

NSZ

Zwischenmatur 2013
Naturwissenschaften, Grundlagenfach Physik
Lehrer: Peter Senn 80 min.

Name: Nachname:

Hinweise:

1. Falls nicht anders erwähnt, werden bei Berechnungen der Lösungsweg, sowie die numerische Lösung verlangt.
2. Algebraische Lösungen dürfen nur (als Buchstaben) gegebene Grössen enthalten.
3. Die Fallbeschleunigung sei stets 10 m/s^2 .
 - Die Lösungen sollten aufs Aufgabenblatt geschrieben werden. Falls der Platz nicht ausreicht, sollen die Zusatzblätter am Schluss verwendet werden.
 - Ergebnisse sollen doppelt unterstrichen werden.
 - Bitte keinen Schreibstift mit roter Farbe verwenden!

Max. 70 Punkte

Aufgabe 1: (4 Punkte)

Herr Heinzmann findet, dass die Reifen seines Fahrzeugs aufgepumpt werden sollten. In der Betriebsanleitung steht, dass der Druck (Überdruck) 2.5 bar betragen soll. Die Luftpumpe an der Tankstelle gibt den Überdruck jedoch in „PSI“ an. Herr Heinzmann war im Physikunterricht stets fleissig und hat gelernt, dass ein „PSI“ dem Druck entspricht, den die Gewichtskraft von einem Pfund erzeugt, wenn sie auf eine Fläche von einem Quadratzoll verteilt ist. Er zückt sein Handy. Zunächst findet heraus, dass 1Zoll = 25.4 mm und 1 Pfund = 454 g. Schlussendlich rechnet er den Überdruck in „PSI“ aus. Was war das Ergebnis der Rechnung? (Nur numerisch).

Aufgabe 2: (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.

2.1. Wie lange muss die Maschine beschleunigen, bis sie vom Boden abheben kann?

a) Algebraisch

b) Numerisch

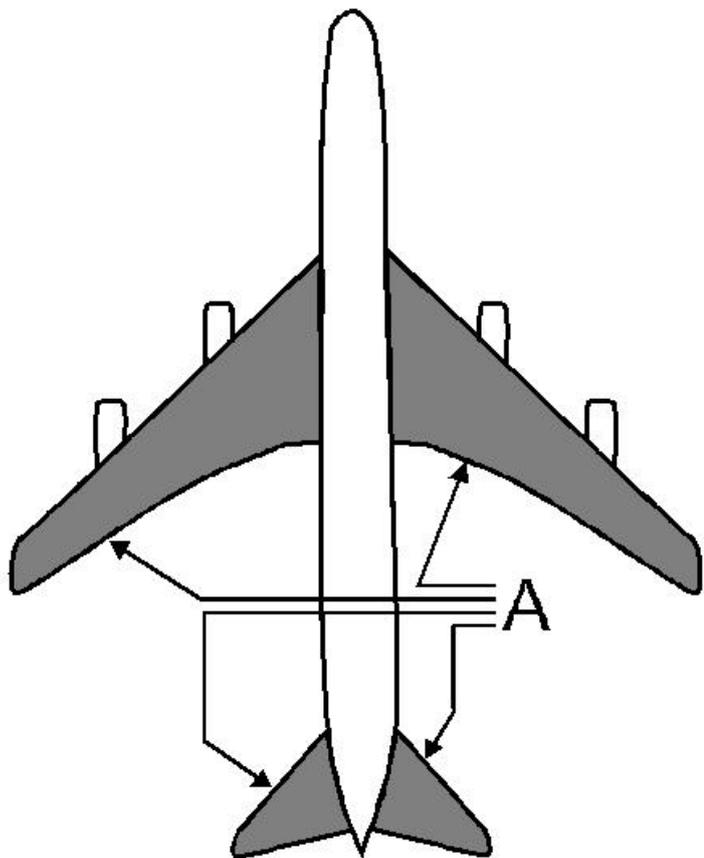
2.2. Wie lang muss die Startpiste mindestens sein, damit die Maschine abheben kann?

a) Algebraisch

b) Numerisch

Herr Wheeler erklärt seiner Tochter Dawn, dass sich über den Flügeln 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 .

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



a) Algebraisch

b) Numerisch

- 2.4. Wie viel 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

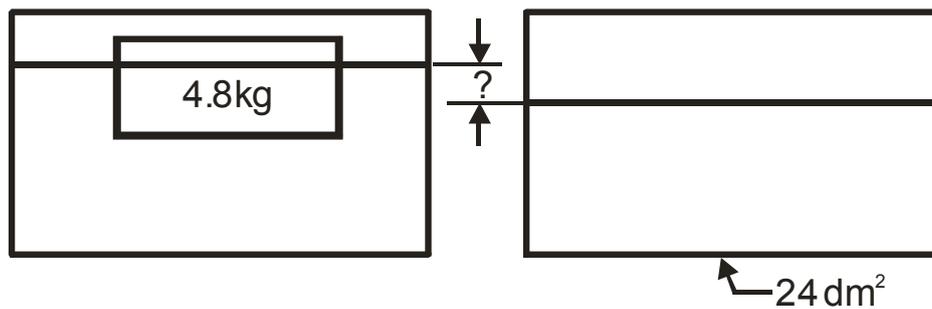
 - b) Numerisch
- 2.5. Kurze Zeit nach dem Start fliegt die A380 auf 11 km Flughöhe. Welche Nutzleistung erbringen die vier Triebwerke, wenn sie mit einer Schubkraft von insgesamt 0.20 MN die Maschine mit einer konstanten Reisegeschwindigkeit von 900 km/h in Fahrt halten?
- a) Algebraisch

 - b) Numerisch
- 2.6. 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).

- 2.7. 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 3: (6 Punkte)

In einem Aquarium mit einer Grundfläche von 24 dm^2 schwimmt ein 4.8 kg schwerer Holzklotz. Der Holzklotz wird aus dem Aquarium genommen. Dadurch sinkt der Wasserpegel.



- 3.1. Erkläre wie man ausrechnen kann, um wie viel der Wasseroberfläche sinkt.

- 3.2. Berechne um wie viel die Wasseroberfläche sinkt. (Nur numerisch).

Aufgabe 4: (6 Punkte)

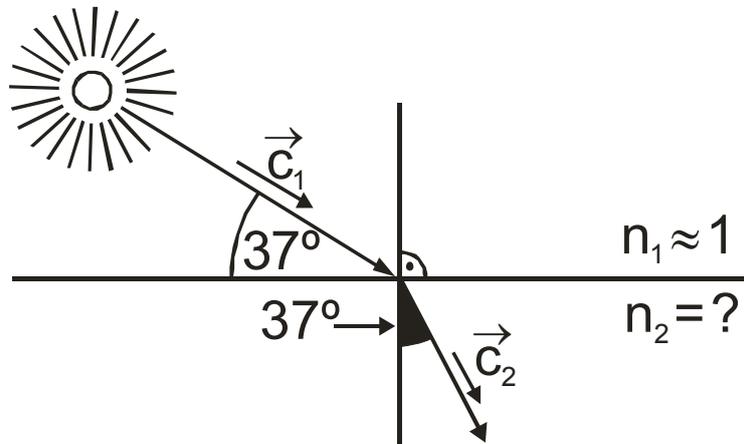
Die siderische Umlaufzeit des $3.84 \cdot 10^8$ m entfernten Mondes um die Erde misst rund 27.3 Tage. Die siderische Umlaufzeit eines geostationären Satelliten ist gleich einem siderischen Tag von 23.9h. Berechne mithilfe geeigneter physikalischer Gesetze aus obigen Informationen den Radius der geosynchronen Kreisbahn. (Nur numerisch).

Aufgabe 5: (6 Punkte)

Ein Kupferstab ist bei allen Temperaturen genau 35 cm länger als ein Alustab. Wie lang ist der Alustab?

Aufgabe 6: (6 Punkte)

Ein Lichtstrahl, der sich in der Luft ausbreitet, trifft auf die Oberfläche einer Flüssigkeit. Dabei wird er gebrochen. Siehe dazu die untenstehende Skizze.



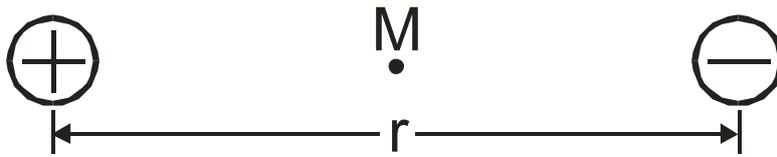
6.1. Wie gross ist die Brechzahl der Flüssigkeit? (Nur numerisch).

6.2. Wie schnell breitet sich das Licht in der Flüssigkeit aus? (Nur numerisch).

Aufgabe 7: (6 Punkte)

Zwei punktförmige Ladungen $Q_1 = 40 \text{ nC}$ und $Q_2 = -40 \text{ nC}$ im Abstand von 8 cm bilden einen elektrischen Dipol.

7.1. Stelle das elektrische Feld des Dipols graphisch dar.



7.2. Im Punkt M , in der Mitte zwischen den beiden Ladungen, wird eine positive Probeladung $q = 1.0 \text{ nC}$ platziert. Berechne die elektrostatische Kraft, die auf die Probeladung wirkt. (Nur numerisch).

7.3. Berechne die elektrische Feldstärke in der Mitte (Punkt M) des Dipols. (Nur numerisch)

Aufgabe 8: (10 Punkte)

Lena hat aus Ithaca ihren Toaster mitgebracht. Das Typenschild des Toasters besagt $110\text{V}/275\text{W}$. Das Gerät ist somit für eine Netzspannung von 110V vorgesehen. Bei dieser Spannung verbraucht es eine elektrische Leistung von 275W . Lena öffnet das Gerät und stellt fest, dass zwei Heizdrähte parallel geschaltet an die Netzspannung angeschlossen werden. Sie verlötet die Drähte kurzerhand so, dass sie in Serie geschaltet sind. Das so umgebaute Gerät möchte sie mit einer Netzspannung von 230V betreiben.

- 8.1. Skizziere die Schaltungen für das ursprüngliche und das „gebastelte“ Gerät mit korrekten Schaltsymbolen. Für die Netzspannungen kann als Symbol dasjenige für Batterien verwendet werden. (2 Punkte)

Ursprüngliche Schaltung

Umgebaut



- 8.2. Wie gross ist der Widerstand eines einzelnen Heizdrahts? (Nur numerisch).

- 8.3. Wie viel Strom fliesst durch einen einzelnen Heizdraht in der ursprünglichen und in der abgeänderten Schaltung? (Nur numerisch).

8.4. Welche elektrische Leistung verbraucht das umgebaute Gerät? (Nur numerisch).

8.5 Könnte das von Lena umgebaute Gerät funktionieren, wenn es ans Netz mit 230 V Spannung angeschlossen wird? Begründe!

Aufgabe 9: (6 Punkte)

Beim α -Zerfall eines ruhenden U-238-Atomkerns wird das α -Teilchen mit einer Geschwindigkeit von rund $14 \cdot 10^6$ m/s ausgestossen. Der ursprüngliche Atomkern ist rund 59.5 Mal so schwer wie das α -Teilchen.

9.1. Welcher Tochterkern entsteht beim Zerfall?

9.2. Wie gross ist die Geschwindigkeit des Tochterkerns infolge des Rückstosses?

Aufgabe 10: (6 Punkte)

Bei einer schwingenden Stimmgabel schwingen zwei Zinken mit derselben Frequenz 440 Hz. Die Schallwellen breiten sich mit einer Geschwindigkeit von 343 m/s aus.

- 10.1. Um welche Art Welle handelt es sich bei den Schallwellen?
- 10.2. Wie gross ist die Wellenlänge der Schallwellen?
- 10.3. Wenn man die schwingende Stimmgabel langsam um ihren Stiel dreht, variiert die Lautstärke periodisch. Erläutere die physikalischen Effekte, die dieser Erscheinung zugrunde liegen.

Nützliche Angaben:

Vakuumlichtgeschwindigkeit:	$c = 3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Elektrische Feldkonstante:	$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C/(Vm)}$
Dichte von Wasser:	$\rho_w = 1.0 \text{ kg/dm}^3$
Längenausdehnungskoeffizient von Kupfer:	$\alpha_{\text{Cu}} = 16.8 \cdot 10^{-12} / \text{K}$
Längenausdehnungskoeffizient von Aluminium:	$\alpha_{\text{Al}} = 23.8 \cdot 10^{-8} / \text{K}$
1bar = 100'000Pa	

Musterlösungen

$$1.) \quad 1 \text{ PSI} = \frac{mg}{A} = \frac{0.454 \cdot 10}{0.0254^2} \text{ Pa} = 7.037 \text{ kPa}$$

$$2.5 \text{ bar} = 250 \text{ kPa} = \frac{250 \text{ PSI}}{7.037} = \underline{\underline{36 \text{ PSI}}}$$

$$2.1a) \quad a = \frac{v_E - v_0}{\Delta t} = \frac{v_E}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{v_E}{a}$$

$$b) \quad \Delta t = \frac{250/3.6}{1} \text{ s} = \underline{\underline{69 \text{ s}}}$$

$$2.2a) \quad s = \frac{v_E^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v_E^2}{2a}$$

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

$$2.3a) \quad p = \frac{mg}{A}$$

$$b) \quad p = \frac{540 \cdot 10^3 \cdot 10}{830} \text{ Pa} = \underline{\underline{6.5 \text{ kPa}}}$$

$$2.4a) \quad F = m \cdot a$$

$$b) \quad F = 540 \cdot 10^3 \cdot 1 \text{ N} = \underline{\underline{0.54 \text{ MN}}}$$

$$2.5a) \quad P = \frac{F \cdot s}{\Delta t}$$

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

$$2.6.) \quad \eta = P/P_{zu} = 50 \cdot 10^6 \text{ W} / (4 \cdot 35 \cdot 10^6 \text{ J/s}) = \underline{\underline{0.36}}$$

2.7.) Es gilt der Zweite Hauptsatz der Wärmelehre, der besagt, dass Wärme nicht vollständig in mechanische Energie verwandelt werden kann. In der Praxis kann man meistens weniger als die Hälfte der Wärme in mechanische Energie verwandeln.

—//

3.1.) Der 4.8kg schwere Holzklotz verdrängt 4.8kg Wasser, wenn er auf dem Wasser schwimmt. Wir können einfach schauen, wie dick eine 4.8kg schwere Schicht Wasser ist. Um so viel sinkt der Wasserspiegel.

$$3.2.) \quad m = 4.8 \text{ kg} = A \cdot h \cdot \rho_w \rightarrow h = \frac{4.8 \text{ kg}}{A \cdot \rho_w} =$$

$$\frac{4.8 \text{ kg}}{24 \text{ dm}^2 \cdot 1 \text{ kg/dm}^3} = 0.2 \text{ dm}$$

$$\underline{\underline{h = 2 \text{ cm}}}$$

—//

4.) Drittes Keplersches Gesetz

$$\frac{r_{GS}^3}{T_{GS}^2} = \frac{r_M^3}{T_M^2} \rightarrow r_{GS} = r_M \cdot \left(\frac{T_{GS}}{T_M} \right)^{2/3}$$

$$= 3.84 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \left(\frac{23.9}{27.3 \cdot 24} \right)^{2/3} = \underline{\underline{42 \cdot 10^3 \text{ km}}}$$

—//

5.) $\Delta L = (L_0 + 35 \text{ cm}) \cdot \alpha_{Cu} \cdot \Delta T = L_0 \alpha_{Al} \cdot \Delta T$

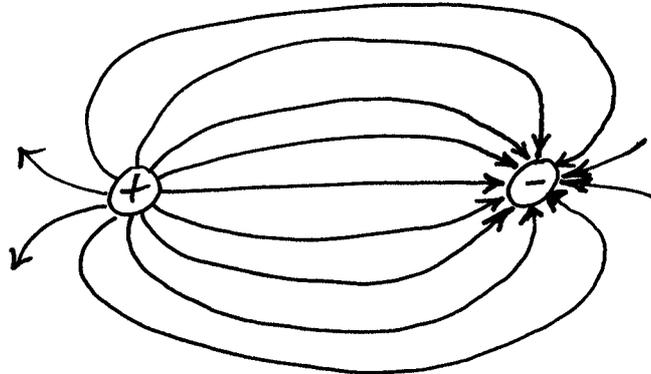
$$\rightarrow L_0 = \frac{\alpha_{Cu}}{\alpha_{Al} - \alpha_{Cu}} \cdot 35 \text{ cm} = \frac{16.8 \cdot 10^{-6}}{(23.8 - 16.8) \cdot 10^{-6}} \cdot 35 \text{ cm}$$

$$\underline{\underline{L_0 = 84 \text{ cm}}}$$

$$6.1.) \quad n_2 = n_1 \cdot \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = 1 \cdot \frac{\sin(90^\circ - 37^\circ)}{\sin 37^\circ} = \underline{\underline{1.33}}$$

$$6.2.) \quad c_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot c_1 = \frac{1}{1.33} \cdot c_0 = \frac{c_0}{1.33} = \frac{3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1.33} = \underline{\underline{2.3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}}$$

7.1.)

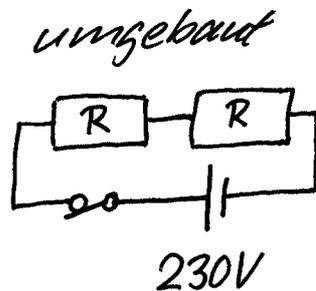
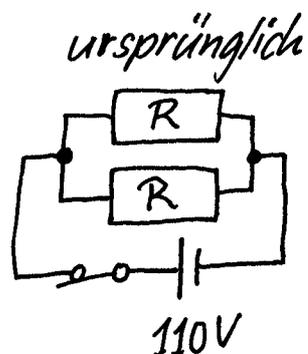


$$7.2.) \quad F = \frac{2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot q}{(r/2)^2} = \frac{2}{4\pi \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{40 \cdot (10^{-9})^2}{(0.08/2)^2} \text{ N}$$

$$F = \underline{\underline{0.45 \text{ mN}}}$$

$$7.3.) \quad E = \frac{F}{q} = \frac{0.45 \cdot 10^{-3} \text{ N}}{10^{-9} \text{ C}} = \underline{\underline{0.45 \frac{\text{MN}}{\text{C}}}}$$

8.1.)



$$8.2.) \quad R_{\text{parallel}} = R/2 = U_0^2 / P_0 = (110^2 / 275) \text{ W} = 44 \Omega$$

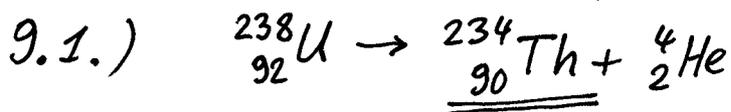
$$\rightarrow R = \underline{\underline{88 \Omega}}$$

$$8.3.) I_{\text{parallel}} = 110V / R = (110/88)A = \underline{\underline{1.25A}}$$

$$I_{\text{serie}} = 230V / (2R) = (230 / (2 \cdot 88))A = \underline{\underline{1.31A}}$$

$$8.4.) P_{\text{serie}} = U_1 \cdot I_{\text{serie}} = 230 \cdot 1.31W = \underline{\underline{301W}}$$

8.5.) Es sollte funktionieren, denn durch die Heizdrähte fließt in beiden Fällen fast gleich viel Strom.



$$9.2.) \text{ Impulserhaltung: } m_{\text{He}} \cdot v_{\text{He}} + m_{\text{Th}} \cdot v_{\text{Th}} = 0, \text{ wobei}$$

$$m_{\text{Th}} = 58.5 \cdot m_{\text{He}} \rightarrow v_{\text{Th}} = -(m_{\text{He}} / m_{\text{Th}}) v_{\text{He}} =$$

$$-v_{\text{He}} / 58.5 = (-14 \cdot 10^6 \text{ m/s}) / 58.5 = \underline{\underline{-2.4 \cdot 10^5 \text{ m/s}}}$$

10.1.) Um eine Longitudinalwelle.

$$10.2.) \lambda = c/f = (343/440)m = \underline{\underline{78cm}}$$

10.3.) Die Schallwellen der beiden Zinken überlagern sich. Interferenz! Je nach Lage der beiden "Schallquellen" im Raum ist die Interferenz mehr oder weniger konstruktiv.