

Pár věcí z tábora...

Leoš Dvořák, Irena Koudelková, Vít Gottwald, Antonín Krása, Jan Molič, Martin Švec a další

Letní matematicko-fyzikální tábory pro středoškoláky pořádá MFF UK Praha již dlouhou řadu let; dnes je jich dokonce už více typů. Tábor, vedený prvními dvěma autory příspěvku, se v posledních několika letech výrazně rozvinul směrem, odpovídajícím tomuto sborníku. Kdysi zde první z autorů (L. D.) prezentoval témata jako relativistická fyzika, černé díry a kosmologie – což bylo atraktivní, ale nutně šlo jen o teoretický výklad. Pak přišly počítačové simulace, které dokázaly „rozhybat“ matematické vzorce, ale teorie stále převažovala. Nyní se snažíme propojit fyziku „na nebi i na zemi“, tedy nevynechat přitažlivá témata například z astronomie, ale současně přivést účastníky k tomu, aby si určitou partii fyziky řádně „osahali“ v jednoduchých experimentech, které jdou k podstatě věci a které sami realizují, často z běžných materiálů a pomůcek. Prostě, aby na řadu věcí (které už třeba i slyšeli, ale znají spíše formálně) přišli sami, „vlastníma rukama a hlavou“.

Praktická část odborného programu tábora vychází z heuristické formy výuky fyziky, kterou v rámci programu „Heureka“ vede na ZŠ Červený vrch v Praze druhá autorka tohoto příspěvku (I. K.). Na pokusy pak navazuje teorie, jdoucí až do úvodních vysokoškolských partií. Například letos byla hlavní nosnou tematikou elektřina a magnetismus a tak třeba na pokusy z elektrostatiky navazovalo názorné odvození a využití Gaussovy věty apod. Program doplňovaly přednášky dalších lektorů z MFF UK (např. o pravidelných tělesech, konstrukci mnohoúhelníků, některých partiích jaderné fyziky, biofyziky, matematické statistiky a dalších tématech – včetně zmíněné astronomie a relativity). Navíc paralelně probíhal tábor biologů vedený posluchači Přírodovědecké fakulty UK, takže zde byla příležitost vzájemně se poučit i mimo svůj hlavní obor. A samozřejmě byl bohatý mimooborný program, v jehož závěru účastníci po dlouhém a usilovném putování skutečně na hradě Týřov našli Svatý Grál, slibovaný v přihláškách na tábor.

V tomto příspěvku chceme stručně představit několik konstrukcí přístrojů a zařízení, které účastníci v průběhu tábora sestavili a na závěrečné „minikonferenci“ si navzájem předvedli. Ke konstrukci přístrojů nebyly dány žádné přesné návody ani pokyny, pouze inspirační seznam témat a samozřejmě možnost své nápady s kýmkoli konzultovat. Vytvořené přístroje nemají sloužit ke dlouhodobému používání, přesnějšímu měření apod.; cenné je právě to, že je účastníci sami tvoří, zkouší různé varianty a ověřují si přitom fyzikální principy, na nichž je konstrukce založena. I na hotových „výrobcích“ je ale jasné vidět podstatu jejich činnosti, někdy možná jasněji, než na drahých učebních pomůckách z dílen profesionálů.

Následující stručný popis několika přístrojů rozhodně nechce být návodem, ale spíše zdrojem inspirace a upozorněním na některé možnosti, jak i „v polních podmínkách“ zkonstruovat něco zajímavého.

Měřicí přístroj s otočnou cívkou (autoři Vít Gottwald a Lukáš Poul)

Cívka navinutá na korkové zátce je podepřena špendlíkem; do nulové polohy ji vracejí spirálky z měděného drátu. (Měď pro tento účel není nejvhodnější, spirálky mají tendenci se trochu „vytahovat“, ale přesto lze přístroj rozumně ocejchovat.) Magnetické pole vytvářejí feritové magnety po stranách cívky. Lze použít prakticky libovolné magnety z různých přístrojů, motorů apod., čím silnější, tím lepší. Ručička ze špejle dělá z celého zařízení téměř demonstrační přístroj. Přístrojem této konstrukce lze jednoduše měřit proudy řádu desítek až stovek miliampér. K ocejchování v táborových podmínkách lze použít plochou baterii a pár vhodných odporů, v nouzi lze pro hrubé určení proudu vystačit i s baterií a žárovkou.

„Elektrárna“ (autoři Antonín Krása a Marek Lipovčan)

V této konstrukci bylo využito jader a cívek ze školního fyzikálního kabinetu, další díly poskytla stavebnice Merkur. Magnety připevněné na osičce jsou opět feritové. Přestože dané uspořádání zdaleka není optimální, dává při rychlém otáčení napětí až kolem 60 V, což stačí i k rozsvícení doutnavky s nízkým zápalným napětím. Při pomalejším otáčení je na doutnavce vidět, jak se střídá polarita napětí. Tato „elektrárna“ sice nedodá do zátěže příliš velký proud, rozsvítit svítivou diodu však stačí.

Měřicí přístroj s pohyblivým magnetem (autoři Jan Molič a Peter Mihók)

Magnet na vahadle vyrobeném ze špejle je odpuzován dolní cívkou a přitahován horní cívkou, navinutou na papírové ruličce. Tak jako u ostatních přístrojů, není stupnice zcela lineární. Autoři tohoto přístroje si však dali největší práci s jeho kalibrací – při ověřování v rámci zmíněné „minikonference“ bylo porovnáním s digitálním měřicím přístrojem zjištěno, že odchylky nepřevyšují 10%.

Galvanometr (autor Martin Švec)

Nejpropracovanější konstrukcí byl zrcátkový galvanometr. Malá cívečka navinutá na lehké balzové kostřičce je zavěšena na tenkých přívodních drátcích (jeden je napnut vzhůru, druhý dolů); v rovnovážné poloze je udržuje právě torzní moment přívodních vláken. Na cívečce je přilepeno zrcátko (v dané konstrukci to byl úlomek podložního sklíčka na preparáty do mikroskopu – zde bylo výhodou, že s námi byli biologové). Cívka je uzavřena v krabičce z balzy a sklíček, aby ji neovlivňovalo proudění okolního vzduchu. Zvnějšku jsou ke krabičce připevněny feritové magnety. Na zrcátko se svítí běžným laserovým ukazovátkem. Přestože šlo o první autorovu konstrukci tohoto druhu, dosáhla citlivost daného galvanometru řádu mikroampér, takže ji fakticky ani nebylo možno přesněji změřit běžnými digitálními měřicími přístroji, které jsme měli s sebou.

Motorek (autor Martin Svoboda)

Zde vlastně nejde o konstrukci z letního tábora pro středoškoláky ve Skryjích, ale z podobného, byť kratšího tábora, pořádaného v květnu pro skupinu poslu-

chačů učitelství fyziky MFF UK v Malé Hrašticí (v ještě „polnějších“ podmínkách). Cívka je opět navinuta smaltovaným měděným drátem na korkové zátce, osička je ze špendlíků nebo jehel, ložiska ze zavíracích špendlíků. Komutátor je vytvořen vytvarováním dvou plíšků z ploché baterie, kartáčky z měděného lanka (z běžného kablíku po stáhnutí izolace). Pod cívkou opět feritový magnet; lze také přidržet ještě jeden shora. Na dvě ploché baterie se motorek točí radost pohledět.

Ještě jeden měřicí přístroj (autor Leoš Dvořák)

Tentokrát jedna konstrukce, kterou se první z autorů tohoto příspěvku sám chlubil účastníkům. Opět měřicí přístroj s otočnou cívkou (deprézský), osička z jehel, ložiska ze zavíracích špendlíků (pro podobné konstrukce velice užitečný a značně univerzální materiál). Dole opět magnet. Přívody proudu k cívečce spirálkami stočenými z měděného drátu. (Původně se proud přiváděl prostě jehlami tvořícími osičku a kontaktem jehel se zavíracími špendlíky, o něž se opírají. To je výrazně výhodnější z hlediska citlivosti, ale vyžaduje to nové jehly a zavírací špendlíky. Když povrch po čase mírně zkoroduje, je kontakt bohužel nespolehlivý.) Na další zátce brčko od limonády jako ručička (je lehčí než špejle) a zvonkový drát jako protizávaží (lze jím ovlivňovat i citlivost). Citlivost přístroje (při asi 100 závitěch cívky a dostatečně silném magnetu) je řádově desítky miliampér na plnou výchylku. Celý systém je ovšem velmi málo tlumen, takže ručka se při měření výrazně kývá a jen pomalu ustaluje. Teoretik si zde jistě neodpustí výklad o problematice tlumených kmitů; v praxi se navíc ukázalo, že téměř optimální tlumení (téměř aperiodický případ) lze dosáhnout velice „táborovým“ způsobem: ouško jehly tvořící osičku zastrčíme do kousku marmelády od snídaně... (O reologických vlastnostech látek a jejich využití se tak přesvědčíme velmi názorně.)

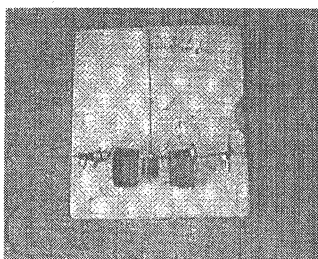
LED v lese (více autorů, postupně rozvíjená konstrukce)

Poslední námět už vlastně není přístroj, ale pomůcka pro noční hry typu „labyrint“ apod., kdy na určených místech je třeba odpovídat na zadané otázky a podle odpovědi běžet na některou z dalších kontrol. Minimálně přečíst papír s otázkou a odpověďmi vyžaduje nějaký zdroj světla i pro ty, kdo v nočním lese vidí jako kočka. Pro normální jedince se zdroj světla hodí i jindy. Běžná baterka je jako „běžný prací prášek“ – poslouží, ale není to ono. Zejména módní baterky s „kryptonovou“ žárovkou vyčerpají energii svých monočlánků až neuvěřitelně rychle (aby ne, když mají odběr kolem 3/4 A). Vynikajícím řešením se ukázala svítivá dioda (LED) umístěná buď na pásce na čele nebo, v případě obrylených jedinců, z boku na brýlích. Při spotřebě pouhých 20–50 mA osvětlí v nočním lese cestu cca na dva metry a číst se při ní dá zcela pohodlně. Tenký kablík, plochá baterie v kapse, srážecí odpor o velikosti několika desítek Ω a případně vypínač celou konstrukci doplňují. Praktická zkušenost ovšem ukázala, že není vhodné používat červenou svítivou diodu. Rozhodně ne v případě, kdy jsou části nápisů psány červeným fixem – ty jsou pak totiž spolehlivě nečitelné. Nejlepší výsledky dává tzv. „vysokosvítivá“ LED, kterou lze koupit v ceně necelých 20 korun, tedy levněji, než plochou baterii. Techničtější založení jedinci mohou srážecí odpor doplnit malým drátovým potenciometrem zapojeným jako reostat a

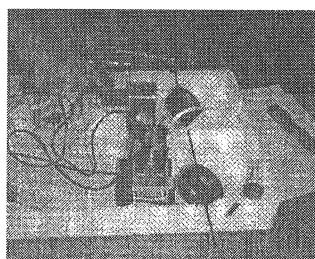
regulovat tak intenzitu svého svitu. Vynalézavosti se ani v lese meze nekla-
dou.

Tolik tedy několik nápadů z letního tábora. Tím základním nápadem je ovšem ne-
chat účastníky (studenty, žáky) dělat co nejvíc věcí samostatně, aktivně, prostě, jak
už bylo řečeno – vlastníma rukama a hlavou.

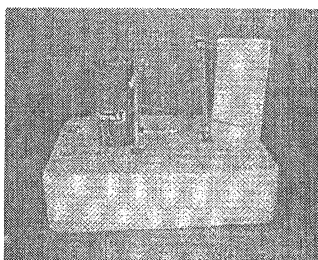
Pokud byste měli chuť poslat své žáky a studenty (už od posledních ročníků ZŠ až
po konec SŠ) na tábor, kde se tohle dělá, rádi uvítáme další zájemce – v příštím roce,
i v těch následujících. Pro přihlášku a další informace stačí napsat na adresu Irena
Koudelková, Súdánská 598, 16000 Praha 6 nebo Leoš Dvořák, KDF MFF UK, Ke
Karlovu 3, 12116 Praha 2, případně elektronickou poštou na adresu
dvorakl@otokar.troja.mff.cuni.cz.



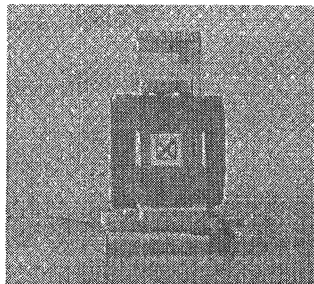
Obr. 1: Měřicí přístroj s otočnou cívkoou



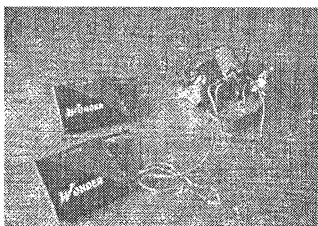
Obr. 2: „Elektrárna“



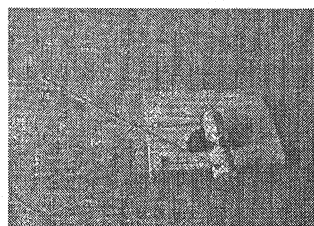
Obr. 3: Měřicí přístroj s pohyblivým magnetem



Obr. 4: Galvanometr



Obr. 5: Motorek



Obr. 6: Ještě jeden měřicí přístroj