

## 34. MFO – Tchaj-pej (Tchaj-wan)

Ivo Volf<sup>\*</sup>, Bohumil Vybiral<sup>\*\*</sup>, ÚV FO, Univerzita Hradec Králové

Uspořádáním 34. mezinárodní fyzikální olympiády byla v roce 2003 pověřena Čínská republika (Tchaj-pej), která přípravě věnovala více než dva roky. Průběh byl poněkud narušen nebezpečnou epidemii SARS, která zasáhla i Tchaj-wan. Světová zdravotnická organizace (WHO) nedoporučila po jistou dobu služební a turistické cesty na Tchaj-wan, a tak byla soutěž odložena a uspořádána se zpožděním 3 týdnů – od 2. do 11. srpna 2003. Na bezvadné organizaci to nebylo možno poznat. Soutěž uspořádalo Ministerstvo vzdělávání Čínské republiky a Národní rada pro přírodní vědy, které svěřily organizaci National Taiwan Normal University v Tchaj-peji.



Příprava českého družstva na 34. MFO započala celostátním kolem – všem vítězům FO byla nabídnuta účast na přípravě k této světové soutěži. Jak už však bývá zvykem, několik vítězů se probojovalo do skupiny nejlepších i v matematice a lákala je účast na MMO v Japonsku. Jeden z vítězů celostátního kola, účastník již dvou MFO, Miroslav Hejna, přesáhl věkem daný limit a nemohl se soutěži již zúčastnit. Po jednání předsedů výborů ÚVFO a ÚVMO se soutěžícími byli pro přípravu vybráni:

1. Václav Cviček z gymnázia ve Frýdku-Místku
2. Matouš Ringel z gymnázia v Broumově
3. Petr Pošta z gymnázia v Rychnově nad Kněžnou
4. Jaroslav Trnka z gymnázia v Praze, Na Pražáčce
5. Vít Šípal z gymnázia v Ústí nad Labem
6. Alexandr Kazda z gymnázia v Praze, Nad Alejí
7. Jan Prachař z gymnázia v Rychnově nad Kněžnou.

Těmto soutěžícím, z nichž tři již Českou republiku reprezentovali na 33. MFO v Indonésii (Cviček, Prachař, Kazda), byla zaslána Sbírka úloh k přípravě na MFO, dopisy nového korespondenčního semináře MFO a byli pozváni na celostátní soustředění na Katedru fyziky Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové, které proběhlo ve dnech 11.–21. června 2003. Na tomto soustředění jsme se zaměřili na doplnění středoškolského učiva o některé moderní partie podle Sylabu MFO a především na experimentální složku přípravy – každý den měli soutěžící za úkol provést dvě laboratorní úlohy z vysokoškolského praktika a zpracovat pro-

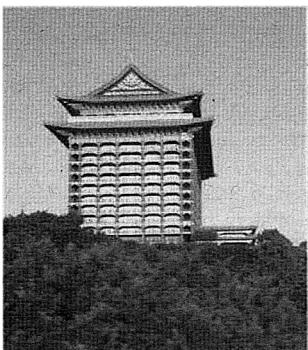
<sup>\*</sup>ivo.volf@uhk.cz

<sup>\*\*</sup>bohumil.vybiral@uhk.cz

tokol. Na vedení přípravy se podíleli pracovníci katedry fyziky – prof. RNDr. Ivo Volf, CSc., prof. Ing. Bohumil Vybjral, CSc., doc. RNDr. Josef Hubenák, CSc., Miroslav Ouhrabka, CSc., Ing. Karol Radocha, RNDr. Jaroslav Podobský. Na základě posouzení práce účastníků bylo stanoveno následující pořadí účastníků MFO: 1. V. Cviček, 2. M. Ringel, 3. P. Pošta, 4. J. Prachař, 5. J. Trnka, 6. V. Šípal (náhradník).

Delegaci doprovázeli prof. RNDr. Ivo Volf, CSc. jako vedoucí a prof. Ing. Bohumil Vybjral, CSc. jako pedagogický vedoucí, oba z Univerzity Hradec Králové.

V časných hodinách v pátek 1. srpna 2003 se delegace sešla na Ruzyňském letišti v Praze,



*zde byli ubytováni studenti*

aby odletěla do Amsterodamu a odtud letadlem čínských aerolinií přes Bangkok do Tchaj-peje, kam dorazila v sobotu 2. srpna odpoledne. Studenti byli ubytováni ve velmi krásném Grand hotelu, ležícím nad městem, s pohledem na celé Tchaj-pej, vedoucí delegaci v centru města v hotelu Howard, kde pak probíhala i všechna jednání mezinárodní komise.

V neděli 3. srpna dopoledne proběhl zahajovací ceremoniál. Nejprve se představili soutěžící z 54 zúčastněných zemí, potom pokračoval prezident Čínské republiky Chen Shui-bian, který pozdravil účastníky, zdůraznil význam fyziky pro moderní společnost a poprál všem hodně úspěchů. Dále hovořili: viceprezident Národní rady pro přírodní vědy prof. Chun-Chen Liao, primátor města Hsin-Hsiung Bai, rektor National Taiwan Normal University prof. Maw-Fa Chien, předseda Fyzikální

ní společnosti Čínské republiky prof. Shih-Chang Lee a prezident Mezinárodní fyzikální olympiády dr. Waldemar Gorzkowski. Na závěr ministr vzdělávání dr. Jong-Tsun Huang prohlásil 34. MFO za zahájenou. Ceremoniál byl doprovázen kulturním programem, obsahujícím čínskou klasickou hudbu a lidové tance v podání univerzitních hudebních a tanečních souborů. Setkání vyvrcholilo recepcí v prostorách městské radnice, kde zahájení proběhlo.

Zatímco studenti si prohlíželi město Tchaj-pej, vedoucí delegací se odebrali na své první zasedání, spojené s diskusií teoretických úloh a jejich překladem. Zasedání bylo zahájeno ve 14.00, oficiální závěrečná verze úloh byla dokončena až o půlnoci, překlady a přepis zabraly celou noc (12 stran textu) a naše delegace končila v 6.30 (soutěž začala pro studenty v 8.00).

První úloha dostala název **Houpačka s padajícím závažím** a popisovala chování kyvadla, jehož vláknko se obtáčí kolem válcové tyče, takže jeho délka se postupně zkracuje. Druhá úloha se nazývala **Piezoelektrický krystal jako rezonátor buzený střídavým napětím**. V první části se studovaly mechanické vlastnosti destičky, ve druhé elektromechanické vlastnosti, včetně piezoelektrických jevů. Třetí část úlohy, asi nejjejmavější, byla z časových důvodů doporučena k vynechání. Třetí úloha se původně skládala ze tří, na sobě nezávislých částí: **Hmotnost neutrina a rozpad neutronu**, **Levitace světem**, **Termoelektrické ochlazování**. Také zde byla úloha zkrácena o poslední část. I po této zásazích byla doba 5 h, určená k řešení úloh, příliš krátká. Původní text řešení totiž obsahoval 7 + 6 + 8, tj. 21 stran textu, vzorců a obrázků a jen jeho přepsání by dobrému studentu zabralo 3–4 hodiny času velmi pozorné práce. Přidejte k tomu tak 60 minut pozorného čtení textu úloh a zbyde vám čas pro přemýšlení a řešení úloh.

Zatímco v pondělí 4. 8. 2003 dopoledne soutěžící řešili teoretické úlohy, vedoucí byli již tradičně „vyvezeni“ z místa soutěže a navštívili Yangmingshanský národní park a severní pobřeží ostrova s přírodními krásami na břehu moře. V úterý 5. 8. studenti odpočívali na výletě do národního přírodnědného musea, vedoucí věnovali celý den diskusím kolem experimentální úlohy, nazvané: **Optické vlastnosti laserové diody a nematického tekutého krystalu**.

Také zde bylo textu požehnaně – celých 14 stran hutného popisu přístrojů, teorie a praktických měření.

Ve středu 6. srpna studenti ve dvou skupinách (jedna 8–13 h, kde byli i čeští a slovenští soutěžící, druhá 14–19 h) řešili experimentální úlohu. Vedoucí byli probuzeni v 5.30 a odjeli nejprve expresním vlakem do města Hualienu, odtud autobusem do národního parku Taroko. Taroko je přírodní rezervaci v okolí velmi zajímavého kaňonu řeky Liwu Shi. Ve stopách středověké horské stezky nejprve japonské vojenské síly a potom čínská armáda vybudovaly moderní komunikaci s několika desítkami tunelů, estakád a dalších staveb; silnice po celou dobu lemují říčku po stěnách hlubokého kaňonu.

Další dny měly obvyklý průběh – studenti se po (dobře či hůře) vykonané práci věnovali odpočinku – navštívili řadu kulturních památek (Outdoor Sculpture Museum, Formosa Fun Coast Water Park, North Coast). Vedoucí obdrželi postupně řešení teoretických a experimentálních úloh svých svěřenců, jež museli nezávisle na organizátorech opravit a ohodnotit (hodnocení bylo nutno odevzdat v předepsaném krátkém časovém limitu), a potom proběhlo tzv. moderování: setkání se skupinami korektorů a dosažení shody v hodnocení. Organizátoři připravili velmi podrobné schéma pro hodnocení. Vedení našeho družstva bylo při hodnocení dostatečně objektivní (naše hodnocení 1. úlohy bylo 15,1, korektorů 17,4, u druhé úlohy 30,9, korektorů 31,2, u třetí úlohy 21,0, korektorů 21,3, u experimentální úlohy 44,0, korektorů 49,0, celkově 111 bodů, korektori po moderování 118,9, tj. rozdíl cca 8 %).

Během 34. MFO proběhlo také závěrečné zasedání Mezinárodní komise, na němž byly stanoveny limity pro výsledky soutěže. Již druhým rokem používá MFO nový způsob hodnocení a vyhlašování výsledků, kde 60 % soutěžících je úspěšnými řešitelům a mezinárodní komise stanoví hranice pro medaile. Letos byly limity: nejméně 15 řešitelů by mělo dostat zlatou medaili (6 %, hodnocení 50–33 b), do 43. pořadí stříbrnou medaili (12 %, do 27 b), do 86. pořadí bronzovou medaili (18 %, do 22 b) a do pořadí 143. čestné uznání (24 %, do 16 b). Po moderování se počty soutěžících v jednotlivých skupinách poněkud změnily.

Soutěže se zúčastnilo 238 soutěžících z 54 států ze čtyř kontinentů. Nemoc SARS zasáhla: z původně pozvaných 70 delegací se některé soutěže nezúčastnily, např. družstvo Velké Británie, Švédská, Mexika, Argentiny; z politických důvodů ani delegace Čínské lidové republiky (i když se v oficiálních dokumentech zdůrazňuje apolitičnost této mezinárodní soutěže). Po moderování se stalo 20 soutěžících nositeli zlaté, 39 stříbrné, 38 bronzové medaile a 55 soutěžících získalo čestné uznání, celkem tedy bylo oceněno 153 soutěžících (64,3 %).

Na závěrečném zasedání Mezinárodní jury byl vyhlášen i absolutní vítěz 34. mezinárodní fyzikální olympiády, kterým se stal Pavel Batrachenko z USA, který z teoretických úloh získal 25 bodů ze 30 možných a experimentální úlohu zpracoval na 17,3 bodu ze 20 možných, celkem tedy 42,3 bodu z 50 bodů dosažitelných. Také nejlepší dívka světa Emily Ruth Russellová pochází z USA, zařadila se na 22. místo (druhá stříbrná v pořadí, ke zlaté medaili ji scházelo 0,5 bodu!) Po roční absenci (americká administrativa vloni nepovolila družstvu, aby se na Bali zúčastnilo 33. MFO) to byl významný úspěch – družstvo USA získalo celkem 3 zlaté a 2 stříbrné medaile a umístilo se v čele neoficiální soutěže družstev. Náročnost a zejména časová pracnost zadávaných úloh (teoretické i praktické části) vysílala mnoho soutěžících, což ovlivnilo nejen pořadí jednotlivců, ale i pořadí států. Výsledky neoficiální soutěže družstev, svědčící hodně nejen o invenci soutěžících, ale také o péči, která je věnována mladým fyzikálním talentům, uvedeme dále. Protože podle rozhodnutí mezinárodní jury IPhO se jména neúspěšných soutěžících nezveřejňují, pořadí jednotlivců od 1. do 153. místa neobsahuje výsledky těch, kteří se mezi úspěšně nedostali. Proto jsme ke stanovení pořadí použili metody, kterou zavedl prezident Mezinárodních fyzikálních olympiád dr. Waldemar Gorzkowski při hodnocení výsledků států: započítávají se pouze medaile a čestná uznání, a to: zlatá medaile 4 b, stříbrná 3 b, bronzová 2 b, čestná uznání 1 b.

| Pořadí  | Stát                   | G | S        | B        | HM       | Body     |
|---------|------------------------|---|----------|----------|----------|----------|
| 1.–2.   | Spojené státy americké | 3 | 2        | –        | –        | 18       |
|         | Jižní Korea            | 3 | 2        | –        | –        | 18       |
| 3.–4.   | Tchaj-wan              | 3 | 1        | 1        | –        | 17       |
|         | Írán                   | 2 | 3        | –        | –        | 17       |
| 5.      | Indonésie              | 1 | 2        | 2        | –        | 14       |
| 6.–8.   | Německo                | 1 | 2        | 1        | 1        | 13       |
|         | Rusko                  | 1 | 2        | 1        | 1        | 13       |
|         | Rumunsko               | 1 | 2        | 1        | 1        | 13       |
| 9.–12.  | Indie                  | 2 | –        | 1        | 2        | 12       |
|         | Polsko                 | 1 | –        | 4        | –        | 12       |
|         | Ukrajina               | – | 2        | 3        | –        | 12       |
|         | Austrálie              | – | 4        | –        | –        | 12       |
| 13.     | Kanada                 | – | 2        | 2        | 1        | 11       |
| 14.–16. | Thajsko                | 1 | 1        | –        | 3        | 10       |
|         | Maďarsko               | – | 1        | 3        | 1        | 10       |
|         | Singapur               | – | 2        | 1        | 2        | 10       |
| 17.     | <b>Česká republika</b> | – | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>9</b> |
| 18.     | Izrael                 | – | 1        | 1        | 3        | 8        |
| 19.–22. | Švýcarsko              | 1 | –        | 1        | 1        | 7        |
|         | Turecko                | – | 1        | 1        | 2        | 7        |
|         | Bělorusko              | – | 1        | 1        | 2        | 7        |
|         | Vietnam                | – | 1        | 2        | –        | 7        |
| 23.–26. | Srbsko a Černá Hora    | – | –        | 1        | 4        | 6        |
|         | Lotyšsko               | – | –        | 2        | 2        | 6        |
|         | Kazachstán             | – | 1        | –        | 3        | 6        |
|         | Bulharsko              | – | 1        | 1        | 1        | 6        |
| 27.     | Gruzie                 | – | 1        | 1        | –        | 5        |
| 28.     | Estonsko               | – | 1        | –        | 1        | 4        |
| 29.–36. | Finsko                 | – | –        | 1        | 1        | 3        |
|         | Chorvatsko             | – | –        | 1        | 1        | 3        |
|         | Irsko                  | – | –        | 1        | 1        | 3        |
|         | Pákistán               | – | –        | 1        | 1        | 3        |
|         | Nizozemí               | – | –        | –        | 3        | 3        |
|         | Itálie                 | – | –        | –        | 3        | 3        |
|         | Dánsko                 | – | –        | –        | 3        | 3        |
|         | Azerbajdžán            | – | 1        | –        | –        | 3        |
| 37.–39. | Slovensko              | – | –        | 1        | –        | 2        |
|         | Norsko                 | – | –        | –        | 2        | 2        |
|         | Moldávie               | – | –        | –        | 2        | 2        |
| 40.–43. | Kuba                   | – | –        | –        | 1        | 1        |
|         | Filipíny               | – | –        | –        | 1        | 1        |
|         | Arménie                | – | –        | –        | 1        | 1        |
|         | Brazílie               | – | –        | –        | 1        | 1        |

Jak je z přehledu vidět, české družstvo si udrželo svou pozici v první řetině zúčastněných družstev a podalo tak svůj standardní výkon, na který jsme zvyklí. Detailní pohled na výsledky českého družstva ukazuje následující tabulka:

| Pořadí    | Soutěžící      | Ú1     | Ú2     | Ú3    | $\Sigma 1-3$ | Ú4-Exp | Celkem  | Ocenění       |
|-----------|----------------|--------|--------|-------|--------------|--------|---------|---------------|
| 30.       | Václav Cviček  | 4      | 8,1    | 7,5   | 19,6         | 10,6   | 30,2    | stříbrná      |
| 73.–74.   | Matouš Ringel  | 2,8    | 5,6    | 4,7   | 13,1         | 11,3   | 24,4    | bronzová      |
| 78.–80.   | Petr Pošta     | 3,5    | 8,0    | 4,5   | 16,0         | 7,8    | 23,8    | bronzová      |
| 111.–112. | Jaroslav Trnka | 3,5    | 3,9    | 2,5   | 11,3         | 9,2    | 20,5    | čestné uznání |
| 116.–117. | Jan Prachař    | 3,6    | 5,6    | 2,1   | 9,9          | 10,1   | 20,0    | čestné uznání |
|           |                | 3,5/12 | 6,2/10 | 4,3/8 | 14/30        | 9,8/20 | 23,8/50 | (47,6 %)      |

Všichni čeští účastníci se stali úspěšnými řešiteli a umístili se v první polovině pořadí jednotlivců. Naše zbožně přání, aby každý náš účastník získal o tři body více (což vůbec nebylo nemožné), by vedlo k významnému posunu v pořadí, v počtu a jakosti medailí, ale zůstalo jen přání.

Během 34. MFO byl uspořádán společný večer vědeckých přednášek pro soutěžící i vedoucí. Prof. Samuel C. C. Ting, americký fyzik čínského původu, nositel Nobelovy ceny za fyziku (1976), přednesl vystoupení na zajímavé téma *Moje zkušenosti fyzika*, kde ukázal výsledky svého bádání v subatomární fyzice a formuloval některá poučení pro začínající experimentátory. Prof. Paul C. W. Chu, nynější rektor Univerzity v Hongkongu, rodák z Tchaj-wanu, se zabýval výsledky svého přínosu v experimentálním výzkumu v oblasti vysokoteplotní supravodivosti, na němž dlouhá léta pracoval v USA. 34. MFO se zúčastnil další nositel Nobelovy ceny, tentokrát za chemii v roce 1986 – Dr. Yuan-Tsueh Lee, předseda Akademie věd Čínské republiky (Tchaj-pej).



Účast prezidenta republiky a významných vědců na 34. MFO ukazuje, jak velkou a prestižní akcí tato mezinárodní soutěž mladých fyziků je. Z pěti zúčastněných států, 15 studentů a pěti vedoucích na 1. MFO v roce 1967 se rozrostla na stovky zúčastněných soutěžících, ale i stovky vedoucích, pozorovatelů a návštěvníků a stovky organizátorů a dalšího „personálu“.

Důležitost soutěže podtrhují i sponzoři, kterých se podařilo řadu získat (Accton Technology Corporation, Good Will Instrument Corporation, Logitech Incorporation, MediaTek Incorporation, Taipei City Government, Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, The Physical Society of R. O. C., Taipei Howard Plaza Hotel, Taipei Grand Hotel, Sheng Ge Printing, Telligenius International LTD). Zejména na Tchaj-wanu, zemi obrazovek a notebooků, je fyzika a aplikovaná elektronika jednou z věd, které svými výsledky dávají práci statisícům obyvatel a podporují technický pokrok, který je základem úspěšnosti v moderní době.

Jako ukázkou uvádíme jednu z teoretických úloh, zadaných na 34. MFO v Tchaj-peji:

### TEORETICKÁ ÚLOHA 3

#### Část A: Hmotnost neutrina a rozpad neutronu

Volný neutron o hmotnosti  $m_n$  se rozpadá v klidu v laboratorní vztažné soustavě na tři částice, které navzájem neinteragují: proton, elektron a antineutrino. Klidová hmotnost protonu je  $m_p$ , zatímco klidová hmotnost anti-neutrino je  $m_\nu$  a předpokládá se, že je nenulová a

mnohem menší než klidová hmotnost elektronu  $m_e$ . Označme rychlosť svetla ve vakuu  $c$ . Naměřené hodnoty hmotnosti jsou:

$$m_n = 939,565\,63 \text{ MeV} \cdot c^{-2}, m_p = 938,272\,31 \text{ MeV} \cdot c^{-2}, m_e = 0,510\,990\,7 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$$

V následujících výpočtech určujeme všechny energie a rychlosti vzhledem k laboratorní vztažné soustavě. Nechť  $E$  je celková energie elektronu vylétajícího při rozpadu.

- a) Určete maximální možnou hodnotu  $E_{\max}$  energie  $E$  a rychlosť  $v_m$  antineutrina, když  $E = E_{\max}$ . Obě odpovědi musejí být vyjádřeny pomocí klidových hmotností částic a rychlosti svetla. Budí  $m_\nu < 7,3 \text{ eV} \cdot c^{-2}$ , vypočtěte  $E_{\max}$  a poměr  $\frac{v_m}{c}$  na 3 platné číslice.

[4,0 body]

## Část B

### Levitace světlem

Průhledná skleněná polokoulé o poloměru  $R$  a hmotnosti  $m$  má index lomu  $n$ . V prostředí mimo polokouli je index lomu roven 1. Rovnoběžný svazek paprsků monochromatického světla laseru dopadá homogenně a ve směru normály do centrální oblasti roviné plochy, jak ukazuje obr. Tíhové zrychlení  $\bar{g}$  směřuje svisle dolů. Poloměr  $\delta$  přičného kruhového řezu laserového svazku je mnohem menší než poloměr  $R$ . Jak skleněná polokoule, tak laserový svazek jsou osové souměrné vzhledem k ose z souřadnic.

Skleněná koulé neabsorbuje žádné světlo laseru. Její povrch byl pokryt tenkou vrstvou průhledného materiálu, takže odraz je zanedbatelný, když světlo vchází do skleněné polokoule a opouští ji. Optická dráha laserového světla procházejícího neodrážející povrchovou vrstvou je také zanedbatelná.

- b) Zanedbejte výrazy rádu  $\left(\frac{\delta}{R}\right)^3$  nebo vyššího a určete výkon laseru  $P$ , který je potřebný pro vyvážení tíhy skleněné polokoule.

[4,0 body]

Pozn:  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ , když  $\theta$  je mnohem menší než 1.

