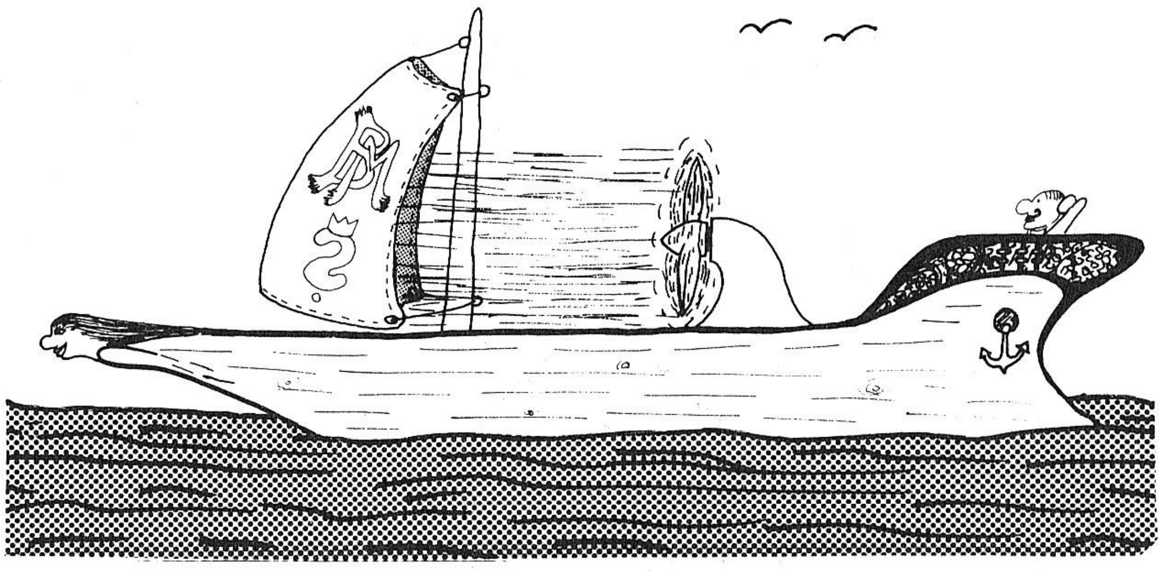
Walter Stein

Physik-Geschichten aus Bad Einstein

1 Aufgaben zur Mechanik



Wie schon im Vorwort von 2018 erwähnt, war es 1986 in den Schulbüchern noch üblich die Begriffe Dichte und Wichte zu verwenden. Heute benutzt man den Begriff Wichte nicht mehr. Es besteht folgender Zusammenhang:

Wichte: $\gamma = \frac{F_G}{V} = \frac{m \cdot g}{V}$ Dichte: $\varrho = \frac{m}{V}$ Zusammenhang: $\gamma = \varrho \cdot g$ oder $\varrho = \frac{\gamma}{g}$

Mit folgenden Größen des jeweils betrachteten Körpers:

F_G = Gewichtskraft, V = Volumen, m = Masse, g = Erdbeschleunigung

Weiterhin wird in den heutigen Schulbüchern für den Druck hauptsächlich die Einheit Pascal benutzt und weniger die Einheit Bar. Es besteht folgender Zusammenhang:

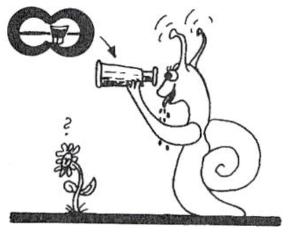
1 bar = 10^5 Pa und 1 mbar = 10^2 Pa = 100 Pa = 1 hPa = 1 Hektopascal

Inhalt

1.1 Geschwindigkeit

M 1 Leberschaden

Max, die liebe kleine Schnecke aus Bad Einstein, sieht vor der 90 m entfernten Kneipe "Zum Flotten Hugo" ein herrenloses Gläschen Teufelsrachenputzer stehen. Mit einer Geschwindigkeit von 0,5 cm/s jagt sie los.

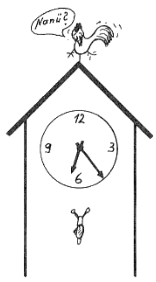


Nach wieviel Minuten kann Max damit beginnen, seine Leber durch Alkohol zu schädigen?

[LÖSUNG M 1]

M 2 Nanü?

Nun wird Max leichtsinnig! Er kriecht, obwohl es verboten ist, mit 2,4 Promille den Kirchturm hinauf, um auf der Kirchturmuhr Karussell zu fahren. Als der Minutenzeiger auf der 12 steht, ist er noch 5,4 m unteren Rand des Zifferblattes entfernt.



Welche Geschwindigkeit muss er mindestens haben, um die Spitze des Minutenzeigers zu erreichen?

[LÖSUNG M 2]

M 3 Psalm 32

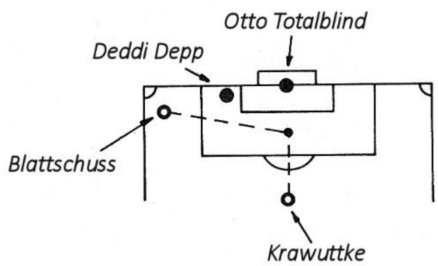
Es kam, wie es kommen musste! Weil Max im angetrunkenen Zustand, laut grölend (!) auf der Kirchturmuhr Karussell gefahren ist, hat Pfarrer Eligius Rosenfranz den armen Max dazu verdonnert, eine Kerze zu stiften und solange den Psalm 32 (Büßerglück) zu beten, bis die Kerze erloschen ist. Nach 100 Minuten kniet Max im Dunkeln.

Wie lang war die Kerze, wenn die Abbrenngeschwindigkeit v = 0,02 mm/ s betrug?

[LÖSUNG M 3]

M 4 1:0 für Bad Einstein

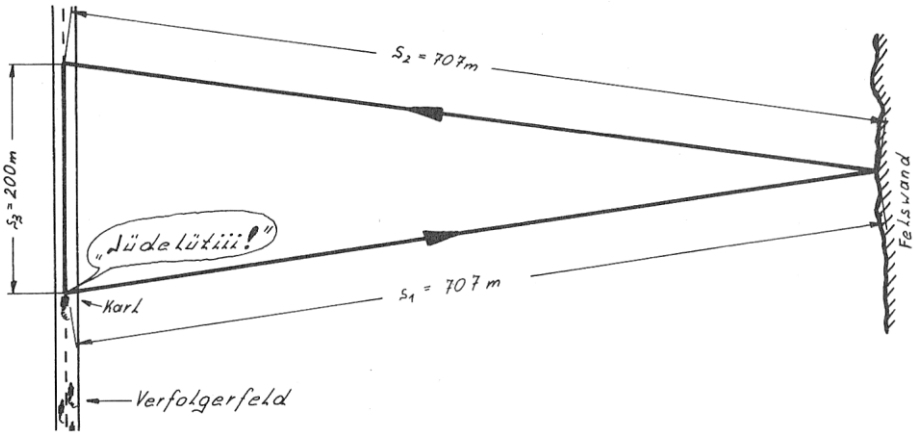
Kreisligaspiel 1. FC Bad Einstein gegen SV Bimmelstadt. 28. Minute. Hubertus Blattschuss; 30 m - Pass auf den Elfmeterpunkt; genau in den Lauf von Opa Karl Krawuttke. Direktschuss! Keine Chance für den Torhüter Otto Totalblind. 1:0 für Bad Einstein!



Welche Durchschnittsgeschwindigkeit besaß Opa Karl Krawuttke, wenn er bei der Ballabgabe von Blattschuss noch 11,5 m vom Elfmeterpunkt entfernt war? Der Ball hatte eine Durchschnittsgeschwindigkeit von v = 13 m/s.

[LÖSUNG M 4]

M 5 Rentner-Rallye in Andorra



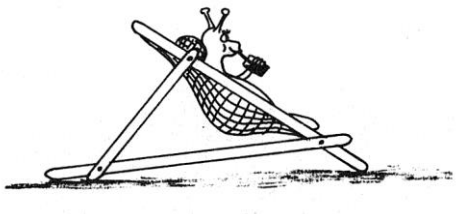
Rentner-Rallye in den Pyrenäen um den großen Schmugglerpreis von Andorra. Weil Opa Karl Krawuttke seit 10 Minuten in Führung liegt, stößt er einen Freudenjodler ("Jüdellütiii") aus. Dieser Jodler wird, wie skizziert, von einer Felswand á la Echo reflektiert. Als das Jüdelütiii-Echo bei Karl wieder ankommt, ist er mit seinem frisierten Feuerstuhl schon 200 m weiter gebraust.

Berechne die Geschwindigkeit (in km/h) von Karl. Die Schallgeschwindigkeit bei 20 °C beträgt v_s = 343 m/s.

LÖSUNG M 5

M 6 Max in Superlaune

Schnecke Max macht Urlaub auf den Galapagosinseln. Genau unter dem Äquator liegt sie blendend gelaunt in ihrem Liegestuhl; denn sie hat sich gerade ausgerechnet, dass sie sich aufgrund der Erddrehung schneller als der Schall bewegt. Für eine Schnecke ein wahnsinnig aufregender Gedanke!



a) Welche Geschwindigkeit (in m/s) besitzt Max, wenn der Äquatorumfang der Erde 40.000 km beträgt und die Erde sich in 24 Stunden einmal um die eigene Achse dreht?

b) Die Laune von Schnecke Max wird noch besser, als sie sich ausrechnet, wie schnell sie sich mit der Erde um die Sonne bewegt. Berechne die durchschnittliche Bahngeschwindigkeit der Erde, wenn die Länge der Erdbahn 939 Millionen km und die Umlaufzeit 365,2 Tage beträgt. Vergleiche diese Geschwindigkeit mit der Schallgeschwindigkeit (v_S = 343 m/s).

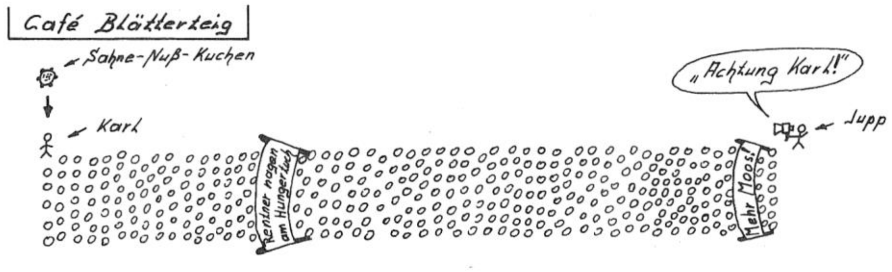
LÖSUNG M 6

M 7 Rentnerdemo in Bad Einstein

Rentnerdemo in Bad Einstein bei einer Lufttemperatur von 15 °C. Opa Karl Krawuttke geht am Ende des Zuges. Plötzlich fliegt aus dem Café Blätterteig ein Sahne-Nuss-Kuchen in Richtung Opa Karl

Krawuttke (Bäckermeister Blasius Blätterteig ärgert sich, weil er immer so viel Rentenversicherung zahlen muss). Demonstrationsleiter Jupp, an der Spitze des Zuges, erkennt die Gefahr und schreit durch das Megaphon: „Achtung Karl!!!“

Gerade in dem Moment ist der Sahne-Nuss-Kuchen noch 5 Meter von Opa Krawuttke entfernt. Die Durchschnittsgeschwindigkeit des Kuchens beträgt v = 7 m/s. Die Warnung kommt jedoch zu spät, denn das "A" von Achtung und die erste Nuss vom Kuchen dringen gleichzeitig in Opas Ohr.

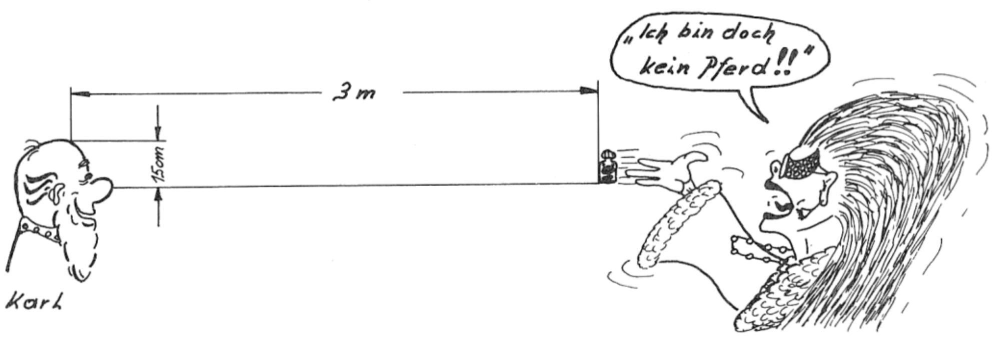


Wie lang ist der Demonstrationszug?

(Es versteht sich von selbst, dass die Rentner dem Café Blätterteig einen kurzen Besuch abstatteten.)

LÖSUNG M 7

M8 Krawall in der Rentnerdisco „Zum Goldenen Krückstock“!



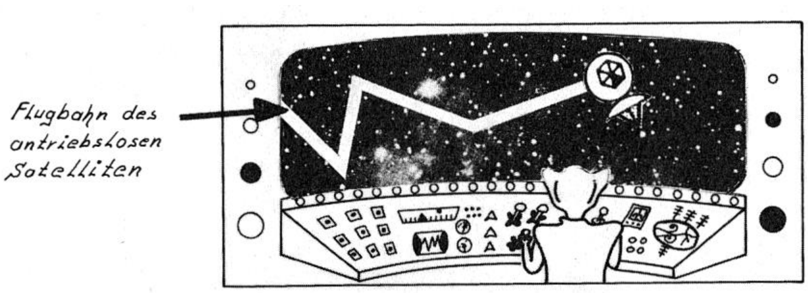
Krawall in der Rentnerdisco "Zum Goldenen Krückstock"! Opa Karl Krawuttke hat lässig einer knackigen Siebzigjährigen einen Klaps auf den Po gegeben. Mit dem hysterischen Aufschrei: "Ich bin doch kein Pferd!" schmeißt die Omi mit ihrem Parfümfläschchen nach Opa Karl.

Mit welcher Mindestgeschwindigkeit muss Karl sich um 15 cm ducken, wenn die Flasche noch 3 m von ihm entfernt ist (siehe Skizze) und sie eine Durchschnittsgeschwindigkeit von v = 30 m/s hat. Die Flasche soll der Einfachheit halber genau gerade fliegen.

LÖSUNG M 8

1.2 Kräfte

M 9 Gerhard von Galaxis in Gefahr



Gerhard von Galaxis beobachtet auf seinem Raumschiffbildschirm die Flugbahn eines antriebslosen Satelliten. Sofort hält er sein kleines Raumschiff an; denn in dem Raum vor ihm müssen Kräfte wirken, die vielleicht sein kleines Raumschiff gefährden könnten.

Woher weiß Gerhard von der Existenz dieser Kräfte?

LÖSUNG M 9

M 10 Opa Karl zu alt für diesen Zirkus?

Opa Karl Krawuttke ist traurig. Da nur noch drei Haare sein Haupt zieren und ein Haar bei einer Belastung von ca. 1 N zerreißt, hat er den Job als Zirkusartist nicht bekommen.

Vor 34 Jahren hatte Opa Karl (m = 60 kg), ganz im Gegensatz zu heute, noch ein prächtig-wildes Haarbüschel von 542 Haaren auf dem Kopf.

Hätte er zu dieser Zeit die skizzierte Artistennummer dem verwöhnten Zirkuspublikum noch vorführen können?

LÖSUNG M 10

M11 Münchhausenstory Nr. 1

"Vor drei Jahren war ich zu Gast bei einem Fakir in Indien. Dank meiner stahlharten Muskeln konnte ich mich auf seinem Nagelbrett gemütlich ausruhen, ohne dass auch nur ein einziger Nagel meine Haut durchdrang!"

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 11

M12 Eskimos hauen EU-Konsumenten übers Ohr!

"Das ist ja ein dicker Hund!", tobt Opa Karl Krawuttke. "9,83 N original Eisbärenschinken. Am Fangort frisch verpackt, steht auf der Vakuumpackung, und was stellt sich beim Nachwiegen heraus?! Es sind nur 9,81 N!"

Sind die Eskimos Ganoven? Wie könnten sie ihren Ruf verbessern?

LÖSUNG M 12

M 13 Schnell-Schneller-Karl Krawuttke

Opa Karl (m_K = 60 kg) hat es geschafft! Er ist der Schnellste! Sein frisch frisierter Feuerstuhl (m_F = 70 kg) beschleunigt innerhalb von 5 s von v_1 = 0 km/h auf v_2 = 100 km/h.

Wie groß ist die Kraft des Motors? (Reibungskräfte bleiben unberücksichtigt)

LÖSUNG M 13

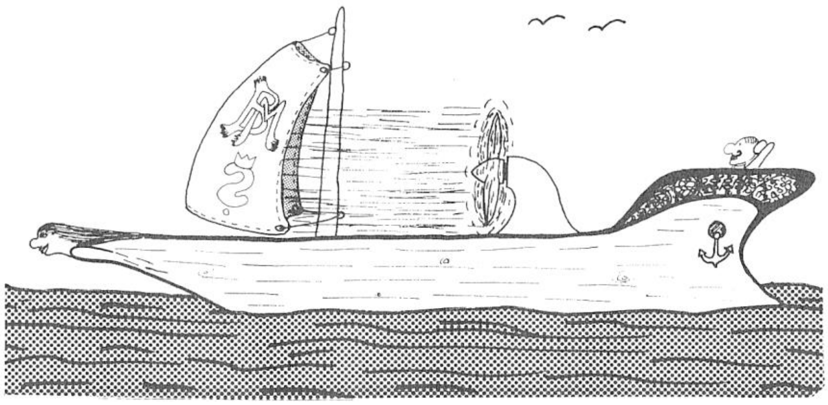
M 14 „Radrennen im „Flotten Hugo“

"Sehen wir mal von der Luftreibung ab," philosophiert der bürgernahe Pfarrer Eligius Rosenfranz am Stammtisch im "Flotten Hugo", so ist doch selbst jedem Ungläubigen vollkommen klar, dass man auf dem Mond sein Fahrrad nicht so schnell von v_1 = 0 km/h auf v = 15 km/h beschleunigen kann wie auf der Erde, oder?!" "Ach du lieber Frischling!", röhrt Oberförster Hubertus Blattschuss, das ist doch genau umgekehrt! Auf dem Mond ist das Fahrrad viel leichter, also auch leichter zu beschleunigen!"

Wer hat Recht? Annahme: In beiden Fällen trägt der Radfahrer einen Raumanzug, die Reifen sind aus Vollgummi und die Fahrbahnen sind von gleicher Beschaffenheit. Der Einfluss der bremsenden Reibungskräfte wird vernachlässigt.

LÖSUNG M 14

M 15 Münchhausenstory Nr. 2



"Mit meinem Propeller-Segelboot kann ich auch bei Windstille fahren, da der Propeller viel Wind in das Segel bläst."

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 15

1.3 Dichte und Wichte

M 16 Es war einmal …

Oma Bertha Krawuttke erzählt der lieben Schnecke Max ein Märchen:

"Es war einmal ein kleiner dicker König mit einer lustigen großen Knollennase. Der König war sehr schlau und er hatte eine wunderhübsche Tochter. Täglich kamen stolze Prinzen und hielten um die Hand der Königstochter an. Nach dem Willen des Königs sollte aber nur derjenige seine Tochter heiraten dürfen, der ihn im königlichen Goldtalerspiel besiegen konnte.

Für das königliche Goldtalerspiel ließ der König ein kostbares Trinkglas, welches genau 420 cm^3 Wasser fasste, bis zur Hälfte mit Seifenwasser* füllen. Neben das Glas musste der Prinz so viele Goldtaler in Landeswährung (genormte Größe und reines Gold) legen, wie die Königstochter an Jahren alt war. Nun musste der Prinz ein, zwei oder drei von diesen Goldtalern in das Glas mit Seifenwasser werfen. Danach ließ der König ein, zwei oder drei von den Goldtalern in das Glas fallen. Nun wieder der Prinz, ein, zwei oder drei Goldtaler, ... usw. Beim letzten Goldtaler lief das Glas über und somit hatte derjenige, der den letzten Goldtaler ins Glas fallen lassen musste, das Spiel verloren.

Gewann der König, so durfte er die Goldtaler des Prinzen behalten. Gewann der Prinz, so durfte er die Königstochter zur Frau nehmen. Keiner der Prinzen hatte jedoch auch nur die geringste Chance, dieses Spiel zu gewinnen; denn der König war sehr schlau und er wusste immer genau, wie viele Taler er jedes Mal ins Glas werfen musste, damit für den Prinzen immer der letzte liegenblieb. Voraussetzung für den Sieg des Königs war jedoch, dass der Prinz das Spiel stets beginnen musste.

So hat sich der König (Der alte Trickbetrüger!) nicht nur manchen Goldtaler verdient, sondern es lag auch in seinem Ermessen, nur einen besonders lieben und sympathischen Prinzen gewinnen zu lassen, damit dieser seine Tochter heiraten konnte."

a) Wie alt war die wunderhübsche Königstochter, wenn ein Goldtaler eine Masse von $m_T = 200$ g hatte?

b) Wie musste der König spielen, um das Spiel stets zu gewinnen?

*Es muss deshalb Seifenwasser verwendet werden, weil das Glas bei normalem Wasser wegen der Oberflächenspannung etwas mehr als 420 cm^3 fasst.

LÖSUNG M 16

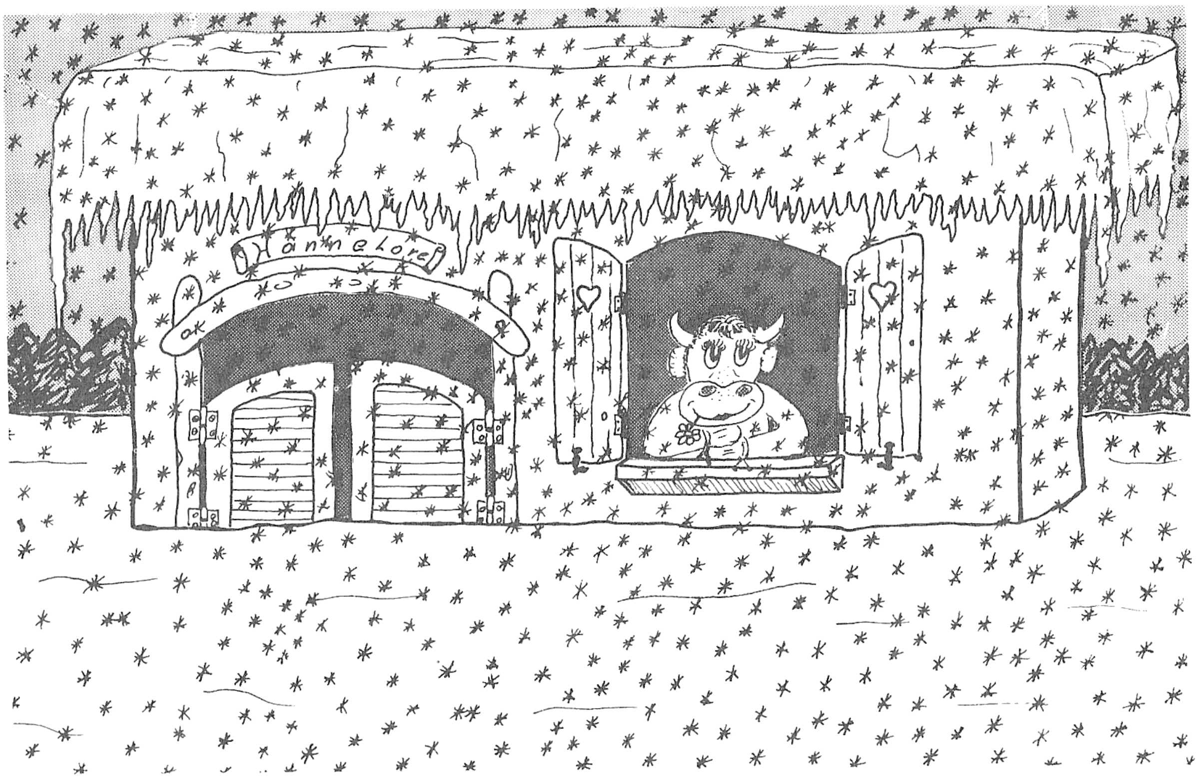
M 17 Münchhausenstory Nr. 3

"Ich kann die Wichte einer Münze verringern, ohne ihr Gewicht zu ändern. Ganz einfach."

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 17

M 18 Hannelore und die weiße Gefahr



Auf dem Flachdach von Hannelores modernem Kuhstallbungalow liegt am Montagmorgen um 8^{00} Uhr schon eine 2 m hohe Schneeschicht. Das 12 m x 5 m große Dach trägt maximal eine Last von 282 kN. Und es schneit wie bekloppt: 5 cm pro Stunde! Hannelore kann sich aber einfach nicht aufrappeln, um Schnee zu fegen.

Um wieviel Uhr bricht ihr die Bude über dem Kopf zusammen? Schnee hat eine Wichte von 0,2 cN pro cm^3

LÖSUNG M 18

M 19 Münchhausenstory Nr. 4

"Ich habe zwar eine Masse von m = 100 kg, bin aber meines Erachtens für meine Größe nicht zu schwer. Im Gegenteil! Ich bin sogar leichter als die Luft in der 8 m langen, 5 m breiten und 3 m hohen Wirtsstube von Hugo Hastig."

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 19

M 20 Karl nimmt das Steuer in seine Hand

Um seine magere Rente aufzubessern jobbt Opa Karl als LKW-Fahrer für ein Salzbergwerk. Täglich muss er mit seinem LKW 38 m^3 Salz vom Bergwerk zur Fabrik karren. Dabei muss er über eine Brücke, die nur eine Tragkraft von 110 kN hat.

Wie oft muss Karl hin- und herfahren, wenn der unbeladene LKW mit ihm als Fahrer 35,6 kN wiegt? Die Wichte von Salz beträgt 2,12 cN/cm^3.

LÖSUNG M 20

M 21 Wirtschaftskriminelle Panschferkelei!

"Donner und Blitz, du Panschferkel!!", tobt Opa Karl Krawuttke und zieht Kneipenwirt Hugo Hastig an beiden Ohren über die Theke. "Dein 70%iger Teufelsrachenputzer ist mit Wasser gepanscht! Pfui Deibel! Nahezu Quellwasser, du Umweltverschmutzer! Schau! Mein Dichteprüfgerät (Senkwaage) zeigt eine Dichte von ϱ = 0,904 g/cm^3 an. Viel zu hoch für einen Teufelsrachenputzer, der 70% Alkohol enthalten soll!"

Ist Hugo wirklich ein wirtschaftskriminelles Panschferkel?

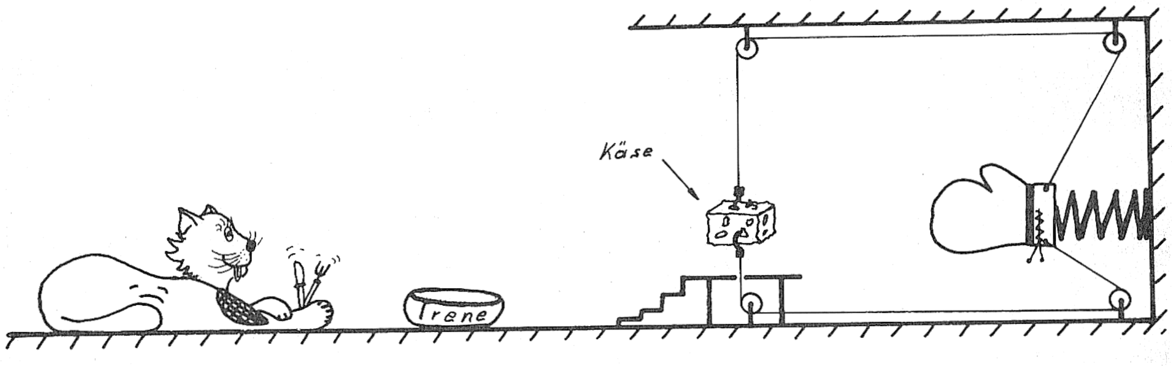
Wieviel Prozent Wasser und wieviel Prozent Alkohol enthält das Gebräu von Hugo Hastig? (ϱ_{Wasser} = 0,998 g/cm^3, $\varrho_{Alkohol}$ = 0,789 g/cm^3)

LÖSUNG M 21

1.4 Federkraft

M 22 Vorsicht Falle!

Welche Federkonstante hat die Feder in der Mausefalle von Irene Muckefuck, wenn Irene eine Kraft von 7 N benötigte, um die Feder um 10 cm zu spannen?



LÖSUNG M 22

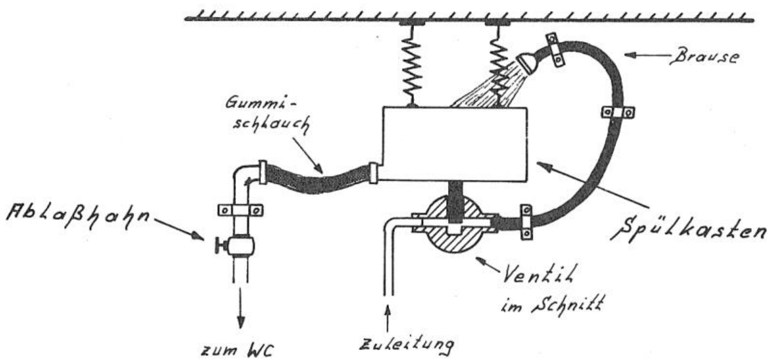
M 23 Karl hält sich fit

Opa Karl Krawuttke kann seinen alten Expander mit 5 Spiralfedern noch um 1 m dehnen. Die Kraft, die hierfür notwendig ist, beträgt 600 N. Darüber kann Opa Karl wirklich nur lachen. Nur eins bedrückt ihn: Weil er 1938 mehrmals den Physikunterricht geschwänzt hat, weiß er bis heute noch nicht, wie groß die Federkonstante D jeder Feder seines Expanders ist.

Wer hilft Opa Karl?

LÖSUNG M 23

M 24 Pfiffig!

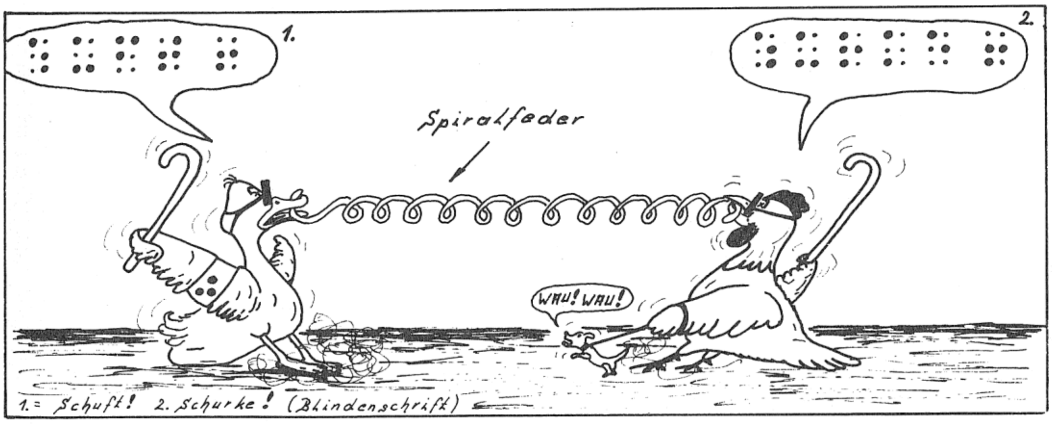


Opa Karls selbstgebastelter Klosettspülkasten ist mit zwei gleichen Spiralfedern an der Decke des stillen Örtchens befestigt. Ist der Klosettspülkasten leer, so ist das Ventil (siehe Skizze) geöffnet. Über die Brause wird der Spülkasten nun mit Wasser gefüllt. Infolge der Gewichtszunahme sinkt der Spülkasten nach unten und schließt das Ventil.

Um wieviel cm hängt der gefüllte Spülkasten (F_b = 106 N) tiefer als der leere Spülkasten (F_a = 10 N)? Die Federkonstante jeder Feder beträgt 23 N/cm.

LÖSUNG M 24

M 25 Blinde Vögel

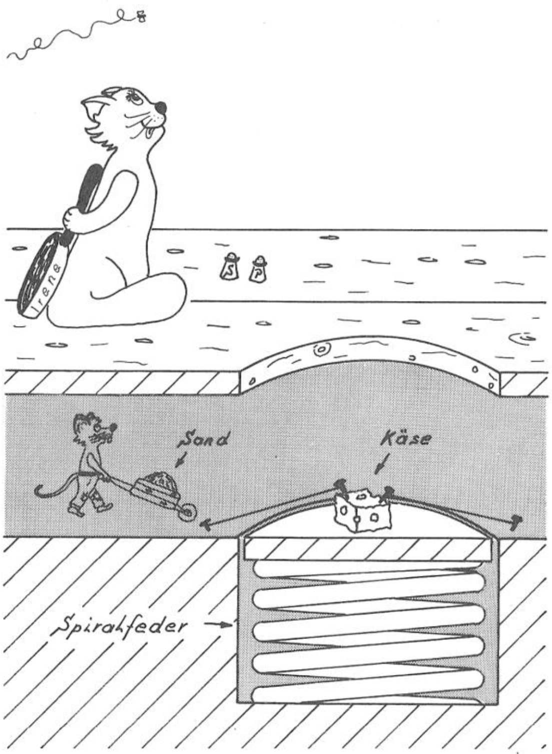


Zwei blinde Vögel verwechseln eine kleine Spiralfeder (D = 40 cN/cm) mit einem Regenwurm und streiten sich (siehe Skizze).

Um wieviel cm verlängert sich die Feder, wenn beide mit einer Kraft von 2 N ziehen?

LÖSUNG M 25

M 26 Immer trifft es den kleinen Mann! Gartenzwerge bestohlen!



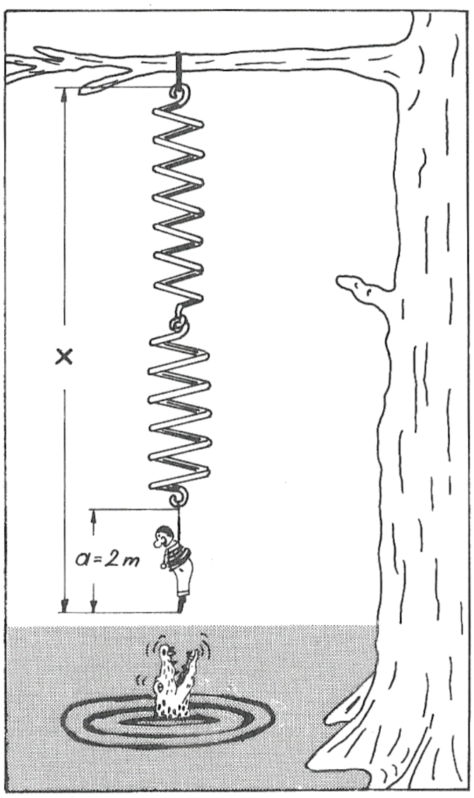
Die Gartenzwerge von Bad Einstein toben! Denn schon wieder haben ihnen die Mäuse die Schubkarre gestohlen. Diesmal wollen sie damit Sand transportieren, um Irenes Mausefalle zu entschärfen.

Mit wieviel cm^3 Sand ($Wichte_{Sand}$ = 1,6 cN/cm^3) müssen sie die Käse tragende Plattform mindestens beschweren, um den Käse gefahrlos entfernen zu können? Katze Irene hat die Feder (D = 50 cN/cm) um 11 cm gespannt. Die Gewichtskraft des Käses kann vernachlässigt werden.

LÖSUNG M 26

M 27 Münchhausenstory Nr. 5

"Als ich auf meiner Uganda-Expedition von dem antiken Ort Wadelai am Albert-Nil einige kleine Souvenirs "entleihen" wollte, fiel ich in die Hände eines gefürchteten Geheimbundes. Da ich nach Ansicht dieser Burschen den Ort in böser Absicht betreten hatte, sollte ein Gottesurteil entscheiden, ob ich meine zarten Füße an die Nilkrokodile verlieren würde oder nicht.



Dazu haben sie mich an zwei großen Spiralfedern über dem Nil aufgeknüpft.

Feder 1: Federkonstante = 1.000 N/m, Eigengewicht der Feder = 200 N, Federlänge unbelastet = 2,8 m

Feder 2: Federkonstante = 4.900 N/m, Eigengewicht der Feder = 250 N, Federlänge unbelastet = 2,7 m

Zum Glück durfte ich aber wählen, ob die Feder 1 über Feder 2, oder Feder 2 über Feder 1 hängen sollte. Jeder cm konnte kostbar sein. Der Abstand zwischen dem Haken der unteren Feder und meiner Fußspitze betrug 2,0 m (siehe Skizze).

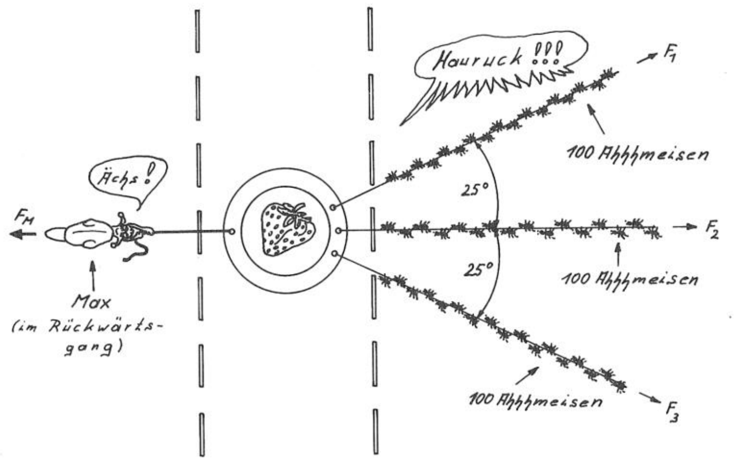
Tja, Leute, wenn ich (m_m = 100 kg) physikalisch nicht so bewandert und im Kopfrechnen nicht so stark wäre, dann brauchte ich mir heute keine Schuhe mehr zu kaufen. Denn dieses dürfte jedem klar sein, dass die Gesamtlänge x entscheidend von der Kombination der Federn abhängt."

Zeige durch Rechnung, ob Münchhausen spinnt oder nicht.

LÖSUNG M 27

1.5 Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen

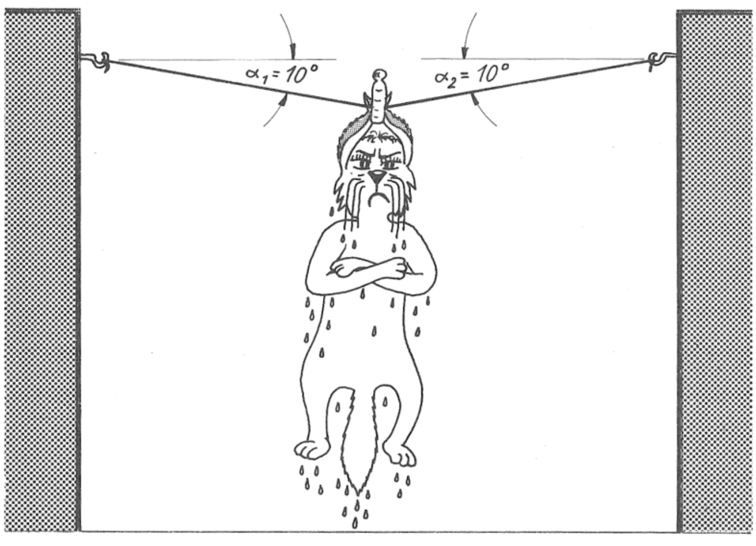
M 28 Kampf der Alkoholiker



Schnecke Max kämpft mit 300 Ahhhmeisen um eine Erdbeere aus Opa Karls Rumtopf. Wer den Teller mit der Erdbeere über die gestrichelte Linie zieht, ist Sieger. Eine Ahhhmeise zieht mit einer Kraft von 0,03 N. Max zieht mit einer Kraft von 8 N (siehe Skizze). Wer gewinnt und ist nachher blau wie 1000 Wildschweine?

LÖSUNG M 28

M 29 Hängt Irene!

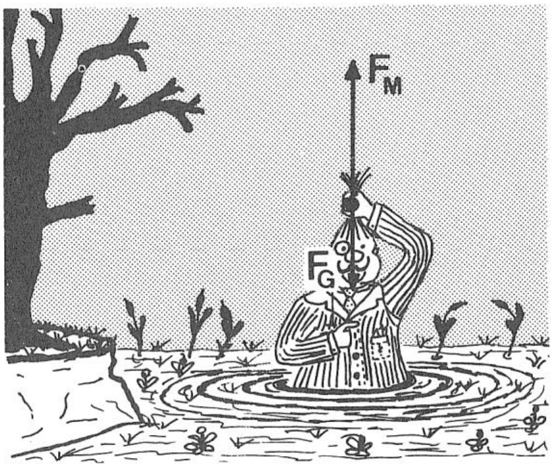


Irene Muckefuck schwört sich eins: Es wird nie wieder in einer Trommelwaschmaschine gepennt! ! !

Welche Kraft muss jeder Mauerhaken aufbringen, um Irene zu halten, wenn ihr Nassgewicht F_G = 70 N beträgt?

LÖSUNG M 29

M 30 Münchhausenstory Nr. 6



"Als ich an einem nebeligen Herbsttag im Teufelsmoor vom Weg abkam, geriet ich in ein garstiges Sumpfloch. Ich sank mehr und mehr ein und glaubte, mein letztes Stündlein habe geschlagen. Doch bei meinem Urahnen Karl Friedrich Hieronymus! Kräfte addieren sich doch vektoriell!

Flugs packte ich mich an meinem Schopf und zog mich dank meiner kräftigen Oberarmmuckis langsam aus dem Sumpf."

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 30

M 31 Karl und der Mörderkaktus

Opa Karl hat einen Job als Stuntman in der Filmindustrie gefunden. Ab nun lebt er gefährlich. Hier nur ein Beispiel: Piff! Paff! Puff! Motorschaden in 2000 m Höhe über der Gilawüste in Arizona. Opa Karl muss raus aus seiner alten "Klemm L 20 Al" (antikes Sportflugzeug)!

Nachdem sich sein Fallschirm geöffnet hat, sinkt er gleichmäßig mit $v_K = 7$ m/s senkrecht in Richtung ... . Potz Blitz! ! ! Genau unter ihm steht ein einsamer giftiger Mörderkaktus. Der tapfere Karl hört sein Totenglöcklein läuten.

Doch plötzlich, genau 500 m über dem Mörderkaktus, beginnt, dem Himmel sei Dank, ein Westwind mit 2,5 m/s zu wehen.

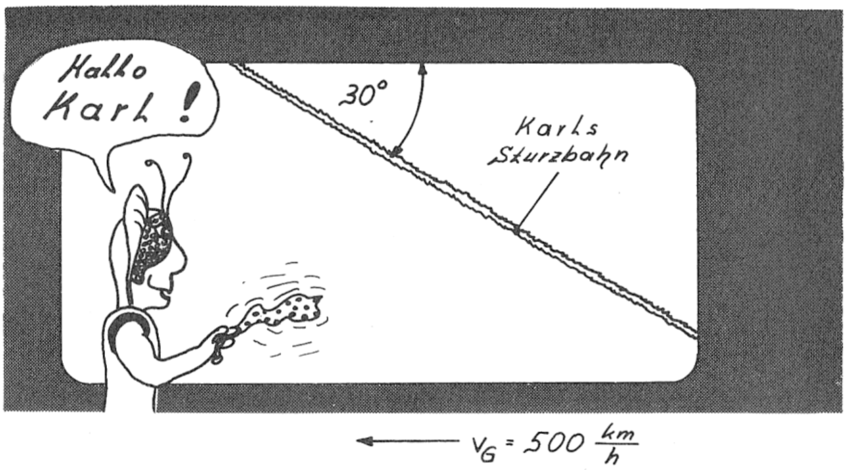
a) Ermittle zeichnerisch die sich nun ergebende resultierende Geschwindigkeit von Karl.

b) Wieviel Meter östlich vom Mörderkaktus landet Karl im Wüstensand? Löse die Aufgabe mittels einer Zeichnung.

c) Wieviel Sekunden nach dem Einsetzen des Westwindes landet Karl?

LÖSUNG M 31

M 32 Der Ionosphären-Engel



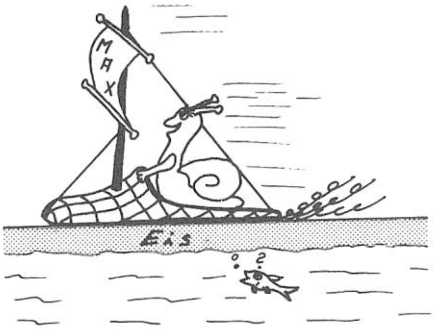
Bei Probeaufnahmen für den Film "Ionosphären-Engel" verliert Stuntman Opa Karl plötzlich in 300 km Höhe seine Raketenflügel. Er stürzt senkrecht nach unten. Gerhard von Galaxis, der gerade die Erde besucht, sieht ihn unter einen Winkel von 30° zur Waagerechten an seinem Raumschiff vorbeisausen und winkt freundlich.

Ermittle die momentane Fallgeschwindigkeit von Opa Karl, wenn Gerhards Raumschiff mit v_G = 500 km/h horizontal daher düst.

LÖSUNG M 32

1.6 Reibung

M 33 Max der Pantoffelheld

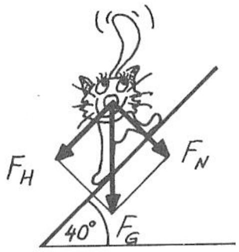


Schnecke Max saust mit einem windangetriebenen Schlappen von Opa Krawuttke über den zugefrorenen Dirac-See.

Wie schwer ist das Gefährt einschließlich der Schnecke Max, wenn die auftretende Reibungskraft 0,1 N und die Gleitreibungszahl 0,05 beträgt?

[*LÖSUNG M 33*]

M 34 Irene auf der schiefen Bahn



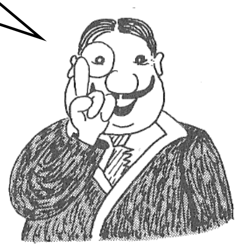
Irene (m = 5 kg) steht auf einem 40° schrägen Dach. Wie groß muss die Haftreibungszahl (Katzenpfötchen/Dach) mindestens sein, damit Irene nicht abrutscht? Rechne mit $m = 1\ \text{kg} \mathrel{\hat{=}} F_r = 10\ \text{N}$.

[*LÖSUNG M 34*]

M 35 Münchhausenstory Nr. 7

"Während meiner Afrika-Expedition war ich Gast bei den Nilotiden in den Sumpflandschaften des oberen Niltales. Bei den üblichen Spielchen während der dicken Begrüßungsfete besiegte ich den Stammesriesen des ohnehin schon recht großgewachsenen Völkchens sensationell im Tauziehen, obwohl er dreimal so stark war wie ich."

Münchhausen spinnt! Oder*?*



[*LÖSUNG M 35*]

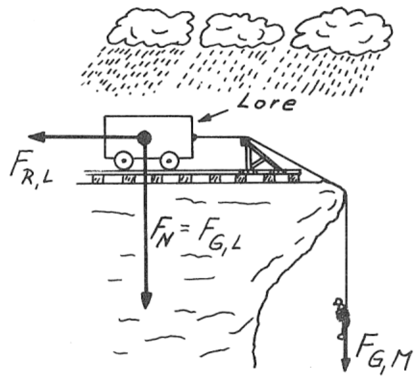
M 36 Mit Max geht es bergab

Mit ihrem selbstgebastelten Rennwagen saust die geschwindigkeitssüchtige Schnecke Max mit konstanter Geschwindigkeit eine Straße hinab, die auf 1 = 100 m Länge um h = 9 m abfällt.

Wie groß sind die bremsenden Reibungskräfte (Luftreibung und Rollreibung zusammengefasst), wenn der Rennwagen mit Max 7,5 N wiegt.

[LÖSUNG M 36]

M 37 Münchhausenstory Nr. 8



"In Sizilien fiel ich der Mafia in die Hände. Um mich grausam langsam über einem gähnenden Abgrund verhungern zu lassen, banden sie mich bei einem alten stillgelegten Bergwerk an eine Lore (offener Güterbahnwagen, wasserdicht). Dort hing ich zwei Tage, bis am Abend des zweiten Tages ein starker Regen einsetzte. Die Lore, die auf exakt horizontalen Schienen stand, füllte sich mehr und mehr mit Wasser. $F_{G\,L} = F_{N,L}$ und somit auch $F_{R,L}$ ($F_{R,L} = f \cdot F_{N,L}$) nahm zu. Als $F_{R,L}$ schließlich größer war als meine Gewichtskraft $F_{G,M}$ fing der Wagen langsam an zu rollen und zog mich hoch. So wurde ich dank der in der Physik geltenden Gesetze noch einmal gerettet."

Münchhausen spinnt! Oder?

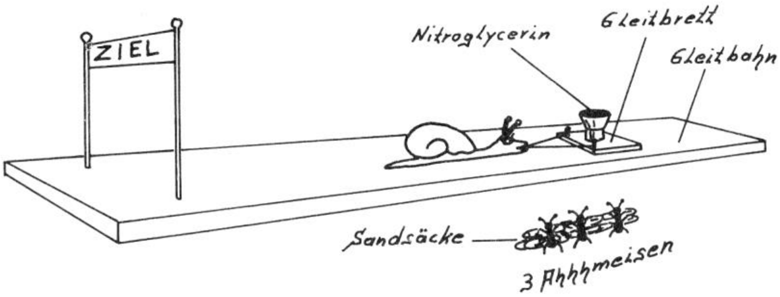
[LÖSUNG M 37]

M 38 Nitroglycerin

Schnecke Max schwebt in Lebensgefahr. In der Kneipe "Zum Flotten Hugo" hat sie, blau wie ein Pantoffeltierchen, mit drei Ahhhmeisen gewettet, dass sie stark genug sei, um ein Schnapsglas, randvoll gefüllt mit Nitroglycerin, <u>aus dem Stand heraus</u> 20 cm weit zu ziehen.

Dies kann die letzte Wette von Max gewesen sein; denn, schwappt nur ein Tröpfchen Nitroglycerin über ist Max, Peng!, für alle Ewigkeit Gast im Schneckenhimmel.

Stoffkombination	f_H	f_G
Holz/Metall	0,65	0,45
Stahl/Eis	0,03	0,01
Teflon/Teflon	0,04	0,04
Gußeisen/Gußeisen	1,10	0,15
Kupfer/Stahl	0,53	0,36



Für welche Stoffkombination (Gleitbrett/Gleitbahn) muss sich Max entscheiden, um das Glas ruckelfrei in Bewegung zu setzen (Begründung!), und mit welcher Kraft muss Max ziehen, um die Wette vielleicht doch noch zu gewinnen? Das Schnapsgläschen voll Nitroglycerin wiegt mit Gleitbrett 3,2 N.

LÖSUNG M 38

1.7 Seilmaschinen

M 39 Hannelore in Ostfriesland

Die faule Kuh Hannelore ist von ihrem Kuraufenthalt in Ostfriesland sehr enttäuscht. Vor lauter Deichen hat sie das Meer noch nicht gesehen. Opa Karl Krawuttke und Oberförster Hubertus Blattschuss (Mitglieder des Naturschutzvereins "Oh, Heidehöschen") helfen.

Wieviel Meter Seil müssen Karl und Hubertus über einen Flaschenzug mit 6 Rollen herunterziehen, damit Hannelore glücklich aus 13 m Höhe auf die tosende Nordsee blicken kann?

LÖSUNG M 39

M 40 Au Backe!

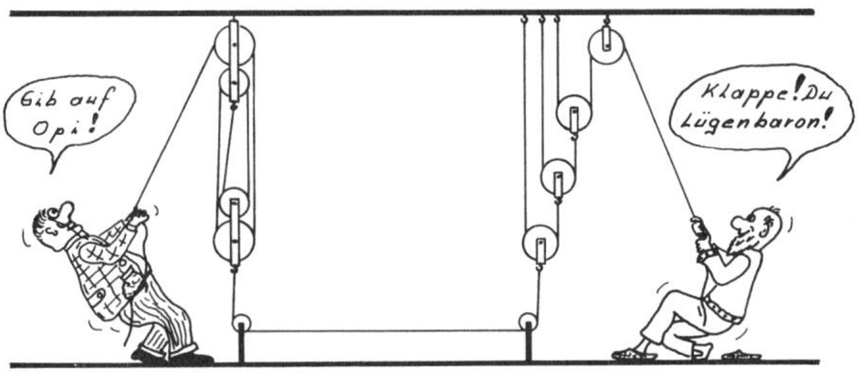
Der Zahnarzt von Bad Einstein zieht selbst die dicksten Backenzähne mit dem kleinen Finger. Dafür hat er sich extra einen hygienischen Miniflaschenzug mit 4 Rollen angeschafft.

Wie fest darf ein Backenzahn jedoch höchstens sitzen, wenn der kleine Finger des Zahnarztes eine maximale Kraft von 60 N hat?

LÖSUNG M 40

M 41 Das Flaschenzugduell

Baron Münchhausen (m_m = 100 kg) fordert Opa Karl Krawuttke (m_K = 60 kg) zu einem Flaschenzugduell heraus, da Karl ihn einen Lügenbaron geschimpft hat (siehe Skizze). Jeder darf nur vier Rollen verwenden.



Listig, wie Münchhausen ist, stopft er sich vorher noch schnell 15 kg Gold aus dem Familienschatz in seine Taschen. Opa Karl dagegen bastelt sich aufgrund seiner hervorragenden physikalischen Kenntnisse leicht grinsend einen Potenzflaschenzug (Skizze).

Wer gewinnt das Flaschenzugduell, wenn das Gewicht der Rollen und die auftretenden Reibungskräfte nicht berücksichtigt werden? Rechne mit m = 1kg ≙ F_G = 10 N.

LÖSUNG M 41

M 42 Auf dem Mond ist alles leichter

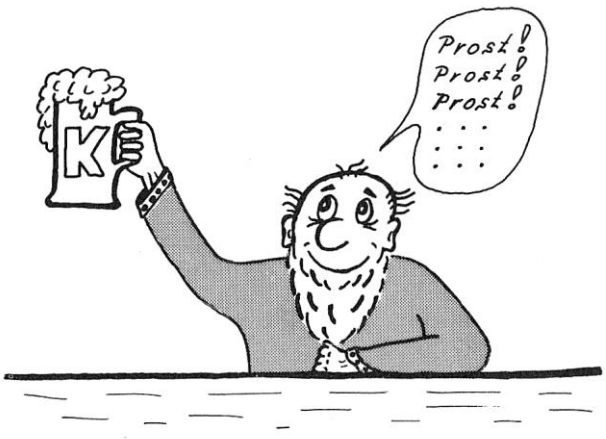
Gerhard von Galaxis kann auf der Erde mit einem Flaschenzug mit 6 Rollen höchstens ein Gewicht von 6.000 N heben, wenn er seinen Raumanzug trägt.

Welches Gewicht kann er mit dem gleichen Flaschenzug auf dem Mond heben, wenn die Mondanziehungskraft nur 1/6 der Erdanziehungskraft beträgt?

LÖSUNG M 42

1.8 Arbeit

M 43 Opa Karl fix und fertig



Opa Karl ist mit den Nerven fix und fertig, nachdem er den Zeitungsbericht über die Arbeitsmoral der heutigen Gymnasiasten gelesen hat. Solche Riesenfaultiere sollen für seine Rente sorgen. Oh Gott! Oh Gott!

Um seinen Stress abzubauen, hebt er im "Flotten Hugo" seinen gefüllten Bierkrug (m = 1,5 kg) mehrmals 90 cm hoch. Dabei verrichtet er insgesamt eine Hubarbeit von 1.188 J.

Wie oft hob Opa Karl den Krug? Rechne mit $m = 1\text{ kg} \mathrel{\hat{=}} F_G = 10\text{ N}$.

LÖSUNG M 43

M 44 Hannelore immer fauler

Um die faule Kuh Hannelore mit dem Bollerwagen zur 100 m entfernten Weide zu ziehen, benötigt Opa Karl eine Kraft von 200 N, wenn die Deichsel um 45° gegen die Horizontale geneigt ist (siehe Skizze).

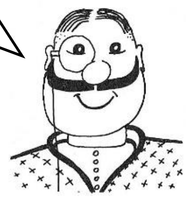
Welche Reibungsarbeit verrichtet er dabei?

LÖSUNG M 44

M 45 Münchhausenstory Nr. 9

"Da ich von Natur aus ein fauler Mensch bin, habe ich in meinem Schloss nur steile und somit kurze Treppen einbauen lassen; denn dadurch verringert sich die beim Treppensteigen zu verrichtende Arbeit W = F · s erheblich, da der Weg s kürzer und meine Gewichtskraft eine konstante Größe ist."

Münchhausen spinnt! Oder?



LÖSUNG M 45

M 46 Liebe gibt Kraft

Opa Karl (m_K = 60 kg) trug 1960 seine Braut Bertha in seine damalige Wohnung im 4. Stock (h = 12 m). Dabei verrichtete er insgesamt eine Hubarbeit von 16,2 kJ.

Wie schwer war Bertha? Rechne mit m = 1 kg ≙ F_G = 10 N.

LÖSUNG M 46

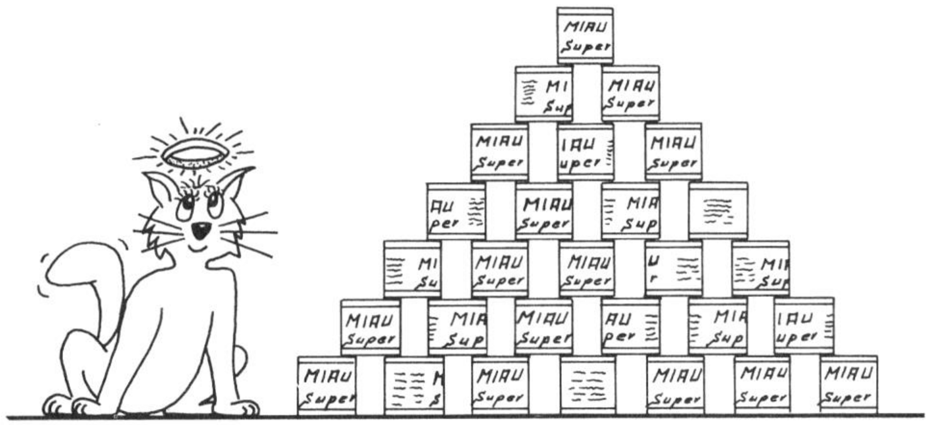
M 47 Irene plündert Supermarkt!

In einer Nacht- und Nebelaktion entwendete Katze Irene Muckefuck aus dem Supermarkt einen Karton (m = 10 kg) "MIAU-SUPER" (Katzenspezialfutter). Über ein mit Schmierseife eingeriebenes 2 m langes Brett schiebt sie den Karton auf den Bollerwagen von Opa Krawuttke. Die auftretende Reibungskraft beträgt nur 4 N. Insgesamt verrichtet Irene eine Arbeit von 45 J.

Wie hoch ist der Bollerwagen? Rechne mit m = 1 kg ≙ F_G = 10 N.

LÖSUNG M 47

M 48 Hochstapelei



In ihrem Vorratsraum stapelt Irene ihre 28 frisch "gemopsten" "MIAUSUPER"-Dosen zu einer hübschen Pyramide auf (siehe Skizze).

Welche Hubarbeit verrichtet sie dabei, wenn alle Dosen vorher auf dem Boden standen? Jede Dose wiegt 3,5 N und ist 6 cm hoch.

LÖSUNG M 48

M 49 Münchhausenstory Nr. 10

"Heute beim Frühsport habe ich meinen Expander 40mal um 1 m gedehnt. Dabei benötigte ich jeweils eine Kraft von 500 N. Somit habe ich also am frühen Morgen schon eine Arbeit von 20 kJ verrichtet."

Münchhausen spinnt! Oder?

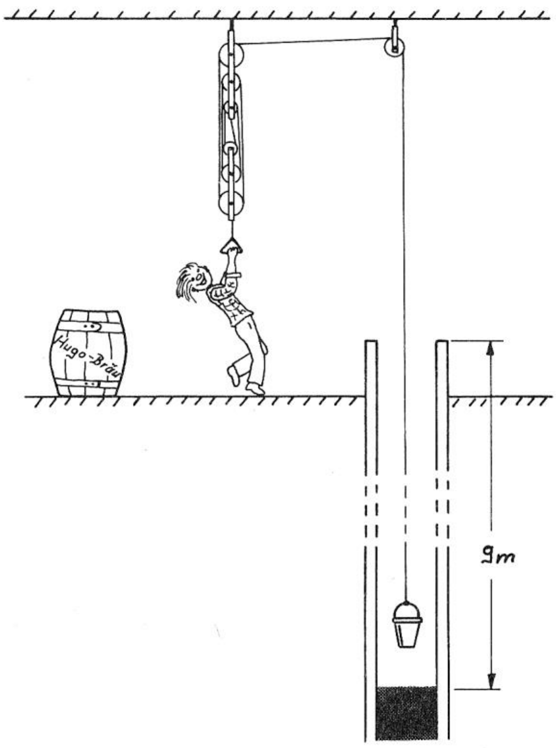
LÖSUNG M 49

M 50 Hugo, der Panscher

Kneipenwirt Hugo Hastig panscht, äh!, veredelt sein Bier nur mit reinem Brunnenwasser. Damit es besonders flott geht, benutzt er einen Flaschenzug mit 6 Rollen rückwärts (siehe Skizze).

a) Um wieviel Meter muss er die untere Flasche herunterziehen und mit welcher Kraft muss er ziehen, um den vollen Eimer (F_E = 105 N) um 9 m zu heben?

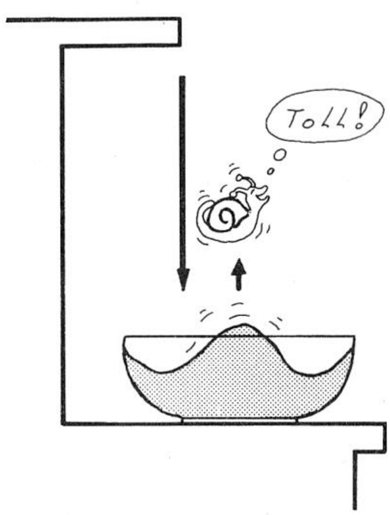
b) Welche Hubarbeit muss Hugo Hastig mit und ohne Verwendung des Flaschenzuges verrichten?



LÖSUNG M 50

1.9 Energie

M 51 Schlabbel-Wabbel

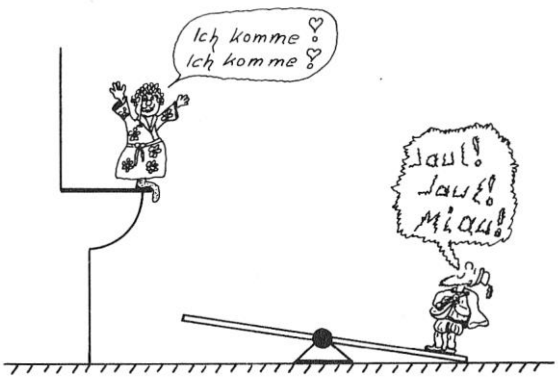


Die Schnecke Max (m = 50 g) trainiert für die Weltmeisterschaft im Trampolinspringen. Deshalb stürzt sie sich vom Küchenschrank auf die 1,5 m tiefer gelegene Schüssel mit Wackelpeter. Der Wackelpeter schleudert Max wieder hoch, jedoch nur noch um 1 m, denn ein Teil der Lageenergie hat sich in innere Energie umgewandelt.

Berechne diesen "Energieverlust" nach dem ersten Sprung. Rechne mit m = 1 kg ≙ F_G = 10 N.

[LÖSUNG M 51]

M 52 Karl, der Schleuderakrobat



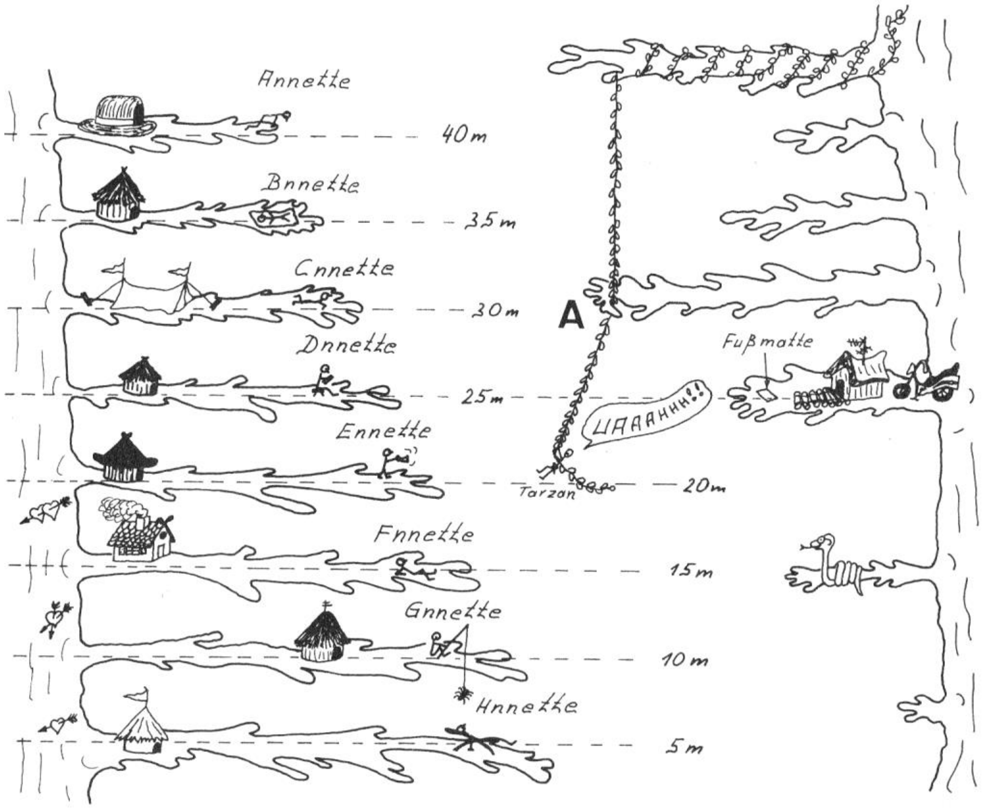
Baron Münchhausen (m_M = 100 kg) und Opa Karl (m_K = 60 kg) treten mit ihrer großen Schleudernummer für einen guten Zweck im Zirkus auf. Opa Karl steht als Troubadour unten auf der Wippe und singt herzzerreißende Liebeslieder. Münchhausen, geschickt als Baronin verkleidet, springt mit entflammtem Herzen und wehendem Nachthemd von der Balkonbrüstung (h_M = 3 m) auf die Wippe und schleudert ihren geliebten Troubadour hoch in die Luft.

Wie hoch fliegt Karl, wenn wir von Reibungskräften absehen? Rechne mit m =1 kg ≙ F_G = 10 N.

[LÖSUNG M 52]

M 53 Tarzan und die Urwaldschönen

Bertha Krawuttke guckt mit klopfendem Herzen Fernsehen. "Uaaahhh!!!" grölt Tarzan durch den tropischen Regenwald; denn ihm steht der Sinn nach Höherem. Die hübschen Urwaldmäuschen in den unteren Stockwerken des benachbarten Urwaldriesenbaumhochhauses hat er schon alle besucht und seine Herzchen in den unschuldigen Stamm geritzt. Wild entschlossen, heute eine der oberen Urwaldschönen zu besuchen, greift sich Tarzan eine Liane und startet energievoll von seiner Fußmatte. Zu allem Übel bleibt die Liane an dem Aststumpf A hängen.



a) In welcher Höhe (siehe Skizze) wird Tarzan nun sein Herzchen in den unschuldigen Stamm ritzen, wenn wir mal wieder von Reibungsverlusten absehen? Und welche Höhe hätte Tarzan erreicht, wenn die Liane nicht bei A hängen geblieben wäre?

b) Wie groß ist die Lageenergie von Tarzan (F_G = 730 N) relativ zu Fnette, wenn er sich auf seiner Fußmatte sonnt?

LÖSUNG M 53

M 54 Bertha hat Liebeskummer

Oma Bertha (F_G = 750 N) hat Liebeskummer; denn auch sie hat sich in Tarzan verliebt. Als Dame im reiferen Alter weiß sie jedoch, dass die Chance von Tarzan besucht zu werden, sehr gering ist. Vor lauter Seelenschmerz isst sie 500 g Heringe (E_1 = 5.600 kJ) , 2 Tafeln Vollmilchschokolade (E_2 = 4.700 kJ), 1 Blumenkohl (E_3 = 800 kJ) und trinkt dabei 1 Liter Rotwein (E_4 = 2.900 kJ). Mit der gleichen Energie könnte Bertha auch im 7. Himmel schweben, wenn sie diese Energie in Lageenergie umwandeln könnte.

a) Wie hoch würde sie über Bad Einstein schweben, wenn dies möglich wäre?

b) Welchen Fehler machen wir bei der Berechnung von Berthas "Flughöhe"?

LÖSUNG M 54

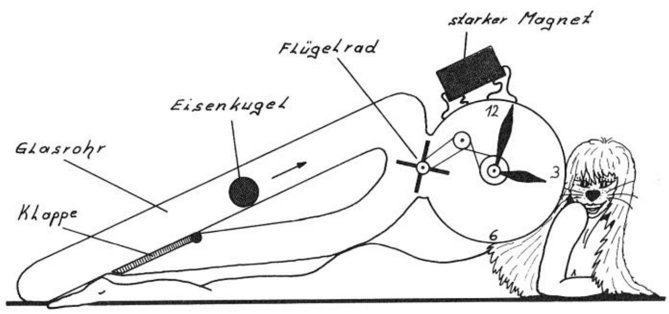
M 55 "Verdammt!"

"Verdammt! " tobt Karl, das hat ihm gerade noch gefehlt. Auf der letzten Etappe der Rentner-Rallye in den Pyrenäen um den großen Schmugglerpreis von Andorra geht ihm das Kerosin (Treibstoff für Flugzeuge) aus. Nun muss er pupsnormales Benzin tanken. Bei der Verbrennung von 1 Liter Benzin wird ja nur eine Energie von 40 MJ frei und davon heizen 70% (!) unnütz den Motor auf. Nur die restlichen 30% werden in mechanisch nutzbare Energie umgesetzt.

Wie weit kommt Karl mit seiner 5 Liter-Tankfüllung Benzin auf ebener Strecke, wenn die bei der Fahrt auftretenden Reibungskräfte im Durchschnitt 1200 N betragen?

LÖSUNG M 55

M 56 Münchhausenstory Nr. 11



Meine Urahnen bekamen im 17. Jh. vom Bischof von Chester eine sehr einfache Uhr geschenkt, die auch heute noch in meinem Schloss recht genau die Zeit anzeigt. Der sehr einfache Mechanismus funktioniert wie folgt: Eine Eisenkugel wird in einem Glasrohr von einem Magneten hochgezogen. Da das obere Glasrohr eine schiefe Ebene darstellt, braucht der Magnet nur die geringe Hang-abtriebskraft der Kugel zu überwinden. Dies ändert sich jedoch, wenn die Kugel am oberen Ende der Glasröhre angekommen ist. Denn um das gesamte Gewicht der Eisenkugel zu halten, ist der Magnet zu schwach. Die Kugel stürzt nach unten und saust, nachdem sie das Flügelrad bewegt hat, mit Schwung durch die Klappe und kommt am Ende des Glasrohres zur Ruhe. Nun beginnt das Spiel von vorne. Das Flügelrad bewegt somit fortlaufend über Zwischenräder die Zeiger der Uhr.

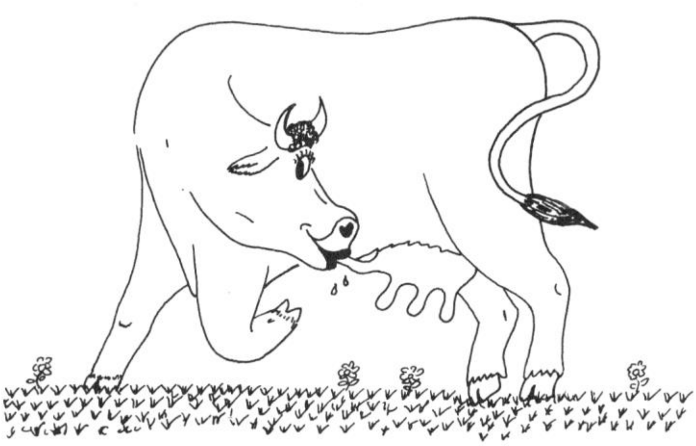
Dank des ausgesprochen einfachen Mechanismus braucht man diese Uhr also nie aufzuziehen."

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 56

M 57 Hannelore, den Tränen nahe

Aus welchen Gründen wurde Hannelore vom Patentamt nicht als Perpetuum mobile anerkannt?



[LÖSUNG M 57]

1.10 Leistung

M 58 Karl spielt mit seinem Leben

Um seinen neuen Herzschrittmacher zu prüfen, jagt Opa Karl Krawuttke (F_G = 600 N) bei einem Besuch in Köln in 4 Minuten auf die Aussichtsplattform (h = 103 m) des Kölner Domes.

Welche physikalische Leistung hat er vollbracht?

[LÖSUNG M 58]

M 59 Münchhausenstory Nr. 12

"Zu meinem fürstlichen Fuhrpark gehören auch zwei Rolls-Royces mit je einer Leistung von 100 kW. Bei Vollgas beträgt die Motorkraft des ersten Rolls-Royce 2.400 N, die des zweiten Rolls-Royce 1.600 N. Bei Autorennen auf ebenen Strecken benutze ich deshalb am liebsten meinen schwächeren Rolls-Royces."

Münchhausen spinnt! Oder?

[LÖSUNG M 59]

M 60 "Brrrmmmm!"

Opa Karls neuer Feuerstuhl wird von einem 50 kW-Motor angetrieben. Auf ebener Straße erreicht er bei Windstille eine maximale Geschwindigkeit von 170 km/h, d.h., die Kraft des Motors ist nun genauso groß wie die auftretenden Reibungskräfte (Luft- und Rollreibung).

a) Berechne die Motorkraft.

b) Welche Aussagen kannst du über die Geschwindigkeit von Karl machen, wenn es nur Rollreibung (z.B.: F_R = 100 N) und keine Luftreibung geben würde?

[LÖSUNG M 60]

M 61 Mäuseherzen schlagen höher

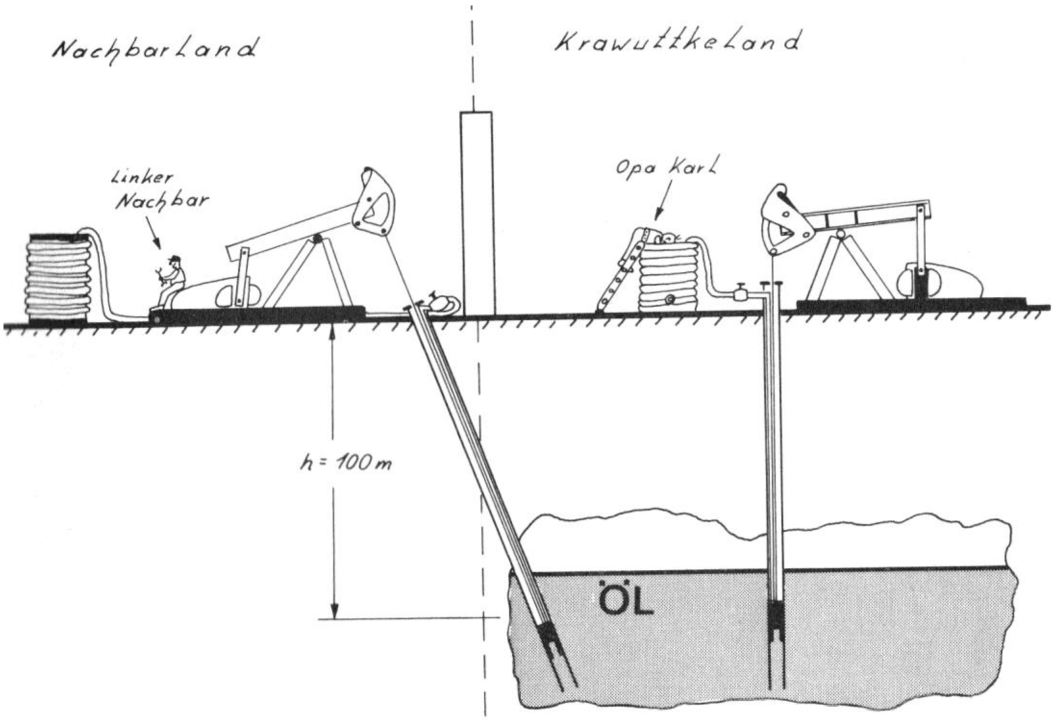
Irene ($F_{G,I}$ = 50 N) sollte endgültig auf den Mond geschossen werden. Deshalb hatten die Mäuse eine Rakete (durchschnittliches Fluggewicht ($F_{G,R}$ = 40 N) an Irenes Schwanz festgebunden.

Trotz eines grandiosen Startes, der alle Mäuseherzchen höherschlagen ließ, erreichte die Rakete aufgrund ihres geringen Brennstoffvorrates nur eine Flughöhe von 42 m. Die Leistung (P = 0,8 kW) der Rakete war also zu gering, um den großen Mäusetraum zu erfüllen.

Berechne die Brenndauer der Rakete, wenn die durchschnittliche Luftreibungskraft 10 N betrug.

[LÖSUNG M 61]

M 62 Schwarzes Gold



Aufgrund reger Maulwurftätigkeit entdeckt Opa Karl eine Mineralöllagerstätte mit 400.000 Liter abpumpbarem Öl unter seinem Garten. Sofort beginnen er und sein linker Nachbar mit der Förderung. Nach 38 Stunden ist die Erdöllagerstätte erschöpft.

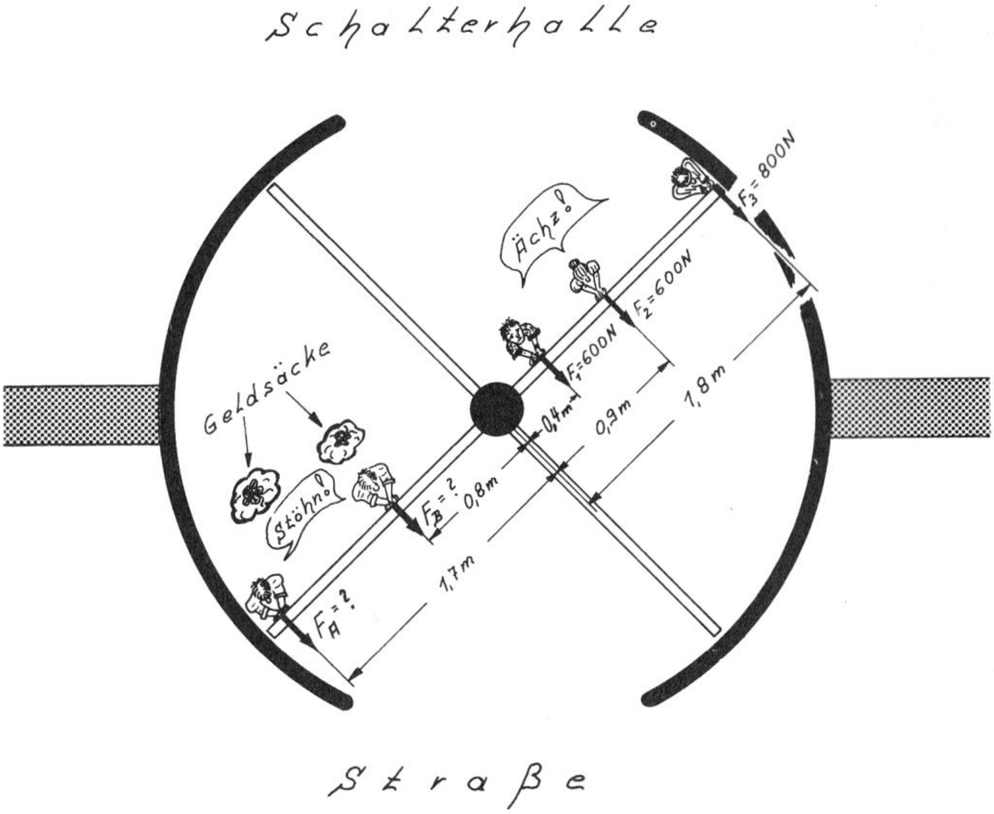
a) Wieviel Liter Rohöl hat Karl Krawuttke gefördert, wenn seine elektrisch angetriebene Pumpe eine Leistung von P_{Kzu} = 2 kW und einen Wirkungsgrad von η = 0,85 hat? Die mittlere Hubhöhe beträgt 100 m. Die Wichte des Öls beträgt $\gamma_{Öl}$ = 0,9 cN/cm^3.

b) Welche Leistung P_{Nzu} besitzt die Ölpumpe des Nachbarn, wenn sie ebenfalls einen Wirkungsgrad von η = 0,85 hat?

LÖSUNG M 62

1.11 Hebel und Drehmoment

M 63 Kampf in der Drehtür



Banküberfall auf die Kreissparkasse in Bad Einstein! Die drei Bankangestellten versuchen verzweifelt, die zwei Ganoven (beide gleich stark, da Zwillinge) durch Schieben oder Ziehen in der kugelsicheren Drehtür solange festzuhalten, bis Kommissar Kurzschluss mit seinen Jungs zur Stelle ist.

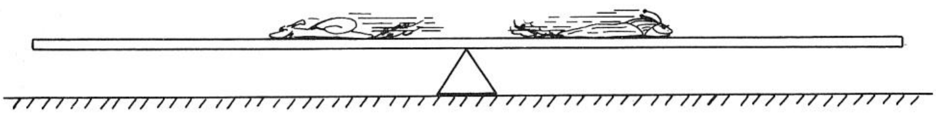
Im dargestellten Fall schieben alle mit ganzer Kraft und das linksdrehende Drehmoment M_L ist genauso groß wie das rechtsdrehende Drehmoment M_R.

a) Mit welcher Kraft schiebt jeder Ganove (beide gleich stark)?

b) Haben die beiden Ganoven eine Chance zu entkommen, wenn ihnen plötzlich einfällt, was ihnen ihr lieber Physiklehrer vor Jahren über die Größe eines Drehmomentes erzählte?

LÖSUNG M 63

M 64 Max im Finale



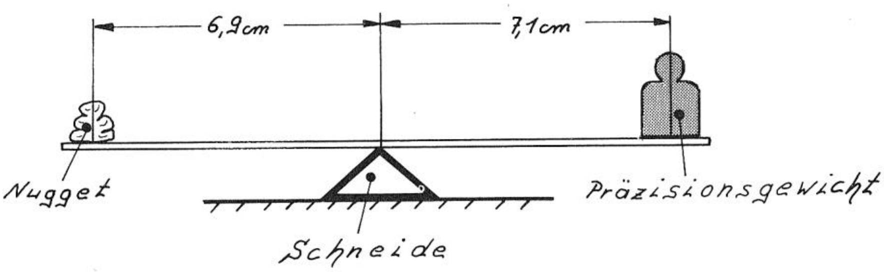
Nachdem ihr Semifinalgegner wegen Dopings disqualifiziert worden ist, nimmt Schnecke Max nun am Endlauf zur Ermittlung der schnellsten Schnecke von Deutschland teil. Der Gegner von Max ist eine nackte (d.h. ohne Häuschen) Wegschnecke.

Da Max ja noch sein Häuschen mitschleppen muss, ist er gegenüber der leichteren Wegschnecke benachteiligt, denn die Gewichtskraft von Max beträgt 0,5 N, die der Wegschnecke 0,4 N. Um diesen Gewichtsunterschied auszugleichen, starten beide von der Mitte einer langen Balkenwaage. Derjenige ist Deutscher Meister, dessen Balkenende zuerst den Boden berührt. Die Wegschnecke jagt mit einer Geschwindigkeit von 10 mm/s los.

Wie schnell muss Max mindestens daher düsen, um nicht zu verlieren?

LÖSUNG M 64

M 65 Känguruhspringinsfeldfeuerwasser



Baron Münchhausen erzählt seinen Freunden aus Bad Einstein von seiner Australienreise: "Ein Kaufmann in Kalgoorlie-Boulder (Westaustralien) verkaufte den Goldgräbern aus der Umgebung sein Känguruhspringinsfeldfeuerwasser gerne direkt gegen frischgeschürftes Gold.

Durch einen kleinen "unbeabsichtigten" Schubser war die Schneide seiner kleinen Balkenwaage um 1 mm nach links verrutscht (siehe Skizze). Wie der Zufall es nun auch noch wollte, legte er die Goldnuggets immer auf die linke Seite der Waage. So wog er in einem Jahr 5 kg Gold ab."

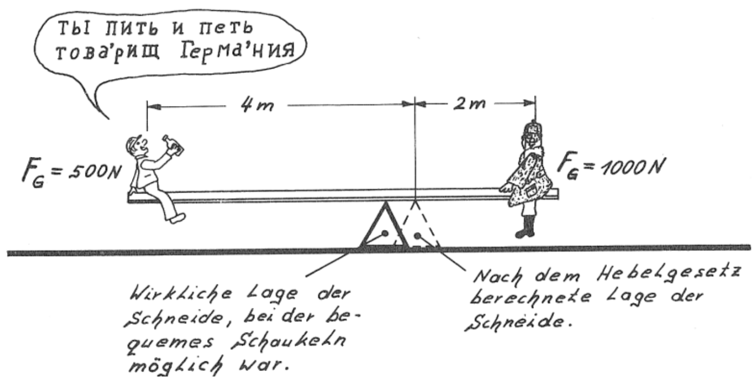
a) Wieviel Gramm Gold waren es jedoch in Wirklichkeit? Rechne mit $m = 1\ kg \triangleq F_G = 10\ N$.

b) Wieviel DM brachte ihm sein kleiner Schubser im Jahr zusätzlich ein, wenn 1 g Gold einen Wert von 35,- DM hat.

c) Wieso verdiente er in Wirklichkeit noch etwas mehr, als wir bei b) berechnet haben?

LÖSUNG M 65

M 66 Münchhausenstory Nr. 13



"Einen wunderschönen Urlaub habe ich im letzten Jahr im Stanowoigebirge in Sibirien verbracht. Mein Freund Wodkajowitsch und ich hatten immer einen Mordsspaß beim Schaukeln mit den Eisenbahnschienen der noch im Bau befindlichen "Baikal-Amur-Magistrale". Und stellt euch vor, was ich dabei herausgefunden habe! Die Hebelgesetze sind falsch! Denn obwohl ich (F_G = 1000 N) genau doppelt so schwer war wie Brüderchen Wodkajowitsch (F_G = 500 N) war ein bequemes Schaukeln nur möglich, wenn die Schneide den Hebel nicht wie berechnet im Verhältnis 2:1 teilte.

Also das Hebelgesetz $F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$ stimmt nicht!"

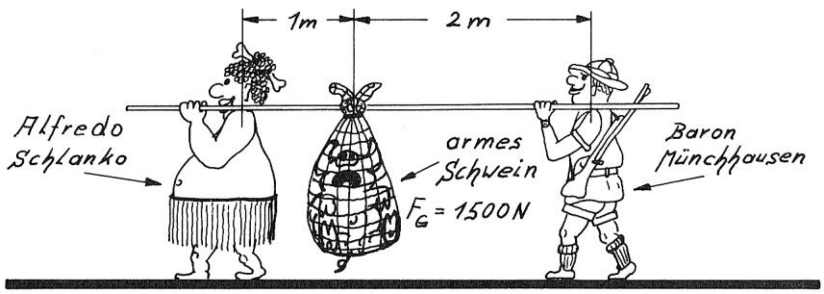
Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 66

M 67 Armes Warzenschwein

Wenn die Mitglieder des Tierschutzvereins "Oh, Heidehöschen" das erfahren! Auf seiner Afrika-expedition fing Baron Münchhausen mit seiner Hängematte ein fettes Warzenschwein. Anschließend haben er und sein schwarzer Träger Alfredo Schlanko das arme Ferkel mit einer 3 m langen Stange zum Lagerplatz transportiert.

Mit welcher Gewichtskraft drückte das Ferkel auf die Schulter von Baron Münchhausen und auf die Schulter von Alfredo Schlanko?



LÖSUNG M 67

1.12 Schwerpunkt und Gleichgewicht

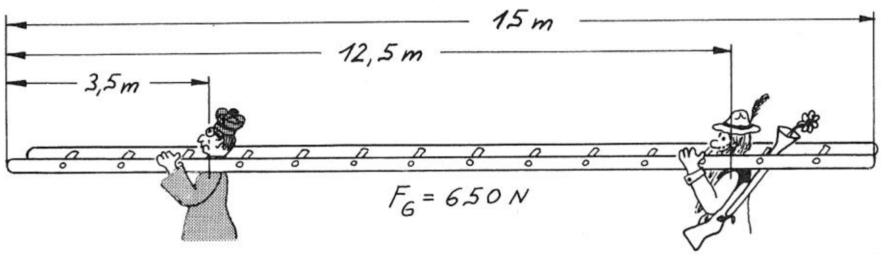
M 68 "Satansbraten!"

Nur weil er gegen Hugo Hastig zum achten Mal hintereinander im Würfelspiel "Wer bezahlt die nächste Runde?" verloren hat, verlässt der bürgernahe Pfarrer Eligius Rosenfranz voller Wut die Kneipe "Zum Flotten Hugo". "Du Satansbraten spielst mit gezinkten Würfeln!", schreit er Hugo Hastig noch zu, dann ist er verschwunden.

Wo muss der Schwerpunkt eines Würfels liegen, wenn überwiegend die Sechs nach oben zeigen soll?

LÖSUNG M 68

M 69 Eligius auf 180!



Nachdem Pfarrer Eligius Rosenfranz verärgert die Kneipe "Zum Flotten Hugo" verlassen hat, trifft ihn auch schon der zweite Schlag. Schnecke Max fährt mal wieder, unanständige Lieder grölend, auf dem Minutenzeiger der Kirchturmuhr Karussell. Mit hochrotem Kopf schleppt Eligius unter Mithilfe von Oberförster Hubertus Blattschuss die 15 m lange Feuerwehrleiter aus dem Spritzenhaus, um Max von der Uhr zu holen.

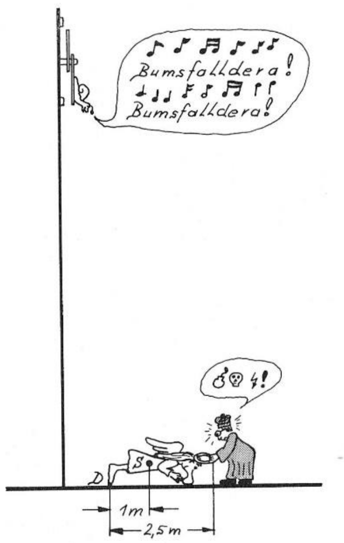
Mit welcher Kraft drückt die Leiter auf die Schultern von Hubertus und die von Eligius, wenn sie die 650 N schwere Leiter wie skizziert tragen?

LÖSUNG M 69

M 70 „!"

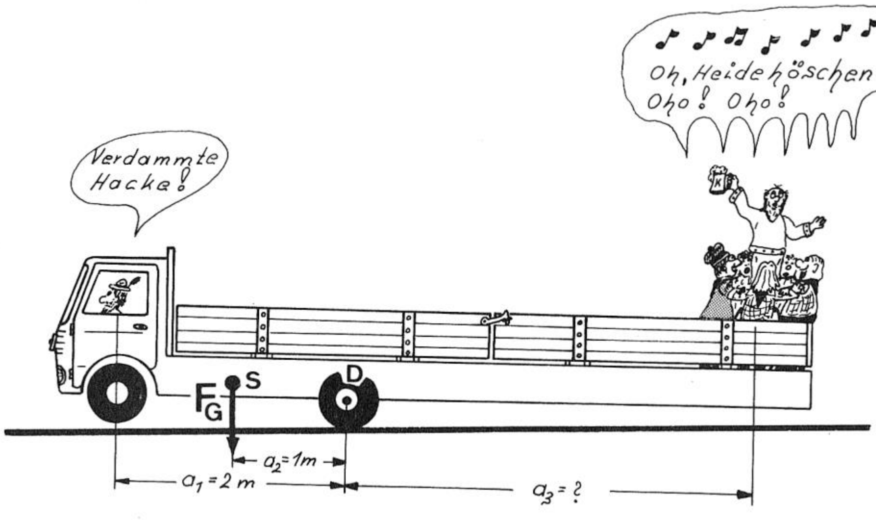
Eligius ist außer sich vor Zorn! Bei dem Versuch, Max mit der Feuerwehrleiter von der Kirchturmuhr zu holen, hat er auch noch, Bautz!, die Statue von St. Albert (F_G = 1800 N) umgestoßen. Drei Minuten lang trampelt Eligius leise schimpfend im Blumenbeet herum, dann hat er sich beruhigt.

Mit welcher Kraft muss er jetzt am Heiligenschein von Sankt Albert ziehen, um den alten Burschen wieder auf die Füße zu stellen? Die Fußspitzen bilden den Drehpunkt D. S gibt die Lage des Schwerpunktes an (siehe Skizze).



LÖSUNG M 70

M 71 Betriebsausflug “Oh, Heidehöschen”



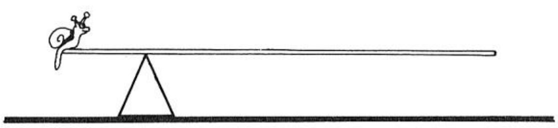
Der diesjährige Betriebsausflug des Naturschutzvereins "Oh, Heidehöschen" wird mit dem Holztransporter (m = 2 t) von Oberförster Hubertus Blattschuss unternommen. Damit der Wagen einen möglichst kleinen Wendekreis hat, sind die Radachsen nah zusammengebaut. Der Schwerpunkt S des Holztransportes ist in der Skizze angegeben.

Förster Hubertus Blattschuss (F_1 = 785 N) steuert den Wagen. Die anderen, Opa Karl Krawuttke (F_2 = 600 N), Baron Münchhausen (F_3 = 1.000 N), Pfarrer Eligius Rosenfranz (F_4 = 680 N), Bäckermeister Blasius Blätterteig (F_5 = 880 N), Kommissar Kurzschluss (F_6 = 740 N) Kneipenwirt Hugo Hastig (F_7 = 550 N) sowie ein Fass "Hugo Bräu" (F_8 = 1.000 N), wollen Oberförster Hubertus dadurch ein bisschen ärgern, dass sie die Vorderräder des Wagens zum Abheben bringen, um Hubertus somit seiner Steuerfunktion zu entheben.

In welchem Abstand vom Drehpunkt D müssen sie ihre vereinte Gewichtskraft ($F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8$) auf die Ladefläche des LKWs wirken lassen, damit die Vorderräder gerade abheben?

LÖSUNG M 71

M 72 Clever! Clever!



Um auch alleine schaukeln zu können, baut Max sich eine Einmannwippe aus einer 1,5 m langen und $F_{G,H}$ = 7,5 N schweren Holzleiste.

An welcher Stelle muss Max ($F_{G,M}$ = 0,5 N) die Schneide unter die Holzleiste legen, damit er bequem schaukeln kann?

LÖSUNG M 72

M 73 Na, denn "Prost!"

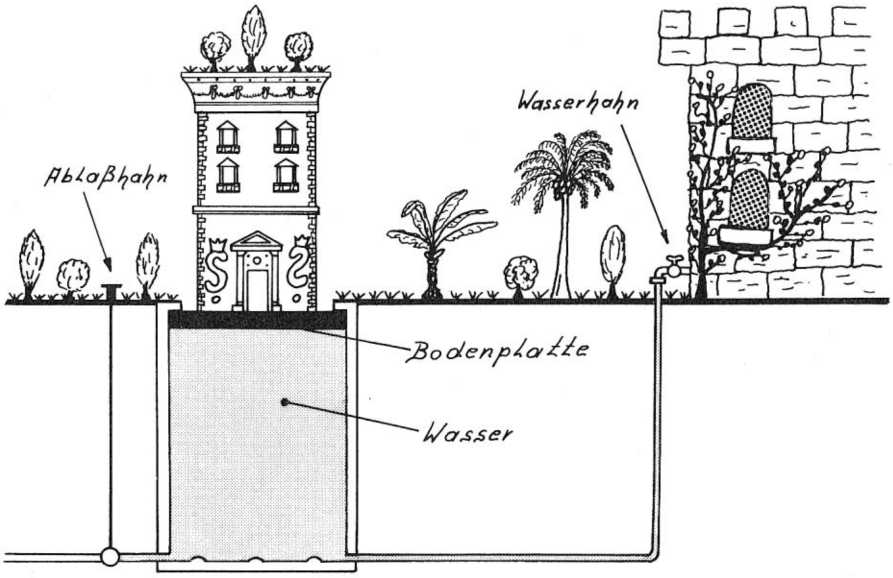
Hugo Hastig zahlt die nächste Runde; denn er hat die Wette gegen Opa Karl Krawuttke verloren. Hugo war einfach nicht fähig sich aufzurichten, während er den Kneipenstuhl, wie skizziert, hochhielt.

Wieso kann Hugo sich nicht aufrichten? Probiere es selbst einmal aus.

LÖSUNG M 73

1.13 Druck

M 74 Das Fest der Lügenbolde



Jedes Jahr am 1. April feiert Münchhausen in seinem fürstlichen Schloss ein rauschendes Fest. Hier treffen sich die größten Lügenbolde der Welt, um sich gegenseitig in den April zu schicken. Da es so viele erstklassige Lügenbolde auf der Welt gibt, reicht die Anzahl der Schlafgelegenheiten im Schloss nicht aus. Aus diesem Grunde dreht Münchhausen einfach den Wasserhahn auf und, "Hokuspokus", bewegt sich der Rasen in seinem Schlosspark und aus der Erde "wächst" ein großes luxuriöses Gästehaus.

Wie, groß ist die Bodenplatte des Gästehauses, wenn es vollgestopft mit Lügenbolden 15 MN wiegt. Aus Sicherheitsgründen rechnen wir aber mit der doppelten Gewichtskraft F_G = 30 MN. Der Druck in der Wasserleitung beträgt 3,5 bar (1 bar = 10^5 Pa).

LÖSUNG M 74

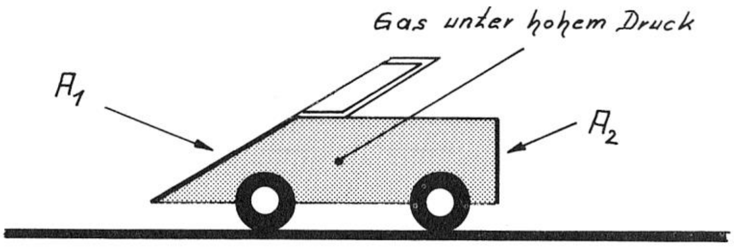
M 75 Plopp!

Plopp! Schon wieder hat Münchhausen eine Flasche Champagner für seine Gäste entkorkt. Mit einer Kraft von F_M = 211 N musste Münchhausen am Korken ziehen, da die Reibungskraft zwischen Korken und Flaschenhals F_R = 406 N betrug und in der Flasche ein Überdruck von p = 6,5 bar (1 bar = 10^5 Pa) herrschte.

Wie groß ist die Flaschenhalsöffnung?

LÖSUNG M 75

M 76 Münchhausenstory Nr. 14



Kurz vor Mitternacht erzählte Münchhausen seinen Gästen folgende Story: "Verehrte Gäste! Sie kennen unsere liebe kleine Schnecke Max, die ja bekanntlich schnelle Fahrzeuge über alles liebt. Um Max eine Freude zu machen, habe ich ein neuartiges Druckauto entwickelt. Es besteht aus einer vollständig geschlossenen, stabilen Blechdose, die unter hohem Druck mit Gas gefüllt wurde.

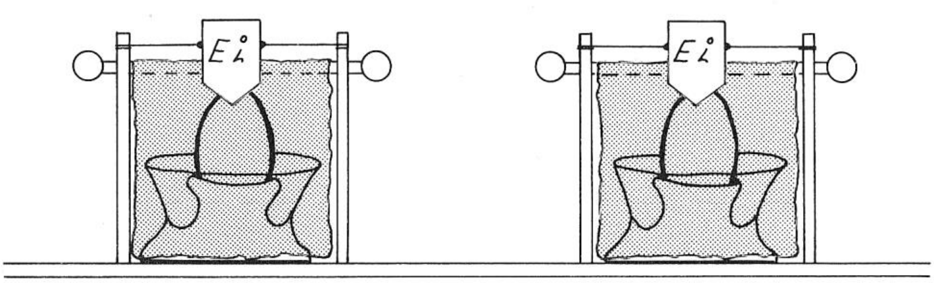
Der Druck des Gases auf die Innenseite der linken Dosenwand A_1 ist genauso groß wie der Druck auf die Innenseite der rechten Dosenwand A_2. Da die Fläche A_1 größer ist als die Fläche A_2, folgt nach der Gleichung $F = p \cdot A$, dass die nach links gerichtete Kraft F_l größer ist als die nach rechts gerichtete Kraft F_r.

Infolge dieser unbestreitbaren physikalischen Gesetzmäßigkeit setzt sich mein neu entwickeltes Druckauto nach links in Bewegung."

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 76

M 77 "Ach, du dickes Ei!"



Münchhausens Druckautostory war wie ein Startschuss. Nun erzählte ein Lügenbold nach dem anderen die unglaublichsten Geschichten. So behauptet ein Lügenbold aus Afrika, er könne noch auf 50 m Entfernung ein gekochtes Straußenei von einem rohen unterscheiden, selbst dann noch, wenn diese Eier wie skizziert hinter einem undurchsichtigen Vorhang in je einer großen Glasschale stehen würden. Dazu brauche er nur ein zielsicheres Gewehr. "Aber keine Angst! Die Glasschalen werden nicht beschädigt", sagt er.

Hat der afrikanische Lügenbold die Wahrheit gesagt?

LÖSUNG M 77

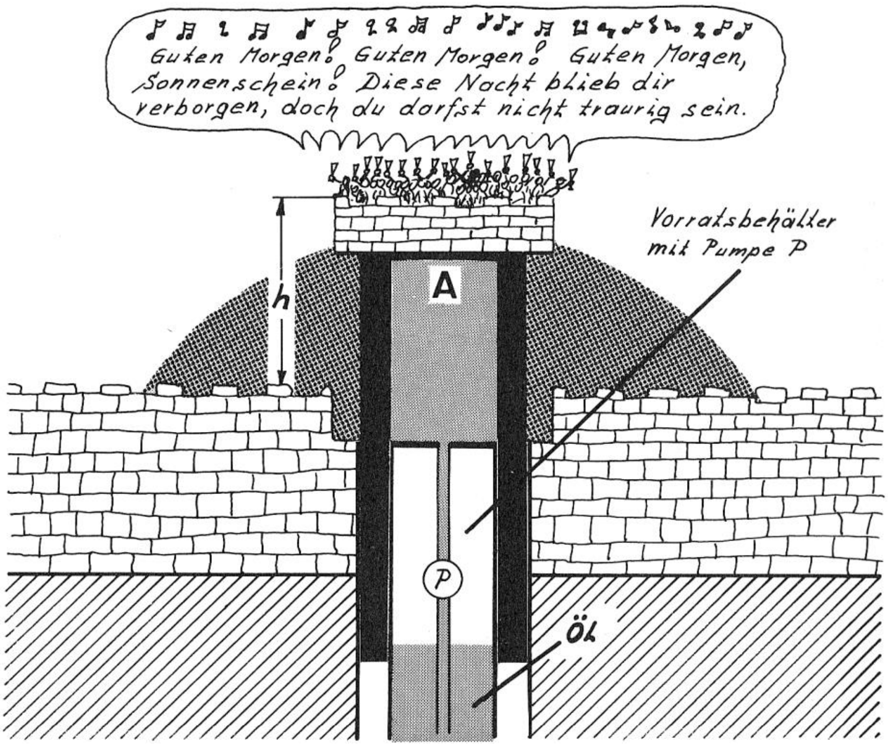
M 78 Rock around the clock

Die Gäste waren außer sich vor Begeisterung, als sie die vielen Lügengeschichten hören und auch erzählen konnten. Immer häufiger brandete stürmischer Beifall auf und die Stimmung erreichte ihren Höhepunkt. Oldtimer aus den goldenen 50er Jahren wurden auf den Plattenteller gelegt, und die ganze verlogene Gesellschaft tanzte wie wild Rock n' Roll. Bei Elvis "Rock around the clock" geschah es dann: Eine Lügenboldin ($F_{G,L}$ = 550N) trat Münchhausen, volle Pulle, mit einem ihrer Pfennigabsätze (A_L = 1 cm^2), der in diesem Augenblick ihr ganzes Gewicht trug, auf den dicken Zeh. "Jaaauuulll!!!", Münchhausen übertönte Elvis. "Mein Gott!", stöhnte Münchhausen, "sie übertreffen ja selbst den dicksten Elefanten ($F_{G,E}$ = 57 kN), wenn er auf einem Bein (A_E = 20 dm^2) 'steht!" "Pöh!", 'antwortete die tollpatschige Lügnerin beleidigt, "ich habe sie weniger unter Druck gesetzt als die zarte Diamantnadel ihre Elvisplatte", ($F_{G,D}$ = 0,02 N, A_D = 0,03 mm^2).

Kann man den beiden glauben?

LÖSUNG M 78

M 79 Guten Morgen, Sonnenschein!



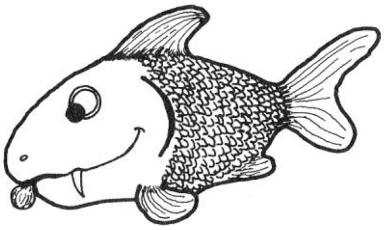
Die verlogene Partygesellschaft tanzte die ganze Nacht hindurch bis zum Morgengrauen. Dann liefen sie alle auf die Burgmauer, um der aufgehenden Sonne zuzuprosten. Münchhausen drückte auf einen Geheimknopf und zur Überraschung aller Partygäste hob ein in die Burgmauer integrierter Aussichtsturm alle Gäste um 10 m in die Höhe. Die Pumpe, die den Turm einschließlich der Gäste und dem Öl (γ = 0,85 cN/cm^3) in drei Minuten 10 m hochdrückte, hat eine Leistung von P = 125 kW.

Berechne die Größe der Fläche A, auf die ein Druck von p = 4 kPa wirkte.

LÖSUNG M 79

1.14 Schweredruck und Luftdruck

M 80 Kurti Klunker



Kurti Klunker, der Goldfisch von Baron Münchhausen, hat von Max Kaugummi mit Wasserflohgeschmack geschenkt bekommen. Darüber freut er sich sehr, auch wenn seine Kaugummiblasen recht bescheiden ausfallen.

Berechne den mittleren Schweredruck, der auf die kleine Kaugummiblase mit Wasserflohgeschmack in 23 cm Tiefe wirkt. Den Luftdruck an der Wasseroberfläche wollen wir vernachlässigen.

LÖSUNG M 80

M 81 Münchhausenstory Nr. 15

"Da haben die Jungs von der Kriegsmarine aber nochmal Glück gehabt, dass ich bei ihrer Tauchfahrt in der Norwegischen Rinne als Gast bei ihnen an Bord war. Stellt euch vor: Wir befanden uns in 113 m Tiefe und ein gewaltiger Druck lastete auf dem U-Boot, als plötzlich eiskaltes Salzwasser (ϱ = 1,02 g/cm^3) in den Mannschaftsraum schoss. Ein Loch (A = 1,5 cm^2) war in der Bordwand! Panik brach aus! Nur ich blieb ruhig und drückte meinen kleinen Finger in das Loch, so dass kein Wasser mehr ins U-Boot eindringen konnte. Nachdem sich alle von diesem Schrecken erholt hatten, tauchten wir langsam wieder auf."

Zeige durch Rechnung, ob Münchhausen lügt oder nicht. Nimm an, dass er seinen kleinen Finger höchstens mit einer Kraft von F_M = 200 N in das Loch drücken kann. Rechne mit m = 1 kg ≙ F_G = 10 N.

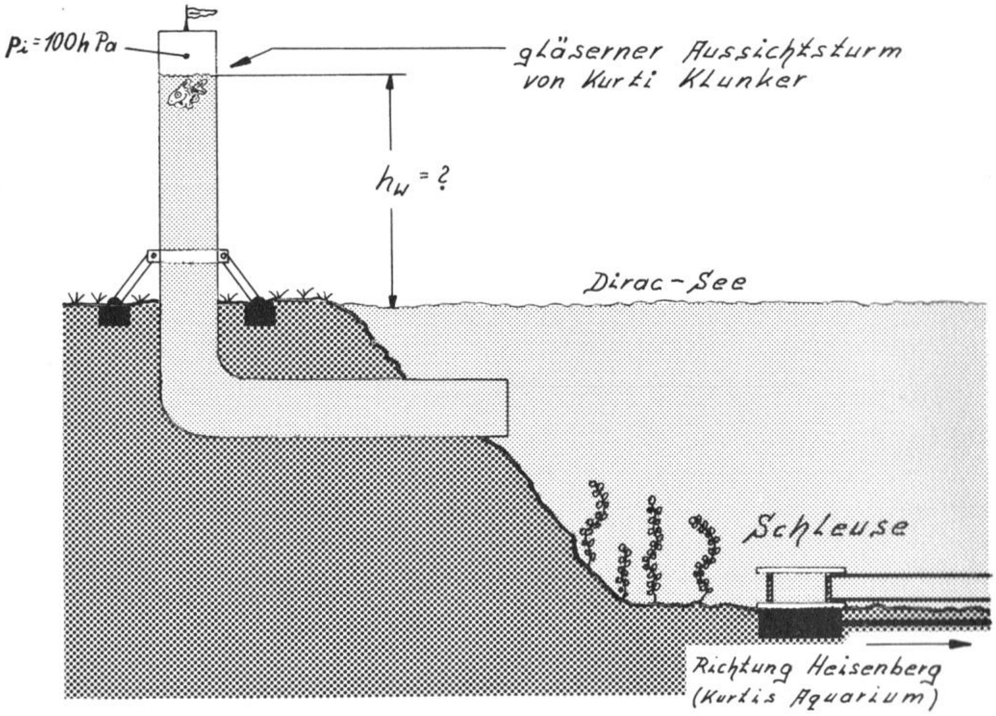
LÖSUNG M 81

M 82 Ein Hoch!

Kurti Klunker hat heute Ausgang und dies freut ihn ganz besonders; denn ein kräftiges Hochdruckgebiet (p_{L1} = 1.049 mbar) bestimmt das Wetter in Mitteleuropa. D.h.: Das Wasser in seinem gläsernen Aussichtsturm (siehe Skizze) steht heute hoch wie nie. Da Kurtis Aquarium eine Direktverbindung zum Dirac-See besitzt, düst er sofort los.

a) Wie hoch (h_W) steht das Wasser im gläsernen Aussichtsturm von Max? γ = 0,980 cN/cm^3

b) Wie groß ist die Druckdifferenz an der Schleuse, wenn der Höhenunterschied zwischen der Oberfläche von Kurtis Aquarium und der Oberfläche des Dirac-Sees x_2 = 107 m beträgt. Münchhausens Schloss steht ja auf dem Heisenberg. Berücksichtige, dass der Luftdruck in 107 m Höhe nur noch p_{L2} = 1036 mbar beträgt. Der Dirac-See ist x_1 = 13 m tief.



LÖSUNG M 82

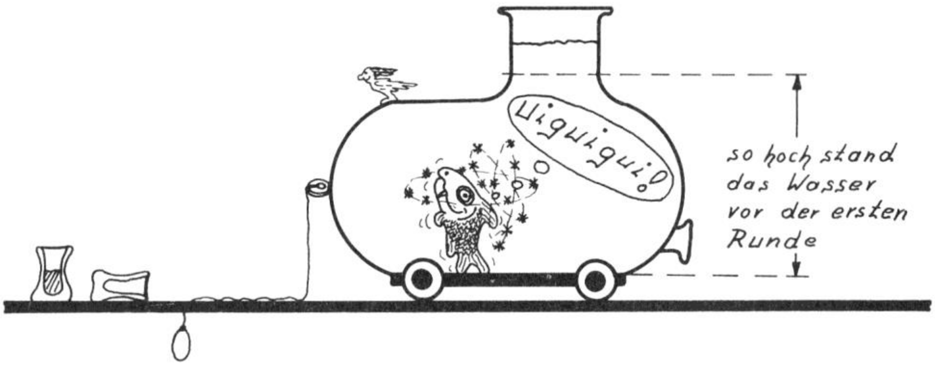
M 83 „Wau!“

Nachdem Kurti Klunker die schöne Aussicht zu Genüge genossen hat, schwimmt er zufrieden durch den herrlichen Wasserpflanzengarten am Grunde des 13 m tiefen Dirac-Sees. "Wau ! " Da entdeckt er plötzlich zwischen Wackersteinen eingeklemmt ein Einweckglas mit eingemachten Goldtalern. Mit aller Kraft zieht Kurti an dem Einmachgummi, aber das Glas lässt sich nicht öffnen; denn dazu wäre eine Reibungskraft von 3,3 kN zu überwinden und ein entsprechend stabiler Gummi notwendig.

Berechne den Druck im Einweckglas, wenn die auf den Glasdeckel wirkende Normalkraft doppelt so groß ist wie die zu überwindende Reibungskraft. Der Luftdruck an der Oberfläche des Sees beträgt p_L = 1.049 mbar. Die Außenfläche des Deckels ist A_a = 327 cm^2 groß und die Innenfläche hat eine Größe von A_i = 243 cm^2. Die Wichte des Wassers beträgt γ = 0,980 cN/cm^3.

LÖSUNG M 83

M 84 Forelle blau



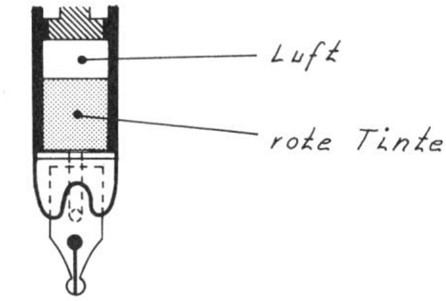
Baron Münchhausen hat seinen Kurti Klunker im Ausgehaquarium mit in den "Flotten Hugo" genommen. Und heute ist Stimmung! Opa Karl hat Rentenerhöhung bekommen und schmeißt eine Runde 70%igen Teufelsrachenputzer nach der anderen. Kommissar Kurzschluss will jedoch (sehr vernünftig!) seine Leber schonen und so kippt er ein Gläschen Teufelsrachenputzer nach dem anderen in das Ausgehaquarium von Kurti. Nach dem achten Glas ist Kurti blau wie eine Forelle. Insgesamt hat Kommissar Kurzschluss 32 cl 70%igen Teufelsrachenputzer in Kurtis Aquarium geschüttet, welches vorher 6 Liter reines Leitungswasser enthielt. Nun herrscht am Boden des Aquariums ein Druck von p = 2.160 Pa.

Bis zu welcher Höhe ist das Ausgehaquarium nun gefüllt? Bitte auf den Millimeter genau ausrechnen. $\gamma_{Alkohol}$ = 0,775 cN/cm^3

LÖSUNG M 84

1.15 Druck in Gasen

M 85 Herzschuss für Kurzschluss?

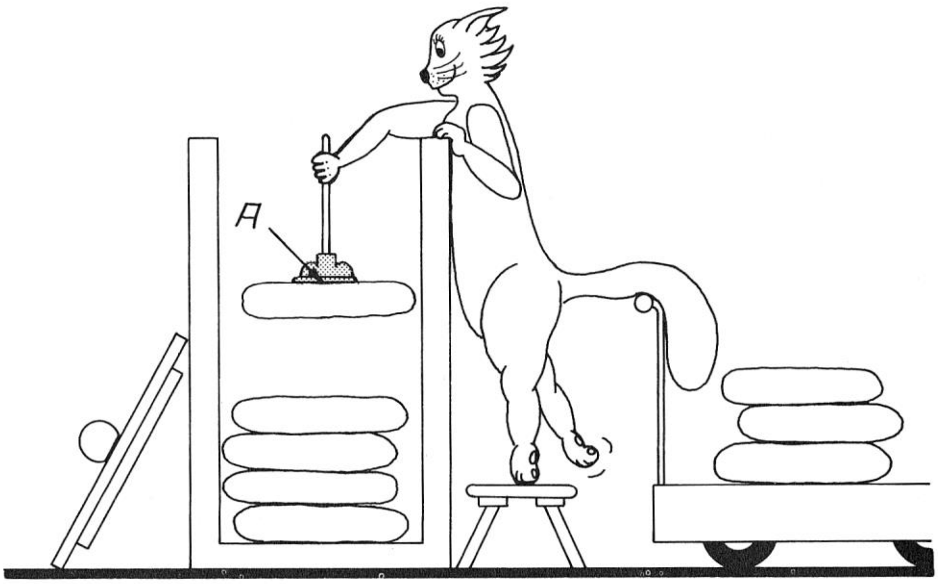


Nach einer atemberaubenden, tollkühnen Verbrecherjagd steigt Kommissar Kurzschluss erschöpft aus dem Polizeihubschrauber. Sein strahlend weißes Hemd ist in Herzenshöhe blutrot getränkt. Ein Aufschrei geht durch die wartende Menge der Schaulustigen: Aaaahhhhh!!!!!"

"Keine Panik, Jungs! Keine Panik!", ruft Kommissar Kurzschluss. "Im Tank meines mit roter Tinte gefüllten Kolbenfüllers waren halt 1,3 cm^3 Luft, als wir gestartet sind. Hier am Boden herrschte ein Luftdruck von 1015 mbar. In unserer Flughöhe betrug der Druck dagegen nur 883 mbar. So könnt ihr euch leicht ausrechnen, wieviel ml Tinte ausgelaufen sind." Erleichtert begannen alle sofort mit der Rechnung.

LÖSUNG M 85

M 86 Alles Käse!



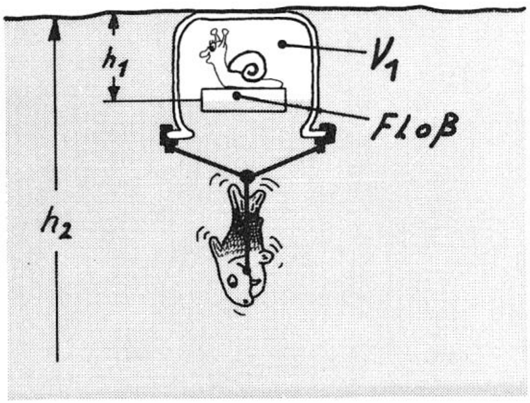
Mittels eines Abflusssaugers "organisiert" sich Irene etwas Käse für ihre Mausefallen. Sie drückt den Abflusssauger so fest auf den Käse, dass sich nur noch V_1 = 58 cm^3 Luft zwischen Saugnapf (A = 64 cm^2) und Käse befinden. Der Innendruck ist nun gleich dem Luftdruck p_L = 785 mbar. Wenn Irene den

Abflusssauger hochzieht, vergrößert sich das Volumen zwischen Saugnapf und Käse auf V_2 = 61 cm^3. Die Rückstellkraft des Saugnapfes, die mit zu dieser Vergrößerung beiträgt, beträgt F_R = 7 N.

Wie schwer ist der Käse?

LÖSUNG M 86

M 87 Tiefseeforscher Max



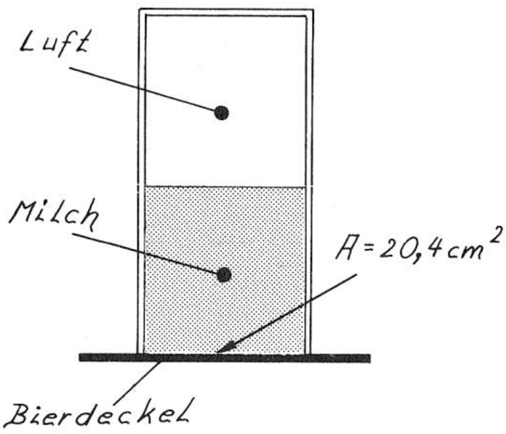
Heute hat Kurti seinen Freund Max zu einer Tauchfahrt im Dirac-See eingeladen. Ein umgestülptes Einweckglas (unten offen) ersetzt die Taucherglocke.

Berechne die Arbeit, die Kurti verrichtet, wenn er das Einweckglas von h_1 = 0,12 m auf h_2 = 12 m herunterzieht. Das Volumen der eingeschlossenen Luft beträgt in der Tiefe h_1 genau 800 cm^3. Der Luftdruck an der Seeoberfläche beträgt p_L = 760 mbar. γ_w = 0,980 cN/cm^3 ist die Wichte des Wassers.

Tipp: Rechne mit einer mittleren Auftriebskraft $F_A = (F_{A1} + F_{A2})\,/2$. Das Eigengewicht und Eigenvolumen des Einweckglases sowie Reibungskräfte und Temperaturänderungen wollen wir vernachlässigen.

LÖSUNG M 87

M 88 Schwerkraft verliert



Im "Flotten Hugo" von Bad Einstein ist, wie jeden Samstagabend, Hochstimmung. Alles quatscht, lacht und kreischt durcheinander. Aber plötzlich herrscht Totenstille und 100 Augen schauen schockiert zur Theke: Opa Karl und Baron Münchhausen haben sich ein Glas Milch bestellt! "Seid ihr krank?", fragt Hubertus Blattschuss besorgt in die Stille hinein. "Nein, Nein! ", lacht Baron Münchhausen, "schaut mal alle her. Also, ich lege jetzt auf das randvoll mit Milch gefüllte Bierglas einen Bierdeckel. Halte den Bierdeckel fest und - Zack! - drehe ich das Glas um. Nun nehme ich die Hand weg und - Oh Wunder! - die Milch bleibt im Glas. Na!? Warum läuft die Milch nicht aus?" Alles grübelt. Kommissar Kurzschluss findet als erster die Lösung: "Ist doch klar! Der äußere Luftdruck presst den Bierdeckel auf das Glas, so dass nichts auslaufen kann."

"Bravo! Bravo!", applaudiert Opa Karl. "Aber wie erklärt ihr euch, dass auch in meinem nur halb gefüllten Glas keine Milch ausläuft? Denn in diesem Fall ist doch der Luftdruck im Glas genauso groß wie der Luftdruck außerhalb des Glases, so dass hier die Milch mit Sicherheit auslaufen müsste, oder wie ist der Sachverhalt? Am besten rechnet ihr die ganze Sache einfach mal durch.

Hier die notwendigen Werte: Luftdruck p_L = 765 mbar, Höhe der Luftsäule vor dem Umstülpen des Glases h_1 = 5,75 cm, Höhe der Milchsäule h_m = 5,75 cm, spezifisches Gewicht der Milch γ_M = 0,98 cN/ cm^3. Und dann noch ein Tipp: Oberflächenspannung!"

So sprach Opa Karl. Alle bestellten sich schnell ein Glas Milch, zogen ihren Taschenrechner aus der Hosentasche und die ganze Kneipe begann wie wild zu rechnen. Es war ein wunderbarer Abend.

(Probiert es doch selbst einmal aus. Es wird jedoch noch spannender, wenn ihr anstelle der Milch nichtperlenden Rotwein nehmt und dann das Experiment über einer frischen weißen Tischdecke euren staunenden Eltern vorführt.)

LÖSUNG M 88

1.16 Auftrieb

M 89 Münchhausenstory Nr. 16

"Mensch, dies weiß doch jedes Kind, dass ein Kraftmesser eine größere Gewichtskraft anzeigt, wenn ich an ihn ein Kilogramm Blei anhänge, als wenn ich an ihn ein Kilogramm Styropor anhänge!"

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 89

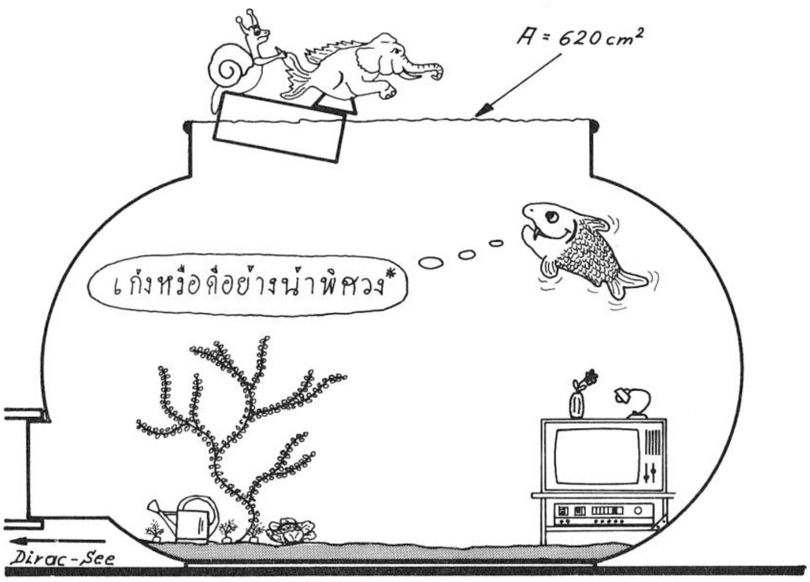
M 90 Münchhausenstory Nr. 17

"Mensch, Kinder! Ich habe doch heute eine faustgroße, massive Bleikugel schwimmen sehen, ohne dass an ihr irgendwelche Hilfsmittel angebracht waren."

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 90

M 91 Der See-Elefant



* „Wunderschön!" (Kurti äußert seine Begeisterung in der Landessprache (Thai) des See-Elefanten.)

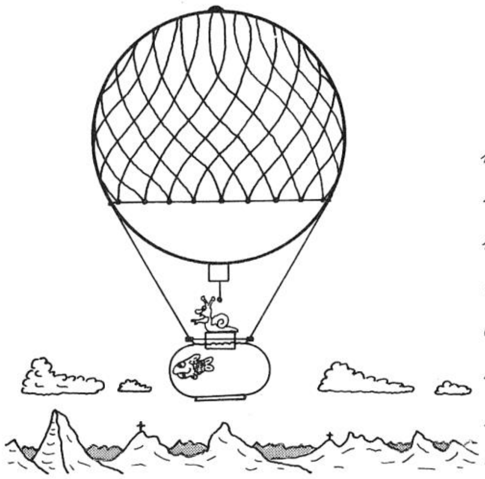
Kurti ist außer sich vor Freude; denn nach langem Warten ist der goldene See-Elefant aus Bangkok eingetroffen, der hier nach einer Wandmalerei des Tempels Wat Phra Keo angefertigt wurde.

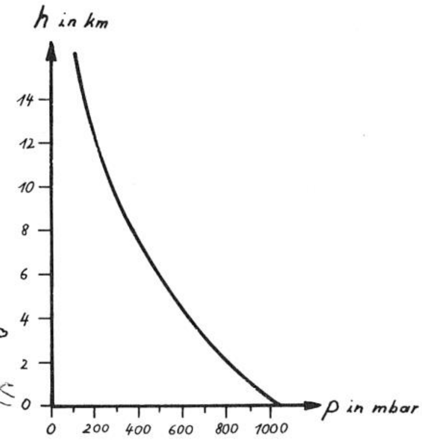
Max transportiert den See-Elefanten mit seinem Styroporfloß in die Beckenmitte. Hier soll er nach Kurtis Anweisung den aus purem Gold bestehenden See-Elefanten ($V = 17\ cm^3$) versenken. Doch Max hat Angst, dass dann das schon bis zum Rand gefüllte Aquarium überläuft. Kurti versucht, ihn vom Gegenteil zu überzeugen.

Berechne die Höhenänderung h des Wasserspiegels (A = 620 cm²).

LÖSUNG M 91

M 92 Luftikusse





Als Dankeschön für die Tauchfahrt im Dirac-See lädt Max seinen Freund Kurti zu einer Ballonfahrt ein.

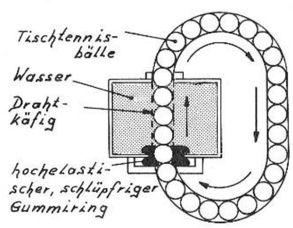
In welcher Höhe schwebt der Ballon, wenn er in dieser Höhe eine Gesamtgewichtskraft von F_G = 50 N besitzt und sein Gesamtvolumen V = 6,6 m^3 beträgt?

p_{Boden} = 1013 mbar und γ_{Boden} = 1,18 cN/dm^3 sind die Werte für die Luft in Bodennähe. Die gesuchte Höhe h kann aus dem p-h-Diagramm abgelesen werden, nachdem man den zugehörigen Luftdruck p_H berechnet hat. Die Höhenabhängigkeit von Temperatur und Erdanziehungskraft sollen vernachlässigt werden.

LÖSUNG M 92

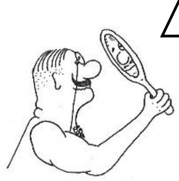
M 93 Münchhausenstory Nr. 18

"Geschafft! Hier ist mein betriebsfähiges Perpetuum mobile. Die im Drahtkäfig befindlichen Tischtennisbälle werden durch die Auftriebskraft des Wassers nach oben gedrückt, so dass sich alle Tischtennisbälle im Rohr in Bewegung setzen und fortlaufend wieder Tischtennisbälle in den Drahtkäfig schubsen, usw., usw."

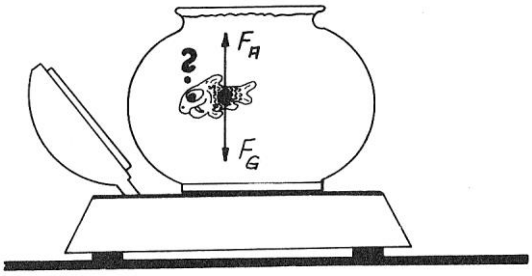


Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 93



M 94 Münchhausenstory Nr. 19



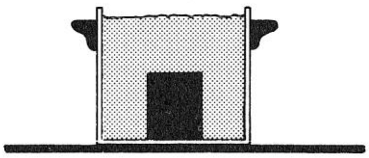
"Als ich meinen Goldfisch Kurti Klunker wieder in sein Aquarium setzte, welches zufällig auf einer Waage stand, da staunte ich nicht schlecht: Das Aquarium wog kein bisschen mehr als vorher.

Nun, nach längerer Überlegung fand ich die Lösung: Kurti Klunker kann ja im Wasser schweben, d.h.: $F_A = F_G$ und daraus folgt $F_G - F_A = 0$. Somit wird Kurtis Gewichtskraft genau kompensiert, so dass sie nicht auf die Waage drücken kann."

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 94

M 95 Münchhausenstory Nr. 20

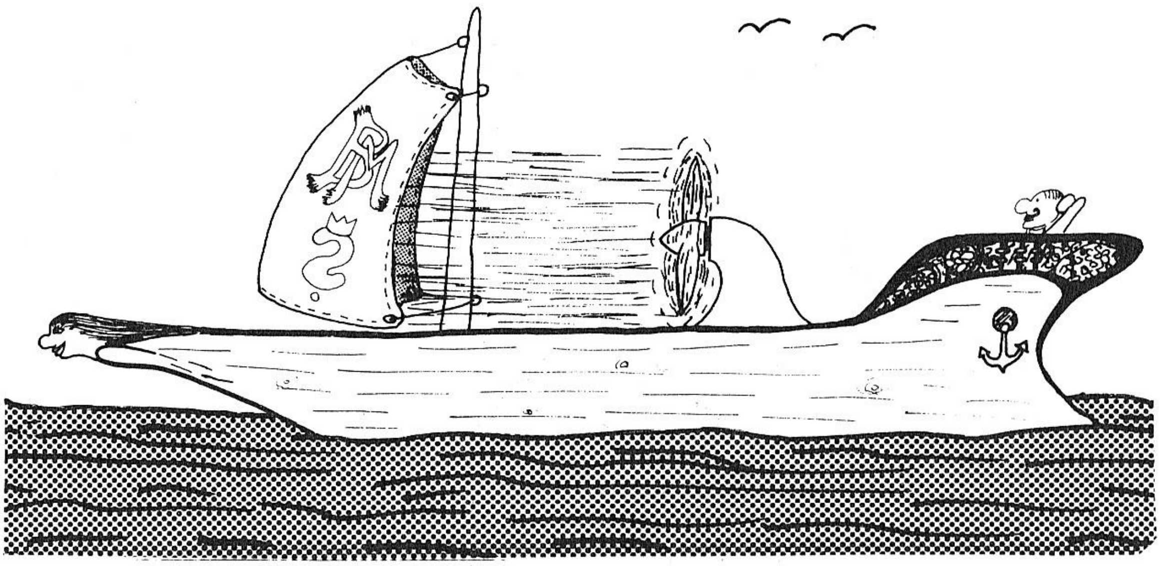


"Ich habe einmal einen Holzklotz besessen, der war so glatt geschliffen wie der Boden in meinem Kochtopf. Wenn ich den Holzklotz in den Topf stellte und dann Wasser in den Topf goss, dann blieb der Holzklotz seelenruhig stehen. Er dachte gar nicht daran, aufzutauchen und zu schwimmen. Naja, dies ist ja auch kein Wunder; denn der Kontakt zwischen Topfboden und Holzklotz war so gut, dass kein Wasser dazwischen strömen konnte. Somit konnte das Wasser den Holzklotz auch nicht hochdrücken."

Münchhausen spinnt! Oder?

LÖSUNG M 95

Lösungen zur Mechanik



M 1 Lösung

Geg.: s = 90 m, v = 0,5 cm/s

Ges.: t

Vor.: Die gesuchte Zeit lässt sich mittels der Gleichung v = s/t berechnen.

Lsg.: $v = s/t$

$\Rightarrow t = s/v$

$$t = \frac{90\ m}{0{,}5\ cm/s} = \frac{90\ m}{0{,}005\ m/s} = 18.000\ s = \frac{18.000}{60}\ min = 300\ min$$

$$t = \frac{300}{60}\ h = \underline{\underline{5\ h}}$$

Erg.: Nach 5 Stunden kann Max damit beginnen, seine Leber durch Alkohol zu schädigen.

Zurück zur Aufgabe M 1

M 2 Lösung

Geg.: t = 30 min, s = 5,4 m

Ges.: v

Vor.: Die gesuchte Geschwindigkeit lässt sich mit der Gleichung v = s/t berechnen.

Lsg.: $v = s/t$

$$v = \frac{5{,}4\ m}{30\ min} = \frac{5{,}4\ m}{30 \cdot 60\ s} = \frac{5{,}4\ m}{1.800\ s}$$

$$v = 0{,}003\ m/s = \underline{\underline{0{,}3\ cm/s}}$$

Erg.: Max muss mindestens eine Geschwindigkeit von 0,3 cm/s haben, um die Zeigerspitze bei der 6 zu erreichen.

Zurück zur Aufgabe M 2

M 3 Lösung

Geg.: t = 100 min, v = 0,02 mm/s

Ges.: s

Vor.: Die gesuchte Kerzenlänge s lässt sich mit der Gleichung v = s/t berechnen.

Lsg.: $v = s/t$

$$\Rightarrow s = v \cdot t$$

$$s = 0{,}02\ \text{mm/s} \cdot 100\ \text{min}$$

$$s = 0{,}02\ \text{mm/s} \cdot 100 \cdot 60\ \text{s} = 0{,}02\ \text{mm/s} \cdot 6.000\ \text{s}$$

$$s = 120\ \text{mm} = \underline{\underline{12\ \text{cm}}}$$

Erg.: Die Kerze war 12 cm lang.

Zurück zur Aufgabe M 3

M 4 Lösung

Geg.: $s_i = 30$ m, $s_2 = 11{,}5$ m, $v_1 = 13$ m/s

Ges.: v_2

Vor.: Wenn Opa Karl im gleichen Moment wie der Ball am Elfmeterpunkt sein will, dann muss er die Strecke s_2 in der Zeit zurücklegen, die der Ball für s_1 braucht. Also gilt: $t_1 = t_2$.
Durch zweimalige Anwendung von v = s/t lässt sich nun v_2 errechnen.

Lsg.:

$$\bar{v}_1 = \frac{s_1}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{30\ \text{m}}{13\ \text{m/s}} = \underline{2{,}3\ \text{s}}$$

$$\bar{v}_2 = \frac{s_2}{t_2} \xrightarrow{t_1=t_2} \bar{v}_2 = \frac{s_2}{t_1} = \frac{11{,}5\ \text{m}}{2{,}3\ \text{s}} = \underline{\underline{5\ \text{m/s}}}$$

Erg.: Unser lieber Opa Karl besaß eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 5 m/s.

Zurück zur Aufgabe M 4

M 5 Lösung

Geg.: $s_1 = 707$ m, $s_2 = 707$ m, $s_3 = 200$ m, $v_s = 343$ m/s

Ges.: v_K

Vor.: Wir berechnen zuerst die Zeit t, die der Schall braucht, um die Strecke $s_1 + s_2$ zurückzulegen. In der gleichen Zeit legt Opa Karl den Weg s_3 zurück. Mit $v_K = s_3/t$ lässt sich, nun die Geschwindigkeit von Karl berechnen.

Lsg.: $v_S = \frac{s_1+s_2}{t}$

$\Rightarrow t = \frac{s_1+s_2}{v_S}$

$t = \frac{707m + 707\ m}{343\ m/s}$

$\underline{t = 4,12\ s}$

$v_K = s_3/t$

$v_K = \frac{200\ m}{4,12\ s}$ NR: $1\ m/s = 3,6\ km/h$

$v_K = 48,54\ m/s = 3,6 \cdot 48,54\ km/h = \underline{\underline{174,7\ km/h}}$

Erg.: Mit einer Geschwindigkeit von 174,7 km/h jagt Opa Karl mit seinem frisierten Feuerstuhl durch die Pyrenäen.

Zurück zur Aufgabe M 5

M 6 Lösung

a)

Geg.: s = 40.000 km

Ges.: v_M

Vor.: Da die Erde sich in einem Tag um sich selbst dreht, legt Max die Strecke s in 24 Stunden zurück. Seine Geschwindigkeit kann mit $v_m = s/t$ berechnet werden.

Lsg.: $v_M = s/t$ NR: $1\ km/h = \frac{1}{3,6}\ \frac{m}{s}$

$v_M = \frac{40.000\ km}{24\ h} = 1.666,7\ km/h$

$v_M = \frac{1}{3,6} \cdot 1.666,7\ m/s = \underline{\underline{463\ m/s}}$

Erg.: Aufgrund der Erddrehung besitzt Max am Äquator eine Geschwindigkeit von 463 m/s. Anmerkung für ganz Schlaue: In Wirklichkeit ist Max noch etwas schneller, denn für eine Umdrehung braucht die Erde, wenn man es genau nimmt, nur 23 h 56 min 4s.

b)

Geg.: s = 939.000,000 km, t = 365,2 d, v_S = 343 m/s

Ges.: v_E; v_E/v_S

Vor.: $v = s/t$ benutzen, den erhaltenen Wert in m/s umrechnen und mit der Schallgeschwindigkeit vergleichen.

Lsg.: $\bar{v}_E = s/t$

$$\bar{v}_E = \frac{939.000.000 \text{ km}}{365{,}2 \text{ d}} = \frac{939.000.000 \text{ km}}{365{,}2 \cdot 24 \text{ h}} = 107.133{,}1 \text{ km/h}$$

$$\bar{v}_E = 107.133{,}1 \text{ m/s} \cdot \frac{1}{3{,}6} \qquad \text{NR: } 1 \text{ km/h} = \frac{1}{3{,}6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\underline{\underline{\bar{v}_E = 29.759 \text{ m/s} \approx 29{,}8 \text{ km/s}}}$$

$$\frac{\bar{v}_E}{v_S} = \frac{29.759 \text{ m/s}}{343 \text{ m/s}} = \underline{\underline{86{,}76}}$$

Erg.: Max bewegt sich mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 29,8 km/s um die Sonne. Dies entspricht ca. der 87fachen Schallgeschwindigkeit.

Zurück zur Aufgabe M 6

M 7 Lösung

Geg.: $s_1 = 5$ m, $v_K = 7$ m/s ($v_K = v_{Kuchen}$)

Ges.: s_2

Vor.: Der Schall braucht für die Strecke s_2 genauso lange wie der Kuchen für die Strecke s_1. Nachdem man mit $v_K = s_1/t$ die Zeit t berechnet hat, lässt sich s_2 mit $v_S = s_2/t$ bestimmen.
Die Schallgeschwindigkeit bei einer Lufttemperatur von 15 °C beträgt 340 m/s (siehe Physikbuch).

Lsg.: $\bar{v}_K = s_1/t$

$$\Rightarrow t = s_1/\bar{v}_K$$

$$t = \frac{5 \text{ m}}{7 \text{ m/s}} = 0{,}71 \text{ s}$$

$$v_S = s_2/t$$

$$\Rightarrow s_2 = v_S \cdot t$$

$$s_2 = 340 \text{ m/s} \cdot 0{,}71 \text{ s} = \underline{\underline{241{,}4 \text{ m}}}$$

Erg.: Der Demonstrationszug ist 241,4 m lang.

Zurück zur Aufgabe M 7

M 8 Lösung

Geg.: $s_1 = 15$ cm, $s_2 = 3$ m, $v_F = 30$ m/s ($v_F = v_{Flasche}$)

Ges.: v_K

Vor.: Die Aufgabe lässt sich ähnlich wie Aufgabe M 7 lösen. In der Zeit, in der die Flasche die Strecke s_2 zurückgelegt hat, muss Karl sich um die Strecke s_1 ducken. Diese Zeit kann mit $\bar{v}_F = s_2/t$ berechnet werden. Die Geschwindigkeit v_K erhält man über $v_K = s_1/t$.

Lsg.: $\bar{v}_F = s_2/t$

$\Rightarrow t = s_2/\bar{v}_F$

$$t = \frac{3\ \text{m}}{30\ \text{m/s}} = 0{,}1\ \text{s}$$

$$v_K = \frac{15\ \text{cm}}{0{,}1\ \text{s}} = \frac{0{,}15\ \text{m}}{0{,}1\ \text{s}} = \underline{\underline{1{,}5\ \text{m/s}}}$$

Erg.: Karl muss sich mit einer Geschwindigkeit von mindestens 1,5 m/s ducken, um eine beulenfreie Glatze zu behalten.

Zurück zur Aufgabe M 8

M 9 Lösung

Gerhard sieht, dass der antriebslose Satellit laufend seinen Bewegungszustand ändert. Dies ist allerdings nur möglich, wenn Kräfte auf ihn wirken (z.B. durch Aufprall von Meteoriten).

Zurück zur Aufgabe M 9

M 10 Lösung

Geg.: n = 542 Haare, $F_H = 1$ N, $m_K = 60$ kg

Ges.: F_G, F_T (F_T = Tragkraft des Haarbüschels)

Vor.: Eine Masse von 1 kg erfährt am Normort (z.B. in Bad Einstein und praktisch überall in Europa) eine Gewichtskraft von 9,81 N. Damit kann man die Geschwindigkeit von Opa Karl berechnen. Das Ergebnis vergleichen wir mit $F_T = n \cdot F_H$

Lsg.: $F_T = n \cdot F_H$

$= 542 \cdot 1\ \text{N} = \underline{542\ \text{N}}$

$F_G = 60 \cdot 9{,}81\ \text{N} = \underline{588{,}6\ \text{N}}$

$588{,}6\ \text{N} > 542\ \text{N}$

$\Rightarrow F_G > F_T$

Erg.: Im Jahre 1984 hätte Opa Karl das verwöhnte Zirkuspublikum nicht mehr zufriedenstellen können; denn seine Gewichtskraft war größer als die Tragkraft seiner Haare.

Zurück zur Aufgabe M 10

M 11 Lösung

An den stahlharten Muskeln von Münchhausen hat es nicht gelegen, dass er keinen Pikser abbekommen hat, sondern an der Anzahl der Nägel. Da sich die Gewichtskraft von Münchhausen auf die einzelnen Nägel verteilt, wird jeder Nagel (und somit auch die Haut) nur gering belastet, wenn die Anzahl der Nägel groß ist.

[Zurück zur Aufgabe M 11]

M 12 Lösung

Die Eskimos sind keine Ganoven; denn im Bereich des Nordpols erfahren alle Körper (auch der Eisbärschinken) eine etwas größere Gewichtskraft als in Europa. Die Eskimos könnten ihren Ruf allerdings verbessern, wenn sie die Masse des Eisbärschinkens auf der Packung angeben würden; denn die Masse eines Körpers ist ortsunabhängig.

[Zurück zur Aufgabe M 12]

M 13 Lösung

Geg.: $m_K = 60$ kg, $m_R = 70$ kg, $t = 5$ s, $v_1 = 0$ km/h, $v_2 = 100$ km/h

Ges.: F_M

Vor.: Im Physikbuch steht: Eine Kraft hat den Betrag 1 N, wenn sie einen Körper der Masse 1 kg in 1 s aus der Ruhe heraus auf die Geschwindigkeit von 1 m/s beschleunigt. Folglich können wir die Aufgabe mit Hilfe der Dreisatzrechnung lösen. Vorher rechnen wir jedoch km/h in m/s um.

Lsg.: $100\ \text{km/h} = (1/3{,}6) \cdot 100\ \text{m/s} = \underline{27{,}78\ \text{m/s}}$

$m_G = m_K + m_R = 60\ \text{kg} + 70\ \text{kg} = \underline{130\ \text{kg}}$

Die Kraft von 1 N beschleunigt eine Masse von 1 kg in 1 Sekunde auf $v = 1$ m/s

Die Kraft von x N beschleunigt eine Masse von 130 kg in 5 Sekunden auf $v = 27{,}78$ m/s

$x = (1 \cdot 130 \cdot 27{,}78)/5 = 722{,}3$

$\underline{\underline{F_M = 722{,}3\ \text{N}}}$

Erg.: Die Motorkraft beträgt 722,3 N.

[Zurück zur Aufgabe M 13]

M 14 Lösung

Eligius hat Recht; denn die zu beschleunigende Masse des Fahrrades ist auf dem Mond und auf der Erde gleich. Die Gewichtskraft des Radfahrers ist jedoch geringer als auf der Erde, und deshalb wirkt auf die Fahrradpedale eine geringere Kraft, nämlich 1/6 der Erdgewichtskraft des Radfahrers. D.h.:

Das Fahrrad kann auf dem Mond nicht so schnell von $v_1 = 0$ km/h auf $v_2 = 15$ km/h beschleunigt werden, wenn man von bremsenden Reibungskräften absieht.

Zurück zur Aufgabe M 14

M 15 Lösung

Münchhausen spinnt nicht! Sein Boot fährt in der Tat vorwärts!

Um das Problem zu lösen, vereinbaren wir, dass die Kraft, die auf ein Gasmolekül wirkt, mit $\vec{F}_M$ und die Kraft, die über den Propeller oder das Segel auf das Boot wirkt, mit $\vec{F}_B$ abgekürzt wird. Die Kräfte, die nach links wirken, bekommen ein negatives Vorzeichen, die nach rechts wirken, ein positives Vorzeichen. Ebenso die Geschwindigkeiten.

Wenn wir das Segel als starre Wand betrachten, so beobachten wir, dass ein vom Propeller auf $\vec{v}_1$ beschleunigtes Gasmolekül vom Segel mit der Geschwindigkeit $\vec{v}_3 = -\vec{v}_1$ reflektiert wird. Das vom Propeller mit der Kraft $-\vec{F}_{M1} = \vec{F}_{B1}$ auf $\vec{v}_1$ beschleunigte Gasmolekül muss also zuerst vom Segel mit der Kraft $\vec{F}_{M2} = -\vec{F}_{B2}$ auf die Geschwindigkeit $\vec{v} = 0$ abgebremst werden und anschließend mit der Kraft $\vec{F}_{M3} = -\vec{F}_{B3}$ auf die Geschwindigkeit $\vec{v}_3$ beschleunigt werden.
Da $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_3|$, gilt $|\vec{F}_{B1}| = |\vec{F}_{B2}| = |\vec{F}_{B3}|$, und es folgt somit:

$$\vec{F}_{B1} = \vec{F}_{B1} + (-\vec{F}_{B2}) + (-\vec{F}_{B3}) = -\vec{F}_{B1} - \vec{F}_{B1} - \vec{F}_{B1} = -\vec{F}_{B1}$$

D.h.: Die auf das Boot wirkende resultierende Kraft F_B ist negativ. Das Boot von Münchhausen fährt nach links, also vorwärts.

Zurück zur Aufgabe M 15

M 16 Lösung

a)

Geg.: $v = 420\ cm^3 : 2 = 210\ cm^3$, $m_T = 200$ g

Ges.: n = Alter der Königstochter = Anzahl der Goldtaler

Vor.: Über die Dichte $\varrho = 19{,}3\ g/cm^3$ (siehe Physikbuch) berechnen wir zuerst das Volumen V_T eines Goldtalers. Teilen wir nun das aufzufüllende Volumen V durch V_T, so erhalten wir für die Anzahl der Goldtaler wahrscheinlich keine natürliche ganze Zahl, sondern eine Zahl x mit mehreren Stellen hinter dem Komma. Daraus folgt, dass die nächste auf dem Zahlenstrahl folgende natürliche Zahl das Alter n der Königstochter angibt.

Lsg.: $\varrho_G = m_T/v_T$

$$\Rightarrow v_T = \frac{m_T}{\varrho_G} = \frac{200\ g}{19{,}3\ g/cm^3} = \underline{10{,}36\ cm^3}$$

$$x = \frac{V}{V_T} = \frac{210\ cm^3}{10{,}36\ cm^3} = \underline{20{,}27} \Rightarrow n = 21$$

Erg.: Die Königstochter ist 21 Jahre alt, da beim 21. Goldtaler das Glas überläuft.

b)

Der Prinz beginnt das Spiel. Er nimmt entweder einen, zwei oder drei Goldtaler vom Tisch und wirft sie ins Glas. Nun muss der König so viele Goldtaler ins Glas werfen, dass insgesamt 4 Taler im Glas liegen. Weiterhin wirft der König nun immer so viele Goldtaler ins Glas, dass ihre Zahl zusammen mit den Talern des Prinzen jedes Mal 4 ergibt. Der König legt also den 4., 8., 12., 16. und 20. Taler ins Glas (Viererreihe!) und dem Prinzen bleibt also nichts anderes übrig, als den 21. Goldtaler, also den letzten, ins Glas zu legen. Armer Prinz!

Zurück zur Aufgabe M 16

M 17 Lösung

Münchhausen spinnt nicht! Er braucht die Münze nur zu erwärmen, und schon wird die Wichte der Münze geringer, da die Münze sich ein wenig ausdehnt und somit ihr Volumen vergrößert. Um die Wichte zu vergrößern, muss er sie halt in den Kühlschrank legen.

Zurück zur Aufgabe M 17

M 18 Lösung

Geg.: $t_1 = 8^{00}$ Uhr, $h_1 = 2$ m, $l = 12$ m, $b = 5$ m, $F_{G,max} = 282$ kN, $v = 5$ cm/h, $\gamma = 0{,}2$ cN/cm^3

Ges.: t_2

Vor.: Über $F_{G,max}$ können wir mit Hilfe der Gleichungen $\gamma = F_G/V$ und $V = l \cdot b \cdot h$ die Höhe h_{max} bei maximaler Schneebelastung errechnen. Aus der Differenz h_{max}-h1 und der "Wachstums-geschwindigkeit" der Schneedecke lässt sich mit $v = s/t$ die Zeit des großen Zusammenbruches errechnen. Da die Wichte in cN/cm^3 angegeben ist, rechnen wir die Meterangaben in Zenti-meter um.

Lsg.:

$$\gamma = \frac{F_{G,max}}{V_{max}} = \frac{F_{G,max}}{l \cdot b \cdot h_{max}}$$

$$\Rightarrow h_{max} = \frac{F_{G,max}}{l \cdot b \cdot \gamma} = \frac{282 \text{ kN}}{1.200 \text{ cm} \cdot 500 \text{ cm} \cdot 0{,}2 \text{ cN/cm}^3} = \frac{282.000 \text{ N}}{120.000 \text{ cN/cm}}$$

$$h_{max} = \frac{28.200.000 \text{ cN}}{120.000 \text{ cN/cm}} = \underline{235 \text{ cm}}$$

$$s = \Delta h = h_{max} - h_1 = 235 \text{ cm} - 200 \text{ cm} = \underline{35 \text{ cm}}$$

$$s = \Delta h = h_{max} - h_1 = 235\ cm - 200\ cm = \underline{35\ cm}$$

$$v = s/t$$

$$\Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{35\ cm}{5\ cm/h} = \underline{7\ h}$$

$$t_2 = t_1 + t = 8\ h + 7\ h = 15\ h \Rightarrow \underline{\underline{15^{00}\ Uhr}}$$

Erg.: Um 15^{00} Uhr bricht Irene die Bude über dem Kopf zusammen.

Zurück zur Aufgabe M 18

M 19 Lösung

Geg.: $m_m = 100$ kg, $l = 8$ m, $b = 5$ m, $h = 3$ m

Ges.: $F_{G,M}$; $F_{G,L}$

Vor.: Die Wichte der Luft $\gamma_L = 1{,}27$ cN/dm^3) entnehmen wir dem Physikbuch. Mit $\gamma_L = F_{G,L}/V$ berechnen wir die Gewichtskraft der Luft und vergleichen sie mit der Gewichtskraft $F_{G,M}$ von Münchhausen.

Lsg.: $\gamma_L = F_{G,L}/V$

$$\Rightarrow F_{G,L} = \gamma_L \cdot V = \gamma_L \cdot l \cdot b \cdot h$$

$$F_{G,L} = 1{,}27\ cN/dm^3 \cdot 80\ dm \cdot 50\ dm \cdot 30\ dm$$

$$F_{G,L} = 152.400\ cN = \underline{1.524\ N} \quad (1)$$

$$F_{G,M} = 100 \cdot 9{,}81\ N \qquad \text{NR: } m = 1\ kg \mathrel{\hat{=}} F_G = 9{,}81\ N$$

$$F_{G,M} = \underline{981\ N} \quad (2)$$

$$(1) \text{ und } (2) \Rightarrow \underline{\underline{F_{G,L} > F_{G,M}}}$$

Erg.: Münchhausen spinnt nicht! Die Luft in der Wirtsstube erfährt eine größere Gewichtskraft als unser geliebter dicker Baron.

Zurück zur Aufgabe M 19

M 20 Lösung

Ges.: $v = 38$ m^3, $F_B = 110$ kN, $F_L = 35{,}6$ kN, $\gamma = 2{,}12$ cN/cm^3

Ges.: n

Vor.: Nachdem wir ausgerechnet haben, wie schwer eine LKW-Ladung Salz maximal sein darf, damit die Brücke nicht zusammenbricht, berechnen wir die Gewichtskraft von den 38 m Salz. Wenn wir diesen Wert durch das maximale Ladegewicht teilen, erhalten wir die Anzahl n der Fahrten.

Lsg.: $F_{max} = F_B - F_L = 110\ kN - 35{,}6kN = \underline{74{,}4\ kN}$

$$\gamma_S = F_S/V \Rightarrow F_S = \gamma_S \cdot V = 2{,}12\ cN/cm^3 \cdot 38\ m^3 = 2{,}12\ cN/cm^3 \cdot 38.000.000\,cm^3$$

$$F_S = 80.560.000\ cN = 805.600\ N = \underline{805{,}6\ kN}$$

$$n = \frac{F_S}{F_{max}} = \frac{805{,}6\ kN}{74{,}4\ kN} = 10{,}83 \Rightarrow \underline{\underline{11\ \text{Fahrten}}}$$

Erg.: Karl muss 11mal hin- und herfahren.

Zurück zur Aufgabe M 20

M 21 Lösung

Geg.: $\varrho_{Gebräu} = \varrho_G = 0{,}904 \frac{g}{cm^3}$; $\varrho_{Wasser} = \varrho_W = 0{,}998 \frac{g}{cm^3}$; $\varrho_{Alkohol} = \varrho_A = 0{,}789 \frac{g}{cm^3}$

Der Teufelsrachenputzer soll nach Hugo Hastig 70% Alkohol enthalten.

Ges.: Wieviel Prozent Alkohol (= x_A) und wieviel Prozent Wasser (= x_w) enthält das Gebräu wirklich?

Vor.: Nur mit der Gleichung ϱ = m/V können wir die Aufgabe nicht lösen, da weder eine Masse m, noch ein Volumen V bekannt ist. Wir müssen also noch einige Gleichungen aufstellen, die bei der Lösung behilflich sein können.
Wir wissen, dass das Gebräu nur aus Alkohol und Wasser besteht, und so können wir schreiben:

$m_G = m_A + m_w$ oder $x_A + x_w = 100\%$

wenn x_A gleich der Prozentzahl des Alkohols und x_W gleich der Prozentzahl des Wassers ist. Außerdem gilt noch:

$V_A = (V_G/100\%) \cdot x_A$ und $V_W = (V_G/100\%) \cdot x_W$

Mit keiner dieser Gleichungen können wir jedoch die Aufgabe direkt lösen, da jede Gleichung mehr als eine Unbekannte enthält. Unser Ziel muss es deshalb sein, sie so zu kombinieren, dass sich x_A (bzw. x_W) nur aus den bekannten Größen ϱ_G, ϱ_A und ϱ_W berechnen lässt.

PS: Wenn Du beim Lösen einer Aufgabe auch mal einen falschen Weg verfolgst, so darfst Du deshalb nicht deprimiert sein. Dies gehört zum täglichen Brot eines Physikers und hilft einem letztlich doch, der richtigen Lösung einen Schritt näher zu kommen.

Lsg.: $\varrho_A = m_A/V_A$

$\Rightarrow V_A = m_A/\varrho_A \quad (1) \qquad V_A = (V_G/100\%)\cdot x_A \quad (2)$

(1) und (2)

$$\Rightarrow \frac{m_A}{\varrho_A} = \frac{V_G}{100\%}\cdot x_A$$

$$\Rightarrow \underline{m_A = \frac{\varrho_A \cdot V_G \cdot x_A}{100\%}}$$

$\varrho_W = m_W/V_W$

$\Rightarrow V_W = m_W/\varrho_W \quad (3) \qquad V_W = (V_G/100\%)\cdot x_W \quad (4)$

(3) und (4)

$$\Rightarrow \frac{m_W}{\varrho_W} = \frac{V_G}{100\%} x_W$$

$$\underline{m_W = \frac{\varrho_W \cdot V_G \cdot x_W}{100\%}}$$

$$m_G = m_A + m_W$$

$$m_G = \frac{\varrho_A \cdot V_G \cdot x_A}{100\%} + \frac{\varrho_W \cdot V_G \cdot x_W}{100\%}$$

$$m_G = \frac{\varrho_A \cdot V_G \cdot x_A + \varrho_W \cdot V_G \cdot x_W}{100\%}$$

$$m_G = \frac{V_G\,(\varrho_A \cdot x_A + \varrho_W \cdot x_W)}{100\%}$$

$$\Rightarrow \frac{m_G}{V_G} = \frac{\rho_A \cdot x_A + \rho_W \cdot x_W}{100\%}$$

$$\rho_G = \frac{\rho_A \cdot x_A + \rho_W \cdot x}{100\%} \qquad \text{da} \quad \rho_G = m_G/V_G$$

$$\Rightarrow 100\% \cdot \rho_G = \rho_A \cdot x_A + \rho_W \cdot x_W$$

$$\Rightarrow \rho_A \cdot x_A = 100\% \cdot \rho_G - \rho_W \cdot x_W \qquad \text{da} \quad x_A + x_W = 100\% \Rightarrow x_W = 100\% - x_A$$

$$\Rightarrow \rho_A \cdot x_A = 100\% \cdot \rho_G - \rho_W \cdot (100\% - x_A)$$

$$\rho_A \cdot x_A = 100\% \cdot \rho_G - 100\% \cdot \rho_W + x_A \cdot \rho_W$$

$$\Rightarrow \rho_A \cdot x_A - x_A \cdot \rho_W = 100\% \cdot (\rho_G - \rho_W)$$

$$\Rightarrow x_A \, (\rho_A - \rho_W) = 100\% \cdot (\rho_G - \rho_W)$$

$$\Rightarrow x_A = \frac{100\% \cdot (\rho_G - \rho_W)}{\rho_A - \rho_W}$$

$$x_A = \frac{100\% \cdot (0{,}904 \text{ g/cm}^3 - 0{,}998 \text{ g/cm}^3)}{0{,}789 \text{ g/cm}^3 - 0{,}998 \text{ g/cm}^3}$$

$$x_A = \frac{-9{,}4\% \text{ g/cm}^3}{-0{,}209 \text{ g/cm}^3}$$

$$x_A = 44{,}976\% \approx 45\%$$

$$\underline{\underline{x_A = 45\%}}$$

$$x_W = 100\% - x_A$$

$$x_W = 100\% - 45\%$$

$$\underline{\underline{x_W = 55\%}}$$

Erg.: Hugo Hastig ist in der Tat ein wirtschaftskriminelles Panschferkel, da sein Teufelsrachenputzer nur 45% Alkohol enthält anstatt 70%.

Zurück zur Aufgabe M 21

M 22 Lösung

Geg.: F = 7 N, s = 10 cm

Ges.: D

Vor.: Mittels des Hookeschen Gesetzes $F = D \cdot s$ lässt sich die Federkonstante leicht berechnen.

Lsg.: $F = D \cdot s$

$\Rightarrow D = F/s$

$D = 7\ N/10\ cm$

$\underline{\underline{D = 0{,}7\ N/cm}}$

Erg.: Die Spiralfeder in Irenes Boxhandschuhmausefalle hat eine Federkonstante von $D = 0{,}7\ N/cm$.

Zurück zur Aufgabe M 22

M 23 Lösung

Geg.: $s = 1\ m$, $F = 600\ N$, 5 Spiralfedern

Ges.: $D_{\text{pro Spiralfeder}} = D_i$

Vor.: Zuerst müssen wir ausrechen, welche Kraft F_i auf jede einzelne Spiralfeder des Expanders wirkt. Danach können wir mit dem Hookeschen Gesetz D_i bestimmen.

Lsg.: $F_i = F/5$

$F_i = 600\ N/5$

$\underline{F_i = 120\ N}$

$F_i = D_i \cdot s$

$\Rightarrow D_i = F_i/s$

$D_i = 120\ N/1\ m$

$\underline{\underline{D_i = 120\ N/m}}$

Erg.: Hallo, Opa Karl! Jede Spiralfeder deines Expanders hat eine Federkonstante von $D_i = 120\ N/m$.

Zurück zur Aufgabe M 23

M 24 Lösung

Geg.: $F_a = 10\ N$, $F_b = 106\ N$, $D_1 = D_2 = 23\ N/cm$

Ges.: s

Vor.: Zuerst berechnen wir die Federverlängerung bei leerem Klosettspülkasten (s_1) und dann bei gefülltem Kasten (s_2). Die Differenz ist gleich der gesuchten Größe s. Bei der Rechnung ist darauf zu achten, dass nur die Hälfte der Gewichtskraft auf jede Feder wirkt.

Lsg.: $F_1 = F_a/2$ $\quad$ $F_2 = F_b/2$

$F_1 = 10\ N/2$ $\quad$ $F_2 = 106\ N/2$

$\underline{F_1 = 5\ N}$ $\quad$ $\underline{F_2 = 53\ N}$

$F_1 = D_1 \cdot s_1$ $\quad$ $F_2 = D_2 \cdot s_2$

$\Rightarrow s_1 = F_1/D_1$ $\quad$ $\Rightarrow s_2 = F_2/D_2$

$s_1 = 5\ N/(23\ N/cm)$ $\quad$ $s_2 = 53\ N/(23\ N/cm)$

$\underline{s_1 = 0{,}22\ cm}$ $\quad$ $\underline{s_2 = 2{,}30\ cm}$

$s = s_2 - s_1$

$s = 2{,}30\ cm - 0{,}22\ cm$

$s = 2{,}08\ cm \approx \underline{\underline{2\ cm}}$

Erg.: Der gefüllte Klosettspülkasten hängt 2 cm tiefer als der leere Kasten.

[Zurück zur Aufgabe M 24]

M 25 Lösung

Geg.: $D = 40\ cN/cm$, $F_1 = 2\ N$, $F_2 = 2\ N$

Ges.: s

Vor.: Als erstes kommt einem wahrscheinlich der Gedanke, dass die Feder durch eine Kraft von 4 N verlängert wird, da ja jeder einzelne Vogel mit einer Kraft von 2 N zieht. Die richtige Lösung finden wir jedoch nur, wenn wir F = 2 N in die Gleichung $F = D \cdot s$ einsetzen. Wieso?

Erinnere dich daran, wie ihr das Hookesche Gesetz im Physikunterricht gefunden habt. Ihr habt bestimmt verschiedene Gewichte an eine Spiralfeder gehängt, die an einer Stativstange befestigt war. Das Verhältnis von Gewichtskraft und Verlängerung der Feder war konstant und deshalb konntet Ihr das Gesetz $F = D \cdot s$ aufstellen. Die Gegenkraft, die die Stativstange bei jedem Versuch aufbringen musste, ging zahlenmäßig in diese Gleichung gar nicht ein.

In unserer Aufgabe ist nun die Stativstange durch einen Vogel ersetzt. Dieser Vogel bringt also die Gegenkraft der Stativstange auf, und somit darf die Kraft dieses Vogels ebenfalls nicht in die Gleichung $F = D \cdot s$ eingesetzt werden. Dies heißt aber nicht, dass diese Gegenkraft einfach unwichtig ist; denn ohne sie könnte der andere Vogel die Feder ja gar nicht mit einer Kraft von 2 N spannen.

Lsg.: $F = D \cdot s$

$\Rightarrow s = F/D$

$$s = \frac{2\ N}{40\ cN/cm}$$

$$s = \frac{200\ cN}{40\ cN/cm}$$

$\underline{\underline{s = 5\ cm}}$

Erg.: Die blinden Vögel verlängern die kleine Spiralfeder um 5 cm.

Zurück zur Aufgabe M 25

M 26 Lösung

Geg.: $\bar{g}$ = 1,6 cN/c2, D = 50 cN/cm, s = 11 cm

Ges.: V

Vor.: Die Mäuse können gefahrlos den Käse von der Plattform nehmen, sobald die Gewichtskraft F_G des Sandes gleich der Spannkraft F der Feder ist. Nachdem wir also mit F = D·s die Spannkraft ermittelt haben, berechnen wir mit $\gamma = F_G/V$ das Volumen des Sandes.

Lsg.: $F = D \cdot s$

$$F = 50\ cN/cm \cdot 11\ cm$$

$$\underline{F = 550\ cN}$$

$$\gamma = F_G/V$$

$$\Rightarrow V = F_G/\gamma$$

$$\Rightarrow V = F/\gamma \quad \text{da } F_G = F$$

$$V = \frac{550\ cN}{1{,}6\ cN/cm^3}$$

$$\underline{\underline{V = 343{,}75\ cm^3}}$$

Erg.: Die Mäuse müssen die Plattform mit mindestens V = 343,75 cm^3 Sand beschweren, um Irene gefahrlos den Käse mopsen zu können.

Zurück zur Aufgabe M 26

M 27 Lösung

Geg.: D_1 = 1.000 N/m, F_G, = 200 N, l_1 = 2,8 m, D_2 = 4.900 N/m, $F_{G\,2}$ = 250 N, l_2 = 2,7 m, a = 2 m, m_m = 100 kg

Ges.: Δx

Vor.: Um zu überprüfen, ob Münchhausen spinnt oder nicht, müssen wir ausrechnen, ob sich bei den zwei möglichen Federkombinationen unterschiedliche Gesamtlängen x_1 und x_2 ergeben.

Die Gesamtlänge x_1 ist die Summe aus den beiden Federlängen l_1 und l_2 zuzüglich der beiden Federverlängerungen s_1' und s_2' sowie dem Abstand a vom unteren Haken bis zur Fußspitze von Münchhausen (siehe Aufgabenskizze). Da l_1, l_2 und a gegeben sind, brauchen wir also mit F = D·s nur noch s_1' und s_2' zu berechnen. Die Kraft, die auf die untere Feder wirkt, ist nur die Gewichtskraft von Münchhausen; denn das Eigengewicht der Feder trägt nicht zu ihrer

Verlängerung bei. Die Kraft, die auf die obere Feder einwirkt, ist die Gewichtskraft der unteren Feder plus die Gewichtskraft von Münchhausen.

Die Gewichtskraft $F_{G,M}$ von Münchhausen erhalten wir über seine Masse m.

Lsg.: <u>1. Kombination: Feder 1 über Feder 2</u>

$$F = D \cdot s$$

$$\Rightarrow s = F/D$$

$$\Rightarrow s'_1 = F_1/D_1$$

NR: $m_M = 100\ \text{kg} \mathrel{\hat{=}} F_{G,M} = 100 \cdot 9{,}81\ \text{N}$

$F_{G,M} = 981\ \text{N}$

$$s'_1 = \frac{F_{G,M} + F_{G,2}}{D_1}$$

$$s'_1 = \frac{981\ \text{N} + 250\ \text{N}}{1.000\ \text{N/m}}$$

$$\underline{s'_1 = 1{,}23\ \text{m}}$$

$$s'_2 = F_2/D_2$$

$$s'_2 = F_{G,M}/D_2$$

$$s'_2 = \frac{981\ \text{N}}{4.900\ \text{N/m}}$$

$$\underline{s'_2 = 0{,}20\ \text{m}}$$

$$x_1 = l_1 + s'_1 + l_2 + s'_2 + a$$

$$x_1 = 2{,}8\ \text{m} + 1{,}23\ \text{m} + 2{,}7\ \text{m} + 0{,}20\ \text{m} + 2\ \text{m}$$

$$\underline{x_1 = 8{,}93\ \text{m}}$$

2. Kombination: Feder 2 über Feder 1

$$s_2'' = \frac{F_{G,M} + F_{G,1}}{D_2}$$

$$s_2'' = \frac{981\ N + 200\ N}{4.900\ N/m}$$

$$\underline{s_2'' = 0{,}24\ m}$$

$$s_1'' = F_{G,M}/D_1$$

$$s_1'' = \frac{981\ N}{1.000\ N/m}$$

$$\underline{s_1'' = 0{,}98\ m}$$

$$x_2 = l_2 + s_2'' + l_1 + s_1'' + a$$

$$x_2 = 2{,}7\ m + 0{,}24\ m + 2{,}8\ m + 0{,}98\ m + 2\ m$$

$$\underline{x_2 = 8{,}72\ m}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta x = 8{,}93\ m - 8{,}72\ m$$

$$\underline{\underline{\Delta x = 0{,}21\ m}}$$

Erg.: Münchhausen spinnt nicht! Bei Kombination 2 hängen seine Füße um 21 cm höher als bei Kombination 1. Wahrscheinlich hat er deshalb heute seine Füße noch.

Zurück zur Aufgabe M 27

M 28 Lösung

Geg.: 3100 Ahhhmeisen, $F_A = 0{,}03$ N, $F_M = 8$ N, $\alpha_1 = 25°$, $\alpha_2 = 25°$

Ges.: F_R

Vor.: Da nichtparallele Kräfte zu addieren sind, müssen wir die Aufgabe zeichnerisch lösen. Nachdem wir ausgerechnet haben, mit welcher Kraft je 100 Ahhhmeisen ziehen, ermitteln wir mittels eines Kräfteparallelogramms die resultierende Kraft $F_{1,3}$, mit der die beiden nicht parallel ziehenden Ahhhmeisentrupps zusammen am Teller ziehen. Diese Kraft $F_{1,2}$ addieren wir nun rechnerisch zu F_2 (F_2 = Gesamtkraft der restlichen 100 Ahhhmeisen), da $F_{1,3}$ parallel zu F_2 liegt. Ebenso können wir F_M von $F_{1,2,3}$ ($F_{1,2,3}$ = Gesamtkraft aller Ahhhmeisen) rechnerisch subtrahieren, um die resultierende Kraft F_R zu erhalten, da $F_{1,2,3}$ und F_M antiparallele (⇆) Kräfte sind.
Natürlich hätten wir die Aufgabe auch rein zeichnerisch lösen können.

Lsg.:

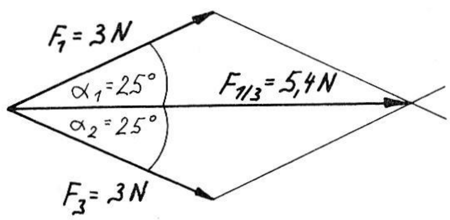
$F_1 = 100 \cdot F_A$

$F_1 = 100 \cdot 0{,}03$ N

$F_1 = 3$ N

$\underline{F_1 = F_2 = F_3 = 3 \text{ N}}$

Skizze ⇒ $F_{1,3} = 5{,}4$ N



$F_{1,2,3} = F_{1,3} + F_2$

$F_{1,2,3} = 5{,}4 \text{ N} + 3 \text{ N}$

$\underline{F_{1,2,3} = 8{,}4 \text{ N}}$

$F_R = F_{1,2,3} - F_M$

$F_R = 8{,}4 \text{ N} - 8 \text{ N}$

$\underline{\underline{F_R = 0{,}4 \text{ N}}}$

Erg.: Die Ahhhmeisen sind nachher blau wie 1000 Wildschweine, da sie zusammen eine um 0,4 N größere Kraft als Max aufbringen.

Zurück zur Aufgabe M 28

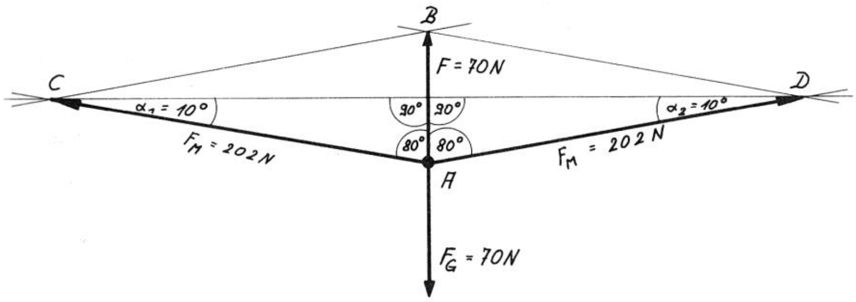
M 29 Lösung

Geg.: $F_G = 70$ N, $\alpha_1 = \alpha_2 = 10°$

Ges.: F_M

Vor.: Beide Mauerhaken müssen zusammen eine Kraft von F = 70 N aufbringen, um Irene zu halten. Diese Kraft F muss der lotrecht nach unten wirkenden Kraft F_G genau entgegengerichtet sein, also nach oben zeigen. Die Kraft eines Mauerhakens schließt mit der Kraft F einen Winkel von 80°ein, da die Winkelsumme im Dreieck immer 180° beträgt. Unter einem Winkel von 80°

zeichnen wir nun vom Angriffspunkt A ausgehend zwei lange Geraden. Durch ihre Parallelverschiebung bis B erhalten wir die Schnittpunkte C und D. Die Länge der Strecke AC (bzw. AD) gibt uns, bei Berücksichtigung des gewählten Maßstabes, die Kraft F_M an, welcher jeder Mauerhaken aufbringen muss, um Irene zu halten.



Erg.: Jeder Mauerhaken muss eine Kraft von F_M = 202 N aufbringen, um die nasse Irene zu halten.

Zurück zur Aufgabe M 29

M 30 Lösung

Münchhausen spinnt!

Sobald Baron Münchhausen an seinen Haaren zieht, wirkt eine gleich große Kraft nach unten, da der Oberarmknochen sich im Schultergelenk abstützt. Die resultierende Kraft ist also gleich Null.

Merksatz für Oberschlaumeier: Durch innere Kräfte kann kein Körper seinen Schwerpunkt in Bewegung versetzen.

Zurück zur Aufgabe M 30

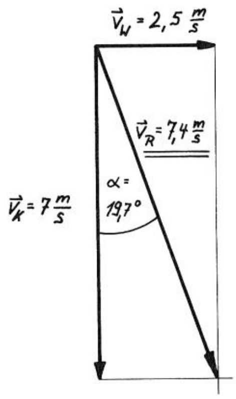
M 31 Lösung

Geg.: v_K = 7 m/s, h = 500 m, v_w = 2,5 m/s

Ges.: v_R

Vor.: Da Geschwindigkeiten vektorielle Größen sind, müssen wir $\vec{v}_K$ und $\vec{v}_W$ zeichnerisch mittels eines Pfeildiagrammes addieren.

Lsg.: a)



Erg.: Die resultierende Geschwindigkeit von Karl beträgt v_R = 7,4 m/s.

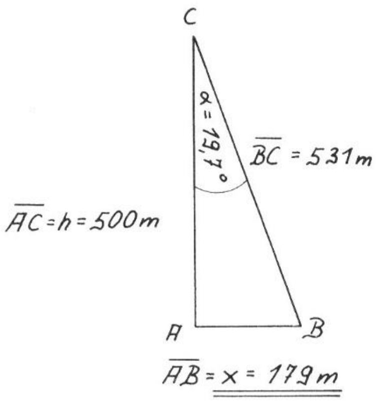
b)

Geg.: h = 500 m, α = 19,7°

Ges.: x = Abstand Mörderkaktus - Landepunkt

Vor.: Aus der Skizze von Lösung a) entnehmen wir, dass Karl unter einem Winkel von α = 19,7° zur Lotrechten in Richtung Erdboden sinkt. Mit α und h = 500 m können wir nun ein Dreieck zeichnen, dessen Kathete $\overline{AB}$ der gesuchten Größe x entspricht.

Lsg.:



Erg.: Karl landet 179 m östlich vom Mörderkaktus.

c)

Geg.: v_R = 7,4 m/s (Lösung a), s_R = $\overline{BC}$ = 531 m (Skizze von Lösung b)

Ges.: t

Vor.: Einfach v = s /t nach t umstellen.

Lsg.: $v_R = s_R/t$

$$\Rightarrow t = s_R/v_R$$

$$t = \frac{531\ \text{m}}{7{,}4\ \text{m/s}}$$

$$\underline{\underline{t = 71{,}8\ \text{s}}}$$

Erg.: 71,8 s nach Einsetzen des Westwindes landet Karl im Wüstensand.
Anmerkung: Rechne mal nach, wie lange Karl gebraucht hätte, um auf den Mörderkaktus zu stürzen, wenn kein Westwind aufgekommen wäre, und vergleiche das Ergebnis mit der Lösung von Teilaufgabe c).

Zurück zur Aufgabe M 31

M 32 Lösung

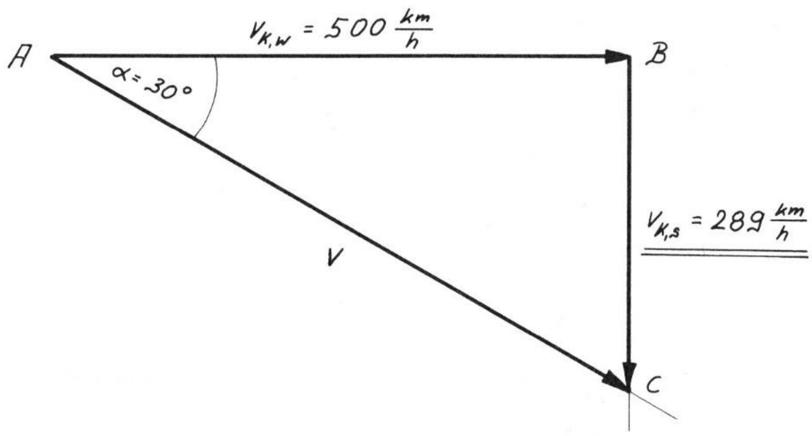
Geg.: α = 30°, v_G = 500 km/h

Ges.: $v_{K,s}$

Vor.: Gerhard sieht, dass Karl mit der Geschwindigkeit v schräg nach unten fällt. Um zu erfahren, wie groß die senkrechte Geschwindigkeitskomponente $v_{K\,s}$ von Karl ist, muss er die Geschwindigkeit v vektoriell zerlegen. Sinnvollerweise zerlegt er sie in eine waagerechte Komponente $v_{K\,,w}$ und eine senkrechte Komponente $v_{K\,s}$; denn $v_{K\,,w}$ ist ihm bekannt. $v_{K\,w}$ ist die waagerechte Geschwindigkeitskomponente von Karl relativ zum Raumschiff, $v_{K\,w} = v_G$ = 500 km/h.

Nachdem er $v_{K\,w} = \overline{AB}$ gezeichnet hat (siehe Zeichnung unten), legt er eine Gerade senkrecht zu $\overline{AB}$ durch B. Durch A zeichnet er unter dem Winkel α = 30° eine zweite Gerade, und so erhält er den Schnittpunkt C. $\overline{BC}$ ist die gesuchte Strecke, die dem Wert $v_{K\,s}$ entspricht.

Nun wirst du bestimmt einwenden, dass Karl ja überhaupt keine waagerechte Geschwindigkeitskomponente besitzt, da er senkrecht nach unten fällt. Da hast du vollkommen recht! Denn dies beobachtet man schließlich, wenn man auf der Erde steht. Gerhards Beobachtungen sind aber genauso richtig wie deine; denn seine Beobachtungen beziehen sich auf sein Bezugssystem Raumschiff. Für Gerhard besitzt Karl also wirklich eine waagerechte Geschwindigkeitskomponente und für dich besitzt Karl wirklich keine. Kompliziert?!



Erg.: Karl besitzt eine Fallgeschwindigkeit von $v_{K\,,s}$ = 289 km/h, während er am Raumschifffenster vorbeifällt.

Zurück zur Aufgabe M 32

M 33 Lösung

Geg.: F_R = 0,1 N, f_G = 0,05

Ges.: F_G

Vor.: Da F_G senkrecht auf die Eisoberfläche wirkt, können wir in der Gleichung $F_R = f_G \cdot F_N$, F_N durch F_G ersetzen. Nun brauchen wir nur noch nach F_G umzustellen.

Lsg.: $F_R = f_G \cdot F_N$

$F_R = f_G \cdot F_G$

$$\Rightarrow F_G = \frac{F_R}{f_G} = \frac{0{,}1\ N}{0{,}05} = 2\ N$$

Erg.: Schlappen und Max erfahren zusammen eine Gewichtskraft von 2 N.

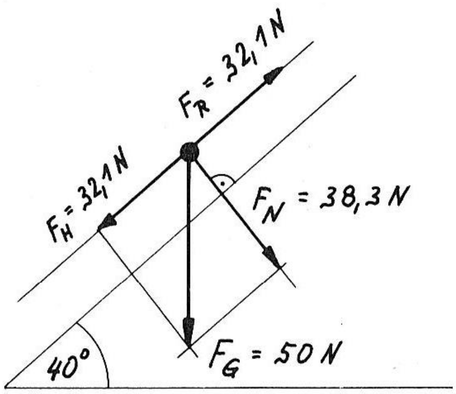
Zurück zur Aufgabe M 33

M 34 Lösung

Geg.: m = 5 kg, α = 40°
Ges.: f_H

Vor.: Diese Aufgabe können wir mit der Gleichung $F_R = f_H \cdot F_N$ lösen. Zuerst müssen wir über m die Gewichtskraft F_G berechnen. Danach zerlegen wir, wie in der Aufgabenskizze angedeutet, die Gewichtskraft F_G zeichnerisch in die Komponenten F_N und F_H. Damit Irene nicht herunterrutscht, muss die Reibungskraft F_R mindestens genauso groß, aber entgegengesetzt gerichtet sein wie F_H. Mit $F_H = F_R$ und F_N können wir die obige Gleichung nach f_H auflösen.

Lsg.: m = 5 kg $\hat{=}$ F_G = 50 N



$F_R = f_H \cdot F_N$

$$\Rightarrow f_H = \frac{F_R}{F_N} = \frac{32{,}1\ N}{38{,}3\ N} = \underline{\underline{0{,}84}}$$

Erg.: Damit Irene nicht herunterrutscht, muss die Haftreibungszahl zwischen ihren Pfoten und dem Dach mindestens f_H = 0,84 betragen.

Zurück zur Aufgabe M 34

M 35 Lösung

Wahrscheinlich spinnt Münchhausen nicht; denn beim Tauziehen kann man, egal wie stark man ist, nicht mit einer größeren Kraft am Seil ziehen, als es der Haftreibungskraft zwischen Schuhsohlen und Boden entspricht. Wahrscheinlich hatte Baron Münchhausen die besseren Schuhe an.

Zurück zur Aufgabe M 35

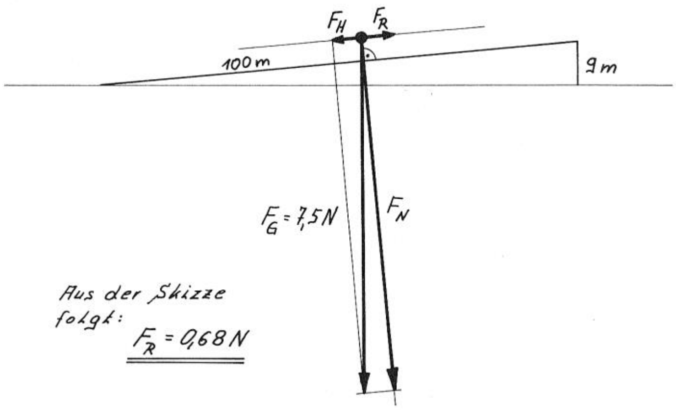
M 36 Lösung

Geg.: v = konst., l = 100 m, h = 9 m, F_G = 7,5 N

Ges.: F_R

Vor.: Da Max mit konstanter Geschwindigkeit die Straße hinunter saust, müssen F_H und F_R gleich groß sein. Wäre F_H größer als F_R, so würde Max beschleunigt. Wäre F_R größer als F_H, so würde er abgebremst. F_H und F_R können wir mittels einer Zeichnung bestimmen.

Lsg.:



Erg.: Die Reibungskraft (Roll- u. Luftreibung) beträgt F_R = 0,68 N.

Zurück zur Aufgabe M 36

M 37 Lösung

Münchhausen spinnt! Die Reibungskraft F_R ist immer eine bewegungshemmende Kraft, die nur dann wirkt, wenn einander berührende Körper sich relativ zueinander bewegen oder bewegt werden sollen. Diese Kraft kann somit niemals einen Körper relativ zur Oberfläche des ihn berührenden Körpers in Bewegung setzen. Dies gilt auch für die Rollreibungskraft der Lore.

Zurück zur Aufgabe M 37

M 38 Lösung

Geg.: s = 20 cm, Tabellenwerte, F_G = 3,2 N

Ges.: Stoffkombination Gleitbrett/Gleitbahn, F_{Max}

Vor.: Ein kurzer Blick in die Tabelle, und schon erkennt so ein Schlaukopp wie du die richtige Stoffkombination.
Die gesuchte Kraft $F_{max} = F_R$ kannst du mit $F_R = f \cdot F_N$ berechnen.

Lsg.: Da in der Regel die Haftreibungszahl immer größer als die Gleitreibungszahl ist, muss die Kraft, die einen Körper in Bewegung setzt, größer sein als die Kraft, die den Körper in Bewegung hält. Somit ist es sehr schwer, einen Körper ruckelfrei aus dem Stand heraus in eine Gleitbewegung zu überführen. Dies gelingt jedoch problemlos, wenn die beiden Gleitflächen aus Teflon sind;

denn für diese Stoffkombination gilt: $f_H = f_G$. Wenn man große Bauwerke, z.B. Brücken, verschiebt, dann lässt man sie auf Teflon/Teflon gleiten.

$$F_{Max} = F_R = f_{Teflon} \cdot F_N \qquad F_N = F_G$$

$$\Rightarrow F_{Max} = f_{Teflon} \cdot F_G$$

$$F_{Max} = 0{,}04 \cdot 3{,}2 \text{ N}$$

$$\underline{\underline{F_{Max} = 0{,}128 \text{ N}}}$$

Erg.: Die ideale Stoffkombination ist Teflon/Teflon. Max muss mit einer Kraft von 0,128 N ziehen.

Zurück zur Aufgabe M 38

M 39 Lösung

Geg.: n = 6, s_L=13m

Ges.: s_F

Vor.: Super simpel! Einfach Gleichung $s_F = n \cdot s_L$ benutzen.

Lsg.: $s_F = n \cdot s_L = 6 \cdot 13 \text{ m} = 78 \text{ m}$

Erg.: Karl und Hubertus müssen 78 m Seil herunterziehen, um Hannelore glücklich zu machen.

Zurück zur Aufgabe M 39

M 40 Lösung

Geg.: n = 4, F = 60 N

Ges.: F_{Zahn}

Vor.: Diese Aufgabe ist auch nicht schwer, die lösen wir einfach mit der Gleichung $F = F_{Zahn}/n$.

Lsg. $F = F_{Zahn}/n \Rightarrow F_{Zahn} = n \cdot F = 4 \cdot 60 \text{ N} = 240 \text{ N}$

Erg.: Der Backenzahn darf sich höchstens mit einer Kraft von F_{Zahn} = 240 N im Kiefer festhalten.

Zurück zur Aufgabe M 40

M 41 Lösung

Geg.: m_m = 100 kg, m_K = 60 kg, m_G = 15 kg, Skizze

Ges.: $F_{L,M}$ = Kraft, mit der der Haken von Münchhausens Flaschenzug am Seil zieht.
$F_{L,K}$ = Kraft, mit der der Haken von Opa Karls Flaschenzug am Seil zieht.

Vor.: Die Kraft $F_{L\,M}$ lässt sich einfach mit der Gleichung $F_M = F_{L,M}/n$ berechnen, da Münchhausen einen ganz normalen Flaschenzug benutzt. Bei Opa Karls Potenzflaschenzug ist die Sache komplizierter. Hier sind drei lose Rollen hintereinandergeschaltet, d.h., die Last verteilt sich dreimal auf je zwei Seilstücke. Deshalb ist $F_K = (1/2) \cdot (1/2) \cdot (1/2) \cdot F_{L,K} = (1/8) \cdot F_{L,K}$. So, jetzt können wir mit der Rechnung beginnen. Aber nicht vergessen, jeder kann nur maximal mit seiner Gewichtskraft ziehen.

Lsg.: $F_M = F_{L,M}/n$ NR: $m = m_M + m_G = 100\ kg + 15\ kg = 115\ kg$

$\Rightarrow F_{L,M} = n \cdot F_M$ $m = 115\ kg \mathrel{\hat{=}} F_G = F_M = 1.150\ N$

$F_{L,M} = 4 \cdot 1.150\ N = \underline{\underline{4.600\ N}}$

$F_K = (1/8) \cdot F_{L,K}$ NR: $m_K = 60\ kg \mathrel{\hat{=}} F_G = F_K = 600\ N$

$\Rightarrow F_{L,K} = 8 \cdot F_K = 8 \cdot 600\ N = \underline{\underline{4.800\ N}}$

Erg.: Opa Karl gewinnt das Flaschenzugduell, da $F_{L,K} = 4800\ N > F_{L,M} = 4600\ N$ ist.

Zurück zur Aufgabe M 41

M 42 Lösung

Gerhard von Galaxis besitzt auf dem Mond nur noch 1/6 seiner Erdgewichtskraft, also kann er auf dem Mond mit dem Flaschenzug nur noch Körper heben, die auf dem Mond nicht mehr als 1000 N wiegen. Diese Körper würden auf der Erde jedoch 6000 N wiegen. Somit kann Gerhard mit seinem Flaschenzug auf dem Mond die gleichen Körper heben wie auf der Erde.

Zurück zur Aufgabe M 42

M 43 Lösung

Geg.: m = 1,5 kg, s = 90 cm, W_G = 1188J

Ges.: n

Vor.: Wir berechnen zuerst die Hubarbeit, die Opa Karl verrichten muss, wenn er einmal den Bierkrug hochhebt. Die gesamte, von Opa Karl verrichtete Hubarbeit W teilen wir durch dieses Ergebnis. Fertig!

Lsg.: $W = F_G \cdot h$ NR: $m = 1{,}5\ kg \mathrel{\hat{=}} F_G = 15\ N$

$W = 15\ N \cdot 0{,}9\ m = 13{,}5\ Nm = 13{,}5\ J$

$n = W_G/W$

$$n = \frac{1.188\ J}{13{,}5\ J} = \underline{\underline{88}}$$

Erg.: Opa Karl hebt den Bierkrug 88mal, um seinen Stress abzubauen.

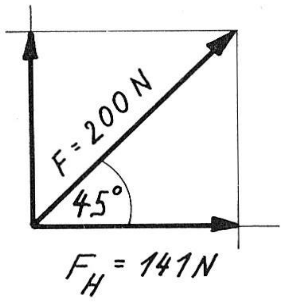
Zurück zur Aufgabe M 43

M 44 Lösung

Geg.: s = 100 m, F = 200 N, α = 45°
Ges.: W_R

Vor.: Nur die horizontale Kraftkomponente $F_H = F_R$ (Kraft in Wegrichtung) verrichtet Reibungsarbeit. Diese bestimmen wir zeichnerisch und berechnen anschließend mit der Gleichung $W_R = F_R \cdot s$ die Reibungsarbeit.

Lsg.:



$$F_H = F_R = 141 \text{ N}$$

$$W_R = F_R \cdot s = 141 \text{ N} \cdot 100 \text{ m} = 14.100 \text{ Nm}$$

$$= \underline{\underline{14{,}1 \text{ kJ}}}$$

Erg.: Opa Karl verrichtet eine Reibungsarbeit von W_R = 14,1 kJ.

Zurück zur Aufgabe M 44

M 45 Lösung

Münchhausen spinnt! Beim Treppensteigen verrichtet man Hubarbeit, und diese Hubarbeit hängt nur von unserem Körpergewicht F_G und der erstiegenen Höhe h ab, d.h.: $W_H = F_G \cdot h$. Dieses Produkt wird weder durch eine lange, noch durch eine kurze Treppe verändert.

Zurück zur Aufgabe M 45

M 46 Lösung

Geg.: m_K = 60 kg, h = 12 m, W_H = 16,2 kJ

Ges.: $F_{G,B}$

Vor.: Diese Aufgabe können wir mit der Gleichung $W_H = F_G \cdot h$ lösen, aber wir müssen für F_G die Gewichtskraft von Bertha (= $F_{G,B}$) und die Gewichtskraft von Karl (= $F_{G,K}$) einsetzen; denn Karl muss ja selbst auch den Höhenunterschied von 12 m überwinden.
Wenn wir F_G mittels $W_H = F_G \cdot h$ errechnet haben, dann müssen wir hiervon nur $F_{G,K}$ abziehen, und schon haben wir $F_{G,B}$.

Lsg.: $W_H = F_G \cdot h$

$$\Rightarrow F_G = \frac{W_H}{h} = \frac{16.200 \text{ Nm}}{12 \text{ m}} = \underline{1.350 \text{ N}}$$

$$F_G = F_{G,B} + F_{G,K}$$

$$\Rightarrow F_{G,B} = F_G - F_{G,K} \qquad \text{NR:} \quad m_K = 60\ \text{kg} \mathrel{\hat{=}} F_{G,K} = 600\ \text{N}$$

$$F_{G,B} = 1.350\ \text{N} - 600\ \text{N}$$

$$\underline{\underline{F_{G,B} = 750\ \text{N}}}$$

Erg.: Die Gewichtskraft von Bertha beträgt $F_{G,B} = 750$ N

Zurück zur Aufgabe M 46

M 47 Lösung

Geg.: m = 10 kg, s = 2 m, F_R = 4 N, W = 45 J

Ges.: h

Vor.: Irene verrichtet Hubarbeit und Reibungsarbeit, sodass wir schreiben müssen: $W = W_H + W_R = F_G \cdot h + F_R \cdot s$. Diese Gleichung stellen wir nach h um, und schon haben wir gewonnen.

$$\text{Lsg.:} \quad W = F_G \cdot h + F_R \cdot s$$

$$\Rightarrow F_G \cdot h = W - F_R \cdot s$$

$$\Rightarrow h = \frac{W - F_R \cdot s}{F_G} \qquad \text{NR:} \quad m = 100\ \text{kg} \mathrel{\hat{=}} F_G = 100\ \text{N}$$

$$h = \frac{45\ \text{Nm} - 4\ \text{N} \cdot 2\ \text{m}}{100\ \text{N}}$$

$$\underline{\underline{h = 0{,}37\ \text{m}}}$$

Erg.: Der Bollerwagen ist 37 cm hoch und Irene ist eine Ganovin.

Zurück zur Aufgabe M 47

M 48 Lösung

Geg.: n = 28, F_G = 3,5 N, h = 6 cm

Ges.: W_H

Vor.: Die zu verrichtende Hubarbeit für die untersten sieben Dosen ist natürlich gleich Null. Für die folgenden sechs Dosen beträgt die Hubarbeit $6 \cdot F_G \cdot h$, für die folgenden fünf Dosen $5 \cdot F_G \cdot 2 \cdot h$, für die folgenden vier Dosen $4 \cdot F_G \cdot 3 \cdot h$, usw.

$$W_H = 6 \cdot F_G \cdot h + 5 \cdot F_G \cdot 2 \cdot h + 4 \cdot F_G \cdot 3 \cdot h + 3 \cdot F_G \cdot 4 \cdot h + 2 \cdot F_G \cdot 5 \cdot h + F_G \cdot 6 \cdot h$$

Lsg.:

$$W_H = F_G \cdot h \cdot (6 + 10 + 12 + 12 + 10 + 6)$$

$$W_H = F_G \cdot h \cdot 56$$

$$W_H = 3{,}5\ \text{N} \cdot 0{,}06\ \text{m} \cdot 56$$

$$W_H = 11{,}76\ \text{Nm} = \underline{\underline{11{,}76\ \text{J}}}$$

Erg.: Ganovin Irene Muckefuck verrichtet eine Hubarbeit von W_H = 11,76 J.

Zurück zur Aufgabe M 48

M 49 Lösung

Münchhausen spinnt! Beim dehnen des Expanders darf man nicht die Gleichung W = F · s anwenden; denn diese gilt nur, wenn die Kraft F während des ganzen Arbeitsvorganges konstant bleibt. Münchhausen braucht aber am Anfang des Dehnungsvorganges eine geringere Kraft als am Ende. Also, Münchhausen spinnt!

Zurück zur Aufgabe M 49

M 50 Lösung

a)

Geg.: n = 6, F_E = 105 N, s_E = 9 m

Ges.: s_L , F_H

Vor.: Da der Flaschenzug in umgekehrter Richtung benutzt wird, entspricht die Kraft von Hugo (= F_H) der Last und die Gewichtskraft des Eimers (= F_E) der Zugkraft. Somit gilt: $F_E = F_H/n$.
Den Lastweg s_L berechnen wir mit $s_E = n \cdot s_L$. s_L ist die Strecke, um die Hugo die untere Flasche herunterziehen muss, s_E ist der vom Eimer zurückgelegte Weg.

Lsg.:

$$s_E = n \cdot s_L$$

$$\Rightarrow s_L = s_E/n = 9\ \text{m}/6 = \underline{\underline{1{,}5\ \text{m}}}$$

$$F_E = F_H/n$$

$$\Rightarrow F_H = n \cdot F_E = 6 \cdot 105\ \text{N} = \underline{\underline{630\ \text{N}}}$$

Erg.: Panscher Hugo Hastig muss die untere Flasche um 1,5 m herunterziehen. Dazu benötigt er eine Kraft von 630 N.

b)

Geg.: F_E = 105 N, s_E = 9 m, F_H = 630 N, $s_{L,}$ = 1,5 m

Ges.: W_{H1}, W_{H2}

Vor.: Ganz einfach! $W_H = F_E \cdot s_E$ und $W_H = F_H \cdot s_L$ benutzen.

Lsg.: $W_{H1} = F_E \cdot s_E$

$W_{H1} = 105\ N \cdot 9\ m$

$W_{H1} = 945\ J$

$W_{H2} = F_H \cdot s_L$

$W_{H2} = 630\ N \cdot 1{,}5\ m$

$W_{H2} = 945\ J$

Erg.: Die Hubarbeit, die Hugo verrichten muss, wird durch die Verwendung des Flaschenzuges nicht geringer. Sie beträgt in beiden Fällen $W_H = 945$ J.

Zurück zur Aufgabe M 50

M 51 Lösung

Geg.: m = 50 g, $h_1 = 1{,}5$ m, $h_2 = 1$ m

Ges.: E_i

Vor.: Die Lageenergie E_{L1} von Max wandelt sich um in die Lageenergie E_{L2} und in die innere Energie E_i. Da Energie nicht verlorengehen kann, ist die Differenz zwischen E_{L1} und E_{L2} gleich der gesuchten inneren Energie, also $E_i = E_{L1} - E_{L2}$.

Lsg.: $E_{L1} = F_G \cdot h_1$

NR: $m = 50\ g \mathrel{\hat{=}} F_G = 0{,}5\ N$

$E_{L1} = 0{,}5\ N \cdot 1{,}5\ m$

$E_{L1} = 0{,}75\ Nm = \underline{0{,}75\ J}$

$E_{L2} = F_G \cdot h_2$

$E_{L2} = 0{,}5\ N \cdot 1\ m = 0{,}5\ Nm = \underline{0{,}5\ J}$

$E_i = E_{L1} - E_{L2}$

$E_i = 0{,}75\ J - 0{,}5\ J$

$E_i = 0{,}25\ J$

Erg.: Die dem Wackelpeter zugeführte Energie beträgt 0,25 J.

Zurück zur Aufgabe M 51

M 52 Lösung

Geg.: mM = 100 kg, mK = 60 kg, hM = 3 m

Ges.: hK

Vor.: Die gesamte Lageenergie von Münchhausen wandelt sich in Lageenergie von Opa Karl um, da bei dieser idealisierten Aufgabe keine Reibungskräfte berücksichtigt werden. Wir können also schreiben: EL,M = EL,K und mittels EL = FG · h die gesuchte Größe bestimmen.

Lsg.: $E_{L,M} = E_{L,K}$

$\Rightarrow F_{G,M} \cdot h_M = F_{G,K} \cdot h_K$

NR: $m_M = 100\ kg \mathrel{\hat{=}} F_{G,M} = 1.000\ N$

$m_K = 60\ kg \mathrel{\hat{=}} F_{G,K} = 600\ N$

$\Rightarrow \quad h_K = \frac{F_{G,M} \cdot h_M}{F_{G,K}}$

$h_K = \frac{1.000\ N \cdot 3\ m}{600\ N}$

$\underline{\underline{h_K = 5\ m}}$

Erg.: Karl, der Troubadour, fliegt 5 m hoch.

Zurück zur Aufgabe M 52

M 53 Lösung

a)

Geg.: F_G = 730 N, Skizze

Ges.: h

Vor.: Ob die Liane am Aststumpf A hängen bleibt oder nicht, Tarzan erreicht in jedem Fall seine Absprunghöhe h = 25 m. Dies fordert der Energieerhaltungssatz der Mechanik.

Lsg.: $E_{L1} = E_{L2}$

$\Rightarrow F_G \cdot h_1 = F_G \cdot h_2$

$\Rightarrow \quad \underline{\underline{h_1 = h_2 = 25\ m}}$ (Wert der Skizze entnommen)

Erg.: Tarzan erreicht wieder die Absprunghöhe von h = 25 m.

b)

Geg.: F_G = 730 N, Δh = 10 m (aus der Skizze entnommen)

Ges.: E_L

Vor.: Einfach $E_L = F_G \cdot \Delta h$ anwenden

Lsg.: $E_L = F_G \cdot \Delta h$

$E_L = 730\ N \cdot 10\ m$

$\underline{\underline{E_L = 7.300\ J = 7{,}3\ kJ}}$

Erg.: Tarzan besitzt relativ zu Fnette eine Lageenergie von 7,3 kJ.

Zurück zur Aufgabe M 53

M 54 Lösung

Geg.: FG = 750 N, E1 = 5.600 kJ, E2 = 4.700 kJ, E3 = 800 kJ, E4 = 2.900 kJ
Ges.: h, Fehler
Vor.: Es ist natürlich nicht möglich, die durch Nahrungsverzehr aufgenommene Energie vollkommen in Lageenergie zu verwandeln, da sie ja hauptsächlich in innere Energie umgewandelt wird. Aber nehmen wir mal an, es wäre möglich, so könnten wir Berthas "Flughöhe" mit der Gleichung $E_L = F_G \cdot h$ berechnen.
Der so berechnete Wert wird jedoch kleiner als der wirkliche Wert sein, da die Gleichung $E_L = F_G \cdot h$ nicht der Tatsache Rechnung trägt, dass die Gewichtskraft (= Erdanziehungskraft) mit der Höhe abnimmt.

Anmerkung:
In der Sekundarstufe I lernen wir nur einfache physikalische Gleichungen, und diese stimmen oft nur näherungsweise oder nur in idealisierten Fällen. Aber trösten wir uns, für kleine Hubhöhen (so einige Meter) liefert die Gleichung $E_L = F_G \cdot h$ schon sehr brauchbare Ergebnisse.

Lsg.: $E_L = F_G \cdot h$

$$\Rightarrow h = \frac{E_L}{F_G} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4}{F_G}$$

$$h = \frac{5.600 \text{ KJ} + 4.700 \text{ kJ} + 800 \text{ kJ} + 2.900 \text{ kJ}}{750 \text{ N}}$$

$$h = \frac{5.600.000 \text{ Nm} + 4.700.000 \text{ Nm} + 800.000 \text{ Nm} + 2.900.000 \text{ Nm}}{750 \text{ N}}$$

$$h = 18.666 \text{m} \approx \underline{\underline{18{,}7 \text{ km}}}$$

Erg.: Bertha erreicht die erstaunliche Flughöhe von h = 18,7 km. Da die Gewichtskraft mit der Höhe abnimmt, würde die tatsächliche Flughöhe von Bertha die berechnete noch übertreffen.
Die Rechnung zeigt, dass wir mit der Nahrung beachtliche Energiebeträge aufnehmen.

Zurück zur Aufgabe M 54

M 55 Lösung

Geg.: 1 Liter enthält E = 40 MJ, E_B = 30% von E_G, V = 5 Liter, F_R = 1200 N
Ges.: s
Vor.: 30% von $E_G = 5 \cdot E$ stehen Opa Karl als Bewegungsenergie E_B zur Verfügung. Mit $E_B = F_R \cdot s$ können wir die gesuchte Größe s berechnen.

Lsg.: $E_G = 5 \cdot E = 5 \cdot 40\ MJ = 200\ MJ$

$E_B = 30\%$ von E_G

$$E_B = \frac{30 \cdot 200\ MJ}{100} = \underline{60\ MJ}$$

$$E_B = F_R \cdot s$$

$$\Rightarrow \quad s = \frac{E_B}{F_R} = \frac{60.000.000\ Nm}{1.200\ N} = 50.000\ m = \underline{\underline{50\ km}}$$

Erg.: Opa Karl kann mit seiner Tankfüllung eine Strecke von s = 50 km zurücklegen.

Zurück zur Aufgabe M 55

M 56 Lösung

Münchhausen spinnt! Denn wenn der Magnet so stark ist, dass er die Kugel im oberen Glasrohr hochziehen kann, dann verhindert er auch den Rücklauf im unteren Glasrohr. Es bleibt dabei: Der Bau eines Perpetuum Mobile ist nicht möglich.

Zurück zur Aufgabe M 56

M 57 Lösung

Hannelore wird deshalb nicht als Perpetuum mobile anerkannt, weil die Energie, welche Hannelore beim Verdauungsvorgang der Milch entzieht, hauptsächlich dazu verwendet wird, um Hannelore auf "Temperatur zu halten". Nur ein geringer Teil wird zur Erzeugung neuer Milch eingesetzt, sodass der Kreislauf sehr schnell zum Stillstand kommt.

Zurück zur Aufgabe M 57

M 58 Lösung

Geg.: F_G = 600 N, t = 4 min, h = 103 m

Ges.: P

Vor.: Wir berechnen die verrichtete Hubarbeit und teilen das Ergebnis durch die Zeit t. Fertig!

Lsg.:

$$P = \frac{W_H}{t} = \frac{F_G \cdot h}{t}$$

$$P = \frac{600\ N \cdot 103\ m}{240\ s}$$

$$P = 257{,}5\ Nm/s$$

$$\underline{\underline{P = 257{,}5\ W}}$$

Erg.: Leistungsstark, wie Opa Karl nun einmal ist, schafft er locker P = 257,5 W.

Zurück zur Aufgabe M 58

M 59 Lösung

Münchhausen spinnt nicht! Denn $P = W/t = (F \cdot s)/t = F \cdot v$. Daraus folgt $P = F_1 \cdot v_1 = F_2 \cdot v_2$. Wenn also $F_1 > F_2$, dann muss $v_1 < v_2$ sein. D.h., der Rolls-Royce mit der geringeren Zugkraft erreicht die höhere Geschwindigkeit. Konkret:

$$v_1 = \frac{P}{F_1} = \frac{100.000\ Nm/s}{2.400\ N} = 41{,}66\ m/s = \underline{\underline{150\ km/h}}$$

$$v_2 = \frac{P}{F_2} = \frac{100.000\ Nm/s}{1.600\ N} = 62{,}5\ m/s = \underline{\underline{225\ km/h}}$$

Zurück zur Aufgabe M 59

M 60 Lösung

a)

Geg.: P = 50 kW, v = 170 km/h, $F_M = F_R$

Ges.: F_M

Vor.: Die gesuchte Motorkraft F_M können wir einfach mit der Gleichung $P_m = F \cdot v$ berechnen.

Lsg.: $P_M = F_M \cdot v$ NR: 170 km/h = (170 m/s)/3,6 = 47,22 m/s

$\Rightarrow F_M = P_M/v$

$$F_M = \frac{50.000 \text{ Nm/s}}{47,22 \text{ m/s}}$$

$$\underline{\underline{F_M = 1.058,9 \text{ N}}}$$

Erg.: Die Motorkraft des 50 kW-Motors beträgt F = 1058,9 N.

b)

Wenn der Motorkraft nur die Rollreibungskraft von 100 N entgegenwirken würde, dann würde Opas Feuerstuhl immer schneller werden; denn die überschüssige Motorkraft würde ihn ja fortwährend beschleunigen.

Für besonders Interessierte: Die Luftreibungskraft (genauer: der Strömungswiderstand) bleibt nicht wie die Rollreibungskraft während des Beschleunigungsvorganges konstant, sondern sie nimmt mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zu. Wenn die Geschwindigkeit des Feuerstuhls so groß geworden ist, dass die auftretenden Reibungskräfte gleich der Motorkraft sind, dann wird der Feuerstuhl nicht mehr schneller; er fährt dann mit konstanter Höchstgeschwindigkeit über die Rennpiste.

Zurück zur Aufgabe M 60

M 61 Lösung

Geg.: $F_{G,I}$ = 50 N, $F_{G,R}$ = 40 N, h = 42 m, P = 0,8 kW, F_R = 10 N

Ges.: t

Vor.: Die Rakete verrichtet Hubarbeit $W_H = (F_{G,I} + F_{G,R})\cdot h$ und Reibungsarbeit $W_R = F_R \cdot h$. Nachdem wir die Gesamtarbeit $W_G = W_H + W_R$ berechnet haben, können wir über die Leistung $P = W_G/t$ die gesuchte Zeit t berechnen.

Lsg.: $P = W_G/t$

$$\Rightarrow t = \frac{W_G}{P} = \frac{(F_{G,I} + F_{G,R})\cdot h + F_R \cdot h}{P}$$

$$t = \frac{(50 \text{ N} + 40 \text{ N}) \cdot 42 \text{ m} + 10 \text{ N} \cdot 42 \text{ m}}{800 \text{ Nm/s}}$$

$$t = \frac{4.200 \text{ Nm}}{800 \text{ Nm/s}}$$

$$\underline{\underline{t = 5,25 \text{ s}}}$$

Erg.: Die Brenndauer der Rakete betrug nur t = 5,25 s. Arme Mäuse!

Zurück zur Aufgabe M 61

M 62 Lösung

a)

Geg.: V_G = 400.000 l, t = 38 h, P_{Kzu} = 2 kW, η = 0,85, h = 100 m, $\gamma_{Öl}$ = 0,9 cN/cm³

Ges.: V_K

Vor.: Die elektrische Leistung, die der Pumpe von Karl zugeführt wird, beträgt P_{Kzu} = 2 kW. Jedoch nur 85% (η = 0,85) hiervon dienen zur Verrichtung von Hubarbeit. Wir müssen also zuerst P_{Kab} berechnen. Hiernach können wir mit der Gleichung $P_{Kab} = (F_G \cdot h)/t$ das Gewicht des geförderten Öles berechnen und erhalten über $\gamma_{Öl} = F_G/V$ das Fördervolumen V_K in Liter.

Lsg.: $\eta = P_{Kab}/P_{Kzu} \Rightarrow P_{Kab} = \eta_K \cdot P_{Kzu} = 0{,}85 \cdot 2\ \text{kW} = \underline{1{,}7\ \text{kW}}$

$$P_{Kab} = \frac{F_G \cdot h}{t} \Rightarrow F_G = \frac{P_{Kab} \cdot t}{h}$$

NR: $t = 38\ \text{h}$

$t = 38 \cdot 3.600\ \text{s}$

$t = 136.800\ \text{s}$

$$F_G = \frac{1.700\ \text{Nm/s} \cdot 136.800\ \text{s}}{100\ \text{m}}$$

$$\underline{\underline{F_G = 2.325.600\ \text{N}}}$$

$\gamma_{Öl} = F_G/V_K$

NR: $\gamma_{Öl} = 0{,}9\ \text{cN/cm}^3 \Rightarrow \gamma_{Öl} = 9\ \text{N/dm}^3$

$\Rightarrow V_K = F_G/\gamma_{Öl}$

$$V_K = \frac{2.325.600\ \text{N}}{9\ \text{N/dm}^3}$$

$V_K = 258.400\ \text{dm}^3$ NR: $1\ \text{dm}^3 = 1\ \text{l}$

$$\underline{\underline{V_K = 258.400\ \text{l}}}$$

Erg.: Opa Karl fördert in 38 Stunden 258.400 Liter Rohöl.

b)

Geg.: V_G = 400.000 l, η = 0,85, $\gamma_{Öl}$ = 9 N/dm³, V_K = 258.400 l, t = 38 h = 136.800 s

Ges.: P_{Nzu}

Vor.: Wenn Opa Karl V_K = 258.400 Liter fördert, dann berechnet sich die Fördermenge des linken Nachbarn wie $V_N = V_G - V_K$. P_{Nab} berechnen wir mit der Gleichung $P_{Nab} = (F_G \cdot h)/t$, und P_{Nzu} erhalten wir mit $\eta = P_{Nab}/P_{Nzu}$

Lsg.: $V_N = V_G - V_K = 400.000\ l - 258.400\ l = 141.600\ l = \underline{141.600\ dm^3}$

$\gamma_{Öl} = F_G / V_N \Rightarrow F_G = \gamma_{Öl} \cdot V_N = 9\ N/dm^3 \cdot 141.600\ dm^3 = \underline{1.274.400\ N}$

$$P_{Nab} = \frac{F_G \cdot h}{t} = \frac{1.274.400\ N \cdot 100\ m}{136.800\ s} = \underline{931{,}58\ W}$$

$\eta_N = P_{Nab} / P_{Nzu}$

$$\Rightarrow P_{Nzu} = \frac{P_{Nab}}{\eta_N} = \frac{931{,}58\ W}{0{,}85} = 1.096\ W = \underline{\underline{1{,}096\ kW}}$$

Erg.: Die Pumpe des linken Nachbarn besitzt eine Leistung von P_{Nzu} = 1,096 kW.

Zurück zur Aufgabe M 62

M 63 Lösung

a)

Geg.: Skizze, $M_L = M_R$, $F_A = F_B$

Ges.: F_A, F_B

Vor.: Aus $M_L = M_R$ folgt: $F_A \cdot a_A + F_B \cdot a_B = F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 + F_3 \cdot a_3$

Dies ist aber eine Gleichung mit zwei Unbekannten, eben F_A und F_B. Wir brauchen also eine zusätzliche Gleichung. Sie ist gegeben durch $F_A = F_B$. Hiermit lösen wir das Problem.

Lsg.: $F_A \cdot a_A + F_B \cdot a_B = F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 + F_3 \cdot a_3$ (1)

$F_A = F_B$ (2)

Aus (1) und (2) folgt

$F_A\ (a_A + a_B) = F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 + F_3 \cdot a_3$

$$\Rightarrow F_A = \frac{F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 + F_3 \cdot a_3}{a_A + a_B}$$

$$F_A = \frac{600\ N \cdot 0{,}4\ m + 600\ N \cdot 0{,}9\ m + 800\ N \cdot 1{,}8\ m}{0{,}8\ m + 1{,}7\ m}$$

$$\underline{\underline{F_A = 888\ N}} \Rightarrow \underline{\underline{F_B = 888\ N}}$$

Erg.: Die beiden gleichstarken Ganoven schieben jeweils mit einer Kraft von $F_A = F_B$ = 888 N.

b)

Geg.: Skizze, $F_A = F_B$ = 888 N

Ges.: M_G, M_B

Vor.: Die Ganoven können ihr Drehmoment vergrößern, wenn sie sich hintereinander stellen und im größtmöglichen Abstand vom Drehpunkt (a_{AB} = 1,8 m) gegen die Drehtür drücken. Dann ist ihr Drehmoment M_G natürlich größer als das Drehmoment M_B der Bankangestellten, wenn diese weiterhin wie skizziert schieben. Verändern aber die Bankangestellten aufgrund ihrer Physikkenntnisse ebenfalls ihre Stellung, dann müssen wir die beiden Drehmomente ausrechnen.

Lsg.: $M_G = 2 \cdot F_A \cdot a_{ab} = 2 \cdot 888\ \mathrm{N} \cdot 1{,}8\ \mathrm{m} = 3.196{,}8\ \mathrm{Nm} \qquad (1)$

$M_B = (F_1 + F_2 + F_3) \cdot a_3 = (600\ \mathrm{N} + 600\ \mathrm{N} + 800\ \mathrm{N}) \cdot 1{,}8\ \mathrm{m} = 3.600\ \mathrm{Nm} \qquad (2)$

Aus (1) und (2) folgt $M_G < M_B$

Erg.: Wenn die Bankangestellten sich auch umformieren, dann haben die Ganoven keine Chance zu entkommen.

Zurück zur Aufgabe M 63

M 64 Lösung

Geg.: $F_{G,M}$ = 0,5 N, $F_{G,W}$ = 0,4 N, v_w = 10 mm/s

Ges.: v_M

Vor.: Um nicht zu verlieren, muss Max so schnell kriechen, dass sein Drehmoment M_M gleich dem Drehmoment M_W der Wegschnecke ist. Das Drehmoment M = F · a der Schnecken und damit auch die Geschwindigkeit von Max können wir unter Zuhilfenahme der Gleichung v = s/t berechnen, wenn wir für den Abstand a vom Drehpunkt a = s = v · t und F = F_G setzen.

Lsg.:

$$M_M = M_W$$

$$\Rightarrow F_M \cdot a_M = F_W \cdot a_W$$

$$\Rightarrow F_{G,M} \cdot v_M \cdot t = F_{G,W} \cdot v_W \cdot t \quad |:t$$

$$\Rightarrow F_{G,M} \cdot v_M = F_{G,W} \cdot v_W$$

$$\Rightarrow v_M = \frac{F_{G,W} \cdot v_W}{F_{G,M}}$$

$$v_M = \frac{0{,}4\ \mathrm{N} \cdot 10\ \mathrm{mm/s}}{0{,}5\ \mathrm{N}}$$

$$\underline{\underline{v_M = 8\ \mathrm{mm/s}}}$$

Erg.: Um nicht zu verlieren, muss Max mindestens mit v = 8 mm/s daher sausen. Saust er schneller, berührt sein Balkenende den Boden, und er ist Deutscher Meister.

Zurück zur Aufgabe M 64

M 65 Lösung

a)

Geg.: Skizze, m_2 = 5 kg

Ges.: m_1 = wahre Masse des Goldes

Vor.: Setzen wir die wahre Gewichtskraft des Goldes gleich F_1 und die Gewichtskraft des Präzisionsgewichtes gleich F_2 = 50 N, so können wir F_2 berechnen, da a_1 und a_2 in der Skizze angegeben sind. Über F_1 können wir dann die wahre Masse des Goldes bestimmen.

Lsg.: $F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$

$$\Rightarrow F_1 = \frac{F_2 \cdot a_2}{a_1}$$

$$F_1 = \frac{50\ \mathrm{N} \cdot 0{,}071\ \mathrm{m}}{0{,}069\ \mathrm{m}}$$

$$F_1 = 51{,}45\ \mathrm{N} \qquad \text{NR: } F_1 = 51{,}45\ \mathrm{N} \mathrel{\hat{=}} m_1 = 5{,}145\ \mathrm{kg}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{m_1 = 5{,}145\ \mathrm{kg}}}$$

Erg.: In Wirklichkeit hat der alte Gauner 5,145 kg Gold einkassiert.

b)

Geg.: m_1 = 5,145 kg, m_2 = 5 kg

Ges.: Gewinn

Vor.: Einfach! Zuerst Δm und dann den Gewinn ausrechnen.

Lsg.: $\Delta m = m_1 - m_2$ = 5145 g - 5000 g = 145 g

1 g Gold kostet 35,- DM

145 g erschwindeltes Gold kosten 145 · 35,- DM = 5075,- DM

Erg.: Durch den "unbeabsichtigten" Schubser verdient der Kaufmann sich nette 5075,- DM im Jahr.

c)

Da der rechte Waagebalken länger als der linke ist, ist er somit auch schwerer als dieser. Dieser Gewichtsunterschied wirkt sich ebenfalls zugunsten des Kaufmanns aus.

Zurück zur Aufgabe M 65

M 66 Lösung

Münchhausens Beobachtungen sind zwar richtig, doch er spinnt trotzdem. Bei der formelmäßigen Beschreibung seiner Eisenbahnschienenschaukel darf er natürlich das Eigengewicht der unterschiedlich langen Hebelarme nicht einfach vernachlässigen. Die richtige formelmäßige Beschreibung des Sachverhaltes lautet: $M_1 + M_3 = M_2 + M_4$ und nicht $M_1 = M_2$.

Zurück zur Aufgabe M 66

M 67 Lösung

Geg.: Skizze

Ges.: F_M, F_R

Vor.: Aus der Sicht Münchhausens ist die Stange ein einarmiger Hebel, dessen Drehpunkt die Schulter von Alfredo Schlanko ist. Aus der Sicht Alfredo Schlankos ist die Stange ein einarmiger Hebel, dessen Drehpunkt die Schulter von Münchhausen ist.
Münchhausen muss also ein linksdrehendes Drehmoment M_M aufbringen, welches gleich dem rechtsdrehenden Drehmoment $M_{F,r}$ des Ferkels ist, und Alfredo Schlanko muss ein rechtsdrehendes Drehmoment M_A aufbringen, welches gleich dem linksdrehenden Drehmoment $M_{F,1}$ des Ferkels ist.

Lsg.:

$$M_M = M_{F,r}$$

$$\Rightarrow F_M \cdot a_M = F_F \cdot a_{F,r} \qquad F_F = F_G = 1.500\ \text{N}$$

$$\Rightarrow F_M = \frac{F_G \cdot a_{F,r}}{a_M} = \frac{1.500\ \text{N} \cdot 1\ \text{m}}{3\ \text{m}} = \underline{\underline{500\ \text{N}}}$$

$$M_A = M_{F,L}$$

$$\Rightarrow F_A \cdot a_A = F_F \cdot a_{F,l}$$

$$\Rightarrow F_A = \frac{F_G \cdot a_{F,l}}{a_A} = \frac{1.500\ \text{N} \cdot 2\ \text{m}}{3\ \text{m}} = 1.000\ \text{N}$$

Erg.: Baron Münchhausen ist ein linker Vogel; denn das Warzenschwein drückt auf seine Schulter nur mit einer Kraft von F_M = 500 N. Auf die Schulter des armen Alfredo Schlankos jedoch mit einer Kraft von F_A = 1000 N.

Zurück zur Aufgabe M 67

M 68 Lösung

Bei einem guten Würfel liegt der Schwerpunkt exakt im Körpermittelpunkt. Ist der Schwerpunkt zu einer Zahl, z.B. der Eins, hin verschoben, so erscheint die gegenüberliegende Zahl, in diesem Fall also die Sechs (gegenüberliegende Zahlen ergänzen sich immer zu sieben), häufiger, da der Schwerpunkt bestrebt ist, am Ende des Würfelvorganges die tiefste Lage (= minimale Lageenergie) einzunehmen.

Bei einem gezinkten Würfel ist also, z.B. durch den Einschluss eines Metallstückes, der Schwerpunkt in die gewünschte Richtung verschoben.

Zurück zur Aufgabe M 68

M 69 Lösung

Geg.: Skizze

Ges.: F_E = Kraft, die auf die Schultern von Eligius drückt
F_H = Kraft, die auf die Schultern von Hubertus drückt

Vor.: Im Schwerpunkt, der in der Mitte der Leiter liegt, dürfen wir uns die ganze Leitermasse vereinigt denken. Hier denken wir uns somit auch die ganze Gewichtskraft F_G = 650 N angreifend.

Eligius muss also einem linksdrehenden Drehmoment $M_L = F_G \cdot (12{,}5\ m - 7{,}5\ m)$ und Hubertus einem rechtsdrehenden Drehmoment $M_R = F_G \cdot (7{,}5\ m - 3{,}5\ m)$ entgegenwirken.

Da der Drehpunkt jeweils die Schulter des anderen ist, gilt weiterhin $a_E = a_H = 12{,}5\ m - 3{,}5\ m = 9\ m$.

Lsg.: $M_E = M_L$

$$F_E \cdot a_E = F_G \cdot (12{,}5\ m - 7{,}5m)$$

$$\Rightarrow F_E = \frac{F_G \cdot 5\ m}{a_E}$$

$$F_E = \frac{650\ N \cdot 5\ m}{9\ m}$$

$$\underline{\underline{F_E = 361{,}1\ N}}$$

$$M_H = M_R$$

$$F_H \cdot a_H = F_G \cdot (7{,}5\ m - 3{,}5\ m)$$

$$\Rightarrow F_H = \frac{F_G \cdot 4\ m}{a_H}$$

$$F_H = \frac{650\ N \cdot 4\ m}{9\ m}$$

$$\underline{\underline{F_H = 288{,}9\ N}}$$

Erg.: Die Leiter drückt mit einer Kraft von 361,1 N auf die Schultern von Eligius und mit einer Kraft von 288,9 N auf die Schultern von Hubertus.

Zurück zur Aufgabe M 69

M 70 Lösung

Geg.: F_G = 1.800 N, a_l = 1 m, a_2 = 2,5 m

Ges.: F_E

Vor.: Einfach! Die im Schwerpunkt S wirkende Gewichtskraft hat den Hebelarm a_1, und Eligius hat den Hebelarm a_2. Somit lösen wir das Problem mit der Gleichung $F_E \cdot a_2 = F \cdot a_1$.

Lsg.: $F_E \cdot a_2 = F_G \cdot a_1$

$$\Rightarrow F_E = \frac{F_G \cdot a_1}{a_2}$$

$$F_E = \frac{1.800 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}}{2,5 \text{ m}}$$

$$\underline{\underline{F_E = 720 \text{ N}}}$$

Erg.: Eligius muss mit einer Kraft von 720 N am Heiligenschein von St. Albert ziehen.

Zurück zur Aufgabe M 70

M 71 Lösung

Geg.: m = 2 t, F_1 = 785 N, F_2 = 600 N, F_3 = 1000 N, F_4 = 680 N, F_5 = 880 N, F_6 = 740 N, F_7 = 550 N, F_8 = 1000 N, Skizze

Ges.: a_3

Vor.: Das rechtsdrehende Drehmoment M_r der "Heidehöschenjungs" einschließlich Fass muss genauso groß sein wie das linksdrehende Drehmoment M_l von LKW und Förster Hubertus Blattschuss. $M_r = M_l$ kann man leicht nach a_3 umstellen.

Lsg.: $M_R = M_l$

$$F \cdot a_3 = F_1 \cdot a_1 + F_G \cdot a_2$$

$$\Rightarrow a_3 = \frac{F_1 \cdot a_1 + F_G \cdot a_2}{F}$$

NR: $F = F_2+F_3+F_4+F_5+F_6+F_7+F_8$

$$F = 600 \text{ N} + 1.000 \text{ N} + 680 \text{ N} + 880 \text{ N} + 740 \text{ N} + 550 \text{ N} + 1.000 \text{ N}$$

$$\underline{F = 5.450 \text{ N}}$$

$$a_3 = \frac{785 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} + 20.000 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}}{5.450 \text{ N}}$$

m = 2 t = 2.000 kg
2.000 kg $\hat{=}$ F_G = 20.000 N

$$\underline{\underline{a_3 = 3,96 \text{ m}}}$$

Erg.: Die vereinte Gewichtskraft der Jungs (einschließlich Fass) muss im Abstand a_3 = 3,96 m vom Drehpunkt auf die Ladefläche des Holztransporters wirken.

Zurück zur Aufgabe M 71

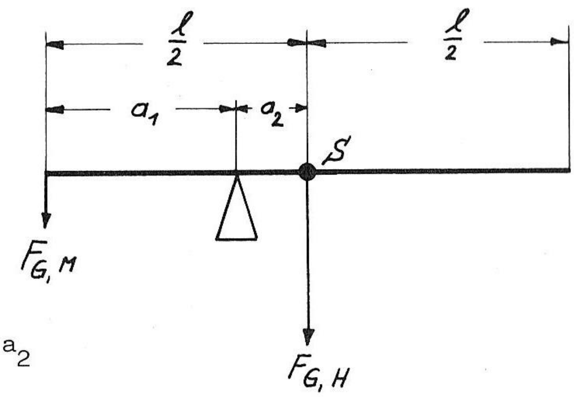
M 72 Lösung

Geg.: l = 1,5 m, $F_{G,H}$ = 7,5 N, $F_{G,M}$ = 0,5 N

Ges.: a_2 = Abstand zwischen Drehpunkt und Schwerpunkt der Holzleiste

Vor.: Im Schwerpunkt der Holzleiste (Körpermittelpunkt) denken wir uns die Gewichtskraft $F_{G,H}$ angreifend. Sie übt ein rechtsdrehendes Drehmoment M_r aus. Damit Max bequem schaukeln kann, muss M_r genauso groß sein wie das linksdrehende Drehmoment M_1 von Max. Also: $M_1 = M_r \Rightarrow F_{G,M} \cdot a_1 = F_{G,H} \cdot a_2$. In dieser Gleichung sind aber noch zwei Unbekannte (a_1 u. a_2) enthalten. Wir müssen also noch eine zweite Gleichung aufstellen. Da der Schwerpunkt genau im Körpermittelpunkt liegt, gilt: $a_1 + a_2 = l/2$ (siehe Skizze).

Lsg.: $M_r = M_l$



$$F_{G,H} \cdot a_2 = F_{G,M} \cdot a_1 \quad (1)$$

$$a_1 + a_2 = l/2 \quad (2)$$

$$\Rightarrow a_1 = l/2 - a_2 \quad (3)$$

(1), (3)

$$\Rightarrow F_{G,H}\, a_2 = F_{G,M} \cdot (l/2 - a_2) \quad |:a_2$$

$$F_{G,H} = \frac{F_{G,M} \cdot l/2}{a_2} - F_{G,M}$$

$$\Rightarrow F_{G,H} + F_{G,M} = \frac{F_{G,M} \cdot l/2}{a_2}$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{F_{G,M} \cdot l/2}{F_{G,H} + F_{G,M}}$$

$$a_2 = \frac{0{,}5\ \text{N} \cdot 1{,}5\ \text{m}/2}{7{,}5\ \text{N} + 0{,}5\ \text{N}}$$

$$a_2 = 0{,}047\ \text{m}$$

$$\underline{\underline{a_2 = 4{,}7\ \text{cm}}}$$

Erg.: Max muss die Schneide 4,7 cm von der Leistenmitte entfernt unterlegen, damit er bequem schaukeln kann.

Zurück zur Aufgabe M 72

M 73 Lösung

Das Lot durch den Schwerpunkt von Hugo Hastig und den angehobenen Stuhl trifft nicht mehr seine Standfläche (Fußsohlen), da der Schwerpunkt im Brustkorb von Hugo Hastig liegt. Somit wirkt ein "fesselndes" linksdrehendes Drehmoment auf Hugo Hastig, dem er kein entsprechendes rechtsdrehendes Moment entgegensetzen kann. Hugo kann sich also nicht aufrichten, solange er den Stuhl hochhält.

Wenn Du es nicht glaubst, dann probiere es doch mal aus. Aber Vorsicht! Vor Beulen wird gewarnt.

Zurück zur Aufgabe M 73

M 74 Lösung

Geg.: F_G = 30 MN, p = 3,5 bar

Ges.: A

Vor.: Simpel! Dieses Problem lösen wir einfach mit der Gleichung p = F/A. Nicht vergessen, bar in Pa umrechnen.

Lsg.: $p = F/A$

$$\Rightarrow A = \frac{F}{p} = \frac{30 \text{ MN}}{3{,}5 \text{ bar}} = \frac{30.000.000 \text{ N}}{350.000 \text{ Pa}} = \frac{30.000.000 \text{ N}}{350.000 \text{ N/m}^2} = \underline{\underline{85{,}7 \text{ m}^2}}$$

Erg.: Die Bodenplatte, auf der das luxuriöse Gästehaus von Münchhausen steht, hat eine Fläche von 85,7 m^2.

Zurück zur Aufgabe M 74

M 75 Lösung

Geg.: F_M = 211 N, F_R = 406 N, p = 6,5 bar

Ges.: A

Vor.: Aufgrund der Haftreibungskraft F_R bleibt der Korken im Flaschenhals stecken. Um die Flasche zu entkorken, genügt jedoch eine Zugkraft F_M, die kleiner ist als F_R, da in der Flasche ein Überdruck von 6,5 bar herrscht und somit eine Kraft F von innen auf den Korken wirkt.

Für den "Entkorkungsvorgang" gilt also $F_R = F + F_M$. Diese Gleichung können wir nach F umstellen und dann mittels p = F/A die gesuchte Größe A berechnen.

Lsg.: $F_R = F + F_M \Rightarrow \quad F = F_R - F_M$

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{p} = \frac{F_R - F_M}{p} = \frac{406\ N - 211\ N}{6{,}5\ bar}$$

$$A = \frac{406\ N - 211\ N}{65\ N/cm^2}$$

$$\underline{\underline{A = 3{,}0\ cm^2}}$$

Erg.: Die Flaschenhalsöffnung ist A = 3,0 cm² groß.

Zurück zur Aufgabe M 75

M 76 Lösung

Münchhausen spinnt! Er hat zwar Recht mit seiner Behauptung, dass die Kraft F_1, die auf die Fläche A_1 wirkt, größer ist als die Kraft F_2, die auf die Fläche A_2 wirkt. Aber: F_1 steht senkrecht auf A_1, und somit wirkt nur ihre horizontale Komponente der Kraft F_2 entgegen. Diese Komponente ist aber gleich der Kraft F_2, sodass das Auto sich nicht selbstständig in Bewegung setzen kann.

Zurück zur Aufgabe M 76

M 77 Lösung

Der Lügenbold aus Afrika hat die Wahrheit gesagt. Denn er kann beobachten, dass die Schale des rohen Straußeneies in viele Stücke zerplatzt, wenn das Ei von einer Kugel getroffen wird. Der durch die eindringende Gewehrkugel erzeugte Druck wird über das flüssige Eiweiß auf die gesamte Innenseite der Eierschale übertragen.

Das gekochte Ei dagegen wird von der Gewehrkugel lediglich durchschlagen. Sie hinterlässt nur ein Loch im Ei; denn in einem festen Körper ist keine allseitige Kraftweiterleitung mit konstantem F/A gegeben.

Wenn wir die Größe F/A berechnen, müssen wir also unterscheiden zwischen Flüssigkeiten und Gasen auf der einen Seite und Festkörpern auf der anderen. Nur in einer Flüssigkeit oder einem Gas ist aufgrund der leichten Verschiebbarkeit der Teilchen der Quotient F/A für alle Begrenzungsflächen gleich. In einem Festkörper (z.B. hart gekochtes Ei) ist dies jedoch nicht der Fall.

Zurück zur Aufgabe M 77

M 78 Lösung

Geg.: $F_{G,L}$ = 550 N, A_L = 1 cm², $F_{G,E}$ = 57 kN, A_E = 20 dm², $F_{G,D}$ = 0,02 N, A_N = 0,03 mm²

Ges.: p_L, p_E, p_p

Vor.: Einfach! Mit $p = F/A$ können wir p_L, p_E und p_D berechnen und anschließend vergleichen. Aber bitte auf die Maßeinheiten aufpassen!

Lsg.:

$$p_L = \frac{F_{G,L}}{A_L}$$

NR: $A_L = 1 cm^2 = 0{,}0001\ m^2$

$$p_L = \frac{550\ N}{0{,}0001\ m^2}$$

$$\underline{\underline{p_L = 5{,}5\ MPa}}$$

$$p_E = \frac{F_{G,E}}{A_E}$$

NR: $A_E = 20\ dm^2 = 0{,}2\ m^2$

$$p_E = \frac{57.000\ N}{0{,}2\ m^2}$$

$$\underline{\underline{p_E = 0{,}285\ MPa}}$$

$$p_D = \frac{F_{G,D}}{A_N}$$

NR: $A_N = 0{,}03\ mm^2 = 0{,}000.000.03\ m^2$

$$p_D = \frac{0{,}02\ N}{0{,}000.000.03\ m^2}$$

$$\underline{\underline{p_D = 0{,}667\ MPa}}$$

Erg.: Der gute Münchhausen hat die Wahrheit gesagt, aber die Lügenboldin ist wirklich eine Lügenboldin; denn $p_L > p_p > p_E$.

Zurück zur Aufgabe M 78

M 79 Lösung

Geg.: h = 10 m, γ = 0,85 cN/cm^3, t = 3 min, P = 125 kW, p = 4 kPa

Ges.: A

Vor.: Uiiih! Diese Aufgabe hört sich nicht einfach an. Allein mit der Gleichung $p = F/A$ können wir A nicht bestimmen; denn wir wissen nicht, mit welcher Gewichtskraft $F_{G,T}$ der Turm einschließlich Gesellschaft auf das Öl drückt. Vielleicht können wir $F_{G,T}$ über die gegebenen Werte P und t berechnen; denn die Pumpe verrichtet ja Hubarbeit, also $P = W_H/t = (F_G \cdot h)/t$. Dummerweise hebt die Pumpe aber nicht nur den Turm um 10 m in die Höhe, sondern auch eine unbekannte Menge Öl wird um 10 m angehoben. Nun sind aber die Gewichtskraft $F_{G,ö}$ des Öls und sein Volumen $V_ö$ über die Gleichung $\gamma = F_{G,ö} / V_ö$ miteinander verknüpft.
Versuchen wir doch mal eine Lösung mit diesen drei Gleichungen: $P = F_{G,T}/A$; $P = (F_G \cdot h)/t$ und $\gamma = F_{G,ö} / V_ö$

Lsg.: $P = W_H/t$

$$P = (F_G \cdot h)/t$$

$$\underline{P = \frac{(F_{G,T} + F_{G,\ddot{O}}) \cdot h}{t} \qquad (1)}$$

$$p = F/A = F_{G,T}/A$$

$$\Rightarrow \underline{F_{G,T} = p \cdot A \qquad (2)}$$

$$\gamma = F_{G,\ddot{O}}/V_{\ddot{O}}$$

$$\Rightarrow F_{G,\ddot{O}} = \gamma \cdot V_{\ddot{O}}$$

$$\Rightarrow F_{G,\ddot{O}} = \gamma \cdot A \cdot h \qquad (3)$$

(1), (2), (3) $\Rightarrow$

$$P = \frac{(p \cdot A + \gamma \cdot A \cdot h) \cdot h}{t}$$

$$P = \frac{p \cdot A \cdot h + \gamma \cdot A \cdot h^2}{t}$$

$$P = \frac{A \cdot (p \cdot h + \gamma\, h^2)}{t}$$

$$\Rightarrow A = \frac{P \cdot t}{p \cdot h + \gamma \cdot h^2}$$

$$A = \frac{125.000 \text{ Nm/s} \cdot 180 \text{ s}}{4.000 \text{ N/m}^2 \cdot 10 \text{ m} + 8.500 \text{ N/m}^3 \cdot (10 \text{ m})^2}$$

$$\underline{\underline{A = 25{,}28 \text{ m}^2}}$$

NR:

$P = 125 \text{ kW} = 125.000 \text{ Nm/s}$

$p = 4 \text{ kPa} = 4.000 \text{ N/m}^2$

$\gamma = 0{,}85 \text{ cN/cm}^3$

$\gamma = 8.500 \text{ n/m}^3$

Erg.: Die Fläche A ist 25,28 m^2 groß.

Zurück zur Aufgabe M 79

M 80 Lösung

Geg.: h = 23 cm, γ = 0,980 cN/cm^3 (dem Physikbuch entnommen)

Ges.: p

Vor.: Geschenkt! Die Gleichung p = γ·h braucht noch nicht einmal umgestellt zu werden. Auch braucht man die Einheiten nicht umzuformen, wenn man mit dem Ergebnis in hPa zufrieden ist.

Lsg.: $p = \gamma \cdot h$

$p = 0{,}980\ cN/cm^3 \cdot 23\ cm$

$p = 22{,}54\ cN/cm^2$

$\underline{\underline{p = 22{,}54\ hPa}}$

Erg.: Auf den Wasserflohkaugummi wirkt ein mittlerer Schweredruck von p = 22,54 hPa.

Zurück zur Aufgabe M 80

M 81 Lösung

Geg.: h = 113 m, ϱ = 1,02 g/cm^3, A = 1,5 cm^2, F_M = 200 N

Ges.: F

Vor.: Mittels der Gleichungen p = γ·h und p = F/A lässt sich die Aufgabe lösen. Vorher müssen wir jedoch die Dichte ϱ in die Wichte γ rumrechnen.

Lsg.: $p = \gamma \cdot h$ (1) $p = F/A$ (2)

(1), (2)

$\Rightarrow \dfrac{F}{A} = \gamma \cdot h$

$\Rightarrow F = \gamma \cdot h \cdot A$

$F = 10.200\ N/m^3 \cdot 113\ m \cdot 0{,}00015\ m^2$

$F = 172{,}89\ N$

$\Rightarrow F_M = 200\ N > F = 172{,}89\ N$

NR: $\varrho = 1{,}02\ g/cm^3$

$\varrho = 1.020\ kg/m^3$

mit $m = 1kg \,\hat{=}\, F_G = 10\ N$ folgt

$\gamma = 10.200\ N/m^3$

$A = 1{,}5\ cm^2 = 0{,}00015\ m^2$

Erg.: Münchhausen hat nicht gelogen. Er war kräftig genug, um das Loch im U-Boot mit seinem kleinen Finger abzudichten: F_M = 200 N > F = 172,89N.

Super, Herr Baron!

Zurück zur Aufgabe M 81

M 82 Lösung

a)

Geg.: P_{L1} = 1049 mbar, p_i = 100 hPa (Skizze), γ_w = 0,980 cN/cm^3

Ges.: h_w

Vor.: Der Schweredruck p der über die Seeoberfläche herausragenden Wassersäule plus dem Innendruck p_i im Aussichtsturm müssen zusammen gleich dem Luftdruck p_{L1} sein. Somit können wir über die Gleichungen $p_w = \gamma \cdot h_w$, $p = p_w + p_i$ und $p = p_{L1}$ die gesuchte Größe h_w berechnen. Nicht vergessen: 1 mbar = 1 hPa = 1 cN/cm2.

Lsg.: $p = p_{L1}$, $p = p_W + p_i$, $p_W = \gamma_W \cdot h_W$

$$\Rightarrow \quad p_W + p_i = p_{L1}$$

$$\Rightarrow \quad \gamma_W \cdot h_W + p_i = p_{L1}$$

$$\Rightarrow \quad \gamma_W \cdot h_W = p_{L1} - p_i$$

$$\Rightarrow \quad h_W = \frac{p_{L1} - p_i}{\gamma_W}$$

$$h_W = \frac{1.049 \text{ hPa} - 100 \text{ hPa}}{0{,}980 \text{ cN/cm}^3} = 968{,}4 \frac{\frac{cN}{cm^2}}{\frac{cN}{cm^3}} = 968{,}4 \text{ cm} \approx \underline{\underline{9{,}68 \text{ m}}}$$

Erg.: Die Oberfläche der Wassersäule im Aussichtsturm von Kurti Klunker befindet sich 9,68 m über der Seeoberfläche.

b)

Geg.: x_2 = 107 m, P_{L2} = 1036 mbar, x_1 = 13 m, P_{L1} = 1049 mbar, γ_w = 0,980 cN/cm^3

Ges.: Δ_p

Vor.: Die Druckdifferenz $\Delta p = p_2 - p_1$ an der Schleuse ergibt sich aus dem unterschiedlichen Luft- und Wasserdruck an jeder Schleusenseite, also $p_1 = p_{L1} + p_{W1}$ und $p_2 = p_{L2} + p_{W2}$. Unter Verwendung der Gleichung $p = \gamma \cdot h$ lässt sich somit die Druckdifferenz leicht berechnen.

Lsg.: $\Delta p = p_2 - p_1$

$$\Delta p = (\gamma_W \cdot h_2 + p_{L2}) - (\gamma_W \cdot h_1 + p_{L1})$$

$$\Delta p = (\gamma_W \cdot (x_2 + x_1) + p_{L2}) - (\gamma_W \cdot x_1 + p_{L1})$$

$$\Delta p = \gamma_W \cdot x_2 + \gamma_W \cdot x_1 + p_{L2} - \gamma_W \cdot x_1 - p_{L1}$$

$$\Delta p = \gamma_W \cdot x_2 + p_{L2} - p_{L1}$$

$$\Delta p = 0{,}98 \text{ cN/cm}^3 \cdot 10.700 \text{ cm} + 1.036 \text{ cN/cm}^2 - 1.049 \text{ cN/cm}^2$$

$$\Delta p = 10.473 \text{ cN/cm}^2$$
$$\Delta p = 10.473 \text{ mbar} \approx \underline{\underline{10{,}5 \text{ bar}}}$$

Erg.: Beachtlich! An der Schleuse herrscht ein Druckunterschied von Δp = 10,5 bar. Aber ein echter Kurti Klunker hält so einem Druckunterschied schon stand.

Zurück zur Aufgabe M 82

M 83 Lösung

Geg.: h = 13 m, F_R = 3,3 kN, F_N = 2 F_R, p_L = 1049 mbar, A_a = 327 cm^2, A. = 243 cm^2 γ = 0,980 cN/cm^3

Ges.: p_i

Vor.: Nachdem wir $F_N = 2 \cdot F_R$ berechnet haben, können wir mit dem Ansatz $F_N = F_a - F_i$ und den beiden Gleichungen p = F/A und p = $\gamma \cdot h$ die gesuchte Größe p_i berechnen.

Lsg.: $F_N = 2 \cdot F_R = 2 \cdot 3{,}3\ kN = \underline{6{,}6\ kN}$

$$F_N = F_a - F_i$$

$$F_N = p_a \cdot A_a - p_i \cdot A_i$$

$$\Rightarrow p_i\ A_i = p_a \cdot A_a - F_N$$

$$\Rightarrow p_i = \frac{p_a \cdot A_a - F_N}{A_i}$$

$$p_i = \frac{(p_W + p_L) \cdot A_a - F_N}{A_i}$$

$$p_i = \frac{(\gamma \cdot h + p_L) \cdot A_a - F_N}{A_i}$$

$$p_i = \frac{(0{,}98\ cN/cm^3 \cdot 1.300\ cm + 1.049\ cN/cm^3) \cdot 327\ cm^2 - 660.000\ cN}{243\ cm^2}$$

$$p_i = 410\ cN/cm^2$$

$$\underline{\underline{p_i = 410\ mbar}}$$

Erg.: Im Einweckglas herrscht ein Druck von p_i = 410 mbar.

Zurück zur Aufgabe M 83

M 84 Lösung

Geg.: V_T = 32 cl, Alkoholgehalt = 70%, V_{w1} = 6 Liter, p = 2160 Pa, γ_A = 0,775 cN/cm^3, γ_W = 0,980 cN/cm^3

Ges.: h

Vor.: Die gesuchte Größe h lässt sich einfach mit der Gleichung p = $\gamma_G \cdot h$ berechnen, sobald wir die Wichte γ_G des Alkohol-Wasser-Gemisches kennen. Dies stellt uns aber vor keine Probleme, da ja angegeben ist, dass die 32 cl Teufelsrachenputzer 0,7 Teile Alkohol und 0,3 Teile Wasser enthalten.

Lsg.: $\gamma_G = \frac{F_{G,G}}{V_G} = \frac{\gamma_A \cdot V_A + \gamma_W \cdot V_{W2}}{V_A + V_{W2}}$

NR: $V_A = 0{,}7 \cdot V_T = 0{,}7 \cdot 32\ cl$

$\underline{V_A = 22{,}4\ cl = 224\ cm^3}$

$$\gamma_G = \frac{0{,}775\ cN/cm^3 \cdot 224\ cm^3 + 0{,}98\ cN/cm^3 \cdot 6.096\ cm^3}{224\ cm^3 + 6.096\ cm^3}$$

$\underline{\gamma_G = 0{,}973\ cN/cm^3}$

$V_{W2} = V_{W1} + (V_T - V_a)$

$V_{W2} = 600\ cl + (32\ cl - 22{,}4\ cl)$

$V_{W2} = 600\ cl + 9{,}6\ cl$

$V_{W2} = 609{,}6\ cl$

$\underline{V_{W2} = 6.096\ cm^3}$

$p = \gamma_G \cdot h$

$\Rightarrow h = p/\gamma_G$

$$h = \frac{2.160\ Pa}{0{,}973\ cN/cm^3}$$

$$h = \frac{21{,}6\ cN/cm^3}{0{,}973\ cN/cm^3}$$

$\underline{\underline{h = 22{,}2\ cm}}$

Erg.: Das Aquarium ist nun bis zu einer Höhe von 22,2 cm mit einem berauschenden Alkohol-Wasser-Gemisch gefüllt.

Zurück zur Aufgabe M 84

M 85 Lösung

Geg.: $p_1 = 1015$ mbar, $p_2 = 883$ mbar, $V_1 = 1{,}3\ cm^3$

Ges.: ΔV

Vor.: Kein Problem! Mit $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ können wir V_2 berechnen und damit $\Delta V = V_2 - V_1$. D.h., der Volumenzuwachs ΔV der Luft ist gleich der ausgeflossenen Tinte.

Lsg.: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2} = \frac{1.015\ mbar \cdot 1{,}3\ cm^3}{883\ mbar} = 1{,}5\ cm^3$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 1{,}5\ cm^3 - 1{,}3\ cm^3 = 0{,}2\ cm^3 = \underline{\underline{0{,}2\ ml}}$$

Erg.: Nur 0,2 ml rote Tinte färbten das Hemd von Kommissar Kurzschluss rot.

Zurück zur Aufgabe M 85

M 86 Lösung

Geg.: $V_1 = 58\ cm^3$, $A = 64\ cm^2$, $p_1 = p_L = 785$ mbar, $V_2 = 61\ cm^3$, $F_R = 7$ N

Ges.: $F_{G,K}$

Vor.: Mit $p_1 \cdot V = p_2 \cdot V_2$ berechnen wir zuerst p_2. Nun können wir die Druckdifferenz $\Delta p = p_1 - p_2$ berechnen. Über die Druckdifferenz oberhalb und unterhalb des Käses im Bereich der Fläche A können wir die Kraft F berechnen, mit der der Käse von der Außenluft gegen den Saugnapf gepresst wird. Dazu benutzen wir die Gleichung $\Delta p = F/A$. Die Gewichtskraft $F_{G,K}$ des Käses erhalten wir nun mittels $F = F_R + F_{G,K}$, da die Rückstellkraft F_R des Saugnapfes und die Gewichtskraft des Käses das Saugnapfvolumen von V_1 auf V_2 vergrößert haben.

Lsg.: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

$$\Rightarrow \quad p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{785\ \text{mbar} \cdot 58\ \text{cm}^3}{61\ \text{cm}^3} = 746{,}4\ \text{mbar}$$

$$\Delta p = p_1 - p_2 = 785\ \text{mbar} - 746{,}4\ \text{mbar} = \underline{38{,}6\ \text{mbar}}$$

$$\Delta p = F/A \Rightarrow F = p \cdot A = 38{,}6\ \text{cN/cm}^2 \cdot 64\ \text{cm}^2 = 2.470{,}4\ \text{cN} \approx \underline{\underline{24{,}7\ \text{N}}}$$

$$F = F_R + F_{G,K}$$

$$\Rightarrow \quad F_{G,K} = F - F_R = 24{,}7\ \text{N} - 7\ \text{N} = \underline{\underline{17{,}7\ \text{N}}}$$

Erg.: Die Gewichtskraft des Käses beträgt $F_{G.K} = 17{,}7$ N.

Zurück zur Aufgabe M 86

M 87 Lösung

Geg.: $h_1 = 0{,}12$ m, $h_2 = 12$ m, $V_1 = 800\ \text{cm}^3$, $p_L = 760$ mbar, $\gamma_w = 0{,}98\ \text{cN/cm}^3$

Ges.: W

Vor.: Da der Schweredruck mit der Tiefe zunimmt, verringert sich das Luftvolumen im Glas, und die Auftriebskraft F_A, die Kurti überwinden muss, wird kleiner.

Mit $F_A = \gamma \cdot V$ lässt sich F_{A1} leicht berechnen. F_{A2} können wir hiermit jedoch nur berechnen, wenn wir vorher mit $p_2 = \gamma \cdot h_2 + p_L$ und $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ die Größe V_2 bestimmt haben. Nun kennen wir F_{A1} und F_{A2}. Die mittlere Auftriebskraft F_A berechnen wir mit $F_A = (F_{A1} + F_{A2})/2$ und die Arbeit W mit $W = F_A \cdot \Delta h$.

Lsg.: $F_{A1} = \gamma_W \cdot V_1 = 0{,}98\ \text{cN/cm}^3 \cdot 800\ \text{cm}^3 = \underline{784\ \text{cN}}$

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$\Rightarrow \quad V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2}$$

$$V_2 = \frac{(\gamma_W \cdot h_1 + p_L) \cdot V_1}{\gamma_W \cdot h_2 + p_L}$$

$$V_2 = \frac{(0{,}98\ cN/cm^3 \cdot 12\ cm + 760\ cN/cm^2) \cdot 800\ cm^3}{0{,}98\ cN/cm^3 \cdot 1.200\ cm + 760\ cN/cm^2}$$

$$\underline{V_2 = 318{,}9\ cm^3}$$

$$F_{A2} = \gamma_W \cdot V_2 = 0{,}98\ cN/cm^2 \cdot 318{,}9\ cm = \underline{312{,}5\ cN}$$

$$\bar{F}_A = \frac{F_{A1} + F_{A2}}{2} = \frac{784\ cN + 312{,}5\ cN}{2} = 548{,}25\ cN$$

$$W = \bar{F}_A \cdot \Delta h =' \bar{F}_A \cdot (h_2 - h_1) = 5{,}48\ N \cdot (12\ m - 0{,}12\ m)$$

$$W = 65{,}1\ Nm = \underline{\underline{65{,}1\ J}}$$

Erg.: Unser lieber Kurti verrichtet eine Arbeit von W = 65,1 J.

Zurück zur Aufgabe M 87

M 88 Lösung

Geg.: p_L = 765 mbar, h_1 = 5,75 cm, h_M= 5,75 cm, γ_M = 0,98 cN/cm^3, A = 20,4 cm^2

Ges.: Δh

Vor.: Wir nehmen an, dass die Milch nach dem Umstülpen des Glases als Säule um die Strecke Δh nach unten sinkt. Dadurch dehnt sich die eingeschlossene Luft um Δh aus. h können wir über $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ berechnen, sobald wir p_2 bestimmt haben. Dazu folgende Überlegung: Wenn die Milch nicht auslaufen soll, dann muss der Luftdruck p_2 im umgestülpten Glas plus der Schweredruck der Milchsäule gleich dem äußeren Luftdruck p_L sein. Also: $p_L = p_2 + p_w$. Dann herrscht an der Grenzfläche A Kräftegleichgewicht. Also los! Knacken wir die Kopfnuss.

Lsg.: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

$$\Rightarrow \quad V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2} \qquad (1)$$

NR:

$$p_1 = p_L \qquad (2)$$

$$V_1 = A \cdot h_1 \qquad (3)$$

$$p_L = p_2 + p_M$$

$$\Rightarrow \quad p_2 = p_L - p_M \qquad (4)$$

$$p_M = \gamma_M \cdot h_M \qquad (5)$$

(1), (2), (3), (4), (5)

$$\Rightarrow \quad V_2 = \frac{p_L \cdot A \cdot h_1}{p_L - \gamma_M \cdot h_M}$$

$$V_2 = \frac{765\ cN/cm^2 \cdot 20{,}4\ cm^2 \cdot 5{,}75\ cm}{765\ cN/cm^2 - 0{,}98\ cN/cm^3 \cdot 5{,}75\ cm}$$

$$\underline{V_2 = 118{,}17\ cm^3}$$

$$V_2 = A \cdot h_2$$

$$\Rightarrow \quad h_2 = \frac{V_2}{A} = \frac{118{,}17\ cm^3}{20{,}4\ cm^2} = 5{,}79\ cm$$

$$\Delta h = h_2 - h_1 = 5{,}79\ cm - 5{,}75\ cm = 0{,}04\ cm = \underline{\underline{0{,}4\ mm}}$$

Erg.: Die Milchsäule braucht nur 0,4 mm aus dem Glas herauszuschauen, damit an der Grenzfläche A gleicher Innen- und Außendruck und somit Kräftegleichgewicht herrscht.

Das Auslaufen der Milch durch den 0,4 mm breiten Spalt wird durch die Oberflächenspannung der Milch verhindert.

Anmerkung:

Führe dieses Experiment einmal durch, und Du wirst feststellen, dass sich der Bierdeckel sehr leicht verschieben lässt. Er wird also nicht fest gegen das Glas gepresst.

Zurück zur Aufgabe M 88

M 89 Lösung

Münchhausen spinnt nicht! 1 kg Styropor erfährt in Luft aufgrund seines größeren Volumens eine größere Auftriebskraft als 1 kg Blei. Aus diesem Grund zieht 1 kg Styropor mit einer geringeren Kraft am Kraftmesser als 1 kg Blei.

Im Vakuum würde der Kraftmesser gleiche Werte anzeigen.

Zurück zur Aufgabe M 89

M 90 Lösung

Münchhausen spinnt nicht! Blei schwimmt auf Quecksilber, da Blei mit $\gamma_B = 11{,}14\ cN/cm^3$ eine geringere Wichte als Quecksilber ($\gamma_Q = 13{,}30\ cN/cm^3$) hat.

Zurück zur Aufgabe M 90

M 91 Lösung

Geg.: $V_E = 17\ cm^3$, $A = 620\ cm^2$, $\gamma_G = 18{,}95\ cN/cm^3$, $\gamma_w = 0{,}98\ cN/cm^3$ (Beide Werte aus dem Physikbuch)

Ges.: Δh

Vor.: Wenn der See-Elefant auf dem Floß steht, verdrängt er so viel Wasser mehr, dass die Gewichtskraft $F_{G,W1}$ des verdrängten Wassers gleich der Gewichtskraft $F_{G,E}$ des Elefanten ist. Aufgrund seiner hohen Wichte verdrängt er also mehr Wasser (V_{W1}), als es seinem Eigenvolumen (V_E) entspricht. Wirft Max ihn ins Wasser, so kann er, nur noch sein Eigenvolumen $V_E = V_{w2}$ an Wasser verdrängen und er sinkt auf den Boden.

Mittels der Gleichung $\gamma = F_G/V$ können wir V_{W1} berechnen und erhalten hierüber die Volumendifferenz $\Delta V = V_{W1} - V_{W2}$. Nun teilen wir ΔV durch A, und schon haben wir die gesuchte Größe Δh ermittelt.

Lsg.: $F_{G,W1} = F_{G,E}$

NR: $\gamma_G = F_{G,E}/V_E \Rightarrow F_{G,E} = \gamma_G \cdot V_E$

$\gamma_W = F_{G,W1}/V_{W1} \Rightarrow F_{G,W1} = \gamma_W \cdot V_{W1}$

$$\Rightarrow \gamma_W \cdot V_{W1} = \gamma_G \cdot V_E$$

$$\Rightarrow V_{W1} = \frac{\gamma_G \cdot V_E}{\gamma_W}$$

$$V_{W1} = \frac{18{,}95\ \text{cN/cm}^3 \cdot 17\ \text{cm}^3}{0{,}98\ \text{cN/cm}^3}$$

$$\underline{V_{W1} = 328{,}7\ \text{cm}^3}$$

$$\Delta V = V_{W1} - V_{W2} = V_{W1} - V_E = 328{,}7\ \text{cm}^3 - 17\ \text{cm}^3 = \underline{311{,}7\ \text{cm}^3}$$

$$\Delta V = A \cdot \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{\Delta V}{A} = \frac{311{,}7\ \text{cm}^3}{620\ \text{cm}^2} = \underline{\underline{0{,}5\ \text{cm}}}$$

Erg.: Der Wasserspiegel sinkt um 0,5 cm.

Zurück zur Aufgabe M 91

M 92 Lösung

Geg.: F = 50 N, V = 6,6 m^3, p_B = 1013 mbar, γ_B = 1,18 cN/dm^3

Ges.: h

Vor.: Wir müssen den Luftdruck p_H für die Höhe h berechnen, um h aus dem Diagramm ablesen zu können. p_H kann mit der Gleichung $p_H \cdot V_H = p_B \cdot V_B$ berechnet werden, da p_B gegeben ist und V_H (Volumen der verdrängten Luft) gleich dem Volumen V des Ballons ist.

Die in der Höhe h vom Ballon verdrängte Luftmasse würde in Bodennähe ein geringeres Volumen (V_B) einnehmen, jedoch die gleiche Gewichtskraft $F_{G,B} = F_{G,H} = F$ erfahren, da ihre Wichte entsprechend größer ist. Die noch fehlende Größe V_B können wir also mit $\gamma_B = F_{G,B}/V_B$ berechnen.

Lsg.: $p_H \cdot V_H = p_B \cdot V_B$

$$\Rightarrow \quad p_H = \frac{p_B \cdot V_B}{V_H} \quad (1)$$

NR: $V_H = V \quad (2)$

$\gamma_B = F_{G,B}/V_B$

$\Rightarrow V_B = F_{G,B}/\gamma_B$

$\Rightarrow V_B = F_{G,H}/\gamma_B \quad (3)$ da $F_{G,B} = F_{G,H}$

(1), (2), (3) $\Rightarrow$

$$p_H = \frac{p_B \cdot (F_{G,H}/\gamma_B)}{V}$$

$$p_H = \frac{1.013 \text{ mbar} \cdot (5.000 \text{ cN}/1{,}18 \text{ cN/dm}^3)}{6.600 \text{ dm}^3}$$

$$\underline{p_H = 650 \text{ mbar}} \quad (4)$$

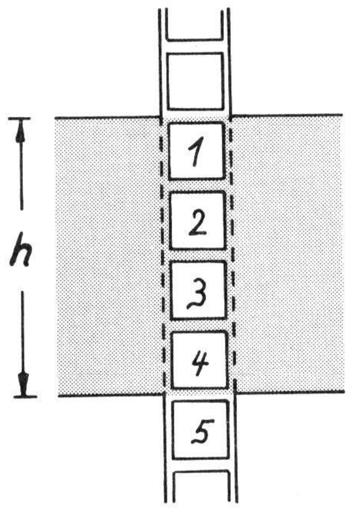
(4) und Diagramm $\Rightarrow$ $\underline{\underline{h = 3{,}7 \text{ km}}}$

Erg.: Max und Kurti schweben in 3,7 km Höhe.

Zurück zur Aufgabe M 92

M 93 Lösung

Münchhausen spinnt! Dies können wir anhand einer Skizze mit würfelförmigen Tischtennisbällen durch eine formelmäßige Betrachtung sehr leicht zeigen.



Auf den Tischtennisball NR. 5, der gerade in den Drahtkäfig eindringen soll, wirkt infolge des Schweredrucks die Kraft F_S.

Mit $p = \gamma \cdot h$ und $p = F_S/A$ folgt:

$$F_S/A = \gamma \cdot h \Rightarrow F_S = \gamma \cdot A \cdot h \quad (1)$$

Die aus den vier Tischtennisbällen Nr. 1 – Nr. 4 bestehende Säule erfährt die Auftriebskraft F_A. Diese ist gleich der Gewichtskraft F_G des verdrängten Wassers, also $F_A = F_G$.

Mit $F_A = F_G$, $F_G = \gamma \cdot V$ und $V = A \cdot h$ folgt:

$$F_A = \gamma \cdot A \cdot h \quad (2)$$

Aus (1) und (2) folgt somit: $F_A = F_S$

D.h., die Auftriebskraft F_A, die das Perpetuum mobile antreiben soll, wird durch die Kraft F_S kompensiert.

Zurück zur Aufgabe M 93

M 94 Lösung

Münchhausen spinnt! Wenn er Kurti ins Wasser lässt, vergrößert er die Gesamtmasse des Aquariums und somit auch die Gewichtskraft, die auf die Waage drückt.

Man kann aber auch so argumentieren: Kräfte können immer nur paarweise auftreten (Erinnere Dich an die Aufgabe M 25 Blinde Vögel). D.h., zur Auftriebskraft $F_{A,}$ die Kurti in der Schwebe hält, gehört eine gleich große Kraft, die auf den Boden des Aquariums wirkt. Diese Kraft ist für den angenommenen Schwebezustand gleich der Gewichtskraft von Kurti. Die Waage zeigt also einen um die Gewichtskraft von Kurti höheren Wert an.

Zurück zur Aufgabe M 94

M 95 Lösung

In der Tat! Münchhausen hat recht und seine Begründung stimmt auch.

Zurück zur Aufgabe M 95