PIKOFYZ

Vzorové riešenia 1. série zimnej časti

Pikofyz, 13. ročník www.p-mat.sk/pikofyz šk. rok 2010/2011

Milá riešiteľka naša, milý riešiteľ náš! *Srdečne Ťa vítam pri prvých vzorákoch v tom roku.*

Príklad 1 - A voda si padá a padá *opravovala Zuzana Cocuľová - Zuzka*

Našou úlohou bolo vypočítať si, koľko percent energie padajúcej vody dokáže vodná elektráreň premeniť na elektrickú energiu. K tomu nutne potrebujeme vedieť, koľko energie dotyčná voda má. Čím je vody viac, tým viac energie má. Čím je vyššie, tým viac energie má. Čím ťažšia je planéta, na ktorej tečie... nie, takto ďaleko zachádzať nebudeme a vystačíme si so starou známou konštantou g. Zvážením týchto okolností zisťujeme, že vzorec $E = mgh$ je na našu situáciu ako stvorený. Výšku h si vypočítame veľmi jednoducho ako rozdiel nadmorskej výšky, v ktorej sa nachádza nádrž, a nadmorskej výšky, v ktorej máme turbínu. Tým šťastnejším z vás vyšla hodnota 420 m a povzbudení týmto úspechom sa pustili do ďalšieho rátania.

Hmotnosť vody síce na prvý pohľad nemáme zadanú, ale bystré fyzikálne oko ju hravo odhalí v informácii, že za sekundu vytečie z nádrže 188 m^3 vody. Hustota vody je 1000 $\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, my tých kubických metrov máme 188, a teda vážia 188000 kg.

Teraz nám už nič nebráni vypočítať si, že z nádrže každú sekundu vytečie voda s potenciálnou energiou $E = mgh = 789600000\,\mathrm{J} = 789,6\mathrm{MJ}$. Keďže túto energiu prináša voda na turbíny stále a rovnako, môžeme si jednoducho určiť jej výkon $P = \frac{E}{t} = 789,6\mathrm{MW}$. Účinnosť potom vyrátame ako podiel zadaného výkonu elektrárne a výkonu padajúcej vody, ktorý sme si práve dopočítali. Je to $55,09\%$.

Ťažko povedať, či je to veľa alebo málo, rozhodne to však nie je všetka energia. Kam mizne zvyšná? Správne, nemizne, stále je tam, a my ju teraz ideme hľadať. Ak voda narazí na lopatky turbíny, odovzdá im časť svojej kinetickej energie, ale nezastane, tečie ďalej. To znamená, že stále má nejakú kinetickú energiu, ktorú si odnáša preč. Okrem toho sa nejaká energia minie aj na výrobu tepla, ktoré vzniká pri trení vody o niečo. A napokon este spomeniem aj trenie jednotlivých súčiastok turbíny, ktoré tiež vyrába teplo. Výroba zvuku hučiacej vody tiež spotrebuje energiu, ale zrejme to nebude kľúčový efekt.

Bodovanie: *Častou a veľmi vážnou chybou bolo, ak ste počítali účinnosť ako podiel* *energie a výkonu. Za všetky možné dôvody, prečo sa to nemá, hovorí napríklad ten, že jednotka, v ktorej by takáto účinnosť vyšla, by bola $\frac{1}{S}$. Účinnosť niekoľko percent za sekundu ale očividne nie je to, čo sme hľadali. Za takúto chybu ste mohli prísť o 2 b. Posledná časť úlohy bola hodnotené veľmi jemne, za akýkoľvek rozumný nápad, kde sa energia stráca, ste si zarobili bodík.*

Príklad 2 - V tuneli *opravoval Ondrej Bogár - Bugy*

V zadaní boli zadané len dva rôzne časy a dĺžka vlaku. V otázke sa pýtame, aká je rýchlosť vlaku. Rýchlosť viem vypočítať podľa vzorca $v = \frac{s}{t}$. Na výpočet rýchlosti vlaku mi stačí zistiť, za aký čas prešiel nejakú dráhu. Aby som sa nepomýlil tak si to nakreslím. Najskôr prípad keď Tomi nameral čas 25 s.

T=0s

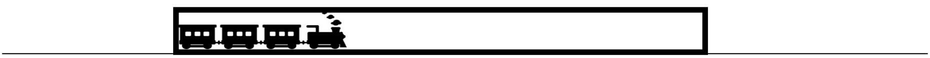
tunel

T=25s

tunel

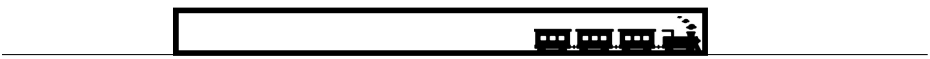
Začal merať čas, keď lokomotíva vošla do tunela a prestal, keď posledný vagón vyšiel von z tunela. Druhý prípad je, keď vlak zmizne v tuneli na 16 s, teda z neho ani kúsok nevidíme. Vlak musí najskôr celý vojsť do tunela a keď vojde do tunela posledný vagón, začne Tomi merať čas. Vlak ide tunelom, až kým sa lokomotíva dostane na koniec a začne z neho vychádzať, čas sa zastaví.

t=0s



tunel

t=16s



tunel

Rozdielny čas nameriam preto, lebo v druhom prípade nerátam vchádzanie a vychádzanie celého vlaku z/do tunela. Tie v prom prípade zarátavam. Preto $\frac{25\,\mathrm{s}-16\,\mathrm{s}}{2} = 4,5\,\mathrm{s}$ je čas, za ktorý celý vlak vojde do tunela. To znamená, že cez vchod tunela prejde celý vlak a teda vlak prejde takú istú dráhu ako je jeho dĺžka. No a mám čas a dráhu, ktoré potrebujem na výpočet rýchlosti vlaku.

$$v = \frac{22\,\mathrm{cm}}{4,5\,\mathrm{s}} \doteq 4,9\,\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}$$

Z údajov, ktoré boli v zadaní viem zistiť rýchlosť vlakú, ktorá je $4,9\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$.

Bodovanie: *Za to, že ste popísali ako nameral jeden čas* 1,5 *b a za druhý čas tiež* 1,5 *b. Za výpočet rýchlosti som dával* 1 *b. Mnohí ste na to zabúdali, ale aj za slovný komentár a vysvetlenie postupu bol* 1 *b.*

Príklad 3 - Cyklista *opravoval Martin Lauko - Logik*

Podľa zadania cyklista prešiel dráhu 50 km, prvý úsek rýchlosťou $30\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$, posledný $18\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ a zvyšok prešiel za 30 minút. Našou úlohou bolo zistiť jeho **priemernú rýchlosť**. Keby sa cyklista pohyboval touto rýchlosťou celý čas, prejde rovnakú vzdialenosť, ako keď sa pohyboval podľa zadania.

Priemernú rýchlosť teda počítame podľa vzťahu:

$$\text{priemerná rýchlosť} = \frac{\text{celková dráha}}{\text{celkový čas}}$$

Celkovú dráhu $s = 50\,\text{km}$ poznáme, celkový čas t vypočítame ako súčet časov jednotlivých úsekov. Nasleduje tabuľka so známymi hodnotami:

Úsek	**Dĺžka**	**Rýchlosť**	**Čas trvania**
1	$s_1 = 18\,\text{km}$	$v_1 = 30\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$	t_1
2	s_2	v_2	$t_2 = 30\,\text{min} = 0{,}5\,\text{h}$
3	$s_3 = 20\,\text{km}$	$v_3 = 18\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$	t_3

Čas trvania prvého úseku vypočítame ako

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{18\,\text{km}}{30\,\frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0{,}6\,\text{h},$$

posledného úseku

$$t_3 = \frac{s_3}{v_3} = \frac{20\,\text{km}}{18\,\frac{\text{km}}{\text{h}}} = \frac{10}{9}\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 1{,}\bar{1}\,\frac{\text{km}}{\text{h}} \doteq 1{,}11\,\frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Teda celkový čas cyklistu $t = t_1 + t_2 + t_3 = 0{,}6\,\text{h} + 0{,}5\,\text{h} + 1{,}\bar{1}\,\text{h} \doteq 2{,}21\,\text{h}$. Už môžeme vypočítať priemernú rýchlosť v_p:

$$v_\text{p} = \frac{50\,\text{km}}{2{,}21\,\text{h}} \doteq 22{,}62\,\frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Pozor: ak by sme t_3 zaokrúhlili na $1{,}1\,\text{h}$, mali by sme $t = 2{,}2\,\text{h}$ a priemerná rýchlosť by vyšla $22{,}72\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ (nepresne). Ak chceme presný výsledok, medzivýsledky by sme vôbec nemali zaokrúhľovať.

Kontrola správnosti - po výpočte môžeme skontrolovať správnosť výsledku. Rýchlosť cyklistu na jednotlivých úsekoch bola 30, 24 a $18\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Všimnime si, že vypočítaná priemerná rýchlosť $22{,}6\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ leží niekde v strede medzi najmenšou a najväčšou rýchlosťou - takto to má byť vždy. Ak niekomu vyšlo napríklad $94\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$, mal by nájsť chybu, určite sa pomýlil. Nehovoriac o tom, že takou rýchlosťou môžu jazdiť autá, ale určite nie cyklisti.

Bodovanie: 5 *b za úplné a správne riešenie,* −0,3 *b za nepresný výsledok (zaokrúhľovanie medzivýsledku),* −1,5 *b za nedostatočný komentár,* 1−3 *b za čiastočne správne riešenie.*

Príklad 4 - Až do roztrhania *opravoval Ján Bogár - Boogie*

Dobré ráno ľudkovia. Pri tomto príklade bolo treba vyriešiť hlavne jeden problém, a to ako napínať vlákna nejakou známou silou. Niektorý z vás na to použili silomer. Vlákno potom uviazali jedným koncom o silomer, druhým o nejaký pevný bod a začali ťahať za silomer. Ten nám na stupnici priamo ukazuje akou silou vlákno napíname, takže stačí odsledovať, čo ukazuje, keď sa vlákno roztrhne.

Ale čo tí, čo silomer doma nemajú? Ani tí nemuseli zúfať, lebo gravitačnú silu má doma každý. Stačí na nitku zavesiť nejaké závažie so známou hmotnosťou m, a ono bude za nitku ťahať silou $F_\mathrm{g} = mg$.Tu sa ale rovno dostávame k ďalšiemu problému, a to k tomu, aké závažia chceme použiť. Predstavme si, že by som použil závažia s hmotnosťou 1 kg. Zavesil by som na vlákno jedno, vlákno by ešte vydržalo. Tak by som zavesil aj druhé a vlákno by sa roztrhlo. Napísal by som, že vlákno sa trhá pri sile $F = 2\,\mathrm{kg} \cdot 10\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}} = 20\,\mathrm{N}$, lenže to by bol hrozný omyl. Z môjho merania viem len to, že sa roztrhne niekde medzi 10 N a 20 N, možno sa trhá už pri 11 N a možno až pri 19 N. Čím sú ale závažia menšie, tým presnejšie viem určiť silu, ktorou je vlákno napínané, keď sa trhá. Preto bolo veľmi dôležité napísať ako ste postupovali pri meraní a aké závažia ste použili: od toho totiž závisí, ako veľmi sú vaše merania presné.

Aká je teda ideálna meracia metóda? To je vecou každého osobného vkusu. Ja som postupoval takto:

Meral som pri akej sile sa trhá nitka, tenký medený drôt a vlna. Vlákno som priviazal na kliniec zatlčený do poličky a na jeho druhý koniec som zavesil prázdnu fľašu. Do nej som postupne prilieval vodu z nádoby. Keď sa vlákno pretrhlo, prestal som liať a zmeral, koľko vody som do fľaše nalial (podľa toho,koľko vody mi ubudlo z nádoby). Potom som vypočítal hmotosť tejto vody a silu, ktorou napína vlákno, keď ho roztrhne. Objem vody som meral odmerkou s jedným dielikom 10 ml, čo zodpovedá hmotnosti 10 g, čiže sile 0,1 N. Meral som teda s presnosťou na 0,1 N.Toto meranie som zopakoval 5-krát pre každé vlákno a hodnoty pre jedno vlákno som potom spriemeroval. Snažil som sa neprilievať vodu príliš rýchlo, lebo prúd padajúcej vody by na fľašu tlačil väčšou silou ako len svojou tiažou, ani príliš pomaly, lebo vlákno zaťažené dlho sa roztrhne aj pri menšej sile ako vlákno zaťažené krátko.

Výsledky jednotlivých meraní uvádzam v tabuľke (všetky hodnoty sú v N):

	1.	2.	3.	4.	5.	priemer
Nitka	9.0	9.7	8.8	9.5	9.3	9.3
Vlna	5.7	6.4	6.1	5.9	6.0	6.0
Drôt	17.0	17.4	17.2	17.7	17.5	17.4

Ako vidieť nitka sa trhá pri priemernej hodnote sily 9,3 N, vlna pri 6,0 N a drôt pri sile 17,4 N.

Bodovanie: *Popis experimentu* 2 *b, merania* 2 *b, údaje o presnosti experimentu* 1 *b.*

Príklad 5 - Otázka života a smrti *opravovala Emília Rigdová - Milka*

Hustotu akéhokoľvek telesa vieme vypočítať pomocou vzorca: $\rho = \frac{m}{V}$. Na to ale potrebujem poznať jeho hmotnosť a objem.

Hmotnosť si môžem priamo odmerať pomocou ľubovoľných váh (najlepšie čo najpresnejších). Položím na ne suchú ponožku a váha mi ukáže jej hmotnosť (ak vážim mokrú, váha mi ukáže hmotnosť ponožky aj vody v nej).

S objemom je to trochu zložitejšie. Hocijaká textília sa totiž skladá z vláken a vzduchu medzi nimi. Najprv si treba uvedomiť, ktorý objem chcem odmerať - iba objem vláken. Takže keď použijem pravítko a objem vypočítam ako objem kvádra, bude meranie veľmi nepresné. A nielen v tom, že môže byť látka pokrčená, nemám presné pravítko, ale aj v tom, že nameriam aj objem vzduchu medzi vláknami. Oveľa presnejší spôsob je pomocou hocijakej odmerky (najlepšie nejaký presný odmerný valec). Nalejem do nej vodu, odmeriam, koľko jej tam je. Potom do nej vložím aj kus oblečenia, počkám kým z neho vyjde všetok vzduch a odmeriam, aký objem mi ukazuje stupnica teraz. Urobím viacero meraní. Rozdiel objemu vody s tričkom V_{v+t} a pôvodného objemu vody V_v, bude výsledný objem oblečenia. Tu si tiež treba uvedomiť, ktorý objem meriam. Tí čo po namočení rýchlo ponožku vytiahli a odmerali objem, o ktorý voda klesla, odmerali vlastne objem vzduchu v nej (hladina klesla o objem vody, ktorý sa "zmestil" do ponožky).

Bodovanie: 1 *b za vzorec,* 2,5 *b popis merania objemu a hmotnosti,* 1,5 *b výsledok (samozrejme, iba ak som videla, ako ste ho odmerali), uvedenie chýb merania.*

Pre zaujímavosť najobľúbenejšie kusy oblečenia boli: ponožka, tričko, nohavice, ale objavili sa aj plavky, trenky, koberec a mnoho ďalších. :)

Príklad 6 - Hladná rybička *opravoval Tomáš Jančo - Janči*

Ahojte! Príklad o hladnej rybičke sa dal riešiť dvojako. Podľa toho, čo sme si na začiatku uvedomili alebo predpokladali: Buď rybička svoj objem pri jedení piesku nemení, alebo sa jej objem zvýši o objem zjedeného piesku.

1. Rybička svoj objem nemení

Rybička má celý čas objem V, jej hmotnosť je na začiatku $m_{\mathrm{r}} = 0{,}2\,\mathrm{kg}$ a po zjedení piesku $m = m_{\mathrm{r}} + m_{\mathrm{p}}$. Aby rybička neklesla ku dnu, gravitačná sila F_{g} sa môže nanajvýš rovnať vztlakovej sile F_{vz}.

$$F_{\mathrm{g}} = F_{\mathrm{vz}}$$

$$m \cdot g = \rho_{\mathrm{voda}} \cdot V \cdot g$$

$$m_{\mathrm{r}} + m_{\mathrm{p}} = \rho_{\mathrm{voda}} \cdot V$$

Vyjadríme si hmotnosť piesku:

$$m_{\mathrm{p}} = \rho_{\mathrm{voda}} \cdot V - m_{\mathrm{r}}$$

Za objem V dosadím objem rybičky ako $V = \frac{m_{\mathrm{r}}}{\rho_{\mathrm{ryba}}}$:

$$m_{\mathrm{p}} = \rho_{\mathrm{voda}} \cdot \frac{m_{\mathrm{r}}}{\rho_{\mathrm{ryba}}} - m_{\mathrm{r}} = 1020\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot \frac{0{,}2\,\mathrm{kg}}{950\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}} - 0{,}2\,\mathrm{kg} \doteq 0{,}0147\,\mathrm{kg} = 14,7\,\mathrm{g}$$

Zo samotného vzorca vidíme, že hmotnosť ryby na konci je rovná hmotnosti vody rybou vytlačenej. Kto si to takto uvedomil (napríklad z Archimedovho zákona), mal jednoduchšie odvodzovanie.

Ale pýtali sme sa na objem piesku, tak ho vypočítame ako:

$$V_{\mathrm{p}} = \frac{m_{\mathrm{p}}}{\rho_{\mathrm{piesok}}} = \frac{0{,}0147\,\mathrm{kg}}{2650\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}} \doteq 0{,}00000555\,\mathrm{m}^3 = 5,55\,\mathrm{cm}^3$$

2. Rybička svoj objem mení

Riešenie je podobné, ale treba si uvedomiť, že na začiatku má rybička hmotnosť $m_{\mathrm{r}} = 0{,}2\,\mathrm{kg}$ a objem $V_1 = \frac{m_{\mathrm{r}}}{\rho_{\mathrm{r}}}$ a po zjedení piesku jej hmotnosť aj objem vzrastie práve o objem a hmotnosť zjedeného piesku.Teda $m = m_{\mathrm{r}} + m_{\mathrm{p}}$ a $V_2 = V_1 + V_{\mathrm{p}}$.

$$F_{\mathrm{g}} = F_{\mathrm{vz}}$$

$$m \cdot g = \rho_{\mathrm{voda}} \cdot V \cdot g$$

$$m_{\mathrm{r}} + m_{\mathrm{p}} = \rho_{\mathrm{voda}} \cdot (V_1 + V_{\mathrm{p}})$$

Hmotnosť piesku si vyjadrím cez hustotu ako $m_{\mathrm{p}} = V_{\mathrm{p}} \cdot \rho_{\mathrm{piesok}}$:

$$m_{\mathrm{r}} + V_{\mathrm{p}} \cdot \rho_{\mathrm{piesok}} = \rho_{\mathrm{voda}} \cdot (V_1 + V_{\mathrm{p}})$$

Osamostatním V_{p}:

$$m_{\mathrm{r}} + V_{\mathrm{p}} \cdot \rho_{\mathrm{piesok}} = \rho_{\mathrm{voda}} \cdot V_1 + \rho_{\mathrm{voda}} \cdot V_{\mathrm{p}}$$

$$m_{\mathrm{r}} - \rho_{\mathrm{voda}} \cdot V_1 = \rho_{\mathrm{voda}} \cdot V_{\mathrm{p}} - V_{\mathrm{p}} \cdot \rho_{\mathrm{piesok}}$$

$$m_{\mathrm{r}} - \rho_{\mathrm{voda}} \cdot V_1 = V_{\mathrm{p}} \cdot (\rho_{\mathrm{voda}} - \rho_{\mathrm{piesok}})$$

$$V_{\mathrm{p}} = \frac{m_{\mathrm{r}} - \rho_{\mathrm{voda}} \cdot V_1}{\rho_{\mathrm{voda}} - \rho_{\mathrm{piesok}}}$$

A už len za V_1 dosadím objem ryby na začiatku $\frac{m_\mathrm{r}}{\rho_\mathrm{r}}$ a vypočítam:

$$V_\mathrm{p} = \frac{m_\mathrm{r} - \rho_\mathrm{voda} \cdot \frac{m_\mathrm{r}}{\rho_\mathrm{r}}}{\rho_\mathrm{voda} - \rho_\mathrm{piesok}} = \frac{m_\mathrm{r} \cdot (1 - \frac{\rho_\mathrm{voda}}{\rho_\mathrm{ryba}})}{\rho_\mathrm{voda} - \rho_\mathrm{piesok}} = \frac{0{,}2\,\mathrm{kg} \cdot (1 - \frac{1020\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}}{950\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}})}{1020\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} - 2650\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}}$$

$$V_\mathrm{p} \doteq 0{,}00000904\,\mathrm{m}^3 = 9{,}04\,\mathrm{cm}^3$$

Aj tu si stačilo uvedomiť rovnosť hustoty vody a konečnej hustoty ryby, ale výsledný vzorec by bol úplne rovnaký.

Niektorí z vás sa pokúšali určiť objem piesku cez priemernú hustotu, no tu si treba uvedomiť, že priemerná hustota rybky s pieskom nie je aritmetický priemer hustôt rybky a piesku, pretože majú rôzny objem.

Pri použití nejakého vzťahu, ktorý nie je práve základný vzorec, treba vysvetliť, prečo tento vzťah platí alebo ako si ho odvodil. Napríklad nestačí napísať $\rho_\mathrm{r} = \rho_\mathrm{p}$, ale treba uviesť, že Z archimedovho zákona vyplýva alebo Pre plávajúce teleso (rybičku) platí…

Bodovanie: *Úplne riešenie, či s prvou alebo druhou úvahou dostalo* 5 *b. Za nedostatočné vysvetlenie som strhol niečo medzi* 0,5 *b a* 1 *b. Často ste nevypočítali požadovaný objem, ale len hmotnosť piesku. Za to som strhol* 0,5 *b. Ak si príklad nepochopil, alebo použil nesprávnu úvahu (napr. aritmetický priemer hustôt), tak som obodoval primerane podľa toho, nakoľko sa riešenie principiálne vzdialilo od správneho.*

Príklad 7 - Horúce pramene *opravoval Augustin Žídek*

Na začiatku je dôležité vysvetliť, prečo ste nie všetci došli k rovnakému typu pozorovania: niektorí z vás totiž ohrievali vodu na elektrickom sporáku a niektorí na plynovom. Ako fyzici vieme, že ideálny elektrický sporák ohrieva hrniec po celej ploche rovnako, kdežto plynový ho neohrieva uprostred, ale len na krajoch, pretože taký je tvar jeho trysky.

Takže ako pozorovanie hrnca bez lyžičky som považoval za správne buď, keď celé dno bolo rovnako (homogénne) pokryté bublinkami = elektrický varič, alebo že jeho okraje boli pokryté bublinkami a v strede sa takmer netvoria = plynový varič. Na dne sa tvoria preto, že tu je hrniec najviac ohrievaný a na bokoch hrnca preto, že hrniec dobre vedie teplo.

Teraz prichádza na rad ponorenie lyžičky: Keď ponoríme lyžičku do vody len trochu, tak nie je výsledný efekt veľmi veľký, pretože veľká časť lyžičky je mimo vody a rýchlo sa ochladzuje a tým ochladzuje aj tú časť lyžičky, ktorá je pod vodou. Preto je dobré lyžičku ponoriť až po dno, alebo ju rovno do hrnca hodiť celú.

Správne ste si všimli, že lyžička najprv všetok bublinkový raj v hrnci zbrzdí - je to preto, že je studená a vezme si z vody teplo na to, aby sa tiež zohriala. Potom sa na nej začnú tvoriť bublinky. Je to preto, že lyžička je lepší vodič tepla ako voda, takže sa vlastne rýchlejšie zahrieva a voda, čo je okolo nej sa od nej zahrieva a mení sa na paru.

Ak však lyžičku hodíme až na dno, stane sa ešte niečo zaujímavejšie - pod lyžičkou sa začne tvoriť veľké množstvo bubliniek. Prečo? Hneď z dvoch dôvodov: 1. Voda medzi lyžičkou a dnom hrnca je zahrievaná lyžičkou aj dnom, 2. lyžička bráni vode pod sebou poriadne prúdiť, a tak tej vode nezostáva nič iné, než sa uvariť k smrti, teda skôr k pare.

Dôležitá poznámka: bublinky, ktoré vo vode pri vare vznikajú sú vodná para. Nie je to vzduch ani žiadny iný plyn.

Bodovanie: $-0{,}5$ *b keď chýbal obrázok, zadanie totiž jasne hovorilo, že tam má byť.* -1 *b keď chýbalo fyzikálne zdôvodnenie toho, kde sa tvorí najviac bubliniek, pretože aj to patrí k experimentu. Ďalšie body som strhával podľa toho, ako moc sa pozorovanie líšilo od toho správneho.*

Príklad 8 - Alchymistov sud *opravovala Andrea Lešková - Aďa*

Aby sme zistili hustotu výsledného elixíru, potrebujeme zistiť objem suda a celkovú hmotnosť všetkých kvapalín, ktoré sa v ňom nachádzajú. Zo zadania vieme, že sud má objem 12 galónov. Taktiež vieme, že 1 galón = 4 quarty = $4{,}55\,\ell$, čiže 1 galón = $4{,}55\,\ell$. Potom 12 galónov = $12 \cdot 4{,}55\,\ell = 54{,}6\,\ell$.

V sude sa nachádzajú 3 kvapaliny: med, loj a voda. Hmotnosť medu je 2 slugy, pričom 1 slug = 32,17 libier. Potom hmotnosť medu je $2 \cdot 32{,}17$ libry = 64,34 libry a keďže 1 libra = $0{,}45\,\mathrm{kg}$, potom výsledná hmotnosť medu je $64{,}34 \cdot 0{,}45\,\mathrm{kg} = 28{,}953\,\mathrm{kg}$. Hmotnosť loja je 23 libier, čiže $23 \cdot 0{,}45\,\mathrm{kg} = 10{,}35\,\mathrm{kg}$.

Množstvo vody v sude nepoznáme, iba vieme, že ak do suda vlejeme 20 quartov medu a 20 quartov loja, zvyšný objem tvorí voda. Keďže 4 quarty = $4{,}55\,\ell$, potom objem medu a loja bude 40 quartov = $45{,}5\,\ell$. Sud má $54{,}6\,\ell$, teda objem vody v sude je $54{,}6\,\ell - 45{,}5\,\ell = 9{,}1\,\ell$. Hustota vody je $1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ a keďže objem vody v sude je $9,1\,\ell = 0,0091\,\mathrm{m}^3$, potom jej hmotnosť vypočítam podľa vzorca $m = \rho \cdot V$, čiže $1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot 0{,}009\,\ell = 9{,}1\,\mathrm{kg}$.

Teraz už poznám celkový objem suda, čo je $54{,}6\,\ell = 0{,}0546\,\mathrm{m}^3$, aj celkovú hmotnosť kvapalín v sude, čo je $28{,}953\,\mathrm{kg} + 10{,}35\,\mathrm{kg} + 9{,}1\,\mathrm{kg} = 48{,}403\,\mathrm{kg}$. Výslednú hustotu elixíru vypočítam podľa vzorca

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{48{,}403\,\mathrm{kg}}{0{,}0546\,\mathrm{m}^3} \doteq 886{,}5\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$$

Bodovanie: *Mohli ste získať* 1 *b za vypočítanie objemu suda,* 1 *b za vypočítanie hmotností medu a loja,* 1 *b za vypočítanie objemu medu a loja,* 1 *b za vypočítanie hmotnosti a objemu vody a* 1 *b za postup a správnu odpoveď.*