



Vzorové riešenia 2. série letnej časti

Pikofyz, 11. ročník

www.p-mat.sk/pikofyz

šk. rok 2008/2009

Milá riešiteľka naša, milý riešiteľ náš! My, Tvoji vedúci, Ti predkladáme jedinečnú a neopakovateľnú možnosť nahliadnúť do tajov riešení v poradí už druhej série letnej časti nášho seminára. S nádejou na Tvoje čo najväčšie potešenie Ti prajeme hlboký umelecký, estetický a vedecký zážitok ;-).

Príklad 1 - Pohyblivé schody *opravovala Ivana Švihranová - wiva*

Pozrime sa spoločne na to, v akom prípade by sa Arabovi podarilo pred ujom Rudom ešte utiecť. Najprv si zrekapitulujme a pooznačujme, čo vieme:

schody sú dlhé 20 m;

pohybujú sa (aj v smere nadol, aj v smere nahor) rýchlosťou $v_s = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$;

Rudo sa pohybuje rýchlosťou $v_R = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$;

Arab sa pohybuje rýchlosťou $v_A = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$;

Riešenie si rozdelíme na dva (časové) kroky, pričom budeme stále využívať vzorček $s = v \cdot t$ v rôznych obmenách.

1. krok: Arab je vo vzdialenosti l m od vrchola na schodoch idúcich nahor. Ujo Rudo sa nachádza na dolnom konci tých istých schodov. V tom okamihu, ako ujo Rudo vstupuje na schody sa Arab otáča a vybehne po týchto schodoch naspäť hore (vzdialenosť l m). Keďže mu v tomto prípade schody prejavujú priazeň, celková rýchlosť, ktorou ujovi Rudovi uniká je $v_A + v_s = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. A teda vzdialenosť l m prebehne za

$$\frac{l \text{ m}}{5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{l}{5} \text{ s}$$

A to je presne čas, ktorý ujo Rudo využíva na dobehnutie Araba na tých istých schodoch. Na schodoch idúcich nahor sa pohybuje rýchlosťou $v_R + v_s = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Za čas, ktorý má k dispozícii, t.j. $\frac{l}{5}$ s prebehne ujo Rudo

$$6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{l}{5} \text{ s} = \frac{6 \cdot l}{5} \text{ m}$$

Skončíme tento krok na mieste, kde sa Arab nachádza na vrchole a ujo Rudo

vo vzdialenosti $\frac{6 \cdot l}{5}$ m od dolného konca schodov idúcich nahor. Tu sa čas zastaví a spúšťa sa až v 2. kroku. Počas tohto časoprázdna stihne Arab prebehnúť k vrchnému koncu druhých schodov a ujo Rudo sa otočiť. Samozrejme sa schody v časoprázdne nepohnú :).

2. krok: Ujovi Rudovi pri behu nadol robia hore idúce schody napriek, pohybuje sa rýchlosťou $v_R - v_s = 4 \frac{m}{s} - 2 \frac{m}{s} = 2 \frac{m}{s}$. $\frac{6 \cdot l}{5}$ m sa mu takýmto spôsobom podarí prebehnúť za

$$\frac{\frac{6 \cdot l}{5} \text{ m}}{2 \frac{m}{s}} = \frac{3 \cdot l}{5} \text{ s}$$

Arab beží smerom dole po schodoch idúcich nadol. Znovu teda využíva priazeň schodov a pohybuje sa rýchlosťou $v_A + v_s = 3 \frac{m}{s} + 2 \frac{m}{s} = 5 \frac{m}{s}$. 20 metrové schody prebehne za

$$\frac{20 \text{ m}}{5 \frac{m}{s}} = 4 \text{ s}$$

Otázka znie, aké musí byť l , aby bol dole **skôr** ako ujo Rudo (t.j. Arabovi to musí trvať kratšie). Z toho dostávame nerovnosť:

$$\frac{3 \cdot l}{5} \text{ s} > 4 \text{ s}$$

. A tu si už každý ľahko vyjadrí, že

$$l > \frac{20}{3} = 6,666666\bar{6} \dots :)$$

l nemôže byť ani príliš dlhé. Inak by sa ujovi Rudovi moc neoplatilo otáčať sa, ale by ho dobehol buď na tých istých schodoch, alebo na druhých, keby ešte utekal za ním (keďže beží rýchlejšie ako Arab). :)

Bodovanie: Za správny postup riešenia 4 b, správne dotiahnutie riešenia 1 b. Nepresnosti a drobné chyby ± 1 b. Za správne úvahy v nesprávnom postupe/riešení sa nazbierali nejaké (pol)bodíky.

Príklad 2 - Lepkáva oceľ opravoval Ján Bogár - Boogie

Nazdar. Tak sa do toho pustíme: prvá otázka je, ako a čím sa vôbec k tomu kovu v zime prilpíme. Odpoveď je taká, že v skutočnosti sa k nemu neprilpíme, ale primrzneme. Naša koža je prirodzene vlhká, a tak nečudo, že keď prilpíme ruku na kovový predmet s teplotou menšou ako 0°C , tak vlhkosť sa premení na ľad a ten „prilpí“ ruku o kov. Z rovnakého dôvodu by ste v zime nemali oblizovať kovové zábradlia. Stále sme si však neodpovedali, prečo sa to deje len pri kovových predmetoch a nie pri predmetoch z plastu alebo dreva (že to tak je sa dá ľahko vyskúšať). Tepelné vlastnosti materiálov charakterizujú hlavne tieto dve veličiny: merná tepelná kapacita a tepelná vodivosť. Tak sa najprv pozrime na tú kapacitu. Merná

tepelná kapacita nám hovorí, koľko energie treba telesu dodať, aby sa ohrialo o určitú teplotu. Keby mal kov väčšiu mernú tepelnú kapacitu ako drevo alebo plast, bolo by to jasné: čím väčšia je tepelná kapacita predmetu ktorého sa dotýkame, tým bližšie je výsledná teplota (po vyrovnaní teplôt kože a predmetu) k teplote predmetu pred priložením ruky. Bohužiaľ, tabuľky ukazujú, že je to presne naopak, drevo má väčšiu mernú tepelnú kapacitu ako železo. Skutočný vinník je teda tepelná vodivosť. Tá nám hovorí, ako dobre materiál rozvádza teplo. Drevo je tepelný izolant, zatiaľ čo kov je výborný tepelný vodič. Takže keď priložíme ruku na kovový predmet, všetko teplo z našej ruky sa rýchlo rozvádza do celého predmetu a za chvíľu klesne teplota povrchovej vrstvičky kože na nulu. Keď ale priložíme ruku na drevo, teplo sa rozvádza len pomaly, takže za chvíľu naša ruka ohreje povrchovú vrstvu dreva na teplotu nad nulou (aj keď zbytok dreva ostáva stále studený), a teda naša ruka k drevu neprimrzne. Rovnako je to aj s predmetmi z plastu, ten je totiž tiež tepelný izolant. Hotovo. Majte sa fajn a nelezte do mrazákov:)

Bodovanie: *Zistenie že ruka primrzne: 1,5 b*

Správna úvaha o tepelnej vodivosti: 3,5 b

Príklad 3 - Fľaša v teplej vode *opravoval Matej Duník - M@tt*

Milé defúrence. Táto inak pomerne jednoduchá úloha sa trochu skomplikovala tým, že sme v zadaní presne neurčili, akú teplotu má mať „horúca voda“. Najprv vybavíme prípad pre veľmi teplú vodu (približne 80°C a viac). Tak keď zohrejete niečo tenké z polyetylénu, v našom prípade PET-fľašu na takúto teplotu, tak tento sa začne deformovať, t.j. meniť tvar. Navyše ak pôsobí tlak vody na steny, tak sa táto fľaša stlačí ako nič a je jasné, že výrazne zmení objem. Toto nie je presne to, čo sme chceli, ale keďže sa úloha dala takto pochopiť, bolo aj za takéto riešenie možné dostať plný počet bodov.

Keď vložíte fľašu do trochu chladnejšej vody (okolo 60°C), nič výrazné sa so samotnou fľašou nestane, avšak vzduch, ktorý je vo fľaši sa zohreje. Áno, to je dôležité. Keď sa zvýši teplota plynu, zväčší sa aj jeho objem (pri zachovaní tlaku, ale to nech vás nemätie). Keďže sa zväčší objem, tak časť molekúl unikne preč. Po vytiahnutí a zavretí fľaše začne v nej plyn chladnúť a teda sa opäť zmenší jeho objem. No a so vzduchom sa zmenší aj fľaša.

Prečo sa ten vzduch tak nafahuje podľa teploty? Zjednodušene čím vyššia je teplota, tým rýchlejšie sa pohybujú molekuly, tým viac do seba narážajú a teda tým viac potrebujú miesta. Len si predstavte, že ste v plnej miestnosti ľudí, kde všetci pokojne stoja a v takej istej miestnosti, v ktorej všetci rýchlo behajú náhodným smerom. V tej druhej miestnosti máte pocit, že by ste ju potrebovali väčšiu. A tak aj teplý vzduch potrebuje viac miesta ako studený s takým istým počtom molekúl.

Takže stačilo odmerať objem fľaše pred experimentom (1,6 ℓ) a po experimente (v mojom prípade 0,7 ℓ), napríklad tak, že napustíš do vedra vodu, označíš výšku hladiny, vložíš fľašu, označíš druhú výšku hladiny a potom vytiahneš fľašu. Teraz by mala byť hladina na prvej značke, takže dolievaš vodu až kým nebude na druhej

značke a objem doliatej vody je rovnaký ako objem fľaše.

Bodovanie: Za správne riešenie aj s meraním objemu pri ktoromkoľvek spôsobe (deformácia plastu alebo zmena objemu plynu) 5 b, za neodmeranie objemu dole 1 b, za väčšie chyby (len nejaké teórie alebo zvláštne výsledky experimentu) som dával len 1,5 b

Príklad 4 - Podivný mechanizmus opravoval *Vladimír Boža - USAma*

Asi každý z Vás prišiel na to, že tento príklad treba rozdeliť na dve časti. A teda najprv zistiť akou silou musí pôsobiť piest na páku, a potom ešte akou silou treba pôsobiť na druhý piest. Začnime teda pákou. Zvyčajne, keď chceme niečo zdvihnúť, tak na to musíme pôsobiť aspoň takou silou, aby sme to dostali do stavu rovnováhy. Páka je v rovnovážnom stave vtedy, keď výsledný moment síl pôsobiacich na ňu je 0. Označím si F_g ako gravitačnú silu pôsobiacu na závažie a F_x ako silu, ktorou treba pôsobiť na páku. Potom dostávam nasledovnú vec (metre pri vzdialenostiach nepíšem):

$$4F_g = 1F_x$$

Pokiaľ máme 50 kg závažie, tak gravitačná sila bude mať veľkosť 500 N a z tejto rovnice sa dopočítame k tomu, že sila pôsobiaca na páku musí byť aspoň 2000 N.

Teraz ešte treba spočítať silu pôsobiacu na druhý piest. Máme tu nejaký hydraulický zdvihák. Jeho náplňou je nejaká (nám neznáma) kvapalina. Ale vieme vcelku užitočnú vec a tou je, že tlak vo všetkých miestach kvapaliny je rovnaký. To značí, že je rovnaký aj pod oboma piestami. Toto si vieme dať do rovnice:

$$\frac{F_x}{0,04} = \frac{F}{0,25}$$

Z tohoto sa už ľahko dopočítame k tomu, že $F = 12500$ N.

Bodovanie:

Za dobre vyrátanú páku ste mohli získať 2,5 b. Za dobre spočítaný hydraulický zdvihák ďalších 2,5 b. Body ste ale strácali za nedostatočný popis myšlienkových pochodov.

Príklad 5 - Ťažký dom opravoval *Matúš Rybák - Tumáš*

Ako si väčšina z Vás určite všimla, najťažšou časťou tohto príkladu nebol samotný výpočet tlaku (aplikácia vzorca $p = F/S$), ani odmeranie potrebných údajov pre človeka, ale určenie hmotnosti a plochy domu. Predovšetkým na tejto časti ste húfne strácali body, tak sa jej budeme podrobnejšie venovať.

Tumášov štvorposchodový panelák má šírku cca 10 metrov, dĺžku 60 m. To sú ľahko odmerateľné rozmery, horšie je to s výškou. Tu použijeme fakt, že podľa noriem je minimálna výška obytnej miestnosti 260 cm a hrúbka platne medzi podlažiami je cca 30 cm, hrúbka stropu 70 cm, čo pri štyroch poschodiach dáva 15,2 metra.

Vďaka svojej šikovnosti Tumáš zistil, že celý panelák stojí na základovej platni 20 cm hrubej, pod ktorou je 1 m vysoký prázdny priestor (tu je prístup k rozvodu vody a pod.), pod ktorým je ešte jedna betónová doska. To zdvihne celkovú výšku vrátane podzemnej časti na cca 16,5 m.

Tu sa Tumáš zamyslel i rozhodol sa zanedbať hmotnosť domácich zvierat, ľudí, nábytku, podláh, obkladačiek, vaní, inštalácií atď proti hmotnosti samotnej hrubej konštrukcie. Nasledovalo určenie si jednotlivých častí hrubej stavby - obvodové steny (hrúbka 35 cm), dlhá priečka (rozmer $60 \times 16,5$ m, hrúbka 15 cm, tiahne sa pozdĺž celou bytovkou), 16 krátkych priečok ($10 \times 16,5 \times 0,15$ m), základová doska (20 cm hrubá, s plochou 60×10 m). Tvrdším orieškom boli platne medzi podlažiami. Po krátkom bádaní Tumáš zistil, že sú uprostred duté, pričom hrúbka železobetónu v nich je cca 10 cm. Každá z nich má rozmery 60×10 m. K nim pridal aj platňu pod podzemným priestorom. Poslednou položkou bol strop. Ten sa skladá z dvoch železobetónových platní po $60 \times 10 \times 0,1$ m, medzi ktorými je 50 cm silná vrstva štrku.

Zišlo by sa ešte pourčovať hustoty použitých materiálov. Tumáš si pozrel normy na železobetón a vybral si priemernú hustotu (máme rôzne typy železobetónu): $2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, hustota stavebného štrku je približne $2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Tak, a teraz sa môžeme pustiť do rátania hmotnosti:

obvodové múry	1860 ton
dlhá priečka	342 ton
16 krátkych priečok	911 ton
základová platňa	276 ton
platne medzi podlažiami	690 ton
strop (štrk aj betón)	756 ton
Spolu	4835 ton

Keďže celá táto hmotnosť pôsobí na plochu s rozmermi 60×10 m, ľahko určíme tlak tejto konkrétnej bytovky ako cca 80,6 kPa.

Ako ale vidieť, zanedbali sme množstvo vecí - diery pre okná a dvere, voľný priestor pri schodisku (tieto by nám hmotnosť znížili), asfaltový koberec na streche, iné riešenie priečok na prízemí, hmotnosť vybavenia kotolne (tieto nám zasa hmotnosť zvyšujú). Každopádne sa takto spresnený výsledok výrazne neodchýli od vypočítaného tlaku.

Podme na človeka: ak Tumáš oblečený a obutý váži cca 70 kg a jeho noha (43-44) má rozmery 28×10 cm, jeho tlak nám vyjde ako 25 kPa. Tu sme zanedbali napr. klenbu chodidla (zníženie plochy).

Porovnaním pre tento konkrétny prípad už poľahky nahliadneme, že väčší tlak vytvára panelák (asi 3,2-krát), ale to už záviselo od konkrétneho prípadu (čiže aj človek môže vytvárať väčší tlak ako dom).

Bodovanie: *Za určenie tlaku, vytváraného domom, ste mohli získať 3 b, z toho 2 b za*

odhad a 1 b za samotný výpočet. Za určenie tlaku, vytváraného človekom, ste zasa mohli byť odmenení 2 b (1 b za odhad, 1 b za výpočet). Ak ste mali naozaj zvláštne údaje (moja bytovka $20 \times 20 \times 15$ m váži 7 t:), moja blahosklonnosť narazila na svoje medze a nejaký ten bodík ešte išiel dole:(

Príklad 6 - Vodné hodiny opravovali Juraj a Peter Čechvalovci - jurino a PtC

Popíšme si najprv, čo vidíme:

Máme obyčajnú PET fľašu, naplníme ju vodou až po okraj a (samozrejme otvorenú) otočíme hore dnom. Voda vplyvom **gravitačnej sily** začne vytekať - tá gravitácia si zaslúži byť spomenutá. Vytekánie je však akési zmätené. Prúd vody je raz slabý, inokedy silný, niekedy dokonca žiadny. Toto ste si všimli všetci. Niektorí ste to zaujímavo popisali ako „bubliny tlačiace sa do fľaše“ a brániace vode voľne vytekať. Už nie všetci ste spomenuli, že plastové fľaše sa pri takomto vylievaní vody deformujú, čo Vám mohlo pri riešení veľa napovedať. Pokiaľ bola ale do dna fľaše urobená dierka, voda vytekala omnoho plynulejšie, niekedy úplne plynulo.

Tak čo sa to v tej fľaši vlastne deje? **Tiaž** vody mieri nadol a snaží sa dostať vodu čo najrýchlejšie k zemi. Jediné miesto, kde je toto možné, je otvor fľaše. Tam ale pôsobí **atmosférický tlak** a ak je fľaša otočená kolmo nadol, pôsobí proti tiaži. Nech ale pôsobí akokoľvek silno, nezabráni tomu, aby sa vodný stĺpec alebo jeho malá časť neposunul aspoň o nepatrný kúsok nadol - tomu sa zabrániť nedá, hovoríme tomu **fluktuácia**. A vtedy sa to stane - vo fľaši sa vytvorí **podtlak** (aj keď len malý). No a okolitý vzduch sa tento podtlak snaží vyrovnáť (dostať na to miesto kde podtlak je). Skúša to cez steny nádoby (preto tá deformácia fľaše), ale naozaj sa mu to podarí len cez otvor, kadiaľ má vytekať voda. Voda tiež kladie vzduchu odpor svojím povrchovým napätím a viskozitou, ale pri bežnej veľkosti otvoru sa jej nepodarí vzduch zadržať. Ak by bol otvor príliš malý, naozaj by sa mohlo stať, že by voda vôbec nevytekala. V našom prípade sa však vzduch do nádoby dostane a podtlak sa vyrovná. Keď už je raz podtlak vyrovnaný, celý dej sa opakuje dookola, až kým nevytečie všetka voda. Dierka v dne fľaše dá vzduchu ďalšiu možnosť ako vyrovnáť tlaky, a pretože v tejto dierke sa nemusí vzduch „pretláčať“ s tečúcou vodou, bude natekať prednostne touto dierkou. Ak dierka nie je dostatočne široká, bude vzduch natekať zároveň ňou aj otvorom fľaše.

Niektorí ste písali, že vzduch cez dierku pomáha tlačiť vodu cez otvor a tá ide potom plynulejšie. Vzduch prechádzajúci cez dierku netlačí na vodu vo fľaši v zmysle silového pretlačania cez otvor, ale jeho tlak na vodu znižuje podtlak vzniknutý unikaním vody a znižuje tak nasávanie vody cez otvor.

Iní ste sa snažili vysvetliť jav pomocou toho, že hydrostatický tlak kvapaliny je väčší ako atmosférický tlak a voda sa pretlačí cez otvor. Tento tlak je naopak v obyčajnej fľaši vždy menší ako atmosférický, a keby to záležalo iba od neho, voda by nikdy nevytekla. To, čo dovoľuje vode vytečiť je predovšetkým podtlak, ktorý vo fľaši vzniká a tekutosť vody, ktorá umožní vzduchu do nej vstúpiť.

Bodovanie: 5 b získali tí z Vás, ktorí popísali dej vo fľaši a správne ho vysvetlili. Ak vo vysvetlení chýbala zmienka o gravitácii $-0,5$ b. Ak ste neuviedli dôvody nasávania vzduchu do fľaše (tzn. podtlak) -1 b. Tí, čo pokus nevysvetlili, ale iba popísali, mohli získať najviac 2 b. Bohužiaľ niektorí ste zle pochopili zadanie a robili iný pokus, Vy ste získali zvyčajne 1 b. Podľa uváženia som strhával ešte $\pm 0,5$ b za rôzne veci.

Príklad 7 - Teplá skrutka opravovala Katarína Bazová - b1

Vážení moji milí, tento príklad by sa Vám zdal iste jednoduchší, keby ste si správne uvedomili rozdiel medzi **tepelnou kapacitou** so značkou C s jednotkou $\frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$ a **mernou tepelnou kapacitou** so značkou c s jednotkou $\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$. Je síce pravda, že tieto veličiny sú príbuzné, totiž že platí $C = m \cdot c$, kde m je hmotnosť materiálu, ale isto neznačia to isté. Toť náš kameň úrazu. Väčšina z Vás si totiž myslela, že v úlohe bola zadaná merná tepelná kapacita, teda c a nastal problém s hmotnosťou skrutky.

Vzorec na výpočet prijatého alebo odovzdaného tepla:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = C \cdot \Delta t$$

Takže zisťujeme, že hmotnosť skrutky nám vôbec nie je treba. Vypočítame si teplo, ktoré prijme nenaolejovaná skrutka $Q_1 = C \cdot \Delta t = 5 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}} \cdot (60 - 20)^\circ\text{C} = 200 \text{ J}$ a teplo, ktoré prijme skrutka naolejovaná $Q_2 = C \cdot \Delta t = 5 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}} \cdot (40 - 20)^\circ\text{C} = 100 \text{ J}$. Rozdiel týchto tepiel symbolizuje veľkosť práce, ktorú urobíme navyše, ak si skrutku nenaolejujeme: $W = Q_1 - Q_2 = 100 \text{ J}$.

A prečo sa skrutka zahrieva? Je to spôsobené trením medzi povrchom skrutky a drevom, do ktorého ju vrátame. Naolejovaním skrutky veľkosť tohto trenia zmenšíme. Záverom by som rada pochválila všetkých tých, ktorí tento príklad vyriešili správne, najmä tých, ktorí sa tvorivo pohrali s jednotkami a napriek tomu, že tepelnú kapacitu C nepoznali, logicky sa dopracovali k správnejmu riešniu.

Bodovanie: *Bolo treba odpovedať na obe otázky z príkladu, teda i správne zistiť veľkosť rozdielu prác, i spomenúť, prečo sa skrutka zahrieva. Body som strhala najmä pokiaľ ste nemali zodpovedané obe otázky, ak ste nevyráтали správne rozdiely teplôt alebo aj za jednoducho „vyškrtnutie“ hmotnosti z rovnice, za nekorektné úpravy.*

Príklad 8 - Slnčné hodiny opravoval Ondrej Bogár - Bugj

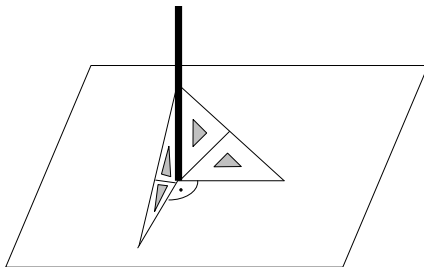
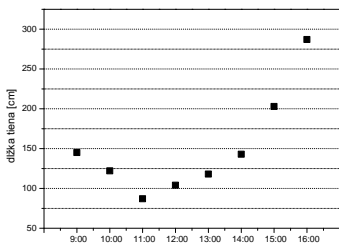
Tento experiment nebol vôbec ťažký, akurát ste si ho nemohli nechať na poslednú chvíľu. Poďme si povedať nápady, ako zostrojiť paličku zapichnutú v zemi tak, aby bolo meranie čo najpresnejšie. (takéto zaradenie sa nazýva gnómon) Aby malo meranie výpovednú hodnotu treba mať paličku vždy na tom istom mieste. Preto bolo treba vyrobiť nejakú značku, použiť GPS alebo ak ste mali šťastie tak ste mohli paličku naozaj zapichnúť do zeme a potom sa už nepohla. Druhá vec je

ako zabezpečiť, že palička bude kolmo. Aby bola palička kolmá na podložku, na ktorej bude tieň sa dalo spraviť pomocou trojuholníkového pravítka, tak ako na obrázku. Druhá možnosť bolo použiť vodováhu alebo olovničku. Tie vám zabezpečili, že palička bola v smere gravitačnej sily a teda smerovala do stredu Zeme. Ďalšia otázka, s ktorou ste sa mohli stretnúť je akú použiť paličku. Je lepšie použiť dlhšiu paličku. Ľahšie odmeriate tieň dlhý 20 cm ako 20 mm. Navyše pri dlhšej paličke sa každá zmena polohy slnka prejaví väčším predĺžením tieňa ako pri krátkej paličke. Posledné čo treba, je určiť čas merania. Ako zaujímavý zdroj presného času uvádzam stránku www.presnycas.cz.

Ja som pomocou dvoch trojuholníkových pravítok upevnil na veľký kartón paličku dĺžky 85 cm. Meral som pásmom s rozsahom 3 m a najmenším dielikom 1 cm. Moje namerané hodnoty vidíte v tabuľke.

čas	dĺžka tieňa [cm]	čas	dĺžka tieňa [cm]
9:00	145	13:00	118
10:00	122	14:00	143
11:00	87	15:00	203
12:00	104	16:00	287

Z údajov v tabuľke urobím grafy. Takýto graf len s nameranými bodmi stačí na grafické znázornenie meraní.



Na záver vás chcem upozorniť na časté chyby, čo ste písali do riešení.

Na poludnie slnko **nesvieti vždy kolmo**. Toto platí len pre miesta medzi obratníkmi a aj to len niektorý deň v roku. Slnko **nie je vždy najvyššie o 12:00**. Čas kedy je slnko najvyššie sa postupne mení každý deň a pohybuje sa len okolo 12:00.

Bodovanie: *Za opis experimentu a meracieho zariadenia 2 b, Prehľadný a presný graf 3 b. Ak ste neuviedli, ako ste zabezpečili kolmosť paličky –0,5 b (Ne) presnosť merania a ďalšie drobné chyby ± 1 b.*