OBSAH

Verze ZŠ obsahuje strany 1–60; verze SŠ strany 1–32 a 61–88

číslo

4

VII.

ročník

2002

ŠKOLSKÁ FYZIKA

Ročník VII. 2001–2002

Praktický časopis pro výuku fyziky a práci s talentovanými žáky na základních a středních školách

Vydává: Katedra obecné fyziky Pedagogické fakulty Západočeské univerzity v Plzni ve spolupráci s ústředním výborem FO, katedrou obecné fyziky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně, katedrou didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze, katedrou fyziky Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, dalšími fakultami připravujícími učitele fyziky a Českou nukleární společností pod patronací Jednoty českých matematiků a fyziků

Adresa redakce: Školská fyzika, KOF PeF ZČU, Klatovská 51, 313 00 Plzeň,
☎ 377 636 303 nebo 377 636 441

Vychází: čtyřikrát ročně ve verzi pro ZŠ, verzi pro SŠ a společné verzi pro ZŠ+SŠ

Předplatné:		
	verze ZŠ	200 Kč ročně (4 čísla po 50,00 Kč)
	verze SŠ	200 Kč ročně (4 čísla po 50,00 Kč)
	verze ZŠ+SŠ	250 Kč ročně (4 čísla po 62,50 Kč)
	studentská sleva verze ZŠ+SŠ	150 Kč ročně (4 čísla po 37,50 Kč)

Objednávky přijímá: Jitka Štychová, katedra obecné fyziky FPE ZČU, Klatovská 51, 313 00 Plzeň

URL (Internet): http://www.pef.zcu.cz/pef/kof/sk_fy/

ISSN 1211-1511

Toto číslo bylo odesláno k tisku 24. 2. 2003.

Vážení čtenáři,

tímto číslem končí sedmý ročník časopisu Školská fyzika. Časopis dostal v tomto období novou, hezčí obálku a až na toto poslední číslo se nám dařilo časopis rozesílat ve víceméně pravidelných intervalech. Velká (mimořádná) prodleva od předchozího čísla je v tomto případě dána naléhavými studijními povinnostmi výkonného redaktora.

V rámci běžného předplatného na čtyři čísla jste dostali čísel pět, z toho dvě výjimečná. Třetím číslem jsme se rozhodli vyplnit citelnou mezeru v moderních publikacích **o elementárních částicích** vydáním rozsáhlého článku prof. RNDr. Jiřího Hořejšího, DrSc., ředitele Ústavu částicové a jaderné fyziky MFF UK v Praze. Za exkluzivní článek, který pan profesor ochotně redakci Školské fyziky poskytl, i za zajímavý doplněk – překlad zamyšlení o výuce fyziky prof. Aronse z washingtonské univerzity – děkujeme autorům i doc. Lacinovi z brněnské Masarykovy univerzity. Pátým číslem bylo číslo mimořádné, tentokrát zaměřené na **netradiční zdroje energie**. Toto číslo vzniklo na základě bulletinu Jihomoravské energetiky, a. s. a lze zde najít řadu přesvědčivých argumentů k polemice o možnostech využití nejrůznějších zdrojů energie. Rovněž autoru Ing. Miroslavu Kubínovi, DrSc., stejně jako redakci zmíněného bulletinu za ochotu děkujeme. I v budoucnu se budeme snažit Vám poskytovat souhrnné zajímavé informace z jednotlivých oblastí fyziky mimořádnou formou.

První takovou publikací je kniha **Optické jevy v atmosféře** Mgr. Jana Hosnedla, kterou připravila redakce Školské fyziky a vydala Západočeská univerzita v Plzni ve spolupráci s ČEZ, a. s. Tato publikace má 108 stran formátu A4, je vytištěna na křídovém papíře a obsahuje 111 barevných fotografií a obrázků. Popisuje a zobrazuje známé i méně známé atmosférické optické jevy, například zploštění oblohy, refrakci, změnu tvaru slunečního a měsíčního kotouče, zelený paprsek, fatu morgánu, rozptyl světla v atmosféře, hlavní a vedlejší duhu, korónu, glórii, perleťová oblaka, halové jevy, vedlejší slunce, soumrakové jevy. V praktické části publikace pak autor čtenářům předkládá řadu zajímavých řešených příkladů a jednoduchých experimentů, kterými je možné jednotlivé jevy demonstrovat i ve školních podmínkách.

Režijní poplatek za tuto publikaci je 145 Kč. Předplatitelům Školské fyziky nabízíme mimořádnou slevu 60 Kč na jednoho předplatitele a publikaci, takže můžete knihu získat za cenu 85 Kč. Nárok na slevu uplatníte tak, že redakci pošlete kupon vložený v tomto čísle, případně svůj zájem oznámíte mailem na adresu randa@iris.pef.zcu.cz. Zájemcům bude částka 85 Kč připočtena k ceně předplatného za 8. ročník.

V Plzni 18. 2. 2002

redakce
časopisu Školská fyzika

Erratum: V minulém čísle Školské fyziky (3/2001) unikly pozornosti následující chybičky: na straně 4 mělo být srovnání poloměru Země a vzdálenosti Země od **Slunce** (nikoli Měsíce od Země). Autor článku se čtenářům za nedopatření omlouvá. Na straně 15 se v obr. 1 místo symbolu ½ a písmene **ů** na vodorovné ose grafu objevil chybný (o to však větší) znak; v grafu je rovněž chybný symbol S^- místo správného Σ^-. Redakce děkuje autoru článku za upozornění, připojuje se k omluvě za první nedopatření a omlouvá se autoru i čtenářům za chyby v obr. 1.

Největší úspěchy fyziky v roce 2001

podle Internetu[*] připravil Václav Havel[**], Pedagogická fakulta ZČU v Plzni[***]

Rok 2001 byl pro fyziku rokem bohatým na události. Nové poznatky a úspěchy fyziky sahají od prvních zlomků sekundy našeho vesmíru po zbrusu nové látky s jedinečnými vlastnostmi. PhysicsWeb, internetový fyzikální časopis, vybral z informací roku 2001 desítku nejvýznamnějších objevů a připojil také neúspěchy fyziky roku 2001.

1. Borid hořečnatý nastupuje

Jun Akimitsu se svými spolupracovníky z univerzity Aoyama-Gakuin v Tokiu zjistil v únoru roku 2001 překvapivý poznatek, že i poměrně jednoduchá sloučenina borid hořečnatý ($MgBr_2$) se stává supravodivou již při 38 K.

Existují sice keramické supravodiče s podstatně vyššími teplotami přechodu, avšak pro kovový supravodič představuje tento objev nový rekord. Zřejmě vědci tuto kombinaci prvků přehlédli, když v padesátých letech systematicky pátrali po supravodičích mezi přechodovými kovy. Od zveřejnění objevu se četné výzkumné skupiny snaží vysvětlit mechanismus vzniku supravodivosti u boridu hořečnatého a hledají jeho možné užití.

2. Nový pohled s užitím ultrakrátkého laserového paprsku

Dříve bylo nemyslitelné sledovat velmi rychlé procesy chemických reakcí. Přesto nová laserová technika poskytuje světelné záblesky trvající několik femtosekund, které mohou „osvítit" i rychle se pohybující atomy a molekuly – zcela podobně jeho dobrá zrcadlová kamera dokáže díky krátkým expozicím „zastavit" auto formule 1. I femtosekundy (10^{-15} s) jsou však pro mnohé procesy příliš dlouhé. Nyní se však podařilo Michaelu Hantschelovi z Technické univerzity ve Vídni a jeho kolegům vytvořit záblesky trvající několik stovek attosekund (10^{-18} s). Tím se podařilo poprvé pozorovat krajně rychlé elektronové procesy – ionizaci kryptonových atomů.

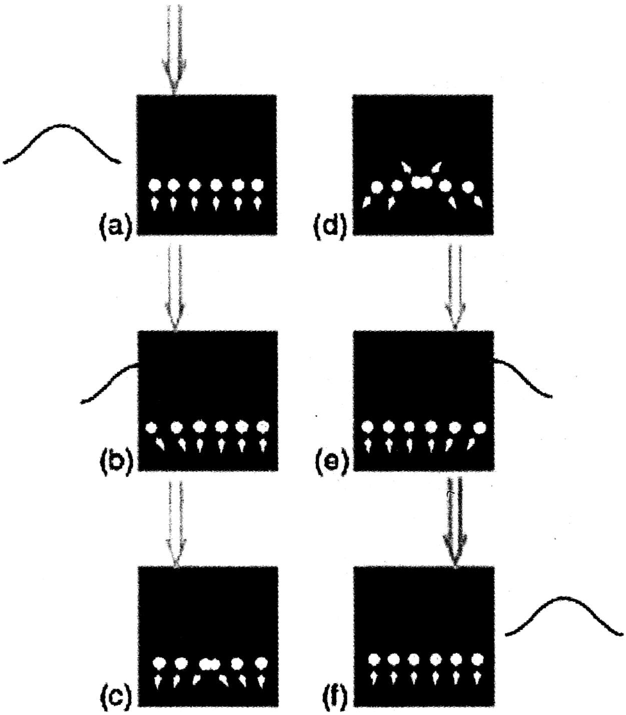
Dále fyzikové v roce 2001 dokázali, že oscilace viditelného světla ve femtosekundovém pulsu se dají užít jako „kyvadlo" optických hodin, které jsou sedmkrát přesnější než kterékoliv atomové hodiny.

3. Světlo se zastavilo

Dalším objevem z počátku roku 2001 byl objev Leneho Vestergaarda Hana a jeho spolupracovníků z Harvardské univerzity. Fyzikům se podařilo přibrzdit světelný paprsek, zastavit ho na několik milisekund a pak opět uvolnit. K připomenutí: světlo se šíří ve vakuu rychlostí kolem 300 000 $km \cdot s^{-1}$ – nic není rychlejšího. V látce je sice rychlost šíření světla poněkud menší, avšak úplně světlo zastavit si vyžádalo náročné uspořádání a složitou aparaturu.

Badatelé provedli mistrovský kousek, když světelný paprsek zavedli do oblaku ultrachladných atomů, který pak bleskově převedli z transparentního stavu do neprůhledného (viz obr. 1 na následující straně). Tak se zkrátil světelný puls s původní délkou asi kilometr na několik desetin milimetru uvnitř oblaku. Již před dvěma roky se vědcům podařilo podobnou technikou zpomalit světlo na 17 $m \cdot s^{-1}$.

[*] http://www.physicsweb.org/article/news/5/12/11; http://www.wissenschaft-online.de/abo/ticker/585011
[**] havelv@kof.zcu.cz
[***] titulky k obrázkům přeložil Miroslav Randa



Obr. 1

Světelný puls se přenáší do koherentního atomového stavu:

a) Světelný puls zasáhne mračno atomů, které by normálně světlo pohlcovaly. Jiný laser ale způsobuje jeho průhlednost.

b) Světelná vlna proniká do mračna atomů, je zde silně zabržděna a stlačena. Současně stimuluje vlna překlopení spinů atomů; signál společně se stimulací spinů tvoří polariton.

c) Na základě silné komprese zaniká konec vlny dříve, než začátek může opět mrak atomů opustit. V tomto okamžiku se snižuje intenzita řídící paprsku. Tím se polariton pohybuje pomaleji a dochází k většímu otáčení spinů.

d) Řídící paprsek je odpojen. Světelné vlnění zmizelo, jeho informace je celá uložená ve spinové vlně.

e) Proces je reverzibilní. Po zapojení řídícího paprsku ...

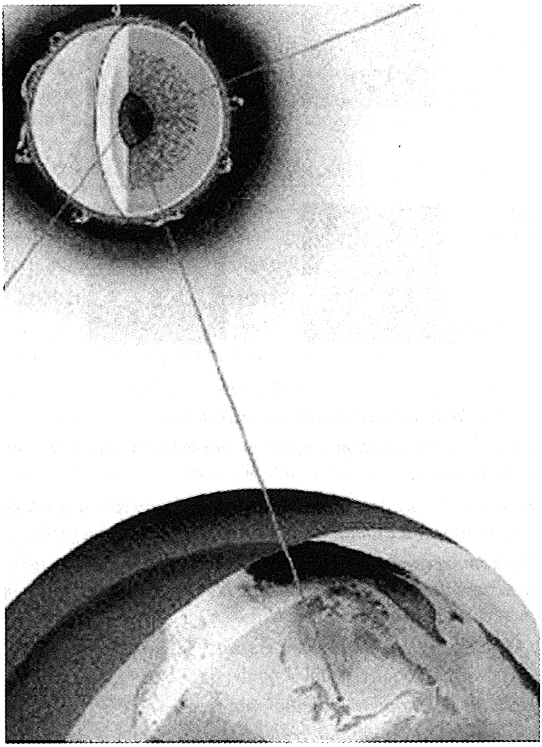
f) ... opouští světelný puls mračno atomů a získává svou původní rychlost.

4. O VZNIKU VESMÍRU

V dubnu roku 2001 poskytly výsledky tří nezávislých kosmologických experimentů silné argumenty pro model, který popisuje počátky vzniku našeho vesmíru. Podle tohoto modelu prožil vesmír ve stáří 300 000 let periodu rychlé expanze. Zatímco horké plazma ochladlo a vznikly první prvky, uvolnil se intenzivní tok fotonů. S pokračujícím časem a expanzí se vlnová délka těchto fotonů posunula až do mikrovlnné oblasti. Toto mikrovlnné záření (reliktní záření) se dá ještě dnes prokázat. Jeho fluktuace zřetelně ukazuje na rozdělení hmoty v raném vesmíru. Experimenty „BOOMERanG“, „DASI“ a „Maxima“ poměřují kosmické mikrovlnné záření s dosud nedosažitelnou přesností a potvrzují tím tzv. inflační model. Ještě precizněji se měření větší části oblohy provede sondou MAP (Microwave Anisotropy Probe) vypuštěnou NASA v červnu 2001.

5. Velký třesk před 14 miliardami let. Částicová záhada odhalena

Astronomové v uplynulém roce vysvětlili také další problém. Již řadu let je překvapovalo, kde mizí neutrina vznikající na Slunci, neboť na Zemi jich dopadá jen zlomek z teoreticky očekávaného počtu. Zřejmě se na své cestě od Slunce přeměňují tak, že mění vůni, a tím se stávají neviditelnými pro detektory na Zemi (viz obr. 2).



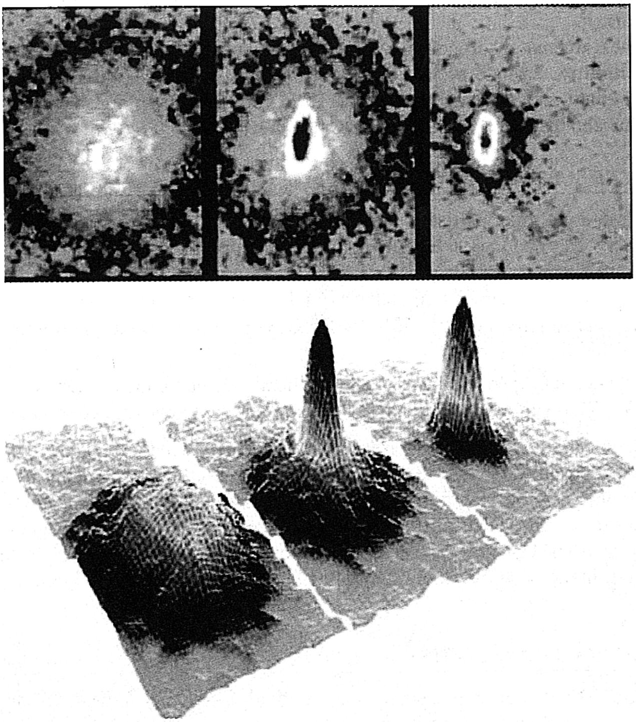
Obr. 2

Každou sekundu vysílá jádro Slunce více než $2 \cdot 10^{24}$ neutrin do celého vesmíru – miliardy neutrin pronikají ve stejné době naši Zemi. Jen nepatrnou část se podaří zachytit v obřích vodních nádržích pod zemským povrchem.

© The Sudbury Neutrino Observatory

Odhalilo se i další tajemství, totiž otázka, proč je dostupná část vesmíru tvořena hmotou a ne antihmotou. Fyzikové našli první náznaky narušení CP-symetrie (charge, parity: náboj, parita) pro B-mezony. Narušení P-symetrie znamená, že se při prostorovém zrcadlení systém nechová symetricky. Lapidárně řečeno je příroda slabě levoruká. Narušená C-symetrie znamená, že se částice a antičástice nechovají k sobě zrcadlově. Vědci se domnívají, že narušení CP-symetrie vysvětluje nerovnováhu mezi hmotou a antihmotou v současném vesmíru.

6. Nobelova cena za kvantovou kondenzaci



Obr. 3

Série obrázků ukazuje postupné vystupování Boseho-Einsteinova kondenzátu v rubidiu. Zleva doprava je patrné rozložení atomů v mračnu v časové posloupnosti, od počátku kondenzace až po stav, kdy jsou veškeré atomy kondenzovány. Výše maxim odpovídá velkému počtu atomů. Silueta expandujícího mračna atomů se dá rozpoznat již 6 milisekund po vypnutí omezujícího pole atomové pasti.

Kvantová kondenzace byla předpovězena již ve 20. letech. Přesto teprve v letech devadesátých se podařilo Eriku Cornellovi, Wolfgangu Ketterlemu a Carlu Wiemanovi poprvé získat Boseho-Einsteinův kondenzát. K tomu museli zchladit oblak atomů důmyslným postupem na zlomek kelvinu. Za tento výkon byli tito tři fyzikové vyznamenáni v loňském roce Nobelovou cenou. Od objevu této formy hmoty, v níž se všechny atomy nacházejí v základním stavu a do jisté míry tvoří jakýsi superatom, výzkum rychle pokročil. Tak mohli výzkumníci v letošním roce poprvé připravit kondenzát z helia a draslíku. Fyzikové se domnívají, že kondenzáty se stanou srdcem nových technologií, které povedou od atomových spínacích obvodů ke kvantovým počítačům.

7. PROMĚNLIVÉ PŘÍRODNÍ KONSTANTY

Nyní se zdá již jisté, že konstanta jemné struktury, která určuje sílu interakce mezi nabitými částicemi a elektromagnetickým polem, se v průběhu milionů let mění. John Webb z Univerzity Nového Jižního Walesu v Austrálii spolu s kolegy zkoumají spektra z kvasarů – jasných jader galaxií.

Rozdíly mezi dvěma absorpčními čárami v těchto spektrech umožňují učinit závěr o velikosti této konstanty. Protože pohled do hlubin vesmíru je zároveň pohledem do minulosti, mohou vědci zjistit změny u různých prvků. Pravděpodobnost, že konstanta jemné struktury zůstala od Velkého třesku zachována, je jen 0,001 %.

8. ORGANICKÉ SUPRAVODIČE A MAGNETY

Ačkoliv vodivé polymery existují již dlouho, teprve v roce 2001 se podařilo vědcům připravit polymery supravodivé a magnetické. Přitom supravodivé polymery představují pro vědce z Bellových laboratoří jen poslední člen z řady nových organických sloučenin. Například poly(3-hexylthiofen) ztrácí svůj elektrický odpor pod teplotou 2,53 K.

Kritická teplota fullerenu (C_{60}) může být zvýšena na 117 K, pokud je fulleren dotován jinými atomy.

Konečně francouzští vědci objevili, že také nositelka dědičnosti – DNA – přechází při teplotách pod 1 K do supravodivého stavu. Proč se DNA takto chová, není dodnes vysvětleno.

Fyzici z Univerzity v Nebrasce naproti tomu vytvořili polymer, který může vykazovat jak feromagnetické, tak antiferomagnetické uspořádání. Má jednotlivé segmenty uspořádány tak, že se střídají silné a slabé magnetické momenty. Materiál je sice asi dvacetkrát magneticky slabší než železo, avšak asi stokrát více magnetický než první uhlíkový magnet, který vědci v minulém roce rovněž připravili. Taťána Makarovová z Ioffeho fyzikálně technologického institutu v Petrohradě objevila spolu se svými spolupracovníky, že polymer z fullerenu je magnetický.

9. NANOTRUBICE JAKO ELEKTRONICKÉ PRVKY

Pomalu, ale jistě ztrácejí nanotrubice status fyzikální kuriozity a získávají na technickém významu. Závity namotané z grafitových rovin vykazují totiž pozoruhodné elektronické vlastnosti. Chovají se podle volby jako normální vodiče, polovodiče nebo dokonce jako supravodiče. Tak mohl Vincent Deryche se svými kolegy na Watsonově výzkumném centru v Yorktownu Heights připravit elektronický spínací prvek a dokonce základní logické hradlo.

10. FYZIKOVÉ SE DÍVAJÍ ZA HUMNA

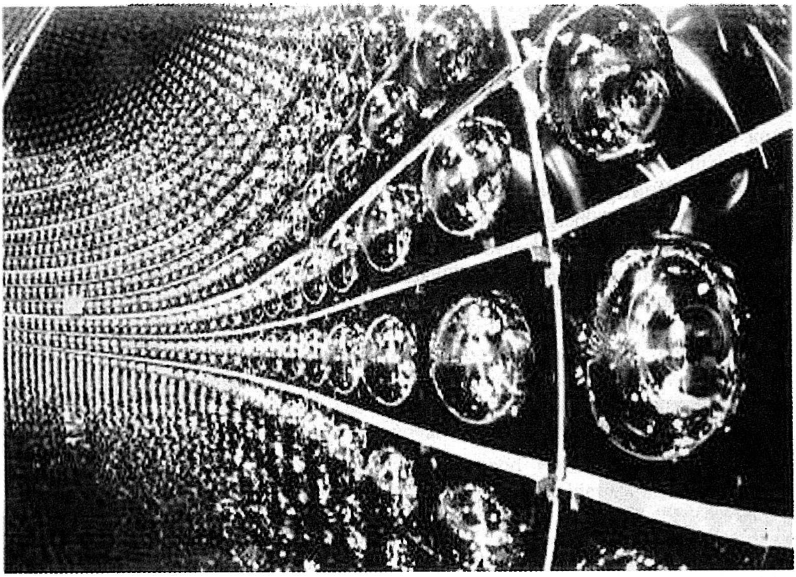
Fyzikové své metody neuplatňují již jen v ryze fyzikálních oborech, ale stále více také v hraničních oblastech. To ukazují také publikace vydané v roce 2001 v oborech, které nebývají obvykle připisovány fyzice. Fyzikové zkoumají v minulosti jim cizí oblasti – od techniky přes biologii po medicínu. Přitom zkoumají např. let čmeláka, porovnávají proces učení s modely magnetismu a odkrývají společné rysy finančního trhu a procesu hoření.

11. NEÚSPĚCHY

Jako v každém roce museli fyzikové i v roce 2001 zažít mnohá zklamání a neúspěchy. Tak např. musel z periodické soustavy prvků opět zmizet prvek s atomovým číslem 118, jehož objev oslavili vědci v roce 1999. Vědcům z Lawrencovy laboratoře v Berkeley se nepodařilo tento výsledek zopakovat, a proto stáhli svoji práci zpět.

Proměnlivý rok zažilo i evropské největší výzkumné zařízení CERN. Cena pro magnety urychlovače LHC (Large Hadron Collider) byla podhodnocena a konečný účet byl o 20 % vyšší, než se očekávalo, a dohromady činil 3,7 miliardy švýcarských franků. To udělalo neočekávanou díru do rozpočtu.

K tomu je třeba připsat nehodu japonského Super-Kamiokande, kde explodovala většina z 11 000 fotonásobičů. Vzhledem k ceně 3 000 amerických dolarů za kus, činila celková škoda kolem 30 milionů. V roce 1998 prokázali vědci na tomto zařízení, že neutrino má nenulovou klidovou hmotnost.



Obr. 4

Fotonásobiče v japonském Super-Kamiokande, z nichž bylo téměř 11 000 trubic najednou zničeno lavinovou reakcí.

© ICRR (Institute for Cosmic Ray Research), The University of Tokyo

Boseho–Einsteinova kondenzace: Nobelova cena za fyziku 2001

Jitka Prokšová, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň*

Švédská královská akademie věd udělila Nobelovu cenu za fyziku v roce 2001 za dosažení **Boseho–Einsteinovy kondenzace** ve zředěných plynech alkalických atomů a za základní studium vlastností tohoto kondenzátu. Obdrželi ji:

Eric A. Cornell

- *1961 v Palo Alto v Kalifornii,
- USA
- titul PhD získal v roce 1990 na MIT, Cambridge ve státě Massachusetts, USA
- nyní vědeckým pracovníkem na NIST a profesorem na JILA, Boulder ve státě Colorado, USA

Wolfgang Ketterle

- *1957 v Heidelbergu, SRN
- titul PhD získal v roce 1986 na LMU v Mnichově
- nyní profesorem fyziky na MIT, Cambridge ve státě Massachusetts, USA

Carl E. Wieman

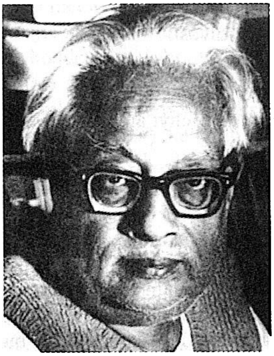
- *1951 v Corvallis v Oregonu,
- USA
- nyní profesorem fyziky na JILA, University of Colorado, Boulder ve státě Colorado, USA

Skupině fyziků z Colorada vedené C. E. Wiemanem a E. A. Cornellem přísluší prvenství při vytváření nového stavu hmoty, tzv. Boseho–Einsteinova kondenzátu. Ketterleho skupina publikovala výsledky studií tohoto kondenzátu sice o několik měsíců později, nicméně obě

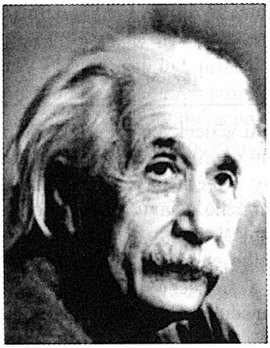
* proksovj@kof.zcu.cz

dvě pracoviště významně přispěla k základním studiím vlastností a možných aplikací této nové formy látky.

1. Historické pozadí



Satyendra Nath Bose



Albert Einstein

První desetiletí dvacátého století byla poznamenána bouřlivým rozvojem základních myšlenek kvantové mechaniky. V roce 1924 poslal indický fyzik **S. Bose** (1894–1974) **A. Einsteinovi** (1879–1955) dopis, ve kterém popisoval odvození Planckova rozdělovacího zákona pouze na základě statistických úvah. Einsteinovi připadl tento postup natolik důležitý, že ho přeložil do němčiny a zanedlouho příspěvek otiskl německý časopis pro fyziku. Einstein se pak začal sám věnovat práci související s touto problematikou a brzy publikoval dva články, ve kterých podával úplný pohled na kvantovou podstatu částic s celočíselným spinem, označovaných později jako **bosony**. Statistické rozdělení identických bosonů, kterých může být ve stejném stavu libovolně mnoho, proto nese ve svém názvu jména obou těchto významných fyziků, jedná se o **Boseho–Einsteinovu statistiku**.

Einstein ve svých dalších publikacích o této problematice uvedl i možnost fázového přechodu bosonů do nového stavu, který je dnes označován jako **Boseho–Einsteinova kondenzace (BEC)**. K ní může dojít jen za extrémně nízkých teplot, kdy částice systému kondenzují do stavu s nejnižší energií. Po dlouhou dobu nebyl známý žádný systém, který by BEC vykazoval. Až v roce 1938 F. London odhadl, že supratekuté chování, experimentálně zjištěné při teplotě 2,17 K u He^4, je možné vysvětlit pomocí modelu BEC. Další souvislosti se objevily v roce 1957 při teoretickém rozboru jevu supravodivosti, kdy Bardeen, Cooper a Schrieffer[1] objasnili spárování elektronů a jejich následné změny v chování analogií s bosonovými částicemi. A neméně závažným experimentem, který je možné považovat za specifický druh BEC, byl v roce 1972 pozorovaný fázový přechod He^3 do supratekutého stavu – Nobelovou cenou byli za tento objev oceněni američtí fyzici Richardson, Lee a Osheroff v roce 1996.

2. Cesta k nejnižším teplotám

Vzhledem k tomu, že tři z Nobelových cen za fyziku byly za posledních deset let uděleny právě za práce z oblasti velmi nízkých teplot, bylo vývoji metod chlazení (včetně nejnovějších – optických a magnetických pastí) věnováno hodně prostoru i ve Školské fyzice[2]. Zmiňme se proto jen v krátkosti o nejdůležitějších meznících v historii získávání nízkých teplot [1]:

1908: H. Kamerlingh-Onnes – zkapalnění hélia
1911: H. Kamerlingh-Onnes – objev supravodivosti rtuti

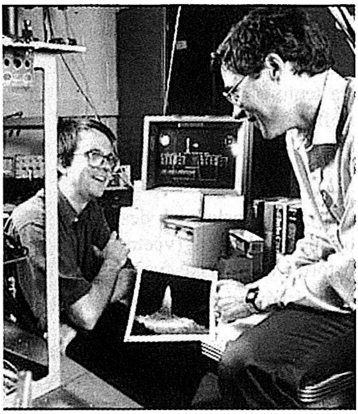
[1] Všichni tři vědci získali za teoretické objasnění jevu supravodivosti v roce 1972 Nobelovu cenu.
[2] Jedná se o články o Nobelově ceně za fyziku roku 1996 a 1997, které byly otisknuty v číslech 2 a 3 ve IV. ročníku.

1927: P. Debye a W. F. Giauque – adiabatická demagnetizace
1934: P. Kapica – konstrukce zkapalňovače hélia s detandérem
1950: I. J. Pomerančuk – chlazení adiabatickou kompresí He^3
1957: J. Bardeen, L. N. Cooper aj. R. Schrieffer – formulace mikroskopické teorie supravodivosti
1962: B. D. Josephson – teoretická předpověď jevů slabé supravodivosti
1972: D. D. Osheroff, D. M. Lee, R. C. Richardson – objev supratekutosti v He^3
1975: T. W. Hänsch, A. L. Schawlow – návrh dopplerovského chlazení atomů
1984: S. Chu, W. D. Phillips – realizace dopplerovského chlazení, záchyt atomů ve světelné pasti
1988: C. Cohen-Tannoudji – realizace chlazení gradientem polarizace
1995: C. E. Wieman, E. A. Cornell – objev BEC v Rb^{87}
W. Ketterle – objev BEC v Na^{23}

V devadesátých letech 20. století otevřelo experimentální studium chování atomů zachycených v optických, magnetických či kombinovaných typech pastí zcela nové oblasti výzkumu. V té době už bylo zřejmé, že nejlepším způsobem, jak dosáhnout přechodu do stavu BEC, bude použití tzv. **vypařovacího chlazení**, kterým lze snížit teplotu systému až na **desítky nanokelvinů**. Základní myšlenkou této metody je využití pružných srážek v souboru atomů již předchlazených v magnetické pasti s harmonickým průběhem potenciálu. Při těchto vzájemných srážkách dochází k předání kinetické energie z jednoho atomu na druhý, který pak může z pasti uniknout, a tak se průměrná teplota zbylých atomů v souboru neustále snižuje.

3. VÝZKUM BEC V SOUBORECH ALKALICKÝCH ATOMŮ

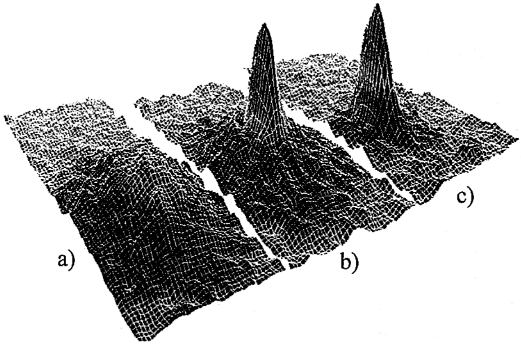
Na počátku devadesátých let 20. století bylo zřejmé, že pátrání vědeckých týmů nízkoteplotních laboratoří po objevu BEC v souborech vodíkových atomů nepřináší očekávaný výsledek. Objevily se spekulace, zda by se další experimenty neměly zaměřit na izotopy alkalických kovů (sodíku, lithia, rubidia atd.). C. E. Wieman z výzkumného ústavu JILA při coloradské univerzitě v Boulderu se rozhodl využít ke získání co nejnižší teploty systému kombinace záchytu atomů v magnetické pasti a následného vypařovacího chlazení. Přizval ke spolupráci E. A. Cornella a společně aplikovali tento experimentální nápad na soubor rubidiových atomů.



Cornell a Wieman v laboratoři

Z teorie je zřejmé, že atomy systému v BEC musí být v jediném kvantovém stavu s téměř nulovou energií. Aby k takovému jevu mohlo dojít, bylo nutné získat soubor rubidiových atomů jako páru o teplotě několika desítek nanokelvinů. Zároveň musí mít systém takovou hustotu, aby střední vzdálenost mezi jeho atomy byla menší než de Broglieho vlnová délka jednotlivých atomů. Pokud je tato podmínka splněna, vlnové funkce atomů se překrývají a celý soubor je možné považovat za jediný kvantový systém – BEC [3].

Wieman s Cornellem však stáli ještě před jedním problémem, a ten se týkal spinu studovaných atomů. Právě různost spinu u jednotlivých atomů zachycených v magnetické pasti působila proti tomu, aby systém úspěšně přešel do BEC. Magnetické pole se totiž v pasti směrem ke středu zmenšuje, což má vliv na změny spinových stavů jednotlivých atomů. Odstraněním tohoto efektu se zabýval Cornell a navrhl uspořádání s rotujícím magnetickým polem. Tak došlo k eliminaci oblastí s nízkými hodnotami intenzity magnetického pole a měření prováděná v tomto uspořádání opravdu vedla k úspěchu. V červnu 1995 byl touto metodou poprvé zaznamenán mrak kondenzovaných rubidiových atomů ve stavu odpovídajícímu Boseho–Einsteinovu kondenzátu (obr. vpravo – teplota souboru asi 2 000 rubidiových atomů se postupně snižuje od grafu a) ke grafu c): a) situace před kondenzací, b) přechod do BEC, c) kondenzace dokončena – ostrý pík maxima rozložení kolem nulové rychlosti charakterizuje BEC).

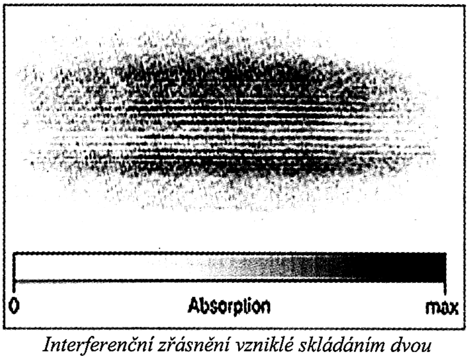


Grafické znázornění teoreticky vypočtených rozložení rychlostí v souboru rubidiových atomů

Úsilí o dosažení BEC vyvíjel i tým nízkoteplotní laboratoře v MIT, kde se skupina fyziků vedená Ketterlem vyhnula obtížím spojeným s centrální oblastí magnetické pasti tím, že do tohoto místa byl směrován silně odpuzující laserový svazek. Experiment byl prováděn pro soubor sodíkových atomů a i zde se zanedlouho podařil přechod do BEC úspěšně realizovat (dokonce do tohoto stavu přešel větší počet atomů). K publikaci jejich výsledků však došlo o několik měsíců později než u skupiny v Boulderu.

4. Fyzikální vlastnosti BEC

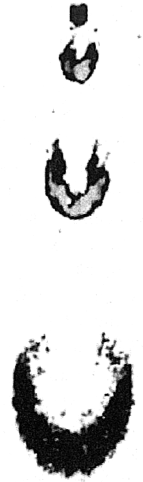
BEC lze považovat za fázový přechod systému do makroskopického kvantového stavu. I když se zatím provedené experimenty týkají jen „malých“ souborů (několika miliónů) atomů, je zřejmé, že ve zkoumaných alkalických plynech se tímto fázovým přechodem dostávají všechny atomy systému do stejného stavu. Jedná se tedy o kolektivní kvantový jev. Pro BEC je charakteristický také jev fázové koherence. U experimentů, při nichž došlo k rozdělení kondenzátu do dvou částí a vzniku dvou koherentních atomových mraků, bylo po jejich následné expanzi pozorováno v místech vzájemného překryvu jisté interferenční zřásnění (obr. vlevo). Aby bylo možné studovat zmíněný efekt, je nutné dostat koherentní mraky atomů ven z oblasti magnetické pasti, aniž by se ovšem narušila jejich kvantová povaha. Pro tento typ experimentů se více hodily větší soubory atomů zachycené Ketterleho skupinou. Z jejich výzkumu vyplývá, že



Interferenční zřásnění vzniklé skládáním dvou oblastí BEC sodíkových atomů.

kapky kondenzátu lze uvolnit ven z pasti pomocí elektromagnetických pulsů, přičemž nedochází ke ztrátě jejich koherence. Tento jev je základním krokem k činnosti atomového laseru (někdy bývá pojmem atomový laser označován pouze samotný fakt uvolňování kapek kondenzátu z pasti v analogii s uvolňováním fotonů z pulsního laseru). Záznam experimentu je vidět na obr. vpravo.

Také experimentální studium dynamického utváření kondenzátu, popřípadě jeho destrukce, přineslo řadu výsledků. Jednou z určovaných charakteristik je například kritická rychlost kondenzátu nebo vznik vírových struktur, které jako první pozorovali Cornell a Wieman a později byly vyšetřovány i Ketterlem. Vírové struktury jsou patrně důsledkem interakce kvantového charakteru vlnové funkce každé částice kondenzátu a rotujícího pole magnetické pasti. Poskytují nové možnosti pro výzkum aplikací BEC na jiné oblasti fyziky.



Kapky BEC sodíkových atomů – atomový laser.

5. VÝHLED DO BUDOUCNA

V současné době se studiem BEC zabývá přes dvacet vědeckých týmů, přičemž hlavní pozornost je věnována právě zmíněným vírovým strukturám. Je zřejmé, že použité metody laserového chlazení, které vedou k vytvoření koherentní vlnové funkce kondenzovaného atomového systému, vytvářejí nové prostředí pro nejrůznější fyzikální experimenty a že možnost jejich aplikací závisí především na tom, zda užití BEC bude dostupné běžně užívanými prostředky experimentálních pracovišť. Pak se očekává uplatnění především atomového laseru ve směrech jako jsou:

- atomová litografie a interferometrie (zvýšení přesnosti při precizních měřeních a při výrobě mikroelektronických součástek),
- kosmologie (modelování procesů probíhajících v supernovách a bílých trpaslících)

a dále

- nanotechnologie,
- holografie,
- kvantově informační procesy,
- nelineární optika.

LITERATURA A INTERNETOVÉ ODKAZY:

[1] Rotter M.: *Fyzikální základy a technika nízkoteplotního experimentu.* SPN, Praha 1982.

[2] <http://www.nobel.se/physics/laureates/2001/public.html> *Advanced information on the Nobel Price in Physics 2001* (anglicky).

[3] Halliday D. a kol.: *Fyzika.* VUTIUM a PROMETHEUS, Brno a Praha 2000.

Měření elementárního náboje

Alois Vaněk, Martin Švec, Pedagogická fakulta UJEP, Ústí nad Labem

„Rovnocenná role poznatkové, metodologické a operační složky fyziky je dnes didaktikou fyziky všeobecně přijímána. Přesto se ale ve středoškolské výuce fyziky s metodami práce skutečné fyziky setkáváme jen ojediněle." [2]

Určení velikosti **elementárního náboje** e_0 – jedné ze základních fyzikálních konstant – Millikanovou metodou je ukázkou pečlivě promyšleného experimentu. I z těchto důvodů je experiment zařazován do středoškolských učebnic fyziky [3]. Ve většině případů je však studentům předkládán staticky, výsledky jsou zobecněné a student je okraden o promýšlení i o vzrušení při téměř detektivním pátrání. **A právě promýšlení a pátrání teprve dělá fyziku fyzikou, učení se stává dobrodružstvím poznání.**

Pro zlepšení možností v této oblasti bychom v našem příspěvku chtěli nabídnout **počítačový didaktický program Millikanův experiment** (dále jen **ME**), který simuluje měření elementárního náboje. Technické vybavení (osobní počítač) a programové vybavení (**Famulus 3.5**) jsou na většině středních škol samozřejmostí, a proto zbývá jen seznámení s didaktickým programem ME, který byl představen na 7. ročníku mezinárodní konference Pedagogický software 2000 [1].

Tezí Millikanovy metody je měření elektrického náboje olejových kapiček vstřikovaných mezi desky kondenzátoru. Olejové kapičky jsou kladně nabíjeny radioaktivním zářičem. Změna elektrického napětí na svorkách kondenzátoru znamená změnu intenzity elektrického pole. Mění se tak síla působící na nabité kapičky směrem vzhůru, což se projeví změnou jejich pohybu. Námi použitá metoda také vychází z tohoto principu. Od Millikanových měření se liší nemožností změny okolního tlaku. Pro školní experiment je však toto jednodušší provedení výhodné.

Vlastní měření sestává ze dvou kroků – pracovně se nazývá **metoda dvou rychlostí (2V):**

- **první krok**: změření rychlosti pohybu olejové kapičky k horní desce kondenzátoru, k jehož svorkám je přivedeno elektrické napětí.
- **druhý krok**: změření rychlosti pádu téže olejové kapičky při vybitém kondenzátoru.

Pro náboj kapičky Q při použití metody 2V platí

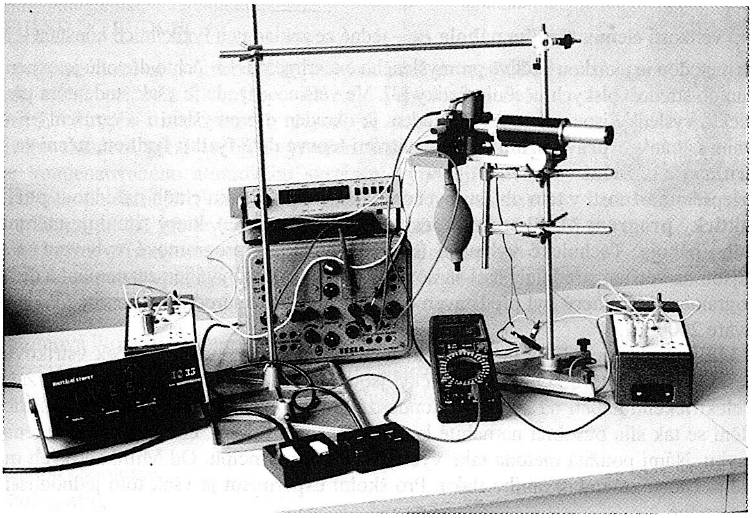
$$Q = \frac{9 \cdot \pi \cdot d}{U} \cdot \left(v_g + v_E\right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \eta^3 \cdot v_g}{\left(\rho_o - \rho_v\right) \cdot g}},$$

kde d je vzdálenost mezi deskami kondenzátoru, U elektrické napětí na svorkách kondenzátoru, v_g rychlost pádu kapičky, v_E rychlost pohybu kapičky k horní desce kondenzátoru, η viskozita vzduchu, ρ_o a ρ_v hustoty oleje a vzduchu a g tíhové zrychlení. Jelikož se kapička pohybuje rovnoměrným pohybem (síla odporu prostředí se vyrovná se sílou gravitační či elektrickou), měříme její rychlost pomocí vzdálenosti (počet dílků rastru *i*) a času *t*, za který tuto vzdálenost kapička překonala.

Modifikací je tzv. **metoda zastavení kapičky (ZK)**, kdy v prvním kroku nastavujeme takové napětí, aby kapička zůstala stát ($v_E = 0\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$), a v druhém kroku se metoda shoduje s metodou 2V.

Z naměřených hodnot (*U*, *i*, *t*) pak vypočítáme náboje kapiček, které můžeme rozdělit do intervalů, např. podle násobku e_0. Získáme tak graf, na jehož vodorovné ose jsou celá čísla odpovídající násobku e_0 a na svislé ose vypočítané náboje kapiček (např. kapičce s nábojem $4{,}78 \cdot 10^{-19}$ C bude v grafu odpovídat bod o souřadnicích $\left[3;\ 4{,}78 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}\right]$. Směrnice přímky proložené těmito body udává hodnotu naměřeného elementárního náboje.

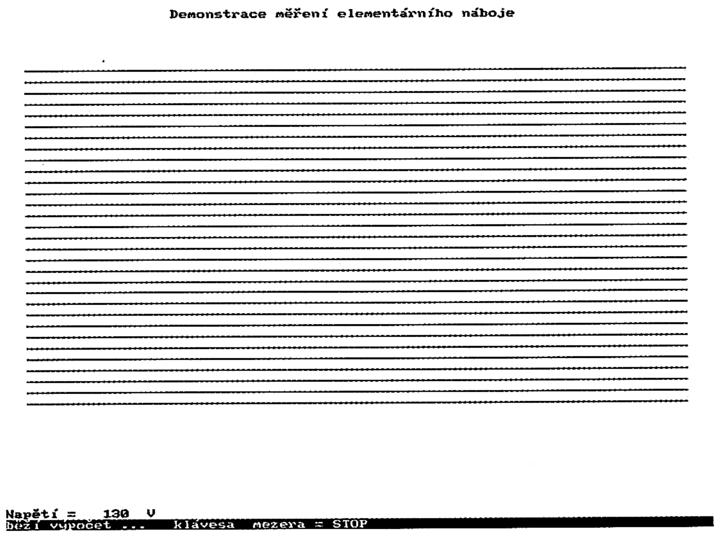
Skutečný experiment byl prováděn ve školní laboratoři v sestavě na obr. 1.



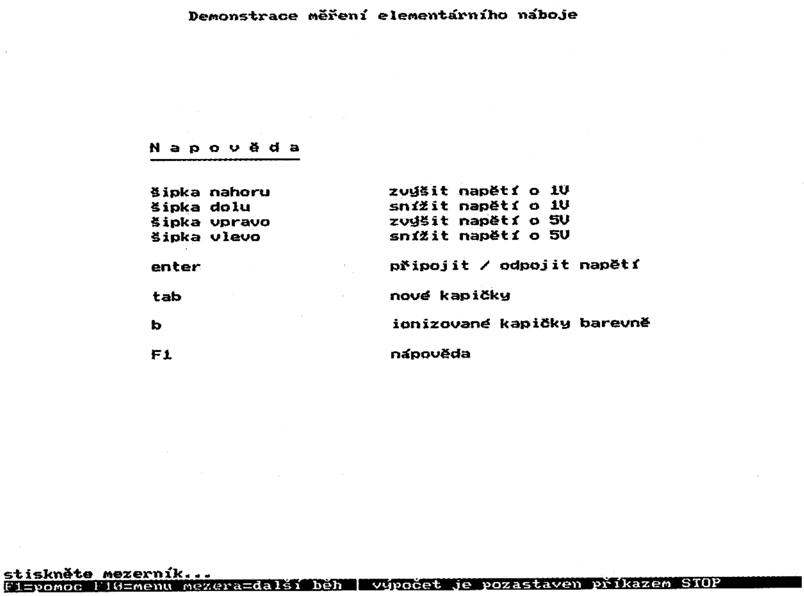
Obr. 1

Pro názornost výkladu postupu měření elementárního náboje je možné využít **didaktický program ME** v několika krocích:

1. **Pohled do okuláru**. Při spuštění programu vidí uživatel rastr (obr. 2), který slouží (spolu se stopkami) k měření rychlosti pohybu olejových kapiček ($1\ \text{dílek} = 0{,}2\ \mathrm{mm}$). Dále je zobrazeno elektrické napětí na svorkách kondenzátoru. Změnu tohoto napětí dosáhneme pomocí kurzorových kláves (maximální napětí 500 V bylo zvoleno v závislosti na použitém přístroji určeném k měření elementárního náboje a je možné ho změnit). Další ovládání programu je uvedeno ve stručné nápovědě, která se objeví po stisku klávesy *„F1"* (obr. 3).

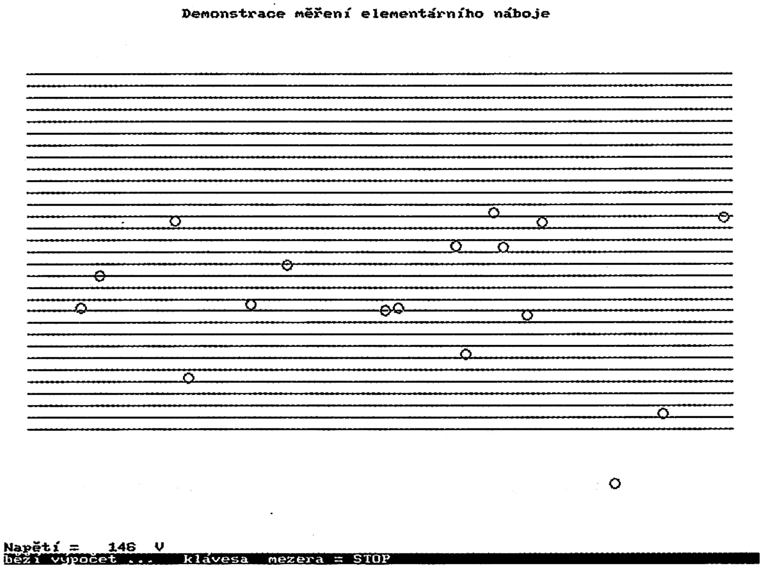

Demonstrace měření elementárního náboje
Napětí = 130 V
běží výpočet ... klávesa mezera = STOP

Obr. 2


Demonstrace měření elementárního náboje
N a p o v ě d a
šipka nahoru
zvýšit napětí o 1V
šipka dolu
snížit napětí o 1V
šipka vpravo
zvýšit napětí o 5V
šipka vlevo
snížit napětí o 5V
enter
připojit / odpojit napětí
tab
nové kapičky
b
ionizované kapičky barevně
F1
nápověda
stiskněte mezerník...
F1=pomoc F10=menu mezera=další běh
výpočet je pozastaven příkazem STOP

Obr. 3

2. **Vstřik olejových kapiček.** Stiskem klávesy *„Tab"* „vstříkneme" nové olejové kapičky mezi desky kondenzátoru (obr. 4). Jednotlivé kapičky se nyní pohybují v závislosti na



Obr. 4

svém náboji a na velikosti napětí na deskách kondenzátoru. V případě, že napětí je nulové, působí na všechny kapičky pouze tíhová síla. Kapičky se tedy pohybují směrem k dolní desce kondenzátoru (jelikož mikroskop stranově i výškově převrací, pohybují se kapičky směrem vzhůru). Nově vstříknuté kapičky jsou náhodně nabíjeny (náhodný je počet i stupeň nabití kapiček). Nabité kapičky jsou od ostatních nenabitých barevně odlišeny. Barevné odlišení lze stiskem klávesy *„B"* zrušit či znovu obnovit. Nejsou-li nabité kapičky barevně odlišeny, přibližuje se model více skutečnému měření a hledání nabitých kapiček je zajímavým pátráním. Je-li v době vstřiku nových olejových kapiček na svorkách kondenzátoru nenulové napětí, mění se pro nabité kapičky situace. Tyto kapičky se pohybují v závislosti na velikosti svého náboje a na velikosti přivedeného napětí buďto směrem k dolní desce kondenzátoru (tíhová síla stále převládá nad elektrickou, ale pohyb je pomalejší než u kapiček s nulovým nábojem), nebo směrem k horní desce kondenzátoru (síla elektrická je větší než síla tíhová). V občasných případech se stane, že se nabitá kapička nepohybuje (taková situace odpovídá rovnosti velikosti tíhové a elektrické síly).

3. **Vlastní měření.** Po vstřiku nových olejových kapiček následuje demonstrace vlastního měření, které je popsáno výše. Pomocí kurzorových kláves nastavujeme elektrické napětí na svorkách kondenzátoru (**první krok**) a pomocí klávesy *„Enter"* kondenzátor vybíjíme (**druhý krok**).

Kroky 2. a 3. lze opakovat a demonstrovat tím skutečné měření, při kterém se snažíme naměřit co nejvíce hodnot (U, i, t).

Některé parametry programu jsou vůči skutečnosti zjednodušeny (kapičky mají stejný průměr), některé vycházejí alespoň částečně ze skutečného experimentu (hmotnost kapiček je řádu 10^{-14} kg, počáteční rychlosti kapiček řádu 10^{-4} $\mathrm{m \cdot s^{-1}}$).

Z uvedeného je zřejmé, že **didaktický program ME** je možné použít jak k přípravě studenta k samotnému měření se skutečným přístrojem (obr. 1), tak i při výuce fyziky [3]. V jednodušší verzi byl program s úspěchem použit v **Letní škole mladých fyziků 1999** ve Světlé nad Sázavou pořádané **JČMF**.

Program je možné získat zdarma na adrese http://www.pef.zcu.cz/pef/kof/w_prog.htm.

Literatura:

[1] Vaněk A., Švec M.: *Měření elementárního náboje.* Ve: Řehout V. (red.): *Pedagogický software 2000. Sborník přednášek a programů.* Scientific Pedagogical Publishing, České Budějovice 2000, str. 31.

[2] Rojko M., Caletka A.: *Demonstrace vybočování.* Školská fyzika **VI**, č. 2 (2000) 5.

[3] Štoll I.: *Fyzika pro gymnázia – Fyzika mikrosvěta.* JČMF – Galaxie, Praha 1993.

[4] Hajko V.: *Fyzika v experimentoch.* Elementární elektrický náboj, SAV, Bratislava 1988.

PaedDr. Alois Vaněk, dlouholetý pracovník katedry fyziky Pedagogické fakulty UJEP v Ústí nad Labem, zemřel uprostřed pracovního rozmachu na zákeřnou nemoc 12. června 2001. Za svůj život nemalým způsobem přispěl nejen k vzdělávání budoucích učitelů fyziky, ale i k prohlubování zájmu o fyziku u studentů základních a středních škol (organizátor letních škol fyziky pro studenty základních a středních škol, člen regionálního výboru fyzikální olympiády aj.). Byl zasloužilým členem JČMF nejen z hlediska stejnojmenného sjezdového ocenění, ale především svou strhující aktivitou v rámci činnosti pobočky JČMF v Ústí nad Labem. Ve své vědecko-pedagogické činnosti se v poslední době zabýval, jak dokládá i tento příspěvek, otázkami možností využití počítačů ve výuce fyziky.

Dvakrát o matematice – ale nejen o ní

Jan Novotný, Přírodovědecká fakulta MU, Brno*

Beckmann Petr: *Historie čísla π*. Academia Praha 1998. 169 stran. Přeložil Libor Pátý.

Singh Simon: *Velká Fermatova věta*. Academia Praha 2000. 198 stran. Přeložili Luboš Pick, Jiří Rákosník a Mirko Rokyta.

Obě knihy vydané týmž nakladatelstvím se znamenitě doplňují. Námětem každé z nich je jedno z velkých témat dějin matematiky. U první knihy je to patrno hned z názvu. Ukazuje se v ní, jak každý zásadní přelom v matematice znamenal také možnost vypočítat větší počet cifer čísla π a položení hlubších otázek o jeho povaze. Tato cesta byla dovršena v 19. století, kdy bylo π zařazeno mezi transcendentní čísla, nový zájem o jeho cifry však přinesla éra počítačů. Také v druhé knize je Wilesův důkaz Velké Fermatovy věty pouze happyendem starého příběhu, který je vyložen na pozadí vývoje teorie čísel. Horizont zájmu autorů je však mnohem širší a zasahuje kromě matematiky i fyziku, astronomii, filozofii a souvislosti s kulturními a politickými dějinami. Čtenář bude překvapen, jak mnoho společných hrdinů oba příběhy mají. Lze to zjistit už porovnáním rejstříků: Archimedes, Aristoteles, rodina Bernoulliů, Cantor, Cardano, Descartes, Diofantes, Einstein, Eukleides, Euler, Fermat, Galilei, Gauss, Goldbach, Hypatia, Kepler, Lagrange, Legendre, Leibniz, Liouville, Newton, Pascal, Platon, Pythagoras, Riemann, Tartaglia, Wallis.

Beckmann podle vlastních slov není ani historik ani matematik (škoda, že redakce nepřipojila informaci o autorovi a jeho dalších knihách). Jeho snahou bylo najít střední cestu mezi povrchností a přehnanou učeností. To se mu nepochybně zdařilo. Vybral a zpřístupnil čtenáři pestrou řadu půvabných matematických miniatur. Dovídáme se, proč se číslo π jmenuje Ludolfovo a kdo je takto poprvé označil. Kromě skutečných matematiků uvádí autor do děje i zázračné počtáře a pošetilé hledače neexistujících souvislostí. Co se týče dějinného pozadí, jeví se autor jako dědic osvícenské tradice, který nevynechá žádnou příležitost pranýřovat militaristy, náboženské i ideologické fanatiky, plané filosofy a pseudovědce. Je na čtenáři, aby posoudil, zda v tom někdy sám nepřekračuje míru, jako když např. přičítá Pascalovo náboženské zanícení jen tomu, že jeho kočár o vlásek unikl pádu z mostu (což je podle názoru historiků dodatečně vzniklá legenda). Několik chyb by si měl čtenář opravit: Strabo nebyl středověký, ale starověký spisovatel (str. 160), tropický rok není totéž co doba oběhu Země kolem Slunce (str. 27), fanatickými křesťany zavražděný matematik a astronom Hypatius (str. 63) byla ve skutečnosti bytost ženského pohlaví (patrně omyl překladatele). Jsme-li varováni před zaměňováním Julia a Josepha Scaligera (str. 82) a „současníků" Lazara a Sadiho Carnota (str. 161), mohlo být také řečeno, že v obou případech jde o otce a syna. Kuriozitou je „výklad" na str. 27:

> *V důsledku precese a nutace zemské osy Sirius není ve skutečnosti fixován na nebeské kouli (vzhledem k souřadnicím pozemského pozorovatele), ale vykonává, viděno ze Země, vlastní pohyb. Egypťané zjistili, že se Sirius pohybuje přesně o jeden den napřed za 4 roky, a to jim umožnilo určit délku roku na 365 1/4 dne.*

Ve skutečnosti Egypťané pozorováním jitřního východu Siria upřesnili délku oběžného (hvězdného) roku, což s precesí a nutací zemské osy nijak nesouvisí. O té by bylo třeba mluvit až při vysvětlování rozdílu mezi hvězdným a tropickým rokem, který objevil teprve Hipparchos. Zmiňuji se o tom podrobněji proto, že podobnou chybu jsem už několikrát našel

* novotny@physics.muni.cz

v nejrůznějších textech – jako by to byl virus šířící se opisováním z knihy do knihy v souladu s tím, co říká na straně 160 sám autor.

Dílo končí tabulkou prvních deseti tisíc desetinných míst čísla π, která může být užitečná pro různé experimenty s pravděpodobností.

Autor druhé knihy je původně teoretický fyzik, který se však dlouhodobě věnuje popularizaci vědy. Také u něho najdeme hlavně v dodatcích několik matematických miniatur, v celku je však v textu méně obrázků, formulí a číslic a více vyprávění, což souvisí s tím, že Fermatovu větu je sice snadné formulovat, ale její rafinovaný a rozsáhlý důkaz nelze běžnému čtenáři ani nastínit. Kniha je proto spíše o lidech, kteří dělali a dělají matematiku. Nemohu zde odolat, abych neuvedl osobní vzpomínku: roku 1962 byl členem československého družstva na Mezinárodní matematické olympiádě na Hluboké Slovák Marian Mešina, který snil o tom, že jednou Velkou větu dokáže, hodně již o jejích úskalích věděl a obvykle prý každý den o ní přemýšlel, dokud nepřišel na nějakou novou myšlenku. O jeho dalších osudech bohužel nemám zpráv. Příběh Andrewa Wilese ukazuje, že i zdánlivě šílený sen se může splnit tomu, kdo za ním dokáže neúnavně jít. Zejména dramatická epizoda, kdy v již zveřejněném důkaze byla nalezena mezera, je podána přímo s uměleckou silou a přesvědčivostí. Pozoruhodné je i to, jak důkaz Fermatovy věty nebyl získán přímým útokem, ale velkou oklikou, kterou pomáhala vytvořit řada matematiků, aniž přitom tušili, že na jejím prodloužení se otevře cesta k odpovědi na tři sta let starou otázku. V závěru knihy píše autor o jiných starých, snadno vysvětlitelných, ale dosud nerozřešených problémech, jeden z nichž by mohl zaujmout podobné postavení symbolu matematického hledání, jakým dosud byla Fermatova věta. Jako nejlepšího kandidáta vytipoval Keplerovu úlohu o nejtěsnějším uspořádání stejně velkých koulí. Jak se však zdá z nedávného článku v Pokrocích MFA (Hales, T. G.: *Dělové koule a včelí plásty.* PMFA 46, 2, 2001), byl i tento problém již vyřešen.

Stejně jako Beckmann, nepočíná si ani Singh vždy jako profesionální historik a neváhá použít i zábavných legend. Pohádka o Pythagorovi začínající na str. 16 má asi málo společného s jeho skutečným životem, o němž není prakticky nic známo, a Diderot určitě nebyl takový hlupák, aby si nevěděl rady s Eulerovým „důkazem boží existence" na str. 56. Myslím, že žánr knihy takovouto volnost snese, měl by si toho být ovšem vědom i čtenář.

V případě Singhovy knihy je třeba pochválit redakční nadpráci: text je doplněn vhodnými upřesňujícími a doplňujícími poznámkami a seznam literatury je rozšířen o práce v českém jazyce.

Obě knihy jistě přinesou čtenářům – zejména středoškolským učitelům exaktních věd a jejich žákům – mnoho poučení i potěšení.

Brouzdáme po internetu 1

Jitka Houfková, MFF UK Praha*

Dnes již nikdo nepochybuje, že s rostoucím vlivem informačních a komunikačních technologií na společnost se bude měnit i role učitelů. Internet a multimedia mají široké použití při samostudiu, při získávání rozšiřujících poznatků a znalostí a mohou být silným nástrojem pro motivaci. V žádném případě však **nemohou zcela nahradit učitele.**

Při objevování světa nových znalostí **budou studenti potřebovat průvodce**, který jim pomůže nalézt vlastní a jejich potřebám a schopnostem odpovídající cestu. **Učitel by se tedy měl stát „manažerem" znalostí, rádcem při výběru studijních materiálů a zároveň kontrolorem a korektorem správného porozumění.** Na to ale musí být připraven. **Proto vám chceme v této rubrice přinášet informace o možnostech využití internetu ve výuce fyziky a tím vám trochu pomoci zmapovat divoký a nepřehledný terén internetu.**

S rychlým rozvojem moderních technologií a neustále se zlepšující kvalitou výpočetní techniky se rozrůstají i možnosti, které internet přináší pro vzdělávání. Doufejme, že se co nejdříve zlepší i situace ve vybavení našich škol, aby bylo možné lepší využití internetu přímo ve výuce.

V prvních dvou dílech této rubriky se stručně podíváme na to, co internet pro výuku fyziky nabízí a pak se již budeme věnovat vybraným www-stránkám podrobně. Velice uvítáme vaše komentáře a připomínky k popisovaným stránkám i vaše náměty a zkušenosti s používáním internetu ve výuce.

Tuto rubriku naleznete též na internetu na http://fyzweb.mff.cuni.cz/knihovna/brouzdame/ .

FYZIKÁLNÍ INFORMACE NA INTERNETU

Internet je svobodné medium, na které může své materiály umístit bez cenzury každý, kdo má k němu přístup. Díky tomu obsahuje tato „síť sítí" nepřeberné množství informací ze všech oblastí lidské činnosti a zájmů. Nevýhodou je, že v takovéto spleti příspěvků je těžká orientace a konkrétní informace se někdy dost složitě hledají. Pro výuku odborných předmětů navíc představuje značné nebezpečí právě ona necenzurovanost materiálů na internetu. U řady zveřejňovaných materiálů není totiž zaručena věcná správnost a aktuálnost.

Učitel, který chce informace z internetu používat ve výuce či na ně odkazovat své studenty, stojí proto před nelehkým úkolem spočívajícím ve vyhledávání vhodných materiálů a jejich kritickém posuzování, při kterém musí uplatnit zdravý rozum a odbornou erudici a být při jejich výběru trpělivý a pozorný.

Přes uvedená nebezpečí je na internetu možné nalézt řadu velice zajímavých materiálů, které mohou být přínosem pro výuku fyziky. Cílem této rubriky je přinášet o nich informace a seznámit s nimi i ty čtenáře, kteří dnes ještě nemají dostatečný přístup k internetu.

Zdroje fyzikálních informací na internetu můžeme rozdělit do dvou základních skupin:

- www-stránky (ať stránky klasicky statické či stránky generované automaticky z nějaké databáze) obsahující vlastní dokumenty věnované fyzice,
- takzvané metazdroje nebo-li zdroje metainformací, tedy soubory odkazů na stránky prvního typu.

* Jitka.Houfkova@mff.cuni.cz

Zdrojem informací věnovaných přímo fyzice, případně její výuce, jsou **specializované fyzikální weby**. Jsou to webové servery, které vedle vlastních materiálů o fyzice obsahují soubory tematicky členěných odkazů na fyzikální zdroje internetu. Tyto odkazy jsou vybírány, komentovány a často i hodnoceny odborníky na fyziku a její výuku. Díky tomu jsou pro učitele použitelnější s menším rizikem, než soubory odkazů vygenerované na základě dotazu vyhledávačem nebo soubory odkazů, které vznikají na různých rozcestnících a portálech bez odborného posouzení.

Příklady fyzikálních webů:

- PhysLink (http://physlink.com/)
- FyzWeb (http://fyzweb.mff.cuni.cz)

*Obr. 1: Fyzikální odkazník Učitelského spomocníka (*http://www.spomocnik.cz/*)*

Dalším zdrojem odkazů na www-stránky s fyzikální tematikou jsou **internetové rozcestníky a portály**. (Portál se od rozcestníku liší množstvím dalších nabízených služeb.) Odkazy jsou zde tříděné do různých kategorií. Fyzikální odkazy se většinou vyskytují v sekcích vzdělávání a věda.

Nevýhodou těchto souborů odkazů je především to, že stránky, na které vedou, nejsou většinou nijak odborně posuzovány a hodnoceny. Na některé rozcestníky a portály může navíc odkaz na své stránky přidat kdokoliv. Odkazy proto často vedou na zdroje zcela nerelevantní a neužitečné, někdy též obsahující chybné informace a mylná fyzikální vysvětlení. Přesto je často možné nalézt cestu k zajímavým materiálům právě přes rozcestník a portál.

Příklady českých rozcestníků zaměřených na školství:

- Učitelův Spomocník (http://www.spomocnik.cz/)
- Česká škola (http://www.ceskaskola.cz/)

V obou najdete sekci věnovanou fyzice. Bohužel jednotlivé materiály zde nejsou posuzovány učiteli fyziky a proto výběr odkazů a jejich hodnocení nejsou vždy dostačující a odpovídající.

Příklady portálů, kde je možné nalézt odkazy na fyzikální informace:

- Seznam (http://www.seznam.cz/)
- Atlas (http://www.atlas.cz/)
- Altavista (http://www.altavista.com/)
- Yahoo! (http://www.yahoo.com/)

Fyzikální odkazy zde hledejte v sekcích věda → fyzika nebo science → physics.

MOŽNOSTI VYUŽITÍ INTERNETU VE VÝUCE FYZIKY

Pojďme se nyní podívat na něco z toho, co užitečného pro výuku fyziky nám může internet přinést.

Komunikace a získávání informací. Internet jako prostředek komunikace se uplatňuje v různých elektronických konferencích a odpovědnách, do kterých je možné zasílat své příspěvky, komentáře či dotazy prostřednictvím e-mailu nebo formulářů na www-stránkách. Reakce na ně, příspěvky ostatních účastníků a odpovědi na dotazy lze dostávat opět e-mailem nebo si je číst na www-stránkách.

Informace z www-stránek. Jako zdroj informací a inspirace slouží stránky s texty, obrázky a fotografiemi, které jsou dnes již běžně doplňovány animacemi, interaktivními aplety a simulacemi, videosekvencemi a dalšími pomůckami zlepšujícími názornost výkladu.

Sdílení dat a aplikací – on-line spolupráce. Zajímavým zpestřením výuky a motivací pro žáky může být sdílení dat a aplikací prostřednictvím internetu, díky němuž mohou vzájemně spolupracovat s jinými, často i značně vzdálenými, školami či přímo fyzikálními pracovišti.

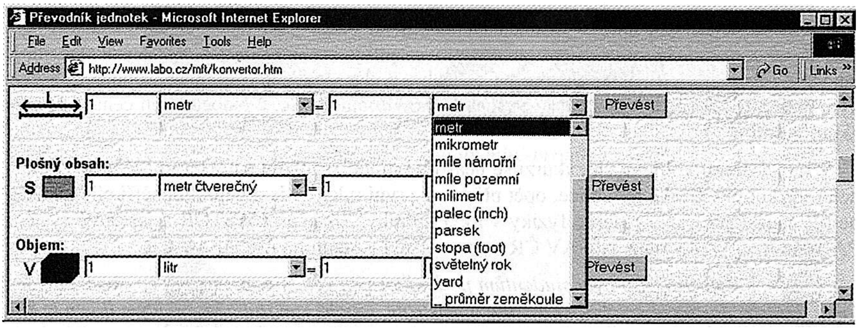
Virtuální laboratoře. Velice užitečné mohou být virtuální laboratoře, které jsou založeny na počítačové simulaci, a kde uživatel může interaktivně měnit různé parametry pozorovaných fyzikálních dějů.

Vzdálená pozorování a vzdálené laboratoře. Neméně přínosné mohou být i vzdálená pozorování a vzdálené laboratoře. Zde je možné prostřednictvím internetu pozorovat, případně přímo ovlivňovat, co se děje.

UKÁZKY WWW STRÁNEK S FYZIKÁLNÍ TEMATIKOU

- **novinky z fyziky**: např. Physics News Update (http://www.aip.org/physnews/update/) na serveru American Institute of Physics (http://www.aip.org/)
- **fotografie a obrázky**, často s vysvětlením: např. Astronomy Picture Of the Day (http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/lib/aptree.html), v českém překladu Astronomický snímek dne (http://www.astro.cz/apod/)
- **ucelený výklad** (kurz) pro různé úrovně čtenářů: např. Physics2000 (http://www.colorado.edu/physics/2000/index.pl) nebo The Physics Classroom (http://www.physicsclassroom.com/)
- **odborné a popularizační časopisy**: např. Nature (http://www.nature.com/nature/), Instantní astronomické novinky (http://www.ian.cz/),
  Vesmír (http://www.cts.cuni.cz/vesmir/),
  Školská fyzika (http://www.pef.zcu.cz/pef/kof/sk_fy/w_SF.HTM)

- **návody a náměty na fyzikální pokusy**: např. Bizarní krámy, které si můžete vyrobit v kuchyni (http://fyzweb.mff.cuni.cz/bizarnikramy/bizarni_kramy.htm) nebo Pokusy z debrujárské dílny (http://fyzweb.mff.cuni.cz/dilna/debrujari/)
- **aktuální informace**: např. astronomické Heavens Above (http://www.heavens-above.com/) nebo meteorologické na stránkách Katedry meteorologie a ochrany prostředí (http://kmop.mff.cuni.cz/), odkaz Počasí
- **stránky muzeí**: např. Exploratorium v San Franciscu (http://www.exploratorium.edu/)
- **tabulky fyzikálních veličin a interaktivní převodníky jednotek**: např. seznam mnoha fyzikálních konstant s přesnými hodnotami z roku 1998 na stránkách Physics Laboratory of National Institute of Standards and Technology (http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html),
interaktivní periodická tabulka na stránkách Engineering Fundamentals (http://www.efunda.com/materials/elements/periodic_table.cfm) nebo převodník jednotek na stránkách Laboratorní průvodce (http://www.labo.cz/mft/konvertor.htm)
- **mezinárodní žákovské fyzikální projekty**: např. Hands-On Universe (http://hou.lbl.gov/)



Obr. 2: Interaktivní převodník jednotek (http://www.labo.cz/mft/konvertor.htm)

CO NÁS ČEKÁ PŘÍŠTĚ

V příštím díle rubriky *Brouzdáme po internetu* se dozvíme více o fyzikálních webech, podíváme se na www-stránky fyzikálních institucí a na osobní stránky učitelů i vědců a budeme se věnovat i virtuálním laboratořím a vzdáleným pozorováním. Tím ukončíme stručný přehled toho, co nám internet nabízí pro výuku fyziky.

Třetí díl této rubriky už bude vypadat tak, jak by měly vypadat i díly následující. Přinese podrobné informace o vybraných www-místech. Tentokrát se seznámíme s optickými úkazy v atmosféře a s interaktivní optickou lavicí a pro pobavení se podíváme na optické klamy.

Proběhl 4. ročník Fyzikálního týdne na FJFI ČVUT

Vojtěch Svoboda[*], *katedra fyziky FJFI ČVUT v Praze*

Ve dnech 23.–27. 6. 2002 opět pořádala Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT pro zájemce o fyziku z řad středoškolských studentů Fyzikální týden.

Letošní čtvrtý ročník Fyzikálního týdne potvrdil rostoucí zájem studentů o fyziku a především o poslední vývoj na tomto poli. Více než 150 fyzikálně nadaných studentů z celé republiky se účastnilo přednášek, exkurzí a v neposlední řadě sami v malých teamech realizovali více než 30 výzkumných mini-projektů.

V úvodním příspěvku Prof. Ing. Miloslav Havlíček, DrSc., děkan FJFI, zdůraznil důležitost fyziky jako oboru i jejího systematického studia. Následovalo první úvodní seznámení s formou vědecké komunikace, jejíž osvojení bylo zároveň primárním cílem této akce.

Dále v průběhu akce následovaly jak přednášky o nejmodernějších pokrocích současné fyziky (např. v oblasti termojaderné fúze, kvantové optiky, urychlovačů či laserových systémů), tak výlety do historie fyziky nejenom v Čechách v podání vůdčích osobností v oborech. S velkým nadšením se setkala přednáška RNDr. Jiřího Grygara, CSc. o Nobelových cenách za výzkum vesmíru.

V rámci deseti volitelných exkurzí se účastníci mohli seznámit s některými tématy vrcholného výzkumu v České republice, opět přímo „z první ruky“. Mezi nejoblíbenější cíle exkurzí patřily například Ústav jaderné fyziky v Řeži u Prahy, tokamak CASTOR a laserový systém PALS Ústavu fyziky plazmatu AV ČR a pracoviště Fyzikálního ústavu AV ČR.

„V rámci mini-projektů byly studentům pod odborným vedením pedagogů ze všech kateder fakulty přímo dostupné špičkové nástroje a přístroje, jejichž zpřístupnění mladým lidem je klíčovou součástí filozofie jak Fyzikálního týdne, tak celé FJFI ČVUT. Věřím, že je to základ pro hlubší pochopení teoreticky probírané látky“, říká Ing. Vojtěch Svoboda, CSc. z KF FJFI ČVUT, v jehož režii celá akce proběhla.

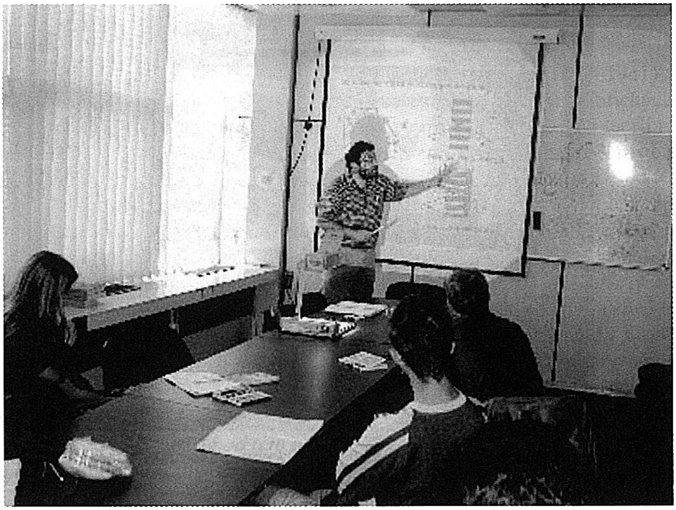
V průběhu samotného Fyzikálního týdne účastníci pracují na mini-projektu dle svého zájmu a v závěru jsou tyto mini-projekty prezentovány před audiencí složenou z dalších účastníků a čestných hostů FJFI ČVUT. Dalším výstupem těchto mini-projektů je sborník, dostupný na webu Fyzikálního týdne (http://fyztyd.fjfi.cvut.cz).

Mezi nejpopulárnější patřily mini-projekty z oboru laserových systémů, elektronové mikroskopie, dozimetrie a urychlovačů, ale i „klasické“ fyzikální pokusy, historie fyziky či jaderná elektrárna Temelín. Právě společnost ČEZ společně s Nadací pro podporu teoretické fyziky byly partnery Fyzikálního týdne 2002.

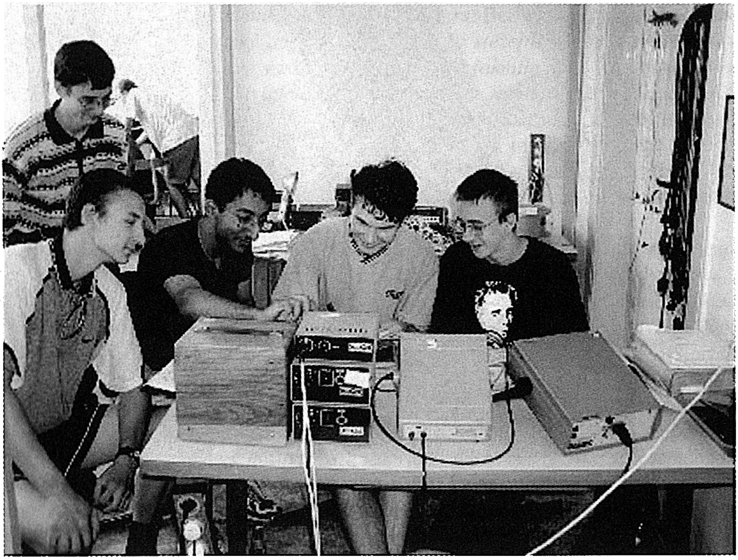
Další ročník je plánován na 15.–19. 6. 2003 a zájemci mohou již teď nalézt informace na výše uvedené webovské adrese.

[*] vojtech.svoboda@fjfi.cvut.cz

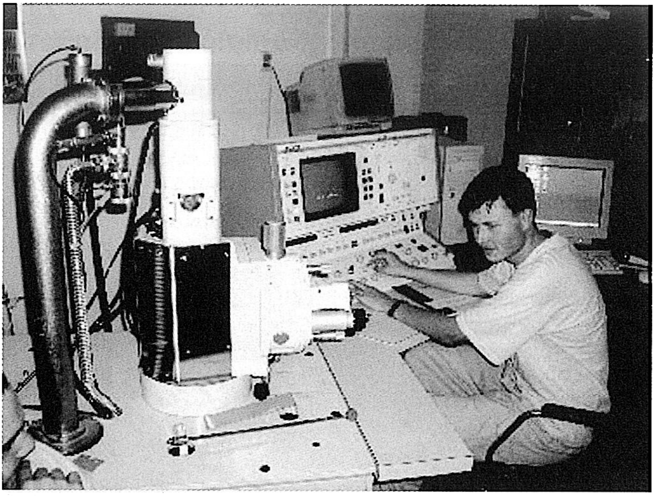
Fotogalerie:



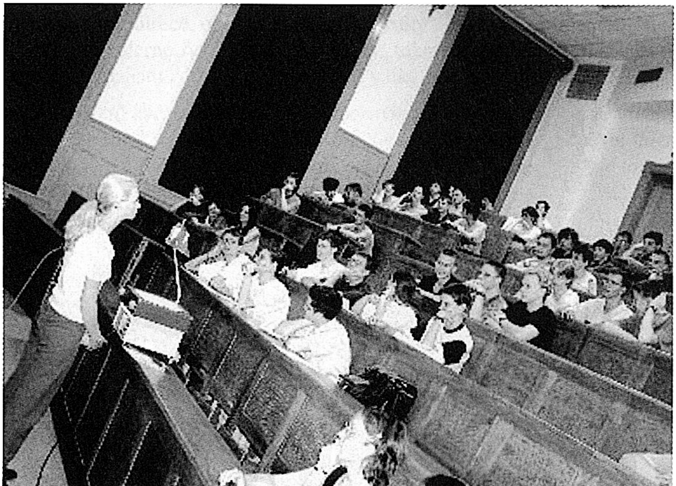
Seznamování s tématy mini-projektů.



Práce na mini-projektu u experimentu.



Účastníci si zkusili práci i s vrcholnými badatelskými přístroji – např. s elektronovým mikroskopem.



V závěrečné minikonferenci si účastníci navzájem presentovali své mini-projekty.

Lasker a Einstein: debata o rychlosti šíření světla ve vakuu

*Jaroslav Hora**, *Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň*

Nešachistům snad bude zapotřebí představit dr. Emanuela Laskera (1868–1941), mistra světa v šachu v letech 1894–1921, ale též vynikajícího matematika, autora filozofických prací, dramatika. Lasker byl samostatným a originálním myslitelem. Zajímal se též o teorii relativity. Napadlo ho, zda to s rychlostí světla není tak, že s úbytkem hmoty v prostředí roste a v dokonalém vakuu by byla nekonečná.

Poslední část života prožil Lasker v USA. Zachovaly se jeho zápisky, ve kterých vzpomíná na přátele, které potkal na své životní pouti. Nás bude mj. zajímat ta část, kde se kupř. hovoří o setkáních s prof. Einsteinem. Lasker sděluje, že se s Einsteinem poprvé setkal v domě Moszkowského: „*Konverzace se týkala filozofických otázek. Naše názory na sebe tvrdě narážely a my jsme se navzájem nepřesvědčovali, ale náš vzájemný respekt vzrůstal právě tím rozporem*“. Takový byl začátek dlouhého přátelství s Moszkowskim a série setkání s Einsteinem.

„*Mé rozhovory s Einsteinem se týkaly hlavně filozofických záležitostí. Einsteinovi bylo známo, že jsem proti jeho teorii vznesl určitou námitku, ale on se o tom nerad pouštěl do debaty. Moje teze je, že „* $\lim c = \infty$ *“, zatímco on tvrdí, že c je konečnou veličinou. Veškerá Einsteinova teorie se mně zdá být závislá od této otázky*“.

Dále se Lasker zmiňuje o diskusi na dané téma s Michelsonem a také o tom, jak svou tezi obhajoval na zasedání berlínské Matematické společnosti. Závěrem konstatuje: „*Škoda, že jsem už neměl příležitost o tom diskutovat se samotným Einsteinem. Snad bychom byli přišli pravdě o krok blíže.*“

Einstein se k celé věci vyjádřil teprve po Laskerově smrti, a to v předmluvě ke knize Hannak J.: *Emanuel Lasker. Biographie eines Schachweltmeisters.* Berlin 1952. Einstein o Laskerovi píše: „*Laskerův bystrý analytický duch rychle zjistil, že stěžejním bodem celé otázky je konstantnost rychlosti šíření světla ve vakuu. Viděl jasně, že jakmile se přijme postulát konstantnosti rychlosti světla, bude relativita času nespornou, a to se mu nelíbilo. Co tedy dělat? Laskerův pokus o řešení sleduje tuto ideu:* »Nikdo nemá bezprostřední znalost o tom, jak rychle se šíří světlo ve vakuu. Vždyť v mezihvězdném prostoru je přítomno jisté, byť malé množství hmoty. Totéž platí o vakuu, které vytvářejí podle svých sil lidé odčerpáním vzduchu. Kdo tedy má právo popírat, že rychlost šíření světla v **absolutně** prázdném prostoru může být nekonečná?«

Na tuto argumentaci lze odpovědět zhruba takto: Je sice pravda, že nikdo nemá bezprostřední experimentální zkušenost s tím, jak se šíří světlo v ***absolutně*** *prázdném prostoru. Ale bylo by nemožné vytvořit rozumnou teorii světla, která by připouštěla, že existence minimálního množství hmoty v prostoru by nějak podstatně ovlivňovala rychlost šíření světla. Dokud není zformulována taková teorie, která by se shodovala s pozorováním optických jevů v* ***téměř*** *prázdném prostoru, nepřijme žádný fyzik předložený způsob rozetnutí gordického uzlu a počká, dokud nebude moci být spokojen s jiným řešením. Mravní naučení: silný rozum nemůže nahradit jemné prsty* (tj. sebelepší myšlenka nevykompenzuje slabost argumentů, pozn. aut.). *Líbí se mi ale Laskerova tendence k nezávislosti, tak řídká vlastnost lidstva, kde téměř všichni, i inteligence, patří ke třídě epigonů*“.

V samotném závěru předmluvy Einstein píše, že je vděčen „*tomu neúnavnému, nezávislému a skromnému muži za besedy, kterými mne obdaroval*“.

* horajar@kmt.zcu.cz

„Všudypřítomná gravitace“ – nová videokazeta

Ludmila Eckertová, Jednota českých matematiků a fyziků, Praha

V roce 2002 byla realizována další videokazeta řady „Cesty k vědění“ vydávané Fyzikální vědeckou sekcí JČMF doprovázená metodickou brožurou. Podobně jako dosavadní programy této řady se snaží ukázat význam probíraného jevu v přírodě a v lidské společnosti, vývoj představ o něm a příklady jeho využití. Zabývá se snahami o překonání účinků gravitace pomocí různých strojů a zařízení, zejména pak též snahami o uskutečnění dávného snu lidstva létání – od tragického bájného pokusu Ikarova přes balony a vzducholodě až po soudobá letadla, helikoptéry a rakety.

Rozebírá podrobně Aristotelův omyl o zákonu volného pádu na základě úvah a experimentů Galileových. Zabývá se i Galileem stanovenými zákony pro matematické kyvadlo a jeho dalšími důležitými objevy z oblasti astronomie, které podpořily myšlenky heliocentrické soustavy. Přes výsledky Koperníkovy a Keplerovy přechází k Newtonovi a jeho gravitačnímu zákonu. Pomocí simulace i reálné aparatury podrobně znázorňuje Cavendishův experiment pro stanovení gravitační konstanty. Ukazuje, jak a proč se mění tíhové zrychlení na Zemi se zeměpisnou šířkou daného místa i s dalšími faktory.

Probírá princip létání s použitím vztlakové síly (balony a vzducholoď) a krátce i principy letadel „těžších než vzduch“ (letadla využívající křídla, helikoptéry, rakety). Vykládá vznik stavu beztíže a ukazuje příklady.

Zdůrazňuje význam gravitace ve vesmíru, jakožto síly, která působila a stále působí při vytváření jeho struktury. Specifikuje oblasti, ve kterých nevystačíme s popisem pomocí klasické Newtonovy gravitační teorie gravitace. Zmiňuje i dohady o vzniku a případném zániku našeho vesmíru.

V závěru vybízí k častějšímu pozorování hvězdné oblohy, které nám poskytuje nejen silný estetický zážitek, ale vybízí nás i k přemýšlení a obdivu k vesmírnému řádu a k úvahám o úloze člověka v něm.

Kazeta obsahuje řadu barevných ilustračních obrazů vesmírných objektů, které jsou pak v brožuře (kde jsou jejich černobílé kopie) identifikovány. V brožuře je kromě bližšího výkladu některých v kazetě pouze naznačených faktů řada kontrolních otázek, vybízejících studenty k vyhledání, příp. opakování některých zákonů, které jsou v pořadu pouze zmíněny.

Realizace kazety byla podpořena projektem MŠMT v rámci programu LP 01. Film se zúčastnil Mezinárodního filmového festivalu TECHFILM 2002 v Hradci Králové, kde mu mezinárodní porota vedená belgickým odborníkem p. Raymondem Ravarem udělila hlavní cenu (tzv. „Oskarku“) v oboru výukových filmů.

Kazetu s brožurou lze objednat u FVS JČMF (Fyzikální ústav AV, Cukrovarnická 10, 162 00 Praha 6) za 350 Kč. Tamtéž je možno objednat i celou sadu osmi v rámci řady „Cesty k vědění“ dosud vydaných pořadů za zvýhodněnou cenu 2 400 Kč (plus poštovné a balné).

Fyzika před námi

Zdeněk Kluiber, Gymnázium Ch. Dopplera, Praha 5*

Kluiber Z. a kol.: *Fyzika před námi*. ARSCI, Praha 2001. ISBN 80-86078–06-X. 116 stran. cena 136 Kč.

Jak píše v úvodu RNDr. Vladimír Dvořák, DrSc., *„kniha ... je jen malou ukázkou toho, kam současná fyzika směřuje a co lze od ní v nejbližší době očekávat. Českému čtenáři se dostává do rukou sborník zabývající se tématy aktuálními pro českou vědu a pro její největší výzkumný ústav ve fyzikální oblasti. Je symbolické, že autory jsou výhradně pracovníci Gymnázia Christiana Dopplera a Fyzikálního ústavu AV ČR, mezi kterými se již řadu let rozvíjí všestranná spolupráce ku prospěchu především studentů gymnázia a tím vlastně i české fyziky samotné."*

Jednotlivé příspěvky se zabývají následujícími tématy:

Subnukleární fyzika .... *Jan Hladký*

Role symetrií při poznávání zákonů přírody .... *Jan Fischer*

Fyzika na urychlovači LEP v CERN .... *Jiří Rameš*

Supravodivost – naděje pro 21. století .... *Miloš Jirsa*

Vysokoteplotní supravodiče .... *Emil Pollert*

Tvarová paměť .... *Václav Novák*

Dielektrika nejsou jen izolanty .... *Milan Kocián*

Magnetoelektronika – fyzikální podstata a možnosti praktického použití .... *Zdeněk Šimša, Pavel Novák*

Proč je sklo průhledné? .... *Jan Mašek*

Fyzika povrchů .... *Zdeněk Chvoj, Zdeněk Kluiber*

Prozařovací elektronový mikroskop .... *Tomáš Vystavěl*

Zviditelňujeme atomy .... *Bohuslav Rezek*

Polovodičové nanostruktury .... *Jiří Oswald*

Dynamická metoda Monte Carlo pro Ehrenfestův model .... *Petr Chvosta, Zdeněk Kluiber*

Scintilátory a jejich výzkum ve Fyzikálním ústavu AV ČR .... *Jiří A. Mareš, Karel Polák*

Pozitronová emisní tomografie .... *Jiří A. Mareš, Karel Polák*

Vydalo nakladatelství ARSCI, Hellichova 7, 118 00 Praha 1. Kniha je v prodeji v nakladatelství a ve velkoobchodě Jan Kanzelsberger, Jana Masaryka 56, Praha 2.

---

* zdenek.kluiber@email.cz

Veletrh nápadů učitelů fyziky 8

Vojtěch Stach, Pedagogická fakulta JU v Českých Budějovicích*

Místo konání konference:
aula Jihočeské univerzity, Studentská 15, České Budějovice

Akci organizuje:
katedra fyziky Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity
Fyzikální pedagogická sekce Jednoty českých matematiků a fyziků

Termín konání 27.–29. 8. 2003

prezence	středa 27. 8. 2003 od 10.00 hod.
začátek	středa 27. 8. 2003 od 13.00 hod.
zakončení	pátek 29. 8. 2003 ve 12.00 hod.

Vložné (včetně ceny sborníku):
400 Kč

Ubytování:
ubytování na VŠ kolejích v blízkosti auly JU ve dvoulůžkových pokojích za 220 Kč nebo 150 Kč na osobu, podle vybavení příslušenství. Pokud bude pokoj nárokován pro jednu osobu, je cena dvojnásobná.

Stravování:
je možné zajistit ve vysokoškolské koleji rovněž v areálu JU;

Zaměření konference:
aktivní účastníci konference přicházejí se svými osvědčenými experimenty a nápady, s kterými seznamují ostatní kolegy. Většinou se jedná o zajímavé a v praxi osvědčené experimenty, často s netradičním pojetím výuky fyziky. Z účasti na předchozích ročnících vyplývá stále větší zájem o tato experimentální vystoupení.

Předběžný program, který bude upřesněn podle konkrétně přihlášených účastníků:

Středa	Příspěvky učitelů vysokých škol
Čtvrtek dopoledne	Příspěvky zahraničních hostů
Čtvrtek odpoledne	Příspěvky učitelů středních škol
Čtvrtek večer	Varhanní koncert v katedrále sv. Mikuláše v Českých Budějovicích
Pátek dopoledne	Příspěvky učitelů základních škol

Akreditace konference:
o akreditaci bylo požádáno MŠMT

Podrobnější informace:
budou uvedeny na adrese: http://eamos.pf.jcu.cz/fyzika/

Garanti konference:

Prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc.
předseda FPS JČMF

Doc. RNDr. Vojtěch Stach, CSc.
vedoucí katedry fyziky PF JU

* stach@pf.jcu.cz

Poetická fyzika

Jan Bečvář[*], Plzeň

Milí studenti! Jistě jste již dávno zjistili, že důkladné znalosti z oboru fyziky jsou pro existenci moderního člověka naprosto zásadní. Poslední fyzikální poznatky pohánějí technický rozvoj Mílovými kroky (jedná se o kroky jistého Míly Kroupy z Dolních Počernic).

Naprostá nutnost obšírných fyzikálních znalostí se však již dávno nevztahuje pouze na podivínské vědce a pološílené vynálezce všeho možného. Fyzika se dnes promítá prakticky do všech oblastí lidského bytí. Tentokrát se vás pokusím přesvědčit, že fyzika může výrazně napomoci mnohým literárním fandům k pochopení moderní poezie. Jako ilustrační text jsem zvolil několik básní německého autora Christiana Morgensterna, které u nás vyšly v překladu Josefa Hiršala pod názvem „*Písně šibeničních bratří*“.

Vrabec a klokan

Za plotem klokan bez hnutí
na vrabce zírá v pohnutí.

Vrabec, jenž sedí na stavení,
nejeví zvláštní potěšení.

A to tím spíš, že cítí: Jsem
okukován tím klokanem.

Čepýří chmýří, dostal zlost –
teď už je toho vskutku dost!

Stěží se může udržet...
Co kdyby ho ten klokan snědl?!

Ten otáčí však za hodinu –
bůhví, co je v tom za příčinu,

a možná, že v tom důvod není –
svou hlavu směrem od stavení.

Hned první báseň vzbudí v pozorném čtenáři nemalé pochybnosti. Píše se zde o klokanovi, který se chystá sežrat vrabce. V Austrálii jsem sice nikdy nebyl, takže toho o klokanech mnoho nevím, ale že by požírali drobné opeřence, to se mi příliš nezdá. Ani moje sestra, která Austrálii procestovala křížem krážem, nic podobného neviděla. Není ale třeba propadat beznaději, je tady fyzika, aby celý spor rozřešila.

Dlouhé klokanovo rozhodování má, jako všechny přírodní jevy, svoji logiku. Nesmíme zapomínat, že běh zvířecích životů je řízen výhradně nemilosrdným bojem o přežití. Jeho podstatou je efektivní shánění potravy. Dříve, než klokan na vrabce zaútočí, si musí důkladně promyslet, je-li útok vůbec v jeho silách a pakliže ano, jestli se mu vyplatí.

[*] jan@leutron.com

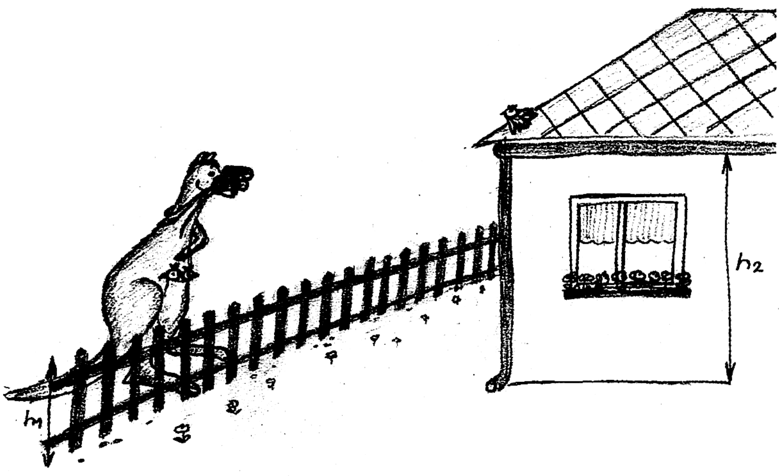
Fyzikálně řečeno:

1. Jak velký výkon by klokan musel minimálně vyvinout při šplhání na střechu, aby vrabec neuletěl?
2. Nebude vynaložená energie (čti „mechanická práce") příliš velká vzhledem k výživné hodnotě pokrmu? Pro jednoduchost uvažujme jen práci potřebnou pro šplhání. Výdej energie potřebné ke skoku zde zanedbáme.

Víme, že výška domu, na kterém vrabec sedí, je 5 m. Dříve, než může klokan začít šplhat na střechu, musí přeskočit nízký plůtek (45 cm). Reakční doba konsternovaného vrabce je v případě útoku klokana obvykle asi 1 s (typický vrabec samozřejmě reaguje v nebezpečí mnohem rychleji, jenže útok klokana je pro něj tak nečekaná událost, že zůstane obvykle zprvu sedět jako opařený). Zbývá už dodat jen hmotnost klokana (80 kg) a výživnou hodnotu vrabce (3 kJ – nezapomínejme, že vrabec je pro klokana prakticky nestravitelný, a proto je jeho výživná hodnota velice nízká). Pro upřesnění dodejme, že klokan na dům šplhá rovnoměrným pohybem.

Řešení:

Než přikročíme k řešení, nakreslíme si tradiční obrázek



a vypíšeme jednotlivé známé proměnné:

hmotnost klokana	$m = 80\ \text{kg}$,
výška plotu	$h_1 = 45\ \text{cm} = 0{,}45\ \text{m}$,
výška domu	$h_2 = 5\ \text{m}$,
reakční doba vrabce	$t_0 = 1\ \text{s}$,
výživná hodnota vrabce	$E = 3\ \text{kJ}$.

Nejdříve máme určit výkon, který musí klokan vynaložit při šplhání na střechu. Ten lze zjistit například ze vzorečku

$$P = F \cdot v\,,$$

kde v je rychlost pohybu (zde šplhu) a F síla potřebná pro danou akci.

V našem případě je F síla, kterou klokan vynakládá při šplhu na střechu, tj. síla potřebná pro překonání gravitační síly táhnoucí vačnatce zpět k zemi:

$$F = F_g = m \cdot g .$$

Rychlost šplhu vypočteme velice snadno:

$$v = \frac{h_2}{t_2},$$

kde t_2 je doba šplhu.

Aby klokan vrabce chytil, nesmí doba útoku (skládající se ze skoku přes plot a ze samotného šplhu) přesáhnout reakční dobu vrabce. V ideálním případě (aby se chudák klokan zbytečně nepředřel) se tedy doba útoku přesně rovná vrabcově reakční době. Označme dobu skoku přes plot t_1 a můžeme zapsat:

$$t_1 + t_2 = t_0 ,$$

$$t_2 = t_0 - t_1 .$$

Dosazením do vzorce pro rychlost získáme

$$v = \frac{h_2}{t_0 - t_1} .$$

O době skoku přes plot t_1 zatím vůbec nic nevíme. Prozatím ji však odložíme, vrátíme se k ní za chvilku.

Můžeme tedy dosadit za sílu i rychlost do původního vzorečku pro výkon:

$$P = m \cdot g \cdot \frac{h_2}{t_0 - t_1} .$$

Poněvadž víme, že gravitační konstanta $g = 10\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}$, a ostatní hodnoty známe ze zadání, je řešení prakticky hotovo. Jen ještě zjistit, jak dlouho by klokanovi mohl trvat skok přes onen zpropadený plůtek.

Jak na to? Při šplhu je rychlost pohybu čistě v rukách (tlapách) příslušného šplhouna, stačí jen trochu přidat a šplhaná vzdálenost je rázem překonána za kratší dobu. Se skákáním je to ovšem zcela jinak. Jak se jednou odrazíte, jste plně v moci zemské gravitace a se skokem samotným (natož pak s dobou jeho trvání) nic neuděláte. Až se milé gravitaci zachce, bací s vámi zpátky o zem.

Naštěstí má ale vše svá pravidla a to, kdy se gravitaci zrovna „zachce", můžeme poměrně snadno vypočítat. Například víme, že při volném pádu po určitou dobu t těleso urazí dráhu s rovnou

$$s = \tfrac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 .$$

Odtud můžeme naopak zjistit, že doba trvání volného pádu z určité výšky s je rovna

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{g}} .$$

Můžeme si rovněž prozradit, že takový skok přes plot se vlastně skládá ze dvou částí (odrazu směrem vzhůru a pádu zpět na zem), z nichž každá je přesným zrcadlovým obrazem té druhé. Začněme tou druhou částí – volným pádem z pozice těsně nad plotem směrem dolů. Poněvadž známe délku dráhy tohoto volného pádu (je jí vlastně výška plotu h_1), umíme vypočítat i dobu jeho trvání t_p podle právě odvozeného vzorce

$$t_p = \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}} .$$

První část skoku (pohyb vzhůru k vrcholku plotu) je zrcadlovým obrazem druhé části (volného pádu). Zatímco v případě volného pádu se klokan začíná pohybovat nulovou rychlostí, postupně zrychluje, aby nakonec poměrně velkou rychlostí dopadl na zem (gravitační síla jeho pohyb po celou dobu urychluje), v případě skoku směrem vzhůru se klokan odráží určitou rychlostí a vlivem gravitační síly se jeho pohyb postupně zpomaluje, až těsně nad plotem (pokud se klokan neodrazil příliš) dosáhne rychlost nulové hodnoty a klokan vzápětí začíná padat. Díky tomu, že jej směrem vzhůru zpomaluje stejná síla, která jej pak při volném pádu urychluje, platí několik zajímavých pravidel. Například rychlost odrazu klokana se rovná rychlosti dopadu na zem, ale zejména doby trvání obou částí skoku (pohybu vzhůru a pádu dolů) jsou stejné. Díky tomu můžeme celkovou dobu skoku snadno vypočítat jako dvojnásobek doby volného pádu z vrcholku plotu:

$$t_1 = 2 \cdot t_p,$$

$$t_1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}}.$$

Dosadíme-li tento výraz do vzorce pro výkon

$$P = m \cdot g \cdot \frac{h_2}{t_0 - 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}}},$$

můžeme již za všechny proměnné dosadit zadané hodnoty a určit výsledek:

$$P = 10\,000\ \text{W}.$$

Druhá část úkolu (zjištění práce vynaložené při šplhání) bude ještě mnohem jednodušší. Známe totiž vztah mezi výkonem a prací:

$$P = \frac{W}{t_2},$$

t_2 je opět doba, po kterou práci konáme, v našem příkladu tedy opět ona doba šplhání za vrabcem na střechu, $t_2 = t_0 - t_1$. Potom

$$W = P \cdot (t_0 - t_1),$$

$$W = P \cdot \left(t_0 - 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}} \right),$$

$$W = 4000\ \text{J}\ (= 4\ \text{kJ}).$$

Z výsledku vidíme, že lov se klokanovi nemůže vyplatit, poněvadž vynaložená práce převyšuje výživnou hodnotu úlovku. Proto se náš klokan nakonec od vrabce odvrací a můžeme zodpovědně prohlásit, že klokan v divoké přírodě loví vrabce opravdu jen velice sporadicky. Dlužno také poznamenat, že málokterý klokan dokáže šplhat na dům rychlostí $12{,}5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Poznámka 1: Celý postup řešení bychom samozřejmě mohli obrátit, napřed vypočítat vykonanou práci ($W = m \cdot g \cdot h_2$) a z ní pak potřebný výkon podle vzorce $P = \frac{W}{t_2}$. Snaživí počtáři se samozřejmě mohou zamyslet i nad tím, kolik energie by klokan asi spotřeboval při přeskočení plůtku.

Poznámka 2: Klokan by se mohl pokusit přes plůtek skočit rovnou na zeď domu, čímž by ušetřil čas i síly. Ovšem v praxi takové akrobatické kousky vidíme jen zcela výjimečně a klokani zpravidla volí konzervativnější způsob lovu, jaký jsme právě podrobně popsali v řešení příkladu.

Poznámka 3: Na závěr musíme přiznat, že uvedený výpočet spotřebované energie není zcela správný. Klokan vydává energii potřebnou jednak ke zvýšení své polohové (potenciální) energie $\Delta E_p = m \cdot g \cdot h_2$ (tu jedinou jsme v příkladu uvažovali), ale také k dosažení pohybové (tj. kinetické) energie $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ (o té jsme s ohledem na zaměření článku pro ZŠ taktně pomlčeli). Skutečný celkový výdej energie je tak roven součtu kinetické energie a změny potenciální energie $E_c = E_k + \Delta E_p = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h_2$. Pokud by klokan navíc uvedené rychlosti nedosáhl v dostatečně krátkém (tj. zanedbatelném) čase, museli bychom též zrušit náš předpoklad o rovnoměrném pohybu (klokan by postupně zrychloval) – ale tím bychom příklad již příliš zamotali...

Problém

Kámen si letěl dál a dál,
ač neměl křídla, nemával.
Nu, přejme mu to, ámen.
Přesto však, jaký div se stal,
že může létat kámen!

Letící kámen může těžko někoho překvapit, je-li to kámen malý a v dohledu stojí výtržník s prakem v ruce. Jedná-li se však o velký balvan volně letící krajinou, máme hned důvod k zamyšlení. Vidíme, že i sám autor básně je zcela v koncích a sám neumí daný jev uspokojivě vysvětlit. Opravdového fyzika však letící kámen v žádném případě nevyvede z míry a ihned mu dojde, že kámen v sobě skrývá dutinu naplněnou héliem (nebo jiným lehkým plynem).

Určete, jaký podíl (v procentech) objemu kamene musí zabírat hélium, aby kámen létal.

Řešení:

Pusťme se bez dlouhých okolků rovnou do řešení. Možná vás v první chvíli poněkud zaskočí, že po vás chceme konkrétní výsledek, aniž bychom zadali jakékoli vstupní hodnoty. Nicméně neohrožený fyzik si poradí v každé šlamastyce.

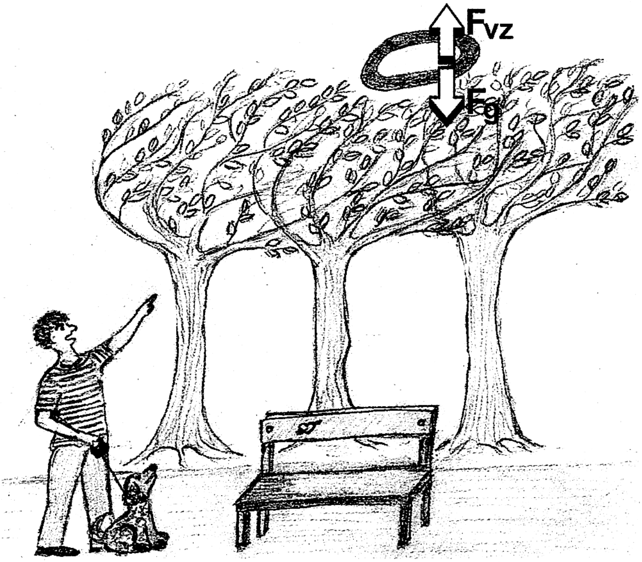
Například jej napadne, že kámen letící vzduchem bude mít jistě co do činění s Archimédovým zákonem – tedy se vztlakovou silou. A už se bude pídit po potřebných hustotách. V tabulkách nalezne

hustotu vzduchu $\rho_{vzd} \doteq 1{,}3\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$,

hustotu kamene (např. žuly) $\rho_k \doteq 2800\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$,

hustotu hélia $\rho_{He} \doteq 0{,}18\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Po zaklapnutí matematicko-fyzikálních tabulek jej jistě napadne, že obrázkem nic nezkazí a zbytek už se snad nějak vyvrbí:



Objem celého tělesa V se skládá ze dvou částí, objemu héliové bubliny V_{He} a objemu kamenného obalu V_k:

$$V = V_{He} + V_k .$$

Rovněž celkovou hmotnost m můžeme vyjádřit jako součet hmotnosti hélia a kamene:

$$m = m_{He} + m_k .$$

Aby kámen mohl samovolně (tj. bez vnější intervence) létat, musí být síly, které na něj působí (gravitační F_g a vztlaková F_{vz}) v rovnováze, tj. musejí mít shodné velikosti:

$$F_g = F_{vz} .$$

Pokusme se nyní obě síly vyjádřit pomocí výše zavedených proměnných. Vztlaková síla, působící na těleso, má velikost rovnou

$$F_{vz} = V \cdot \rho_{vzd} \cdot g$$

a tedy

$$F_{vz} = \left(V_k + V_{He}\right) \cdot \rho_{vzd} \cdot g .$$

Naproti tomu velikost gravitační síly je součinem hmotnosti tělesa a gravitační konstanty:

$$F_g = m \cdot g ,$$

$$F_g = \left(m_k + m_{He}\right) \cdot g .$$

Dosazením do vzorce pro rovnováhu sil získáváme

$$\left(V_k + V_{He}\right) \cdot \rho_{vzd} \cdot g = \left(m_k + m_{He}\right) \cdot g$$

a po úpravě

$$\left(V_k + V_{He}\right) \cdot \rho_{vzd} = m_k + m_{He} .$$

V zadání příkladu si objektivně obětavý autor objednal vztah mezi oběma objemy – tj. mezi objemem hélia a objemem kamenného obalu, v jehož objetí je hélium – tak po této větě bych si rád o(d)běhl na oběd. Abychom se k nějakému takovému vztahu dobrali, potřebujeme naši rovnici upravit na tvar obsahující pouze známé proměnné a uvedené dva objemy (V_k a V_{He}). Jinými slovy, potřebujeme se nějak „zbavit“ hmotností na pravé straně rovnice. Naštěstí umíme hmotnost vyjádřit právě pomocí objemu a odpovídající hustoty:

$$m_{He} = V_{He} \cdot \rho_{He},$$

$$m_k = V_k \cdot \rho_k .$$

Tudíž
$$\left(V_k + V_{He}\right) \cdot \rho_{vzd} = V_k \cdot \rho_k + V_{He} \cdot \rho_{He},$$

$$V_{He} \cdot \left(\rho_{vzd} - \rho_{He}\right) = V_k \cdot \left(\rho_k - \rho_{vzd}\right).$$

Najednou se nám celá situace vyjasňuje a my můžeme konečně vyjádřit podíl objemu kamene a hélia v letícím tělese:

$$\frac{V_k}{V_{He}} = \frac{\rho_{vzd} - \rho_{He}}{\rho_k - \rho_{vzd}},$$

$$\frac{V_k}{V_{He}} \doteq 0,0004 .$$

Objem kamenné slupky tedy činí pouhých $0,04\ \%$ objemu dutiny s héliem.

Řešení příkladu sice nebylo úplně jednoduché, ale ukázali jsme si, že i při minimálním množství známých informaci můžeme dojít k zajímavým závěrům.

Poznámka 1: Pozorný čtenář si jistě všiml, že zadání od nás ve skutečnosti požadovalo poněkud odlišnou informaci, než kterou zde drze vydáváme za odpověď. Úkolem nebylo zjistit podíl objemů kamene a hélia $\left(\frac{V_k}{V_{He}}\right)$, ale podíl objemu hélia a celkového objemu tělesa $\left(\frac{V_{He}}{V}\right)$. To již ale jistě zvládnete sami (pro kontrolu jen přibližný výsledek: $99,96\ \%$).

Poznámka 2: Kámen by mohl vzlétnout i v případě ještě většího podílu objemu hélia. V takovém případě by ovšem vztlaková síla převážila nad sílou gravitační a kámen by ulétl vzhůru jako pouťový balónek. Stejná poznámka platí i pro použití slabě zředěného hélia. V případě silně zředěného hélia by kámen nelétal, poněvadž snížený tlak silně zředěného hélia uvnitř kamene by neudržel tenkou kamennou slupku, která by byla zcela jistě rozdrcena okolním atmosférickým tlakem.

Pohledem na výsledek zjišťujeme, že hélium by muselo vyplnit takřka celý objem a na samotný kámen by tedy zbývala jen tenká slupička kolem. Například kulový kámen s poloměrem 1 m by měl kamennou slupku silnou pouze 0,13 mm, jak snadno ověříte s využitím vzorce pro výpočet objemu koule.

Takový kámen by byl samozřejmě velice křehký a daleko by nedoletěl. I tentokrát jsme důkladným fyzikálním rozborem prokázali, že celá báseň je poněkud přitažená za vlasy a můžeme s úspěchem pochybovat, zda se její děj zakládá na realitě. Nicméně dejme autorovi ještě jednu šanci…

Korfovy hodiny

Korf vynalez hodiny
s dvěma páry rafií,
na nichž den své vteřiny
vpřed i nazad odvíjí.

Jsou-li dvě – i deset máš;
jsou-li tři – je devět též;

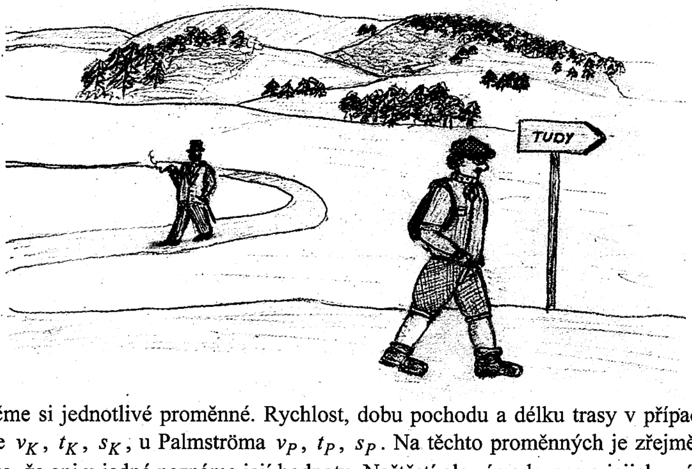
stačí, když se podíváš,
strach z času mít přestaneš.

Na hodinách s dvěma cykly,
janusovským »sem i tam«
(pročež v hlavě Korfa vznikly)
čas se ruší sebou sám.

V této poutavé básni nám autor představuje opravdovou technickou zajímavost – speciální hodiny vynalezené jistým Korfem. Čtenáři Morgensternových básní by vám prozradili, že Korf je opravdu svérázný, ale sympatický chlapík, prožívající svá četná dobrodružství s kamarádem Palmströmem. Nakonec i svoje dvojité hodiny vynalezl, jen aby mohl nějak omluvit vlastní lenivost. Milý Palmström totiž každou sobotu vymyslel nějaký nový pěší výlet a nutil Korfa, aby se jej také zúčastnil. Korf sice byl schopen vytyčenou trasu nějakým způsobem překonat, ale jeho tempo se s Palmströmovým nemohlo rovnat. Palmström se mu pak večer vždycky vysmíval a ukazoval mu na hodinkách, kdy dorazil on, a o kolik později Korf. Korfa to pochopitelně silně dráždilo a proto zapojil svoji představivost a vymyslel si speciální hodinky, u nichž jdou rafičky pozpátku. Minulou sobotu tak Palmströma pěkně převezl, neboť v cíli měli na hodinkách oba přesně stejný čas, přestože Korf se opět celou cestu pěkně loudal. Ostatně posuďte sami.

Informací máme poměrně málo, víme pouze, že v době startu měli na svých hodinkách oba přesně poledne. Korf se díky svému vynálezu ani příliš nenutil k nějakému vyššímu tempu a tak byla jeho rychlost pochodu o $2\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ nižší, než Palmströmova. V době, kdy Palmström dorazil do cíle, měl Korf za sebou teprve $13{,}5\,\text{km}$. Dokážete z uvedených údajů zjistit, jakými rychlostmi se oba turisté pohybovali? A jaká byla délka trasy? Zkusme to společně.

Řešení:



Označme si jednotlivé proměnné. Rychlost, dobu pochodu a délku trasy v případě Korfa označíme v_K, t_K, s_K, u Palmströma v_P, t_P, s_P. Na těchto proměnných je zřejmě nejzajímavější to, že ani u jedné neznáme její hodnotu. Naštěstí ale víme leccos o jejich vzájemných vztazích.

Jako první se nabízejí zřejmé vztahy pro průměrnou rychlost chůze obou výletníků:

$$v_K = \frac{s_K}{t_K},\ v_P = \frac{s_P}{t_P}. \qquad (1, 2)$$

Dále víme, že oba šli stejnou cestou, tedy urazili stejnou dráhu:

$$s_K = s_P. \qquad (3)$$

Palmström pochodoval o $2\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ větší rychlostí než Korf. Dříve než však tento vztah zapíšeme, učiňme dohodu, že místo základních jednotek (m, s, $\frac{\text{m}}{\text{s}}$) budeme užívat jednotky doplňkové (km, h, $\frac{\text{km}}{\text{h}}$), poněvadž v těchto jednotkách jsou zadány všechny vstupní hodnoty a převádět je všechny na jednotky základní by byla pouze zbytečná komplikace. Dále se dohodneme, že v zápisech jednotlivých vztahů budeme zpočátku pro jednoduchost jednotky úplně vynechávat a úlohu budeme řešit pouze numericky. Nyní tedy již můžeme zapsat:

$$v_P = v_K + 2. \qquad (4)$$

Dále víme, že v cíli ukazovaly Palmströmovy i Korfovy hodinky stejný čas. Palmströmovy hodinky k němu dospěly běžným způsobem, ale Korfovy hodinky běžely celou cestu „pozpátku“. Poněvadž na startu měli oba přesně poledne (obě ručičky směřující svisle vzhůru k dvanáctce), můžeme usoudit, že součet obou časů je právě 12 hodin. Palmströmovy ručičky totiž do cílové polohy dospěly obvyklým dopředným pohybem, Korfovy ručičky však do stejné polohy dospěly opačným směrem. Dohromady tak vlastně oboje ručičky proběhly celý ciferník, a tudíž dohromady běžely právě těch zmiňovaných 12 hodin:

$$t_K + t_P = 12. \qquad (5)$$

Konečně poslední informace uvedená v zadání: ve chvíli, kdy Palmström protínal cílovou pásku, měl za sebou Korf právě 13,5 km. Označme tuto vzdálenost s_0. Víme, že tuto vzdálenost Korf urazil svojí typickou rychlostí v_K, a že na ní potřeboval Palmströmovu celkovou dobu pochodu, tj. t_P. Díky tomu můžeme zapsat

$$s_0 = v_K \cdot t_P$$

$$v_K \cdot t_P = 13{,}5. \qquad (6)$$

Tím máme dokončen matematický zápis zadání a můžeme se pustit do bádání. Nejedná se v podstatě o nic jiného, než o soustavu šesti rovnic o šesti neznámých.

Nejprve to nejjednodušší – dosaďme ze vztahů (1), (2) do rovnice (3):

$$v_K \cdot t_K = v_P \cdot t_P$$

a do výsledného vztahu pak z rovnic (4) a (5):

$$v_K \cdot (12 - t_P) = (v_K + 2) \cdot t_P. \qquad (7)$$

Při poslední úpravě jsme měli na paměti, že v poslední dosud nevyužité rovnici (6) se vyskytují právě proměnné v_K a t_P, proto se uvedeným dosazením zbavíme „přebytečných“ proměnných v_P a t_K. Celý problém jsme tak již zjednodušili na soustavu dvou rovnic (6) a (7) o dvou neznámých. Úpravami (7) dostáváme:

$$6 \cdot v_K - t_P = v_K \cdot t_P \qquad (8)$$

Po vyjádření t_P ze vztahu (6):

$$t_P = \frac{13{,}5}{v_K} \qquad (9)$$

dosadíme zpět do (8):

$$6 \cdot v_K - \frac{13{,}5}{v_K} = v_K \cdot \frac{13{,}5}{v_K},$$

$$6 \cdot v_K^2 - 13{,}5 \cdot v_K - 13{,}5 = 0 \tag{10}$$

a celý problém se nám již scvrkl na jednoduchou kvadratickou rovnici. Jak sami jistě snadno zjistíte, rovnice má dva kořeny: $v_{K1} = 3$, $v_{K2} = -0{,}75$. Druhý kořen nemá v našem případě smysl (Korf se určitě nepohyboval zápornou rychlostí) a tedy můžeme zapsat výsledek (teď už s jednotkami):

$$v_K = 3\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}.$$

Snadno rovněž odvodíme zbylé dvě neznámé ze zadání, tj. Palmströmovu rychlost a celkovou délku pochodu:

$$v_P = 5\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}},$$

$$s_K = s_P = 22{,}5\ \mathrm{km}.$$

Na první pohled možná složitě vypadající příklad, ale po přehledném matematickém zápisu všech známých fakt a s trochou té matematiky nakonec poměrně snadná záležitost.

Musíme rovněž uznat, že poslední báseň již smazala všechny pochyby vyvstalé u prvních dvou ukázek. Místo zbytečného fantazírování se autor zaměřil na popis vcelku zajímavého vynálezu, který by mohl mnohému opozdilci splnit neocenitelnou službu. Jen tak dál!

Čtvrtá a poslední ukázka z Morgensternovy originální tvorby nemá již s fyzikou tolik společného. Nicméně může posloužit i jako pěkný rébus, jehož řešení je v některých případech pořádně zapeklité, takže vaše mozkové závity se opět pěkně provětrají. A pokud chcete, můžete zkusit vymyslet i nějaké pokračování.

Na prvního čtenáře, který do redakce časopisu zašle nějaké vtipné pokračování níže uvedené básničky-rébusu, včetně řešení svého pokračování, čeká malá odměna.

Nové názvy navržené přírodě

Pampevlk
Tygrhart
Plazoret
Děsnýš císařský
Sýdřeň koprsa
Brejmyslivec
Dědkučka maršál
Kudyzík krkonošský
Kotrok říční
Bědava
Žrahlt
Pětikráska
Moudiloďka
Lenostoj čtyřprstý
Protilička rolní
Štikaď samice
Brskonopí
Ránocel menší
Vidamýžď
Škrvrána
Seloká rybničná
Chahája potoční
Slepavka
Kuklava
Kožál
Červenín
Ekzémník
Mokrk
Mžikev
Ostřída
Kuřenka

V článku byly uvedeny čtyři básně z knihy Christiana Morgensterna (1871–1914) „Písně šibeničních bratří" vydané nakladatelstvím Mladá fronta (edice Květy poezie) v roce 2000. Jedná se o nejznámější překlad Morgensternovy poezie pořízený Josefem Hiršalem.

Poznámka na závěr: Morgensternovy básničky byly též často inspirací mnoha hudebníkům, kteří se je pokoušeli s většími či menšími úspěchy hudebnit. Mezi nejznámější a nejzdařilejší počiny v tomto směru se řadí „Veliké lalulá" a další skladby skupiny Stromboli či „Krychle" populárního plzeňského uskupení Disharmonici.

Komentáře a metodický materiál pro učitele fyziky k řešení úloh FO

Ivo Volf, ÚV FO, Univerzita Hradec Králové*

Tak jako po několik minulých let jsme pro soutěžící v kategoriích E, F připravili soubor 15 úloh z celé oblasti výuky fyziky na základní škole. Protože konstrukce osnov fyziky v konkrétní škole a třídě závisí podstatně na výběru pořadí tematických celků učitelem fyziky, ponecháváme na něm i výběr soutěžních úloh I. kola FO. **Učitel fyziky stanoví sedmici povinných úloh zvlášť pro žáky 8. ročníků a zvlášť pro žáky 9. ročníků.** Musí se tedy s úlohami alespoň orientačně seznámit (nejlepším postupem by bylo, aby je všechny pečlivě vyřešil), přičemž zjistí, které úlohy odpovídají již probranému učivu fyziky ve třídách, kde vyučuje.

Cílem tohoto článku je poskytnout další informace, jež se týkají konkrétní metodiky řešení zadaných úloh, a dále nabízíme dodatkové návodné nebo analogické úlohy s ohledem na úlohy do soutěže zadané. Vycházíme z žádosti řady učitelů fyziky, aby kromě výsledků, jež jsou na internetu uvedeny, dostali učitelé k dispozici další metodický materiál.

Učitelé by si měli především přečíst poznámku pro soutěžící uvedenou v záhlaví zadání úloh: *„řešte především ty soutěžní úlohy, které vám doporučí váš vyučující fyziky. Nikdo vám však nebude bránit v řešení dalších úloh, pokud na ně svými znalostmi budete stačit.“*

Při řešení úloh **doporučujeme využívat plně kalkulačku, náčrtky, grafy a grafické metody řešení.** Doneslo se mi, že někteří žáci-řešitelé FO mají námitky k počtu podotázek, pokud překročí *„únosnou míru tři“*! Zdůrazňuji, jako jediný autor všech úloh v tomto ročníku, že každá úloha je z důvodu metodického vedení řešitele strukturována, a právě uvedené otázky umožňují vytvořit každému řešiteli úspěšnou strategii řešení problému, jež vede ke správnému výsledku.

Závěrem těchto úvodních slov ještě poznámku. Občas mi učitelé fyziky na základní škole namítají, že úlohy vysoce přesahují standard současné výuky a pro žáky jsou příliš náročné, zejména však tím, že zabíhají do fyziky středoškolské. **Jedním z cílů fyzikální olympiády je vyhledávat děti talentované pro fyziku a rozvíjet jejich intelektuální nadání.** To je možné díky vhodným zajímavým a dostatečně náročným problémům. Jednoduché úlohy, opírající své řešení o dosazení do jednoho vzorce, tento úkol splnit nemohou. Před žáky talentované, jichž je nejvýše 15–20 % v populaci, musíme stavět úkoly, které povzbudí jejich proces myšlení. Proto vybírám úlohy vždy obtížnější nebo úlohy, jež lze řešit na dvou úrovních – lehčí část postačuje k pozitivnímu hodnocení, v obtížnější je pak řešitel nucen využít tvořivého přístupu. Je pravda, že někteří soutěžící fyzikální olympiády na řešení stačí sami, některým musí učitel pomoci: radou, návodem nebo jen prostým nasměrováním úvah při řešení.

Poznámky k úlohám FO – E, F – 44

1. CYKLISTA JEDE DO KOPCE.

Úloha vychází z praxe řidičů (včetně značky pro stoupání), využívá skutečnosti, že stoupání $p = \frac{h}{l} = \sin\alpha$, kde h představuje stoupání na trati délky l, (α je úhel sklonu). Těleso pohybující se rovnoměrně po nakloněné rovině vzhůru se musí pohybovat účinkem tahové síly $F = \frac{m \cdot g \cdot h}{l} + F_0$. Práci při stoupání stanovíme jako $W_1 = m \cdot g \cdot \frac{h}{l} \cdot l = m \cdot g \cdot h$, práci při

* ivo.volf@uhk.cz

překonávání třecí síly $W_2 = F_0 \cdot l$ a tedy $W_C = m \cdot g \cdot h + F_0 \cdot l$. Výkon cyklisty určíme $P = \frac{W_C}{t} = F \cdot l \cdot \frac{v}{l} = F \cdot v$.

1-1

U železniční trati bývají zajímavé značky, jež souvisejí se stoupáním nebo klesáním tratě. Vysvětlete, co znamenají značky $\frac{17}{2400}$, $\frac{1750}{5}$.

1-2

Z automapy si Pavel vyčetl, že na úseku 4,6 km překonala silnice výškový rozdíl 230 m. Určete stoupání na tomto úseku. Ve skutečnosti prvních 1 350 m se uskutečnilo po rovině, pak přišlo stoupání a zbývajících 1 350 m vozovka pokračovala po vodorovném úseku. Určete stoupání a nakreslete příčný řez sledovaným úsekem. (5 %, resp. 12 %)

1-3

V turistické mapě je vyznačena přímá stezka, jejíž délka na mapě je 12 cm, měřítko mapy je 1:12 500. Výškový údaj na začátku stezky je 890 m, na konci 1 120 m. Načrtněte výškový profil stezky, předpokládáme-li stálé stoupání. Jaká je skutečná délka trasy, kterou turista urazí po stezce? (1 517 m)

1-4

Aby se udržela stálá rychlost vozidla na trase do mírného kopce, musí být tahová síla 600 N; z toho 240 N představují odpory proti pohybu. Jaká síla musí působit na vozidlo, aby se pohybovalo z kopce dolů po stejné trati a stejnou rychlostí? Rozjelo by se poté, co by na určitém místě úseku zastavilo? (brzdící síla musí mít velikost 120 N)

2. Děti kapitána Granta.

Úloha vychází z geografických motivací. Žáci se seznamují se zeměpisnými pojmy systematicky od 6. ročníku. Nikdo jim však nevysvětlil, že zeměpisná šířka daného místa je vlastně úhel, který svírá spojnice daného místa a středu Země s rovinou rovníku. To lze znázornit na glóbusu a doprovodných obrázcích. Zeměpisná délka je pak úhel, který svírá rovina poledníku daného směru s rovinou tzv. nultého poledníku procházejícího Greenwichem. Tyto úhly dovolí stanovit poloměr kružnice, jež se nazývá rovnoběžka, procházející místy o stejné zeměpisné šířce φ: $r = R_Z \cdot \cos\varphi$. Poloměr r vypočítáme nebo sestrojíme jeho přibližnou hodnotu: v kružnici o poloměru 64 mm zjistíme délku poloviny tětivy k příslušnému úhlu. Ostatní části úlohy plynou z práce s glóbusem a atlasem. Část úlohy c) je opakováním poznatků ze zeměpisu.

2-1

Vypočtete délku rovníku, je-li $R_Z = 6378\,\text{km}$. Jak velká část rovníku připadá na změnu $1°$, $1'$, $1''$ zeměpisné délky. Jaké údaje získáme pro 60. rovnoběžku?

(111 km, 1,85 km, 31 m)

2-2

Dva lidé na rovníku zjistili, že Slunce kulminuje v rozdílném čase, i když jejich hodinky jdou přesně a jsou nastaveny na tzv. World time (WT). Vysvětlete tento termín, vysvětlete i popsaný jev. Časový rozdíl představoval přesně 28 min – jaký je rozdíl v zeměpisné délce míst, kde se lidé nacházeli? (780 km)

2-3

Vysvětlete, jak lze pomocí časového rozdílu, kdy nastává tzv. místní poledne (okamžik horní kulminace Slunce), stanovit rozdíl v zeměpisné délce míst. Jak Cyrus Vance z Tajuplného ostrova (což je román J. Verna) zjistil zeměpisnou délku ostrova, na němž ztroskotala posádka balónu?

2-4

Jednotka rychlosti „uzel" je definována jako rychlost, při níž loď urazí jednu námořní míli za hodinu. Podívejte se do matematicko-fyzikálních tabulek a vysvětlete, proč 1 námořní míle (nautical mile) je rovna 1 852 m. Víte, že rovníkový poloměr země je 6 378 km, polární poloměr 6 356 km.

3. PUK PŘI LEDNÍM HOKEJI.

Na střední škole se žáci hned po začátku školního roku dozvědí, že při pohybu rovnoměrně zpomaleném se rychlost tělesa s časem mění podle vztahu $v = v_0 - a \cdot t$, kde v_0 je počáteční rychlost, a je zpomalení tělesa a dráha při pohybu se dá stanovit ze vztahu $s = \frac{1}{2} \cdot (v_0 + v) \cdot t = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$.

Nerovnoměrné pohyby však nejsou do obsahu osnov fyziky základní školy zařazeny, neboť jde o „obtížnou tématiku". A tak žáci, ačkoli se v konkrétních situacích sami zrychlují či zpomalují, nejsou o těchto pohybech poučeni. Zkušenost ukazuje, že žáci se zájmem o fyziku a především žáci talentovaní pochopí práci s grafem $v(t)$ a příslušné problémy dokáží vyřešit. Úloha s pukem je opřena právě o grafické řešení.

3-1

Automobil se pohybuje od okamžiku, kdy cestující začne sledovat čas, nejprve rovnoměrně rychlostí $90\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ po dobu 20 s a potom se po dobu 40 s zpomaluje tak, že jeho rychlost se za tuto dobu zmenšila na $5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$, přičemž velikost rychlosti klesá lineárně s časem. Nakreslete graf $v(t)$, určete rychlost automobilu v době 30 s, 40 s, 50 s, 60 s od okamžiku sledování času. Za jak dlouho se automobil zastavil? Jakou dráhu urazil automobil rovnoměrným pohybem? Jaká je celková dráha nutná k zastavení? (70 s, 500 m, 625 m)

3-2

Nakresli graf popisující změny rychlosti motocyklisty v závislosti na čase při následujícím ději: motocykl se při závodech z klidu rozjížděl a po době 12 s získal rychlost $108\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$, touto rychlostí jel po dobu 24 s a dalších 24 s se rovnoměrně zpomaloval, až zastavil v místě startu. Jaká byla délka jednoho kola? Jakou průměrnou rychlostí motocyklista jel?

(1 260m, $75{,}6\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$)

3-3

Cyklista o počáteční rychlosti $12{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ se pohyboval po suché vozovce rovnoměrně zpomaleně tak, že po 10 s měl rychlost $10\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Pak za 5 s projel blátivou kaluží a jeho rychlost se zmenšila na $5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Jak dlouho se pohyboval po dalším suchém úseku, než se zastavil? Jakou dráhu urazil v jednotlivých úsecích? K řešení úlohy si nakreslete graf vyjadřující závislost rychlosti na čase. (20 s, dráhy 112,5 m, 37,5 m, 50 m)

4. NÁKLADNÍ AUTODOPRAVA.

Úloha je zaměřena na využití vztahu $m = \rho \cdot V$, předpokládá se, že žáci znají vztahy pro výpočet objemu kvádru. Je třeba naučit pracovat žáky s fyzikálními tabulkami (tabulky hustoty), i když v úlohách jsou údaje uvedeny.

4-1

V policejní zprávě se uvádělo, že zloději odcizili z chemické laboratoře 3,2 litru rtuti ve speciálním kontejneru, jehož hmotnost je 4,2 kg, je-li prázdný. Určete hmotnost a tíhu lupu, je-li hustota rtuti $13\,600\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. (47,7 kg)

4-2

Zlaté cihličky mají tvar kvádru, jejich rozměry jsou v poměru $a:b:c = 1{,}2:2{,}5:4{,}5$ a hmotnost 6,0 kg. Stanovte rozměry cihliček, je-li hustota zlata $19300\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

(3,4 cm, 7,1 cm, 12,8 cm)

4-3

Hustota vzduchu v učebně je $1{,}2\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, rozměry učebny jsou 6,4 m a 12,8 m, výška 2,8 m. Unesli byste vzduch z této učebny, kdyby byl vysátý do igelitového pytle? (275 kg)

5. ZÁZNAM HUDBY NA GRAMOFONOVÉ DESCE.

K řešení úlohy je nutno vyjít z osobních zkušeností žáků (mají-li ještě doma gramofon) nebo jim gramofonovou desku a její reprodukci předvést. Úloha pohybu po spirále se redukuje na soustavu soustředných kružnic. Předpokládá se, že pohyb desky je rovnoměrný otáčivý, žáci musejí umět vypočítat délku kružnice.

6. AUTOMOBIL SE ROZJÍŽDÍ.

Úloha popisuje situaci, s níž se žáci běžně setkávají: vozidlo je nejprve v klidu, rozjíždí se a zase zastavuje. Je zaměřena na pochopení časové závislosti rychlosti, a to pomocí nejprve tabulky, jejíž hodnoty budou přeneseny do grafu $v(t)$.

6-1

Vzletová rychlost letadla je $180\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ a letadlo ji dosáhne po rovnoměrném zrychlování po rozjezdové dráze po 25 s od okamžiku startu. Znázorněte v grafu $v(t)$, jak se rychlost letadla zvětšuje, a určete minimální délku rozjezdové dráhy. (625 m)

6-2

Lyžař sjíždí po vyjeté stopě z kopce rovnoměrně zrychleně tak, že po době 50 s získal rychlost $12{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ a octl se na úpatí kopce. Pak však vjel do hustého „prašanu" a začal se rovnoměrně zpomalovat a za 25 s zastavil. Rovnoměrně zrychlené a zpomalené pohyby vyjadřují skutečnost, že se rychlost lineárně mění v závislosti na čase. Nakreslete graf rychlostí jako funkce času – $v(t)$ a určete dráhu, kterou lyžař urazil po kopci dolů a v hustém prašanu. Jak by vypadal graf dráhy jako funkce času – $s(t)$? (312 m a 156 m)

7. MOTOCYKLOVÉ ZÁVODY.

Při řešení úlohy se nahrazují skutečné pohyby v jednotlivých úsecích modelovými pohyby s průměrnou rychlostí. Změny rychlosti na rozhraní úseků se považují za okamžité jevy. K řešení je vhodné sestrojit graf $s(t)$. V něm je třeba přivést žáky na myšlenku, že koncová poloha motocyklu po ukončeném okruhu je současně počáteční polohou téhož motocyklu na dalším okruhu, takže tomuto jedinému časovému okamžiku odpovídají dvě polohy místní. Konstrukce grafu vede ke snadnému řešení zejména části c) úlohy.

7-1

Dva cyklisté jezdí po okruhu délky 600 m tak, že jeden urazí okruh za 60 s, druhý za 75 s. Zjistěte, kdy se cyklisté vzájemně minou, vyrazí-li v témž časovém okamžiku a jedou
- z téhož místa stejným směrem;
- z téhož místa opačnými směry;
- z vzájemně opačných míst okruhu stejným či opačným směrem.

(po 300 s, 33 s, 150 s, 17 s)

7-2

Jedna londýnského trasa metra má délku 18,0 km a souprava ji urazí za dobu 30 min včetně minutových zastávek na stanicích. Z koncových stanic vyjíždějí v období špičky soupravy s časovým rozdílem 4 min. Zjistěte, kolik souprav je na trati v každém směru. Část trasy metra je na povrchu (cestou na letiště v Heathrow). Jak často se soupravy této linky míjejí? Kolik souprav by mohl cestující potkat, jede-li z jedné konečné na druhou?

(8 souprav, soupravy se míjejí každé 2,1 min, lze potkat 14, případně 15 souprav)

7-3

Vlaková souprava ze stanice se rozjíždí z klidu a po 80 s dosáhne rychlosti $90\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$, touto rychlostí jede 240 s a dalších 240 s se rovnoměrně zpomaluje až zastaví v další stanici. Určete vzdálenost obou stanic a průměrnou rychlost soupravy, s níž je počítáno v jízdním řádu.

(10 km, $64\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$)

8. JEŘÁB ZVEDÁ PANEL.

Úloha představuje řešení komplexnějšího problému, v němž se spojují znalosti o hustotě, objemu a hmotnosti, tíze panelu, práci a výkonu. Doplňkových úloh k této jinak standardní úloze je dost, a proto žádné neuvádíme.

9. PRŮTOKOVÝ OHŘÍVAČ.

Úloha spojuje dva základní problémy – průtok vody potrubím, popisovaný rovnicí plynulého proudění (rovnicí kontinuity $Q_V = S \cdot v$), a rovnici kalorimetrickou. První rovnice vychází ze zákona zachování hmotnosti a podle starších učebnic fyziky byla vždy zařazována do učiva fyziky na základní škole. Druhá rovnice vychází ze zákona zachování energie. Řešení vyžaduje od řešitele myšlenku vytvořit si model, v němž se dynamický stav (proudění vody doprovázené ohříváním) nahrazuje stavem statickým (postupné ohřátí vody v bojleru).

9-1

Do vany přitéká studená voda o teplotě 15 °C a objemovém toku $8\,\frac{\text{l}}{\text{min}}$, dále voda teplá o teplotě 65 °C a objemovém toku $6\,\frac{\text{l}}{\text{min}}$. Určete výslednou teplotu vody poté, co se vana naplní do poloviny, do tří čtvrtin. Do vany se vejde nejvýše 210 l vody. (36,4 °C)

9-2

Do tělesa ústředního topení ve třídě vtéká voda o teplotě $65\ °C$ a odtéká voda o teplotě $45\ °C$, která se vrací zpět do zahřívacího systému. Jaký je tepelný výkon topného tělesa, když jím nuceným oběhem protéká $100\ \frac{l}{h}$? V zimě se dá teplota přitékající vody regulovat na $75\ °C$. Jak se změní tepelný výkon? (2 330 W, resp. 3 500 W)

10. HMOTNOST KNÍŽKY.

Úloha seznamuje žáky s nejužívanější formátovou řadou papíru, s níž se setkávají (je třeba vysvětlit např. pojem „čtvrtka“ – formát A4 po čtvrtém rozříznutí základního listu papíru A0). Úloha pracuje s tzv. plošnou hustotou $80\ \frac{g}{m^2}$, i když tato veličina není výslovně uvedena. Řešení úlohy je velmi jednoduché.

11. URČOVÁNÍ TĚŽIŠTĚ.

K provedení domácího (či školního) experimentálního cvičení je připraven pracovní list, který uvádíme v příloze tohoto článku.

12. ŽÁROVKA SVÍTÍ.

Teplotní závislost odporu kovového vodiče v minulosti byla součástí obsahu výuky fyziky na základní škole. V úloze se spojují poznatky plynoucí z práce a výkonu elektrického proudu, Ohmova zákona a je uvedena teplotní závislost odporu $R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)$.

12-1

Stanovte odpor vlákna žárovky o příkonu 60 W (75 W) při provozní teplotě, je-li žárovka připojena do sítě o napětí 230 V. (882 Ω, resp. 705 Ω)

12-2

Přístrojová pojistka chrání elektronické zařízení proti proudům vyšším než 0,3 A při napětí 230 V. Jaký maximální může být příkon tohoto zařízení? Jaký odpor toto zařízení má? (69 W, 770 Ω)

12-3

Měřením bylo zjištěno, že podíl odporu žárovky s wolframovým vláknem při provozní teplotě a při pokojové teplotě je 15,4, teplotní odporový součinitel wolframového vlákna je $0{,}004\,8\ \frac{1}{°C}$. Odhadněte provozní teplotu svíticího vlákna. (3 400 °C)

13. METEOROLOGICKÉ STANICE.

Úloha je variantou úlohy 2, avšak se základní rovnoběžkou $50°$. Délku rovnoběžky určíme $2 \cdot \pi \cdot R_Z \cdot \cos 50°$, dalším údajem je $360° = 1\,296\,000''$.

14. PŘEČERPÁVACÍ HYDROELEKTRÁRNA V ČESKÉ REPUBLICE.

Úloha je vytvořena na základě technických informací o ojedinělé přečerpávací elektrárně, o níž se běžně příliš neví. K řešení je třeba určit rozdíl potenciálních energií protékající vody mezi nádržemi. Hydroelektrárna má výkon rovný výkonu střední tepelné elektrárny (např. Opatovice).

15. EXPERIMENTY S VAJÍČKEM.

V úloze se spojuje několik měření – měření lineárních rozměrů oválného tělesa, které při měření omezíme do kvádru, jehož stěny se vajíčka dotýkají a jehož rozměry budeme zjišťovat. Odhad objemu vajíčka provedeme buď jednotlivě (jsou-li rozměry vajíček výrazně odlišné), nebo vložíme vajíčka do odměrné nádoby všechna (jsou-li vajíčka přibližně stejná). Je vhodné řešit i problém, kdy se vajíčka do odměrné nádoby nevejdou (např. užijeme-li kojeneckou láhev se stupnicí). Třetím úkolem je odhad hmotnosti vajíčka v případě, že ve vodě klesá či stoupá pomalu.

Svým žákům v 8. a 9. ročníku můžete doporučit i řešení úloh z ARCHIMEDIÁDY, jež obsahuje 3 úlohy teoretické, jednu grafickou a jednu experimentální úlohu, která může být variantou úlohy 15.

PŘÍLOHA – PRACOVNÍ LIST K ÚLOZE Č. 11

Téma: Určování těžiště rovinných desek

Jméno: **Třída:**

Datum: **Hodnocení:**

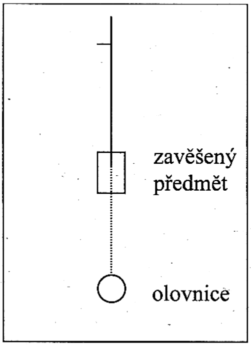
Úkoly: 1. Určete těžiště pravidelných a nepravidelných desek.
2. U pravidelných desek si dané těžiště ještě ověřte geometrickou cestou.

Pomůcky:

- vlasec (režná nit)
- šablony daných obrazců
- kartónový papír
- lepidlo
- olůvko (těžká matice)
- nůžky, popř. skalpel
- hřebíček na zeď
- připínáček
- psací potřeby a pravítko
- háček na vánoční ozdoby

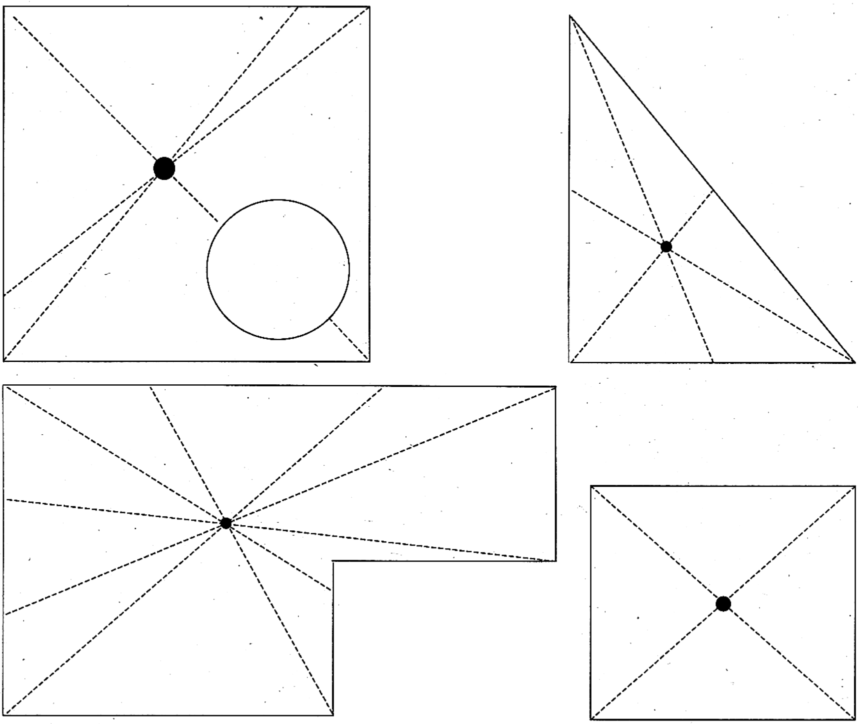
Postup: Z daného listu si vystřihněte šablony pro různé útvary. Potom je vlepte na tvrdý papír, nejlépe na krabici od bot. Skalpelem je vyřízneme či nůžkami vystřihneme. Okraje propíchněte několikrát připínáčkem. Tyto otvory budou sloužit na zavěšení. Sežeňte si režnou nit či vlasec. Pomocí olůvka (těžší matice) a vlasce si vyrobte olovnici, kterou zavěsíte na zeď. Pak vsuňte háček na vánoční ozdoby do jednoho z otvorů na desce. Druhým koncem veďte vlasec. Celý útvar zavěste na zeď k olovnici. Vezměte si do ruky tužku s pravítkem a udělejte si přesný opis, kudy vám vede vlasec z olovnice přes desku.Takto postupujte vždy několikrát. Průsečík daných čar potom znázorňuje těžiště dané desky.

Obrázek:

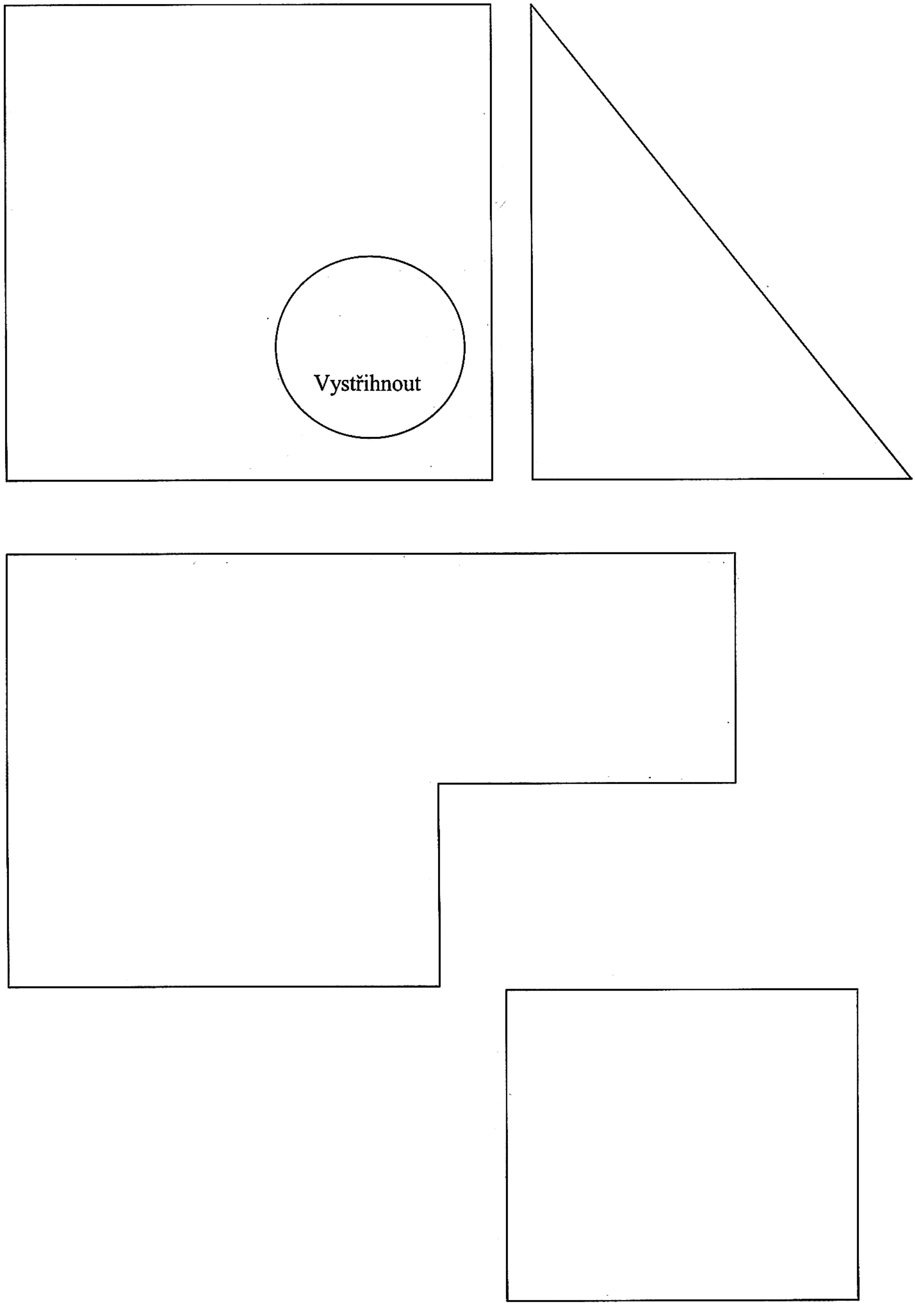


Po skončení měření vlepte obálku na list papíru a do ní vložte měřené desky.

Řešení:



<u>Závěr</u>: *Naučili jsme se pomocí experimentu určovat těžiště.*


Vystřihnout

Fyzika v lékárničce[†]

Josef Trna[*], Pedagogická fakulta MU Brno, Gymnázium Boskovice, ZŠ Lysice

Školní fyzikální experiment se liší od vědeckého především tím, že jeho cílem je žákovo poznání již dříve vědcem-fyzikem objevené zákonitosti. Tento experiment v sobě sjednocuje vědeckou, technickou a didaktickou složku. Naše pozornost je obvykle zaměřena především na vědeckou správnost a technickou dokonalost provedení školního experimentu. Často je však podceňována složka didaktická. Realizujeme-li ve výuce precizně vědecky vyložený a technicky dokonale provedený pokus, avšak špatně didakticky zpracovaný a použitý, jeho vzdělávací účinnost bývá nízká.

Pro použití školních fyzikálních experimentů platí řada didaktických zásad. Jedna z nejdůležitějších vychází z výzkumů pedagogických psychologů a doporučuje co nejširší používání žákovských experimentů, kdy žák sám tvoří, a tak efektivně poznává, vzdělává se a přírodovědně se vychovává. Role učitele je v tomto případě především organizátorská a motivační. Žáci by sami měli vymýšlet a realizovat různé varianty již známých pokusů nebo dokonce tvořit pokusy nové.

Příkladem takového typu žákovských experimentu mohou být následující pokusy, jejichž společným prvkem je tvořivé použití plastových injekčních stříkaček a jejich částí.

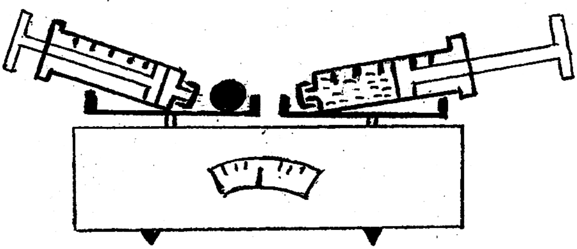
Plastové stříkačky lze pořídit s poměrně nízkými náklady v lékárně. Stříkačka se skládá z pouzdra s trnem, pístu a jehly, která se nasazuje zatlačením plastové násadky na kónický trn. Z bezpečnostních důvodů používáme jehlu jen při demonstračních učitelových pokusech nebo s přísným dozorem učitele. Pro zmenšení průtoku můžeme použít násadku jehly, ze které opatrně pomocí kleští (kroutivým pohybem) vytáhneme jehlu a násadku nasuneme na trn pouzdra. Pokud tuto násadku zahřáním zatavíme, získáme zátku na uzavření stříkačky. Na propojování stříkaček použijeme silikonové hadičky zakoupené také v lékárně nebo plastové hadičky a spojky pořízené v akvaristické prodejně.

1. Měření objemu

Ocejchované injekční stříkačky (2, 5, 10, 20, 60, 150 ml) můžeme využít v řadě experimentálních úloh na měření objemu kapaliny, drobných tělísek apod.

2. Měření hmotnosti

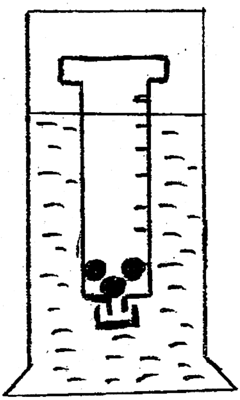
Chybějící závaží při měření hmotnosti na rovnoramenných vahách můžeme nahradit dvojicí stejných stříkaček a destilovanou vodou. Jednu prázdnou stříkačku položíme na misku s váženým předmětem a druhou naplněnou destilovanou vodou těleso vyvažujeme. Hmotnost tělesa pak určíme podle objemu destilované vody ve stříkačce (1 ml = 1 g).



[†] Článek je rozšířením příspěvku autora na Veletrhu nápadů učitelů fyziky 6. Sborník příspěvků z této akce vydalo Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci (editor: O. Lepil) v roce 2001.

[*] trna@ped.muni.cz

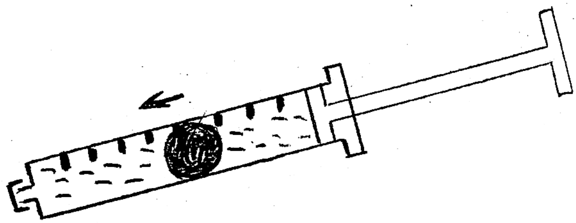
3. Měření hustoty kapaliny



Trn pouzdra stříkačky uzavřeme víčkem a zatížíme vložením několika broků (vhodný počet vyzkoušíme). Takto vznikne model hustoměru, který se potopí do různé hloubky v kapalinách s odlišnou hustotou. Tento jednoduchý hustoměr můžeme ocejchovat pomocí skutečného hustoměru (nebo známých kapalin) a použít jej pro orientační měření hustoty kapalin. Vhodná je speciální inzulínová stříkačka (dosažitelná opět v lékárně), ze které vytáhneme jehlu a zahřáním přímo zatavíme její trn.

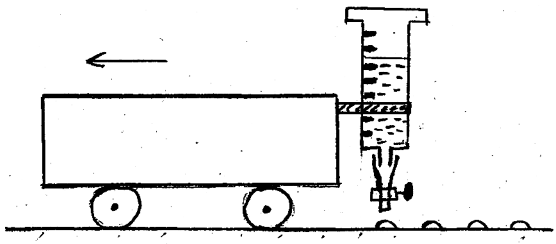
4. Rovnoměrný pohyb

Do stříkačky vložíme plastovou či skleněnou kuličku, která má jen o málo menší průměr, než je světlost stříkačky. Nasajeme vodu, vytlačíme vzduch a víčkem uzavřeme trn stříkačky. Nakloněním stříkačky uvedeme kuličku do rovnoměrného pohybu. Při průchodu kuličky kolem rysek na pouzdře stříkačky můžeme ověřovat stejně velké časové úseky pohybu kuličky.



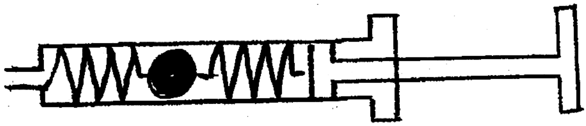
5. Rovnoměrný a nerovnoměrný pohyb

Na zadní část vozíku upevníme svisle pouzdro injekční stříkačky, na jehož trnu je nasazena krátká hadička s regulační tlačkou. Pouzdro naplníme čistou nebo obarvenou vodou a pomocí tlačky ji necháme v pravidelných časových intervalech odkapávat. Vozík uvedeme do pohybu. Kapky vody vytvoří na papírové podložce sled značek, jejichž vzájemné vzdálenosti lze měřit a demonstrovat tak rovnoměrný i nerovnoměrný pohyb vozíku.



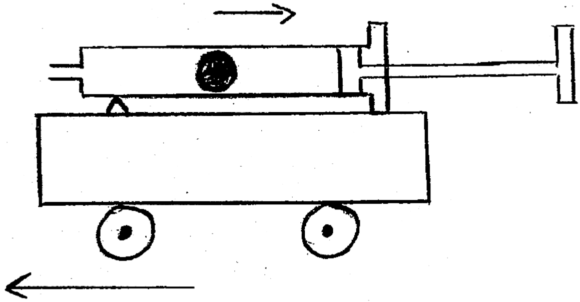
6. Akcelerometr

Do stříkačky vložíme dvě stejné pružinky, mezi nimiž umístíme ocelovou kuličku nebo váleček. Pružinky je možno nahradit dvěma dvojicemi pecičkových keramických magnetů, které se v každé dvojici vzájemně odpuzují. Takto vytvořený akcelerometr připevníme na vozík ve směru jízdy. Při rozjíždění, jízdě a brždění vozíku pozorujeme různé stlačení pružinek a určujeme tak poměrnou velikost a směr jeho zrychlení. Pro snadnější pozorování je vhodné stříkačku naplnit vodou, která tlumí rychlé pohyby kuličky (válečku). Akcelerometr můžeme použít i při pádu či otáčivém pohybu.



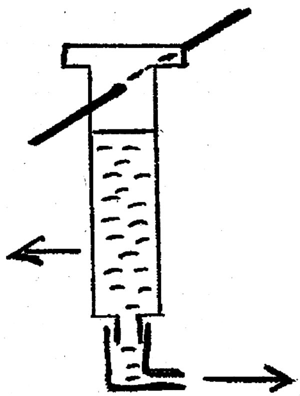
7. Setrvačnost

Na vozík připevníme ve směru jeho pohybu injekční stříkačku, v níž je umístěna kovová kulička. Při rozjíždění a brždění vozíku pozorujeme setrvačný pohyb kuličky.



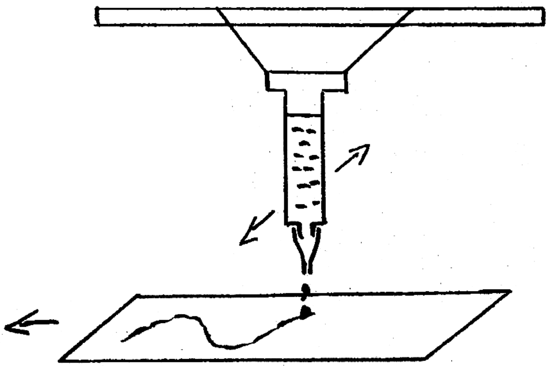
8. Akce a reakce

Pouzdro stříkačky přibližně v polovině její délky kolmo skrz propíchneme jehlou a na této jehle je svisle zavěsíme tak, aby se lehce kývalo. Na trn pouzdra nasadíme hadičku (asi 10 cm) s L-trubičkou na konci zúženou v trysku. Do pouzdra nalijeme vodu, která otvorem v L-trubici vystřikuje ve směru kývání, a tak se pouzdro s trubicí odkloní od svislého směru.



9. Kyvadlo s netlumenými kmity

Pouzdro stříkačky (např. 5 ml) zavěsíme bifilárně tenkou nití na stojan. Zatížíme je omotáním drátem. Otvor trnu zúžíme nasazením násadky od injekční jehly. Do pouzdra nalijeme obarvenou vodu (např. inkoustem), která vykapává na papírový pás. Kyvadlo rozkmitáme a zaznamenáme časové rozvinutí jeho kmitů pomocí stop vytvořených obarvenou vodou, kapající ze stříkačky na papírový pás rovnoměrně ručně taženým (viz obr. na následující straně).

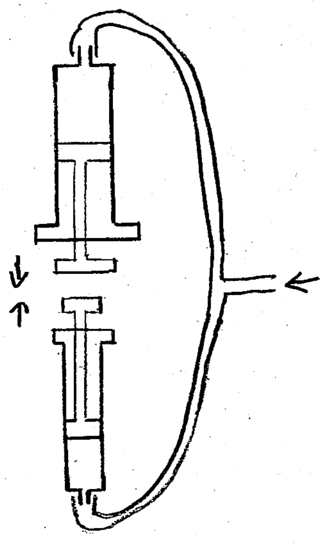


10. Kyvadlo s tlumenými kmity

Pouzdro stříkačky (např. 5 ml) upevníme na plastovou pásku (např. páska na svazování beden) a upevníme do stojanu. Pouzdro nezatěžujeme. Otvor trnu zúžíme nasazením násadky od injekční jehly. Do pouzdra nalijeme obarvenou vodu (např. inkoustem), která vykapává na papírový pás. Kyvadlo rozkmitáme a zaznamenáme časové rozvinutí jeho kmitů pomocí stop vytvořených obarvenou vodou, kapající ze stříkačky na papírový pás ručně rovnoměrně tažený. Změnou délky pásky měníme frekvenci kmitů. Koeficient útlumu kmitů závisí na druhu použité pásky.

11. Tlaková síla

Závislost velikosti tlakové síly na velikosti plochy demonstrujeme pomocí dvou injekčních stříkaček s lehce se pohybujícími písty různých průměrů. Stříkačky se zasunutými písty upevníme do stojanu proti sobě. Propojíme je hadičkami pomocí T-spojky s hustilkou. Hustilkou do stříkaček vháníme vzduch o stejném tlaku. Píst stříkačky většího průřezu zasunuje větší silou menší píst zpět do pouzdra stříkačky menšího průřezu. K pokusu jsou vhodnější skleněné stříkačky s kovovými písty.

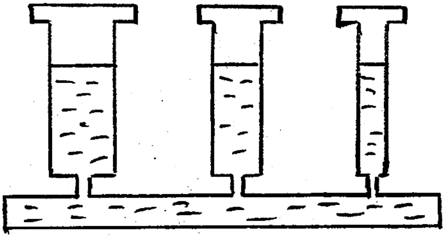


12. Stříkačka jako píšťalka

Foukáním ústy zapískáme na pouzdro stříkačky. Použijeme pouzdra. Tak měníme výšku tónu. Odříznutím víčka pouzdra s trnem vytvoříme píšťalku, u které můžeme měnit výšku vzduchového sloupce (a tím i tónu) pomocí posouvání pístu. Obdobně je možno pískat na trn největší stříkačky (150 ml).

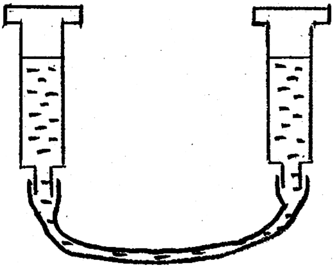
13. Spojené nádoby

Různě velká stříkačková pouzdra propojíme krátkými hadičkami a akvaristickými L- a T-spojkami. Pouzdra svisle upevníme do stojanu. Pak např. do největšího pouzdra nalijeme vodu a pozorujeme vyrovnání hladin ve vzniklých spojených nádobách. Variantou je zasunutí různých stříkačkových pouzder do otvorů vyvrtaných v plastové trubce (např. vodoinstalační), jejíž konce uzavřeme gumovými či korkovými zátkami.



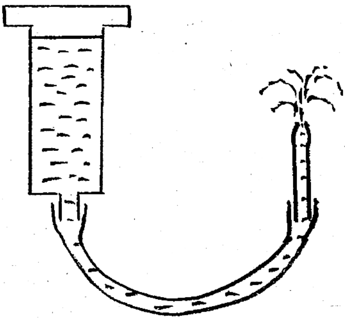
14. Vodováha

Na trny dvou stejně velkých stříkačkových pouzder (např. 10 ml) nasadíme hadičku. Do těchto svisle stejně vysoko upevněných propojených pouzder nalijeme vodu tak, aby po vyrovnání hladiny sahaly přibližně do poloviny pouzder. Tak vytvoříme model hadicové vodováhy, používané ve stavebnictví.



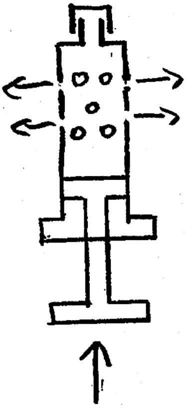
15. Vodotrysk

Na trn svisle upevněného pouzdra velké (např. 60 ml) injekční stříkačky nasadíme hadičku, na jejímž druhém konci je zasunuta skleněná trubička. Tato trubička je vytažená do zúžené trysky a je otočená vzhůru (hadička tvoří písmeno U). Do pouzdra napustíme vodu, která bude (po zdvihnutí pouzdra) z trysky vystřikovat.



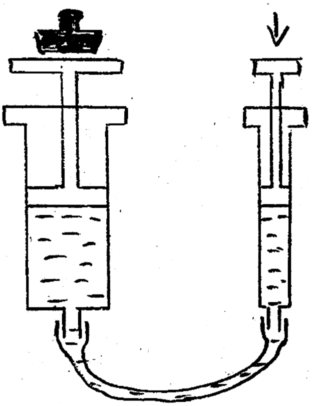
16. Pascalův zákon (ježek)

Středně tenkou jehlou několikrát na různých místech vytvoříme otvory v pouzdru stříkačky. Do stříkačky nasajeme vodu, pevně uzavřeme její trn zátkou a zatlačíme na píst. Modifikací je stejný pokus s obarvenou vodou provedený pod vodní hladinou v kádince.



17. Hydraulický lis

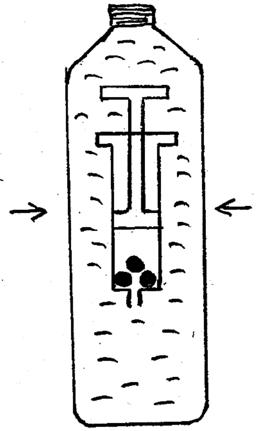
Funkci hydraulického lisu demonstrujeme pomocí dvou různě velkých stříkaček (například 5 ml a 20 ml), které propojíme hadičkou a naplníme vodou. Obě pak svisle upevníme do stojanu. Na stříkačku s větším průřezem pístu postavíme závaží. Zasunutím pístu malé stříkačky nadzdvihneme závaží na větší stříkačce. Je třeba vedle závaží umístit srovnávací index nebo papír se sítí rovnoběžných čar. Alternací může být otočení velké stříkačky a stlačení podložené pružiny, molitanové kostky apod.



18. Vytahování zátky z láhve

Skleněnou láhev naplníme co nejvíce vodou a zazátkujeme plastovou zátkou (korková není příliš vhodná). Na větší stříkačku (např. 60 ml) naplněnou vzduchem nasadíme jehlu, zátku propíchneme a prudce vtlačíme vzduch ze stříkačky do láhve. Zátka vyskočí.

19. Karteziánek

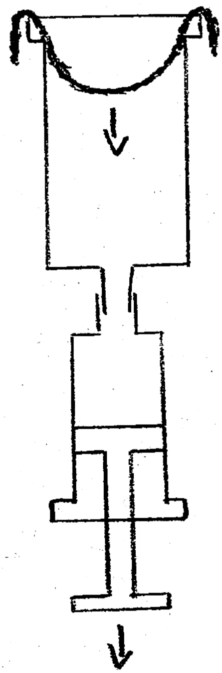


Klasického karteziánka můžeme nahradit injekční stříkačkou (např. 2 ml), ve které je jako závaží umístěn olověný brok. Tohoto karteziánka je vhodné umístit do plastové láhve (např. 0,5 l) zcela naplněné vodou a uzavřené šroubovacím uzávěrem.

20. Stlačitelnost a pružnost vzduchu

Do stříkačky natáhneme vzduch a víčkem pevně uzavřeme otvor v trnu. Opakovaným stlačením a povolením demonstrujeme stlačitelnost a pružnost vzduchu uzavřeného ve stříkačce.

21. Atmosférický tlak vzduchu I



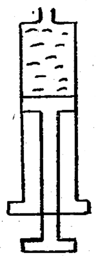
Trn větší stříkačky (např. 60 ml) propojíme přímo nebo krátkou hadičkou s trnem pouzdra velké stříkačky (150 ml). Na toto pouzdro napneme gumovou blánu. Vytažením pístu stříkačky vytvoříme pod blánou v pouzdru podtlak a blána se prohne dovnitř pouzdra.

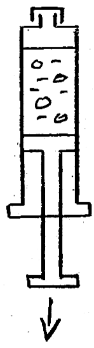
22. Atmosférický tlak vzduchu II

Trn větší stříkačky (např. 60 ml) propojíme přímo nebo krátkou hadičkou s trnem pouzdra velké stříkačky (150 ml). Na toto pouzdro pomocí gumičky napneme tenký papír nebo tenký mikrotenový sáček. Prudkým vytažením pístu stříkačky vytvoříme pod blánou v pouzdru podtlak a papír nebo mikroten se zvukovým efektem protrhne.

23. Uvolnění plynu z kapaliny

Do větší stříkačky (např. 20 ml) nasajeme vodovodní vodu nebo limonádu. Po odvzdušnění a uzavření trnu víčkem snížíme tlak povytažením pístu. Z kapaliny se začne v bublinkách uvolňovat vzduch nebo oxid uhličitý.





24. Tepelná roztažnost vzduchu

Do stříkačky nasajeme přibližně do poloviny vzduch a víčkem z obalu jehly uzavřeme otvor v trnu. Stříkačku ponoříme do kádinky s teplou vodou. Vzduch se roztahuje a vytlačuje píst stříkačky. Možno také zahřát vysoušečem vlasů.

25. Tepelná roztažnost vzduchu a kondenzace par

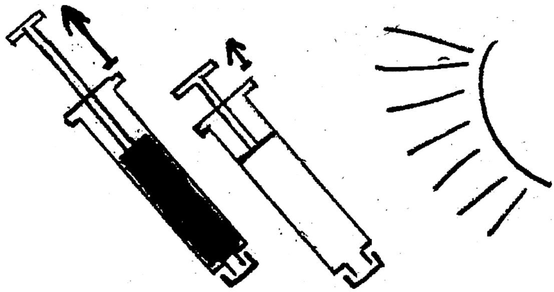
Do větší stříkačky nasajeme horkou vodu, aby se vyhřála. Vodu pak vytlačíme ven a rychle nasajeme vzduch. Trn stříkačky uzavřeme víčkem a ochladíme studenou vodou. Ochlazením vzduchu a vodních par a jejich kondenzací vznikne podtlak a píst se sám zasune do pouzdra.

26. Franklinův pokus

Injekční stříkačku (např. 20 ml) naplníme horkou vodou pod bodem varu. Po naplnění ji ve svislé poloze trnem vzhůru odvzdušníme a uzavřeme trn víčkem (možno i prstem). Snížíme tlak povytažením pístu a voda začne vřít. Pokus je možno několikrát opakovat.

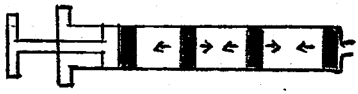
27. Pohlcování tepelného záření

Dvě stejné stříkačky (např. 10 ml) různě obarvíme (černě a bíle) nebo polepíme izolepou (černou a bílou). Nasajeme do obou stříkaček stejné množství vzduchu (asi polovinu objemu) a umístíme je vedle sebe do stejné vzdálenosti od silné žárovky (nebo infrazářiče). Po chvíli se začne vzduch ve stříkačkách rozpínat, avšak různě v závislosti na barvě pouzdra stříkačky.



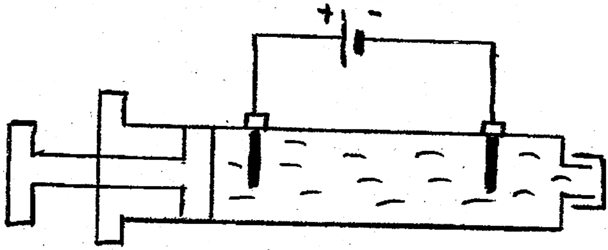
28. Magnety ve stříkačce

Do stříkačky (10 ml) postupně vložíme několik pecičkových keramických magnetů, které vkládáme tak, aby se vzájemně odpuzovaly. Demonstrujeme je nejdříve stlačené pístem k sobě, pak povytáhneme píst ve vodorovné i svislé poloze. Je vhodné použít tento pokus jako základ problémové úlohy (viz obr. na následující straně).



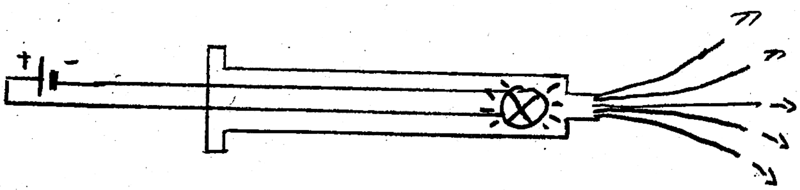
29. Elektrolýza roztoku

Jednu tenkou měděnou elektrodu (drátek) zavedeme trnem stříkačky a druhou kolem pístu. Do stříkačky nasajeme vodný roztok NaCl s několika kapkami fenolftaleinu. Zátkou uzavřeme trn. Elektrody připojíme k pólům ploché baterie. Kolem záporné elektrody se roztok zabarví červeně.



30. Světlovod

Trnem pouzdra stříkačky prostrčíme svazek kousků silnějšího silonového vlákna. Do pouzdra, které obalíme neprůhlednou fólií (papírem), zasuneme tužkovou svítilnu. Konce vláken trčících z pouzdra jasně svítí.



Literatura

[1] Matoušek J.: *Praktikum školských pokusů (návody k praktickým cvičením)*. Pedagogická fakulta MU, Brno 1993.

Vrh koulí

Karel Rauner, Západočeská univerzita v Plzni*

Tento článek je určen studentům řešícím FO v kategorii A. Redakce doporučuje jeho rozmnožení a rozdání studentům.

Možná, že jste si při přenosech atletických soutěží všimli, že sportovci při vrhu koulí nevypouštějí kouli pod úhlem $45°$. Máte přitom ze školské fyziky zafixován fakt, že maximální délky dosahuje šikmý vrh vzhůru právě při tomto úhlu. Ve školách se však neřeší případ, ke kterému dochází při vrhu koulí – počátek a konec dráhy není ve stejné výšce. Tento speciální případ si vyšetříme v následujícím příkladu.

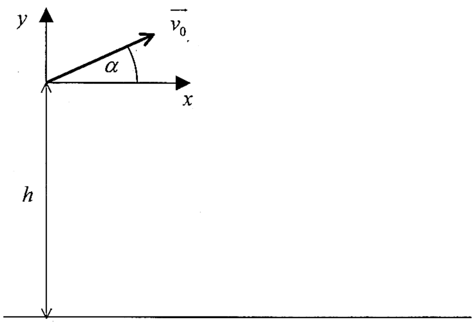
Příklad

Při vrhu koulí je sportovec schopen udělit kouli rychlost v_0 ve výšce h.

a) Pod jakým úhlem α_0 musí kouli vypustit, aby délka vrhu L byla maximální?

b) Pro $h = 2$ m zvolte délku vrhu mezi 20 m a 22 m a pro tuto vzdálenost určete v_0 při optimálním úhlu α_0.

c) V jaké délce B bude při tomto vrhu poškozen trávník po dopadu koule s poloměrem $R = 6$ cm za předpokladu, že se koule zcela zaboří pod povrch trávníku?



Obr. 1

Řešení

Po zavedení souřadné soustavy podle obrázku 1 můžeme pro časovou závislost souřadnic koule, kterou budeme považovat za hmotný bod, psát:

$$x = v_0 \cdot t \cdot \cos\alpha\,, \tag{1}$$

$$y = v_0 \cdot t \cdot \sin\alpha - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2\,, \tag{2}$$

kde t je čas od vypuštění koule a g je tíhové zrychlení. Úhel mezi vektorem okamžité rychlosti a vodorovnou rovinou je orientovaný, z počáteční kladné hodnoty α se postupně snižuje a po kulminaci vrhu je záporný. Označíme-li celkovou dobu letu koule T, můžeme rovnice (1), (2) přepsat pro místo dopadu:

$$L = v_0 \cdot T \cdot \cos\alpha\,, \tag{3}$$

* rauner@kof.zcu.cz

$$-h = v_0 \cdot T \cdot \sin\alpha - \frac{1}{2} \cdot g \cdot T^2 . \tag{4}$$

Vyjádříme-li z rovnice (3) dobu letu a dosadíme ji do (4), dostáváme kvadratickou rovnici pro L :

$$L^2 \cdot \frac{g}{2 \cdot v_0^2} - L \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha - h \cdot \cos^2\alpha = 0 , \tag{5}$$

jejíž jediné smysluplné řešení je:

$$L = \frac{v_0^2}{g} \cdot \cos\alpha \cdot \left(\sin\alpha + \sqrt{\sin^2\alpha + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2}} \right) . \tag{6}$$

a) Vztah (6) představuje L jako funkci α. Hledaný úhel α_0, při kterém je L maximální, nalezneme z rovnice:

$$\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}\alpha} = 0 . \tag{7}$$

Po vydělení rovnice konstantami dostaneme (ve vztazích je pro stručnost užit symbol α, teprve ve finálním tvaru je použito správného označení α_0):

$$-\sin\alpha \cdot \left(\sin\alpha + \sqrt{\sin^2\alpha + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2}} \right) + \cos\alpha \cdot \left(\cos\alpha + \frac{2 \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha}{2 \cdot \sqrt{\sin^2\alpha + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2}}} \right) = 0 ,$$

$$\cos^2\alpha - \sin^2\alpha - \sin\alpha \cdot \sqrt{\sin^2\alpha + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2}} + \frac{\sin\alpha \cdot \cos^2\alpha}{\sqrt{\sin^2\alpha + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2}}} = 0 ,$$

$$\cos 2\alpha \cdot \sqrt{\sin^2\alpha + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2}} - \sin\alpha \cdot \left(\sin^2\alpha + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2} \right) + \sin\alpha \cdot \cos^2\alpha = 0 ,$$

$$\cos 2\alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2 \cdot \sin^2\alpha}} - \sin^2\alpha - \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2} + \cos^2\alpha = 0 ,$$

$$\cos 2\alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2 \cdot \sin^2\alpha}} = \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2} - \cos 2\alpha ,$$

$$\cos^2 2\alpha \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2 \cdot \sin^2\alpha} \right) = \frac{4 \cdot g^2 \cdot h^2}{v_0^4} - \frac{4 \cdot g \cdot h}{v_0^2} \cdot \cos 2\alpha + \cos^2 2\alpha ,$$

$$\cos^2 2\alpha \cdot \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2 \cdot \sin^2\alpha} = \frac{4 \cdot g^2 \cdot h^2}{v_0^4} - \frac{4 \cdot g \cdot h}{v_0^2} \cdot \cos 2\alpha ,$$

$$\cos^2 2\alpha = \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2} \cdot \sin^2\alpha - 2 \cdot \cos 2\alpha \cdot \sin^2\alpha ,$$

$$\left(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha \right)^2 = \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2} \cdot \sin^2\alpha - 2 \cdot \cos^2\alpha \cdot \sin^2\alpha + 2 \cdot \sin^4\alpha ,$$

$$\cos^4\alpha - 2 \cdot \sin^2\alpha \cdot \cos^2\alpha + \sin^4\alpha = \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2} \cdot \sin^2\alpha - 2 \cdot \cos^2\alpha \cdot \sin^2\alpha + 2 \cdot \sin^4\alpha ,$$

$$\cos^4 \alpha - \sin^4 \alpha = \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2} \cdot \sin^2 \alpha ,$$

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2} \cdot \sin^2 \alpha ,$$

$$\operatorname{cotg}^2 \alpha - 1 = \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2} ,$$

$$\boxed{\operatorname{cotg} \alpha_0 = \sqrt{1 + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2}}} . \qquad (8)$$

Uvážíme-li, že ze vztahu (8) lze získat:

$$\frac{v_0}{2 \cdot g \cdot h} = \frac{\sin^2 \alpha_0}{\cos 2 \cdot \alpha_0} ,$$

můžeme po dosazení do vztahu (6) získat délku optimálního vrhu

$$L_0 = h \cdot \operatorname{tg} 2 \cdot \alpha_0 . \qquad (9)$$

b) Pro $g = 10\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$ a $h = 2$ m můžeme podle vztahů (8) a (6) doplnit následující tabulku:

$\frac{v_0}{\mathrm{m \cdot s^{-1}}}$	$\frac{\alpha_0}{\circ}$	$\frac{L}{\mathrm{m}}$	$\frac{v_0}{\mathrm{m \cdot s^{-1}}}$	$\frac{\alpha_0}{\circ}$	$\frac{L}{\mathrm{m}}$
1	8,9	0,64	9	39,3	9,90
2	16,8	1,33	10	40,2	11,83
3	23,2	2,10	11	40,9	14,00
4	28,1	2,99	12	41,5	16,28
5	31,8	4,03	13	42,0	18,79
6	34,5	5,23	14	42,3	21,51
7	36,6	6,60	15	42,7	24,42
8	38,1	8,16	16	42,9	27,53

Zadání vyhoví $v_0 = 14\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ a $\alpha_0 = 42{,}3°$.

c) Pro úhel β, se kterým koule dopadá na trávník, platí:

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha = v_d \cdot \cos \beta , \qquad (10)$$

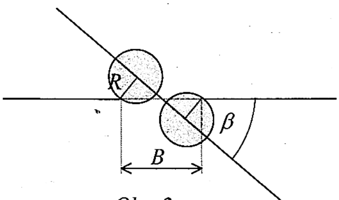
$$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot T = v_d \cdot \sin \beta \qquad (11)$$

a pro čas letu z (3):

$$T = \frac{L}{v_0 \cdot \cos \alpha} . \qquad (12)$$

Pro úhel dopadu lze z rovnic (10)–(12) získat:

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha - \frac{g \cdot L}{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} . \qquad (13)$$



Obr. 2

Pro zvolené hodnoty je $\beta = -47,7°$. Situaci při dopadu znázorňuje obrázek 2, na kterém je koule ve dvou fázích rozhodujících pro délku poškození trávníku. Z tohoto obrázku je patrné, že

$$B = \frac{2 \cdot R}{\sin|\beta|}. \tag{13}$$

Pro uvedené číselné hodnoty je $B = 16,2$ cm.

Poznámka 1:

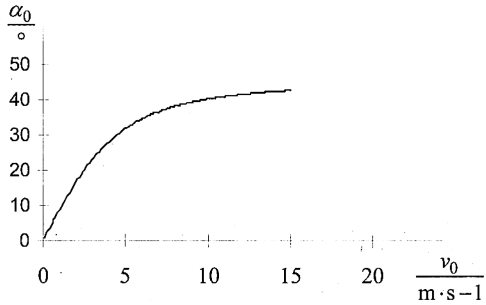
Zajímá-li se někdo blíže o nastíněnou problematiku, může si odvodit následující tvrzení: Vektor rychlosti při maximální délce vrhu musí se spojnicí místa odhodu a místa dopadu svírat úhel 45°.

Poznámka 2:

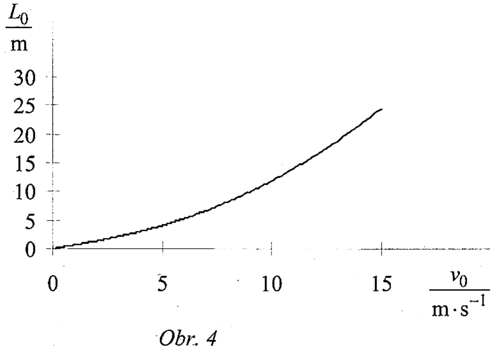
Podle ústního sdělení PaedDr. Tomáše Klobouka, CSc. z katedry tělesné a sportovní výchovy jsou optimální úhly odhozu u špičkových sportovců při zádovém stylu 42°, při rotačním stylu (s otočkou) 40° až 41°. Jsou to hodnoty, které dobře odpovídají odvozeným výsledkům.

Poznámka 3:

Na obr. 3 a obr. 4 jsou grafy závislostí podle vztahů (8) a (9).



Obr. 3



Obr. 4

Paralelní rezonanční obvod

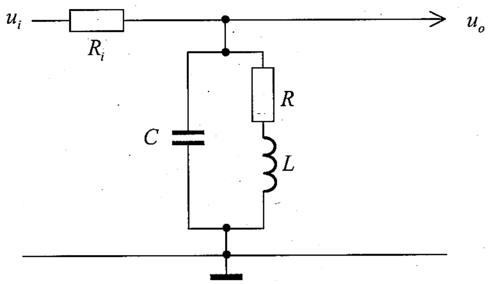
Karel Rauner, Západočeská univerzita v Plzni*

Tento článek je určen studentům řešícím FO v kategorii A. Redakce doporučuje jeho rozmnožení a rozdání studentům.

Paralelní rezonanční obvody RLC se často užívají ve filtrech typu pásmová propust. V následujícím příkladu si objasníme, proč (na rozdíl od sériového RLC obvodu), jsou odlišné frekvence pro extrém proudu a frekvence rezonanční (při které se obvod chová jako odpor).

Příklad

V signálové cestě spojující zdroj signálu s napětím u_i a vnitřním odporem R_i je zařazen paralelní rezonanční obvod RLC tvořený kondenzátorem o kapacitě C a reálnou cívkou, kterou můžeme nahradit sériovou kombinací ideální cívky s indukčností L a rezistoru o odporu R (obr. 1).



Obr. 1

a) Určete impedanci paralelního rezonančního obvodu.
b) Nalezněte frekvenci, při které proud rezonančním obvodem dosahuje minima.
c) Nalezněte rezonanční frekvenci.
d) Vypočítejte frekvenci, při které je výstupní napětí maximální a uveďte hodnotu tohoto napětí pro $R = 1\,\Omega$, $L = 1\text{ mH}$, $C = 1\,\mu\text{F}$, $R_i = 1\text{ k}\Omega$ a pro efektivní hodnotu vstupního napětí $U_i = 10\text{ V}$. Uveďte i hodnotu rezonanční frekvence.

Řešení

a) Komplexní impedanci paralelního rezonančního obvodu $\boldsymbol{Z}$ lze určit ze vztahu:

$$\frac{1}{\boldsymbol{Z}} = \frac{1}{R + j\cdot\omega\cdot L} + j\cdot\omega\cdot C, \tag{1}$$

kde j je imaginární jednotka.

Odtud

$$\boldsymbol{Z} = \frac{R + j\cdot\omega\cdot L}{\left(1-\omega^2\cdot L\cdot C\right)^2 + j\cdot\omega\cdot C\cdot R}, \tag{2}$$

* rauner@kof.zcu.cz

případně s vyjádřením reálné a imaginární složky

$$\boldsymbol{Z} = \frac{R\cdot\left(1-\omega^2\cdot L\cdot C\right)+\omega^2\cdot L\cdot C\cdot R}{\left(1-\omega^2\cdot L\cdot C\right)+\omega^2\cdot C^2\cdot R^2} + j\cdot\frac{\omega\cdot L\left(1-\omega^2\cdot L\cdot C\right)-\omega\cdot C\cdot R^2}{\left(1-\omega^2\cdot L\cdot C\right)+\omega^2\cdot C^2\cdot R^2} \tag{3}$$

a hledaná reálná impedance

$$Z = \sqrt{\left|\boldsymbol{Z}\right|^2} = \sqrt{\frac{R^2+\omega^2\cdot L^2}{\left(1-\omega^2\cdot L\cdot C\right)^2+\omega^2\cdot C^2\cdot R^2}}. \tag{4}$$

b) Efektivní hodnotu proudu rezonančním obvodem lze vyjádřit vztahem

$$I = U_o\cdot\sqrt{\frac{\left(1-\omega^2\cdot L\cdot C\right)^2+\omega^2\cdot C^2\cdot R^2}{R^2+\omega^2\cdot L^2}}, \tag{5}$$

kde U_o je efektivní hodnota výstupního napětí obvodu podle obr. 1. Hledání frekvence, při které dosahuje tento proud extrému, předpokládá nalézt kořeny ω_i rovnice

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\omega}\frac{\left(1-\omega^2\cdot L\cdot C\right)^2+\omega^2\cdot C^2\cdot R^2}{R^2+\omega^2\cdot L^2} = 0. \tag{6}$$

Po úpravách, ze kterých vyplyne triviální řešení $\omega_1 = 0$ (maximum proudu) získáme pro další kořeny kvadratickou rovnici proměnné ω^2:

$$\omega^4\cdot\left(C^2\cdot L^4\right)+\omega^2\cdot\left(2\cdot C^2\cdot L^2\cdot R^2\right)-\left(L^2+2\cdot C\cdot L\cdot R^2-C^2\cdot R^4\right)=0. \tag{7}$$

Její jediné smysluplné řešení je

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{-R^2+\sqrt{\frac{L}{C}\cdot\left(2\cdot R^2+\frac{L}{C}\right)}}}{L}, \qquad f_0 = \frac{\sqrt{-R^2+\sqrt{\frac{L}{C}\cdot\left(2\cdot R^2+\frac{L}{C}\right)}}}{2\cdot\pi\cdot L} \tag{8}$$

za předpokladu

$$R^2 < \sqrt{\frac{L}{C}\cdot\left(2\cdot R^2+\frac{L}{C}\right)}. \tag{9}$$

c) Při rezonanční frekvenci musí být fázový posun mezi napětím a proudem nulový, nulová musí být proto i imaginární složka komplexní impedance. Pro rezonanční úhlovou frekvenci tedy platí:

$$\omega_r\cdot L\left(1-\omega_r^2\cdot L\cdot C\right)-\omega_r\cdot C\cdot R^2 = 0. \tag{10}$$

Pomineme-li triviální řešení, dostáváme

$$\omega_r = \sqrt{\frac{1}{L\cdot C}-\frac{R^2}{L^2}}, \qquad f_r = \frac{1}{2\cdot\pi}\cdot\sqrt{\frac{1}{L\cdot C}-\frac{R^2}{L^2}} \tag{11}$$

za předpokladu

$$R^2 < \frac{L}{C}. \tag{12}$$

d) Pro zadané hodnotu jsou podmínky (9) i (12) splněny. Ze vztahu (8) je možné vypočítat $f_0 = 5\,032{,}9199\ \mathrm{Hz}$, ze vztahu (11) $f_r = 5\,030{,}4041\ \mathrm{Hz}$. Pro úplnost vypočítáme frekvenci podle Thomsonova vztahu

$$f_T = \frac{1}{2\cdot\pi\cdot\sqrt{L\cdot C}}: \tag{13}$$

$f_T = 5032{,}9212$ Hz.
Komplexní impedance celého obvodu je

$$\boldsymbol{Z}_c = \boldsymbol{Z} + R_i, \tag{14}$$

proto při $f_T \cong f_0$ (výpočet je pro f_T jednodušší) je

$$Z_{cT} = \sqrt{\left(R_i + \frac{L}{CR}\right)^2 + \frac{L}{C}}, \tag{15}$$

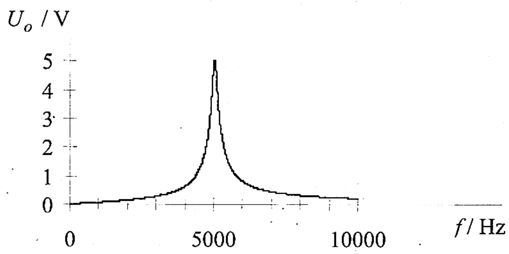
číselně $Z_{cT} = 2000{,}25\ \Omega$. Proto je maximální napětí na výstupu

$$U_o = U_i \cdot \frac{Z_T}{Z_{cT}} \tag{16}$$

Protože impedance samotného rezonančního obvodu je při frekvenci f_T: $Z_T = 1000{,}50\ \Omega$, je číselná hodnota výstupního napětí 5,002 V.

Poznámka 1:

Na obr. 2 je závislost výstupního napětí filtru na frekvenci vstupního napětí.



Obr. 2

Poznámka 2:

Nepatrné rozdíly mezi třemi důležitými frekvencemi se při zvětšujícím se R výrazně zvyšují, jak ukazuje následující tabulka.

R / Ω	f_0 / Hz	f_r / Hz	$f_0 - f_r$ / Hz	$f_T - f_0$ / Hz
0,1	5032,921	5032,896	0,02	-0,00001
1	5032,92	5030,404	2,51	0,0012
2	5032,901	5022,845	10,05	0,020
5	5032,154	4969,612	62,54	0,767
10	5021,446	4774,648	246,76	11,48
20	4883,855	3898,484	985,37	149
30	4425,881	1591,549	2834,33	607

Liberec 2002 – celostátní kolo FO

Miroslav Randa, Josef Kepka**, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň*

V polovině března se v Liberci vyskytovala zvýšená koncentrace mladých fyziků. Konalo se zde totiž celostátní kolo 43. ročníku fyzikální olympiády. Soutěžící byli přivítáni pořadateli ve slavnostní síni překrásné budovy liberecké radnice, kde je přivítal náměstek primátora města Liberec Mgr. Stanislav Cvrček, který převzal nad soutěží záštitu, vedoucí katedry fyziky Technické univerzity Liberec doc. RNDr. Antonín Kopal, CSc. a předseda pobočky Jednoty českých matematiků a fyziků prof. RNDr. Bohdan Zelinka, DrSc. Poté předseda Ústředního výboru fyzikální olympiády prof. RNDr. Ivo Volf, CSc. přiblížil účastníkům průběh soutěže a předseda krajského výboru FO doc. RNDr. Milan Krebs, CSc. připojil několik organizačních pokynů. Po slavnostním zahájení si mohli účastníci prohlédnout celé město a jeho okolí z věže radnice. Posledním bodem programu byla přednáška „*Prázdniny ve velehorách Kašmíru*“, kterou doprovodil spoustou úchvatných diapozitivů odborný asistent katedry fyziky Ing. Jiří Vestfál.

Druhý den byl vyhrazen teoretickým úlohám, které byly podle slibu předsedy Ústředního výboru fyzikální olympiády ze slavnostního zahájení skutečně velice zajímavé. V první úloze kmitala malá nabitá polystyrenová kulička zavěšená na nevodivém závěsu v blízkosti větší vodivé koule a úkolem soutěžících bylo odhalit periodu jejích kmitů. Druhý příklad se věnoval popisu halových jevů (malé a velké halo kolem Slunce) a soutěžící při něm využili poznatků geometrické optiky. Třetí příklad prověřil znalosti studentů z elektrodynamiky, protože rozebíral spojení čtyř stejných zdrojů stejnosměrného elektrického napětí. Autorem prvního a třetího příkladu a spoluautorem druhé úlohy (společně s Mgr. Miroslavou Jarešovou) byl RNDr. Přemysl Šedivý. Čtvrtou úlohu připravil prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc. a představil v něm pohyb magnetky v okolí tyčového magnetu. Při řešení této úlohy soutěžící mohli využít znalostí ze studijního textu.

Po odevzdání úloh se do práce daly opravovací komise; pro soutěžící byl připraven doprovodný program – prohlídka fyzikálních pracovišť Technické univerzity Liberec a botanické zahrady a přednáška RNDr. Zdislava Šímy, CSc. na téma „Věřit vlastním měřením nebo nejisté teorii?“ připravená k 400. výročí úmrtí Tychona Brahe.

Sobota je již tradičně věnována experimentální úloze. Laboratorní úlohy byly redukcí hodin fyziky na středních školách prakticky zrušeny, a tak je v posledních letech experimentální úloha pro mnohé soutěžící velice těžkým oříškem. Tu letošní připravil kolektiv katedry fyziky liberecké univerzity vedený Doc. RNDr. Antonínem Kopalem, CSc. a soutěžící při něm mohli přesvědčit o svých experimentálních schopnostech při měření součinitele odporu sférického tělesa. Odpolední, velice nabitý program zahrnoval výlet na Ještěd, diskusi nad opravenými teoretickými úlohami a návštěvu představení v Divadle F. X. Šaldy. Pro členy ÚV FO však pracovní den ani poté neskončil. V pozdních hodinách se uskutečnilo zasedání ústředního výboru a na něm byly schváleny celkové výsledky soutěže.

V neděli se uskutečnilo slavnostní vyhodnocení výsledků soutěže spojené s předáním cen nejlepším účastníkům od MŠMT a sponzorů. Organizátorům patří ocenění, že se jim v tomto ohledu podařilo úspěšně oslovit významné partnery: Magistrát města Liberce, Nadaci Preciosa, Technickou univerzitu Liberec, Divadlo F. X. Šaldy, PhDr. Petra Novotného – DIALOG, Olympus C&S, Liberecké kotlárny Hölter a Městský úřad Jablonec nad Nisou.

Ukázalo se, že nejobtížnějším příkladem byl hned příklad první, který nejlépe vyřešil Miroslav Hejna z Gymnázia Rychnov nad Kněžnou. Průměrný zisk byl jen 3,5 bodu. Naopak

---

* randam@kof.zcu.cz
** kepka@kof.zcu.cz

s druhým příkladem si soutěžící poradili nejlépe, jak je patrné z průměrného bodového zisku 7,4 bodu. Nejlepší řešení odevzdal Petr Pošta z Gymnázia Pardubice. Třetí příklad byl také obtížným (průměrný zisk 3,7 bodu), nejlépe jej vyřešili Michal Bareš z Gymnázia Plzeň, Mikulášské náměstí a Václav Cviček z Gymnázia Frýdek-Místek. Václav Cviček společně s Janem Prachařem z Gymnázia Rychnov nad Kněžnou odevzdali nejlepší řešení čtvrtého příkladu, jehož průměrný zisk byl 4,35 bodu. Soutěžící si velmi dobře poradili s experimentální úlohou a získali v průměru 14,5 bodu. Nejlepším experimentátorem byl vyhlášen Siarhei Maroz z Gymnázia L. Pika Plzeň.

Zajímavostí letošního ročníku soutěže je fakt, že z prvních 10 soutěžících je celkem 7(!) z nematurujících ročníků (z celkového počtu 47 soutěžících bylo z nematurujících ročníků 17 účastníků). Vítězové si kromě věcných cen odnesli také pozvánku k přípravě na mezinárodní fyzikální olympiádu, která se v létě 2002 konala v Bali (Indonésie) a rovněž šanci na zisk ceny Premium Bohemiae, o níž se píše ve zvláštním článku [1].

CELKOVÉ VÝSLEDKY CELOSTÁTNÍHO KOLA FO

Vítězové

1. Hejna Miroslav	Gymnázium F. M. Pelcla Rychnov nad Kněžnou	56
2. Kazda Alexandr	Gymnázium Praha 6, Nad Alejí	49
2. Cviček Václav	Gymnázium P. Bezruče Frýdek-Místek	49
2. Prachař Jan	Gymnázium F. M. Pelcla Rychnov nad Kněžnou	49
5. Mareček David	Gymnázium Plzeň, Mikulášské nám.	47,5
6. Bareš Michal	Gymnázium Plzeň, Mikulášské nám.	46
7. Chudoba Richard	Gymnázium České Budějovice, Jírovcova	45,5
7. Protivínský Tomáš	Gymnázium Brno, tř. Kapitána Jaroše	45,5
7. Kvasnička Pavel	Gymnázium J. Ressela Chrudim	45,5
10. Trnka Jaroslav	Gymnázium Na Pražačce Praha 3	44,5

Úspěšní řešitelé

11. Šulc Miroslav	Gymnázium Ústí nad Labem, Stavbařů	44
12. Pošta Petr	Gymnázium Pardubice, Dašická	43,5
12. Maroz Siarhei	Gymnázium Luďka Pika Plzeň	43,5
14. Chvátal Lukáš	Gymnázium Brno-Bystrc, Vejrostova	42,5
15. Cibulka Josef	Akademické gymnázium Praha 1	41
16. Houštěk Petr	Gymnázium Pelhřimov, Jirsíkova	39,5
16. Hamrle Martin	Gymnázium Pelhřimov, Jirsíkova	39,5
18. Matásek Luboš	Gymnázium Plzeň, Mikulášské nám.	39
19. Pacák Jan	Gymnázium Ch. Dopplera Praha 5-Smíchov	38,5

20. Ajgl Vladimír	Gymnázium Plzeň, Mikulášské nám.	37,5
21. Lazar Jan	Gymnázium Strakonice	37
21. Komm Michal	Gymnázium Jana Keplera Praha 6	37
23. Čížek Pavel	Dvořákovo gymnázium a OA Kralupy nad Vltavou	35,5
23. Vašata Daniel	Gymnázium J. K. Tyla Hradec Králové	35,5
25. Pop Tomáš	Gymnázium Pardubice, Dašická	35
26. Schmoranzer David	Gymnázium Olomouc-Hejčín	33
27. Klimeš Jiří	Jiráskovo gymnázium Náchod	32,5
28. Falta Jiří	Gymnázium J. K. Tyla Hradec Králové	32
28. Urbánek Vít	Gymnázium Jihlava	32
30. Ajgl Jiří	Gymnázium Plzeň, Mikulášské nám.	29
31. Hajn Michal	Gymnázium Jihlava	27
31. Frost Miroslav	Gymnázium Brno, Elgartova	27
33. Matouš Václav	Gymnázium J. Vrchlického Klatovy	26

Ostatní řešitelé

34. Kaluža Jan	Gymnázium P. Bezruče Frýdek-Místek	24,5
35. Doubek Martin	Gymnázium Kladno, nám. Edvarda Beneše	24
35. Galgonek Jakub	Gymnázium P. Bezruče Frýdek-Místek	24
37. Klesnil Jan	Gymnázium Jakuba Škody Přerov	23
38. Hrudíková Jana	Gymnázium Jakuba Škody Přerov	22,5
38. Krátký Tomáš	Slovanské gymnázium Olomouc	22,5
40. Vencálek Ondřej	Gymnázium P. Bezruče Frýdek-Místek	21
41. Pešek Jiří	Gymnázium Ústí nad Labem, Stavbařů	19,5
42. Kmoch Ondřej	Jiráskovo gymnázium Náchod	17,5
43. Rejman Martin	Gymnázium Jablonec nad Nisou, U Balvanu	17
44. Paška Přemysl	Gymnázium Uherské Hradiště	16
45. Hrdličková Markéta	Gymnázium Jiřího Wolkera Prostějov	15,5
46. Čvančara Lukáš	Gymnázium Ústí nad Labem, Jateční	13
47. Kubánek Michal	Gymnázium Jakuba Škody Přerov	9

LITERATURA:

[1] Vybíral B.: *První ceny Praemium Bohemiae uděleny.* Školská fyzika **VII**, č. 4 (2002) 79.

33. Mezinárodní fyzikální olympiáda – Bali (Indonésie)

Ivo Volf, Bohumil Vybíral**, ÚV FO, Univerzita Hradec Králové*

Zatímco většina středoškolských studentů byla ponořena do prázdninových radovánek, věnovali budoucí účastníci svůj volný čas přípravě na mezinárodní fyzikální soutěž. Od druhé poloviny dubna to byl korespondenční seminář (pět dopisů, v každém pět úloh teoretických a jedna praktická – nacházejí se nyní na webovské stránce fyzikální olympiády), řešení 150 obtížnějších problémů ze Sbírky úloh pro přípravu na MFO. Nato následovalo 12 dní přípravného soustředění – každý den dopoledne řešení teoretických úloh a připomenutí fyzikálního učiva a odpoledne dvě laboratorní práce; večer pak zpracování protokolů. Teorie byla letos zaměřena na zopakování učiva fyziky ze 4. ročníku gymnázia (důvod zveřejníme za chvíli). Každý účastník si pak odnášel domů po soustředění 15 brožur z Knihovničky fyzikální olympiády, jež představují studijní texty FO za několik posledních let. A k tomu balíček xeroxů úloh z mezinárodních fyzikálních olympiád s jejich podrobnějším (a oficiálním) řešením. Práce bylo tedy dost a vedoucí i vybraní účastníci se těšili na odjezd.

Výběr účastníků 33. MFO nebyl lehký. Mezi vítězi celostátního kola FO, tedy v první desítce, byli 3 žáci maturujících ročníků, 6 žáků třetích ročníků a 1 žák druhého ročníku gymnázia. Spektrum účastníků zaplnilo prostor od Plzně po Frýdek-Místek. Jeden z maturantů byl vybrán do družstva na MMO, dva další se více věnovali přípravě na maturitní zkoušky. A tak v přípravě na 33. MFO zůstali zbývající, letos ještě nematurující soutěžící. Proto jsme se museli zaměřit nejen na problematiku experimentální přípravy, ale doplnit chybějící učivo z posledního ročníku středoškolské výuky fyziky. Výhodu to však má velikou – budou-li letošní účastníci 33. MFO na sobě dále pracovat, může družstvo České republiky, obsahující již „zkušené mezinárodní olympioniky“ dosáhnout na další MFO výraznějšího úspěchu.

Na základě různorodých složek přípravné činnosti pak bylo vybráno družstvo České republiky v následujícím složení:

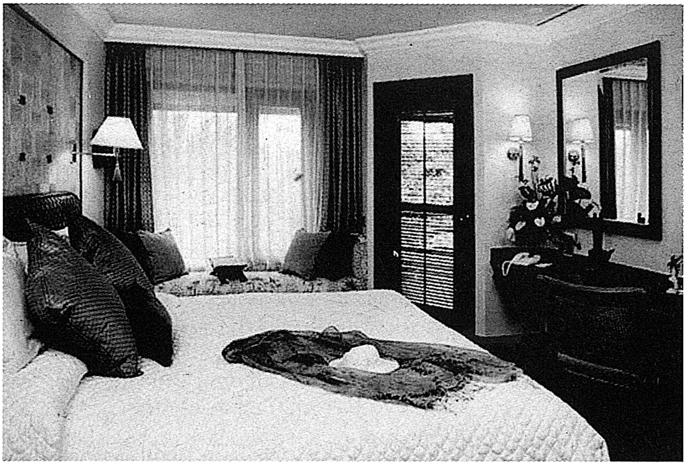
1. **Miroslav Hejna**, žák gymnázia v Rychnově n.K.,
2. **Václav Cviček**, žák gymnázia ve Frýdku-Místku,
3. **Jan Prachař**, žák gymnázia v Rychnově n.K.,
4. **Alexandr Kazda**, žák gymnázia v Praze,
5. **David Mareček**, žák gymnázia v Plzni,
6. **Michal Bareš**, žák gymnázia v Plzni (náhradník, pro něhož byly vyřízeny formality, ale který neodjel).

Vedoucím delegace České republiky byl Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy jmenován Prof. RNDr. Ivo Volf, CSc., předseda ÚVFO, člen Mezinárodní Jury fyzikální olympiády a člen Advisory Committee of the President of International Physics Olympiad, vedoucí katedry fyziky Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové. Pedagogickým vedoucím byl jmenován Prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc., člen Mezinárodní Jury fyzikální olympiády, prorektor Univerzity Hradec Králové.

33. mezinárodní fyzikální olympiádu uspořádalo Ministerstvo národního vzdělávání Indonéské republiky, Indonéská fyzikální společnost a soukromá Uni-

* ivo.volf@uhk.cz
** bohumil.vybiral@uhk.cz

verzita Pelida Harapan. Jako klidné místo v rozbouřeném světě bylo zvoleno půvabné Nusa Dua, jižně od města Denpasar na ostrově Bali. Tropické podnebí, zmírňované obklopujícím Indickým oceánem, a pobyt v pětihvězdičkovém hotelu kompenzovaly pracovní i nervové vypětí, které na mezinárodní soutěži vždy je.



Obr.: Pokoj v hotelu Sheraton

Pro vedoucí delegace to však představovalo zajistit mimořádné očkování proti žloutence a tyfu (malárie se vyskytuje na Bali velmi zřídka), pojištění všech členů delegace, projednání víz pro účastníky (do Indonésie existuje pro občany ČR vízová povinnost) na Konzulátě Indonéské republiky. Pracovnice Domu zahraničních styků MŠMT v Praze zajistily letenky a potřebnou finanční výbavu. Vedoucí však měli ještě řadu dalších povinností, plynoucích z instrukcí pořadatelů 33. MFO.

Delegace odlétala v odpoledních hodinách v pátek 19. července 2002 trasou Praha–Paříž–Singapur–Djakarta–Denpasar. Do cíle jsme přiletěli v sobotu ve 21.40, absolvovali jsme trasu 14 500 km, časový rozdíl 6 hodin (doba letu s hodinovými přestávkami při mezipřistáními představovala asi 23 h, doba čistého letu 20 h). Nejdelší byla trasa Paříž–Singapur délky takřka 11 000 km ve výšce 10 až 11 km bez mezipřistání rychlostí 850 až 900 kilometrů za hodinu. Protože oficiální začátek soutěže byl stanoven až na neděli 12.00 (začátek hotelového ubytování), očekávala nás v Denpasaru cestovní kancelář Vayatour, která převzala veškerou starost o mimosoutěžní program 33. MFO a ubytovala nás v menším hotelu Bualu Village (pro 7 osob za celkovou cenu 150 $ na jednu noc). Po odpočinku po náročné cestě jsme se v neděli dopoledne rozdělili – soutěžící byli ubytováni v Grand Bali Beach Hotel, kde se také stravovali, vedoucí v Sheraton Nusa Indah Hotel, kde probíhala zasedání Mezinárodní Jury, zahájení a zakončení soutěže. Hotely byly situovány na břehu moře, měly vlastní pláž i bazén a jejich zázemí poskytlo vhodné podmínky pro odpočinek po náročné práci.

Den 21. 7. 2002 byl dnem příjezdu delegací. V pondělí 22. 7. proběhlo zahájení soutěže v hale Nusantara v konferenčním centru hotelu Sheraton – v sále se shromáždilo asi 700 účastníků zahajovacího ceremoniálu: soutěžící, vedoucí, pořadatelé, pozvaní hosté, představitelé úřadů a institucí. **Garantem zahájení byl ministr národního vzdělávání prof. Malik Fadjar a shromáždění poctila svou účastí prezidentka Indonéské republiky Megawati Soekarnoputri, která pronesla dobrou angličtinou uvítací a zahajovací projev.** Dále vystoupil prof. dr. Triyanta, předseda organizačního výboru, a dr. W. Gorzkowski, prezident IPhO. Na zahájení byly představeny balijské lidové tance. Vystoupili studenti z vysokých škol s tradičními tanci a zpěvy, hrou na lidové nástroje. Zahájení každé MFO spojuje přínos fyziky pro rozvoj moderního života v technicky vybavené společnosti a tradičně lidový charakter kultury pořádající země.

Během zahajovacího dne byla vydána mimořádná série poštovních známek při příležitosti 33. MFO v Indonésii. Po zahájení měli soutěžící volno, vedoucí delegací se odpoledne ve 14.00 sešli na prvním zasedání Mezinárodní Jury, na němž byly předloženy **tři teoretické úlohy** a návrh jejich řešení. Texty úloh se předkládají v několika jazycích: anglicky, rusky, francouzsky, španělsky a německy. Diskuse o úlohách trvala skoro osm hodin, pak vedoucí obdrželi anglickou tzv. „final version“, z níž se provádí překlad do národních jazyků soutěžících. První úloha se nazývala „Ground-Penetrating Radar“ a zabývala se průzkumem podloží užitím elektromagnetického záření. Druhá úloha dostala název „Sensing Electrical Signal“ a popisovala situaci z biofyziky – někteří mořští živočichové vyhledávají své oběti díky vyhodnocení elektrických signálů. Třetí úloha s názvem „A Heavy Vehicle Moving on An Inclined Road“ se zabývala pohybem těžkého silničního válce po nakloněné rovině. Texty úloh se tentokrát vešly na 6 stránek; jejich řešení zahrnulo 4 stránky + 4 stránky + 9 stránek = 17 stránek. Zejména třetí úloha obsahovala hodně obecných úprav, v nichž se dalo snadno poplést indexování i v případě správných fyzikálních úvah, a na to navazujících výpočtů s danými hodnotami. Ve všech úlohách měli soutěžící vytvářet vhodné zjednodušené modely popisovaných situací, provádět úvahy, jež se týkají výpočtů s různými proměnnými parametry. Pokusil jsem se představit si, jak dlouho bych pouze opisoval již hotové řešení třetí úlohy, které bylo zpracováno autory na 9 stran – a myslím, že by mi dvě hodiny nestačily a určitě bych v řešení udělal několik chyb v matematických úpravách, i kdybych nebyl v soutěžním stresu. Na řešení teoretických úloh byla vymezena doba 5 hodin. Základním krédem bylo: *please use as little text as possible; express yourself primarily in equations; numbers, figures, and plots, and use the symbols that are given in the text to express physical quantities.*

Jasně – pro opravujícího fyzika je řada na sebe navazujících rovnic, doprovázených obrázky a grafy, jasnější než souvislý text, popisující fyzikální úvahy v národním jazyce soutěžících. A právě tento úspěšný způsob komunikace, užívající fyzikálního esperanta fyzikálních značek a rovnic, v určité logické struktuře nalézáme ve vědeckých pracích teoretických fyziků. Proto bude nutno se i na něj zaměřit při zápisu řešení úloh v přípravě na další mezinárodní soutěže.

Naše delegace ukončila překlady ve 3 hodiny v noci a předala soutěžní materiály organizátorům. Po krátkém spánku všichni vedoucí nastoupili do zájezdových autobusů a byli vyvezeni z místa soutěže do oblasti vyhaslé sopky Batur, abychom shlédli původní krásy ostrova Bali, a potom do oblasti známé lidovou rukodělnou výrobou různých pamětečních předmětů – kolem vesnice Ubud. Navštívili jsme tři buddhistické kláštery, patřící k architektonickým památkám. Zatím se soutěžící potili nad teoretickými úlohami. Tak uplynul den teoretických úloh – 23. 7. 2002. Čtvrtý den 33. MFO byl věnován diskusi o **dvou experimentálních úlohách**; zasedání Mezinárodní Jury bylo zahájeno již dopoledne, diskuse proběhla rozumně a překlady úloh jsme dokončili také v rozumné době. Experimentální úlohy se týkaly dvou problémů, byly na sobě sice nezávislé, ale měly styčné body. První úloha se zabývala určením podílu $\frac{e}{k_B}$ pomocí elektrolýzy vody (e je náboj elektronu, k_B Boltzmannova konstanta). Soutěžící si měli sestavit přístroj potřebný na zachycení plynů při elektrolýze vody, avšak ani zkumavka, ani grafické papíry, jež dostali soutěžící k dispozici, nebyly kalibrovány v milimetrech, nýbrž ve stupnici, jejíž jednotka nebyla známá. Ke stanovení jednotky délky však měli možnost použít matematického kyvadla (vlákno, kulička a stopky byly k dispozici). Poněkud návodný byl tzv. *Answer form*, obsahující otázky, na něž měl každý soutěžící odpovědět.

Druhou úlohou bylo odtajnění dané optické černé schránky, v níž byly dvě křížem usazené optické mřížky a planparalelní destička. Také zde bylo zdůrazněno, že kromě údaje o vlnové délce záření laseru – 670 nm – neznají soutěžící délkové jednotky vyznačené na pomůckách, a musejí vycházet z provedeného měření s kyvadlem.

Pátý den soutěže – 25. 7. 2002 – proběhlo řešení experimentálních úloh, vedoucí dostali k opravě xerokopie řešení teoretických úloh svých soutěžících, během času ještě xerokopie řešení experimentálních úloh. Sedmý den studenti cestovali do oblasti sopky Batur, vedoucí se pečlivě připravovali na osmý den – 28. 7. 2002, kdy proběhl proces tzv. moderování. Tato MFO se vrátila k původnímu modelu opravování: kromě vedoucích opravili řešení úloh nezávisle místní korektoři a moderování probíhalo s cílem nalezení shody názorů obou opravujících skupin.

Desátý den – 29. 7. 2002 – byl věnován zakončení soutěže a vyhlášení výsledků. Patronaci nad zakončením převzal opět ministr národního vzdělávání prof. Malik Fadjar. V dopoledních hodinách se sešla Mezinárodní Jury, aby schválila výsledky soutěže a podle nových pravidel vyhlásila počty medailistů. Vloni schválené rozhodnutí vymezuje, že pozitivně bude ohodnoceno nejméně 60 % soutěžících (doposud se vypočítával průměr prvních tří nebo pěti soutěžících a úspěšným se stal každý účastník, který získal alespoň 50 % této průměrné hodnoty), minimálně 6 % získává zlatou, nejméně 12 % stříbrnou a nejméně 18 % bronzovou medaili, tj. celkem 36 % soutěžících obdrží medaili a minimálně 24 % dalších soutěžících je úspěšnými řešiteli. Mezinárodní Jury na základě návrhu organizátorů poněkud zvýšila tyto počty medailistů a úspěšných řešitelů, a to ve prospěch soutěžících.

V odpoledních hodinách proběhlo slavnostní zasedání, po něm následovala prohlídka stavby nového náboženského památníku v nově budovaném turistickém a kulturním středisku, v němž má být ústředním motivem socha boha Višny, tyčící se do výšky 50 m na skalnatém útesu, omývaném velkými vlnami Indického oceánu. Potom proběhla slavnostní závěrečná večeře.

V dopoledních hodinách v úterý 30. 7. 2002 byla 33. MFO ukončena. Studenti přenocovali ještě jednou v hotelu v Bualu Village a následující den odletěli ve 14.40 z letiště Ngurah Rai International Airport přes Djakartu, Singapur, Paris do Prahy. Vedoucí delegace přijali pozvání pořadatelů a zúčastnili se ještě Prvního světového kongresu Světové federace fyzikálních soutěží, který navazoval na právě skončenou olympiádu.

Na 33. MFO přijelo **298 soutěžících ze 67 zemí**, zastupujících mladé fyziky z pěti kontinentů – Evropa, Asie, Austrálie, Severní a Jižní Amerika a Afrika. Ze zemí, které se MFO již tradičně účastní, nebyly zastoupeny USA a Izrael, podruhé se nezúčastnil ani Nový Zéland. Poprvé se zúčastnily delegace států: Bolívie (byli vysláni studenty bez vedoucího), Kyrgyzstán, Malajsie, Filipíny (opět po několika letech neúčasti), Saudská Arábie, Surinam (opět po několika letech). Jako pozorovatelé byli účastni zástupci států Bahrajn, Japonsko, Jihoafrická republika. Protože další dvě MFO budou uspořádány v Asii, lze předpokládat mírné zvýšení účasti asi na sedmdesátku zúčastněných států.

Zadané úlohy se ukázaly být značně obtížné, a to jak po stránce teoretické, tak po stránce invence i manuálních dovedností. Zejména experimentální úlohy vyžadují předchozí trénink, manuální i intelektuální dovednosti, invenci při stanovení hypotéz a při jejich ověřování. Velmi důležité jsou kvalifikované odhady, včetně odhadu nepřesností při měření různých fyzikálních veličin. To všechno ze středoškolské výuky – společně se snížením počtu povinných hodin fyziky – vypadlo a podobné úlohy musejí být zařazovány do přípravy soutěžících na soustředěních před MFO.

Nejlepším řešitelem 33. MFO byl vietnamský soutěžící Ngoc Duong Dang, který získal 45,40 bodu z padesátky možných a také nejlepší výsledek v experimentální části soutěže 18,70 bodu (z 20 možných). V teoretické části byl nejlepší soutěžící z Íránu Mohammed Faghfoor Maghrebi s 28,35 bodu ze třiceti možných. Více než 40 bodů celkem mělo jen 12 soutěžících, tj. 4 % soutěžících. Už tato fakta naznačují obtížnost zadaných úloh.

Mezinárodní komise schválila následující hodnocení: 42 soutěžících získalo zlatou medaili (14,1 %), 37 soutěžících stříbrnou medaili (12,4 %), 57 soutěžících bronzovou medaili (19,1 %) a 69 soutěžících čestné uznání (23,2 %), celkem 205 soutěžících bylo prohlášeno za úspěšné řešitele (68,8 %).

Umístění a bodové výsledky soutěžících z České republiky jsou následující:

84. **Václav Cviček**, teoretické úlohy 19,4, experiment 10,60, celkem 30,0 bodů (60 %);

119. **Miroslav Hejna**, teoretické úlohy 17,2, experiment 8,50, celkem 25,7 bodů (51,4 %);

137. **Alexandr Kazda**, teoretické úlohy 16,0, experiment 7,90, celkem 23,90 bodů (47,4 %);

162. **Jan Prachař**, teoretické úlohy 11,2, experiment 9,00, celkem 20,20 bodů (40,4 %);

185. **David Mareček**, teoretické úlohy 10,65, experiment 7,60, celkem 18,25 bodů (36,5 %).

Studenti Cviček a Hejna obdrželi bronzovou medaili, Kazda, Prachař a Mareček čestné uznání; Kazdovi do bronzové medaile scházelo 0,10 bodu.

Když budeme zvažovat celkové výsledky jednotlivých družstev, potom zjišťujeme, že 58 z přítomných 67 družstev mělo alespoň jednoho úspěšného řešitele. Pořadí družstev jsme stanovovali podle počtu medailí, ne podle počtu získaných bodů jednotlivými soutěžícími. Důvodem je skutečnost, že rozhodnutím Mezinárodní Jury, které přijala před několika lety, se nezveřejňují bodové výsledky neúspěšných řešitelů, a tím zůstávají výsledky pro statistické účely neúplné. Za zlatou medaili jsme počítali 4 body, stříbrnou 3 body, bronzovou 2 body a čestné uznání 1 bod; výsledky se sčítají a pořadí družstev jsme prováděli s ohledem na nejlepší získaný výsledek (např. při celkovém součtu rozhodovalo i pořadí nejlepšího řešitele). Na prvním místě se umístilo družstvo Íránské islámské republiky, které získalo 5 zlatých medailí, dále Čínská lidová republika, Jižní Korea (obě 4 zlaté, 1 stříbrná medaile). Na čtvrtém místě Ruská federace (3 zlaté, 2 stříbrné), na pátém až sedmém místě Maďarsko, pořádající Indonésie, budoucí organizátor Tchajwan (3 zlaté, 1 stříbrná, 1 bronzová medaile), dále Indie (1 zlatá, 4 stříbrné medaile), Gruzie (2 zlaté, 2 stříbrné, 1 bronzová medaile), Azerbájdžan (3 zlaté, 1 stříbrná, 1 neúspěšný).

V další desítce jsou postupně: Singapur, Vietnam, Německo, Velká Británie, Thajsko, Turecko, Rumunsko, Bělorusko, Austrálie, Kanada.

Třetí desítku tvoří: Ukrajina, Polsko, Jugoslávie, Kazachstán, Slovinsko, **26. Česká republika**, Pákistán, Nizozemí, Rakousko, Kuba.

Čtvrtou desítku začíná Slovensko, dále Dánsko, Chorvatsko, Bulharsko, Litva, Estonsko, Itálie, Brazílie, Malajsie, Moldávie.

Porovnáme-li výsledky států do pořadí našeho družstva (tj. místa 1 až 26), najdeme tam 11 asijských států, 12 postkomunistických států, 6 států bývalého sovětského společenství. Významný je nástup tzv. „asijských tygrů"; jejich soutěžící získali 24 zlatých a 12 stříbrných medailí (cca 45 % těchto medailí).

Na závěrečném ceremoniálu byla všechna **přítomná družstva pozvána na 34. MFO do Tai-pei (Tchajwan) na termín 12. až 21. července 2003**. Heslem této olympiády je dotaz: kdo bude třetím velikánem ve fyzice po Newtonovi a Einsteinovi? Získali jsme také předběžnou informaci o přípravách **35. MFO**, která **bude uspořádána v městě Pohang v Jižní Koreji v roce 2004**. Na obě soutěže bude Česká republika včas oficiálně pozvána diplomatickou cestou.

I když s ohledem na současný stav středoškolské výuky fyziky i vzhledem k věkovému složení delegace (čtyři žáci 3. ročníků a jeden druhák) bychom mohli být celkem spokojeni, protože všichni naši soutěžící se stali úspěšnými řešiteli, přesto je vedení delegace s dosaženým hodnocením nespokojeno.

Detailní výsledky našich soutěžících:

Soutěžící	**T1**	**T2**	**T3**	**T**	**E1**	**E2**	**E**	**Σ**
Václav Cviček	7,3	7,8	4,3	19,4	6,5	4,1	10,6	**30,0**
Miroslav Hejna	8,3	3,1	5,8	17,2	2,3	6,2	8,5	**25,7**
Alexandr Kazda	7,8	4,8	3,4	16,0	5,5	2,4	7,9	**23,9**
Jan Prachař	6,0	3,2	2,0	11,2	7,5	1,5	9,0	**20,2**
David Mareček	8,3	0	2,35	10,65	1,4	6,2	7,6	**18,25**

Předpokládali jsme posun alespoň o 3 medaile (místo dvou bronzových alespoň medaile stříbrné a k tomu ještě 1 až 2 bronzové). V. Cvičkovi do stříbrné scházely 2 body, které pečlivějším řešením jedné teoretické nebo experimentální získat mohl, a M. Hejnovi se do výsledku promítla jedna zcela neúspěšná experimentální úloha (za obě úlohy získal jen 8,5 bodu ze dvacítky možných).

A. Kazda jako druhák podal výsledek vynikající, avšak lepším zpracováním protokolů experimentálních úloh by byl bodový zisk podstatně vyšší a tedy medailový. J. Prachař i D. Mareček mohli získat každý o 2 až 3 body více.

Ve fyzikální olympiádě je to však jako ve sportu – kromě znalostí a dovedností je potřeba dokonalé soustředění, včasné vybavování, dobré využití času, který je k dispozici, účelné vyjádření myšlenek do zápisu protokolů o řešení, při experimentu fungující pomůcky a také kousek onoho štěstíčka, bez něhož soulad podmínek a z toho plynoucí pozitivní výsledek málokdy bývá.

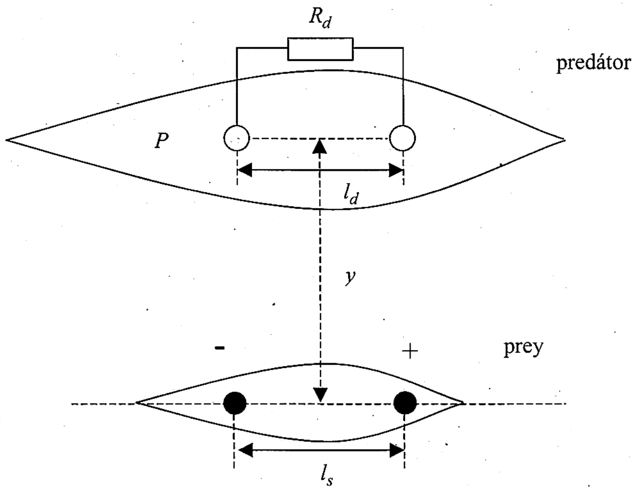
Výzva: Pokuste se vyřešit 2. teoretickou úlohu, obsahující problém z biofyziky.

CITLIVOST NA ELEKTRICKÉ SIGNÁLY

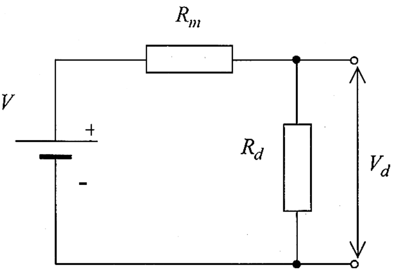
Někteří mořští živočichové mají schopnost objevovat jiné organismy na určitou vzdálenost díky elektrickým proudům, jež jsou vytvářeny těmito organismy při jejich dýchání nebo při procesech doprovázejících stahování svalů. Mořští lovci (*predátor*) využívají tohoto elektrického signálu k lokalizaci svých obětí (*prey*), dokonce i když jsou schovány pod pískem.

Fyzikální mechanismus vytvářející proud obětí a jeho detekce lovcem může být modelován tak, jak je popsáno na obr. 2-1. Proud vytvořený obětí protéká mezi dvěma body (respektive kuličkami) s kladným a záporným potenciálem v těle oběti. Vzdálenost mezi středy těchto dvou kuliček je l_s, jejich poloměr je r_s, který je mnohem menší než l_s. Měrný elektrický odpor mořské vody je ρ. Předpokládejte, že měrný elektrický odpor těla oběti je stejný jako obklopující ji mořské vody, z čehož vyplývá, že hranici mezi vodou a obětí na obrázku nemusíme uvažovat.

Abychom popsali detekci elektrického zdroje v oběti jejím lovcem, je detektor modelován podobně pomocí dvou kuliček v těle lovce. Lovec je v kontaktu s obklopující ho mořskou vodou a leží rovnoběžně s tělem oběti. Jsou ve vzdálenosti l_d. Každá kulička má poloměr r_d, který je mnohem menší než vzdálenost l_d. V tomto případě střed detektoru je místem ve vzdálenosti y nad zdrojem elektrického pole a spojnice středů obou koulí je rovnoběžná s elektrickým polem, jak je vidět na obr. 2-1. Obě vzdálenosti l_s a l_d jsou také mnohem menší než y. Intenzitu elektrického pole podél spojnice obou koulí považujeme za konstantní. Protože detektor tvoří uzavřený elektrický obvod, spojující oběť, obklopující vodu a lovce podle obr. 2-2.



Obr. 2-1: Model popisující detekci elektrického zdroje pocházejícího z oběti lovcem



Obr. 2-2

Na obrázku je V je potenciální rozdíl mezi kuličkami detektoru, vyvolaný elektrickým polem vytvořeným obětí, R_m je vnitřní odpor způsobený obklopující mořskou vodou. Dále V_d a R_d odpovídají potenciálnímu rozdílu a odporu mezi detekujícími kuličkami v těle lovce.

Úlohy:

1. Určete vektor proudové hustoty $\vec{j}$ (tj. proud dělený obsahem plochy) vyvolaný bodovým zdrojem proudu I_s ve vzdálenosti r v neomezeném prostředí. [*1,5 bodu*]
2. Pro daný proud I_s, který prochází mezi dvěma kuličkami v těle oběti, určete intenzitu elektrického pole $\vec{E}_p$ ve středu P vzdálenosti detekujících kuliček v těle lovce. Užijte vztah $\vec{E} = \rho \cdot \vec{j}$. [*2,0 bodu*]
3. Určete pro stejný proud I_s potenciálový rozdíl mezi kuličkami zdroje (V_s) v těle oběti. [*1,5 bodu*] Určete odpor mezi dvěma kuličkami zdroje (R_s) [*0,5 bodu*] a výkon vytvořený zdrojem (P_s) [*0,5 bodu*].
4. Určete odpor (R_m) [*0,5 bodu*], napětí (V_d) [*1,0 bodu*] podle obr. 2-2 a vypočtěte také výkon, přenášený ze zdroje na detektor (P_d) [*0,5 bodu*].
5. Určete optimální hodnotu R_d vedoucí k maximálnímu detekovanému výkonu [*1,5 bodu*] a také maximální výkon [*0,5 bodu*].

IPhO2002
BALI - INDONESIA
33rd INTERNATIONAL PHYSICS OLYMPIAD

První ceny PRAEMIUM BOHEMIAE uděleny

Bohumil Vybíral, Univerzita Hradec Králové*

Dne 4. prosince 2001 byly v zámeckém divadle na státním zámku Sychrov, historickém sídle Rohanů, slavnostně uděleny první ceny PRAEMIUM BOHEMIAE – ceny nobelovského typu v České republice. Slavnost se konala za účasti předsedkyně Akademie věd České republiky doc. RNDr. Heleny Illnerové, DrSc., předsedy Jednoty českých matematiků a fyziků prof. RNDr. Jaroslava Kurzweila, DrSc., představitelů vysokých i středních škol, státní a územní správy, předsedů ústředních výborů přírodovědných olympiád, rodinných příslušníků oceněných a zástupců četných sdělovacích prostředků. Celý průběh slavnosti natáčel Český rozhlas Hradec Králové a reportáž dělala Česká televize.

O úmyslu udělovat tyto ceny jsme čtenáře tohoto časopisu již informovali. Ceny uděluje NADACE B. JANA HORÁČKA ČESKÉMU RÁJI z úroků finančních prostředků, které pocházejí z celoživotního majetku Bohuslava Jana Horáčka, úspěšného podnikatele českého původu na Kanárských ostrovech. Ceny, určené ke stimulaci rozvoje vědy a umění v České republice, se budou udělovat každoročně v den narozenin mecenáše ve dvou kategoriích:

1. Studentům, účastníkům mezinárodních přírodovědných olympiád v oborech fyzika, chemie, biologie, matematika a informatika.
2. Osobnostem, které se významně zasloužily o rozvoj oborů: ekonomie, medicína, chemie, fyzika, matematika a ochrana přírody a dále umělcům, přičemž jednotlivé obory umění budou stanoveny později.

Cenu bude tvořit finanční částka (v první kategorii řádu desítek tisíc Kč, ve druhé kategorii řádu milionu Kč) a medaile (u cen 1. kategorie), resp. kovová soška (u cen 2. kategorie).

Ceny PRAEMIUM BOHEMIAE 2001 byly uděleny jen v kategorii pro studenty – celkovou částku 685 tisíc Kč (jednotlivé ceny v rozmezí od 15 do 75 tisíc Kč) získalo 25 studentů. Laureáty se stalo 5 fyziků, kteří z mezinárodní fyzikální olympiády, konané v Turecku za účasti 300 studentů ze 65 států, přivezli 1 stříbrnou a 4 bronzové medaile. Dále 5 chemiků, účastníků mezinárodní chemické olympiády, konané v Indii za účasti 210 studentů z 54 států, za zisk 1 zlaté a 3 bronzových medailí. Dalšími laureáty jsou 4 biologové, účastníci mezinárodní biologické olympiády v Belgii (soutěžilo 152 studentů z 38 států), za zisk 3 bronzových medailí. Šest matematiků dostalo ceny za účast a zisk 2 bronzových medailí a 2 čestných uznání na náročné mezinárodní matematické olympiádě v USA, na které soutěžilo 473 studentů z 83 států. Další skupinu laureátů tvoří 4 informatici, účastníci mezinárodní olympiády ve Finsku, kteří v konkurenci 272 soutěžících ze 74 států získali 1 stříbrnou a 2 bronzové medaile. Plejádu letošních laureátů uzavírají 2 nositelé mimořádných cen PRAEMIUM BOHEMIAE za úspěchy v minulých letech: Jan Houštěk za zlatou medaili (1999), stříbrnou medaili (2000) a bronzovou medaili (1998) na mezinárodních fyzikálních olympiádách a stříbrnou medaili na mezinárodní matematické olympiádě v roce 2000 a konečně Lenka Zdeborová za bronzovou medaili na mezinárodní fyzikální olympiádě v roce 1999 a za post 3. nejúspěšnější dívky ve fyzice v roce 1999. Oba jsou již studenty 3., resp. 4. ročníku MFF UK. Poctou pro tři nejvýše oceněné bylo, že jim ceny předával sám mecenáš a filantrop B. J. Horáček, který si v den slavnosti připomněl své 77. narozeniny.

Na slavnosti byl vyhlášen i úmysl udělit cenu PRAEMIUM BOHEMIAE 2002 vedle cen 1. kategorie také ve 2. kategorii, avšak zatím jen v oboru medicína, aby se ověřil náročný proces udělování těchto cen. Stoletá zkušenost z udělování Nobelových cen totiž ukazuje, že objektivně rozhodnout o tom, komu udělit velkou cenu, není vůbec jednoduché.

* bohumil.vybiral@uhk.cz

Laureáti cen PRAEMIUM BOHEMIAE 2001 v kategorii pro studenty

JIŘÍ KYSILKA
zlatá medaile na 33. mezinárodní chemické olympiádě v Indii (Bombay)
cena: 50 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Novém Bydžově

MIROSLAV HEJNA
stříbrná medaile na 32. mezinárodní fyzikální olympiádě v Turecku (Antalya)
cena: 30 000 Kč, *škola*: Gymnázium F. M. Pelcla v Rychnově nad Kněžnou

PAVEL ČÍŽEK
stříbrná medaile na 13. mezinárodní olympiádě v informatice ve Finsku (Tampere)
cena: 30 000 Kč, *škola*: Dvořákovo gymnázium v Kralupech nad Vltavou

NORBERT POŽÁR
bronzová medaile na 32. mezinárodní fyzikální olympiádě v Turecku (Antalya)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Bruntále

JAN PIPEK
bronzová medaile na 32. mezinárodní fyzikální olympiádě v Turecku (Antalya)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Keplerovo gymnázium v Praze

JAN KAPITÁN
bronzová medaile na 32. mezinárodní fyzikální olympiádě v Turecku (Antalya)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Keplerovo gymnázium v Praze

MARTIN BERÁNEK
bronzová medaile na 32. mezinárodní fyzikální olympiádě v Turecku (Antalya)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Praze, Ohradní ul.

PAVEL ŘEZANKA
bronzová medaile na 33. mezinárodní chemické olympiádě v Indii (Bombay)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium Ch. Dopplera v Praze

HELENA HANDRKOVÁ
bronzová medaile na 33. mezinárodní chemické olympiádě v Indii (Bombay)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Mladé Boleslavi

RICHARD CHUDOBA
bronzová medaile na 33. mezinárodní chemické olympiádě v Indii (Bombay)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Č. Budějovicích, Jírovcova ul.

JAKUB TĚŠITEL
bronzová medaile na 12. mezinárodní biologické olympiádě v Belgii (Brusel)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Chrudimi

DAVID NOVOTNÝ
bronzová medaile na 12. mezinárodní biologické olympiádě v Belgii (Brusel)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Táboře

PETR JANŠTA
bronzová medaile na 12. mezinárodní biologické olympiádě v Belgii (Brusel)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Moravském Krumlově

JAN KYNČL
bronzová medaile na 42. mezinárodní matematické olympiádě v USA (Washington)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Jilemnici

MARTIN TANCER
bronzová medaile na 42. mezinárodní matematické olympiádě v USA (Washington)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium Ch. Dopplera v Praze

MILOSLAV TRMAČ
bronzová medaile na 13. mezinárodní olympiádě v informatice ve Finsku (Tampere)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Biskupské gymnázium v Brně

MAREK SULOVSKÝ
bronzová medaile na 13. mezinárodní olympiádě v informatice ve Finsku (Tampere)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Brně, tř. kpt. Jaroše

JAROSLAV HÁJEK
čestné uznání na 42. mezinárodní matematické olympiádě v USA (Washington)
cena: 20 000 Kč, *škola*: Gymnázium M. Koperníka v Bílovci

TOMÁŠ PROTIVÍNSKÝ
čestné uznání medaile na 42. mezinárodní matematické olympiádě v USA (Washington)
cena: 20 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Brně, tř. kpt. Jaroše

MAGDALÉNA KUBEŠOVÁ
účastnice 12. mezinárodní biologické olympiády v Belgii (Brusel)
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Č. Budějovicích, Jírovcova ul.

JAN HERMAN
účastník 42. mezinárodní matematické olympiády v USA (Washington)
cena: 15 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Brně, tř. kpt. Jaroše

ONDŘEJ SUCHÝ
účastník 42. mezinárodní matematické olympiády v USA (Washington)
cena: 15 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Plzni, Mikulášské nám

ROMAN KREJČÍK
účastník 13. mezinárodní olympiády v informatice ve Finsku (Tampere)
cena: 15 000 Kč, *škola*: Gymnázium Ch. Dopplera v Praze

Mimořádné ceny za výrazné úspěchy na MFO a MMO v letech 1998 až 2000

JAN HOUŠTĚK
1 zlatá, 2 stříbrné a 1 bronzová medaile na MFO a MMO v letech 1998 až 2000
cena: 75 000 Kč, *škola*: MFF Univerzity Karlovy v Praze (Gymnázium v Pelhřimově)

LENKA ZDEBOROVÁ
bronzová medaile a 3. nejúspěšnější dívka na světě ve fyzice v roce 1999
cena: 50 000 Kč, *škola*: MFF Univerzity Karlovy v Praze (Gymnázium v Plzni, Mikulášské nám.)

CENY Praemium Bohemiae 2002 UDĚLENY

Dne 4. prosince 2002 byly v zámeckém divadle státního zámku Sychrov uděleny prestižní ceny Praemium Bohemiae za rok 2002. Slavnostní atmosféru této události podtrhla přítomnost oficiálních hostů: předsedkyně Akademie věd ČR doc. RNDr. Heleny Illnerové, DrSc., předsedy Učené společnosti ČR prof. PhDr. Františka Šmahela, DrSc., představitelky České konference rektorů prof. MUDr. PhDr. Jany Mačákové, CSc., předsedy Jednoty českých matematiků a fyziků doc. RNDr. Štefana Zajace, CSc., předsedů předmětových olympiád ve fyzice, matematice a chemii, představitelů vysokých a středních škol, státní a územní správy.

Jak jsme čtenáře již informovali (ŠF, 4/2000, s. 127), ceny uděluje *Nadace B. Jana Horáčka Českému ráji* na stejném principu, podle něhož jsou udělovány Nobelovy ceny – tedy z úroků finančních prostředků, které pocházejí z celoživotního podnikání jejího zakladatele Bohuslava Jana Horáčka. První ceny Praemium Bohemiae byly uděleny v roce 2001 za účasti zakladatele. Letošního udělení se pan Horáček již bohužel nemohl účastnit, protože nečekaně 18. října 2002 zemřel ve věku nedožitých 78 let. Pocty pro tohoto mecenáše, připravené k 28. říjnu 2002, státní vyznamenání – medaile „Za zásluhy“ a čestné občanství města Turnova, obdržel již jen in memoriam.

Významnou změnou oproti roku 2001 byla skutečnost, že **byla poprvé udělena (velká) cena Praemium Bohemiae za vědu** – pro obor medicína (biomedicína). Po náročném odborném výběru ceny o velikosti jeden milion Kč získal osmasedmdesátiletý prof. MUDr. Vratislav Schreiber, DrSc., za objevné práce v endokrinologii, zejména za průkaz existence mozkového hormonu řídicího sekreci podvěsku mozkového.

Významným počinem pana Horáčka bylo jeho rozhodnutí neudělovat ceny jen vyzrálým vědcům za špičková díla, nýbrž také mladým lidem, kteří se na vědeckou dráhu teprve intenzivně připravují a kteří se svým výrazným talentem dokázali již nyní prosadit v nelehké mezinárodní konkurenci na světových studentských olympiádách v přírodních vědách. V České republice je již delší dobu rozvinuta soustava prestižních středoškolských předmětových olympiád v oborech fyzika, chemie, biologie, matematika a programování. Tyto olympiády si kladou za cíl vyhledávat a pěstovat talenty v uvedených oborech, které jsou významným činitelem pro rozvoj vzdělanosti a prosperity našeho národa a lidstva vůbec. Přitom nejde jen o organizování vlastních soutěží, ale o celý propracovaný systém přípravy talentů. Škola nemůže vybavit talentované studenty znalostmi a dovednostmi potřebnými při těchto prestižních soutěžích, zejména mezinárodních. Uvedené olympiády totiž mají vedle svých rozvětvených národních forem i prestižní světové soutěže, na jejichž formování se významně podílely také české osobnosti. Příznačné proto je, že úspěchy českých studentů na těchto soutěžích jsou velmi dobré, což významně přispívá nejen k prezentaci české vědy a českého školství ve světě, ale přímo i ke zkvalitňování našeho školství.

Kritériem pro udělení cen PRAEMIUM BOHEMIAE 2002 studentům byly jejich úspěchy na světových olympiádách v roce 2002. Mezinárodní **fyzikální olympiáda** v roce 2002 (v pořadí již 33.) se konala v Indonésii na ostrově Bali za účasti 298 studentů ze 67 států všech kontinentů. Pět českých studentů přivezlo 2 bronzové medaile a 3 čestná uznání. **Chemie** měla v roce 2002 již 34. ročník mezinárodní olympiády, soutěž se konala v Holandsku za účasti 225 studentů z 57 států. Čtyři čeští studenti získali 3 bronzové medaile a 1 čestné uznání. 13. mezinárodní **biologickou** olympiádu v roce 2002 hostilo Lotyšsko. Naši čtyři studenti přivezli 3 medaile – 1 stříbrnou a 2 bronzové. Nejstarší mezinárodní olympiáda, **matematická,** měla v roce 2002 již 43. ročník. Konala se ve Velké Británii za účasti 485 soutěžících z 84 států všech kontinentů. Šest českých studentů zaznamenalo velký úspěch – získalo 5 medailí, toho 2 stříbrné a 3 bronzové, a k tomu 1 čestné uznání. Mezinárodní olympiáda **v informatice** v roce 2002 měla 14. ročník a hostitelskou zemí byla Korea. Účastnilo se jí

276 soutěžících ze 72 států všech kontinentů. Čtyři čeští studenti přivezli 2 medaile – 1 zlatou (nositel této zlaté medaile byl současně nositelem stříbrné medaile z matematické olympiády) a 1 bronzovou a další 2 studenti obdrželi čestná uznání.

Studentské ceny PRAEMIUM BOHEMIAE 2002 získalo celkem 23 studentů v celkové výši 525 tisíc Kč (podle dosaženého úspěchu se ceny pohybovaly v rozpětí od 15 do 65 tisíc Kč). Příznačné je, že z tohoto počtu je 14 fyziků nebo matematiků (u nás je programování – informatika zařazeno jako samostatná sekce matematické olympiády).

Pocity vyznamenaných studentů na slavnosti nejlépe vyjádřil nejvýše oceněný student (matematik a informatik) Josef Cibulka ve svém děkovném projevu: *„Pro drtivou většinu z nás je to největší ocenění, jakého se nám dosud v našem životě dostalo. Jedná se o ocenění »morální«, neboť je zde na naši činnost veřejně pohlíženo ne jako na zvláštní zálibu nebo koníčka, které je okolím tolerováno zpravidla se shovívavým úsměvem, ale jako na něco, co si zasluhuje zájem nejen úzkého okruhu odborníků, ale i širší veřejnosti. To je pro nás velkým povzbuzením. Pro nás, studenty, není rozhodně zanedbatelné ani nemalé finanční ocenění. Pro mnohé z nás je to největší hmotná odměna za naši práci v našem životě. Dnešní významný den si budeme pamatovat celý život, neboť i kdyby někteří z nás dosáhli dalších úspěchů – na první významné události v životě se nezapomíná.“*

Laureáti cen PRAEMIUM BOHEMIAE 2001 v kategorii pro studenty

JOSEF CIBULKA
zlatá medaile na 14. mezinárodní olympiádě v informatice v Koreji a
stříbrná medaile na 43. mezinárodní matematické olympiádě ve Velké Britanii
cena: 65 000 Kč, *škola*: Akademické gymnázium v Praze, Štěpánská ul.

RADEK JUROK
zlatá medaile a absolutně první místo v soutěži Grand Prix Chimique 2001 na Slovensku
cena: 50 000 Kč, *škola*: Střední průmyslová škola chemická ak. Heyrovského v Ostravě

JAROSLAV HÁJEK
stříbrná medaile na 43. mezinárodní matematické olympiádě ve Velké Británii
cena: 30 000 Kč, *škola*: Gymnázium M. Koperníka v Bílovci

JAKUB TĚŠITEL
stříbrná medaile na 13. mezinárodní biologické olympiádě v Lotyšsku
cena: 30 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Chrudimi, Ohradní ul.

VÁCLAV CVIČEK
bronzová medaile na 33. mezinárodní fyzikální olympiádě v Indonésii
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium Petra Bezruče ve Frýdku-Místku

MIROSLAV HEJNA
bronzová medaile na 33. mezinárodní fyzikální olympiádě v Indonésii
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium F. M. Pelcla v Rychnově nad Kněžnou

JAN MOLÁČEK
bronzová medaile na 43. mezinárodní matematické olympiádě ve Velké Britanii
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium J. K. Tyla v Hradci Králové

TOMÁŠ PROTIVINSKÝ
bronzová medaile na 43. mezinárodní matematické olympiádě ve Velké Britanii
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Brně, tř. kpt. Jaroše

MARTIN TANCER
bronzová medaile na 43. mezinárodní matematické olympiádě ve Velké Británii
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium Ch. Dopplera v Praze

PAVEL ČÍŽEK
bronzová medaile na 14. mezinárodní olympiádě v informatice v Koreji
cena: 25 000 Kč, *škola*: Dvořákovo gymnázium a obchodní akad. v Kralupech n. Vltavou

EVA PLUHAŘOVÁ
bronzová medaile na 34. mezinárodní chemické olympiádě v Holandsku
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Ostrově

RICHARD CHUDOBA
bronzová medaile na 34. mezinárodní chemické olympiádě v Holandsku
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Českých Budějovicích, Jírovcova ul.

BOHUSLAV DRAHOŠ
bronzová medaile na 34. mezinárodní chemické olympiádě v Holandsku
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Jeseníku

FILIP KOLÁŘ
bronzová medaile na 13. mezinárodní biologické olympiádě v Lotyšsku
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Českých Budějovicích, Česká ul.

KATEŘINA REZKOVÁ
bronzová medaile na 13. mezinárodní biologické olympiádě v Lotyšsku
cena: 25 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Táboře, nám. F. Křižíka

ALEXANDR KAZDA
čestné uznání na 33. mezinárodní fyzikální olympiádě v Indonésii
cena: 20 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Praze 6, ul. Nad Alejí

JAN PRACHAŘ
čestné uznání na 33. mezinárodní fyzikální olympiádě v Indonésii
cena: 20 000 Kč, *škola*: Gymnázium F. M. Pelcla v Rychnově nad Kněžnou

DAVID MAREČEK
čestné uznání na 33. mezinárodní fyzikální olympiádě v Indonésii
cena: 20 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Plzni, Mikulášské nám.

VÍTĚZSLAV KALA
účastník 43. mezinárodní matematické olympiády ve Velké Británii
cena: 15 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Brně, tř. kpt. Jaroše

MILAN STRAKA
účastník 14. mezinárodní olympiády v informatice v Koreji
cena: 15 000 Kč, *škola*: Gymnázium ve Strakonicích

JIŘÍ ŠTĚPÁNEK
účastník 14. mezinárodní olympiády v informatice v Koreji
cena: 15 000 Kč, *škola*: Gymnázium v Brně, tř. kpt. Jaroše

TOMÁŠ MIKULKA
účastník 34. mezinárodní chemické olympiády v Holandsku
cena: 15 000 Kč, *škola*: Klvaňovo gymnázium v Kyjově

EVA KOZUBÍKOVÁ
účastnice 13. mezinárodní biologické olympiády v Lotyšsku
cena: 15 000 Kč, *škola*: Gymnázium ve Zlíně, Lesní čtvrť

Turnaj mladých fyziků, První krok k Nobelově ceně za fyziku a Středoškolská odborná činnost v oboru fyzika ve školním roce 2001–2002

Zdeněk Kluiber, Gymnázium Ch. Dopplera, Praha*

1. TURNAJ MLADÝCH FYZIKŮ

15. mezinárodní Turnaj mladých fyziků (MTMF) se uskutečnil ve dnech 23.–30. 5. 2002 v Oděse, Ukrajina. Zúčastnilo se ho 20 družstev z 18 zemí, ze 4 kontinentů [1]. Soutěž probíhala ve velmi příjemném prostředí rekreačního komplexu pracovníků oděského přístavu.

ČR reprezentovalo družstvo studentů Gymnázia Christiana Dopplera, Praha ve složení: Marian Grocký (kapitán), David Beneš, Ondřej Čertík, Jan Pacák, Martin Suchara. Vedoucím delegace ČR byl RNDr. Zdeněk Janů, CSc., vedoucí sekce Fyzikálního ústavu AV ČR, Praha; vedoucím družstva byl Doc. RNDr. Zdeněk Kluiber, CSc., ředitel Gymnázia Ch. Dopplera.

Družstvo Gymnázia Christiana Dopplera zvítězilo v 15. republikovém finále TMF se ziskem 5 114 bodů před družstvem Mendelova gymnázia, Opava, které získalo 4 101 bodů. Po společném výběru Českým výborem TMF, Jednotou českých matematiků a fyziků a MŠMT bylo k soutěži pozváno 43 škol – písemná řešení pro republikové finále zaslala však jen dvě výše uvedená gymnázia.

Je zřejmé, že TMF patří k nejnáročnějším soutěžím studentů středních škol. Celá soutěž probíhá v anglickém jazyce. Účast v soutěži znamená opravdu se přiblížit práci fyzika. Účastníci TMF v naprosté většině odcházejí studovat fyziku! Oni totiž v průběhu středoškolského studia na dost vysoké úrovni zvládli anglickou fyzikální terminologii, pojetí diskuze s argumentací.

Jako příklad uvádíme text zadání dvou úloh:

Úloha č. 10: Sestrojte a demonstrujte zařízení, které by mohlo být poháněno jen důsledkem šíření zvuku. Vyšetřete jeho vlastnosti.

Úloha č. 6: Někdy se doprava zastaví a rozjede, aniž by k tomu existovala zjevná příčina. Vytvořte fyzikální model tak, abyste tento jev vysvětlili.

ČR potvrdila svoje velmi dobré umístění v celé historii soutěže a skončila na 3. místě. Celkově 1. bylo družstvo Polska, na 2. místě pak byla družstva Běloruska a Německa. Společně s ČR získala 3. místo družstva Austrálie, Chorvatska, Maďarska, Polska (Katovice), Rakouska, Slovenska, Ukrajiny II. Pořadí družstev na dalších místech: 12. Gruzie, 13. Finsko, 14. Korea, 15. Švýcarsko, 16. Rusko, 17. Mexiko, 18. Nizozemí, 19. Ukrajina I., 20. Bulharsko.

Úlohy TMF obsahově překrývaly hlavní oblasti fyziky a jejich řešení vyžadovalo velmi dobrou znalost fyziky, matematiky a programování na úrovni vysoce převyšující požadavky střední školy. Celá soutěž je velmi časově náročná – nejprve se odehrává pět vyřazovacích fyzikálních soubojů, které jsou až čtyřhodinové a vyžadují nesmírné soustředění od všech členů týmu. Úspěch v této soutěži je proto podmíněn i dobrému psychickému zázemí soutěžících studentů. Fyzikální vyřazovací souboje: referování, oponování a recenzování řešení úloh hodnotily veřejně sedmičlenné mezinárodní komise. Členové vedení delegace ČR byli členy hodnotících komisí těch soubojů, ve kterých nebylo zúčastněno družstvo ČR.

Uskutečnila se dvě zasedání mezinárodního výboru TMF – ČR zastupoval Doc. Kluiber –, na kterých byly diskutovány dílčí úpravy pravidel TMF, prognózy jeho vývoje, byla oznámena hostitelská země příštího ročníku: v roce 2003 se 16. MTMF uskuteční ve Švédsku (Uppsala). Jako pozorovatelé se 15. MTMF zúčastnili zástupci z následujících zemí: Arménie,

* zdenek.kluiber@email.cz

Švédsko, USA. Patnáct let TMF prokázalo kvalitu této soutěže. Evropská fyzikální společnost jí dává velkou perspektivu.

PRVNÍ KROK K NOBELOVĚ CENĚ ZA FYZIKU

10. ročníku této renomované soutěže vyhlašované Fyzikálním ústavem Polské akademie věd se zúčastnilo 47 prací z 18 zemí. 5 nejlepších prací získalo ohodnocení Ceny, 15 prací bylo zařazeno do kategorie Vědecké práce; 14 prací bylo začleněno do kategorie Příspěvky; 11 prací pak bylo označeno jako Přístroje [2].

Je sympatické, že jediný zástupce ČR v soutěži Marian Grocký: *Microscopic Structure Analysis of Ferroelastic Domain Walls and Antiphase Boundaries in Orthorhombic Phase Of beta-K_2SO_4 Type*; Gymnázium Christiana Dopplera, Praha; byl se svojí prací zahrnut do kategorie Vědecké práce [1]. Účast v této soutěži vyžaduje perfektní angličtinu, vypracování kvalitní odborné práce. Témata těchto prací zpravidla vycházejí z aktuálních úkolů fyzikálního výzkumu.

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST V OBORU FYZIKA

24. celostátní přehlídka Středoškolské odborné činnosti (SOČ) se uskutečnila ve Střední policejní škole Ministerstva vnitra v Holešově ve dnech 6.–8. 6. 2002. Škola s vysokou mírou zodpovědnosti zajistila mimořádně úspěšnou akci [3]. Celkem se přehlídky zúčastnilo 252 kolektivních a individuálních prací soustředěných do 17 přírodovědných, humanitních a technických oborů.

Ve fyzice bylo zařazeno celkem 12 prací; 10 prací bylo obhajováno, autoři dvou prací byli v době konání přehlídky nemocni.

Seznam prací podle umístění se stručnými anotacemi:

1. **Marian Grocký, Martin Suchara, Michal Fárka**
   Gymnázium Christiana Dopplera, Zborovská ul., Praha
   „Analýza mikroskopické struktury feroelastických doménových stěn a antifázových hranic v ortorombické fázi krystalů typu beta-K_2SO_4"

Předložená práce se zabývá zobrazením mikroskopické struktury feroelastických doménových stavů, doménových stěn, antifázových hranic a jejich vzájemných interakcí v látkách typu beta-K_2SO_4.

Studenti samostatně převedli dostupná data do počítačové grafiky a vytvořili model doménových stěn a antifázové hranice v několika orientacích a polohách.

Zásadním výsledkem práce je zobrazení rozštěpení antifázové hranice na dvě feroelastické doménové stěny a reakce dvou neekvivalentních doménových stěn.

2. **Ondřej Pejcha**
   Gymnázium, Slovanské nám., Brno
   „Co se děje s AY Draconis?"

Z vizuálních a CCD-měření proměnné hvězdy AY Draconis vyplývá, že se jedná o dlouhoperiodickou proměnnou hvězdu typu Mira. V práci byla perioda světelných změn zpřesněna na 262,31 dne a určena absolutní hvězdná velikost v oboru K na –7,0 mag. Vzdálenost hvězdy od Země je přibližně 4 100 pc.

Porovnání získaných měření s údaji v objevových pracích ukazuje, že AY Dra od doby svého objevu zvětšila svoji amplitudu na trojnásobek. V současné době není znám uspokojivý model pulzací osamocené hvězdy, který by takové zvýšení amplitudy dokázal vysvětlit. Dvojhvězdný model zase naráží na jiné problémy.

3. Ondřej Mandula
Gymnázium, Masarykovo nám., Třebíč
„Anomální průběh objemové roztažnosti vody v závislosti na teplotě"
Těžištěm práce je zpracování nashromážděného souboru naměřených údajů společně s interpretací získaných výsledků. Text zahrnuje i několik graficky zpracovaných závislostí měřených veličin, které přibližují vyhodnocení informace o měření. Autor komentuje specifika provedených měření a podává výklad možných příčin odchylek zpracovaných hodnot od tabelovaných. V příloze pak jsou v přehledu utříděné soubory laboratorních měření i měření provedených v terénu v řadě vodních nádrží.

4. Lukáš Vídeňský
Gymnázium, tř. kpt. Jaroše, Brno
„Hudební akustika, Tibetské mísy"
V práci je studován hudební nástroj – Tibetské mísy. Jde o přesná fyzikální měření jejich akustických vlastností. Autor se opírá o bohaté přílohy spekter hlavních a alikvótních tónů, na jejichž základě ukazuje na zajímavé zjištěné hudební vlastnosti mís.
Dokládá šíři, dobu trvání a změn alikvotních tónů, ale i schopnost těchto hudebních nástrojů *„čistit akustický prostor"*, tj. zrušit přirozený šum okolního prostředí. Autor se pokouší i o zviditelnění *„akustického prostoru"* získáním Chladniho obrazců při hře na mísy naplněné vodou.

5. Jiří Tutsch
Střední policejní škola MV, Pod Táborem, Praha
„Spektrální a chromatografické metody k určování neznámých látek"
Práce se zabývá využitím základních instrumentálních metod analytické chemie. Jedná se o teoreticko-praktickou studii, která se opírá o teoretické poznatky následně aplikované v praktických případech.
Jsou zde shrnuty poznatky o užitých metodách, schémata přístrojů i vlastních procesů identifikace. Zvláštní pozornost je pak věnována infračervené a hmotnostní spektrometrii – fragmentačním a přesmykovým mechanismům.
V praktické části jsou provedeny analýzy neznámých látek, doloženo osvojení si používaných identifikačních metod a ovládnutí počítačového vybavení.

6. Lenka Pinkavová
Gymnázium, Třebízského ul., České Budějovice
„Prvková analýza meteoritu Morávka pomocí spektroskopie záření gama"
Autorka si osvojila velké množství znalostí z jaderné fyziky, chemie, radiologie, dozimetrie, elektrotechniky a vzhledem k původu vzorku i z astronomie. Zvládla metodu gamaspektrometrie po teoretické i praktické stránce. Při zpracování praktické části plně uplatnila uvedené metody: při přípravě vzorku, měření i vyhodnocení výsledků, zohlednila vlastnosti měřicí aparatury i vnější vlivy, které ovlivnily přesnost měření.

7. Michal Humpula
Gymnázium J.A.Komenského, Komenského ul., Uherský Brod
„Morfologie slunečních skvrn a její vztah k chromosférickým erupcím"
Práce dokládá autorovo nadšení pro práci v daném oboru. Popis morfologie slunečních skvrn je pojat poněkud úzce, avšak autor se snaží uvést její hlavní vazby na sluneční erupce.

8. Eva Šmidrkalová, Pavla UmhiShová
Gymnázium V. Hlavatého, Poděbradova ul., Louny
„Využití fluorimetrie pro studium fotosyntézy"
Autorky využily metodu pulzní amplitudově modulované fluorimetrie pro studium primárních fotosyntetických dějů probíhajících ve fotosyntetickém aparátu durmanu stromového,

který byl vystaven působení stresujících vnějších podmínek: nadměrné ozářenosti a nedostatku vody. Experimentální část práce byla realizována během dvoutýdenního pobytu v Akademickém a univerzitním centru v Nových Hradech.

Práce má obsáhlou část věnovanou teorii, vysvětlení fotoinhibitačního experimentu, zasychovacího experimentu. Výsledky experimentů vypovídají o změnách účinnosti fotochemických dějů ve fotosyntetickém aparátu durmanu, resp. obecně vyšších rostlin.

9. Vlastimil Kůs, Josef Fischer
VOŠ a SPŠE, Koterovská ul., Plzeň
„*K teorii relativity*"
Autoři se zabývají problematikou, se kterou se při svém studiu na střední škole nesetkali. Jejich snahou je základní poznatky speciální teorie relativity doložit správně vyřešenými příklady, což se jim ve většině případů vcelku daří.

10. Ondřej Vanhák
SPŠ stavební, Středoškolská ul., Ostrava
„*Správní budova SPT Telecomu*"
Autor obsáhlé práce – celkového projektu velké stavby – přihlásil do SOČ vlastně jen její malou část – dílčí problematiku tepelných vlastností. Jedná se o rutinní zpracování nezbytných komponentů projektu.

Neobhajované práce:

a) Jan Pech, Gymnázium Christiana Dopplera, Zborovská ul., Praha 5 „*Měření druhé harmonické v kapalných krystalech*"
b) Radek Tylš, Jiráskovo gymnázium, Řezníčkova ul., Náchod „*Slunce jako zdroj energie*"

Hodnotící komise oboru fyzika navrhla Ústřední hodnotící komisi 24. celostátní přehlídky SOČ několik prací k dalšímu ocenění, resp. k postupu na další soutěže.

Poprvé se jedná o soutěž organizovanou Britskou radou, která je určena pro práce se zaměřením na vědu a její aplikace. Tři vítězové této soutěže se zúčastní Londýnského mezinárodního fóra mladých vědců (LIYSF), na kterém se každoročně setkávají studenti vědeckých disciplin z přibližně z 50 zemí světa.

Dále se jedná o Cenu Nadačního fondu J. Heyrovského, účast na přehlídce ISEF (International Science and Engineering Fair) v USA, účast na soutěži Europan Union Contest for Young Scientists, předplatné časopisu Vesmír a VTM.

Celková úroveň prací z fyziky na přehlídce zůstala v podstatě stejná jako v loňském roce. Obecnou charakteristikou autorů prací pak zůstává jejich samostatnost a tvůrčí aktivita [4]. Na školách pak je, aby odpovědně přistupovaly k dosazování jednotlivých oborů, aby byly práce správně začleněny podle anotací oborů [5].

LITERATURA:

[1] Vakarchuk I.: *Ukraine cheers Young Physicists of the World.* World of Physics, No 1 (2002), 1.

[2] <http://info.ifpan.edu.pllfirststeplres fsX.html> *Prizes and Honourable Mentions in the Tenth International Competition First Step to Nobel Prize in Physics* (anglicky).

[3] *Výsledková listina 24. ročníku celostátní přehlídky Středoškolské odborné činnosti.* IDM MŠMT ČR, Praha 2002.

[4] *Skončil 24. ročník SOČ.* Učitelské noviny **105**, č. 25 (2002), 5.

[5] *SOČ 2000–2001, Středoškolská odborná činnost. 23. ročník.* ID MŠMT ČR, Praha 2000.