

Další nápady z Malé Hraštic: co s čočkami

LEOŠ DVOŘÁK

KDF MFF UK Praha

Abstrakt

V příspěvku jsou prezentovány některé možnosti využití čoček z Meopty Přerov. Jde o optické sklo vyřazené při výrobě přesných optických zařízení, které ale může velmi dobře posloužit při výuce fyziky. Jednoduché konstrukce zhotovitelné s minimálními náklady jsme vymýšleli a zkoušeli na letošním jarním soustředění na Malé Hraštic.

Úvod: co je Malá Hraštica

Malá Hraštica je vesnička poblíž Dobříše a Mníšku pod Brdy. (V čase webových map netřeba dodávat víc, snad jen: 49°48'30"N, 14°16'30"E.) Asi dva kilometry na západ od ní je základna TO Přátelů borovic, kam již řadu let jezdíme na **Jarní soustředění pro budoucí učitele fyziky a „spřízněné duše“**. Těmi spřízněnými dušemi jsou v posledních letech čím dál častěji i učitelé fyziky ze škol, většinou účastníci projektu Heuréka. Základní informace o soustředění již byly zmíněny na Veletřích nápadů [1-2] i jinde [3-4], proto je zde připomenutí jen stručně a doplním pár novinek.

Soustředění se koná vždy začátkem května, trvá 3-5 dnů a účastní se ho zhruba pět až pětadvacet účastníků. Jedním z jeho hlavních cílů je vyzkoušet si, že fyzika funguje i „mimo školní škamna“ a laboratoře, doslova „v polních podmínkách“.

Velice neformální odborný program soustředění se realizuje formou **miniprojektů**. Skupinky účastníků (dvojice, trojice, ale počet není omezován, kdokoli si může kutit i sám) si vyberou z volně formulovaných námětů, nebo přijdou s vlastním nápadem, co by chtěli dělat, pak pokusníci, měří, vyrábějí (a vzájemně si radí a inspirují se) a každý den odpoledne pak stručně prezentují ostatním, co udělali, k čemu došli, co se povedlo, v čem byly problémy a co by se dalo dělat dál.

Přirozené, ne každému taková až bezbřehá volnost úplně vyhovuje – ale jako doplněk či protipól přesně popsaných školních laboratorních prací či praktik naše soustředění funguje, účastníci se na něj vracejí a pro jeho zachování se vloni vyslovili i v malém dotazníkovém průzkumu. Osobně chápu toto soustředění jako krásnou příležitost, „*dělat fyziku vlastníma rukama a hlavou*“, což je heslo, které jsme si dali již před lety – abychom poté zjistili, že jsme vlastně nezávisle pojmenovali to, co se dnes ve světě ve fyzikálním vzdělávání propaguje jako *hands-on, minds-on physics*.

Na hraštických soustředěních si velice cením také toho, že jsou místem, kde vzniká a dá se vyzkoušet spousta pěkných (byť třeba drobných) nápadů, které pak mohou být inspirací pro výuku fyziky [1-4]. Miniprojekty mají každý rok jedno společné obecné téma. V roce 2007 jím bylo „Voda a jiné kapaliny“ (a většina soustředění nám prošla), v následujícím roce „Teplo a teplota“ (viz [2], opravdu tehdy bylo horko a slunečno), v roce 2009 pak „Vodiče a polovodiče“ (na což počasí nijak nezareagovalo).

Malá Hraštica 2010: co s čočkami

Letos jsme se rozhodli zareagovat na skutečnost, že společnost Meopta nabízí učitelům fyziky čočky a další optické prvky, které sice z nějakých důvodů nesplňují přísná kritéria pro montáž do přesných přístrojů, ale mohou velmi dobře posloužit na školách při výuce fyziky. Jsou přitom podstatně kvalitnější než různé lupy z prodejen s levným zbožím – a navíc, kde v levných prodejnách seženete rozptylku?

Čočky samotné jsou ovšem jen výchozím materiálem. Začínajícímu, ale i zkušenému učiteli jistě přijde vhod několik nápadů a námětů co a jak s nimi lze dělat ve výuce fyziky. Proto jsme pro hraštické soustředění na rok 2010 vyhlásili téma **Co s čočkami**.

V následujícím přehledu uvedu zejména pár námětů, s nimiž jsem si na Hrašnici „pohráł“ sám. Uvádím je jako nápady pro inspiraci – nepochybuji, že si je ve své výuce upravíte, vylepšíte a přizpůsobíte, aby vyhovovaly vašim potřebám.

„Klasické“ pokusy v ruce

Díky Meoptě Přerov můžeme mít (pokud ne okamžitě, tak časem) čočky pro každého z žáků. Co s nimi mohou dělat bez jakýchkoli dalších pomůcek?

Spojky: zobrazení okna či vlákna žárovky

Pokus dávno známý, na který bychom ale neměli zapomínat: promítnout okno (resp. mraky či nasvícenou krajinu za oknem) na bílý papír (na sešit, na zeď...). Pro účastníky Veletrhů je jistě zbytečné to zdůrazňovat, ale vlastní zkušenost žáků je zde nezastupitelná – nahradit ji obrázkem v učebnici, kreslením paprsků křídou na tabuli nebo počítačovým apiletem určitě nestačí.

V alespoň částečně zatemněné třídě lze samozřejmě promítat plamen svíčky; jako demonstrační pokus je vhodné promítnout na zeď vlákno žárovky ze stolní lampy. Krásně se promítne i jemná spirálka vlákna, je vidět i barevnou vadu čočky. Pohne-li lampou, vidíme, že obraz se hýbá v opačném směru. Pak se lze ptát, co se stane, když zakryjeme spodní polovinu čočky. (Schválně, kolik vašich žáků řekne, že nebude vidět horní polovina promítaného obrazu?) Vlákno žárovky lze promítat „silnější“ či „slabší“ spojkou, atd.

Se zájemci se můžete dostat i na věci náročnější. Například u plaskovypuklé čočky zkoumat, zda otvorová vada je větší či menší, natočíme-li ke zdroji světla plochou nebo vypuklou stranu spojky. (Opravdu se liší, vyzkoušejte si to.)

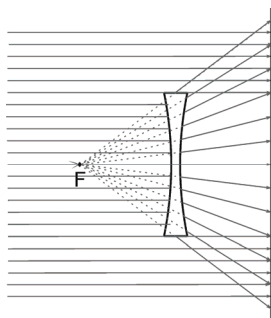
Rozptylka: jednoduché určení ohniskové vzdálenosti

Určit přibližně ohniskovou vzdálenost spojky není problém: stačí promítnout slunečko na papír. Ale jde nějak podobně jednoduše určit ohniskovou vzdálenost rozptylky?

Ti z nás, kdo jsou krátkozrací, si zřejmě už všimli, že když dají brýle do slunečního světla, promítá se na předměty za nimi cosi jako „stín“ dané čočky a kolem něj je světlejší oblast. Dáme-li brýle dál od stínítka, je světlejší oblast větší. Odtud už není

daleko k jednoduché metodě měření ohniskové vzdálenosti rozptylky. (Tuhle metodu nezávisle „objevila“ resp. znovuobjevila asi řada lidí. Jak jsem zjistil, už dlouho ji užívá například Zdeněk Polák. Tím lépe – zdá se, že je tu příležitost nechat při vhodném vedení danou metodu vymyslet přemýšlivější žáky.)

Princip metody ukazují obrázky 1 a 2.



Obr. 1. Princip jednoduchého určení ohniskové vzdálenosti rozptylky



Obr. 2. Světlo za rozptylkou

Z jednoduché geometrické úvahy je zřejmé, že má-li světlý kruh za rozptylkou dvakrát větší průměr než „stín čočky“ (tj. než průměr rozptylky), je vzdálenost stínítka od čočky právě rovna ohniskové vzdálenosti rozptylky. (Pro pořádek se sluší poznamenat, že pro toto jednoduché měření považujeme čočku za tenkou a zanedbáváme její optické vady.)

Můžeme samozřejmě také měřit průměr světlejšího kruhu pro různé vzdálenosti stínítka a výsledky zpracovat třeba v Excelu, z lineární závislosti průměru kruhu na vzdálenosti stínítka pak ohniskovou vzdálenost určíme přesněji. Vylepšením se meze nekladou.

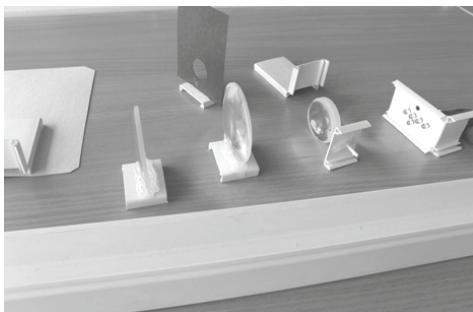
Optická lavice pro období finanční krize

Pro přesnější měření a experimenty je vhodná optická lavice. V období finanční krize resp. rozpočtové odpovědnosti se samozřejmě hodí lavice co nejlevnější. Čočky máme prakticky zadarmo – šel by velmi levně postavit i zbytek?

Jak na to aneb chvála elektrikářských lišt a tavného lepidla

Dobrym základem pro „optickou lavici nebohatého učitele“ jsou elektrikářské lišty, přesněji řečeno *plastové elektroinstalační lišty*, označované též jako „plastové lišty vkládací“. Dostanou se v prodejnách s elektromateriálem. My jsme používali lišty s příčným rozměrem 4x4 cm, stojí zhruba 40 Kč za metr. (Poznámka po Veletrhu: lištu poloviční výšky jsem objevil, alespoň při objednání na internetu, dokonce za cenu jen 20 Kč za metr.) Dají se jednoduše řezat pilkou na železo, vrchní část lišty se dá po nahřátí pistolovou páječkou lehce ohnout, atd. A nakonec to nejlepší, co jsme vyzkoušeli: Pomocí tavné pistole se dají čočky tavným lepidlem přímo lepit na vrchní

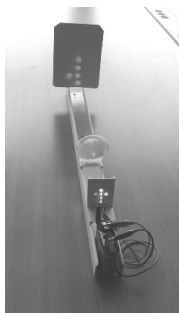
část plastové lišty! Je-li lepidlo dostatečně horké, tak, že viditelně teče, je spoj po ztuhnutí překvapivě pevný a stabilní. Menší čočky můžeme připevnit pomocí kousku špejle (aby byly v jedné ose s ostatními), opět pomocí tavného lepidla. Prvky pro optickou lavici, které můžeme vytvořit, ukazuje obr. 3.



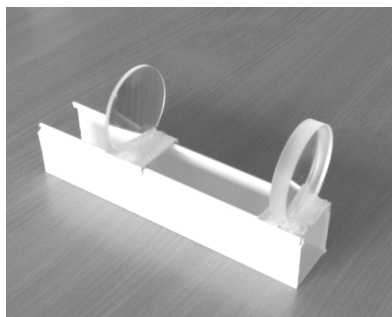
Obr. 3. Prvky jednoduché optické lavice z plastové elektroinstalační lišty

Kousek papíru (ze čtvrtky nebo papírového táčku) přilepený na ohnutou část lišty může hrát roli stínítka, tvrdší černý papír s vystříženým otvorem zase roli clony. Jako zobrazovaný předmět, který je zároveň zdrojem jasného světla, můžeme využít „vysokosvitivé“ LED (nejběžnější velikosti, tedy průměru 5 mm), z nichž vytvoříme nějaký obrázek, například jedničku. (Diody stojí pár korun, do série s každou dáme rezistor o odporu 100 až 120 Ω a můžeme je napájet z ploché baterie.)

Příklady využití ukazují obrázky 4 a 5.



Obr. 4. Promítání „jedničky“ z LED



Obr. 5. Galileiho dalekohled na krátké optické lavici

Výhodou je, že lavici z plastové lišty lze lehce vzít do ruky a například dalekohledem, který na ní postavíme, se dívat do dálky. Vynalézavosti a dalším doplňkům se přitom meze nekladou. Příkladem je krásný nápad, který na soustředění měly studentky Petra Váchová, Naďa Vogalová a Zuzana Zdražilová: Na držáky čoček přilepily ještě špejle, jejichž zabarvený konec ukazoval polohu ohniska. Názornější

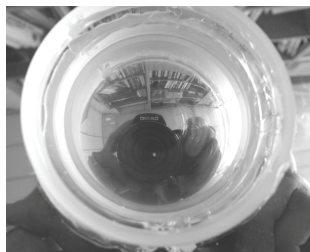
demonstraci toho, že v Galileiho a Keplerově dalekohledu při pohledu do dálky ohniska objektivu a okuláru splývají, si snad ani neumím představit.

Další náměty

Pro zhotovení dalekohledů jsme samozřejmě užívali i plastových trubek – podobné konstrukce se běžně užívají v kroužcích astronomie. Vzhledem k nedostatku místa zde proto nebudeme výsledky ukazovat. Poznamenejme jen, že tavné lepidlo se i pro tyto konstrukce osvědčilo.

Tak již jen snad poslední drobnost. Zkuste rozptylku nebo spojku přiložit na zrcátko a podívat se na svět. V případě spojky se podívejte na vlastní oko, pěkně zblízka. Je-li čočka z jedné strany plochá, můžeme ji na zrcátko přilepit tavným lepidlem, samozřejmě na obvodu, ne uprostřed :-). V případě rozptylky tím získáme pohled typu „rybí oko“, jak ukazuje obr. 6.

V případě spojky si své vlastní oko můžeme prohlédnout pěkně podrobně. Je to hezké a zájemci mohou diskutovat, jak je to s chodem paprsků a vlastností výsledného „zrcátka“. Co když třeba zrcátko se spojkou namíříme na sluníčko? Kde se soustředí paprsky?



Obr. 6. Rozptylka
na zrcátku

Závěr

Výrobě optických lavic z plastových lišt budeme zhruba měsíc po Veletrhu věnovat jednu z dílen na konferenci „Dilny Heuréky 2010“ (viz odkaz z [5]). Ve sborníku dané konference budou jak zhotovení lavice, tak náměty na experimenty popsány podrobněji. A v budoucnu se určitě objeví řada dalších úprav a vylepšení, protože nápaditost českých učitelů fyziky je pověstná. O další nápady co s čočkami tak určitě nebude nouze.

Literatura

- [1] Dvořák L.: *Trocha heuristiky z Malé Hraštic*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 5. Ed.: Rauner K., ZČU Plzeň 2001, s.143-146.
- [2] Dvořák L.: *Pokusy na Malé Hraštic – tentokrát s teplem*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 13. Ed. K. Rauner K., ZČU Plzeň 2007, s. 63-67.
- [3] Dvořák L.: *Fyzikální miniprojekty na jarních soustředěních pro budoucí učitele fyziky*. In: Sborník konference 50 let didaktiky fyziky v ČR. Brno, 13.-14.9.2007. Ed.: Lepil O. UP Olomouc 2007. s. 80-87.
- [4] Dvořák L.: *Labs outside labs: miniprojects at a spring camp for future physics teachers*. Eur.J.Phys. **28** (2007), S95-S104.
- [5] <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/> (cit. 12. 9. 2010)