Celoslovenský korešpondenčný seminár z fyziky pre žiakov ZŠ a OG

PIKOFYZ

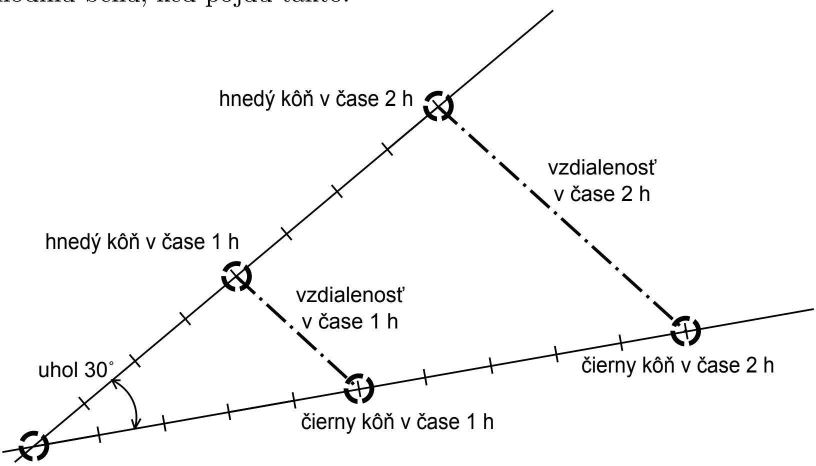
Vzorové riešenia 1. série zimnej časti

Pikofyz, 12. ročník www.p-mat.sk/pikofyz šk. rok 2009/2010

Milá riešiteľka naša, milý riešiteľ náš! *Srdečne Ťa vítame pri prvých vzorákoch v tom roku. Nájdeš tu naše riešenia, ktorými sa môžeš inšpirovať pri ďalšom riešení.*

Príklad 1 - Križovatka *opravoval Matej Duník - M@tt*

Tak, pozrime sa ako si poradiť s takouto jednoduchou peknou úlohou. Dôležité je uvedomiť si, čo vlastne chceme vypočítať. Čo je to tá vzájomná rýchlosť? Ok, začnime od toho, čo je to rýchlosť: zmena dráhy za jednotku času. V našom prípade bude dráhou vzdialenosť medzi koníkmi (taká tá vzdušná). To znamená, že vzájomná rýchlosť koní určuje, o koľko sa vzdialili koníky za jednotku času. Alebo ešte inak, o koľko sa zväčšila vzdialenosť za jednotku času. Dá sa to predstaviť tak, že jazdci, ktorí sedia na koňoch držia špagát. Jeden z nich pevne a druhý má klbko, z ktorého sa špagát odvíja. Otázkou teda je, koľko kilometrov špagátu sa odvinie za hodinu behu, keď pôjdu takto.



Keď už vieme, čo chceme vyrátať, pustime sa do toho. Nakreslíme si situáciu zhora v nejakej rozumnej mierke. Nech jeden dielik predstavuje 10 km. Potom to, čo nás zaujíma, je vzdialenosť po 1 hodine behu koní, t.j. dĺžka tej ľavej bodkočiarkovanej čiary v dielikoch, násobená 10 kilometrami. Odmeraním dostávame približne 2,5 dielika, čo predstavuje 25 km. Túto dráhu prebehnú za hodinu a keďže bežia stále rovnako rýchlo, môžme povedať, že sa vzďaľujú rýchlosťou $25\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

Bodovanie: *Za málo postupu som strhával 0,2 b a za väčšie chyby, ktorých bolo len pár 2 a viac bodov. Nabuduce nebudem taky mierny :)*

Príklad 2 - Pohár z južných krajín *opravoval Ondrej Bogár - Bugý*

Predstavme si zopár metód, ako sa dalo k rozumnému a a čo najpresnejšiemu odhadu dopracovať. Použil som **Dlhozrnú ryžu SOS**.

- **1. odhad:** Ryža na prvý pohľad vyzerá ako kváder a objem kvádra viem vypočítať. Predpokladám, že keď som kúpil kvalitnú ryžu, tak väčšina zrniečok bude mať rovnaký rozmer. Určím rozmery ryže pomocou posuvného meradla $x = 6{,}8\,\mathrm{mm}$, $y = 1{,}8\,\mathrm{mm}$, $z = 2{,}2\,\mathrm{mm}$. Spočítam objem $V_1 = x \cdot y \cdot z = 26{,}9\,\mathrm{mm}^3$. Teraz mi stačí zistiť, koľko takýchto malých objemov sa zmestí do pohára s objemom $V_\mathrm{p} = 7\,\mathrm{dcl} = 0,7\,\ell = 700\,000\,\mathrm{mm}^3$. Počet zrniek N sa rovná

  $$N_1 = \frac{V_\mathrm{p}}{V_1} = \frac{700\,000\,\mathrm{mm}^3}{26{,}9\,\mathrm{mm}^3} = 26\,022.$$

  Teraz sa pozriem, čo sa stane s výsledkom, keď budeme namiesto posuvného meradla merať pravítkom. $x = 7\,\mathrm{mm}$ $y = 2\,\mathrm{mm}$ $z = 2\,\mathrm{mm}$ $V_2 = x \cdot y \cdot z = 28\,\mathrm{mm}^3$ a pre počet zrniek platí

  $$N_2 = \frac{V_\mathrm{p}}{V_2} = 25\,000.$$

  Rozdiel vo výsledku je len 1 022 zrniečok, čo predstavuje len 3%. A to je pripustiteľná chyba, keďže robíme len odhad. N_1 je **horný odhad**. To znamená, že viac zrniečok tam nebude. V skutočnosti totiž medzi zrniečkami ryže je množstvo medzier a to popíšeme v druhom odhade.

- **2. odhad:** Skúsim zistiť koľko tvoria vzduchové medzery v ryži. Napočítal som si 270 zrniečok ryže a nasypal som ich do 50 ml odmerného valca. Snažil som sa, aby hladina ryže bola čo najrovnejšia. Do druhého odmerného valca (injekčnej striekačky) som si nabral vodu. Potom som do valca s ryžou nalial toľko vody, aby hladina vody bola totožná s hladinou ryže. To znamenalo, že voda vyplnila všetky medzery. Tento objem bol $V^* = 2\,\mathrm{ml}$. Celkový objem ryže určíme ako objem vo valci mínus V^*. Čo je $V_\mathrm{r} = 7\,\mathrm{ml}$. Z celkového objemu sú medzery $\frac{V^*}{V_\mathrm{r}} = \frac{2\,\mathrm{ml}}{7\,\mathrm{ml}} \approx 30\%$ z celkového objemu. Teraz zopakujem 1. odhad, ale budem plniť len 70% objemu pohára, keďže zvyšok sú medzery.

  $$N_3 = \frac{0{,}70 \cdot V_\mathrm{p}}{V_1} = 18\,215.$$

- **3. odhad:** Do tretice sa pozrime na problém trochu z inej strany a vyskúšajme, aké dostaneme výsledky. Napočítam 270 zrniečok a odvážim ich hmotnosť. (Čím ich viac napočítaš tým bude tvoj odhad presnejší.) $m_{\mathrm{r}} = 3\,\mathrm{g}$. Teraz na váhu položím prázdny 7 dcl pohár. Odmeriam jeho hmotnosť potom ho doplna dosypem ryžou a znovu odmeriam hmotnosť. Rozdiel hmotností je hmotnosť všetkej ryže v pohári $M = 253\,\mathrm{g}$. Pomocou trojčlenky vypočítame koľko zrniečok váži 253 g ak 270 zrniečok váži 3 g:

  $$N_3 = \frac{M \cdot 270}{m_{\mathrm{r}}} \doteq 22\,770.$$

  Táto tretia metóda je najpresnešia. Priamo počíta aj s medzerami a tým, že ryža nemá vždy rovnaký tvar a rozmery. To sme vyriešili tak, že medzi 270 zrniečkami budú zastúpené aj malé aj velké a teda to bude priemerná vzorka.

Bodovanie: *Za vykonanie merania a odhadu* 4 *b. Za postup a komentár* 1 *b. Za významné nepresnosti v meraní alebo vážení* −1 *b. Ak ste pokus očividne nerobili, ale ste si len natipovali nejaké hodnoty max* 1 *b.*

Príklad 3 - Lodička si pláva a pláva... *opravovala Katka Skúpa*

Pri hľadaní sily, ktorou pôsobí voda na loďku, využijeme jednoduchý vzťah $F = p \cdot S$ a keďže plochu zátky poznáme, tak budeme hľadať tlak v hĺbke h, do ktorej je loďka ponorená. Pri riešení využijeme dva známe hydrostatické zákony, a to Archimedov a Pascalov. Spomeňme si na znenie Archimedovho zákona z učebnice:

$$F_{\mathrm{vz}} = V_{\mathrm{P}} \cdot \rho \cdot g,$$

kde V_{P} je objem ponorenej časti telesa, teda $V_{\mathrm{P}} = S \cdot h$, pričom S je obsah podstavy loďky a h spomínana hĺbka, do ktorej je ponorená. V tejto hĺbke platí, že tiažová a vztlaková sila pôsobiace na loďku sú v rovnováhe, teda

$$m \cdot g = S \cdot h \cdot \rho \cdot g,$$

kde ρ je hustota vody a g je tiažové zrýchlenie. Odtiaľ pre hĺbku h dostaneme

$$h = \frac{m}{S \cdot \rho} = 1{,}5\,\mathrm{cm}.$$

V tejto hĺbke tiaž kvapaliny vyvoláva hydrostatický tlak $p_{\mathrm{h}} = h \cdot \rho \cdot g$. Tu ale naše hľadanie tlaku ešte nekončí. Nemôžme totiž zabudnúť na našu atmosféru (na toto ste bohužiaľ všetci zabudli). Tá vyvoláva atmosférický tlak p_{A} okolo 101 kPa, ktorý opäť vzniká v dôsledku tiaže atmosféry. No a tu už vstupuje do hry Pascalov zákon: *Tlak v kvapaline, ktorý vznikne pôsobením vonkajšej sily na povrch kvapaliny v uzavretej nádobe, je v každom mieste kvapaliny rovnaký.*

Z neho vyplýva, že atmosférický tlak sa rovnomerne prenesie do celej kvapaliny, resp. vody, na ktorej loďka pláva. Tlak v hĺbke h je teda súčtom hydrostatického a atmosferického tlaku. Konečne môžeme vyjadriť hľadanú silu:

$$F = (p_\mathrm{h} + p_\mathrm{A}) \cdot S_\mathrm{zatka} = (\frac{m \cdot g}{S} + p_\mathrm{A}) \cdot S_\mathrm{zatka}.$$

Po dosadení konkrétnych hodnôt dostaneme hodnotu približne 10 N.

Bodovanie: *5 bodov dostali tí, ktorí všetko okrem atmosferického tlaku vypočítali správne. Pokiaľ ste vo vzorci pre vztlakovú silu dosádzali objem celej lode a nie len ponorenej časti stratili ste 1 bod. Takisto ste stratili bod, ak ste silu pôsobiacu na zátku rátali ako vztlakovú silu pôsobiacu na loď.*

Príklad 4 - Na krásnom modrom jazere *opravovala Anka Zahoranová*

Cieľom úlohy bolo zmerať rýchlosť šírenia vlny na vodnej hladine. Ako teda postupovať? Dôležité je napísať postup vášho experimentu tak, aby sa po vás dal čo najpresnejšie zopakovať.

Ja som používala lavór naplnený do výšky 8 cm. Vodu som kvapkala pomocou špendlíkom prederaveného téglika (v ňom bola hladina vody 2,5 cm). Vzdialenosť od miesta kvapnutia po stenu lavóra bola 29 cm (to bola dráha, na ktorej som stopovala čas). Častou chybou bolo, že ste stopovali čas, za ktorý sa vodná hladina upokojí, prípadne čas, za ktorý dopadne kvapka na hladinu, miesto toho, aby ste zmerali čas, za ktorý prejde jedna vlnka určitú vzdialenosť. Alebo ste merali dráhu, do ktorej až sa vlny dostanú. No lahšie je určiť si dopredu fixnú vzdialenosť na ktorej stopujete čas, než stopovať a zároveň odhadovať, kam až vlnka zašla.

Princíp merania: Z rôznych výšok $(5, 10, 15, 20, 25, 30)$ kvapnem kvapku na hladinu vody v lavóri. Stopujem čas od chvíle, čo kvapka dopadne na hladinu, až do chvíle, kým sa prvá vlnka ňou vytvorená nedotkne steny lavóra. Je dobré pre každú výšku párkrát opakovať meranie a pri výpočte použiť priemernú hodnotu, meranie je potom presnejšie. Odmeriam vzdialenosť miesta dopadu od steny lavóra (čiže dráhu, ktorú vlnka prešla). Vypočítam rýchlosť podľa vzorca $v = \frac{s}{t}$.

Čas [s] \ Výška [cm]	5	10	15	20	25	30
1. pokus	1,5	1,7	1,9	1,8	1,8	1,8
2. pokus	1,6	1,9	2,0	1,6	1,7	1,7
3. pokus	1,6	1,7	1,8	1,7	1,7	1,8
Priemer	1,6	1,8	1,9	1,7	1,7	1,8
Vzdialenosť [cm]	29	29	29	29	29	29
Rýchlosť [$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$]	18,5	16,4	15,3	17,1	16,7	16,4

A ako to vlastne je s tou rýchlosťou vlny? S výškou pustenia kvapky sa jej rýchlosť veľmi nemenila, skôr rástli vzniknuté vlnky, ako niektorí v riešeniach podotkli. Rýchlosť vlny súvisí s hĺbkou, čí väčia hĺbka, tým rýchlejšia vlna, preto vlny tsunami vznikajú len v hlbokých vodách, dosahujú tam obrovské rýchlosti, po spomalení pri pobreží vlna vďaka takto nahromadenej energii narastie. (Tieto zdôvodnenia ste už nemuseli uvádzať :o)

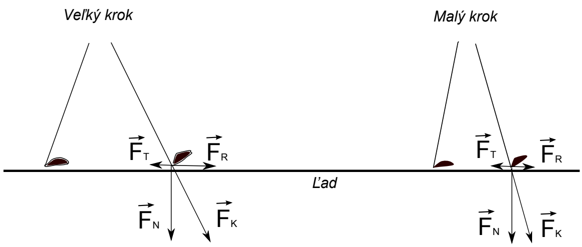
Bodovanie: *Pokiaľ ste poslali len tabuľku s hodnotami, dostali ste* 0,5 *b. Za postup bez výsledkov ste dostali* 0,5 *b. V zásade ste za postup mohli dostať* 3 *b, ak ste presne opísali, čo a ako ste merali. Za výsledky ste získavali* 2 *b, ak bolo nameraných* 5 *rôznych výšok a mali ste naozaj dopočítanu rýchlosť.* 0,5 *b ste stratili, ak ste sa uspokojili s piatimi meraniami a pre jednu výšku ste meranie nezopakovali.* 1 *b ste stratili, ak ste odmerali menej výšok.*

Príklad 5 - Na ľade *opravovala Katarína Baxová - b1*

Prv ako sa pozrieme na chodenie po ľade, ujasnime si pár vecí o obyčajnom chodení po zemi. Každý z nás si môže ľahko urobiť experimentálnu prechádzku po rovine a všimnúť si zopár základných vecí:

- našu hmotnosť pri chôdzi nesie takmer stále iba jedna z nôh, tá druhá sa niekam presúva
- nohy máme pri chôdzi takmer vystreté
- čím dlhšie kroky robíme, tým ostrejší je uhol, ktorý zviera naša noha so zemou

Teraz keď máme jednoduchú predstavu o chôdzi, pustíme sa do fyziky a nakreslíme si rozloženie našej tiaže pri kráčaní:



Ako je vidno z obrázku, naša tiaž sa prenáša nohou (F_K) na zem a v mieste kontaktu nohy a zeme sa rozkladá na 2 zložky: **kolmú k zemi** (F_N) a **roznobežnú so zemou** (F_R). Čím dlhší krok, tým je rovnobežná zložka sily včšia (kvôli tomu ostrejšiemu uhlu). Na stabilnú chôdzu je potrebné, aby žiadna z týchto síl pôsobiaca na naše nohy nemala **pohybový účiok**, lebo chceme, aby naše chodidlá zostali tam, kam ich položíme. Zložka kolmá k zemi (F_N) (normála) nemá žiadny pohybový účinok, a preto nás teraz nemusí trápiť. Horšie je to so zložkou rovnobežnou so zemou - tá má totiž IBA pohybový účinok. Našťastie pre nás pôsobí proti tejto sile **trecia sila** (F_T) medzi našou nohou a zemou. A táto trecia sila je na normálnej zemi skoro vždy väčšia ako so zemou rovnobežná zložka našej tiaže. Na normálnej zemi skoro vždy, no na ľade takmer nikdy. Presnejšie povedané, **koeficient šmykového trenia** medzi ľadom a chodidlom je omnoho menší ako medzi chodidlom a obyčajnou zemou.

Odpoveď: Na ľade robíme malé kroky, aby po rozložení našej tiaže cez nohy na zem, bola zložka rovnobežná s povrchom menšia ako trecia sila medzi ľadom a chodidlom, ktorá je omnoho menšia ako trecia sila medzi chodidlom a bežným povrchom (napr. kobercom, asfaltom).

Bodovanie: *Body ste mohli získať za použitie a vysvetlenie trecej sily, za správne popísanie rozloženia síl pri chôdzi (uhol, zložky) a za objasňujúce vysvetlenie alebo komentár k riešeniu.*

Príklad 6 - Elfská polička *opravoval Vladimír Boža - Usama*

Dôležité je uvedomiť si, že keď knihy kladieme na poličku, tak sa ich tiaž nerozkladá ani tak, že celá visí na ľavom lane, ale ani tak, že sa rozloží polovica doprava a polovica doľava. Treba poctivo vypočítať ako sa rozloží táto tiaž. Môžeme to urobiť napríklad nasledovným postupom. Najprv zistíme ťažisko všetkých kníh dokopy. Následne zistíme spoločné ťažisko kníh a poličky. A potom z polohy ťažiska a celkovej hmotnosti zistíme, ako veľmi budú zaťažené laná. Tento postup môže byť trochu nepohodlný. Keď pridáme ďalšiu knihu, môžeme všetko rátať odznovu. Uvedomme si, že keď pridáme knihu, tak to o koľko sa viac zaťažia laná vieme spočítať hneď z jej hmotnosti a polohy ťažiska. V podstate ide o to, že každá kniha (a aj polička) má svoj príspevok k záťaži lán, ktorý môžeme spočítať priamo pri lanách.

Záťaž od poličky spočítame jednoducho. Ťažisko má v strede, takže záťaž sa rozdelí rovnomerne. To značí 1 kg na každé lano.

Čo so záťažou od kníh? Každá kniha nech má hmotnosť m, jej ťažisko je x od ľavého lana a celá lavica má dĺžku d. A teraz sa zátať musí rozložiť tak v opačnom pomere v akom sú vzdialenosti ťažiska od závesov (v podstate je to niečo ako páka). Ešte by sme si záťaže na lané mohli označiť ako M_L a M_R. A potom sa dostávame ku samotnej rovnici: $\frac{M_\mathrm{L}}{M_\mathrm{R}} = \frac{d-x}{x}$. A ešte by súčet tých záťaží mal dať dokopy hmotnosť knihy: $M_\mathrm{L} + M_\mathrm{R} = m$.

Ako niečo takéto riešiť? Kto sa nemá rád s rovnicami, tak bude deliť hmotnosť podľa pomeru v prvej rovnici. Kto sa má rád s rovnicami, tak to vyrieši pomocou nich, každopádne výsledok bude:

$$M_\mathrm{L} = \frac{m(d-x)}{d}, \qquad M_\mathrm{R} = \frac{mx}{d}.$$

A teraz už len dopočítať ako sa bude zvyšovať záťaž lán, keď budeme pridávať knihy. Druhý stĺpec je poloha ťažiska poslednej knihy (v cm) - kniha má ťažisko v strede, ďalšie dva sú prírastky od tejto knihy vľavo a vpravo a posledné 2 stĺpce sú celková záťaž vľavo a vpravo (v kg):

Počet kníh	x	M_L	M_R	M_L spolu	M_R spolu
0	-	-	-	1	1
1	1	0,496	0,003	1,496	1,003
2	3	0,490	0,009	1,586	1,012
…	…	…	…	…	…
12	23	0,428	0,071	6,544	1,444
13	25	0,421	0,078	6,965	1,522
14	27	0,415	0,084	7,380	1,606

A krásne vidíme, že polička viac ako 13 kníh neunesie, lebo sa nej pretrhne ľavé lano. Pozorný čitateľ si navyše všimne, že celkové zátaž je menšia asi o 0,004 kg. Toto je zaokrúhlovacia chyba, ktorá sa môže prihodiť (aj keď by sa mala čo najmenej). Avšak výsledok to neovplyvní (keď sa 13 krát pomýlime o 0,001 kg, tak stále to nič nezmení na tom, že 14-tou knihou prekročíme hranicu pevnosti ľavého lana).

Bodovanie: *Pokiaľ ste hmotnosť kníh rozkladali iba napolovicu alebo vôbec, tak ste viac ako* 2,5 *b získať nemohli. Tí, čo sa pokúsili rozkladať, tak získali o niečo viac podľa toho ako ďaleko svoje úvahy dotiahli.*

Príklad 7 - Anarmova loptička *opravoval Tomáš Jančo - Janči*

Na meranie tohoto experimentu som si zvolil jednu modernú metódu. Pomocou videokamery som zaznamenal viacero meraní - pádov a odrazov lopty z výšky 1,5 m. Následne som použil program Tracker (http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker) na analýzu výsledkov.

Program je veľmi intuitívny. Najskôr načítam video. Pre správne zameranie odrazu je nutné video zakótovať - nastaviť mierku. Preto som si na stene v miestach kde som púšťal loptu urobil značky : 150 cm - odtiaľ púšťam loptu a 100 cm - túto bolo vidno na videu a podľa nej sa nastavuje mierka. Ďalej nastavím, kde je zem, t.j. počiatok súradnicovej sústavy. Potom už len stačí zaznačiť bodmi kam až lopta vyskočí po prvom, druhom aj treťom odraze. Nakoniec skopírujem namerané hodnoty z tabuľky. Chyba takéhoto merania je oveľa menšia ako chyba pri meraní metrom a okom, lebo viem nájsť presný moment, kde loptička zmení smer pohybu (začne padať) a veľmi dobre dokážem vyjadriť výšku - s presnosťou na milimetre.

N	Odraz 1 [cm]	Odraz 2 [cm]	Odraz 3 [cm]
1	94,5	57,1	31,3
2	83,6	50,0	22,5
3	97,2	43,0	24,4
4	100,3	56,1	26,0
5	99,0	59,7	28,9
priemer	94,92	53,18	26,62

Meral som odrazy veľkej skákalky. Po prvom odraze priemerne vyskočila do výšky 94,92 cm, po druhom 53,18 cm a po treťom 26,62 cm. To, že neskáče stále na úroveň 1,5 m, z ktorej bola spustená spôsobuje trenie, ako aj nedokonalý odraz od podložky a aj deformácia loptičky pri dopade, ktorá absorbuje časť energie. Rozdiely medzi hodnotami z rôznych meraní sú spôsobené tým, že ani lopta ani podložka niesú rovnorodé, teda napr. majú na povrchu výčnelky alebo rôznu hrúbku, kde sa lopta ináč odráža. Pri piatich meraniach, ktoré som urobil sa loptička odrazila najviac 8-krát.

Samozrejme ste nemuseli postupovať tak, ako ja. Stačilo aby ste si natiahli meter a vždy si zaznačili kam až loptička vyskočila. Ako dopadli Vaše merania? Najčastejšie ste body stratili na tom, že ste neuviedli čím ste merali, alebo ste nenapísali

podrobný popis. Niektorí z Vás, bohužiaľ, nepochopili zadanie a namiesto viac meraní prvého, druhého a tretieho odrazu od zeme merali len 3x prvý odraz. Občas niekto zabudol napísať koľko **najviac** krát sa loptička odrazila. Keď ste písali že merania nie sú presné, bolo by dobré uviesť aj prečo. Málokto vo svojom riešení napísal, prečo sa výška výskoku zmenšuje. Iba jeden človek uviedol, ktorý bod na loptičke meral (je to jedno, no pre presné meranie treba vždy použiť ten istý, obzvlášť pri veľkých loptách ako napríklad futbalka).

Bodovanie: 5 *b má ten, čo urobil všetko o čo sme ho žiadali v zadaní. Keď ste nemali urobených viac meraní, strhol som* 1 *b. Za nedostatočne opísaný postup som strhol tiež* 1 *b. Kto mal viac meraní, ale len pre jeden odraz má o* 0,5 *b menej. Tak isto ako tí čo neuviedli koľko krát sa im loptička najviac odrazila. Na drobné chyby som najčastejšie len upozornil, nech sa im riešitelia v budúcej sérií vyvarujú.*

Príklad 8 - Veľká žranica *opravovala Aďa Lešková*

Aby sme zistili, akou priemernou rýchlosťou jedol Hores chlebíky v chlebíkoch za minútu, musíme najprv zistiť, koľko zjedol dokopy chlebíkov a za aký celkový čas ich zjedol.

Zo zadania vieme, že Hores má spolu zjesť 58 malých a 21 veľkých chlebíkov, teda dokopy má zjesť $58 + 21 = 79$ chlebíkov, bez ohľadu na ich veľkosť.

Už nám treba iba zistiť celkový čas, za ktorý zjedol týchto 79 chlebíkov. Keďže Hores zje 3 malé chlebíky za 24 s, potom 1 malý chlebík zje za $24\,\mathrm{s} : 3 = 8\,\mathrm{s}$. Hores má však zjesť 58 malých chlebíkov, tieto teda zje za $58 \cdot 8\,\mathrm{s} = 464\,\mathrm{s}$. 2 veľké chlebíky zje Hores za 30 s, potom teda 1 veľký chlebík zje za $30\,\mathrm{s} : 2 = 15\,\mathrm{s}$. Hores má zjesť 21 veľkých chlebíkov, tieto teda zje za $21 \cdot 15\,\mathrm{s} = 315\,\mathrm{s}$. Jeho celkový čas, za ktorý zje všetkých 79 chlebíkov potom bude $464\,\mathrm{s} + 315\,\mathrm{s} = 779\,\mathrm{s}$. Máme zistiť Horesovu priemernú rýchlosť jedenia v chlebíčkoch za minútu, preto si jeho celkový čas, za ktorý zje daný počet chlebíčkov premením na minúty: $779\,\mathrm{s} : 60 \doteq 12{,}983\,\mathrm{min}$.

Ak si počet všetkých chlebíčkov, ktoré zjedol označíme p a čas, za ktorý zjedol všetky chlebíčky t, potom Horesova priemerná rýchlosť jedenia chlebíčkov v bude $v = \frac{p}{t} = \frac{79}{12{,}983\,\mathrm{min}} \doteq 6{,}1$ chlebíka za minútu.

Horesova priemerná rýchlosť jedenia chlebíkov je 6,1 chlebíka za minútu.

Bodovanie: 5 *b za správne riešenie a podrobný postup,* 4,5 *b za malé chyby vo výpočtoch alebo nejasnosti v postupe.* 4 *b za zistenie celkového času, za ktorý zje Hores daný počet chlebíkov a za uvedomenie si, že jeho priemerná rýchlosť má byť podielom veličín počet chlebíkov a čas, avšak nesprávny opačný podiel.* 3 *b za zistenie celkového času jedenia Horesa,* 2,5 *b za malé chyby v tomto výpočte. Tí, ktorí ste zisťovali najprv Horesove rýchlosti jedenia malých chlebíčkov a potom veľkých chlebíčkov, prípadne robili aj aritmetický priemer týchto rýchlostí, máte* 2 *b až* 2,5 *b. Ak ste mali ďalšie chyby a nepresnosti vo výpočtoch* 0,5 *b až* 1,5 *b.*