die Antwort „Weil dadurch der Stromverbrauch sinkt" keine brauchbare Begründung sei. Erklären Sie mit ein bis zwei Sätzen, wieso diese Antwort den Nutzen der Erhöhung nicht erklärt.

Strom wird nicht "verbraucht" sondern nur durchgeleitet. "Stromverbrauch" steht für die bezogene elektrische Energie. Energie ist aber Leistung mal Zeit. Bei gleicher Bezugsdauer und gleicher Leistung (z.B. 60W) bleibt die bezogene Energiemenge gleich.

2 P.

c2) Nach einigem Suchen findet Herr Müller in einem Artikel als Grund für die Umstellung „um die Leitungsverluste zu verkleinern". Erklären Sie den angesprochenen Sachverhalt mit einem Satz und führen Sie die Formel an, auf die Sie sich beziehen.

$$P_{verlust, Leitung} = \underbrace{R_{Leitung}}_{\text{kann man nicht mehr ändern.}} \cdot I^2$$

Sinkt I um 10% (Faktor 0,9), so sinken die Verluste in den Leitungen auf $0{,}9^2 = 0{,}81$, also um 19%.

2 P.

d) Herr Müller fragt sich, welche Leistung die alte „60 W, 220 V" Glühbirne abgäbe, wenn er sie an 230 V anschlösse. Berechnen Sie numerisch diese Leistung. Sie dürfen annehmen, dass für die Glühbirne das Ohmsche Gesetz U = R · I gilt, wobei R konstant ist.

$$P' = \frac{U_n^2}{R_a} = \frac{U_n^2}{U_a^2 / P} = \left(\frac{U_n}{U_a}\right)^2 P = \left(\frac{23}{22}\right)^2 \cdot 60\,W$$

$$= 1{,}09 \cdot 60\,W$$

$$= \underline{65\,W}$$

3 P.

Aufgabe 7 (10 Punkte)

Schlägt man diese Stimmgabel an, führen die beiden Enden, die „Zinken“, harmonische Schwingungen mit $\underbrace{440\text{ Hz}}_{f}$ und der Amplitude $\underbrace{1.0\text{ mm}}_{A}$ aus.

a) Welche Strecke legt eine Zinke in $\overset{t}{3.0\text{ s}}$ zurück, wenn wir annehmen, dass die Amplitude in dieser Zeit gleich bleibt?

a1) formal

$$S = N \cdot 4A = \frac{t}{T} \cdot 4A = t \cdot f \cdot 4A$$

2 P.

a2) numerisch

$$s = 3s \cdot 440\tfrac{1}{s} \cdot 4 \cdot 1mm = 5{,}3m$$

2 P.

b) Wie gross ist die maximale Geschwindigkeit einer Zinke?

b1) formal

$$s = A \cdot \sin(\omega t)$$
$$v = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$$
$$v_{max} = A \cdot \omega = A \cdot 2\pi f$$

2 P.

b2) numerisch

$$v_{max} = 1mm \cdot 2\pi \cdot 440\tfrac{1}{s} = 2{,}8\tfrac{m}{s}$$

2 P.

c) Wenn der Ton der Stimmgabel langsam $\underbrace{\text{leiser wird}}_{A}$, bleibt die $\underbrace{\text{Tonhöhe gleich}}_{f}$. Erklären Sie dieses Phänomen.

Die Frequenz bestimmt die Tonhöhe.
Die Lautstärke wird durch die Amplitude bestimmt.

2 P.