

Aufgabe 1 (Grundlagen, Hydrostatik, Wärmelehre)

Sekt

10 Punkte

In einem Sektglas steigen Blasen auf (Abbildung). Betrachten Sie die Blasenreihe unmittelbar neben dem Massstab. Eine Zählung auf der Höhe der Ziffer 5 auf dem Massstab zeigt, dass pro Sekunde zwei Blasen durchgehen.

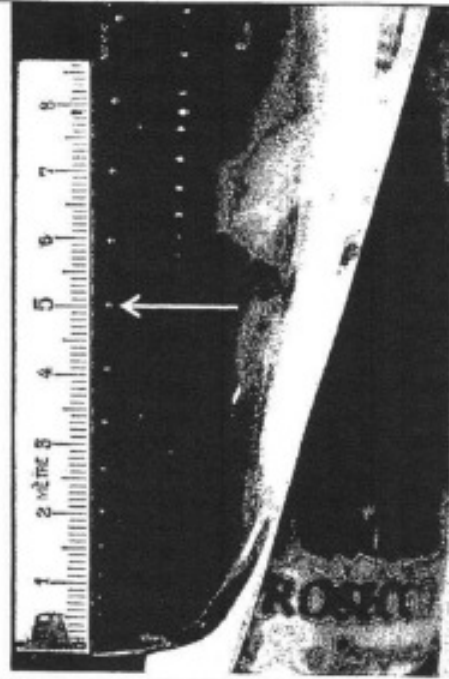
Wie schnell (in m/s) steigen die Blasen auf der Höhe des Pfeils ungefähr?

In dieser Höhe beträgt der Abstand zwischen den Blasen ca. $1\text{ cm} = \Delta s$

Gehen jede Sekunde zwei Blasen durch, so ist der Zeitraum, in dem dieser

Zentimeter zurückgelegt wird $\Delta t = 0,5\text{ s}$ und somit

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = 2 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0,02 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



num.
2 P.

Weshalb werden die Blasen während des Aufsteigens grösser? Zwei physikalische Gesetze – eines aus der Hydrostatik, das andere aus der Wärmelehre – sind dafür verantwortlich. Erklären Sie!

Wenn die Blase nach oben steigt nimmt der Schweredruck

$$p_s = \rho g h \quad (h \text{ Tiefe in der Flüssigkeit})$$

der Flüssigkeit ab und so nimmt das Volumen zu

$$\frac{pV}{T} = \text{konst.}, \text{ d.h. } pV = \text{konst.}, \text{ da die Temperatur konstant bleibt.}$$

$$\text{also } V = \frac{\text{konst.}}{p}$$

5 P.

Der Abstand von Blase zu Blase nimmt von unten nach oben zu. Was bedeutet dies qualitativ für die Geschwindigkeit? Welche Rolle spielt dabei die Grösse der Blasen?

Der grössere Abstand pro Zeiteinheit bedeutet, dass die Blasen schneller werden. Dies geschieht, weil das Volumen zunimmt und somit der Auftrieb (Gewicht der verdrängten Flüssigkeit) ebenso.

Zwar steigt auch die Reibung, aber offenbar nicht so stark wie die nach oben treibende Kraft.

3 P.

Aufgabe 2 (Mechanik)

Münchhausen

6 Punkte

Zitat aus den Erzählungen des Lügenbarons Münchhausen:

„Bei der Verfolgung eines Hasen wollte ich mit meinem Pferd über einen Morast setzen [...] sprang ich zu kurz und fiel nicht weit vom anderen Ufer bis an den Hals in den Morast. Hier hätte ich unfehlbar umkommen müssen, wenn nicht die Stärke meines Armes mich an meinem eigenen Haarzopf, samt dem Pferd, welches ich fest zwischen meine Knie schloss, wieder herausgezogen hätte.“



Erklären Sie in wenigen Sätzen, weshalb der letzte Satz im obigen Zitat physikalischer Unsinn ist. Gehen Sie davon aus, dass Münchhausen ein Kraftprotz war und durchaus in der Lage gewesen wäre, eine Last von mehreren hundert Kilogramm hochzuheben.

Um mit seiner Hand am Haarschopf mit einer bestimmten Kraft nach oben ziehen zu können, muss an der Hand eine gleichgroße Gegenkraft wirken (action=reactio). Diese Kraft wird durch den Arm auf den Körper übertragen und somit ziehen an seinem Hals zwei entgegengesetzte, gleichgroße Kräfte, die sich kompensieren, egal wie stark Münchhausen wäre.

6 P.

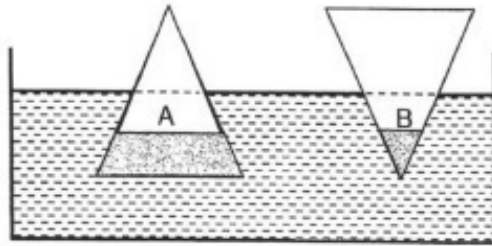
Aufgabe 3 (Wärmelehre)		
Verbrennung	9 Punkte	
Wir verbrennen reine Kohle bei Normalbedingungen (0°C, 1013 hPa). Wir nehmen an, dass als Verbrennungsprodukt ausschliesslich CO ₂ entsteht.		
<p>Wie viele Kubikmeter CO₂ entstehen, wenn 12 kg Kohle verbrannt werden?</p> <p>$C + O_2 \rightarrow CO_2$</p> <p>Also werden pro mol Kohlenstoff auch ein mol Sauerstoff umgesetzt.</p> <p>12kg Kohlenstoff sind 1000mol (12g/mol=M_C).</p> <p>Es entstehen also 1000mol CO₂. Bei Normbedingungen entsprechen 1mol 22,4l, also hier 22400l=22,4m³.</p>	4 P.	
<p>Wie viele Kilogramm Sauerstoff werden verbraucht?</p> <p>s.o. 1000mol O₂ (M_{O₂} = 32g/mol), also 32kg.</p>	2 P.	
<p>Wie viele Kubikmeter Sauerstoff werden verbraucht?</p> <p>s.o. 22,4m³</p>	3 P.	

Aufgabe 4 (Hydrostatik)

Schwimmer

8 Punkte

Zwei gerade Kreiskegel A und B schwimmen im Wasser so, wie in der Skizze dargestellt (Symmetrieachse senkrecht). Beide tauchen exakt bis zur halben Höhe ein. Die Kegel sind dünnwandige Hohlkörper, in deren Innerem sich eine geringe Menge einer schweren Flüssigkeit befindet. Diese sorgt dafür, dass die Körper in der gezeichneten Lage schwimmen können.



Wie verhält sich in den beiden Fällen das Volumen des verdrängten Wassers zum gesamten Kegelvolumen? Numerisches Verhältnis angeben und begründen.

$$\frac{V_{\text{eingetaucht}}}{V_{\text{gesamt}}} = \frac{\frac{1}{3} r^2 \pi h}{\frac{1}{3} R^2 \pi H} = \left(\frac{r}{R}\right)^2 \frac{h}{H}$$

Da eingetauchter und ganzer Kegel einander ähnlich sind gilt

$$\frac{r}{R} = \frac{h}{H} \text{ und somit :}$$

$$\frac{V_{\text{eingetaucht}}}{V_{\text{gesamt}}} = \left(\frac{h}{H}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$$

Im ersten Fall sind also $\frac{7}{8}$ eingetaucht,

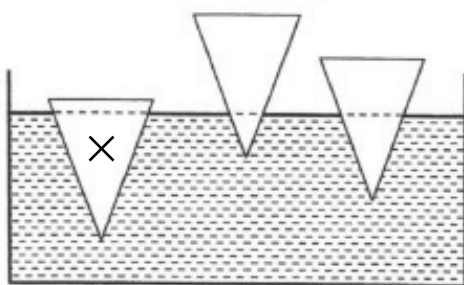
im zweiten Fall $\frac{1}{8}$.

4 P.

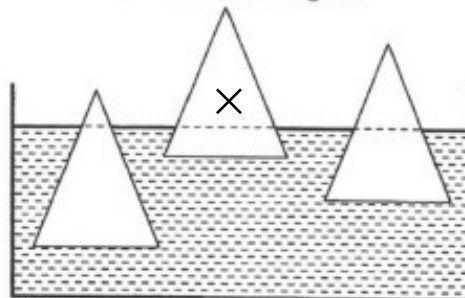
Nun werden beide Kegel um 180° gekippt, so dass beim linken Kegel die Spitze jetzt unten, beim rechten Kegel oben ist. Die Flüssigkeit im Inneren (hier nicht gezeichnet) lagert sich dabei so um, dass die neue Lage wieder stabil ist.

Wie werden die beiden Kegel nun schwimmen?

Varianten für Kegel A



Varianten für Kegel B



Kreuzen Sie für jeden Kegel die am besten passende Variante an und begründen Sie!

Im Fall A wurden $\frac{7}{8}$ des Kegelvolumens verdrängt und sorgten so für Auftrieb. Dies wurde im wesentlichen durch die Flüssigkeit im Inneren kompensiert.

In A waren also ca. 7 mal so viel von dieser Flüssigkeit, wie in B.

Durch die umgekehrte Form taucht A jetzt deutlich tiefer ein, also zuvor B.

Für B gilt das entsprechende.

4 P.

Aufgabe 5 (moderne Physik)		
Radioaktivität	6 Punkte	
Das Blei-Isotop $^{209}_{82}\text{Pb}$ ist radioaktiv und zerfällt mit einer Halbwertszeit von 3.3 h in das Folgeelement $^{209}_{83}\text{Bi}$.		
<p>Um welche Strahlungsart handelt es sich? (Begründen!) Was wird bei dieser Art von Strahlung ausgesendet?</p> <p>Die Zahl der Protonen erhöht sich um eines, die Masse bleibt gleich. Also ein β^--Zerfall: $n \rightarrow p^+ + e^-$ Das schnelle Elektron verlässt den Kern und wird aus historische Gründen β-Strahlung genannt.</p>	2 P.	
<p>Wie viele Stunden (ganze Stunden angeben!) muss man mindestens warten, bis von der ursprünglichen Menge des Blei-Isotops weniger als der vierundsechzigste Teil übrig ist?</p> <p>$64 = 2^6$ Nach 6 Halbwertszeiten hat sich das Blei-Isotop auf weniger als ein vierundsechzigstel verringert. $t = 6 \cdot 3,3h = 19,8h = 20h$</p>	4 P.	☉
Aufgabe 6 (Mechanik)		
Schockresistenz	10 Punkte	
In der Auslage eines Fotogeschäftes ist eine Kamera ausgestellt. Auf einem Schild steht, sie sei schockresistent bis 1.5 m. Offenbar bedeutet das, dass man sie aus bis zu 1.5 m Höhe fallen lassen kann, ohne dass sie Schaden nimmt.		
<p>Wie gross ist bei einem solchen Sturz die Geschwindigkeit v_E der Kamera unmittelbar vor dem Aufschlag? (Angabe in m/s und in km/h)</p> <p>$v^2 = 2as + v_0^2$</p> <p>$\underline{\underline{v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 1,5m} = 5,42 \frac{m}{s} = 19,5 \frac{km}{h}}}$</p>	alg. 3 P.	num. 1 P.

Wie gross ist die Verzögerung beim Aufprall, wenn durch Deformation eine Verzögerungsstrecke von 3.0 mm zur Verfügung steht? Verwenden Sie die vorher ausgerechnete Geschwindigkeit v_E als gegebene Grösse.

$$v^2 = 2as + v_E^2$$

$$a = -\frac{v_E^2}{2s} = -\frac{2gh}{2s} = -\frac{h}{s}g$$

$$\underline{\underline{a = -\frac{1,5m}{3mm}g = -500g = -4905 \frac{m}{s^2}}}$$

alg.
3 P.

num.
1 P.

Behauptung: Die Kamera kann sogar einen Sturz aus grösserer Höhe überstehen, wenn sie auf weichen Boden fällt. Warum?

Auf weichem Boden wird die Verzögerungsstrecke länger und somit kann auch eine größere Geschwindigkeit mit der gleichen Verzögerung abgebremst werden.

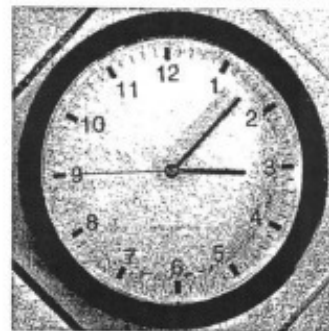
2 P.

Aufgabe 7 (Grundlagen)

Genauere Zeit

4 Punkte

Karl wohnt am Bodensee. Er besitzt eine Funkuhr, die vom Zeitzeichensender (Langwelle, Ausbreitungsgeschwindigkeit wie Licht) in Prangins in der Westschweiz gesteuert wird. Nun hat Karl Bedenken bezüglich Genauigkeit, da ja das der Synchronisation dienende Signal die ca. 300 km Weg vom Genfersee zum Bodensee zurücklegen muss und somit verspätet ankommt.



Sind seine Bedenken gerechtfertigt? (ja oder nein mit Begründung)

Die Zeit, die das Synchronisationssignal braucht ist sehr klein, da es sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet :

$$t = \frac{s}{c} = \frac{300 \text{ km}}{300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = \frac{1}{1000} \text{ s}$$

Seine Bedenken sind also unbegründet.

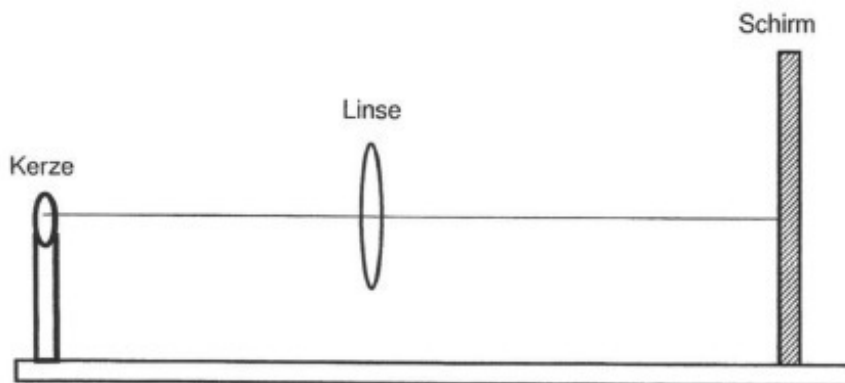
4 P.

Aufgabe 8 (Licht)

Abbildung mit Linse

14 Punkte

Miriam will im Labor eine brennende Kerze auf einen Schirm abbilden. Sie verwendet dafür eine Sammellinse von 300 mm Brennweite.



Wie gross muss der Abstand Kerze – Schirm sein, damit der Abbildungsmaßstab 1:1 beträgt?

$$v = \frac{1}{1} = \frac{B}{G} = \frac{b}{g}, \text{ also } b=g$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{2}{b}$$

$$b = 2f$$

$$\underline{\underline{d_{\text{Kerze-Schirm}}}} = \underline{\underline{b + g}} = \underline{\underline{2b}} = \underline{\underline{4f}} = \underline{\underline{1,2 \text{ m}}}$$

alg.
4P.

num.
1 P.

Was für ein Abbildungsmaßstab ergibt sich, wenn die Gegenstandsweite 10% grösser ist als die Brennweite der Linse?

$$g = 1,1f = \frac{11}{10}f$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

$$b = \frac{gf}{g-f} = \frac{1,1f^2}{1,1f-f} = \frac{1,1}{0,1}f = 11f$$

$$v = \frac{b}{g} = \frac{11f}{\frac{11}{10}f} = \frac{10}{1}$$

alg.
3P.

num.
1P.

Wie gross ist dann der Abstand Kerze - Schirm?

$$\underline{\underline{d_{\text{Kerze-Schirm}} = g + b = 1,1f + 11f = 12,1f = 3,63m}}$$

alg.
2P.

num.
1P.

Unter welchen Bedingungen ist wohl der Abstand Kerze - Schirm für eine scharfe Abbildung minimal?

Versuchen Sie, aus den vorherigen Teilaufgaben Schlüsse zu ziehen.

$$f = \text{konst.}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

$$b = \frac{fg}{g-f}$$

$$d_{\text{Gegenstand-Bild}} = g + b = g + \frac{fg}{g-f}$$

$$= \frac{g^2 - gf + gf}{g-f} = \frac{g^2}{g-f}$$

$$d' = \frac{2g(g-f) - g^2}{(g-f)^2} = \frac{g^2 - 2gf}{(g-f)^2} = 0$$

$$g(g-2f) = 0$$

$$g = 2f$$

$$b = g = 2f$$

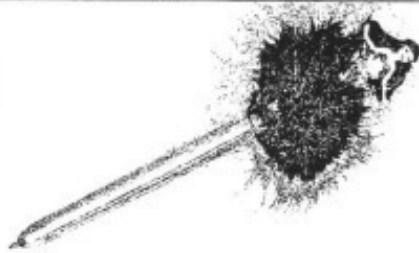
$$d_{\text{Gegenstand-Bild}} = 4f$$

2 P.

Aufgabe 9 (Elektrizität)

Leucht-Kugelschreiber

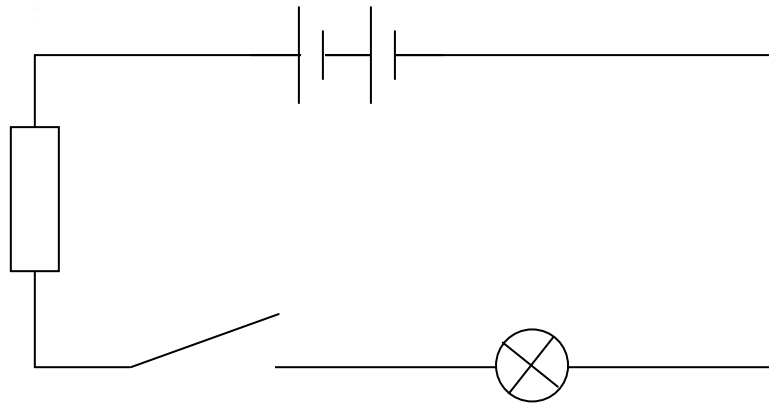
10 Punkte



Bruno hat im Warenhaus einen Kugelschreiber gekauft. Dieser ist am oberen Ende mit einer Wassernixe verziert, die beim Schreiben leuchtet. Leider ist das Spielzeug bald kaputt gegangen. Aus Neugier hat Bruno den Kugelschreiber zerlegt und herausgefunden, dass ausser dem Lämpchen (LED im Körper der Nixe) zwei Knopfzellen zu je 1.5 V und ein Widerstand eingebaut sind, ausserdem ein Schalter,

der den Stromkreis schliesst, wenn die Mine durch den Druck beim Schreiben nach oben bewegt wird.

Zeichnen Sie den Stromkreis, bestehend aus Stromquelle (2 Batterien), Widerstand (dient zur Strombegrenzung), Schalter und Lämpchen. Über dem Lämpchen herrscht im Betrieb eine Spannung von 1.8 V, und die Stromstärke muss 10 mA betragen. Verwenden Sie korrekte Schaltsymbole. Überlegen Sie gut, wie die beiden Batterien geschaltet sein müssen. Begründen Sie Ihre Überlegung.



5 P.

Wie gross muss der Widerstandswert sein, damit die Bedingungen für das Lämpchen (1.8 V Spannung und 10 mA Stromstärke) eingehalten werden? Gehen Sie davon aus, dass die Batterien keinen inneren Widerstand besitzen.

Widerstand und Lämpchen sind in Serie geschaltet, ihre Widerstände addieren sich, die Teilspannungen ebenso, der Strom durch beide ist der gleiche.

Wenn am Lämpchen 1,8V anliegen, dann am Widerstand $3V - 1,8V = 1,2V$

Wenn dort ein Strom von 10mA fliesst bedeutet das einen

Widerstand von
$$\underline{\underline{R = \frac{U}{I} = \frac{1,2V}{0,01A} = 120\Omega}}$$

alg.
3 P.

num.
2 P.