

Pár věcí z tábora II – tentokrát o světle

Leoš Dvořák, Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha

O letním matematicko-fyzikálním táboře pro středoškoláky pořádaném MFF UK jsme informovali již v loňském sborníku Veletrhu nápadů. Letošní tábor, jehož krédem opět bylo **vlastníma rukama a hlavou**, proběhl v druhé polovině července v Nasavrkách a tematicky byl zaměřen na světlo a vše (nebo alespoň leccos), co s ním souvisí.

Pár slov úvodem a poděkování

Pro představu, od koho a o čem se například účastníci mohli poučit: Doc. Martin Šolc nám hodně pověděl o nadcházejícím zatmění i historii dalekohledů (a také jich řadu přivezl), Doc. Jaromír Plášek ukázal, že moderní mikroskopie je mnohem víc než to, co se člověk dočte v učebnicích (princip mikroskopie v temném poli a tzv. šlírové metody jsme si mohli doslova osahat), Dr. Alena Šarounová nám přiblížila perspektivu, to, jak se k ní malíři propracovávali i mnoho dalšího, Dr. Jan Valenta povídal o spektroskopii, ukazoval monochromátory a lasery. Díky všem zmíněným lektorům a organizátorům, kteří zajišťovali většinu odborného programu (Dr. Irena Koudelková, Dr. Vojtěch Kapsa, Petr Žemla), bylo pořád co dělat.

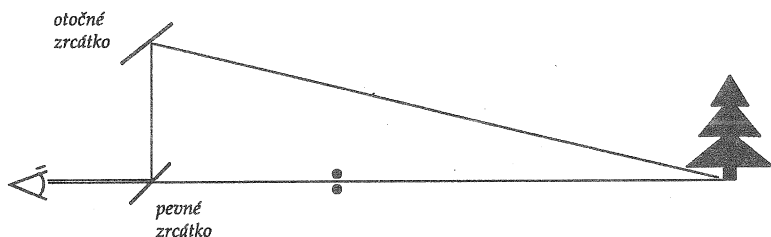
A protože k táboru nepatří jen odborný program, sluší se poděkovat i zaměstnancům Soukromého středního odborného učiliště včelařského v Nasavrkách, pod jehož střechou jsme se měli jako v bavlnce. My i paralelně probíhající (a mimoodborným programem propojený) biologický tábor pro středoškoláky. Když už padla zmínka o mimoodborném programu (zahrnujícím mimo jiné i noční výsadek, závěrečnou cestu s ohněm, „olympiádu“ a slavnostní „recept“), je na místě poděkovat i jeho organizátorům a dalším zúčastněným. Takže, jak se uvádí, *special thanks to*: Zdeňka, Vašek, Verča, Martin, Hanina, Honza, Hanka, Pavla, Jery and Karel.

Jednou z podstatných částí odborného programu byla vlastní výroba či spíše tvorba nejrůznějších přístrojů, které si účastníci sami vybrali z poměrně obsáhlého seznamu námětů. Výsledky si pak vzájemně představili a zhodnotili na závěrečné „konferenci“. Dále jsou stručně popsány některé z přístrojů s uvedením jejich autorů. (Nejsou-li autoři uvedeni, jde o vlastní konstrukce autora tohoto příspěvku.) Nejde o podrobné návody, spíše o náměty na zajímavé projekty. Některé další podrobnosti spolu s fotografiemi přístrojů najdete na webové stránce <http://kdf-33.karlov.mff.cuni.cz/KDF/pub/veletrh/1999/parveci.htm>

Sluneční hodiny z láhve (autoři: Jan Kulveit, Tomáš Pecháček, Zbyněk Brázda)

Sluneční hodiny nemusí promítat stín jen na rovnou, eventuelně kulovou plochu, ale i na povrch válce. Autoři se zájmem o astronomii využili k nakreslení potřebných křivek počítač a papír namotali na plastovou láhev. Po stránce teoretické přípravy šlo o jednu z nejnáročnějších na táboře realizovaných konstrukcí.

Dálkoměr z prkének



využívá dvou zrcátek: pevného a otočného. Princip je stejný jako u dálkoměru některých fotoaparátů (viz obrázek). V pevném zrcátku je otvor, jímž pozorujeme vzdálený předmět (tak, aby se kryl s „muškou“, resp. s „mířidly“ ze dvou hřebíků). Mimo otvor zrcátka pozorujeme předmět odrazem od pevného a otočného zrcátka. Otočné zrcátko nastavíme do takové polohy, aby se oba obrazy předmětu kryly. Z natočení zrcátka lze určit vzdálenost předmětu. Jak, to je drobné cvičení z trigonometrie.

Technické detaily nejsou podstatné, zmiňme však některé možnosti: Zrcátko lze dostatečně těsně zasunout do drážky, kterou do prkénka uděláme pilkou. V polních podmínkách na táboře vyhoví i rámová pila. Osou, kolem které se otáčí prkénko (a s ním i otočné zrcátko), může být uštipnutý hřebík. Chybí-li vrtačka, lze díru do prkénka propálit i pistolovou páječkou. Otvor, či spíše okénko, v pevném zrcátku získáme tak, že nožem seškrabeme část zadní plochy zrcátka. Pak už stačí dálkoměr jen okalibrovat.

Rozličné obskurní komory (autoři: Magdaléna Stanová, Tomáš Fidler, Lucia Živická, Hedvika Kadlecová, Věra Juránková, Eva Ondráčková)

Máme samozřejmě na mysli zařízení typu „camera obscura“, tedy dírková komora. Zde si každý může vyhrát dle libosti. Některé náměty: komora s vyměnitelnými dírkami (větší dírka znamená světlejší, ale méně ostrý obrázek), dírková komora s „transfokátorem“ (tj. prostě s matnicí, která se může přibližovat a vzdalovat od dírky), komora typu „zrcadlovka“, nebo „dírková komora“ s čočkou. V tomto případě už sice nejde o dírkovou komoru, musíme zaostřovat, ale obrázek je výrazně světlejší.

Jako matnice nejlépe vyhoví pauzovací papír. Po vložení černobílého fotografického papíru lze dírkovou komorou i fotografovat (po vyvolání získáme negativ, kontaktním způsobem lze pak získat i pozitiv). Dobu expozice je třeba vyzkoušet, fotografovaný objekt však rozhodně nesmí být příliš neklidný.

Zdroje světla z vosku (autoři: mladší účastníci pod vedením Petra Žemly)

Pro mladší studenty (ale nejen pro ně) je velmi instruktivní vyrobit (odlít) si vlastní svíčku. Ze včelího vosku to jde docela dobře. Právě tak si lze vyrobit vlastní lampičku třeba na líc. Pomůže to zbavit se pocitu, že svítit si v noci je něco zcela samozřejmého a bezproblémového.

Čočka z vody (autor: Martin Juránek)

Dvě dostatečně velká hodinová sklíčka (ta naše měla průměr téměř 20 cm), mezi něž nalejeme vodu a slepíme je po obvodu, fungují jako docela slušná spojná čočka. Samozřejmě, přesněji řečeno, jako spojka funguje voda uvnitř. Po řadě pokusů se jako nejjednodušší ukázalo spojit okraje hodinových sklíček prostě plastelínou. Vyrobená čočka sice poněkud tekla, takže dlouho nevydržela, ale za slunečního počasí jí bylo možno bez potíží zapálit papír. (Pokus byl bezpečný, vodou odkapávající z čočky šlo papír opět uhasit.)

Spektrometr z CD (autor: Lukáš Poul)

Spíše než o spektrometr šlo o spektroskop. Opět jde o námět na řadu konstrukcí. Stačí uštípnout kousek z nějakého, např. již neužívaného reklamního CD. Drážky na „cédečku“ působí jako dostatečně hustá mřížka, takže při dopadu např. slunečního světla lze pozorovat i promítnout na papír první i druhé ohybové maximum. Vytvořený spektroskop lze velmi zhruba kalibrovat pomocí barev ve slunečním spektru; pro přesnější kalibraci by šlo využít zdroje se známou vlnovou délkou, pomoci si vztahy pro ohyb na mřížce atd.

Zrcadlo, zrcadlo

Jednoduchý model ilustrující chod paprsků v kulovém či parabolickém zrcadle lze postavit na polystyrénové desce (tloušťky 3–4 cm, v prodejnách stavebnin je k mání za pár korun) a pruhu lesklé fólie na pásku umělé hmoty. Takovýto pásek, určený zřejmě k ozdobným účelům, autor objevil v pražské prodejně OBI – třímetrový kus za necelé dvě stovky korun. Na uvedený model stačí půl až 1 metr pásku.

Do tvaru kružnice či paraboly se pásek vytvaruje pomocí špendlíků zapíchaných do polystyrénu. Na polystyrén připícheme balící papír s nakreslenou kružnicí či parabolou, ve vzdálenostech několika cm zapícháme do desky špendlíky, přiložíme pásek (v tuto chvíli se hodí mít více rukou) a zapícháme špendlíky z druhé strany pásku.

Vytvořeným válcovým zrcadlem lze demonstrovat např. chod paprsků s využitím tužkového laseru. Prodávají se velmi levně v tržnicích a dnes je má už řada žáků – ovšem pozor! Orientační měření (za něž děkuji laskavosti Doc. Josefa Štěpánka z FÚ MFF UK) ukázala, že tato laserová ukazovátka mají výkon přesahující 1 mW (dosahuje 3 až 5 mW) a tedy již *nepatří* do třídy II, v níž při náhodném zásahu oka nehrozí nebezpečí trvalého poškození sítnice. Jde tedy o zařízení potenciálně nebezpečná, pro jejichž provoz platí zvláštní předpisy a jejich porušení může mít prý za následek až trestní odpovědnost!

Řešením může být omezit výkon takového laseru dostatečně absorbujícím šedým filtrem. Pro většinu lidí bude asi jednodušší svítit na zrcadlo lampou, baterkou nebo využít slunečního světla. To sice může také poškodit sítnici, ale není zakázáno ho využívat. Namíříme-li osu vytvořeného válcového zrcadla na Slunce, uvidíme velmi dobře kulovou vadu (a to, jak se zmenšuje, omezíme-li se na paprsky blízké ose), kaustiku, skutečnost, že parabolické zrcadlo kulovou vadu nemá (ale jen pro paprsky rovnoběžné s osou) a řadu dalších věcí.

Další námět je nasadit: eliptické zrcadlo a paprsky vycházející z jednoho ohniska.

Světelný telefon (autoři: Marek Lipovčan, Jiří Samek a Leoš Dvořák)

Diodu LED jako zdroj světla lze jednoduše modulovat změnami protékajícího proudu. Zapojíme-li ji do emitoru tranzistoru a předřadíme-li jedno- či dvoutranzistorový zesilovač, můžeme na jeho vstup připojit mikrofon (nebo reproduktor, fungující zde jako mikrofon) a hloubka modulace bude dostatečná k tomu, aby bez problémů přenesla hlas. Jako zdroj světla je vhodné použít některou z diod, označovaných jako „vysokosvitivé“. Telefon bude mít větší dosah.

Na přijímací straně poslouží jako detektor fototranzistor a po zesílení jedno- či dvoustupňovým tranzistorovým zesilovačem můžeme na výstup zapojit sluchátka. V našem případě šlo o laciná sluchátka za 60 Kč s malým odporem zapojená do výstupu emitorového sledovače.

Oba zesilovače navrhne a zrealizuje průměrný „bastlíř“ za necelé odpoledne i ze součástek „ze dna zásuvky“ či z výprodeje. Každý zesilovač stačí napájet z jedné ploché baterie (která je na celé věci jednou z nejdražších součástek). Funkci přijímače jednoduše vyzkoušíme, posvítíme-li na fototranzistor zářivkou nebo žárovkou napájenou ze sítě: ve sluchátkách to bručí až k zbláznění. Přiložíme-li k sobě fototranzistor a LED, můžeme poté s pomocí přijímače vyzkoušet i vysílač.

Diodu LED pak umístíme do ohniska spojné čočky, podobně fototranzistor do ohniska druhé spojky. Po nasměrování obou přístrojů na sebe už můžeme přenášet hlas. Citlivost vzrůstá s klesajícím osvětlením. V noci tak autoři na táboře dokázali bez problémů přenést hlas na vzdálenost přes sto metrů.

Popsanou konstrukci lze jistě vylepšovat v mnoha směrech. Odstiňovat rušivé okolní světlo, uvažovat o jiných způsobech modulace, přenášet hlas pomocí infračerveného záření atd. Zejména studenti zaměřeni na elektroniku mohou přijít s řadou námětů.

Závěrem:

Jak už bylo uvedeno výše, některé další podrobnosti a fotografie konstrukcí najdete na Webu. Na adrese <http://physics.mff.cuni.cz/iso/pub/tabory/archa/home.htm> mohou najít potřebné informace i případní zájemci o další ročník tábora. Mohou také napsat na adresu *Leoš Dvořák, KDF MFF UK, Ke Karlovu 3, 12116 Praha 2*, případně elektronickou poštou na adresu Leos.Dvorak@mff.cuni.cz.