

Pár věcí z tábora, tentokrát na téma Co věděli už staří Řekové...a víme to taky?

VĚRA KOUDELKOVÁ¹, ROMAN CACH², ZDENĚK POLÁK³, JAROSLAV REICHL⁴

KDF MFF UK¹, ZŠ Dolní Dobrouč², Jiráskovo gymnázium Náchod³, SPŠST Panská Praha⁴

Príspevek popisuje sedm z 18 projektů, které zpracovali účastníci Soustředění mladých fyziků a matematiků v Kořenově v termínu 21. 7. – 4. 8. 2012. Jedná se o tyto projekty: Heronovy vynálezy, Levitující motor, Pythagorejské ladění, Rádio pro trosečníka, Světelná komunikace, Vlna z kyvadel a Vodní integrátor.

Úvodem

Hlavní součástí odborného programu je vlastní práce účastníků na projektech, během kterých studenti (ve dvou- až tříčlenných skupinkách) pod vedením konzultanta zpracovávají vybrané téma. Výsledky své práce „obhajují“ uprostřed tábora před „komisí“ a na konci tábora prezentují na závěrečné konferenci.

Podrobnosti o dalších částech odborného programu i o mimoodborném programu lze najít jednak na webových stránkách tábora [1] jednak v příspěvcích minulých ročníků Veletrhu nápadů (např. [2]).

Projekty

Odborný program byl v letošním roce zastřešen tématem „Co věděli už staří Řekové“. Otázka v podtitulu se pak ptala, zda to víme taky. Účastníci si z nabídky více než čtyřiceti projektů vybrali následujících 18 (tučně vyznačené projekty jsou podrobněji popsány dále):

- Figurální čísla a dobytek
- Fotogrammetrie
- Fyzika psychiky
- **Heronovy vynálezy**
- Cheopsova pyramida
- Kapesní sluneční hodiny
- **Levitující motor**
- Lineární perspektiva
- Matematické vynálezy
- **Pythagorejské ladění**
- Pythagorovy hračky
- Pyromanské hrátky
- **Rádio pro trosečníka**
- **Světelná komunikace**
- **Vlna z kyvadel**
- **Vodní integrátor**
- Vzorník jednotek
- Zlatý řez

Následující popisy vybraných projektů vycházejí z dokumentace zpracované účastníky. Kompletní dokumentace některých projektů je spolu s fotografiemi dostupná na webových stránkách tábora ([1]).

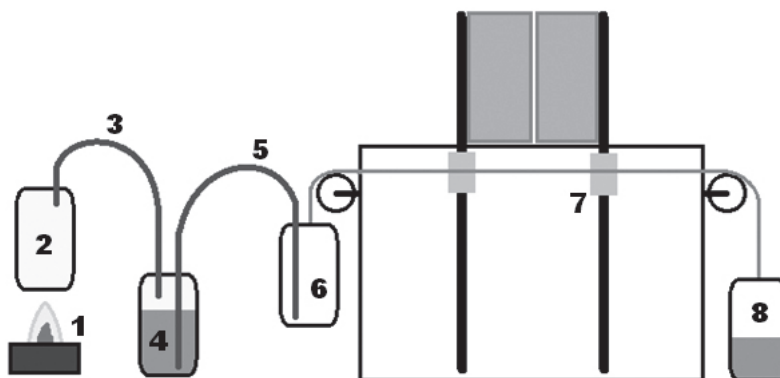
Heronovy vynálezy

Na projektu, který byl inspirován prací helénistického vynálezce Herona Alexandrijského žijícího v prvním století našeho letopočtu, pracovali Kryštof Hes a Adam Tywoniak. Heron je autorem řady vynálezů: automatické divadlo, automatický samostříl, jednoduchá parní turbína a další. Původním cílem autorů projektu bylo postavit více modelů Heronových vynálezů a popsat jejich fyzikální principy. Nakonec se ukázalo, že práce na jednom z nich autory zcela zaměstná, a proto byl cíl přehodnocen: postavit a popsat jeden vybraný vynález slavného vynálezce; a tímto vynálezem bylo automatické otevírání chrámových dveří.

Tento mechanismus fungoval pravděpodobně takto: Před dveřmi chrámu se shromáždil dav věřících. Kněz vykonal zápalnou oběť na oltáři před chrámem a po chvíli se mohutné chrámové dveře otevřely. Věřící byli fascinováni a považovali to za důkaz boží přítomnosti, čehož využívali kněží k výběru více peněz od věřících.

Ve skutečnosti je činnost zařízení založena na teplotní roztažnosti vzduchu – schéma je zobrazeno na obr. 1. Nad kahanem (1) je v uzavřené nádobě (2) ohříván vzduch. S rostoucí teplotou se vzduch rozpíná a je přiváděn hadičkou (3) do nádoby (4). Zde vzniká přetlak, a proto je voda z nádoby vytlačována hadičkou (5) do kelímku (6). Ten je zavěšen na provázku vedeném přes kladky (7) a na opačném konci provázku je zavěšen druhý kelímek (8) se stálým množstvím vody jako protizávaží. Je-li v kelímku (6) dostatek vody, kelímek převáží protizávaží a pohyb provázku se kladkami přenese na otáčivý pohyb os dveří.

Pro opětovné zavření dveří stačí odstavit nádobu (2) od tepelného zdroje a vyčkat, až se nádoba ochladí. Vzduch v soustavě se smrští na svůj původní objem a vlivem vzniklého podtlaku je voda z kelímku (6) přečerpána zpět do nádoby (4). Závaží (8) se začne pohybovat dolů a dveře se vlivem pohybu provázku opět zavřou.

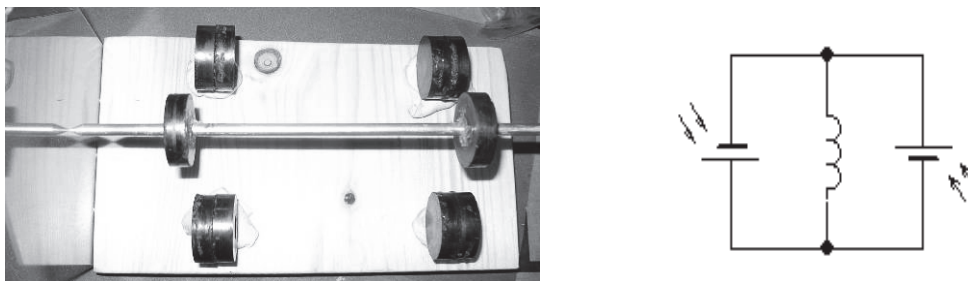


Obr. 1. Schéma činnosti Heronova vynálezu.

Po drobných technických problémech, které se podařilo vyřešit, oba autoři dokončili funkční model.

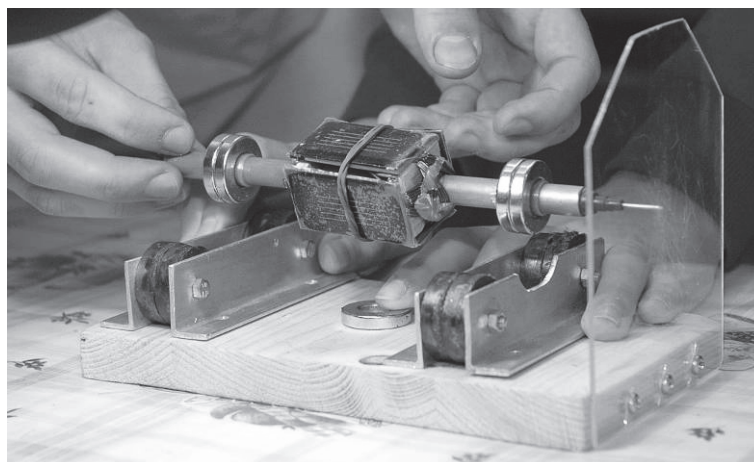
Levitující motor

Cílem projektu bylo sestavit elektromotor poháněný energií ze světla. Konstrukce byla inspirována videem na internetu (viz [3]), ale vlastní návrh vycházel ze zkoumání vlastností magnetů a použitých fotočlánků. Podstatou řešení je rotor, který se vznáší v magnetickém poli pevných magnetů statoru. Řešitelé projektu Adéla Miklíková a Jan Stopka sestavili několik prototypů, než dospěli ke konečnému řešení. První konstrukce vycházely z použití feritů. Rotor z hliníkové tyčky a dvou kulatých feritových magnetů se středovým otvorem se vznáší díky odpudivému působení v poli čtyř válcových feritů. Orientace magnetů rotoru i statoru je severními póly ven. Tím je rotor stabilizován do stran. Aby nemohlo dojít k pohybu podél osy, jsou magnety rotoru posunuty vůči statoru tak, aby vznikla síla ve směru osy, která je kompenzována opěrou (viz obr. 2a).



Obr. 2. a) Provizorní výzkumná konstrukce. b) Schéma zapojení fotočlánků a cívky.

Tato konstrukce už umožňovala hladké dlouhodobé otáčení rotoru setrvačností, díky minimálnímu tření. Bylo však nutno vybavit rotor cívkou a fotočlánky. Velikost silového působení při použití těchto feritů byla na hraně požadovaných parametrů. Proto v konečné fázi byly použity neodymové magnety. Rotor na sobě navíc nese dvě cívky, vzájemně kolmé, každá o cca 100 závitů. Každá cívka je připojena ke dvojici fotočlánků tak, jak je vidět na náčrtku obr. 2b. Fotočlánky mají rozměr 26 mm × 46 mm, při slunečním osvětlení dodávají 0,5 V/100 mA.

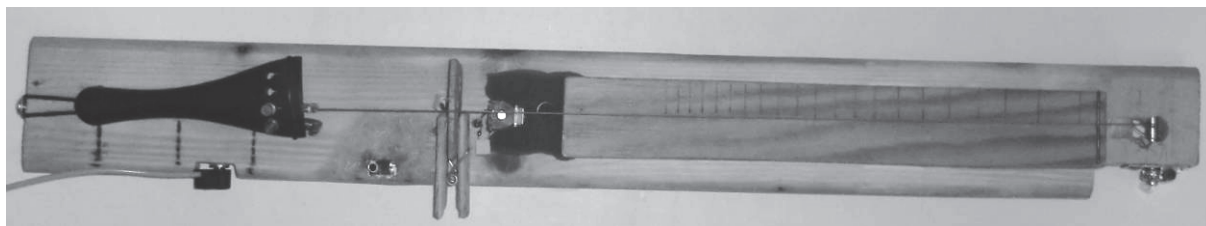


Obr. 3. Konstrukce motoru před dokončením.

Činnost motoru je zachycena na videu na webových stránkách tábora [1].

Pythagorejské ladění

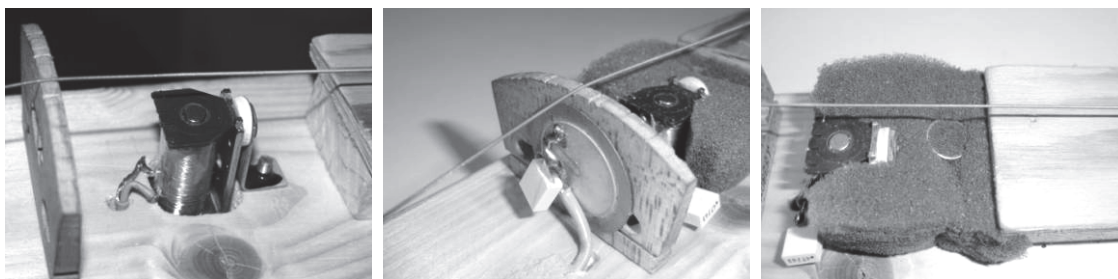
Cílem projektu bylo zkonstruovat jednostrunný hudební nástroj, na kterém by bylo možné ukázat rozdíl mezi standardním komorním laděním a laděním pythagorejským. V průběhu realizace řešitelé (Jan Hadrava, Martin Mirbauer a Jan Sixta) projekt rozšířili o demonstraci použití různých typů snímačů zvuku, které se dnes používají u hudebních nástrojů a návrhem bezdotykového vstupního rozhraní pro PC, kterým lze snímat polohu magnetu ve dvou směrech a teoreticky připojit na libovolný zvukový syntetizér.



Obr. 4. Hotový „hudební nástroj“.

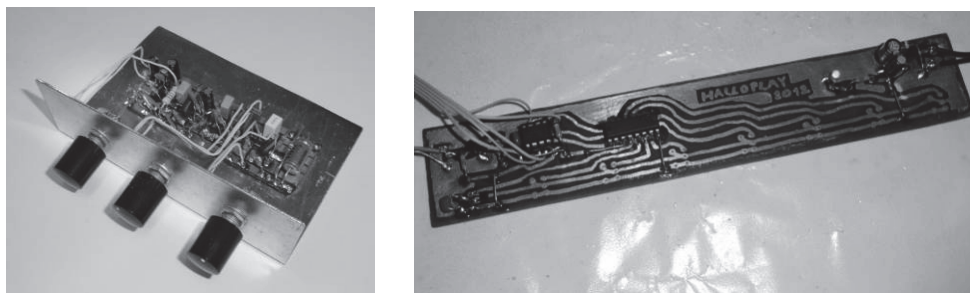
Při konstrukci nástroje byl použit struník, kobylka, struna a ladící mechanika ze starších nástrojů, vše ostatní bylo vyrobeno ručně. Rozměrově má nástroj délku znějící struny 328 mm, což odpovídá velikostně celým houslím. Zvuk je tvořen standardně smyčcem.

Zvuk „houslí“ je snímán třemi druhy snímačů: a) elektromagnetickým, b) piezoelektrickým, c) klasickým mikrofonem. Jednotlivé snímače je možno přepínat vestavěným přepínačem.



Obr. 5. a) elektromagnetický snímač, b) piezoelektrický snímač, c) klasický mikrofon.

K úpravě zvuku z jednotlivých snímačů byla vyrobena kopie kytarového efektu „Electro Harmonix Big Muff PI“. Efektové zařízení má tři ovládací prvky, kterými lze řídit hlasitost, barvu zvuku a zisk celého efektu. Výstup efektu je připojen na vstup libovolného NF zesilovače, výsledný zvuk lze poslouchat v připojených reproduktorech.



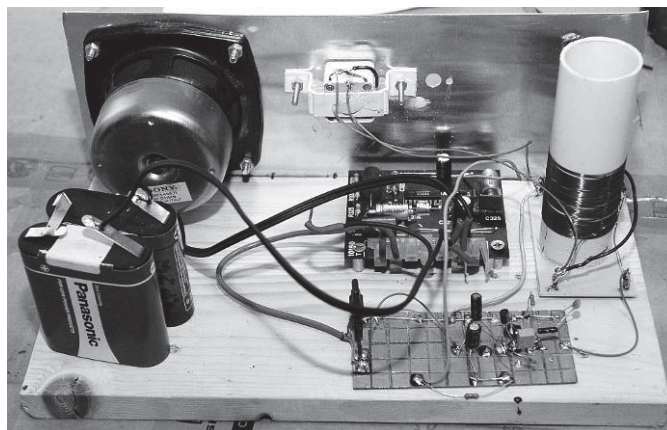
Obr. 6. Efektové zařízení Big Muff PI a bezdotikový syntetizér.

Bezdotykový syntetizér čte polohu magnetu pomocí osmi Hallových sond. Analogový signál je zpracovávám mikročipem AtTiny 13 a přes sériovou linku odesílán do PC. Kvůli problémům s logickým analyzátozem však nebylo možné s dostupným vybavením doladit komunikaci s PC.

Každý ze snímačů poskytuje rozdílný zvuk. Nejvěrnější podání zvuku poskytuje piezoelektrický snímač, nejhorší potom mikrofón. Pokusy se podařilo zjistit, že z průběhu zaznamenaného signálu ze snímačů je možné určit směr tažení smyčce.

Rádio pro trosečníka

Cílem bylo sestrojít fungující radiopřijímač pro příjem středních a dlouhých vln. Použité součástky a díly byly převážně vlastnoručně vyrobené nebo získané z elektroodpadu. Aby se všichni řešitelé (Vít a Boček, Dan Platil, Tomáš Pivoňka) mohli co nejintenzivněji podílet na konstrukci, vyráběl každý svůj přijímač a vzájemně si vypomáhali při vytváření jednotlivých dílů. Aby konstrukce byla co nejjednodušší, byl zvolen přijímač s přímým zesílením bez zpětné vazby. Byla natažena drátová anténa o délce cca 25 m ve výšce 5 až 8 m nad zemí. Uzemnění tvořila železná tyč zatlučená do země. Signál z antény je přiveden na laděný LC obvod a po detekci germaniovou hrotovou diodou na předzesilovač. Pro hlasitý poslech je použit blok zesilovače z vyřazeného televizoru a reproduktor. Napájení 9 V bylo zajištěno dvěma plochými bateriemi. Pro snadný přístup k jednotlivým prvkům při montáži byla zvolena dřevěná základní deska s hliníkovým čelním panelem. Celková koncepce a rozložení jednotlivých prvků je na obr. 7.



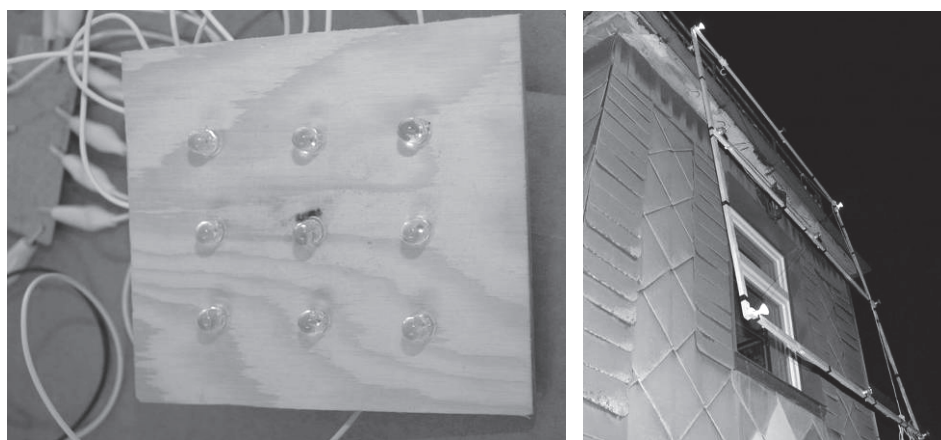
Obr. 7. Jeden z přijímačů.

Konstrukce jednotlivých přijímačů se mírně lišily jak uspořádáním prvků, tak i zapojením. Všechny přijímače byly schopny na středních vlnách hlasitého přednesu programu českého rozhlasu a jeden navíc i stanic v rozsahu dlouhých vln.

Světelná komunikace

Cílem projektu bylo vytvoření komunikační světelné brány, v níž je maticově zasazeno 9 světel a která umožňuje vysílání viditelné na vzdálenost několika kilometrů.

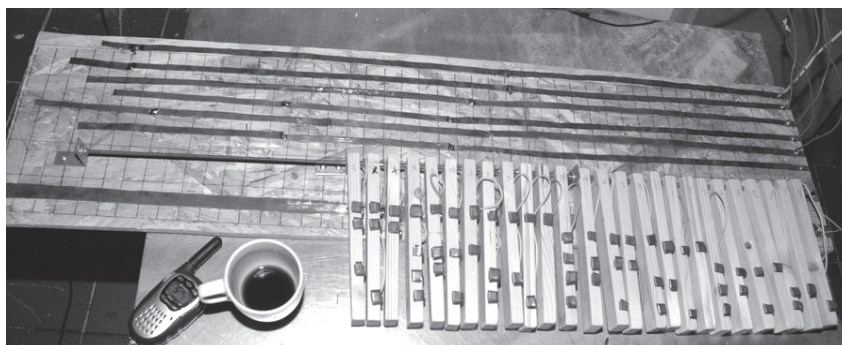
Řešitelé (Jakub Šlosárek, Michael Tvrđík, Martina Valešová) nejprve postavili prototyp o velikosti cca 10×10 cm, kde jako světla slouží LED. Výslednou konstrukcí je však čtverec o straně 2,5 m, kde jako zdroje světla slouží xenonové žárovky o svítivosti 250 cd. Oba modely jsou vidět na obr. 8.



Obr. 8. Přípravný prototyp a výsledný model světelné brány (během vysílání).

Ke kódování jednotlivých znaků sloužila vlastní kódovací tabulka založená na binárním kódování – každému znaku je přiřazen kód ze šesti bitů (zbývající tři světla umístěná v rozích brány určují rám celé brány).

Pro pohodlné vysílání postavili řešitelé „klávesnici“ – každému z devíti světel je přiřazen jeden z devíti měděných pásků. Klávesy mají na sobě umístěny měděné plíšky tak, aby se při sepnutí příslušné klávesy sepnul kontakt na páscích odpovídající danému písmenu. Finální konstrukce klávesnice je vidět na obr. 9, video z vysílání je k dispozici na webových stránkách tábora [1].



Obr. 9. Klávesnice ovládající světelnou bránu během vysílání.

Vlna z kyvadel

Inspirací k projektu bylo video na adrese [4]. Cílem řešitelů, Pavla Duška a Milana Němého, tak bylo teoreticky určit potřebné délky jednotlivých kyvadel a celou vlnu postavit. Celá aparatura je vidět na obrázku 10 – matky jsou pověšené na bifilárním závěsu z rybářského vlasce a pomocí kancelářských klipsů upevněny na dřevěnou konstrukci. Jednotlivé matky jsou kvůli natáčení pohybu ve tmě a pod UV světlem opatřeny fluorescenčními nálepkami.



Obr. 10. Aparatura projektu „Vlna z kyvadel“.

Projekt byl posléze rozšířen jednak o tvorbu modelu vlny, jednak o experimenty s vázanými kyvadly. Řešitelé tak sestavili i aparaturu, na které mohli pozorovat chování 2-5 vázaných kyvadel.

Videa z projektu jsou k dispozici na webových stránkách tábora [1].

Vodní integrátor

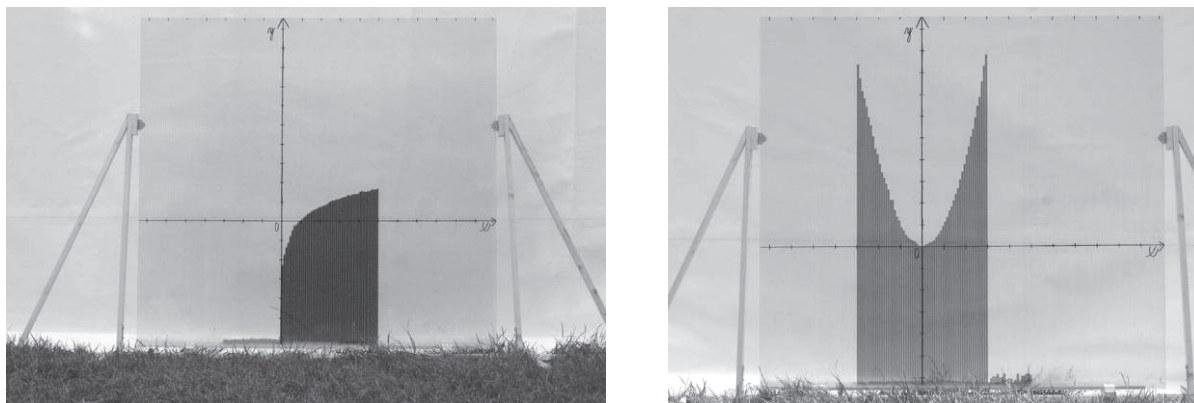
Projekt Petry Kaštánkové a Veroniky Valešové měl za cíl postavit mechanické zařízení, které bude sloužit k názornému výpočtu Riemannova integrálu.

Myšlenkou bylo na makrolonovou desku (deska s úzkými dutými sloupečky) nakreslit integrovanou funkci, poté do každého sloupečku nalít určité množství vody a opsat tak předpis nakreslené funkce – „nalít plochu pod křivkou“ a sestavit kalibrační tabulku, díky které půjde přepočítat nalitý objem na plochu.

Konstrukce

Spodní hrana desky byla po několika pokusech ucpána klempířským tmelem. Do sloupečků byla pomocí injekční stříkačky nalívána obarvená voda s jarem kvůli snížení povrchového napětí. Pro vysátí „přetažených sloupečků“ sloužila injekční stříkačka s hadičkou.

K upevnění celé desky sloužil dřevěný rám.



Obr. 11. Výsledná podoba desky s vylitou funkcí $\ln x$ a x^2 .

Funkce

Řešitelky nejdříve kalibrovaly nulou – zjistily, jaký objem vody je pod osou x . Objem jednoho sloupečku pod osou x je 107 ml, celá deska o šířce 105 cm má pod nulou objem přes 1800 ml. Poté řešitelky postupně nalily lineární funkci, kvadratickou funkci, exponenciální funkci, přirozený logaritmus, sinus a Gaussovu křivku. U většiny funkcí chyba „výpočtu“ nepřekročila 10 %.

Příští tábor

Příští tábor bude v Nekoři v Orlických horách v termínu 13. – 27. 7. 2013. Pokud máte studenty, které by mohl náš tábor zaujmout, prosím, řekněte jim o něm. Můžete nás také kontaktovat na adrese mfsoustredko@kdf.mff.cuni.cz.

Literatura

- [1] Soustředění mladých fyziků a matematiků [online]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/tabor> [cit. 16. 8. 2012].
- [2] Žilavý, P., Koudelková, V.: Pár věcí (nejen) z tábora 9. In: Veletrh nápadů učitelů fyziky XI, sborník konference, Olomouc, 2006
- [3] Mendocino motor a mendocino vozítko. [online]. Dostupné z: <http://hawelson.blog.cz/0911/mendocino-motor-a-mendocino-vozik> [26. 8. 2012]
- [4] Amazing pendulum wave [online]. Dostupné z: http://www.youtube.com/watch?v=7_AiV12XBbI [23.7.2012]