

OBSAH

Obsah	1
-------------	---

Společná část

Randa: Rentgenová astrofyzika	3
Rybníčková: Doping a fyzika	14
Konrád: Rádové odhady a přibližné výpočty v školské fyzice	23
Štefl: Venuše po přechodu	27
Novotný: Román o rovnici	30
Houfková: Brouzdáme po internetu 3	33
Randa: 150 nositelů Nobelovy ceny za fyziku XI	37
První česká obrázková encyklopedie energie	40

Část pro ZŠ

Fyzikální olympiáda

Úspěšní řešitelé FO 2003/2004 kategorie E v regionech	41
Suchan: Astronomická olympiáda	47
Volf, Randa: Výsledky úloh 46. ročníku FO, kat. E, F	51

Obecná část

Votruba: Krabička nápadů učitelů fyziky	57
Červený: Roční období a jejich „trampoty“	62
Randa: Astronomické novinky 19	65

Část pro SŠ

Fyzikální olympiáda

Úspěšní řešitelé FO 2003/2004 kategorií A–D v regionech	69
Kepka, Randa: Celostátní kolo FO – Mladá Boleslav 2004	80
Vybíral: Ceny PRAEMIUM BOHEMIAE 2003 uděleny	85
Volf, Vybíral: Na 35. MFO v Korejské republice	88
Vybíral: Ceny Praemium Bohemiae 2004	96
Kluiber: 10. mezinárodní konference ICYS	97

Obecná část

Panoš: Winscope (aneb paměťový osciloskop se spektrálním analyzáto- řem za 20 Kč)	99
--	----

Verze ZŠ obsahuje strany 1–68; verze SŠ strany 1–40 a 69–100

číslo

2

VIII.

ročník

2004

ŠKOLSKÁ FYZIKA

Ročník VIII.

2004

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

Šéfredaktor: Václav Havel (email: havelv@kof.zcu.cz)

Výkonný redaktor: Miroslav Randa (email: randam@kof.zcu.cz)

Sekretářka redakce: Jitka Štychová (email: stychova@kof.zcu.cz)

Redakční rada: Václav Havel, Josef Kepka, Soňa Křítková, Aleš Lacina, Miroslav Randa, Karel Rauner, Milan Rojko, Ivo Volf.

Rozšířená redakční rada: Jan Bečvář, Václav Bláha, Josef Blažek, Zdeněk Bochníček, Ivo Čáp, Jiří Erhart, Gerhard Höfer, Jan Hrdý, František Kamenčák, Zdeněk Kluiber, Daniel Kluvanec, Václav Kohout, Jana Krsková, Václav Křivohlavý, Vítězslav Kubín, Vladislav Kvapil, Dušan Novotný, Jan Novotný, Jitka Prokšová, Jan Slavík, Václav Soukup, František Špulák, Rudolf Šup, Josef Trneček, Václav Turek, Josef Veselý.

Adresa redakce: Školská fyzika, KOF PeF ZČU, Klatovská 51, 313 00 Plzeň,
☎ 377 636 303 nebo 377 636 441; fax 377 636 333

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

Předplatné:	verze ZŠ	250 Kč ročně (4 čísla po 62,50 Kč)
	verze SŠ	250 Kč ročně (4 čísla po 62,50 Kč)
	verze ZŠ+SŠ	300 Kč ročně (4 čísla po 75,00 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 19. 12. 2004.

Rentgenová astrofyzika¹

Miroslav Randa*, Pedagogická fakulta ZČU Plzeň

Druhou polovinu (5 milionů švédských korun) Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2002 získal



Riccardo Giacconi (*1931 Janov, Itálie; prezident Sdružení univerzit, Washington, USA)

„za průkopnické příspěvky k astrofyzice, které vedly k objevu kosmických rentgenových zdrojů“.

OBJEV RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ

Část elektromagnetického záření s vlnovými délkami mezi 5 pm a 10 nm nese jméno německého fyzika **Wilhelma C. Röntgena** (1845 až 1923). Ten záření objevil při experimentech s vakuovými trubicemi 8. listopadu 1895. Již 28. prosince 1895 o svém objevu napsal článek „Nový druh paprsků: předběžné oznámení“ v časopise fyzikálně lékařské společnosti ve Würzburgu. Röntgen své paprsky nazýval „paprsky X“ jako narážku na jejich tehdy neznámou podstatu a teprve později, na základě návrhů jeho kolegů, se pro tyto paprsky vžil název rentgenové záření. Označení *X-ray* se však dodnes používá v USA, Velké Británii apod. Význam Röntgenova objevu se projevil také v udělení vůbec první Nobelovy ceny za fyziku v roce 1901.



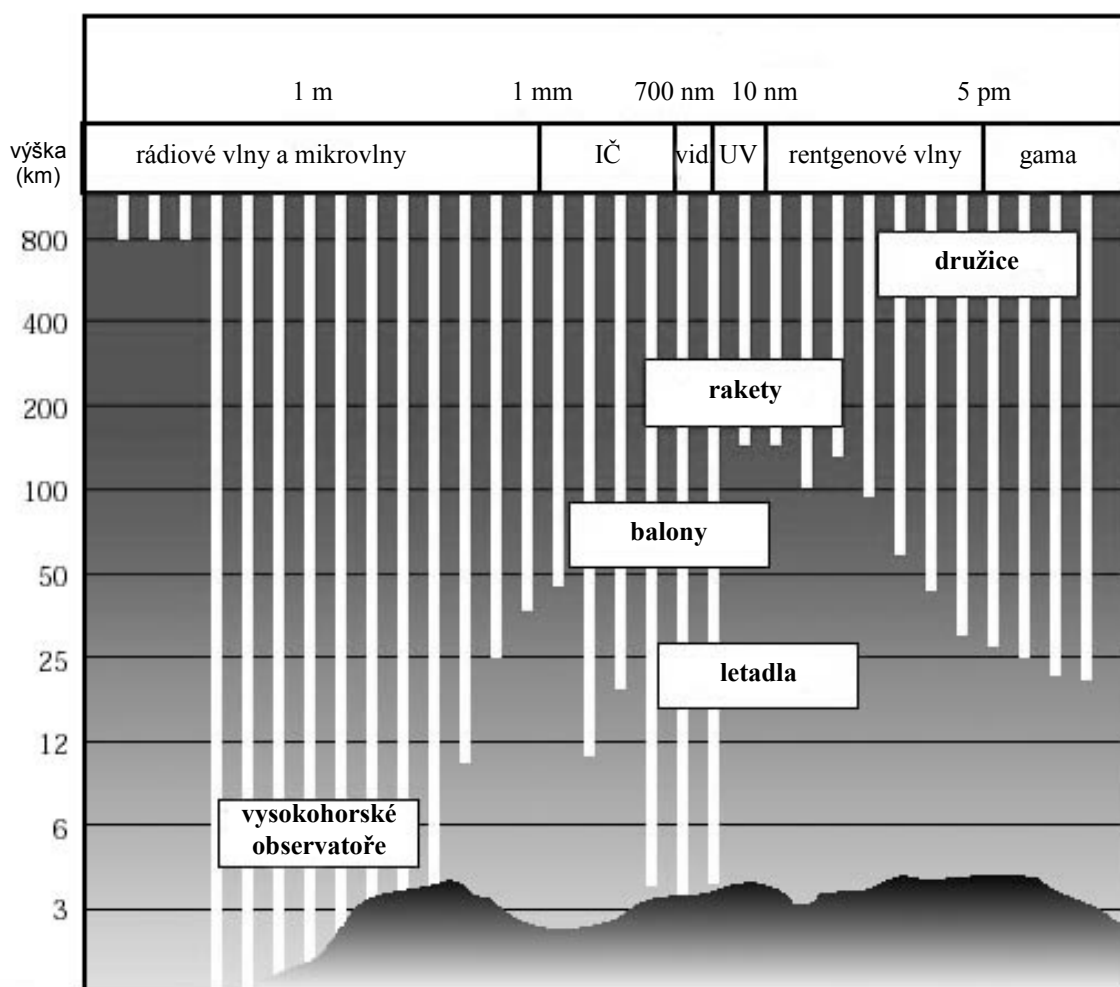
W. C. Röntgen působil na lékařské fakultě univerzity ve Würzburgu, a tak je celkem pochopitelné, že jeho objev našel okamžité uplatnění **v medicíně**; ostatně notoricky známý je rentgenový snímek ruky jeho manželky Berty, na níž jsou patrné kosti a prstýnky.

Po roce 1910 rentgenové záření pomohlo fyzikům sledovat a fotografovat **strukturu krystalů**. Klíčovou postavou v tomto oboru byl německý fyzik Max von Laue, který si představoval paprsky X jako elektromagnetické záření s ma-

¹ Článek volně navazuje na příspěvek Randa M.: *Neutrinová astronomie*. Školská fyzika **VIII**, č. 1 (2004), 5.
*randam@kof.zcu.cz

lou vlnovou délkou. Protože vlnová délka byla srovnatelná se vzdáleností atomů v krystalu, předpověděl difrakci záření při průchodu krystalovou mřížkou. Jeho myšlenku potvrdily experimenty W. Friedricha a P. Knippinga a po matematickém zdůvodnění předložil Laue v roce 1912 v Mnichově se svými pomocníky práci „*Interferenční jevy s rentgenovými paprsky*“. Založil tím strukturní rentgenovou analýzu a inicioval rozvoj fyziky pevných látek. Za svůj objev dostal v roce 1914 Nobelovu cenu za fyziku. Hned v následujícím roce získali Nobelovu cenu za další analýzu struktury krystalů s využitím rentgenového záření otec William Henry Bragg a jeho syn William Lawrence Bragg. Další Nobelovy ceny za využití rentgenového záření získali v roce 1917 Charles Barkla za objev charakteristického rentgenového záření prvků a Karl Manne Siegbahn za objevy v oblasti rentgenové spektroskopie.

POČÁTEK RENTGENOVÉ ASTRONOMIE



Využití rentgenového záření v astronomii přišlo mnohem později. Rentgenové záření, které tak snadno proniká lidskou tkání i atomovými obaly, je totiž téměř celé **pohlcováno zemskou atmosférou**. K detekci rentgenového záření o vlnové délce 400 pm bylo například nutné vystoupit až do výšky 80 km, kde mezi kosmickým zdrojem a detektorem zůstává již jen (co do hmotnosti) zhruba jedna miliontina vrstvy atmosféry. Trochu lepší situace je u rentgenového záření s větší energií (menší vlnovou délkou), jak je vidět na obrázku převzatém z [1]. Pro vlnové délky kolem 40 pm stačí proto vystoupit do výšky „jen“ zhruba 35 km.

První možnost zkoumat rentgenové záření tak umožnila teprve raketa V2 vyvinutá Němci během druhé světové války. V září 1949 vypustil tým pod vedením Herberta Friedmana rake-

tu s malým Geigerovým počítačem a zachytil **rentgenové záření Slunce**. Pro rozlišení vzdálených zdrojů rentgenového záření však byla zapotřebí mnohem lepší citlivost. Proto se i v dalších letech rentgenová astronomie orientovala zejména na průzkum slunečního rentgenového záření. Zajímavý experiment byl proveden v roce 1958 během úplného zatmění Slunce, kdy pozorování pomocí série vypuštěných raket prokázala, že zdrojem rentgenového záření jsou oblasti se slunečními skvrnami a horká sluneční koróna v okolí Slunce. V roce 1960 se podařilo pomocí dírkové komory pořídit rentgenovou fotografii Slunce, bohužel však díky rotaci rakety rozmazanou.

RICCARDO GIACCONI A JEHO PŘÍNOS K RENTGENOVÉ ASTRONOMII

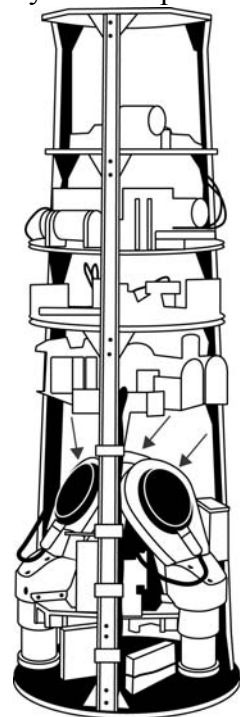
V září 1959 se do rentgenové astronomie zapojil (ve Spojených státech) tehdy 28letý Ital **Riccardo Giacconi**, a to pod vedením svého krajana Bruno Rossiho – významného fyzika zabývajícího se studiem kosmického záření na Massachusetts Institute of Technology (MIT) v Cambridge. O setkání později Giacconi napsal²:

„V září 1959 jsem se zúčastnil večírku v Rossiho domě a setkal se poprvé s Rossim. Rossi navrhl, že orientace na rentgenovou astronomii by mohla být velmi plodná, ne kvůli nějakým teoretickým předpovědím, ale protože v této oblasti nebylo dosud nic známo a byla tam možnost pro nové objevy.“

Hned první Giacconiho práce (se spoluautorstvím B. Rossiho a G. Clarka³) vzbudila velkou pozornost. Autoři v ní totiž vyšli z úspěšné konstrukce rentgenového mikroskopu a navrhli **možnost konstrukce rentgenového dalekohledu**. Dalekohled se měl skládat ze soustavy souosých paraboloidních segmentů, na nichž by se měly rentgenové paprsky šířící se podél osy postupně, téměř tečně, odrážet, až by dopadly do ohniska. Tuto konstrukci pak skutečně Giacconi se spolupracovníky v dalších letech úspěšně vyzkoušel.

Přes značnou nedůvěru vědců k možnostem odhalení rentgenového záření z jiných zdrojů než ze Slunce připravil Giacconi se svými spolupracovníky pokus o zachycení rentgenového záření z Měsíce (resp. slunečního rentgenového záření rozptýleného při dopadu na povrch Měsíce). Prostředkem byly tři Geigerovy počítače umístěné v přední části rakety Aerobee (viz obr. z [2], na němž jsou šipkami označeny polohy Geigerových detektorů). První dva starty se nepodařily, teprve třetí raketa vypuštěná 18. června 1962 se dostala do potřebné výšky a umožnila 6minutové měření. Rentgenové záření z Měsíce však nezachytila (poprvé bylo zachyceno až družicí ROSAT v roce 1990). Přesto byl experiment velice úspěšný: díky rotaci rakety byl totiž nečekaně **objeven silný rentgenový zdroj** v souhvězdí Štíra (**Sco X-1** – Sco je latinská zkratka souhvězdí, X označuje rentgenový zdroj a číslice udává pořadí objevu zdroje), z něhož do detektorů dopadalo každou sekundu zhruba 100 rentgenových fotonů. Pozdější výpočty ukázaly, že uvedený zdroj je řádově 1000krát intenzivnějším zdrojem rentgenového záření než Slunce. Kromě toho detektory odhalily rovněž spojitě rentgenové záření pozadí. Zmíněné objevy [3] se staly začátkem éry rentgenové astrofyziky.

Prolomení obav z nemožnosti zachycení rentgenového záření ze zdrojů mimo sluneční soustavu znamenalo nejen zvýšení četnosti startů raket, ale díky novým typům kolimátorů ta-



² Tucker W., Giacconi R.: *The X-Ray Universe*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1985.

³ Giacconi R., Clark G., Rossi B.: *A Brief Review of Experimental and Theoretical Progress in X-Ray Astronomy*. ASE-TN-49, 1960.

ké **zlepšení rozlišovací schopnosti** detektorů až na několik úhlových minut. Geigerovy počítače byly nahrazeny proporcionálními detektory umožňujícími zachytit i slabší objekty. Během 60. let členové Giacconiho týmu objevili další bodové zdroje rentgenového záření (například významné zdroje v souhvězdí Labutě Cyg X-1, Cyg X-2 a Cyg X-3), ztotožnili (v roce 1966) objevený zdroj Sco X-1 se slabou hvězdou 13. hvězdné velikosti a ukázali, že dalšími, velmi intenzivními zdroji rentgenového záření jsou zbytky po výbuších supernov. Například objevený zdroj pulzů rentgenového záření v Krabí mlhovině (zde pozorovali výbuch supernovy čínští astronomové 4. července 1054) v rentgenové oblasti září 10^{10} krát silněji než Slunce a perioda pulzů je stejná jako perioda optických záblesků, tedy 33 ms. Celkem bylo v 60. letech objeveno téměř 50 rentgenových zdrojů, kromě uvedených ještě například obří eliptická galaxie M87 v centru kupy galaxií v Panně.

Kromě raket se stále používaly i **detektory umístěné na balonech**. Protože balony mohou vystoupit do nižších výšek, byly používány pro detekci rentgenového záření s větší energií (nad 20 keV). Výhodou balonů je naopak delší pobyt ve vhodných výškách, až do 100 hodin. Mezi nejvýznamnější výsledky balonových experimentů patří objev cyklotronových spektrálních čar s energiemi zhruba 40 keV ve spektru zdroje Her X-1, které umožnilo první přímé změření magnetické indukce hvězdy; v oblasti magnetických pólů byla změřena neobyčejně vysoká hodnota $5 \cdot 10^8$ T.

Paralelně s pokračujícími objevy dalších rentgenových zdrojů si Giacconi a jeho kolegové uvědomovali, že k dalšímu rozvoji rentgenové astronomie je nutné podstatně vylepšit **technické parametry detektorů**. Hlavním směrem výzkumu a experimentů byla snaha vytvořit sbíhavý svazek paprsků, což by podobně jako objev čočky v optickém oboru umožnilo dosáhnout většího úhlového rozlišení detektorů. Úplně **prvním zobrazujícím rentgenovým dalekohledem** byl detektor Giacconiho skupiny z října 1963 vypuštěný pomocí malé rakety, který se zaměřil na horké skvrny ve sluneční koróně.

PRINCIP RENTGENOVÝCH DALEKOHLEDŮ

Jak již bylo zmíněno, problém ve využití rentgenového záření souvisel s vytvořením sbíhavého svazku rentgenových paprsků a narážel tedy na problém, že se rentgenové záření neláme. **Komplexní index lomu** v rentgenové oblasti je roven

$$n = (1 - \delta) - \beta \cdot i, \quad (1)$$

kde veličiny β a δ nabývají malých kladných hodnot a závisejí na materiálu, kterým záření prochází. Veličina β popisuje absorpci rentgenového záření. Pro lom rentgenového záření je významná reálná část indexu lomu. Jak je ze vztahu (1) zjevné, je reálná část indexu lomu $n_r = 1 - \delta$ menší než 1, jen pro vakuum je rovna 1. Proto při dopadu rentgenového záření z vakua na nějaký materiál dochází k lomu od kolmice. Při dostatečně velkém úhlu dopadu proto již nemůže k lomu záření dojít a nastává totální odraz. Mezní úhel je stejně jako v optice dán vztahem

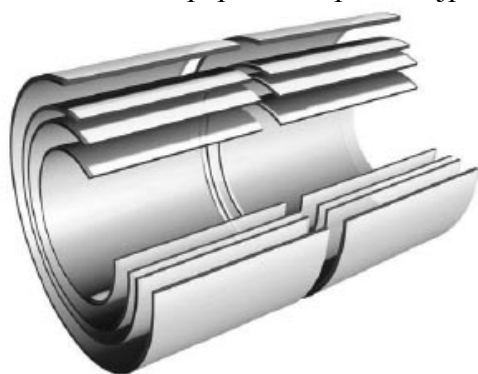
$$\sin \alpha_m = n_r = 1 - \delta. \quad (2)$$

Protože δ nabývá velmi malých hodnot, je mezní úhel větší než 80° , tj. k úplnému odrazu dochází jen při téměř **tečném dopadu** záření vůči povrchu příslušného materiálu.

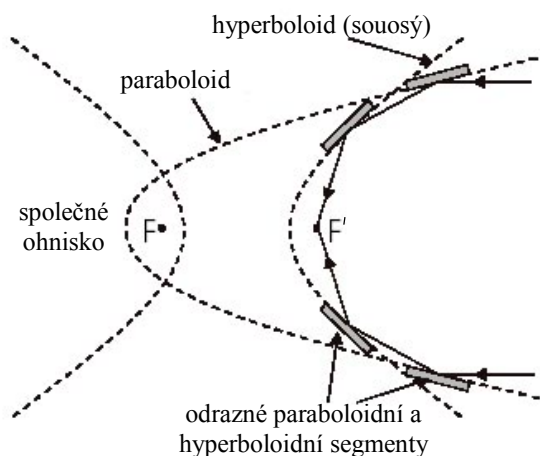
Nejlepší odrazivé vlastnosti mají látky s vysokou elektronovou hustotou. Proto se odrazné plochy pro dalekohledy potahují **tenkou vrstvičkou vhodného kovu**, nejběžněji jde o nikl, zlato, platinu či iridium. I malé nerovnosti narušují výrazně chod rentgenových paprsků vzhledem k jejich téměř tečnému dopadu; proto musí být povrch velice hladký (například u moderních rentgenových teleskopů musí být nerovnosti podle [10] menší než 0,04 nm!).

Uvedených vlastností rentgenového záření použili jako první P. Kirkpatrick a A. V. Baez v roce 1948 a o čtyři roky později ve vylepšené podobě Hans Wolter ke konstrukci **rentgenového mikroskopu**. Pro konstrukci rentgenových dalekohledů se většinou používá Wolterovo řešení.

Konkrétně **Wolterův typ I** tvoří paraboloidní segmenty (jako primární zrcadla) a hyperboloidní segmenty (jako sekundární zrcadla) tvaru souosých prstenců. Všechny segmenty mají také totožné ohnisko, jak je znázorněno na schematickém obrázku převzatém z [6]. Na obrázku jsou silně přeceněny úhly mezi dopadajícími paprsky a odraznými plochami; tím není z obrázku patrné, že délka dalekohledu mezi segmenty a ohniskem, v němž vzniká obraz, je několik metrů. Svazek paprsků dopadá nejprve na



Wolterův typ I v dalekohledu Chandra

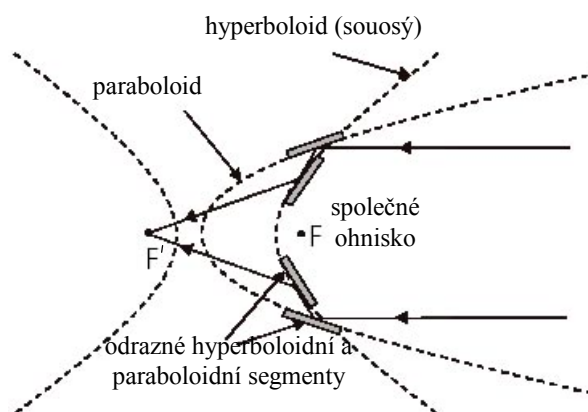


Wolterův typ I

paraboloidní, poté na hyperboloidní segmenty pod úhlem větším než mezní úhel a po úplném odrazu vytváří obraz v ohnisku hyperboloidu. Výhody tohoto typu jsou zejména relativně jednoduchá mechanická konstrukce, vynikající zobrazování objektů ležících na ose dalekohledu a možnost snadného zvýšení „světelnosti“ (sběrné plochy) dalekohledu několikanásobnou soustavou do sebe vnořených segmentů. Proto se tento typ využívá ke konstrukci

rentgenových dalekohledů nejčastěji. Byl použit například pro Einsteinovu rentgenovou observatoř, dalekohledy ROSAT, XMM-Newton a Chandra.

Wolterův typ II sestává rovněž z paraboloidních a hyperboloidních segmentů; rozdíl spočívá v tom, že paprsky se na hyperboloidních segmentech odrážejí zevnějšku a obraz vzniká ve vzdálenějším ohnisku hyperboloidu. Proto je u tohoto typu dalekohledu větší ohnisková vzdálenost. Zároveň paprsky vytvářejí v ohniskové rovině větší obraz. Výhodami tohoto typu je i dobré zobrazování objektů mimo optickou osu, možnost zvětšit světelnost dalekohledu prostým zvětšením vstupního otvoru. Nevýhodou je menší citlivost na rentgenové záření s vyššími energiemi a zejména nemožnost vnoření dalších segmentů.

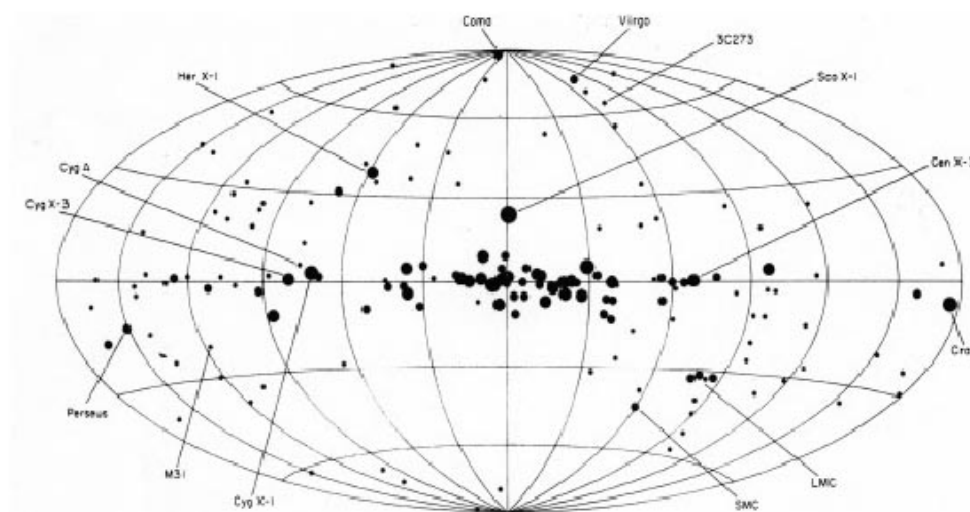


Wolterův typ II

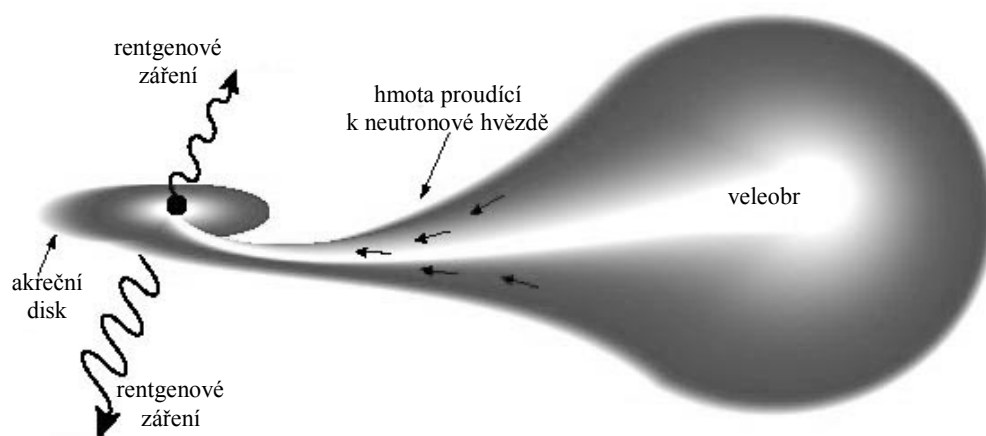
Existuje ještě **Wolterův typ III** složený z paraboloidních a elipsoidálních segmentů; ten se však pro rentgenové dalekohledy dosud nepoužil.

DRUŽICE UHURU

Významným mezníkem v rozvoji rentgenové astronomie se stalo **vypuštění první rentgenové družice Uhuru** (svahilské slovo *uhuru* znamená svoboda) 12. října 1970 z Keni. Družice (ještě bez použití rentgenového dalekohledu) byla vybavena dvěma sadami proporcionálních detektorů s citlivostí desetkrát lepší než byla u předchozích detektorů a s celkovou sběrnou plochou 840 cm^2 . Bylo tak možné objevit zdroje rentgenového záření až tisíckrát slabší než pulsar v Krabí mlhovině. Díky dlouhodobému pobytu na oběžné dráze družice poprvé zmapovala rentgenové zdroje po celé obloze, a tak se počet známých rentgenových zdrojů rychle rozrostl na 339, jak je patrné ze zprávy⁴ Giacconiho z roku 1972. Rozložení rentgenových zdrojů na obloze znázorňuje obrázek z [4], na němž jsou zdroje znázorněny různě velkými kotoučky podle své intenzity (v logaritmické stupnici). Z obrázku je patrná vyšší koncentrace rentgenových zdrojů v rovině Galaxie, a to zejména směrem ke středu Galaxie.



Na základě údajů z družice Uhuru publikovali Giacconi a jeho spolupracovníci velké množství původních prací. Kombinací pozorování v rentgenové a optické oblasti ukázali, že kromě zbytků po výbuších supernov tvoří velký počet objevených rentgenových zdrojů také **dvojhvězdy, kde jednou ze složek je neutronová hvězda**, případně černá díra. Takovým



⁴ Giacconi R., Murray S., Gursky H. a kol.: *The UHURU catalogue of X-ray sources*. Ap. J. **230** (1972), 540.

zdrojem je například Cen X-1 v souhvězdí Kentaura, kde rychle rotující neutronová hvězda obíhá společně s horkým veleobrem kolem společného hmotného středu. Hmoty z vnějších vrstev veleobra je gravitačně přitahována do okolí neutronové hvězdy a urychlována do pohybu relativistickými rychlostmi ve spirále kolem hvězdy. Tím se tvoří v rovníkové rovině neutronové hvězdy tzv. akreční disk, v němž je hmota stlačována a zahřívána, a tak vyzařuje záření v rentgenovém oboru spektra. Celý proces je znázorněn na obrázku převzatém z [1]. Podobnými zdroji se ukázaly například také zdroje Sco X-1, Her X-1 a Cen X-3. Dalším překvapujícím objevem bylo zjištění, že intenzivními zdroji rentgenového záření mohou být i Seyfertovy galaxie či objekty ve vzdálených kupách galaxií.

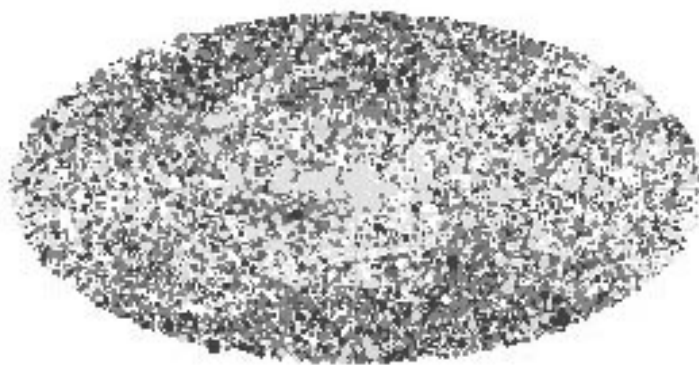
U zdroje **Cyg X-1** v souhvězdí Labutě byly zaznamenány velice rychlé a nepravidelné změny záření s typickým intervalem změn záření byl řádu 0,1 s. Změny záření byly navíc doprovázeny erupcemi trvajícími několik milisekund. Při následném podrobném zkoumání a zpřesňování polohy objektu astronomové zjistili, že hmotnost kompaktního objektu je zhruba desetinásobkem hmotnosti Slunce. Přitom mezní hmotnost neutronové hvězdy je zhruba trojnásobek hmotnosti Slunce. Tak byla objevena **první černá díra**. Rychlé změny rentgenového záření byly pozorovány rovněž u kulové hvězdokupy NGC 6624 a u rádiové galaxie Cen A, což znamená, že rentgenové záření v obou případech vychází z velice malé oblasti ve středu hvězdokupy, resp. galaxie. Uvedené objekty se tak staly dalšími kandidáty na černé díry.

DALŠÍ RENTGENOVÉ DRUŽICE

Úspěch družice Uhuru podnítl zájem astronomů o další výpravy za rentgenovým zářením za hranice zemské atmosféry. V 70. letech vypustily další družice například Nizozemsko (družice ANS), Velká Británie (Ariel V) i USA (SAS-3, HEAO-1). Velkým mezníkem se stala družice HEAO-2 (High Energy Astronomy Observatory), po startu v listopadu 1978 přejmenovaná na **Einsteinovu rentgenovou observatoř** (Einstein X-Ray Observatory), jejímž ředitelem byl opět Giacconi. Jednalo se totiž o první družici s rentgenovým dalekohledem. I když „čočku“ dalekohledu tvořily jen 4 vnořené páry zrcadlicích segmentů se sběrnou plochou 350 cm^2 , vše kompenzovala skvělá rozlišovací schopnost několika úhlových vteřin. Také citlivost byla výjimečná; zhruba 1000krát lepší než citlivost družice Uhuru. Tím mohly být odhaleny i tak subtilní zdroje jako vzdálený kvasar, z něhož dopadal do dalekohledu každých 100 sekund pouhý jeden foton!

Einsteinova rentgenová observatoř za 2,5 roku objevila **více než 7 000 zdrojů**, a to zejména velmi slabých. Kromě vzdálených kvasarů tak objevila zdroje v kupách galaxií, zdroje v sousedních galaxiích (v galaxii M31 v Andromedě, ve Velkém i Malém Magellanově mračeně a dalších), objevila rentgenové výtrysky ze středů galaxií Cen A a M87 a ukázala, že mají stejný směr jako výtrysky pozorované v rádiové oblasti. Zajímavým výsledkem bylo zjištění, že normální hvězdy emitují z koróny silnější rentgenové záření, než bylo očekáváno podle stávajících modelů hvězd. Vzhledem k většímu spektrálnímu rozsahu družice (přibližně 0,25 až 5,5 nm) byla provedena podrobná zkoumání již známých rentgenových zdrojů. Například zbytky po výbuších supernov byly sledovány jak z hlediska detailní morfologické struktury tohoto typu mlhovin, tak i z hlediska porovnání záření v různých vlnových délkách. Tak bylo zjištěno, že se ve zbytcích po výbuších supernov nachází podstatně větší množství těžších prvků, naprosto v souladu s uznávanou teorií, že prvky těžší než železo vznikají právě při výbuších supernov.

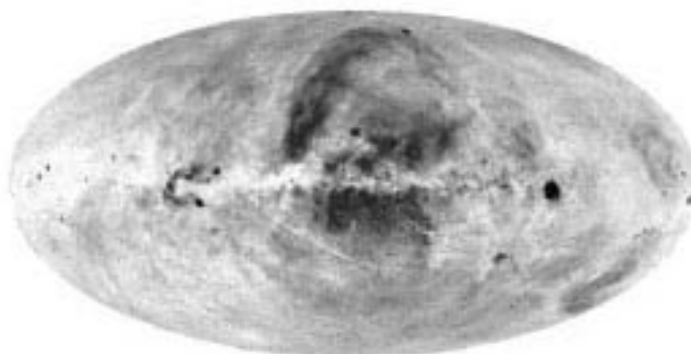
V osmdesátých letech pracovaly ve vesmíru japonské družice Hakucho a Tenma, evropská EXOSAT, japonsko-britská Ginga, sovětsko-britsko-nizozemsko-německá Kvant a sovětská Granat (družice pracovala později jako ruská, a to až do roku 1999). Výrazný posun v rentgenové astronomii přinesla **družice ROSAT** (název je zkratkou z **R**oentgensatellit) vyvinutá německými astronomy ve spolupráci s Brity a Američany. Družice byla vypuštěna v červnu



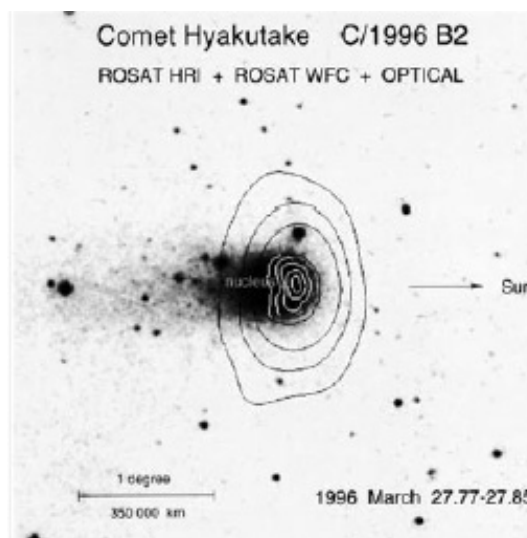
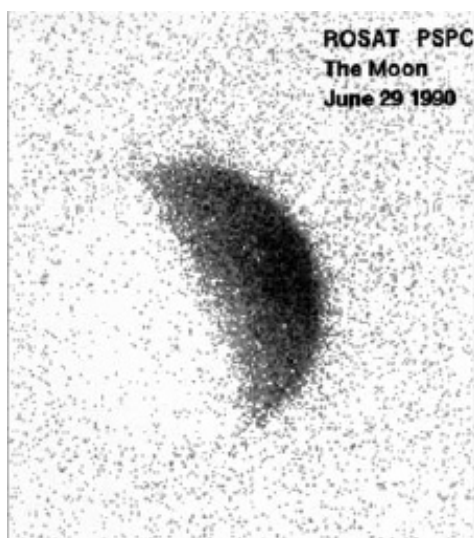
nejjasnější rentgenové zdroje objevené družicí ROSAT

stanovila s přesností 25". Nejjasnějších 19 000 zdrojů je vyznačeno na obrázku nahoře převzatém z [5]. Vedle toho prozkoumala s rozlišením 12' difúzní rentgenové záření vyzařované horkým mezihvězdným plynem zahřátým výbuchy supernov (obr. vpravo).

Kromě tradičních zdrojů rentgenového záření družice poprvé vyfotografovala rentgenové záření Měsíce (přesněji rentgenové paprsky rozptýlené v důsledku Comptonova jevu tenkou povrchovou slupkou na Měsíci – v rentgenovém oboru se odráží pouhých 0,01 % záření) a rentgenové záření komety Hyakutake – viz obr. z [5], kde je rentgenové záření vyznačeno křivkami stejné intenzity (izofotami) na pozadí amatérského snímku komety ve viditelném spektru.



difúzní rentgenové záření objevené družicí ROSAT



Další družice s detektory rentgenového záření na palubě byly v devadesátých letech japonsko-americká ASCA (zdokonalená družice pro kosmologii a astrofyziku Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics) s velkými CCD-detektory pro detailní studium spekter

zbytků po výbuších supernov, italsko-nizozemská BeppoSAX s hlavním cílem studovat záblesky gama a americká RXTE (**R**ossi **X**-Ray **T**iming **E**xplorer).

XMM-NEWTON A CHANDRA

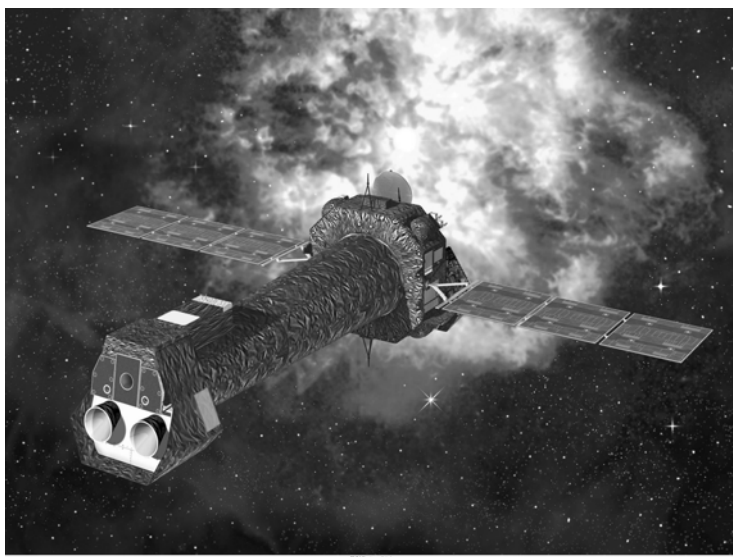
Zatím poslední kapitoly píší v posledních pěti letech rentgenové družice XMM-Newton (XMM znamená rentgenové mnohonásobné zrcadlo – **X**-ray **M**ulti **M**irror) a Chandra (pojmenována po indickém astronomu Subrahmanyana **Chandrasekharovi**). Kromě nich lze nalézt ve vesmíru detektory rentgenového záření na družicích sledujících rentgenový dosvit po gama záblescích Integral (evropská družice) a HETE-2 (průzkumník rentgenových protějšků gama záblesků s vysokou energií **H**igh **E**nergy **T**ransient **E**xplorer) zkonstruovaný ve spolupráci astronomických týmů USA, Japonska, Francie a Itálie.

Největší a nejvýkonnější **rentgenové dalekohledy** na družicích XMM-Newton a Chandra jsou Wolterova typu I a jsou spojeny s CCD-detektory a spektroskopy. Chandra má lepší rozlišovací schopnost ($0,5''$, tj. asi 20krát lepší než XMM-Newton), naopak XMM-Newton má větší sběrnou plochu (4300 cm^2 , tj. přibližně 4krát větší než Chandra).

Družice **XMM-Newton** je evropskou rentgenovou observatoří. Start na oběžnou dráhu se uskutečnil 10. prosince 1999 z Kourou ve Francouzské Guyaně pomocí rakety Ariane 5 (doplnění názvu na počest Isaaca Newtona proběhlo dva měsíce po startu). Družice je vybavena třemi rentgenovými dalekohledy, z nichž každý je složen z 58 velmi přesných, do sebe zasazených tenkých zrcadlicích segmentů o průměrech 30–70 cm a délce 60 cm. Tím se dosahuje bezkonkurenčně největší sběrné plochy. I další parametry jsou zajímavé: ohnisková vzdálenost činí 7,5 m; celková délka družice je 10 m a hmotnost 500 kg.

Vzhledem k hlavní přednosti observatoře, již je velká účinnost **spektroskopické analýzy** rentgenových zdrojů a sledování jejich **časových změn**, přinesla družice mnoho cenných objevů zejména v oblasti pozorování rentgenových dosvitů záblesků gama, centrálních oblastí hvězdokup a galaxií včetně naší Galaxie, sledování procesů v galaxiích s aktivními jádry, studium časového vývoje neutronových hvězd a černých děr obklopených akrečními disky, sledování průběhu rozpínání obálek po výbuších supernov a zastoupení těžkých prvků v obálkách.

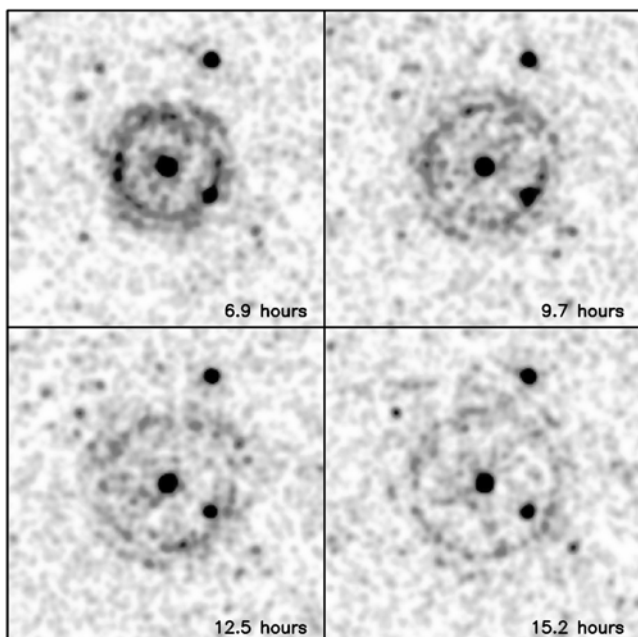
Mezi zajímavá pozorování z poslední doby patří zkoumání **rentgenových prstenců** obklopujících místo, v němž byl začátkem prosince 2003 objeven záblesk gama. Evropská družice Integral detekovala v tomto místě **vzplanutí gama** (označené GRB 031203), které trvalo asi 30 sekund. Snímky pořízené pomocí družice XMM-Newton (obrázek je převzatý ze [7]) byly pořízeny několik hodin po vzplanutí a ukazují jednak slábnutí záření zdroje gama záblesku, jednak velmi rychlé zvětšování prstenců, odpovídající zdánlivému rozpínání rychlostí tisíckrát převyšující rychlost světla ve vakuu. Slovo „zdánlivé“ v předchozí větě je důležité: nepozorujeme ve skutečnosti obálku kolem vzdálené galaxie, která byla zdrojem záblesku, ale světelné echo vznikající v naší Galaxii rozptylem rentgenového záření ze vzdálené galaxie při proni-



rentgenový dalekohled XMM-Newton

kání vrstvy mezihvězdného prachu. Tedy podobný jev, jaký bychom mohli vidět, kdybychom silným reflektorem posvítili na mraky a rychle jím pohybovali. Při pozornějším pohledu je vidět dokonce dvojice rozpínajících se prstenců. První (větší) prstenec vzniká na prachové vrstvě ve vzdálenosti 2 900 světelných let, která je pravděpodobně součástí Gumové mlhoviny,

GRB 031203 XMM–Newton observation



ESA, S. Vaughan (University of Leicester)

druhý (menší) na vrstvě vzdálené 4 500 světelných let. Uvedené prstence nesou informace o celém časovém průběhu záblesku gama, ale přináší rovněž informace o struktuře a hustotě prachových vrstev v naší Galaxii. Jde o vůbec první pozorování prstenců kolem zdroje gama záblesku.

Druhá současná rentgenová družice ve vesmíru **Chandra** byla navržena již v roce 1976 (tehdy s pracovním názvem AXAF – Advanced X-ray Astrophysics Facility, neboli zdokonalený rentgenový astrofyzikální prostředek) nositelem Nobelovy ceny Riccardo Giacconim společně se současným ředitelem řídicího centra družice Harvey Tananbaumem. Na oběžnou dráhu ji vynesl 23.

července 1999 raketoplán Columbia. Dalekohled je složen ze 4 párů zrcadlicích segmentů o délce 80 cm a průměrech 60–120 cm; ohnisková vzdálenost je 10 m, hmotnost téměř 1 t. Je zajímavé, že Chandra je zhruba 10^8 krát citlivější než první rentgenový dalekohled z roku 1963. Tak velké zvýšení citlivosti v oblasti optických teleskopů trvalo téměř 400 let, od dalekohledu, kterým poprvé pozoroval oblohu Galileo (jeho dalekohled měl zhruba stejné parametry jako první rentgenový dalekohled) až po Hubbleův kosmický dalekohled.

Protože hlavní předností družice Chandra je skvělé **úhlové rozlišení**, zaměřuje se zejména na pozorování velmi vzdálených rentgenových zdrojů (kup galaxií) s ohledem na počátky jejich vývoje, pozorování kvasarů, galaxií s aktivními jádry a vznikajících galaxií, sledování výtrysků (jetů) ze supermasivních černých děr ve středech galaxií, hledání dalších černých děr ve vesmíru, rozpínajících se obálek po výbuších supernov, ale i na další zdroje rentgenového záření.

Mezi nejzajímavější novinky se jistě řadí **potvrzení nové kosmologické hypotézy o urychlování expanze vesmíru** [9].

Toto potvrzení vychází z pozorování rentgenového záření 26 kup galaxií vzdálených 1–8 miliard světelných let. Astronomové ze



rentgenový dalekohled Chandra

získaných dat určili pro každou kupu galaxií poměr hmotnosti horkého plynu (plynu vyzařujícího rentgenové záření) a hmotnosti skryté hmoty. Protože kupy galaxií jsou velmi rozsáhlé systémy, lze předpokládat, že obsahují stejné relativní množství horkého plynu i skryté hmoty. Na základě tohoto předpokladu z pozorování vychází, že rozpínání vesmíru se po Velkém třesku zpomalovalo zhruba 8 miliard let a od té doby se působením skryté energie stále zrychluje. Kombinací naměřených dat z Chandry a ze sondy WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe – Wilkinsonova sonda k měření anizotropie reliktního záření) vychází, že ve vesmíru se ve formě nám běžně známé hmoty (částice, atomy, molekuly, hvězdy) vyskytuje pouze asi 4 % hmoty. Dalších 21 % tvoří skrytou hmotu, která gravitačním působením působí proti rozpínání vesmíru. Celých 75 % hmoty je ve formě skryté energie, která naopak vesmír rozfoukává.

BUDOUCNOST RENTGENOVÉ ASTROFYZIKY

I když vědci předpokládají, že XMM-Newton i Chandra budou pracovat do konce desetiletí, již jsou připravovány další rentgenové teleskopy. 20. listopadu 2004 odstartovala americká družice **Swift** určená ke studiu gama záblesků ve třech oblastech spektra: v oblasti gama, rentgenového a optického záření. Již v roce 2005 by mělo být vypuštěno dvojče japonské družice **Astro-E** (první družice tohoto typu byla ztracena během startu) i italská družice **Agile**. V únoru 2007 by pak měla na oběžnou dráhu vzlétnout družice **GLAST** (velkoplošný kosmický dalekohled v oblasti záření gama – **G**amma-ray **L**arge **A**rea **S**pace **T**elescope), kterou vyvinuli odborníci z USA, Francie, Německa, Japonska, Itálie a Švédska, a zkoumat, jakým mechanismem jsou v okolí černých děr urychlovány částice prakticky na rychlost světla.

Na další desetiletí pak mají rentgenoví astronomové skutečně velmi ambiciózní cíle. NASA chystá mise **MAXIM** (**M**icro**A**rcsecond **X**-ray **I**maging **M**ission) s úhlovým rozlišením 10^{-4} úhlových vteřin, kterou by měl následovat soubor rentgenových dalekohledů **Constellation-X** s dalším obrovským zlepšením parametrů. Perspektivním cílem je dosažení úhlového rozlišení 10^{-7} úhlových vteřin a zároveň obrovské sběrné plochy 50–150 m², což umožní sledovat detaily prvních černých děr a galaxií ve vesmíru. Evropská kosmická agentura ESA pak připravuje na rok 2010 družici **XEUS** (**X**-ray **E**xploring **U**niverse **S**pectroscopy) se sběrnou plochou 6 m².

LITERATURA

- [1] <<http://www.slac.stanford.edu/pubs/beamline/25/2/25-2-tucker.pdf>> Tucker W. H.: *The X-Ray Universe* (anglicky).
- [2] <<http://www.nobel.se/physics/laureates/2002/public.html>> *The Nobel Prize in Physics 2002 – Information for the Public* (anglicky).
- [3] Giacconi R., Gursky H., Paolini F. R., Rossi B. B.: *Evidence for x Rays From Sources Outside the Solar System*. Physical Review Letters, Volume 9 (1962) 439.
- [4] <<http://www.nobel.se/physics/laureates/2002/phyadv02.pdf>> *X-Ray Astronomy* (anglicky).
- [5] Trümper J.: *X-Ray Astronomy*. Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics, Nature Publishing Group 2001.
- [6] Reid P. B.: *X-Ray Telescopes*. Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics, Nature Publishing Group 2001.
- [7] <<http://xmm.vilspa.esa.es/>> *XMM-Newton* (anglicky).
- [8] <<http://chandra.harvard.edu/>> *The Chandra X-ray Observatory Center* (anglicky).
- [9] Randa M.: *Astronomické novinky 19*. Školská fyzika **VIII**, č. 2 (2004), 65.
- [10] Elvis M.: *Chandra X-ray Observatory*. Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics, Nature Publishing Group 2002.

Doping a fyzika

Jana Rybníčková*, Přírodovědecká fakulta MU, Brno

Jak spolu souvisejí dvě zdánlivě nesourodá témata, uvedená v názvu tohoto článku? Fyziku, ač to někteří nefyzikové popírají, je možné najít v pozadí téměř jakéhokoliv lidského konání. Již roku 1972, ve kterém se konaly olympijské hry v Mnichově, bylo při antidopingových testech poprvé použito plynového chromatografu a hmotnostního spektrometru, dvou složitých přístrojů, pracujících na poměrně jednoduchých fyzikálních principech, a od té doby „díky hmotnostní spektroskopii již nejedna olympijská medaile změnila svého majitele“ [4]. Dodejme, že i plynová chromatografie měla na tomto stěhování medailí lví podíl.

Chceme-li hovořit o dopingu, pokusme se nejprve tento pojem řádně definovat. Podle Mezinárodního olympijského výboru je doping „*použití substancí ze skupiny zakázaných účinných látek a aplikace zakázaných metod ...*“ [2]. Aktuální seznamy zakázaných látek a metod je možné najít na stránkách Mezinárodní antidopingové agentury [1] včetně rozdělení látek na jednotlivé skupiny a stručného popisu jejich pozitivního i negativního působení na lidský organismus (podobný komentář je připojen i k seznamu zakázaných metod). Na stránkách Institutu pro biochemii [2] lze najít i podrobný postup antidopingové kontroly a pravidla, podle nichž se postupuje, má-li být uznán dopingový nález jako pozitivní. V tomto článku nebudeme rozebírat medicínské a etické aspekty dopingu, ale soustředíme se na fyzikální metody, které se používají k odhalování přítomnosti zakázaných substancí ve vzorku a vysvětlíme si fyzikální principy základních přístrojů, používaných při analýze vzorku při antidopingové kontrole.

PLYNOVÝ CHROMATOGRAF

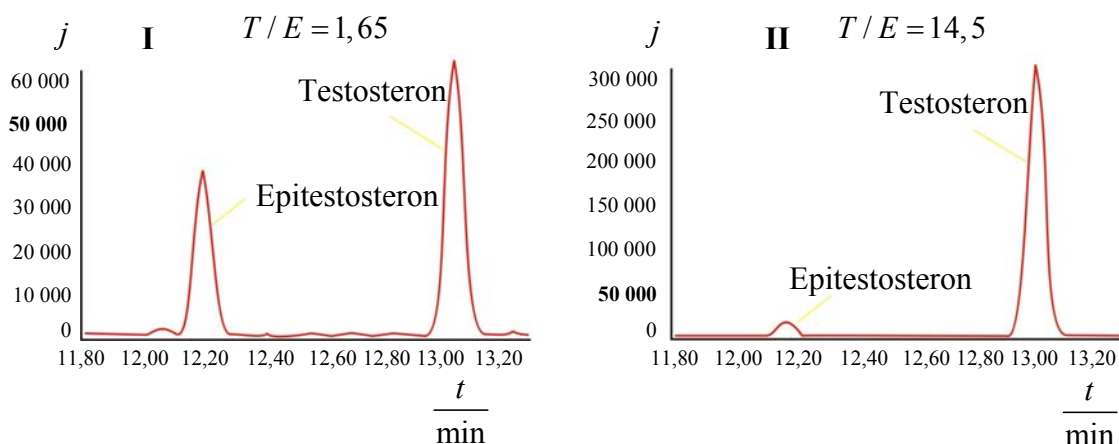
Tento přístroj je jedním ze zařízení, která se používají k dělení směsí látek. Principem chromatografie je „*oddělení složek analyzované směsi na základě jejich rozdílné afinity k tzv. stacionární a mobilní fázi*“ [3]. Příkladem chromatografické metody, který se již jistě každému z nás zdařilo nechtěně realizovat, je rozlítí džusu či ještě lépe červeného vína na bílý látkový ubrus. Při bližším pozorování ubrusu zjistíme, že ubrus je mokrá i v místech, kde již není červeně zabarven – vlákna ubrusu fungovala jako stacionární fáze, voda obsažená ve víně se stala mobilní fází, která unášela červená barviva, a díky kapilárním jevům došlo k separaci jednotlivých barviv a ta se vyloučila na různých místech ubrusu.

U plynového chromatografu (GC – gas chromatograph (angl.)) dochází k separaci na základě rozdílné difúze složek vzorku do mobilní a stacionární fáze, ale může zde docházet i k jiným jevům: adsorpci, extrakci či elektrostatické interakci mezi vzorkem a fázemi. Separací proces probíhá v tzv. koloně – asi deset metrů dlouhé křemíkové kapiláře o vnitřním průměru 0,2 mm, potažené zevnitř i zvenku polymerem, který se při pracovní teplotě chromatografu (180 °C–250 °C) stává kapalným a slouží jako stacionární fáze. Mobilní fází je helium, které je poměrně lehké, nehořlavé, chemicky inertní a dá se získat velice čisté. Na začátek kolony se pomocí speciálního zařízení vstříkne vzorek analyzované látky a po dobu dvaceti až třiceti minut (rychlost průtoku mobilní fáze se vzorkem kolonou je $1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$) provádí zařízení připojené za kolonu analýzu separovaných složek vzorku. K analýze lze kromě hmotnostního spektrometru použít například i diferenční refraktometr, jehož princip je popsán v [3]. Nejdůležitější částí tohoto refraktometru je fotodetektor porovnávající intenzitu světla prošlého kapilárou s čistou mobilní fází a světla prošlého kapilárou s mobilní fází smíšenou se

*janar@physics.muni.cz

vzorkem. Z těchto hodnot je možné určit jak rozdíl indexů lomu vzorku a čisté mobilní fáze (viz [3]), tak i koncentraci vzorku obsaženého v mobilní fázi.

Výsledky chromatografického měření při dopingové analýze jsou na obrázku 1 – retenční čas t_R , v němž je koncentrace látky maximální, je charakteristikou látky při daných podmínkách analýzy, totiž při zvoleném tlaku a teplotě. Tímto způsobem dokáže plynová chromatografie rozlišovat izomery, to je molekuly, které mají stejné sumární, ale rozdílné strukturní vzorce. Tyto molekuly mají tedy sice stejnou hmotnost, ale rozdílné optické a chemické vlastnosti, tudíž i rozdílný retenční čas. Na obrázku 1 jsou chromatogramy dvou izomerů hormonu testosteronu, a to testosteronu (T) a epitestosteronu (E). Organismus si dokáže testosteron sám syntetizovat a produkované množství je individuální, proto samotný nálezní testosteronu ve vzorku nelze považovat za doping. Měřeními v zdravé nedopující populaci však bylo zjištěno, že tělo syntetizuje oba izomery, testosteron (T) i epitestosteron (E), přičemž jejich poměr je konstantní ($T/E = 1,65$) – viz vzorek I. Protože organismus nedokáže přeměnit testosteron na epitestosteron a naopak, je jasné, že vzorek II s mnohem vyšším poměrem izomerů ($T/E = 14,5$) patří jedinci, do jehož organismu byl testosteron uměle dodáván jako doping.



Obrázek 1: Výsledky dopingového testu získané pomocí plynového chromatografu – převzato z [2] a upraveno. Obrázek potvrzuje výše uvedené tvrzení, že retenční čas t_R postačuje k rozlišení obou detekovaných látek. Koncentrace epitestosteronu je ve vzorcích I i II přibližně stejná, menší než 50 000 jednotek (autor obrázku nanáší na svislou osu nikoliv přímo koncentraci, ale rozdíl intenzit světla prošlého čistou mobilní fází a mobilní fází obsahující vzorek, bohužel však neuvádí jednotky, ve kterých měří). Koncentrace (intenzita) testosteronu je v případě II mnohem vyšší než v případě I, o pozitivitě dopingového nálezu však rozhoduje až poměr koncentrací (intenzit) testosteronu a epitestosteronu T/E .

HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETR

Hmotnostní spektrometr (MS – mass spectrometer (angl.)) je přístroj, který určuje hmotnostní spektra zkoumaných látek, čili separuje ionty látek podle poměru hmotnosti m a náboje q (celočíslný násobek elementárního náboje $e = 1,602\,177\,33 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ [5]). Je-li náboj iontu znám, dostačuje k určení iontu pouze hmotnost, vyjádřená například jako relativní molekulová (resp. atomová) hmotnost $M_r = \frac{m}{u}$, kde m je hmotnost iontu a $u = 1,660\,540\,2 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ [5] je atomová hmotnostní jednotka. Hmotnostní spektrometrie je sice metoda destruktivní, protože při ní často dochází k fragmentaci zkoumaných látek, ale velmi citlivá – při spojení plynového chromatografu a hmotnostního spektrometru (GC/MS) dokáže toto zařízení detekovat lát-

ku již při koncentraci $10^{-9} \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$, při použití spektrometru s vysokým rozlišením při $10^{-12} \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$ [4].

KONSTRUKCE A FUNKCE HMOTNOSTNÍHO SPEKTROMETRU

Každý hmotnostní spektrometr obsahuje tři základní části: **ionizátor**, v němž dochází k ionizaci, někdy i fragmentaci původně neutrálních molekul zkoumané látky; **analyzátor**, v němž jsou ionty rozděleny podle hmotnosti a rychlosti, se kterou se pohybují, a **detektor**, který detekuje dopadající ionty a určuje intenzitu jednotlivých „čar“ ve spektru (čára odpovídá místu dopadu skupin iontů se stejnou hmotností a hybností).

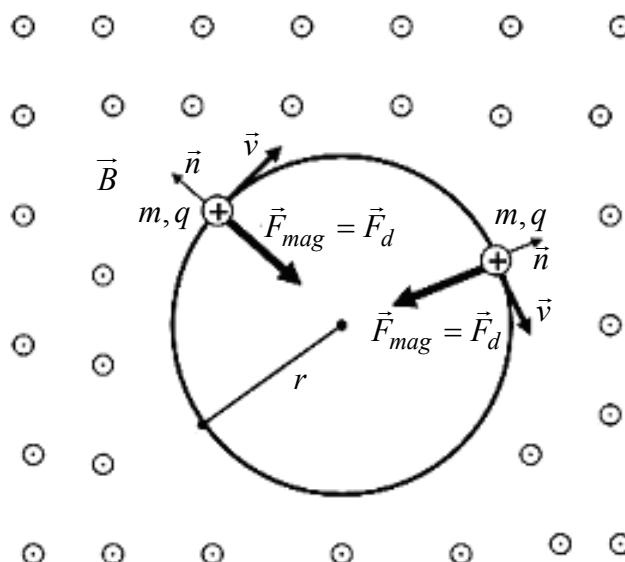
V ionizátoru dochází k odtržení elektronů z molekul při srážce s elektronovým paprskem. Kladné ionty jsou pak odpuzovány kladně nabitou repelentní elektrodou a procházejí mezi urychlovacími a zaostřovacími elektrodami do dalších částí spektrometru. K ionizaci se při spojení s plynovým chromatografem obvykle volí energie 20 eV ($1 \text{ eV} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ [5]), neboť při této energii ještě nedochází k ionizaci helia tvořícího mobilní fázi (ionizační energie helia je 24,57 eV [5]). Tím se zajistí, že se mobilní fáze v ionizátoru oddělí a do dalších částí spektrometru již nevstupuje.

Analyzátor využívá nejčastěji působení magnetického pole na nabité částice. Vlétá-li iont o hmotnosti m s nábojem q do magnetického pole o indukci $\vec{B}$ rychlostí $\vec{v}$ kolmou na toto pole, pak magnetická síla $\vec{F}_{mag} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$ působící na iont je silou dostředivou

$\vec{F}_d = m \cdot \frac{v^2}{r} \cdot (-\vec{n})$ (viz obrázek 2) a porovnáním předchozích vztahů dostaneme vyjádření pro velikost hybnosti $p = m \cdot v$ iontu

$$m \cdot v = B \cdot q \cdot r, \quad (1)$$

kde r je poloměr zakřivení trajektorie iontu o hmotnosti m a náboji q v magnetickém poli.



Obrázek 2: Působení magnetického pole o magnetické indukci $\vec{B}$ na nabitou částici o hmotnosti m a kladném náboji q , pohybující se rychlostí $\vec{v}$ kolmou na směr pole. Velikost rychlosti ani magnetické síly se při pohybu nemění.

Z tohoto vztahu je zřejmé, že při stejné hodnotě magnetické indukce závisí zakřivení trajektorie iontu pouze na jeho hybnosti. Ionty byly urychleny v ionizátoru přiložením napětí U , získaly tedy kinetickou energii

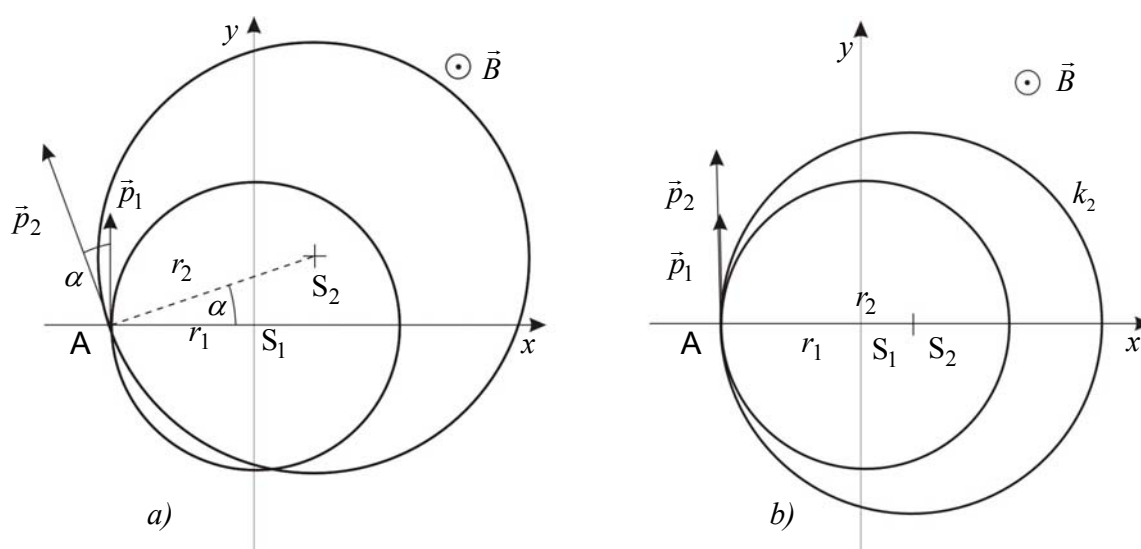
$$q \cdot U = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_y^2, \quad (2)$$

kde symbol v_y označuje průmět rychlosti do směru, ve kterém dochází k urychlení iontů elektrickým polem. Porovnáním rovnic (1) a (2) za předpokladu $v = v_y$ (iont získal veškerou svou kinetickou energii a hybnost pouze v důsledku urychlení v ionizátoru) obdržíme výraz pro zakřivení r trajektorie iontu v závislosti na urychlovacím napětí U , velikosti magnetické indukce B a na hmotnosti m a náboji q iontu

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot U}{q \cdot B^2}}. \quad (3)$$

Pokud jsou tedy parametry B a U pro spektrometr konstantní, dopadají ionty podle své hmotnosti na různá místa v sadě detektorů.

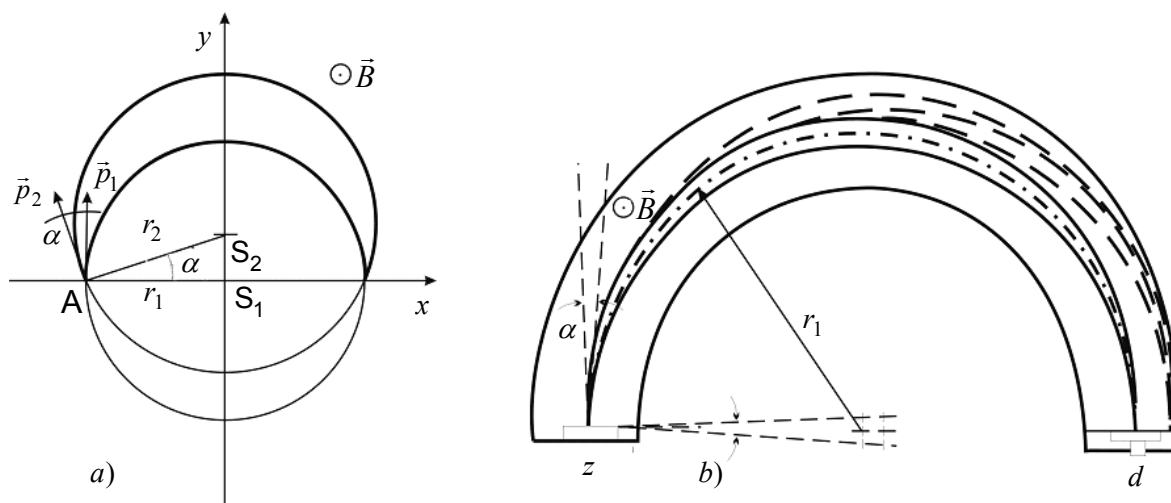
Věnujme se nyní otázce, kam takovouto sadu detektorů vlastně umístit. Podmínka $v = v_y$ není ve skutečnosti vždy přesně splněna a i v této situaci musí být zajištěno, aby ionty různých hmotností byly separovány (tj. bez ohledu na svoji hybnost dopadaly na různá místa v sadě detektorů) a ionty téže hmotnosti byly fokusovány (tj. bez ohledu na svoji hybnost dopadaly do stejného místa). K vyřešení tohoto problému stačí pomocí jednoduché geometrické úvahy najít druhý průsečík kružnic o poloměrech r_1 a r_2 (daných vztahem (1) platným i při nesplnění podmínky $v = v_y$), které se již protínají v bodě A – viz obrázek 3a). V tomto bodě ionty vstupují do magnetického pole s nenulovým průmětem hybnosti $p_y = m \cdot v_y$ do směru osy y (směr, ve kterém byly ionty v ionizátoru urychleny přiložením elektrického pole). Rozložme tuto úlohu do několika kroků.



Obrázek 3: Pohyb dvou iontů v magnetickém poli – a) v obecném případě; b) pokud mají oba ionty stejný směr hybnosti. Situace b) může nastat dvojím způsobem: buď mají ionty stejné hmotnosti a rozdílné rychlosti, anebo stejné rychlosti a rozdílné hmotnosti. První uvedený případ je nežádoucí, ve druhém pak dochází k separaci iontů podle hmotností.

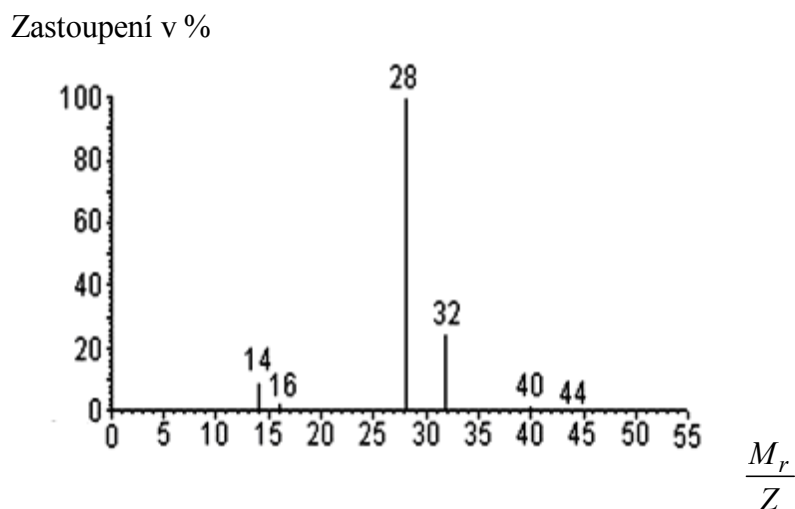
Nejprve uvažujme o situaci, kdy sledujeme dva ionty o různých hmotnostech m_1 a m_2 , které mají hybnosti stejného směru ($\alpha = 0$). V tomto případě kružnice k_2 bude mít střed v bodě $S_2[r_2 - r_1, 0]$ a obě kružnice nebudou mít kromě bodu A žádný další společný bod – viz obrázek 3b). Detektory by tedy bylo možné umístit na libovolnou přímku procházející bodem A.

Nám však jde o nalezení takového místa pro detektor, v němž se protínají svazky iontů o stejných hmotnostech $m_1 = m_2 = m$, jejichž divergence je rovna α . Pokud platí, že tyto ionty mají v bodě A stejný průmět hybnosti do směru osy y , čili $p_1 = p_2 \cdot \cos \alpha$, leží střed kružnice k_2 na ose y v bodě $S_2[0, r_2 \cdot \sin \alpha]$ a obě kružnice se protínají i v bodě $[r_1, 0]$ – viz obrázek 4a), do nějž dorazí všechny ionty stejné hmotnosti. Sadu detektorů je tedy vhodné umístit na osu x . Praktická realizace takového detekčního zařízení je na obrázku 4b).



Obrázek 4: Trajektorie svazku iontů v magnetickém poli – a) situace pro ionty stejné hmotnosti mající stejný průmět hybnosti do osy y – b) realizace analyzátoru se 180° odklonem iontového svazku (převzato z [4]). Vysvětlivky: z – zdroj iontů, α – úhel divergence svazku, d – detektor, $\vec{B}$ – vektor magnetické indukce, r_1 – poloměr trajektorie iontů o hmotnosti m_1 (trajektorie svazku iontů o hmotnosti m_1 jsou kresleny plnou čarou, trajektorie svazku iontů o hmotnosti $m_2 \neq m_1$ jsou kresleny čárkovaně). Uspořádání zajišťuje pro ionty se stejným průmětem hybnosti do osy y jak separaci podle hmotnosti, tak i fokusaci iontů stejné hmotnosti do daného místa na přímce detektorů.

Jako detektor se používá například fotografická deska, častěji však takzvaný Faradayův hrnec, což je elektroda chráněná Faradayovou klecí, nebo fotonásobič. Detektory spolupracují úzce s počítačem, který hmotnostní spektrum upravuje do podoby, v němž se přiřadí nejvíce zastoupenému iontu hodnota 100 % a zastoupení ostatních iontů jsou přepočítány relativně k této hodnotě. Detekce a počítačové zpracování získaných hodnot jsou velmi rychlé – zpoždění signálu v počítači oproti skutečnosti je menší než jedna milisekunda, takže se výsledky analýzy na obrazovce počítače objevují „v reálném čase“. Jednoduchý příklad analýzy pomocí hmotnostního spektrometru je uveden na obrázku 5, na němž je spektrogram vzduchu.



Obrázek 5: Spektrogram vzduchu. Převzato ze [2] a upraveno. Čára 28 s největším zastoupením ve vzorku odpovídá dvouatomové molekule dusíku, čára 32 dvouatomové molekule kyslíku, čáry 40 a 44 argonu a oxidu uhličitému. Výklad čar 14 a 16 může být dvojí – buď se jedná o dvakrát ionizované molekuly kyslíku a dusíku, nebo o jednou ionizované atomy kyslíku a dusíku vzniklé fragmentací. Výška čar udává relativní zastoupení těchto molekul ve vzduchu (vůči dusíku).

SPEKTROMETR S VYSOKÝM ROZLIŠENÍM

Běžné hmotnostní spektrometry dokáží rozlišit ionty pouze s přesností na jednotky relativní molekulové hmotnosti M_r . Proto některé skupiny iontů, například OD^+ s $M_r = 18,009\,0$ a H_2O^+ s $M_r = 18,010\,6$ nebo NH_4^+ s $M_r = 18,034\,4$, jsou pro běžný spektrometr neodlišitelné (dalšími příklady jsou skupiny iontů C_2H_6^+ , CH_2O^+ , či CH_4N^+). S pomocí takového zařízení dokážeme tedy pouze určit, kolik má zkoumaný iont celkem nukleonů, ale nezjistíme, jaké atomy či molekuly tyto částice tvoří.

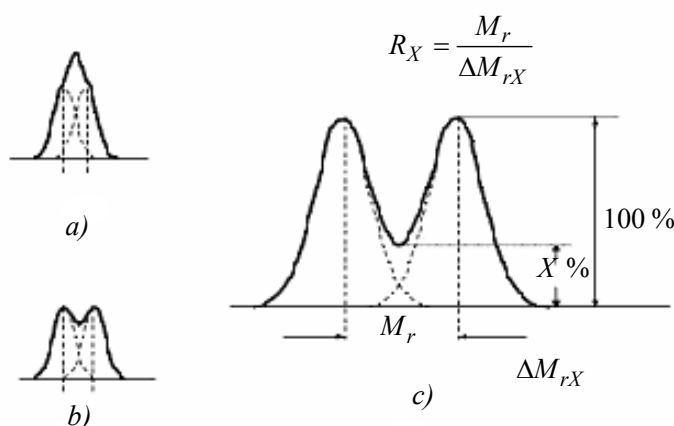
Čím je způsobena nedokonalost běžných spektrometrů s nízkým rozlišením? Při popisu separace iontů v magnetickém poli jsme odvodili, že ionty se stejným nábojem a stejnou hybností se pohybují po stejné trajektorii (1). Všechny detekované ionty byly v ionizátoru urychleny stejným napětím, získaly zde tedy stejnou kinetickou energii (2) a ionty s tímž nábojem a hmotností tak získaly i stejnou hybnost. Problém je v tom, že v ionizátoru nebyly před urychlením jednotlivé molekuly v klidu, ale měly různé nenulové rychlosti, získané tepelným pohybem nebo při cestě kolonou plynového chromatografu, a při putování k detektoru hmotnostního spektrometru může ještě docházet k vzájemným srážkám a odpuzování iontů. Proto nemusejí ionty stejné hmotnosti mít stejnou hybnost (přesněji řečeno průmět hybnosti do osy y – viz obrázek 4a) a příslušný komentář), ale jejich hybnosti se mohou mírně lišit. Zopakujeme, že splnění podmínky stejného průmětu hybností do osy y bylo nutné pro protnutí trajektorií všech iontů stejné hmotnosti v jediném bodě na ose x . Jsou-li průměty hybností rozdílné, neprotínají se trajektorie těchto iontů v jediném bodě, ale v několika bodech neležících na ose x . Detektor umístěný na této ose pak neregistruje ostrou čáru, ale křivku odpovídající rozložení míst dopadu iontů – gaussovskou křivku o určité střední hodnotě a pološířce (šířka křivky odpovídající polovině maximální intenzity).

Zamysleme se, jak velká může být změna průmětu hybnosti do směru osy y v důsledku výše uvedených vlivů, z nichž nejvýraznější a nejsnáze popsatelný je tepelný pohyb. Podle takzvané-

ho ekvipartičního teorému lze každé molekule přiřadit kinetickou energii $E_k = \frac{1}{2} \cdot n \cdot k \cdot T$, kde

$k = 1,380\,658 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ [5] je Boltzmannova konstanta, T je termodynamická teplota a n je počet stupňů volnosti molekuly. Odhadem kinetické energie tepelného pohybu pro libovolnou molekulu vycházející z plynového chromatografu a porovnáním s ionizační energií 20 eV zjistíme, že kinetická energie tepelného pohybu je řádově tisíckrát menší než energie získaná při ionizaci, relativní změna hybnosti v důsledku tepelného pohybu je proto řádu desetin až setin. Pološířka gaussovské křivky pro ionty stejné hmotnosti je tedy poměrně malá, a tak pro ionty, jejichž hmotnosti se liší o jednotky relativní molekulové hmotnosti, nedochází k překrytí gaussovských křivek a lze je snadno rozlišit. Pro ionty uvedené na začátku této kapitoly je situace o něco složitější.

Dva ionty, jejichž relativní molekulové hmotnosti se liší méně než o jednotky relativní molekulové hmotnosti, považujeme za jednoznačně rozlišitelné, pokud společný překryv křivek odpovídajících těmto iontům o stejné intenzitě má výšku $X\%$ maximální intenzity (X je určeno konvencí, obvykle se volí $X = 10$ [4]) – viz obrázek 6.

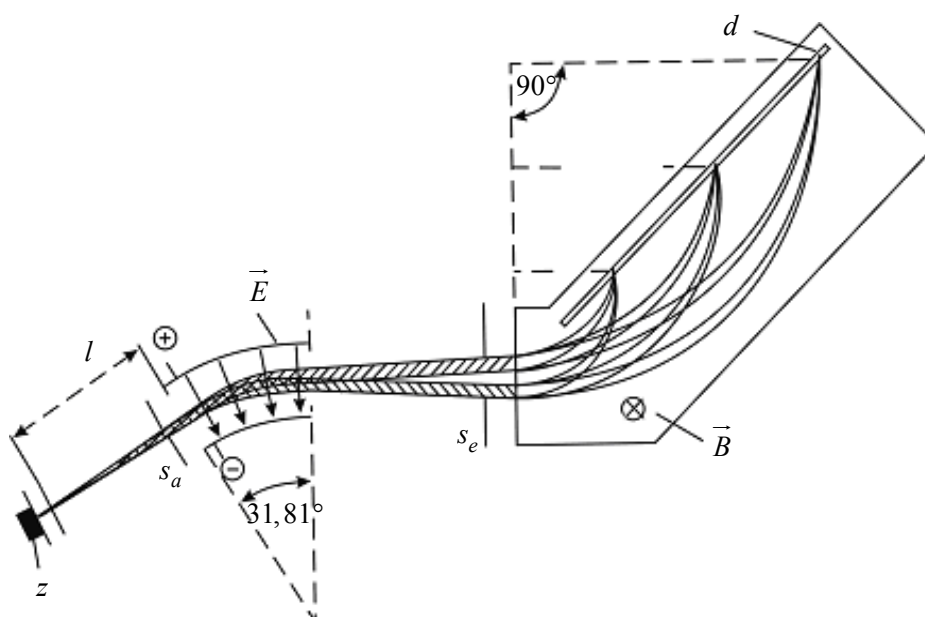


Obrázek 6: Rozlišovací schopnost hmotnostního spektrometru a) nerozlišitelné ionty b) dva právě rozlišitelné ionty – lze rozeznat, že výsledná křivka vznikla překryvem dvou gaussovských křivek, ale tento překryv je vyšší než překryv dohodnutý konvencí c) pojmy potřebné pro definici rozlišení (převzato z [4] a upraveno).

Relativní molekulovou hmotnost zkoumaných iontů zaokrouhlenou na jednotky označme M_r , rozdíl relativních molekulových hmotností těchto iontů ΔM_{rX} . Rozlišení pak definujeme jako $R_X = \frac{M_r}{\Delta M_{rX}}$. Běžné hmotnostní spektrometry (s nízkým rozlišením) jsou schopny

rozlišení do pěti set. Určíme-li potřebné rozlišení pro skupiny H_2O^+ a NH_4^+ , získáme $R_x = 750$, pro skupiny H_2O^+ a OD^+ je $R_x = 112\,50$ (viz [4]), pro rozlišení těchto skupin je tedy nutné konstrukci spektrometru upravit.

Jedna z konstrukcí analyzátoru spektrometru s vysokým rozlišením (HRMS – high resolution mass spectrometer (angl.)) je na obrázku 7.



Obrázek 7: Analyzátor hmotnostního spektrometru s vysokým rozlišením v Mattauchově-Herzogově uspořádání (převzato z [4] a upraveno). Jednotlivé symboly označují: z – iontový zdroj, s_a – štěrбина vymezující úhel divergence svazků, s_e – energetická clona, $\vec{E}$ – pole elektrostatického analyzátoru, $\vec{B}$ – pole magnetického analyzátoru, d – detektor.

Ionty, jejichž původně nenulová kinetická energie se v ionizátoru zvětšila o hodnotu úměrnou urychlujícímu napětí U (2), procházejí nejprve centrálně symetrickým elektrostatickým polem o elektrické intenzitě $\vec{E}$, takže elektrická síla $\vec{F}_e = e \cdot \vec{E}$ působí jako síla dostředivá

$\vec{F}_d = m \cdot \frac{v^2}{R} \cdot (-\vec{n})$. Trajektorie iontů se v poli zakříví, přičemž poloměr křivosti je

$$R = \frac{1}{E} \cdot \frac{m \cdot v^2}{e}, \quad (4)$$

dojde tedy k separaci iontového svazku podle energií, ionty s nejnižšími a nejvyššími kinetickými energiemi se přitom ocitnou na okrajích svazku. Po opuštění elektrostatického pole je svazku iontů vložena do cesty clona s_e určité šířky, která ionty s nejnižšími a nejvyššími energiemi odfiltruje. Do magnetického analyzátoru, konstruovaného obdobně jako u spektrometru s nízkým rozlišením, vcházejí proto pouze ionty téměř stejné kinetické energie. Ionty stejné hmotnosti m mají tedy i stejnou hybnost $\vec{p}$ a po ohybu v magnetickém poli se zaostří do téhož místa na detektoru (viz obrázek 4 a příslušná diskuze). Na takových zařízeních lze dosáhnout rozlišovací schopnosti 50 000 až 100 000 [4]. Spektrometr s vysokým rozlišením dokáže tedy snadno od sebe odlišit i ionty H_2O^+ a OD^+ nebo ho lze použít pro rozlišování izotopů prvků, například uhlíku $^{12}_6\text{C}$ a $^{13}_6\text{C}$, obsažených v často velmi složitých organických molekulách, pro něž je potřebná rozlišovací schopnosti již mimo možnosti hmotnostního spektrometru s nízkým rozlišením.

Identifikace iontu pomocí spektrometru s vysokým rozlišením je bezesporná, neboť relativní molekulová hmotnost každého iontu je jedinečná, přičemž odlišnosti se objevují obvykle až za desetinou čárkou. Jako příklad uveďme izotopy iontů vodíku H^+ a D^+ (následující číselné údaje jsou čerpány z [5]). Relativní atomová hmotnost protonu je 1,007 825, relativní atomová hmotnost neutronu je 1,008 665. Zdálo by se tedy, že relativní atomová hmotnost deuteria musí být rovna součtu relativních atomových hmotností protonu a neutronu, což je 2,016 490, ale ve

skutečnosti je relativní atomová hmotnost deuteria menší, pouze $2,014\,100$. Vzniklý hmotnostní deficit $0,002\,390 \cdot u$ odpovídá jaderné vazebné energii. Obdobně hmotnost iontu molekulárního vodíku H_2^{++} není dvojnásobkem hmotnosti protonu, čili $2,015\,650 \cdot u$, ale je o $0,002\,350 \cdot u$ nižší. K odlišení iontů D^+ a H_2^{++} tedy musíme použít hmotnostní spektrometr s vysokým rozlišením ($R_X = 2\,500$). Protože každý nuklid má jiný počet protonů a neutronů a jinou vazebnou energii, jeho přesně určená hmotnost jej jednoznačně identifikuje. Při antidopingových kontrolách se využívá spektrometrů s vysokým rozlišením právě ke konečnému ověření identifikace zkoumaných látek. Nejnovější aplikací spektrometru s vysokým rozlišením upraveného na rozlišování izotopů uhlíku jsou opět testosteronové testy – určením poměru izotopů uhlíku v metabolitech testosteronu lze prokázat, vznikl-li tento hormon v těle, nebo mu byl dodán jako doping [2].

POSTUP PŘI ANTIDOPINGOVÉM TESTU A VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Jak tedy probíhá vlastní antidopingová zkouška? Po odběru vzorku moči sportovce provádí dopingový komisař dva jednoduché testy – určuje hustotu vzorku a jeho kyselost (pH). Pokud tyto výsledky neodpovídají normám, je podezření, že se sportovec pokusil zkoušku zmanipulovat – buď užíváním diuretik dosáhl zředění moči, a tedy i zakázaných látek v ní obsažených, nebo užíváním probenecidu změnil kyselost moči, a tak zabránil vyplavení anabolických steroidů z krve do kontrolovaného vzorku. Výsledky těchto měření mohou být vodítkem při vlastní analýze, prováděné pomocí plynového chromatografu a hmotnostního spektrometru. Před odesláním do laboratoře rozdělí komisař v přítomnosti sportovce vzorek na dvě části A a B v poměru dvě ku jedné, nádobky uzavře a zapečetí. Nádobka se vzorkem A putuje do laboratoře, vzorek B zůstává uschován pro kontrolní analýzu.

Před vložením do kolony chromatografu se vzorek A nejprve chemicky upravuje (zbavuje tuků), vysouší, popřípadě i jinak čistí či modifikuje. Při průchodu plynovým chromatografem dojde k separaci vzorku na jednotlivé látky, přičemž každá z nich je již identifikována svým retenčním časem (viz obrázek 1). Poté molekuly látek vstupují do hmotnostního spektrometru (s nízkým, dnes však častěji i s vysokým rozlišením), kde je v každém časovém okamžiku získáno jejich spektrum a jsou identifikovány s konečnou platností včetně zastoupení ve vzorku (například viz obrázek 5).

Konkrétní výsledky takovéto dopingové analýzy je možné najít na internetových stránkách [2]. Pokud je nález pozitivní, opakuje se rozbor znovu, přičemž se použije uschovaný vzorek B. Cílem tohoto šetření je potvrdit přítomnost zakázaných látek a upřesnit jejich koncentraci ve vzorku. Proti verdiktu druhé analýzy není většinou odvolání (pokud sportovec neprokáže, že nalezené látky mu byly podány například v rámci lékařského ošetření, přičemž nebyla možná alternativní léčba).

LITERATURA

- [1] <<http://www.wada-ama.org>> *World Anti-Doping Agency* (anglicky).
- [2] <<http://www.dshs-koeln.de/biochemie/index.html>> *Doping-Institut für Biochemie (DSHS Köln)* (německy).
- [3] Doležalová V.: *Chromatografické metody*. Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, Brno 1965.
- [4] Jonas J.: *Hmotnostní spektroskopie*. SPN, Praha 1985.
- [5] Mikulčák J. a kol.: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy*. Prometheus, Praha 1995.

Rádové odhady a približné výpočty v školskej fyzike

Lubomír Konrád, Žilinská univerzita, Žilina*

Každý z nás musí v živote často niečo odhadovať: ako dlho bude niečo trvať, či nám vy-
stačí benzín na predpokladanú trasu, či nás pri horolezeckej výprave udrží takéto lano atď.
Urobiť si v takýchto prípadoch približný, ale kvalifikovaný odhad nám môže napomôcť, aby
sme daný problém zvládli bez nepríjemných následkov. Pri práci vedca alebo konštruktéra sú
však odhady profesionálnou nevyhnutnosťou, bez ktorej sa nezaobíde. Osvojenie si metódy
odhadu spolu s intuíciou je pre výskumníka mimoriadne dôležité pri rozbere a analýze no-
vých myšlienok, s ktorými prichádza do styku pri tvorivej práci.

A práve o rozvoj tvorivosti u našich študentov sa môžeme pokúsiť v rámci vyučovacieho
procesu i riešením vhodných a zaujímavých úloh na rádové odhady. Už v minulosti niektorí
známi fyzici využívali takéto úlohy pri vyučovaní. Medzi najznámejších z nich patria
E. Fermi [1], R. P. Feynman [2], či P. L. Kapica [3]. Niektorí súčasní fyzici (najmä americkí)
označujú úlohy tohto typu ako „Fermiho“ úlohy, pretože práve Enrico Fermi bol medzi kole-
gami známy tým, že vedel takéto úlohy nielen pohotovo formulovať, ale aj rýchlo a efektívne
riešiť. V súčasnosti sa nájdu vo svete vysoké školy, ktoré dokonca zadávajú úlohy tohto typu
pri prijímacích skúškach na fakulty, na ktorých sa pripravujú budúci vedci či výskumní pra-
covníci [4]. Myslíme si, že je užitočné, ak takéto úlohy zadáme študentom v rámci fyzikál-
nych krúžkov alebo fyzikálnych korešpondenčných seminárov, ktoré sú určené práve talento-
vaným jedincom [5].

Najskôr si povedzme, čo budeme rozumieť pod pojmom rádový odhad veličiny. Dve čísel-
né hodnoty nejakej fyzikálnej veličiny sa líšia o jeden rád, ak ich pomer je približne 10, o dva
rády, ak ich pomer je 10^2 atď. Z tohto pohľadu bude číslo 92 rádovo 10^2 krát väčšie ako 1, ale
13 bude rádovo 10krát väčšie ako 1. Ak je pomer dvoch hodnôt 1,4 alebo 2,1, považujeme ich
za veličiny rovnakého rádu.

Pri formulácii úloh na rádové odhady nie sú uvedené žiadne (príklady 1–3) alebo takmer
žiadne (príklad 4) číselné hodnoty fyzikálnych veličín, ktoré sú nevyhnutné pre vyriešenie ú-
lohy. Predpokladá sa, že každý si ich dokáže sám zvoliť. Prirodzene, že spektrum možných
číselných odpovedí je pomerne široké, ale samotný prístup k riešeniu týchto úloh je nezvyčaj-
ný a pre žiakov príťažlivý.

Úlohy na odhad predstavujú pre väčšinu žiakov úplne nový typ úlohy. Pri riešení takejto
úlohy je nutné pochopiť uvedený fyzikálny jav, vytvoriť jeho jednoduchý fyzikálny model,
zvoliť „rozumné“ hodnoty fyzikálnych veličín a získať číselný výsledok, ktorý viac či menej
zodpovedá realite.

Najdôležitejšou a zároveň najťažšou etapou riešenia úloh na odhad je fyzikálna podstata
úlohy, výber a skonštruovanie najjednoduchšieho fyzikálneho modelu daného javu. Je potrebné
správne vybrať fyzikálne parametre, ktoré sú pre úlohu najdôležitejšie a určujú jej fyzikál-
nu podstatu, a zanedbať tie parametre, ktoré majú malý vplyv na jav, ktorým sa zaoberáme.
Aby sme mohli stanoviť základné vzťahy medzi rôznymi parametrami, musíme správne pou-
žiť základné fyzikálne zákony a definície. Inokedy sa môžeme obmedziť na veľmi jednodu-
chú definíciu alebo kvantitatívnu interpretáciu fyzikálnych zákonov.

Úlohy na odhad môžeme rozdeliť na úlohy:

- v ktorých stačí zvoliť vhodné konkrétne hodnoty, lebo fyzikálne je úloha pomerne jednoduchá;
- v ktorých sa vyskytuje veľmi zložitá situácia a získanie odhadu je komplikovanejšie;

* konrad@fpv.utc.sk

– pri ktorých treba použiť ďalšie vhodné prostriedky, napr. rozmerovú analýzu.

Ďalej uvedieme niekoľko konkrétnych príkladov aj s riešeniami.

Príklad 1

Určite ste si všimli, že pri hádzaní s rozbehom dosiahneme podstatne lepší výkon, ako keby sme hádzali z miesta. Odhadnite, o koľko ďalej hodíme športovým granátom, ak ho budeme hádzať s rozbehom.

Riešenie:

Pri hádzaní z miesta je maximálna dĺžka hodu približne

$$d \approx \frac{v_0^2}{g}$$

(v_0 je počiatočná rýchlosť granátu), odkiaľ $v_0 \approx \sqrt{d \cdot g}$. Pri hádzaní s rozbehom udelíme granátu vo vodorovnom smere doplnkovú rýchlosť v . Vertikálna zložka počiatočnej rýchlosti granátu sa pri rozbehu prakticky nemení, to znamená, že sa nebude meniť ani výška a doba pohybu. Pre čas letu granátu približne platí

$$t \approx \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g} = \sqrt{2} \cdot \frac{v_0}{g}$$

(zvolili sme optimálny elevačný uhol $\alpha = 45^\circ$). Po dosadení za v_0 vychádza

$$t \approx \sqrt{\frac{2 \cdot d}{g}}.$$

Dĺžka hodu sa preto pri rozbehu zväčší o

$$\Delta d = t \cdot v \approx v \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot d}{g}}.$$

Ak predpokladáme, že pri rozbehu dosiahneme rýchlosťou $v = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a že pri hádzaní z miesta hodíme $d = 30 \text{ m}$, vychádza $\Delta d \approx 12 \text{ m}$.

Príklad 2

Výsadkár, ktorý vyskočí z lietadla, sa najskôr pohybuje zrýchlene, ale po nejakom čase sa jeho rýchlosť ustáli a pohybuje sa približne rovnomerne. Odhadnite, akou rýchlosťou klesá výsadkár s otvoreným padákom.

Riešenie:

Za čas Δt narazí na padák s obsahom S rýchlosťou v vzduch hmotnosti $\Delta m \approx \rho \cdot v \cdot S \cdot \Delta t$ a udelí mu impulz $\Delta m \cdot v$. Odporová sila je potom

$$F = \frac{\Delta m \cdot v}{\Delta t} \approx S \cdot \rho \cdot v^2 = \pi \cdot r^2 \cdot \rho \cdot v^2,$$

kde r je polomer padáka. Táto sila je pri rovnomernom pohybe padáka v rovnováhe s tiažovou silou

$$\rho \cdot v^2 \cdot \pi \cdot r^2 \approx m \cdot g,$$

odkiaľ pre rýchlosť klesania výsadkára dostávame výraz

$$v \approx \sqrt{\frac{m \cdot g}{\rho \cdot \pi \cdot r^2}}.$$

Ak zvolíme hmotnosť padáka aj s výsadbákom $m = 100 \text{ kg}$, polomer padáka $r = 3 \text{ m}$ a hustotu vzduchu $\rho = 1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, dostaneme pre rýchlosť klesania parašutistu odhad $v \approx 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Pozn.:

Túto úlohu sa pokúsime vyriešiť presnejšie: aerodynamická odporová sila, ktorá pôsobí proti pohybu parašutistu, sa počíta podľa vzťahu $F = 0,5 \cdot C \cdot S \cdot \rho \cdot v^2 = 0,5 \cdot C \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \rho \cdot v^2$, kde C je súčiniteľ odporu a pre padák tvaru dutej polgule, ktorej dutina je obrátená proti smeru prúdenia vzduchu, má hodnotu 1,33. Potom dostaneme pre rýchlosť vzťah

$$v \approx \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{C \cdot \rho \cdot \pi \cdot r^2}}$$

a po dosadení hodnotu $v \approx 6,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Príklad 3

Pri veľkých víchriciach dochádza často k porušeniu stavieb, polámaniu stromov a telegrafných stĺpov alebo k prevráteniu áut či dokonca autobusov. Pokúste sa odhadnúť, aká musí byť rýchlosť vetra, aby prevrátil stojaci autobus.

Riešenie:

Nech rozmery autobusu sú: výška $2 \cdot h$, šírka $2 \cdot s$, dĺžka d . Ak hustota vzduchu je ρ a rýchlosť vetra v , tak na bočnú stenu autobusu pôsobí sila

$$F \approx S \cdot \rho \cdot v^2 = 2 \cdot h \cdot d \cdot \rho \cdot v^2,$$

kde $S = 2 \cdot h \cdot d$ je obsah bočnej steny autobusu. Okrem toho pôsobí na autobus tiažová sila. Labilná rovnováha bude dosiahnutá pri rovnosti momentov pôsobiacich síl vzhľadom na os, ktorá je určená dotykovými bodmi predného a zadného kolesa s vozovkou:

$$m \cdot g \cdot s \approx 2 \cdot h^2 \cdot d \cdot \rho \cdot v^2,$$

odkiaľ rýchlosť vetra

$$v \approx \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot s}{2 \cdot h^2 \cdot d \cdot \rho}}.$$

Ak dosadíme hustotu vzduchu $\rho = 1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, hmotnosť autobusu $m = 10 \text{ t}$, rozmery autobusu $h \approx 1,5 \text{ m}$, $s \approx 1,5 \text{ m}$, $d \approx 20 \text{ m}$, dostaneme odhad $v \approx 36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Pozn.:

Náš odhad pomerne presne zodpovedá rýchlostiam vetra počas víchrice, o ktorých sa občas dozvedáme v správach o počasi. Pre zaujímavosť môžeme uviesť, že hurikán Fran, ktorý zasiahol v 90. rokoch 20. storočia pobrežie Severnej Karolíny, sa prihnal rýchlosťou až $190 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a doslova zmietol všetko, čo mu stálo v ceste.

Príklad 4

Pri streľbe zo strelných zbraní sa v hlavni uvoľňujú plyny, ktoré sú pod veľkým tlakom. Odhadnite tlak plynov v hlavni strelnej zbrane, ktorý vznikne pri výstrele. Projektil má pri opustení hlavne rýchlosť približne $800 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Riešenie:

Pri výstrele treba uviesť projektil z pokoja do pohybu, to znamená, že mu musíme udeliť kinetickú energiu E_k . Na to sa využije práca tlakových síl plynov v hlavni, ktorú môžeme vyjadriť vzťahom $W = p \cdot S \cdot d$, kde p je tlak plynov v hlavni (pre zjednodušenie predpokladajme, že tlak je počas pohybu náboja v hlavni konštantný), S je obsah prierezu hlavne a d je jej dĺžka. Potom platí

$$W \approx E_k, \text{ resp. } p \cdot S \cdot d = \frac{m \cdot v^2}{2},$$

odkiaľ pre tlak plynov v hlavni dostávame

$$p = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot S \cdot d}.$$

Ak zvolíme hmotnosť projektilu $m = 10 \text{ g}$, rýchlosť projektilu pri opustení hlavne $v = 800 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, obsah prierezu hlavne $S = 1 \text{ cm}^2$ a dĺžku hlavne $d = 50 \text{ cm}$, získame odhad $p = 60 \text{ MPa}$.

Na záver ešte niekoľko úloh, nad ktorými sa môžete zamyslieť. V zátvorke sú orientačne uvedené výsledky, ku ktorým sa môžete dopracovať.

- Všetci dobre vieme, že pri pohľade na koľajnice sa nám zdá, že sa niekde v diaľke zbiehajú. Odhadnite, v akej vzdialenosti sa nám javí, že železničné koľajnice sa pretínajú. (1 km)
- Nasleduje úloha, ktorá nám pripomína námet nejakého sci-fi filmu. Odhadnite, ako by sa zmenil atmosferický tlak, ak by sa všetka voda vo svetových oceánoch vyparila. (zvýšil by sa asi o 10^7 Pa)
- Športovci musia na súťažiach podávať niekedy obdivuhodné výkony. Odhadnite, akou silou pôsobí športovec na guľu pri vrhu guľou. (800 N)
- Lietajúci hmyz nás často otravuje nepríjemným bzučaním. Odhadnite frekvenciu zvuku, ktorý generuje letiaci komár. (400 Hz)
- Často si neuvedomujeme, že vzduch okolo nás môže vyvinúť až nepredstaviteľne veľké tlaky. Odhadnite tlak vzduchu v šachte hlbokéj 5 km. (dvojnásobok atmosferického tlaku)

Literatúra:

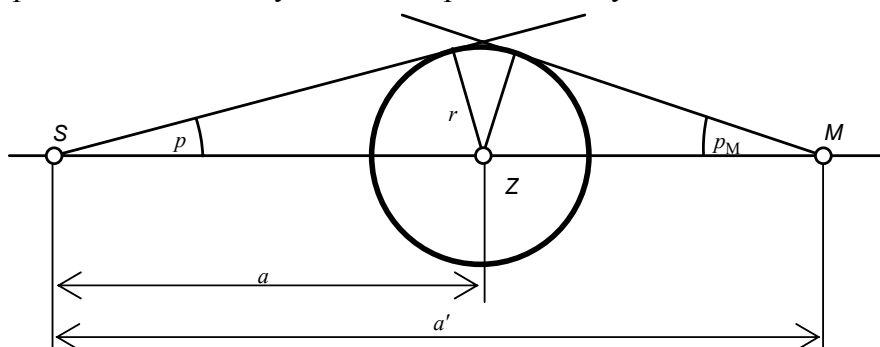
- [1] Gintner M., Mojžiš M.: *Záujmový útvar fyziky pre žiakov 3. a 4. roč. SŠ*. SPN, Bratislava 1993.
- [2] Fejnmanovskije lekcie po fizike. *Zadači i upražnenija s otvetami i rešenijami*. Mir, Moskva 1961.
- [3] Kapica P. L.: *Fizičeskije zadači*. Moskva, Znaniye 1972.
- [4] Meledin G. V.: *Fizika v zadačach*. Nauka, Moskva 1990.
- [5] Konrád L.: *Fyzikálny korešpondenčný seminár ako forma práce s talentami na SŠ*. Zborník z konferencie DIDFYZ 2000, Nitra 2001.

Venuše po přechodu

Vladimír Štefl*, PF MU Brno

Jedním z nejzajímavějších astronomických úkazů v roce 2004 byl červnový přechod planety Venuše přes disk Slunce. Následující článek se zabývá jak astronomickými aspekty jevu, tak i jeho historickým významem, neboť jeho pomocí byla upřesněna absolutní vzdálenost Země–Slunce, astronomická jednotka AU.

V historii jako první přechod vnitřní planety Venuše přes disk Slunce předpověděl na 7. 12. 1631 J. Kepler (1571–1630), zemřel však dříve, než jev nastal. Podle jeho údajů francouzský astronom P. Gassendi (1592–1655) přechod Merkuru skutečně pozoroval, zatímco přechod Venuše nebyl ve Francii pozorovatelný.



Obr. 1 princip stanovení vzdálenosti Země–Slunce z paralaxy Marsu

První číselné představy o absolutních hodnotách vzdáleností mezi planetami a Sluncem byly v historii astronomie získány teprve až roku 1672. Měření paralaxy Marsu (úhlu, pod kterým bychom pozorovali ze středu Marsu rovníkový poloměr Země) realizova-

li J. D. Cassini (1625–1712), J. Picard (1620–1682) v Paříži ve Francii a J. F. Richer (1630 až 1696) v Cayenne ve Francouzské Guyaně. Z těchto dvou pozorovacích stanovišť byla proměřena poloha Marsu mezi hvězdami, paralaktický posuv z obou míst spolu s jejich známou vzdáleností umožnil stanovit hodnotu sluneční paralaxy $p = 9,5''$, tedy úhlu, pod kterým bychom pozorovali ze středu Slunce rovníkový poloměr Země. Ze změřené paralaxy Marsu $p_M = 6,25''$ a poměru $\frac{a'}{a}$, známém ze III. Keplerova zákona, kde a' je vzdálenost Mars–Země a a vzdálenost

Slunce–Země, podle obr. 2 plyne $p = \left(\frac{a'}{a} - 1 \right) \cdot p_M$.

Odtud byla stanovena vzdálenost Země–Slunce na 138,5 milionů kilometrů. Vzhledem k tomu, že při velké opozici Marsu 1672 bylo obtížné najít na kotoučku planety přesnou polohu středu, získaný výsledek nebyl považován za definitivní. Připomínám, že skutečná hodnota sluneční paralaxy je $p = 8,794''$ a vzdálenost Země–Slunce tudíž 149,6 milionů kilometrů.

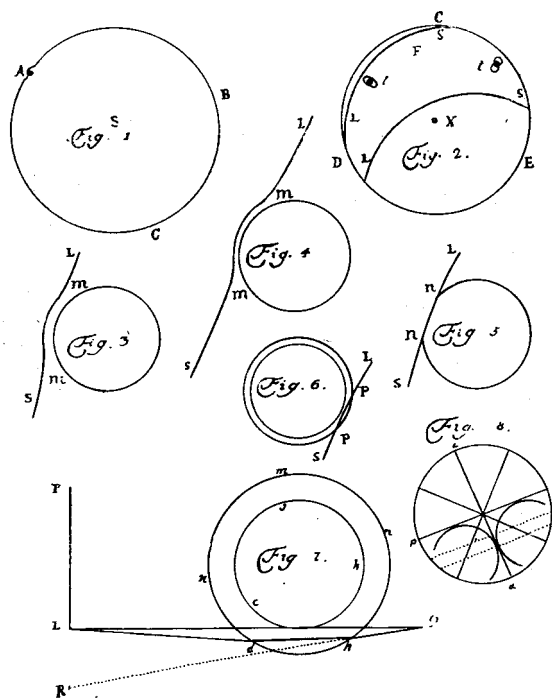
Novou metodu pro upřesnění astronomické jednotky, využívající přechodu Venuše přes disk Slunce, rozpracoval roku 1691 E. Halley (1656–1742) – *The Sight of Venus on the Sun is by far the Noblest that astronomy can afford* podle původního nápadu J. Gregoryho (1638 až 1675). Později upravená verze byla publikována v článku roku 1716 [1]. Halley – obr. 2 – v článku správně předpověděl, že přechod Venuše nastane v letech 1761 a 1769. Navrhl pozorování jevu, pokud možno z co nejvzdálenějších míst na Zemi. S maximální



Obr. 2 Edmund Halley (1656–1742)

* stefl@astro.sci.muni.cz

možnou přesností bylo třeba určit časový interval průchodu Venuše po různých chordách přes disk Slunce. Více než sto astronomů na několika desítkách míst na Zemi pozorovalo tento jev, například v Indii, Jižní Africe, na ostrově Sv. Heleny, na Sibiři atd. Pochopitelně současně probíhala pozorování přímo ve stálých observatořích.



Obr. 3 Záznamy M. V. Lomonosova z pozorování přechodu Venuše v roce 1761

frakci slunečních paprsků v horních vrstvách atmosféry. Vlastní záznamy Lomonosova z pozorování jsou na obr. 3. O třicet roků později W. Herschell (1732–1822) existenci atmosféry Venuše potvrdil.

Dalším jevem, který můžeme pozorovat, je úkaz „černé kapky“, protažení tmavého kotoučku planety k okraji slunečního disku, což je vyvoláno neklidem atmosféry Země a ohybovými jevy v dalekohledu. Zdánlivé prodloužení kotoučku planety tak ztěžuje přesné určení časů kontaktů.

Přechod Venuše přes disk Slunce má značnou důležitost i z pohledu školní výuky, neboť

tvorba představ o velikostech a prostorových vzdálenostech těles ve sluneční soustavě patří k nejobtížnějším vzdělávacím cílům astronomické výuky na základních a středních školách. Proto je důležité vyložit podstatu metody zjednodušujícím výkladem přizpůsobeným žákům. V době Halleyho byl již znám

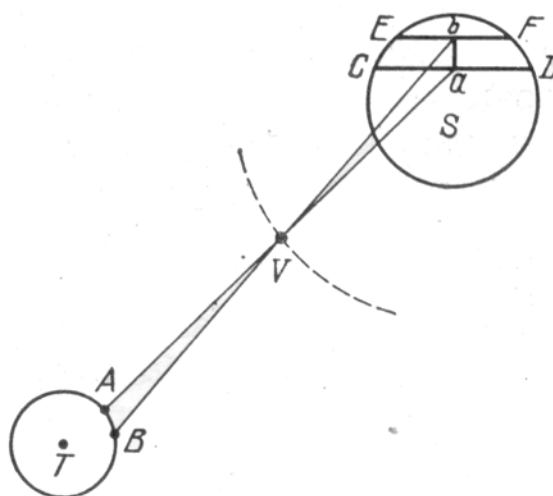
III. Keplerův zákon $\frac{a^3}{T^2} = \text{konst.}$, ve kte-

rém a je velikost velké poloosy a T velikost oběžné doby planety. Odtud při předpokládané znalosti oběžných dob Venuše $T_V = 225$ dnů a Země $T_Z = 365$ dnů nalezneme velikost velké poloosy dráhy

Astronomická úloha spočívala v co nejpřesnějším zjištění časových okamžiků vnějších a vnitřních kontaktů disků Venuše a Slunce v průběhu přechodu. Celková časová délka průchodu Venuše přes disk Slunce dosahuje až 7 hodin, jestliže planeta prochází v blízkosti středu disku.

Paralaxa Slunce zjištěná na základě pozorování roku 1761 ležela v intervalu ($8''$ – $10''$), roku 1769 v intervalu ($8''$ – $9''$). Až pozdější podrobné zpracování údajů J. F. Enckem (1791 až 1865) v roce 1824 vedlo k hodnotě sluneční paralaxy $8,58''$ a tedy k propočítané vzdálenosti Země–Slunce 153,5 milionů kilometrů.

V Rusku pozorovací akci přechodu Venuše roku 1761 organizoval M. V. Lomonosov (1711 až 1765) [2]. Při prvním kontaktu planety Venuše se slunečním diskem zjistil, že tmavý kotouček planety je obklopen světlou aureolou. Lomonosov správně usoudil, že jev je vyvolán existencí atmosféry planety. Víme, že jde o re-



Obr. 4 schéma pozorování přechodu Venuše ze dvou míst na Zemi

Venuše $a_V = 0,7$ v jednotkách vzdálenosti Země–Slunce. Dále platí $\frac{a_{ZV}}{a_V} = \frac{3}{7}$, kde a_{ZV} je vzdálenost Země–Venuše. Zvolme si dvě místa A a B na Zemi vzdálená 3 000 km nejvhodněji v severojižním směru. Na disku Slunce pozorujeme Venuši z obou míst v polohách a a b , vzdálených od sebe $3\,000 \cdot \frac{7}{3}$ km $\approx 7\,000$ km. Připomínáme, že $\sphericalangle AVB = \sphericalangle aVb$, viz obr. 4.

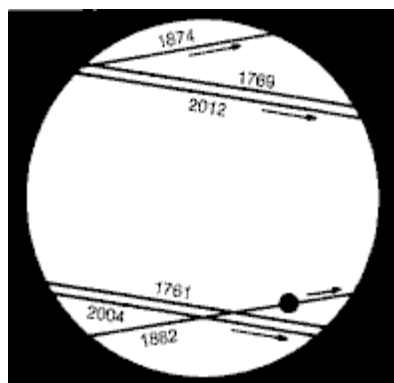
Jaká je velikost hledaného úhlu? Při vzdálenosti Země–Slunce 150 milionů kilometrů $\sphericalangle aVb = \frac{7\,000 \text{ km}}{108\,000\,000 \text{ km}} = 0,00007 \approx 14''$, tedy 1/4 velikosti kotoučku Venuše na disku Slunce,

neboť pozorovaný průměr Venuše je $\frac{12\,000 \text{ km}}{45\,000\,000 \text{ km}} = 0,00027 \approx 56''$. Velmi malé po-

suny poloh Venuše byly obtížně přímo měřitelné, proto byla nahrazena časovými měřeními.

Jev přechodu Venuše přes disk Slunce je poměrně řídké se opakující astronomický úkaz, nastal, respektive nastane v letech 1631, 1639, 1761, 1769, 1874, 1882, 2004, 2012 a 2117, viz obr. 5. Periodicky se opakuje v časovém intervalu [8; 105,5; 8; 121,5] roků.

Zdůvodnění spočívá v tom, že pokud by dráhová rovina Venuše byla souhlasná s rovinou ekliptiky, pak bychom průchod Venuše přes sluneční disk pozorovali každých 584 dnů při dolní konjunkci – když se Venuše se nachází mezi Sluncem a Zemí. Avšak dráhová rovina svírá s ekliptikou úhel $3,39^\circ$, proto jev nastává pouze tehdy, jestliže Venuše se v dolní kon-



Obr. 5 Trajektorie přechodů Venuše přes sluneční disk

junkci nachází v blízkosti uzlů své dráhy. Protože se uzly pozvolna posouvají vzhledem k bodu jarní rovnodennosti, proto jev pozorujeme s výše uvedenou periodicitou. Další podmínkou je blízkost k dráhovému uzlu i u Země samotné [3]. Dráhovým uzlem rozumíme bod, ve kterém planeta vystupuje nad ekliptiku nebo sestupuje pod ni.

Zajímavé jevy spojené s přechodem Venuše přes sluneční disk jsme pozorovali 8. června 2004. Přechod byl pozorovatelný v Evropě, Africe, Asii a v závěrečné fázi i v Severní Americe. První kontakt, okamžik prvního dotyku kotoučku planety Venuše a slunečního disku nastal v Praze 7 hod 19 minut 51 sekund. Druhý kontakt, kdy se kotouček Venuše oddělil zevnitř od slunečního disku, proběhl v 7 hod 39 mi-

nut 23 sekund. Třetí kontakt, okamžik vnitřního dotyku na druhé straně slunečního disku nastal ve 13 hod 3 minuty 39 sekund. Konečně čtvrtý kontakt, oddělení kotoučku Venuše od slunečního disku, proběhl ve 13 hod 22 minut 50 sekund. Jev celkově trval přibližně 6 hodin.

Literatura:

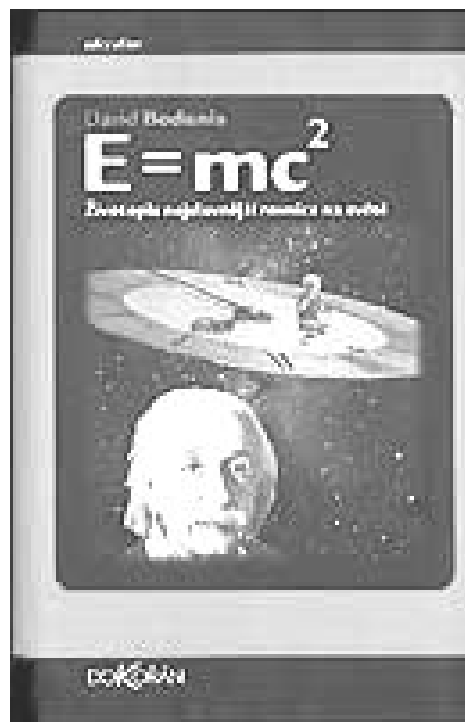
- [1] Halley E.: *A New Method of Determining the Parallax of the Sun, or his Distance from the Earth*. Philosophical Transactions vol.XXIX (1716).
- [2] Kulikovskij P. G.: *M. V. Lomonosov. Astronom i Astrofizik*. Nauka, Moskva 1986.
- [3] Bouška J., Vanýsek V.: *Zatmění a zákryty nebeských těles*. NČAV, Praha 1963.
- [4] <<http://www.vt-2004.org/>> *Venus Transit 2004* (anglicky).
- [5] <<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/transit/venus0412.html>> *2004 and 2012 Transits of Venus* (anglicky).
- [6] <<http://didaktik.physik.uni-essen.de/~backhaus/VenusProject.htm>> *Transit of Venus, June 8th, 2004* (anglicky).
- [7] <<http://venuse.hvezdarna.cz/>> *Přechod Venuše přes Slunce* (česky).

Román o rovnici

Jan Novotný*, Přírodovědecká fakulta MU, Brno

Bodanis David: *E = mc². Životopis nejslavnější rovnice na světě*. Dokořán, Praha 2002. 279 stran. Přeložil Jan Placht.

O slávě rovnice $E = mc^2$ pochybuje málokdo. Potvrdil ji ve své *Stručné historii času* i Stephen Hawking, když ji jako jedinou uznal za hodnou otištění. Pochybovači se kupodivu našli mezi odborníky – asi před deseti lety ruský fyzik L. B. Okuň vyjádřil názor, že rovnice by se měla formulovat pouze pro klidovou energii a klidovou hmotnost a psát jako $E_0 = mc^2$, kde m na pravé straně žádný index nepotřebuje, protože není důvodu zavádět jinou hmotnost než klidovou. Okuňův článek vyvolal živou diskusi, která nevedla k jednoznačnému závěru, jeho doporučení však postupně proniká do učebnic díky vlivu fyziků elementárních částic, kteří opravdu s klidovou hmotností vystačí. Svědčí o tom např. nedávno u nás vydaná *Fyzika* Hallidaye, Resnicka a Walkera. Jak se zdá, nikdo dosud nepomyslel na radikální řešení: nahradit i klidovou hmotnost klidovou energií a se slavnou rovnicí tak zcela skoncovat. Domnívám se, že z logického hlediska tomu nic nebrání – zkomplikovalo by to ovšem výklad klasické fyziky a jejího postupného přerůstání ve fyziku dnešní. Rovnice tak bude i nadále veřejnosti symbolizovat obrovskou energii, kterou fyzikové v hmotě našli a světili lidstvu k dobrému i špatnému užívání.



Tak chápe rovnici i David Bodanis, který vystudoval matematiku, fyziku a ekonomii na univerzitě v Chicagu, působí dnes ve Velké Británii jako univerzitní učitel a ekonomický poradce a je známým popularizátorem vědy. K napsání knihy ho podle vlastních slov inspirovala odpověď jisté herečky na dotaz v interview, co by nejvíce chtěla znát. Ráda by věděla, co doopravdy znamená zmíněná rovnice. Jak poznáme již z prvních stránek, autor si skutečně stanovil za cíl přiblížit rovnici člověku vzdálenému vědě. Rozhodl se napsat cosi jako její románový životopis, který ani nepodává celistvý obraz života hrdiny, ale soustřeďuje se na jednotlivé charakteristické záběry.

Bodanis nás proto zavádí nejprve za Einsteinem do Bernu na počátku dvacátého století. Od zrození se vrací „k předkům“ – písmenům a znakům rovnice a přibližuje čtenáři jejich původ i vývoj chápání pojmů s nimi spojených. Jako klíčové postavy se tu jeví tvůrce klasického pojetí fyziky Newton a její reformátoři v „polním“ duchu: Faraday a Maxwell. V souvislosti s prvním změřením rychlosti světla hraje významnou roli Ole Römer. Mimořádné zásluhy o spojení energie s hmotností jsou připisány Voltairově přítelkyni Emilii du Châtelet, v souvislosti se zákonem zachování hmotnosti je připomenut tragický osud Lavoisiera. Potom se vydáme po životní dráze Einsteinovy rovnice, na níž první zastavení patří hlavně Rutherfordovi, jehož práce s atomovými jádry jí vdechla plnokrevný život. Je sledována její válečná

* novotny@physics.muni.cz

kariéra s protagonisty Oppenheimerem a Heisenbergem a dramaticky vyličen čin norských odbojářů, kteří na přání Spojenců zničili zásilku těžké vody do Německa, třebaže věděli, že exploze na lodi ohrozí životy jejich nic netušících spoluobčanů. Podrobněji je sledován i význam rovnice pro astrofyziku, kde jsou zejména zdůrazněny zásluhy Cecilie Paynové a její strastiplná cesta za uznáním ve světě mužů. Další zajímavou postavou astrofyziky je potomek indických brahmínů Chandrasekhar. V závěru se autor vrací k Einsteinovi a stručně shrnuje celé jeho dílo.

Je-li cílem životopisného románu přiblížit nám v hlavních obrysech hrdinovy osudy, osobnost a výsledky, pak se autor zhostil svého úkolu s úspěchem. Čtenář si udělá dobrou představu o významu a historii rovnice a o některých „jejích lidech“. Tito lidé jsou poněkud více ve středu pozornosti než fyzika, třebaže i některé fyzikální záležitosti dovede autor jasně a vynalézavě vysvětlit. Počítá ovšem s omezenými možnostmi čtenáře ho sledovat a tak nemůžeme očekávat, že nám vysvětlí, jak souvisí Einsteinova rovnice s jeho relativitou. Autor zdůvodňuje rovnici jako jakési vyústění historicky památného vztahu pro „živou sílu“ mv^2 , když za v vezmeme největší možnou rychlost – rychlost světla c . Otázky, proč je tomu tak, když daný objekt se rychlostí c nepohybuje, a neměla-li být, jako je tomu při přechodu od živé síly ke kinetické energii, pravá strana rovnice vynásobena jednou polovinou, patrně od svých čtenářů neočekává.

Detailnější hodnocení historické složky knihy závisí na licenci, kterou bude čtenář ochoten autoru románového životopisu povolit. Nevyčítal bych mu, že dává přednost půvabné paní du Châtelet před méně zajímavými pány D'Alembertem či Helmholtzem, jejichž podíl na budování a sblížování pojmů energie a hmotnosti vůbec nezmiňuje. Je také právem autora podobné knihy vybrat si z mnoha interpretací událostí jedinou a přidělit hrdinům kladné a záporné role jednoznačněji, než to činí sám život. Černé ovce příběhu – ať už to byli věhlasní astronomové Cassini a Russell, kteří dusili mladé talenty, Hahn, jenž si bezostyšně přivlastňoval výsledky své spolupracovnice Meitnerové, kovaný Němec Heisenberg, který se bez ohledu na cokoli snažil poskytnout své vlasti jadernou bombu, či nepříliš důvtipný Lawrence zamilovaný do velkých přístrojů a brzdicí efektivní rozvoj fyziky – se tak jistě nejevily každému. Nechci tu upírat autorovi právo na vlastní názor, netroufal bych si však jej převzít bez porady s prameny.

Rozpaky ve mně vzbuzuje autor tam, kde – jak se mi zdá – usiluje o „mediální zajímavost“ i za cenu zkreslení. Již na 14. straně čteme, že Einstein se „*ve svém úplně prvním článku snažil dokázat, že síly nadnášející kapalinu v brčku mají souvislost s Newtonovým gravitačním zákonem*“. V tomto článku z roku 1901 Einstein připisuje kapilární jevy silám na molekulární úrovni a o gravitaci se zmiňuje pouze v závěru: „*Otázku, je-li nějaká souvislost mezi našimi silami a silami gravitačními, musíme zatím nechat úplně otevřenu*“. Na str. 26 se dovídáme o Einsteinově „*pikantním románku s osmnáctiletou dcerou svého hostitele*“ a na str. 198 o „*zarmouceném přehlížení připomínek jeho mentálně postiženého druhého syna*“ – ze solidních Einsteinových životopisů je ovšem zřejmé, že v prvním případě šlo o typickou „lásku ještě plachou“, pro niž měli i dívčini rodiče porozumění, v druhém případě Einstein viděl svého syna po jeho psychickém onemocnění jen jednou před svým odjezdem do Ameriky. Hodně vzdálené pravdě je tvrzení o H. Poincarém na str. 77, že roku 1904 „*po přednášce a následném vyčerpávajícím programu, který měli pro něj jeho hostitelé v St. Louis připravený, nechal stárnoucí matematik věc být a dál se o to [problémy spojené s principem relativity] nestaral*“. Ve skutečnosti Poincaré následujícího roku uveřejnil krátkou statí *O dynamice elektronu* a o rok později její rozšířenou verzi, o něž mohl opírat svůj nárok na slávu objevitele teorie relativity (i když jej, pokud vím, nevzněl a o jeho postoji k teorii relativity bylo možno se jen dohadovat). Citát z Eddingtonovy knihy *Filozofie fyziky* na str. 210 vzbuzuje dojem, že velký

astrofyzik se na sklonku života zbláznil – z kontextu je ovšem patrné, že Eddington si byl výstřednosti svých názorů vědom a záměrně ji zde s jemnou sebeironií zdůraznil.

Vlastní text „životopisu“ má dvě stě stran. Zbytek kritického čtenáře mého typu překvapí příjemně. Po doplnění údajů o osobnostech zmíněných v knize následuje asi padesát stran poznámek, v nichž je o některých detailech knihy pojednáno na hlubší a kritičtější úrovni. (Pro další poučení autor doporučuje website své knihy, *davidbodanis.com* – rozhodně stojí za návštěvu, kromě doplňujících textů jsou tu i ohlasy na knihu a jiné zajímavosti.)

Bezvýhradnou chválu mohu vzdát čtrnáctistránkovému *Průvodci další četbou*. Autor zde výmluvně doporučuje a výstižně charakterizuje (mohu to napsat, protože jsem jich několik četl) desítky knih z nejrůznějších období, které se nějak vztahují k danému tématu – pocítil jsem tu hlubokou lítost nad krátkostí života, která mi nedovolí si je všechny opatřit a přečíst.

V závěrečném poděkování autor nezapomíná na londýnské knihovny, kde je „*kolem milionu knih na otevřených policích*“ a k tomu, aby čtenář našel (byť pod lehkým nánosem prachu) např. texty Faradaye a Maxwella, stačí sáhnout hlouběji a s plnou náručí se odebrat na lavičku pod duby.

Jak je z předchozího vidět, líbily se mi doplňky ke knize více než hlavní text, i ten však představuje příjemné a obzor rozšiřující čtení.

Dodatek:

Během psaní recenze jsem narazil na zajímavý historický detail. Hypotézu o vztahu mezi hmotností a energií vyjádřeném formulí $E = mc^2$ vyslovil roku 1903 (tedy dva roky před Einsteinem) v časopise *Atti del Reale Istituto Veneto di Science* italský badatel Olinto De Pretto. Učinil tak v článku *Ipotesi dell'etere nella vita dell'universo*. Článek si povšiml italský matematik Umberto Bartocci a lze jej najít na <http://www.dipmat.unipg.it/~bartocci>. I při zběžném pohledu je zřejmé, že článek nijak nesouvisí s teorií relativity a má velmi spekulativní povahu. Autor zakládá svou domněnku na vzorci pro živou sílu (jeho prezentace se tak blíží Bodanisově) a na představě, že „hmota“ je projevem kmitů éteru. Je si však vědom závažných důsledků, které by platnost jeho hypotézy mohla mít. Píše mj.: „*Nikdo nedokáže bez obtíží přijmout, že akumulovaná a po všech stránkách latentní, úplně skrytá našemu zkoumání, se v kilogramu jakékoliv látky nachází energie ekvivalentní té, kterou by mohly poskytnout miliony milionů kilogramů uhlí – taková idea může být nepochybně přisouzena bláznů*“. Je již pravděpodobně nemožné zjistit, zda Einstein Prettovu hypotézu znal. Na rozdíl od něho odvodil formuli z vlastní ucelené teorie a nemusel proto cítit potřebu Pretta citovat.

Brouzdáme po internetu 3

Jitka Houfková*, MFF UK Praha

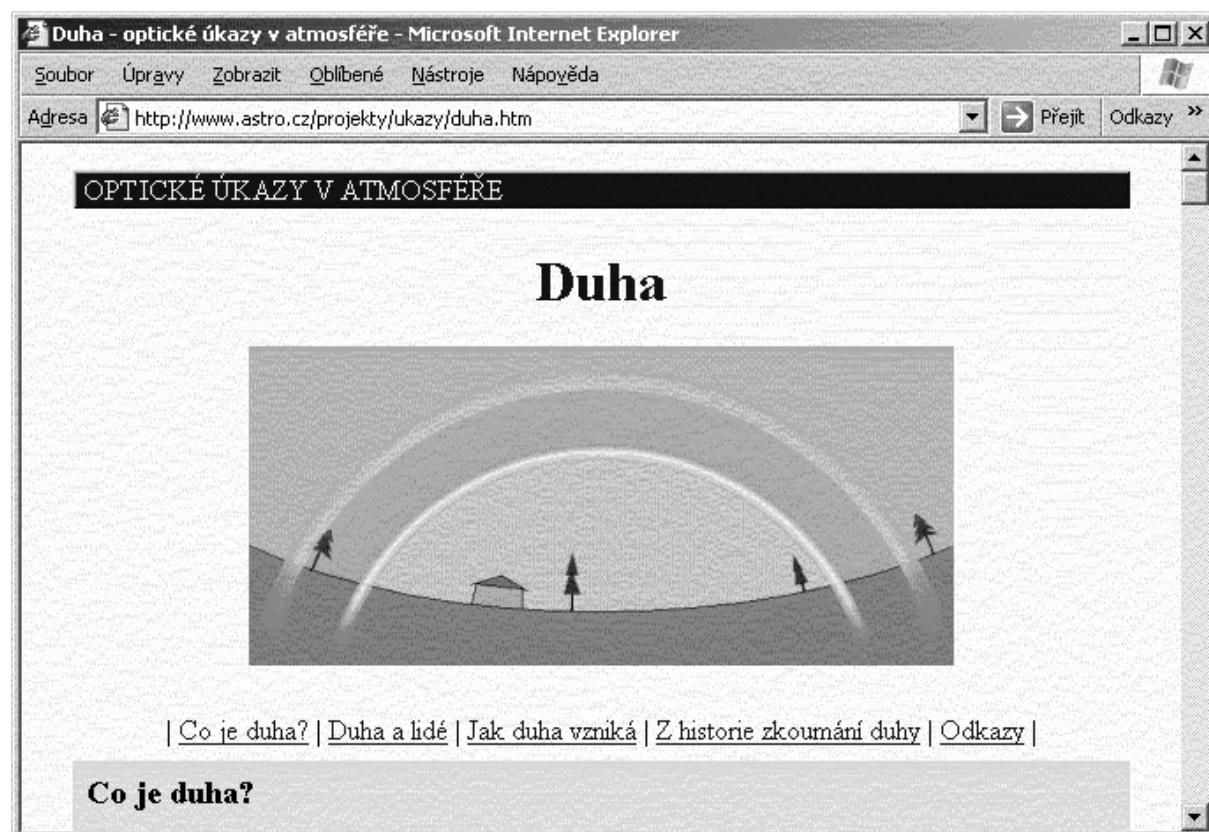
V předchozích dílech této rubriky jsme se ve stručnosti seznámili s fyzikálními informacemi na internetu, s obecnými možnostmi jejich využití ve výuce fyziky a uvedli jsme řadu příkladů www stránek s fyzikální tematikou a několik ukázek fyzikálních webů. Dnes se budeme věnovat materiálům využitelným při výuce optiky. Seznámíme s optickými úkazy v atmosféře, s interaktivní optickou lavicí a v závěru se pro pobavení podíváme na optické klamy.

Připomínáme, že tuto rubriku můžete nalézt též na internetu na adrese <http://fyzweb.cuni.cz/knihovna/brouzdame/> a že velice uvítáme Vaše komentáře a připomínky k popisovaným stránkám i Vaše náměty a zkušenosti s používáním internetu ve výuce.

OPTICKÉ ÚKAZY V ATMOSFÉŘE

Optické úkazy v atmosféře tvoří rozsáhlý soubor jevů, které v přírodě patří k vůbec nej působivějším. Stránky, které se jim podrobně věnují, vytvořil Tomáš Tržický a najdete je na adrese <http://www.astro.cz/projekty/ukazy/>.

Autor za doprovodu řady obrázků a fotografií rozebírá duhu, světelné kruhy a oblouky kolem Slunce (halové jevy), korónu, irizaci a gloriolu, noční svítící oblaky (s aktuálními fotografiemi z ČR 1. 7. 2004), polární záři a další.



Obr. 1: Úvodní část stránky věnované duze ze souboru stránek Optické úkazy v atmosféře (<http://www.astro.cz/projekty/ukazy/>)

* houfkova@mbox.troja.mff.cuni.cz

Můžete se zde například dozvědět, že „*Noční svítící oblaky představují zvláštní typ oblačnosti, která nemá s běžnou oblačností mnoho společného. Zatímco běžné oblaky se v našich zeměpisných šířkách vyskytují do 12 kilometrů nad povrchem, tj. v části atmosféry, které se říká troposféra, noční svítící oblaky se vyskytují mnohem výše – v horní části mezoféry ve výškách kolem 80–85 km! Poprvé byly pozorovány v roce 1885, tehdy se také rozběhl program jejich sledování a podařilo se je také poprvé vyfotografovat. Tyto oblaky jsou velmi tenké a nejspíše je tvoří drobné ledové částice, i když dříve byly považovány za shluky částic kosmického či vulkanického původu.*“



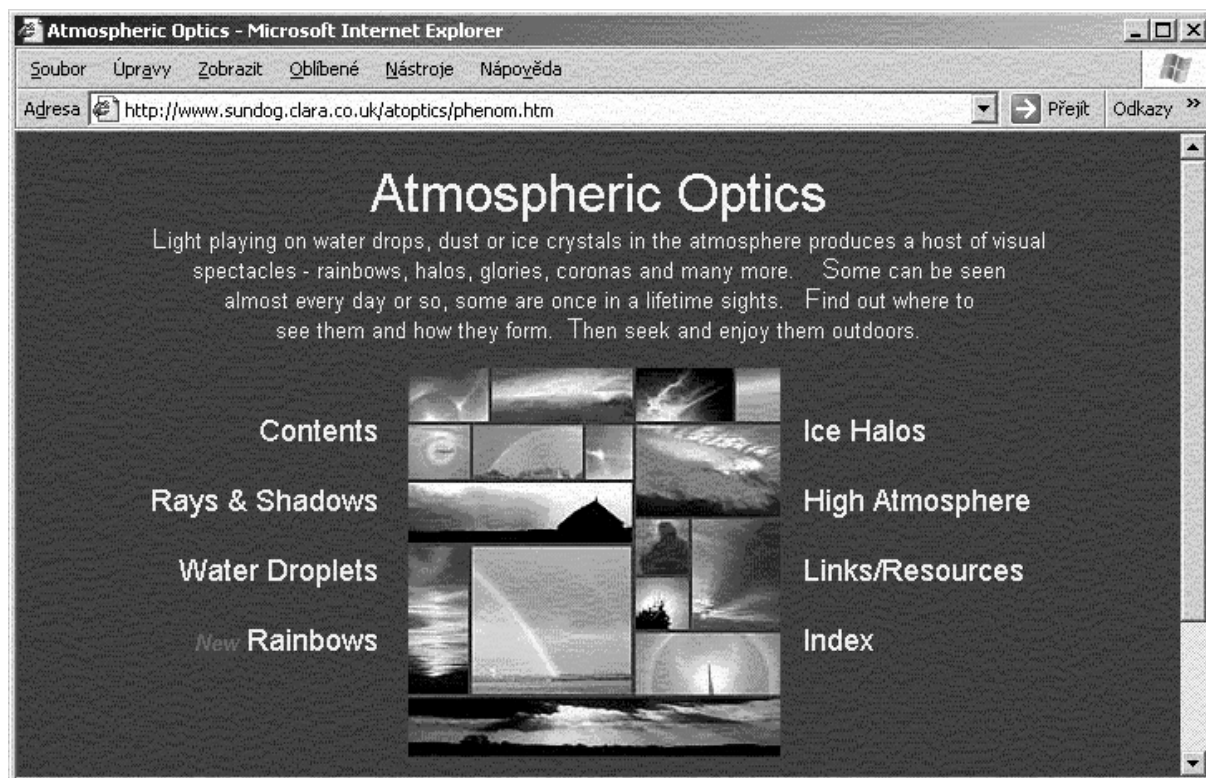
Obr. 2: Ilustrační obrázek k výkladu o nočních svítících oblacích

Jednotlivá témata jsou doplněna citacemi odborné literatury a řadou odkazů na související www stránky. Umístění celého souboru stránek na webu České astronomické společnosti (<http://www.astro.cz/>) garantuje jeho odbornou správnost.

Na adrese <http://www.pef.zcu.cz/pef/kof/cz/st/dp/hosnedl.shtml> se nachází diplomová práce Jana Hosnedla **Zajímavé příklady z atmosférické optiky doplněné pokusy**, ve které představuje soubor teorie a řešených zajímavých příkladů z atmosférické optiky doplněných pokusy, na nichž je možné tyto jevy demonstrovat, nechybí řada nákresů a fotografií.

Na stránkách **Václava Piskače**, <http://fyzweb.cuni.cz/piskac/pokusy/www/index.htm>, jsou popsány školní pokusy demonstrující vznik takových optických jevů v atmosféře, jako je duha či šíření paprsků odlišnými vrstvami atmosféry s jehož pomocí lze vysvětlit například dolní zrcadlení u faty morgány.

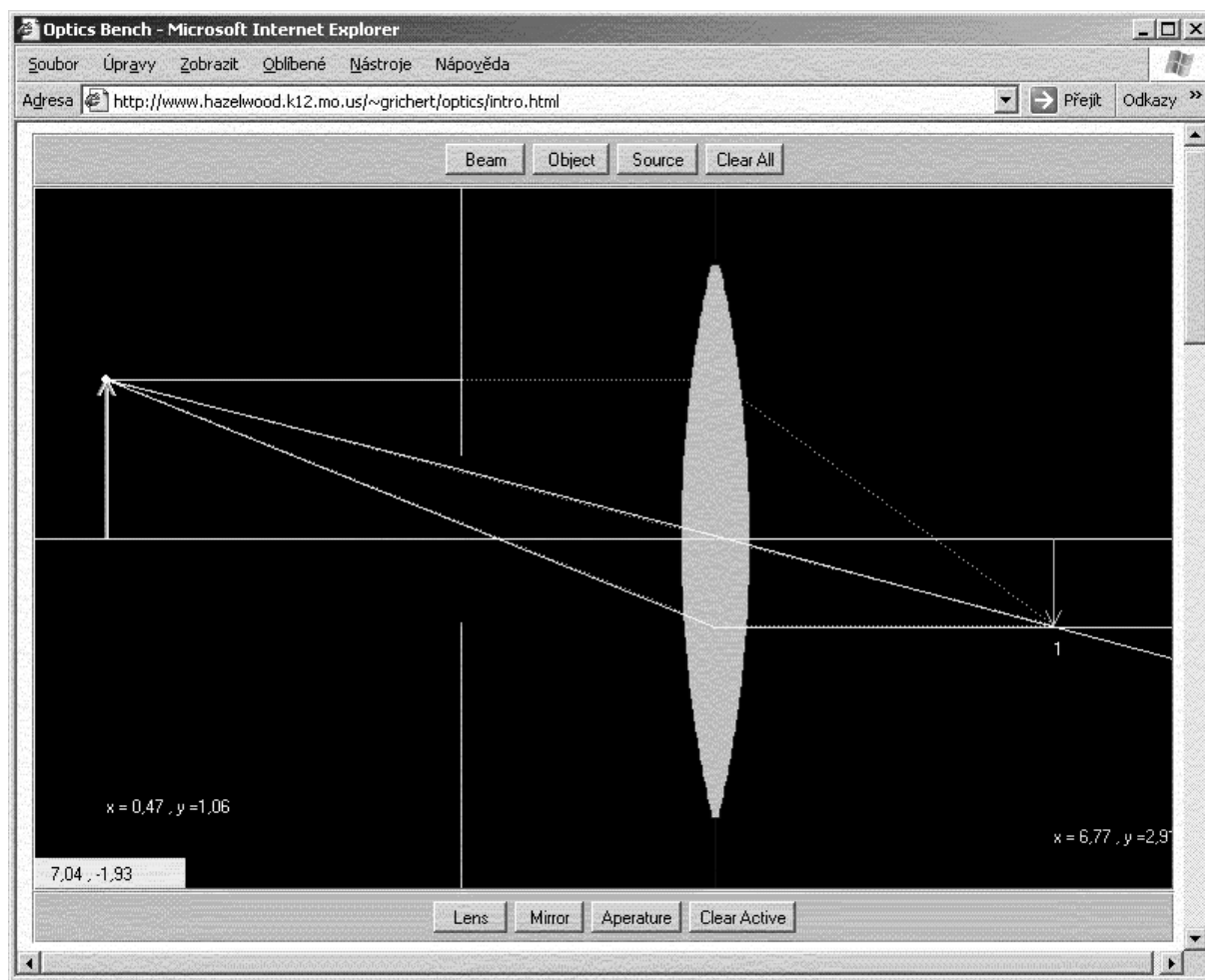
Vysvětlení vzniku a fotodokumentaci optických jevů v atmosféře jsou věnované i velice pěkné anglicky psané stránky **Atmospheric Optics**, které se nacházejí na adrese <http://www.sundog.clara.co.uk/atoptics/phenom.htm>.



Obr. 3: Atmospheric Optics (<http://www.sundog.clara.co.uk/atoptics/phenom.htm>)

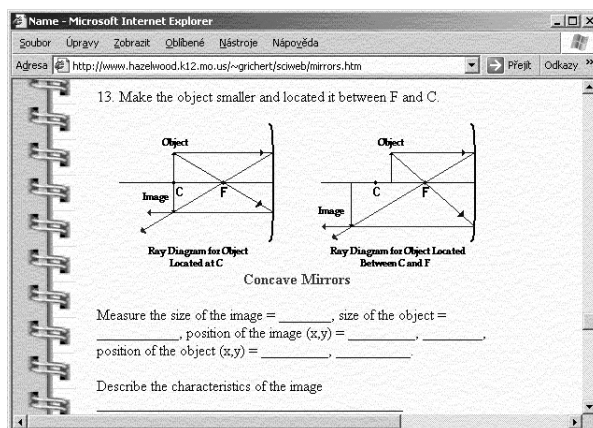
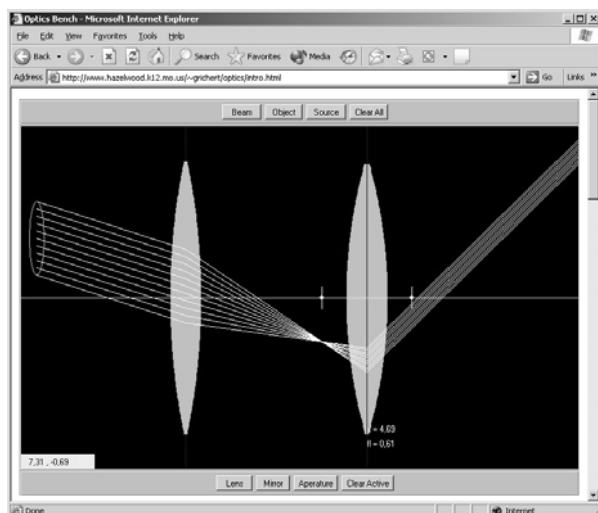
INTERAKTIVNÍ OPTICKÁ LAVICE

Při výuce geometrické optiky najde mnohostranné využití aplet **Interaktivní optická lavice**, <http://webphysics.davidson.edu/applets/Optics/intro.html>, který nám umožňuje sestavovat optické soustavy z tenkých čoček (Lens), zrcadel (Mirror) a štěrbin (Aperature) a nechat jimi procházet svazek rovnoběžných paprsků (Beam) či paprsky vycházející z bodového zdroje (Source), nebo nechat zobrazit předmět v podobě šipky (Object). Jednotlivé prvky umístíme do optické soustavy tak, že klikneme nejprve na tlačítko s jejich názvem a poté do místa na optické ose, na které je chceme umístit. Jejich polohu a parametry můžeme měnit tažením myškou se stisknutým levým tlačítkem. Například optickou mohutnost čoček včetně toho, zda se jedná o spojku či rozptylku, nastavíme tažením za ohnisko dané čočky. Analogicky nastavíme poloměr křivosti zrcadla, velikost štěrbin, předmětu či úhlu dopadajících paprsků.



Obr. 4: Čočka na interaktivní optické lavici
(<http://webphysics.davidson.edu/applets/Optics/intro.html>)

Na adrese <http://www.hazelwood.k12.mo.us/~grichert/optics/intro.html> nalezneme sadu anglických pracovních listů určených pro práci s výše zmíněným apletem. Jejich instrukce žáky naučí základní práci s ním a pak je vedou při zkoumání základních vlastností čoček, zrcadel a jejich soustav.



▲ Obr. 6: Pracovní list

◀ Obr. 5: Dalekohled

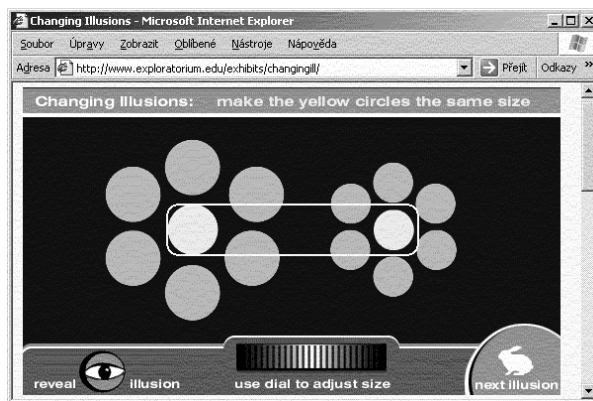
OPTICKÉ KLAMY

Výuce nemůže uškodit trochu odlehčení a zábavy. V optice se k tomu přímo nabízejí různé optické klamy.

Jaroslav Reichl soustředil v jedné části svých stránek množství optických klamů (http://vyuka.panska.cz/reichl/fyzika/popular/optika/opticke_klavy.htm) včetně základních teoretických informací o nich. Můžete se zde dočíst o fyziologických, geometrických a psychologických optických klamech a o jejich praktickém využití. Vše je samozřejmě doplněno řadou ukázek a příkladů. Celá stránka je k dispozici i ke stažení jako dvacetistránkový dokument ve Wordu plný obrázků.

Optickým klamům a jevům souvisejícím se zobrazováním a naším vnímáním je věnována i řada dílů ze seriálu o fyzice internetového magazínu **Quido** příbramského Q-klubu, <http://www.quido.cz/seznam.htm>.

Svůj vlastní odhad si můžete otestovat na interaktivních optických klamech **Changing Illusions** <http://www.exploratorium.edu/exhibits/changingill/> na stránkách amerického muzea **Exploratorium**, <http://www.exploratorium.edu/>. V situaci zachycené na obrázku 7 bylo za úkol nastavit středová kolečka na stejnou velikost. Nastavení se provádí tažením myšky po ovládacím panelu pod obrázkem. Po kliknutí na obrázek oka v levém dolním rohu se zobrazí kontrolní obdélník pro porovnání skutečné velikosti obou koleček. Kliknutím na obrázek zajíce v pravém dolním rohu postoupíme na další iluzi.



Obr. 7: Changing Illusions
(<http://www.exploratorium.edu/exhibits/changingill/>)

CO NÁS ČEKÁ PŘÍŠTĚ

Čemu se budeme věnovat v příštích dílech rubriky Brouzdáme po internetu, záleží, vážení čtenáři, především na Vás. Napište mi, jaká fyzikální témata Vás zajímají a já se pokusím pro Vás vyhledat internetové materiály využitelné ve výuce.

Ale mám na Vás i jednu prosbu: **Napište mi, jakou jednu www stránku byste doporučili svým kolegům a žákům a proč.** Vaším odpovědím se budeme věnovat v některém z dalších pokračování.

150 nositelů Nobelovy ceny za fyziku XI*

Miroslav Randa**, Pedagogická fakulta ZČU Plzeň

2004

GROSS, David J. (1941–)

* USA, Princetonská univerzita New Jersey

POLITZER, David H. (1949–)

* USA, Harvardská univerzita Cambridge

WILCZEK, Frank (1951–)

* USA, Princetonská univerzita New Jersey

- všichni za objev asymptotické volnosti v teorii silné interakce

F

FERMI, Enrico	1938
FEYNMAN, Richard P.	1965
FITCH, Val Logsdon	1980
FOWLER, William Alfred	1983
FRANCK, James	1925
FRANK, Ilja Michajlovič	1958
FRIEDMAN, Jerome I.	1990

G

GABOR, Dennis	1971
GELL-MANN, Murray	1969
DE GENNES, Pierre-Gilles	1991
GIACCONI, Riccardo	2002
GIAEVER, Ivar	1973
GINZBURG, Vitalij L.	2003
GLASER, Donald A.	1960
GLASHOW, Sheldon, L.	1979
GOEPPERT-Mayer, Maria	1963
GROSS, David J.	2004
GUILLAUME, Charles Edouard	1920

H

HEISENBERG, Werner	1932
HERTZ, Gustav Ludwig	1925

* pokračování z čísel 2/1996–97, 3/1996–97, 4/1996–97, 1/1998, 3/1998, 1/2000, 2/2000, 3/2000, 2/2001 a 1/2004.

** randam@kof.zcu.cz

HESS, Victor Franz	1936
HEWISH, Antony	1974
HOFSTADTER, Robert	1961
'T HOOFT, Gerardus	1999
HULSE, Russell A.	1993

Ch

CHADWICK, James, Sir	1935
CHAMBERLAIN, Owen	1959
CHANDRASEKHAR, Subrahmanyam	1983
CHARPAK, Georges	1992
CHU, Steven	1997

J

JENSEN, Johannes Hans D.	1963
JOSEPHSON, Brian D.	1973

K

KAMERLINGH ONNES, Heike	1913
KAPICA, Pjotr Leonidovič	1978
KASTLER, Alfred	1966
KENDALL, Henry W.	1990
KETTERLE, Wolfgang	2001
KILBY, Jack S.	2000
VON KLITZING, Klaus	1985
KOŠIBA, Masatoši	2002
KROEMER, Herbert	2000
KUSCH, Polykarp	1955

L

LAMB, Willis Eugene	1955
LANDAU, Lev Davidovič	1962
VON LAUE, Max Theodor Felix	1914
LAUGHLIN, Robert B.	1998
LEDERMAN, Leon M.	1988
LEE, David M.	1996
LEE, Tsung-Dao	1957
LEGGETT, Anthony J.	2003
VON LENARD, Philipp Eduard Anton	1905
LIPPMANN, Gabriel Jonas	1908
LORENTZ, Hendrik Antoon	1902

M

MARCONI, Guglielmo	1909
VAN DER MEER, Simon	1984
MICHELSON, Albert Abraham	1907
MILLIKAN, Robert Andrews	1923
MOESSBAUER, Rudolf L.	1961
MOTT, Nevill Francis, Sir	1977
MOTTELSON, Benjamin R.	1975
MÜLLER, Karl Alexander	1987

N

NEEL, Louis Eugene Felix	1970
--------------------------	------

O

OSHEROFF, Douglas D.	1996
----------------------	------

P

PAUL, Wolfgang,	1989
PAULI, Wolfgang	1945
PENZIAS, Arno A.	1978
PERL, Martin L.	1995
PERRIN, Jean Baptiste	1926
PHILLIPS, William D.	1997
PLANCK, Max Karl Ernst Ludwig	1918
POLITZER, David H.	2004
POWELL, Cecil F.	1950
PROCHOROV, Alexandr Michajlovič	1964
PURCELL, Edward Mills	1952

dokončení v příštím čísle

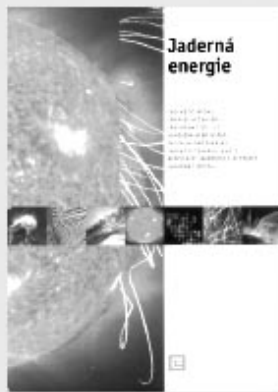


PRVNÍ ČESKÁ OBRÁZKOVÁ ENCYKLOPEDIE ENERGIE







Je určena všem, kdo se zajímají o principy moderních energetických technologií, o historii energetiky, o perspektivní energetické zdroje budoucnosti, o fyzikální základy různých způsobů získávání energie a její užití. Stane se vám nezbytným pomocníkem při studiu i populárním přítelem.

Encyklopedii tvoří sešitové díly: Energie a člověk, Energie z fosilních paliv, Jaderná energie, Energie z obnovitelných zdrojů a Elektřina.

Encyklopedie je součástí vzdělávacího programu energetické společnosti ČEZ, a. s., Energie pro každého, a do škol ji doporučuje Jednota českých matematiků a fyziků. Objednejte si ji zdarma na adrese ČEZ, a. s., oddělení komunikace, Duhová 2/1444, 140 53 Praha 4.

Bližší informace a nabídku dalších vzdělávacích materiálů naleznete na www.cez.cz/vzdelavaciprogram.

Úspěšní řešitelé FO 2003/2004 kategorie E v regionech

JIHOČESKÝ KRAJ

1. Matějka Jan	G České Budějovice, Jírovcova	39,0
2.–3. Timr Štěpán	G J. V. Jirsíka České Budějovice	37,0 (10)
2.–3. Hájičková Barbora	G P. de Coubertina Tábor	37,0 (5)
4.–5. Hermann Jan	G. Český Krumlov	35,0 (7)
4.–5. Brůžek Vladimír	G J. V. Jirsíka České Budějovice	35,0 (0)
6.–7. Jarolímek Ondřej	Česko-anglické G České Budějovice	34,0 (10)
6.–7. Kákona Jakub	ZŠ Soběslav	34,0
8. Míka Luděk	G Strakonice	33,0
9. Kuneš Michal	ZŠ Strakonice, Dukelská	31,0
10. Šimeček Lukáš	G J. V. Jirsíka České Budějovice	30,0

11. Kruchňová Zuzana (G J. V. Jirsíka České Budějovice, 29) **12.–13. Beňas Petr** (G P. de Coubertina Tábor, 28 (2)) **12.–13. Pacovský Matěj** (G P. de Coubertina Tábor, 28 (0)) **14.–15. Batysta František** (G J. V. Jirsíka České Budějovice, 27 (10)) **14.–15. Popela Jakub** (Česko-anglické G České Budějovice, 27 (7)) **16. Broulím Pavel** (ZŠ Strakonice, Dukelská, 25) **17.–18. Boháč Ondřej** (ZŠ Tábor, Nám. Mikuláše z Husi, 24 (2)) **17. až 18. Květoň Jiří** (ZŠ Bělčice, 24 (2)) **19. Polák Petr** (G J. V. Jirsíka České Budějovice, 23) **20. Havel Ondřej** (II. ZŠ Milevsko, 21) **21.–22. Kopp Matyáš** (2. ZŠ Jindřichův Hradec, Janderova, 20 (1)) **21.–22. Doudová Hana** (G P. de Coubertina Tábor, 20 (1)) **23. Kunt Vladimír** (ZŠ Český Krumlov, Za Nádražím, 19) **24. až 25. Hejlová Hana** (G P. de Coubertina Tábor, 17 (1)) **24.–25. Šabatka Matěj** (ZŠ Český Rudolec, 17 (0)) **26. Zoubková Magdaléna** (G P. de Coubertina Tábor, 15 (0))

JIHOMORAVSKÝ KRAJ*

1.–2. Hrbáček Radek	G Řečkovice	42,0
1.–2. Fiala Petr	G Brno, Tř. kpt. Jaroše	42,0
3.–4. Novotný Jaroslav	G Tř. kpt. Jaroše	41,5
3.–4. Konečný Martin	ZŠ Brno, Bakalovo nábřeží	41,5
5.–6. Pekárek Jan	ZŠ Znojmo, Pražská	41,0
5.–6. Orsava Tomáš	ZŠ Brno, Křídlovická	41,0
7. Knoflíček Jakub	Klvaňovo G Kyjov	39,0
8. Mikulka Jiří	Klvaňovo G Kyjov	38,0
9. Pospíšil Pavel	ZŠ Brno, Janouškova	37,0
10. Dražka Jan	G Blansko	35,0

11.–12. Florianová Hana (G Brno, Tř. kpt. Jaroše, 34,0) **11.–12. Pospíšilová Lucie** (G M. Lercha Brno, 34,0) **13. Kolář Adam** (Klvaňovo G Kyjov, 33,5) **14. Ševeček Martin** (G a SPgŠ Znojmo, 32,0) **15. Horák Stanislav** (ZŠ Znojmo, Pražská, 30,0) **16.–17. Bartušek Jan** (G Šlapanice, 29,5) **16.–17. Urbánek Pavel** (G Brno, Tábor-ská, 29,5) **18.–19. Vlček Tomáš** (ZŠ Znojmo, Pražská, 29,0) **18.–19. Buršík Pavel** (ZŠ Znojmo, Pražská, 29,0) **20. Skalský Martin** (G Brno, Tř. kpt. Jaroše, 28,5) **21. Boháč Petr** (ZŠ Rosice, 27,5) **22. Šnajdr Michal** (Masa-

* pořadí stanoveno podle součtu bodů ze všech 5 úloh

rykova ZŠ Vracov, 26,5) **23.–24. Páral Jan** (G M. Lercha Brno, 26,0) **23.–24. Křížová Barbora** (ZŠ Brno, Křídlovická, 26,0) **25.–26. Hartl Aleš** (ZŠ Boskovice, 9. května, 25,5) **25.–26. Michelová Marie** (ZŠ Brno, Sirotkova, 25,5) **27. Kalužová Iveta** (ZŠ Strážnice, Školní, 25,0) **28.–29. Zelinková Ludmila** (ZŠ Brno, Sirotkova, 24,5) **28.–29. Bačovský Jaromír** (G Řečkovice, 24,5) **30. Lang Ivo** (ZŠ Znojmo, Pražská, 24,0) **31. Čapek Bronislav** (ZŠ Slavkov, Komenského, 22,5) **32. Saitlová Lucie** (G Židlochovice, 21,5) **33.–34. Králíček Ivo** (G Blansko, 21,0) **33.–34. Litzman Marek** (G Brno, Táborská, 21,0) **35. Handl Marek** (G Zastávka, 20,5) **36. Šalomon Martin** (ZŠ Šlapanice, 20,0) **37. Nejedlík Tomáš** (ZŠ Židlochovice, 19,0) **38.–39. Geidl Stanislav** (ZŠ T. G. Masaryka Ivančice, 16,5) **38.–39. Ištoková Petra** (ZŠ T. G. Masaryka Zastávka, 16,5) **40. Dvořáková Šárka** (ZŠ Rosice, 15,0)

KARLOVARSKÝ KRAJ

1. Bejr Aleš	Svobodná chebská škola	IV.	Ing. Jindřich Papež	36,0 (6)
2. Vítovec Lukáš	První české G Karlovy Vary	IV.A	Mgr. Vladimír Nechvátal	35,0 (9)
3. Šetka Vlastimil	ZŠ Ostrov, Masarykova	IX.B	Mgr. Monika Šulcová	35,0 (5)
4. Žák Jaroslav	První české G Karlovy Vary	IV.A	Mgr. Vladimír Nechvátal	35,0
5. Matička Jan	G Cheb	IV.A	Mgr. Vítězslav Kubín	34,0 (8)
6. Kvíz Martin	Svobodná chebská škola	IV.	Ing. Jindřich Papež	33,0 (7)
7. Černohorský Martin	ZŠ Toužim	9.A	Ivo Zeman	24,0
8. Nguien Dac Sonny	Svobodná chebská škola	IV.	Ing. Jindřich Papež	21,0 (4)
9. Pospíšil Marek	G Cheb	IV.B	Mgr. Vítězslav Kubín	20,0
10. Tomeš Jiří	G Sokolov	4.A	Mgr. Gabriela Zalubilová	15,0

KRAJ VYSOČINA

1. Barták Karel	G Ledec nad Sázavou	39,5
2. Burian Vladimír	ZŠ Jihlava, Kolárova	39,0
3. Pejchal Tomáš	G Žďár nad Sázavou	35,0
4.–5. Svobodová Helena	ZŠ Havlíčkův Brod, Wolkerova	34,0
4.–5. Sedlář František	ZŠ Nedvědice	34,0
6.–7. Šteberl Jan	G Žďár nad Sázavou	33,0
6.–7. Mojrová Barbora	ZŠ Jihlava, O. Březiny	33,0
8. Hyřš Martin	G Havlíčkův Brod	32,5
9. Menšík Jakub	ZŠ T. G. Masaryka Třebíč	31,5
10. Dovol Josef	G Humpolec	30,5
11. Kozák Michal (G J. Masaryka Jihlava, 30,0) 12.–13. Nunvářová Marie (ZŠ Jemnice, 29,5) 12.–13. Klusáček Matěj (G Třebíč, 29,5) 14. Marek Kaser (ZŠ Havlíčkův Brod, Wolkerova, 29,0) 15. Chaloupka David (G Moravské Budějovice, 28,5) 16.–17. Rousek Jiří (ZŠ T. G. Masaryka Třebíč, 28,0) 16.–17. Krčma Marek (ZŠ T. G. Masaryka Třebíč, 28,0) 18. Večeřa Jaroslav (ZŠ Radostín, 27,5) 19.–20. Zikmund Tomáš (ZŠ Jihlava, Seifertova, 27,0) 19.–20. Nedvědícký Jan (G Moravské Budějovice, 27,0) 21. Kuchaříková Eva (ZŠ Hrotovice, 26,5) 22. Suk Filip (ZŠ E. Rošického Jihlava, 25,5) 23. Holub Zdeněk (ZŠ T. G. Masaryka Třebíč, 24,5) 24. Špatná Jana (G Pelhřimov, 24,0) 25. Belko Milan (ZŠ Okříšky, 22,5) 26. Lorenc Jan (ZŠ Jihlava, Kolárova, 19,5) 27.–28. Myler Jan (ZŠ Pelhřimov, Komenského, 18,5) 27.–28. Kunc Martin (ZŠ Jihlava, O. Březiny, 18,5) 29. Kopecký Martin (ZŠ Třešť, 18,0) 30. Radkovský Roman (ZŠ Týnská, 17,5)		

KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ

1. Vitvar Pavel	ZŠ M. Horákové Hradec Králové	Novotná	39,0 (10)
2. Polák Petr	Jiráskovo G Náchod	Klemenc, Polák	38,0 (2)
3. Jára Karel	Jiráskovo G Náchod	Klemenc	35,5 (7)
4. Lánský Lukáš	ZŠ M. Horákové Hradec Králové	Novotná	34,0 (5)
5. Celbová Petra	Jiráskovo G Náchod	Klemenc	32,0 (2)
6. Ferkl Pavel	ZŠ M. Horákové Hradec Králové	Novotná	30,5 (3)
7. Peterová Alena	G Dobruška	Veselá	30,0 (2)
8. Cabalková Petra	G Jaroměř	Dolejší	29,0 (7)
9. Komárková Jana	G B. Němcové Hradec Králové	Vízková	28,5 (9)
10. Koreň Martin	ZŠ K. Klíče Hostinné	Raja	27,0 (8)

11. Vydra Pavel (Jiráskovo G Náchod, Klemenc, 26,0 (2)) **12. Kaplan Jakub** (ZŠ M. Horákové Hradec Králové, Novotná, 26,0) **13. Hartman Juraj** (ZŠ Komenského Náchod, Schneiderová, 25,5 (1,5)) **14. Borůvková Veronika** (G Jaroměř, Dolejší, 25,5) **15. Vystrčil Václav** (ZŠ Bezručova Hradec Králové, Obr, 23,5 (3)) **16. Chmelař Jakub** (ZŠ Fr. Kupky Dobruška, Tribulová, 22,0 (2)) **17. Výravská Zdeňka** (G Jaroměř, Dolejší, 20,5 (10)) **18. Šubrt Kamil** (ZŠ Česká Skalice, Dvořáček, 20,5 (7)) **19. Havelka Ladislav** (ZŠ Třebechovice, Urban, 20,5 (2)) **20. Čejka Václav** (ZŠ Fr. Kupky Dobruška, Tribulová, 20,0) **21. Bednář Jan** (G Trutnov, Záhoucký, 17,5)

LIBERECKÝ KRAJ

1. Jakimiv Vít	ZŠ Jablonec, Liberecká	39,0 (5)
2. Kettner Miroslav	G Liberec, Jeronýmova	36,0
3. Jadrný Josef	ZŠ Liberec, Česká	33,5
4. Vacek Ondřej	ZŠ Jablonec, Liberecká	32,5
5. Ulrychová Marta	ZŠ Čistá u Horek	32,0 (2,5)
6. Vališka Michal	G Turnov	30,5
7. Čejchan Matěj	ZŠ Liberec, Lesní	29,5
8. Kurej Jaroslav	ZŠ Liberec, Česká	29,0 (3,5)
9. Stehlíková Petra	G F. X. Šaldy Liberec	28,5
10. Náčovský Tomáš	G Liberec, Jeronýmova	28,0

11. Gogár Tomáš (G a Sportovní G Jablonec, 24,5) **12. Moravec Lukáš** (G a Sportovní G Jablonec, 24,0) **13. Raisigl Matouš** (ZŠ Liberec, U Soudu, 21,5 (1)) **14. Švanda Ondřej** (G Liberec, Jeronýmova, 21,0 (3,5)) **15. Kořínková Petra** (ZŠ Nový Bor, náměstí Míru, 20,0) **16. Altman Tomáš** (ZŠ Česká Lípa, Antonína Sovy, 17,5)

MORAVSKOSLEZSKÝ KRAJ

1. Klezla Martin	ZŠ Odry, Pohořská	39,0 (5)
2. Raček Tomáš	ZŠ Nový Jičín, B. Martinů	38,0 (7)
3. Sova Václav	G Havířov, Studentská	37,0 (10)

4. Fůs Michal	ZŠ Ostrava-Hrabůvka, F. Formana	37,0 (0)
5. Vopalecký Daniel	G Ostrava-Hrabůvka, Fr. Hajdy	36,0 (10)
6. Lička Lukáš	G P. Bezruče Frýdek-Místek, ČSA	34,0 (2)
7. Štěpánek Matěj	G P. Bezruče Frýdek-Místek, ČSA	33,0 (0)
8. Přikrylová Jana	G Frenštát pod Radhoštěm	32,0 (10)
9. Píndejová Kristina	G Český Těšín	32,0 (2)
10. Mrozková Tea	G Karviná	31,0 (0)
11. Grézlová Tereza (G P. Bezruče Frýdek-Místek, ČSA, 30,0 (7)) 12. Hlinka Josef (ZŠ Bartošovice, 29,0 (7)) 13. Daněk Viktor (ZŠ a Městské osmileté G Bruntál, 29,0 (3)) 14. Koník Jan (ZŠ Opava, Otická ulice, 29,0 (2)) 15.–16. Thiemel Jiří (ZŠ Ostrava-Hrabůvka, Mitušova, 29,0 (0)) 15.–16. Turková Michaela (ZŠ a Městské osmileté G Bruntál, 29,0 (0)) 17. Klus Jakub (G Příbor, 28,0 (7)) 18. Stešner Petr (ZŠ Kravaře, 26,0 (10)) 19. Ohnheiser Jan (ZŠ Odry, Pohořská, 26,0 (5)) 20. Kubina Jiří (G Hlučín, 25,0 (5)) 21.–22. Kiška Vladislav (ZŠ Opava, Otická ulice, 25,0 (2)) 21.–22. Šilar Daniel (G P. Bezruče Frýdek-Místek, ČSA, 25,0 (2)) 23. Čaha Matěj (ZŠ Havířov, Žákovská, 24,0 (0)) 24. Šmejkal Libor (ZŠ Opava, Šrámkova, 23,0 (5)) 25. Sembol Jakub (ZŠ s polským vyuč. jazykem, Český Těšín, 23,0 (2)) 26. Mrkva Tomáš (ZŠ Karviná, Borovského, 23,0 (0)) 27. Bortel Michal (ZŠ Ostrava, Generála Janka, 21,0 (0)) 28. Chovancová Sabina (7. ZŠ Frýdek-Místek, 19,0 (2)) 29. Pössl Petr (ZŠ a Městské osmileté G Bruntál, 17,0 (0)) 30. Gazur Alina (ZŠ s polským vyuč. jazykem, Český Těšín, 15,0 (0))		

OLOMOUCKÝ KRAJ *

1.–2. Polcr Pavel	G Šternberk	44,0
1.–2. Stadlbauer Petr	G J. Opletala Litovel	44,0
3. Hynková Kateřina	Rodinné G a ZŠ Prostějov	41,0
4. Stránská Alena	Slovanské G Olomouc	40,0
5. Šebesta Filip	G Šumperk	39,5
6.–7. Hobza Martin	Slovanské G Olomouc	38,5
6.–7. Macháček Jan	G Jeseník	38,5
8. Knotek Martin	G J. Wolkera Prostějov	35,5
9. Havlíček Jan	G Zábřeh	33,0
10. Pospíšilová Aneta	G J. Škody Přerov	32,5
11. Heda Ivan (G Zábřeh, 31,5) 12.–13. Havrila Michal (G Jeseník, 31,0) 12.–13. Vlášil Ondřej (G J. Wolkera Prostějov, 31,0) 14.–15. Olšanský Jan (G J. Opletala Litovel, 30,5) 14.–15. Prášilík Jiří (ZŠ Olomouc, F. Stupky, 30,5) 16. Wasil Michal (G Zábřeh, 29,5) 17. Slaný Jan (G J. Škody Přerov, 28,5) 18. Kašík Marek (G Šternberk, 28,0) 19.–20. Juránek Jan (G Zábřeh, 27,5) 19.–20. Matyáš Roman (Slovanské G Olomouc, 27,5) 21. Rozmanová Jana (G Zábřeh (Mohelnice), 27,0) 22.–23. Kosová Pavla (G Šternberk, 26,5) 22. až 23. Trobl Jakub (G Zábřeh, 26,5) 24.–25. Kubínová Monika (G Olomouc-Hejčín, 25,5) 24.–25. Tumpach Jan (ZŠ Hranice, 1. máje, 25,5) 26. Krylová Radka (ZŠ Šumvald, 24,0) 27.–28. Juřen Martin (G Kojetín, 22,0) 27.–28. Podivínský Jakub (ZŠ Velký Újezd, 22,0) 29. Chaloupka Martin (G Jeseník, 20,5) 30.–31. Falťánková Marie (ZŠ Lipník nad Bečvou, Hranická, 19,5) 30.–31. Vyhliďalová Barbora (ZŠ Litovel, Vítězná, 19,5)		

* pořadí stanoveno podle součtu bodů ze všech 5 úloh

PARDUBICKÝ KRAJ

1. Junková Tereza	Masarykova ZŠ Polička	37,0
2. Šedivý Petr	G Pardubice, Dašická	36,0
3. Pirkli Martin	G Česká Třebová	33,0
4.–5. Talacko Aleš	G Žamberk	32,0
4.–5. Zajíc Jakub	ZŠ Pardubice, Polabiny III	32,0
6.–7. Balachoncevová Lucie	ZŠ Pardubice, Resslova	30,0
6.–7. Matoušek Denis	G Česká Třebová	30,0
8.–9. Jelínek Tomáš	ZŠ Pardubice, Resslova	29,0
8.–9. Ropek Lukáš	ZŠ Morašice	29,0
10.–12. Bulva Miroslav	ZŠ Morašice	29,0
10.–12. Stach Michal	ZŠ Dolní Roveň	29,0
10.–12. Vlček Štěpán	G Polička	29,0

13. Marek Ondřej (G Ústí nad Orlicí, 28,0) **14.–15. Baslerová Milena** (G Moravská Třebová, 27,0) **14. až 15. Drobný Miroslav** (ZŠ Pardubice, Resslova, 27,0) **16. Mareš Filip** (G Polička, 26,0) **17. Hajzler Jan** (ZŠ Horní Čermná, 25,0) **18. Jakl Tomáš** (G Moravská Třebová, 24,0) **19. Honzálek Petr** (Masarykova ZŠ Polička, 23,0) **20. Votrubová Veronika** (ZŠ Horní Čermná, 21,0) **21.–22. Hynek Jiří** (ZŠ Žamberk, Nádražní, 19,0) **21.–22. Štengerová Kateřina** (G Moravská Třebová, 19,0)

PLZEŇSKÝ KRAJ

1. Richter Vladislav	G Plzeň, Mikulášské nám.	kvarta A	Petr Zrostlík	39,5
2.–3. Čechura Tomáš	G Plzeň, Mikulášské nám.	kvarta A	Petr Zrostlík	34,0
2.–3. Halva Jakub	G a OA Stříbro	kvarta	Jan Holčík	34,0
4. Vomáčka Miroslav	G Plzeň, Mikulášské nám.	kvarta A	Petr Zrostlík	33,5 (2)
5. Vrátníková Kateřina	G Plzeň, Mikulášské nám.	kvarta A	Petr Zrostlík	33,0
6. Jirkovský Lukáš	4. ZŠ Plzeň	9.A	Karel Paleček	32,0
7. Jirotka Jan	ZŠ Klatovy, Tolstého	9.A	Josef Stuchl	30,0
8. Čmolík Václav	ZŠ Nýřany	9.A	Růžena Jedličková	29,0 (1)
9.–10. Vališ Jakub	G Plzeň, Mikulášské nám.	kvarta B	Pavel Růžička	28,5
9.–10. Duda Daniel	G L. Pika Plzeň	kvarta M	Ivana Sirotková	28,5 (10)

11.–12. Michálek Josef (Masarykova ZŠ Horní Bříza, 9.A, Jiří Janouškovec, 25,0 (2)) **11.–12. Jůzová Markéta** (15. ZŠ Plzeň, 9.M, Jaroslava Kepková, 25,0 (7)) **13.–14. Šafařík Karel** (4. ZŠ Plzeň, 9.A, Karel Paleček, 24,5) **13.–14. Švejda Václav** (ZŠ Janovice nad Úhlavou, 9.A, Václava Chodová, 24,5) **15.–16. Horn Kryštof** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvarta A, Petr Zrostlík, 24,0) **15.–16. Hřib Jan** (ZŠ Horšovský Týn, 9.A, Helena Straková, 24,0) **17.–19. Eckstein Robert** (G J. Š. Baara Domažlice, kvarta, Marie Fajtová, 23,0) **17.–19. Veit Matěj** (G J. Š. Baara Domažlice, kvarta, Marie Fajtová, 23,0 (1)) **17.–19. Majdišová Zuzana** (ZŠ Nýřany, 9.A, Růžena Jedličková, 23,0) **20. Cimický Pavel** (G L. Pika Plzeň, kvarta M, Ivana Sirotková, 22,5) **21. Klokán Martin** (ZŠ Přestice, 9.C, Drahuše Bošková, 21,5) **22. Bulín Radek** (G Plasy, kvarta, Jiří Motis, 20,0) **23. Král Jan** (ZŠ Spálené Poříčí, 9.B, Ivan Langmajer, 19,0)

STŘEDOČESKÝ KRAJ

1. Novák Vít	ZŠ Kladno, Amálská	30,0 (10)
2. Svatý Zdeněk	G a SG Kladno	29,0 (0)
3. Klik Leoš	ZŠ Lubná	27,0 (10)
4.–5. Zavadilová Jana	G Čelákovice	26,0 (0)
4.–5. Palečková Alena	ZŠ Mnichovice	26,0 (0)
6. Vinárek Jan	Osmileté G Mladá Boleslav	25,0 (0)
7. Čech Jaroslav	G Kolín	24,0 (0)
8.–9. Kadlecěk Jiří	ZŠ Vlašim, Sídliště	23,0 (6)
8.–9. Majer Karel	G Čelákovice	23,0 (2)
8.–9. Balíková Pavla	G Příbram	23,0 (2)
10. Beránek Václav	ZŠ Kladno, Vodárenská	22,0 (4)

11. Kalčicová Andrea (G a SPgŠ Čáslav, 20,0 (1)) **12.–13. Blovský Tomáš** (2. ZŠ Rakovník, Husovo nám., 19,0 (0)) **12.–13. Hošek Petr** (G Příbram, 19,0 (5)) **14. Sokolohorský Anatolij** (ZŠ Čáslav, 18,0 (2)) **15. až 16. Huml Lukáš** (ZŠ Kladno, Moskevská, 17,0 (4)) **15.–16. Merunka Jiří** (ZŠ Kladno, Amálská, 17,0 (4)) **17. Pařízková Andrea** (G Čelákovice, 14,0 (0))

ÚSTECKÝ KRAJ

1. Sivok Martin	G Most	35,5 (2)
2. Souček Pavel	ZŠ Děčín, Na Pěšině	35,0 (5)
3. Šťovíček Jan	ZŠ Teplice, Buzulucká	33,5 (5)
4. Hokrová Kamila	ZŠ Teplice, Buzulucká	31,0 (1)
5. Zuckerstein Jaroslav	G Lovosice	31,0 (5)
6. Kozák Tomáš	ZŠ Teplice, Buzulucká	30,5 (2)
7. Grašup Tomáš	FGS Pirna	30,5 (4)
8. Čapek Jan	G Duchcov	30,0 (0)
9. Konečná Radka	ZŠ Teplice, Buzulucká	30,0 (1)
10. Proch Radek	ZŠ Teplice, Buzulucká	30,0 (5)

11. Korec Martin (G Teplice, 29,0 (1)) **12. Špergl Martin** (G Podbořany, 29,0 (3)) **13. Hübner Zdeněk** (ZŠ Děčín, Máchova, 29,0 (5)) **14.–16. Pastířák Tomáš** (G Most, 28,5 (1)) **14.–16. Skopal Jan** (G Litoměřice, 28,5 (1)) **14.–16. Habruň Marek** (ZŠ Teplice, Buzulucká, 28,5 (1)) **17. Červenka Jaroslav** (ZŠ Děčín, Máchova, 27,0 (3)) **18. Červenka Tomáš** (ZŠ Teplice, Buzulucká, 27,0 (4)) **19. Koreň Jan** (G Ústí nad Labem, Stavařů, 25,5 (1)) **20. Kajínek Ondřej** (G Děčín, 24,0 (1)) **21. Peterka Tomáš** (G Louny, 22,5 (1)) **22. Sýkora Vít** (14. ZŠ Most, 22,0 (0)) **23. Tryhubová Renata** (G Rumburk, 22,0 (1)) **24. Pištěková Klára** (G Rumburk, 21,0 (1)) **25. Ročková Magda** (ZŠ Ústí nad Labem, E. Krásnohorské, 18,0 (1)) **26. Perůtka Jiří** (14. ZŠ Most, 17,0 (0)) **27. Kollarčík Jakub** (3. ZŠ Chomutov, Na Příkopech, 17,0 (1)) **28. Šubrt Ondřej** (G Louny, 15,0 (0))

Astronomická olympiáda

Pavel Suchan, Česká astronomická společnost*

Česká astronomická společnost ve školním roce 2004/2005 opět pořádá Astronomickou olympiádu pro žáky základních škol a víceletých gymnázií. První ročník proběhl v uplynulém školním roce a přihlásilo se do něj celkem 3 073 účastníků ze 314 škol. Z toho do 2. kola postoupilo 2 323 řešitelů a do 3. kola pak 50 vybraných finalistů. Nejlepší finalista si do Ostravy odvezl dalekohled značky Celestron v ceně 10 000 Kč. Astronomická olympiáda je určena žákům z 8. až 9. tříd ZŠ a studentům ekvivalentních ročníků víceletých gymnázií.

Olympiáda je pořádána v úzké spolupráci s Ústředním výborem Fyzikální olympiády, ale probíhá odděleně, to znamená, že má svoje vlastní termíny a pravidla. Astronomická olympiáda je členěna do tří soutěžních kol. První kolo je školní. Jeho smyslem je především upozornit co nejširší okruh žáků na možnost zapojit se do této soutěže. Realizují ho učitelé na školách na základě podkladů, které dostávají současně se zadáním školního kola Fyzikální olympiády. Pedagogové jednotlivé práce podle připraveného klíče ohodnotí a zašlou v předepsaném termínu zpět.

Druhé kolo je korespondenční. Účastníci mají za úkol samostatně vyřešit řadu teoretických i praktických úloh. K jejich vyřešení se musí poohlédnout více kolem sebe, navštívit místní knihovnu, někteří z nich se vypraví i na hvězdárnu. Soudě podle došlých prací v prvním ročníku, mnozí účastníci si dali na vypracování úloh velmi záležet a odevzdali skutečně hodnotné práce.



*První kolo soutěže na Klasickém a španělském gymnáziu Brno-Bystrc
(autorka fotografie Markéta Benešová)*



Finále 1. ročníku Astronomické olympiády v budově Akademie věd v Praze (autor fotografie Petr Bartoš)

Třetí kolo, tedy finále, se koná v reprezentativních prostorách Akademie věd ČR v Praze. Vyhlášení výsledků Astronomické olympiády se děje ve slavnostním duchu a finalisté obdrží ceny z rukou čestného předsedy České astronomické společnosti dr. Jiřího Grygara.



*Finále 1. ročníku Astronomické olympiády v Praze – poznávací část
(autor fotografie Petr Bartoš)*

* suchan@astro.cz



Doprovodný program finále 1. ročníku Astronomické olympiády – exkurze na observatoř Astronomického ústavu AV ČR v Ondřejově. Výklad u plně automatizované bolidové kamery na střeše Kosmické laboratoře. Vypráví vedoucí Oddělení meziplanetární hmoty RNDr. Jiří Borovička, CSc. (autor fotografie Pavel Suchan)

Kromě vlastního kola olympiády je pro účastníky připraven doprovodný program. Pořadatelé podobně jako v loňském roce připravují pro zájemce z řad finalistů a jejich doprovodu exkurzi na observatoř Astronomického ústavu Akademie věd ČR v Ondřejově, kde budou moci nahlédnout do zákulisí vědeckého astronomického výzkumu a setkat se tu s vědeckými pracovníky a profesionálními pozorovateli.



Doprovodný program finále 1. ročníku Astronomické olympiády – exkurze na observatoř Astronomického ústavu AV ČR v Ondřejově. V kopuli u dalekohledu s průměrem objektivu 65 cm. (autor fotografie Pavel Suchan)

NEJÚSPĚŠNĚJŠÍ ÚČASTNÍCI

1. Lukáš Cetkovský	Základní škola Ostrava, B. Dvorského
2. Jaromír Bačovský	Gymnázium Brno-Řečkovice
3. Radek Hrbáček	Gymnázium Brno-Řečkovice
4. Miloslav Machoň	3. ZŠ Cheb
5. Alžbeta Černeková	CVČ Púchov
6. Jakub Lutovský	ZŠ Tábor, Parkány
7. Lukáš Gráf	Mendelovo Gymnázium Opava
8. Veronika Koprnová	Gymnázium Jeseník
9. Jakub Michálek	Gymnázium J. Keplera Praha
10. Lukáš Dvořák	Základní škola Třebíč, Václavské nám.
11. Magdalena Hladíková	Sportovní gymnázium Kladno
12. Veronika Valentová	Gymnázium Ostrava-Hrabůvka
13. Jirka Deyl	Gymnázium J. Keplera Praha
14. Eliška Bohdalková	Základní škola Český Těšín, Ostravská
15. Robert Bikár	Základní škola Náměšť nad Oslavou, Komenského
16. František Halama	Gymnázium Teplice
17. Klára Lukášová	Mendelovo Gymnázium Opava
18. Helena Paschkeová	Gymnázium Brno-Řečkovice
19. Jiří Rádl	Gymnázium Brno-Bystrc
20. Oldřich Štika	GSOŠ Úpice
21. Luboš Tkadlčík	Gymnázium L. Jaroše Holešov
22. Jindřich Hes	Gymnázium Mladá Boleslav
22. Filip Botha	Gymnázium Cheb
24. Ivo Skolek	Gymnázium Brno, Křenová
25. Pavla Plachtová	Gymnázium Příbor
25. Alžběta Brunová	Gymnázium Jihlava
27. Annamarie Némethová	Gymnázium Příbor
28. Jan Pavlát	Základní škola Nové Město nad Metují, Žižkovo nám.

29. David Hlinka	ZŠ Nebušice, Praha
29. Tereza Friedlová	ZŠ Zábřeh na Moravě, Severovýchod
31. Tomáš Bill	ZŠ V. Martínka Brušperk
32. Klára Nováková	Gymnázium Mladá Boleslav
32. Eva Heczková	Gymnázium Cheb
34. Martin Mach	Základní škola Křemže
35. Klára Hoplíčková	ZŠ Zábřeh na Moravě, Severovýchod
36. Jakub Kaleta	Jubilejní Masarykova ZŠ Třinec
37. Jiří Pešek	Základní škola Jablonec nad Nisou, Rychnovská
37. David Klodner	Gymnázium Brno-Bystrc
39. Jan Grussmann	Gymnázium Brno-Bystrc
40. Zuzana Mačičková	Gymnázium Cheb
41. Monika Pánisová	Základní škola Martin, Východná
41. Tomáš Trávníček	Základní škola Lysice
41. Sylvie Pavloková	Gymnázium Mikulov
44. Martina Škodáková	ZŠ Bruntál, Jesenická
45. Zdeněk Farka	Gymnázium Brno-Řečkovice
46. Jan David	Gymnázium Ostrava-Zábřeh
47. Radka Soukupová	Základní škola Mohelno
47. Jaromír Salák	Gymnázium Moravský Krumlov
49. Tomáš Lipka	Jubilejní Masarykova ZŠ
50. Michal Dusbaba	Základní škola Lysice

Bližší informace o prvním ročníku a probíhajícím 2. ročníku Astronomické olympiády najdete na <http://olympiada.astro.cz>.

Kontaktní adresa je *Česká astronomická společnost, Astronomický ústav AV ČR, Boční II/1401a, 141 31 Praha 4, olympiada@astro.cz, tel. 267 103 040.*

Výsledky úloh 46. ročníku FO, kategorie E, F

Ivo Volf*, ÚV FO, Univerzita Hradec Králové

Miroslav Randa**, ÚV FO, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Jak je již v naší soutěži obvyklé, uvádíme pouze výsledky řešení úloh, zařazených do 46. ročníku fyzikální olympiády v kategoriích E, F.

Z uvedených 15 úloh vybere učitel fyziky **sedm** podle situace výuky fyziky na své škole tak, aby jeho žáci mohli úlohy vyřešit v závislosti na tom, jak bylo pro ně uspořádáno učivo. Z těchto sedmi úloh musí být jedna úloha experimentální. Soutěžící by měl odevzdat alespoň pět úloh, které bude učitel hodnotit alespoň pěti body, přičemž o experimentální úlohu se musí alespoň pokusit. Podstatou řešení úloh je pak dospět ke správnému výsledku a zapsat podrobný záznam myšlenkových úvah, jimiž každý řešitel prochází. I když jsou úlohy zpravidla jednoduché, měl by mít učitel fyziky, tato řešení opravující, oporu pro svou korekturní činnost a pro hodnocení úloh právě v tomto normativním materiálu. Pokud učitelé fyziky budou mít připomínky k řešení, popř. nějaké nejasnosti, prosíme, aby nás informovali na emailové adrese fyzikální olympiády, tj. ivo.volf@uhk.cz.

Následující článek obsahuje výsledky, ne postup při řešení, a současně návrh bodování kvality těchto řešení. Záleží však na opravujícím, jak dalece se bude rigorózně držet tohoto návrhu – upozorňujeme, že je potřeba posoudit postup řešení úlohy a také míru nedostatků, jichž se řešitel dopustil. Nezapomeňte na to, aby vždy byl formulován myšlenkový postup při řešení.

Řešitele fyzikální olympiády z řad žáků základních škol a nižších gymnázií pak upozorňujeme, že pokud se k tomuto materiálu dostanou, nestačí uvést jako řešení úloh FO pouze výsledky – jejich řešení je nutné opatřit podrobnějším zápisem, který ukazuje, jakou cestou problémy zpracovali. Nelze tedy opřít řešení úloh ve fyzikální olympiádě pouze o tento materiál. Může jim však posloužit jako rychlá kontrola správnosti jejich postupů, popř. jako prostředek pro konzultování svých řešení. Nezapomínejte, že výsledky bez podrobně vyjádřeného postupu řešení jsou ve fyzikální olympiádě nedostačující, a proto dbejte na formulování svých myšlenek: stručně, jasně, výstižně, užívejte obrázků, vzorečků, grafů.

Zároveň upozorňujeme na to, že v nepříliš dlouhé době bude na stránce fyzikální olympiády www.uhk.cz/fo otevřen korespondenční seminář fyzikální olympiády pro žáky základních škol.

1. O zlatě v encyklopedii

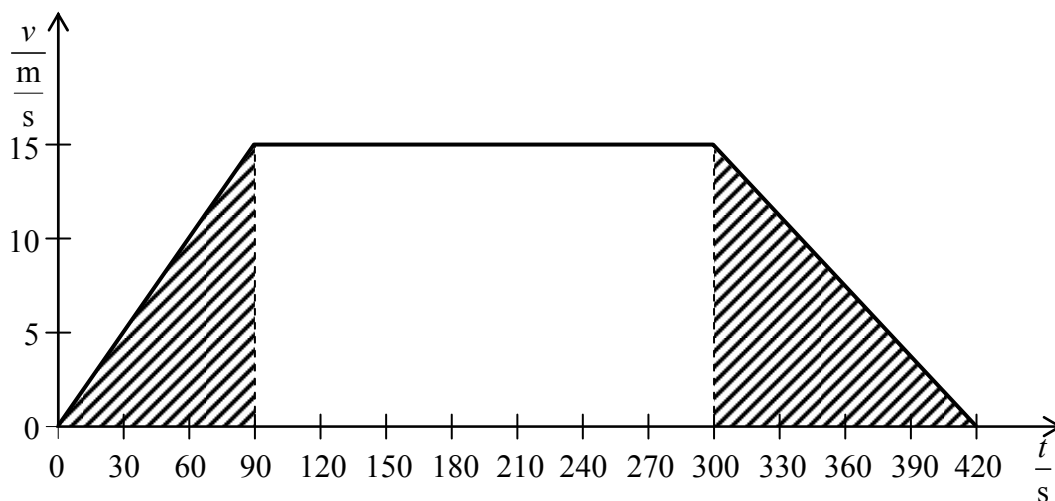
- Objem nuggetu je $1,467 \text{ cm}^3$, tloušťka fólie $0,1467 \text{ }\mu\text{m}$. (5 bodů)
- Průměr vlákna je $4,83 \text{ }\mu\text{m}$. (3 body)
- Tloušťka zlaté fólie je asi 510krát větší než průměr atomu zlata; průměr zlatého vlákna je asi 16 800krát větší než průměr atomu zlata. (2 body)

* ivo.volf@uhk.cz

** randam@kof.zcu.cz

2. Vlak mezi stanicemi

a)



(2 body)

b) Při rovnoměrném pohybu urazil vlak 3,15 km.

(2 body)

c) Určíme vyšrafované plochy: vlak se rozjížděl na dráze 0,675 km, zastavoval na dráze 0,9 km.

(2 body)

d) Vzdálenost mezi stanicemi je 4,725 km, jeho průměrná rychlost byla

$$11,25 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 40,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

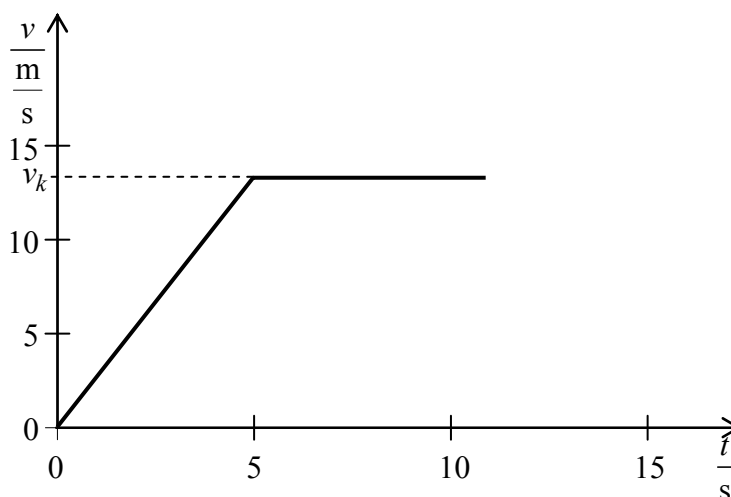
(2 body)

e) Vzdálenost domku od stanice je 2,362 5 km. Vlak proto kolem domku jede rovnoměrně a musí rovnoměrně ujet dráhu 1,687 5 km. Doba jízdy je proto $(90 + 112,5) \text{ s} \doteq 203 \text{ s}$. Kolem domku vlak projede ve 12 hodin 3 minuty a 23 sekund.

(2 body)

3. Sprinter běží stovku

a)

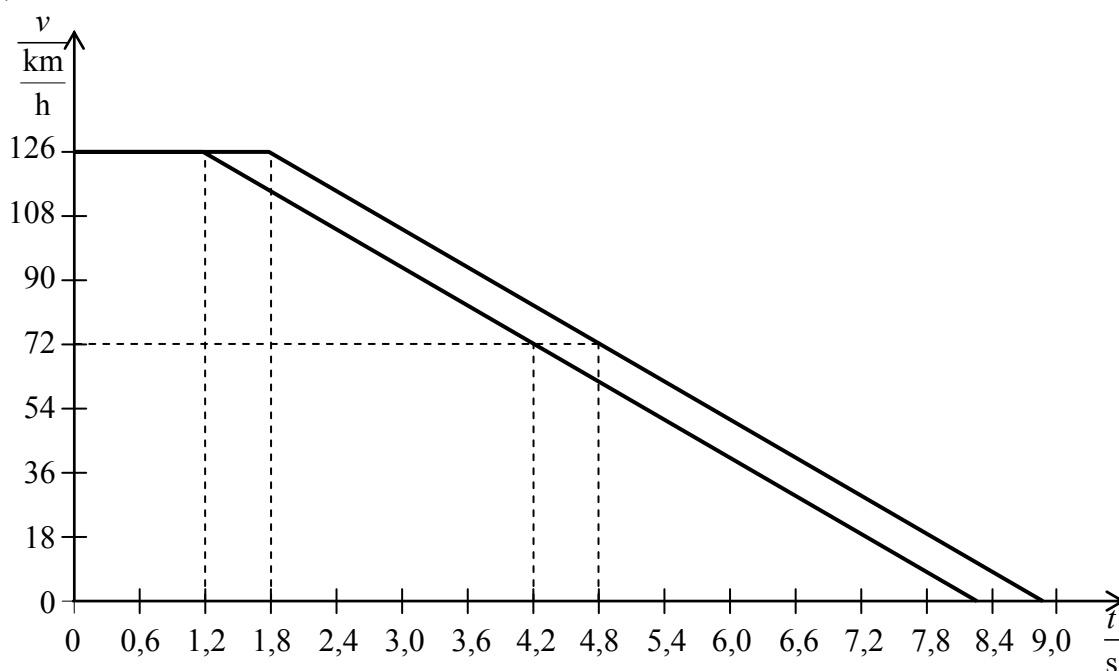


(2 body)

- b) Z grafu vyplývá, že dráha při rozbíhání je rovna $s_1 = \frac{1}{2} \cdot v_k \cdot t$, kde v_k je hledaná konečná rychlost. Odtud $v_k = 12,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. (2 body)
- c) Zbývající dráhu 68 m uběhl dosaženou rychlostí za 5,31 s. Petr uběhl stovku za 10,31 s. (2 body)
- d) Průměrná rychlost $9,70 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. (2 body)
- e) Rychlost v_k se zvětšila na $v_k = 13,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, doba běhu se zmenšila na 10,08 s. (2 body)

4. Kobra jedenáct

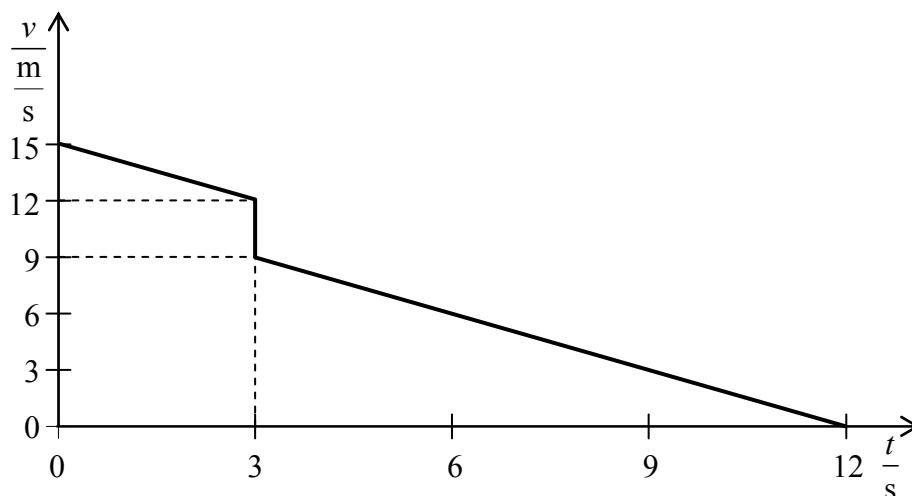
a)



- b) Při rovnoměrném pohybu urazí vozidlo 42 m, resp. 63 m. Potom zabrzdí za dobu 7,0 s a urazí ještě 122,5 m; tedy celkem od spatření překážky do zastavení urazí 165 až 186 m. (4 body)
- c) Poloviční rychlost dosáhne po době 3,5 s od počátku funkce brzd. Proto mu do úplného zastavení schází ještě 30,6 m. Od místa, v němž spatřil překážku, urazil 134 m, resp. 155 m. (3 body)

5. Hokejový puk na ledě

a)



b) Hokejista, který odpálil puk, byl od hrazení 40,5 m.

(4 body)

c) Puk zastavil ve vzdálenosti 40,5 m od hrazení, tj. nedaleko hokejisty.

(3 body)

(3 body)

6. Cyklista jede

Při jízdě po rovině Honza překonává pouze odporovou sílu, při jízdě do kopce musí navíc překonávat i složku gravitační síly $F = 0,06 \cdot m \cdot g = 48 \text{ N}$.

a) Celková síla je po rovině 90 N, do kopce 88 N.

(5 bodů)

b) Celkový výkon při jízdě po rovině je asi 1,1 kW, do kopce 880 W.

(5 bodů)

7. Michal je ve vodě

a) Objem Michalova těla je 60 litrů.

(2 body)

b) Gravitační síla je 660 N, hydrostatická vztlaková síla 600 N.

(2 body)

c) Hydrostatická vztlaková síla musí vyrovnat sílu gravitační, musí tedy být rovna 660 N.

(3 body)

d) Bude-li mít Michal vynořenou hlavu, bude na něj ve vodě působit vztlaková síla 560 N. Nafukovací kruh musí doplnit vztlakovou sílu, aby vyrovnala sílu gravitační (660 N). Po úplném ponoření kruhu na něj proto musí působit vztlaková síla 100 N. Nafukovací kruh má objem 10 litrů.

(3 body)

8. Polárníci driftují na osamělé kře

Slovem drift označujeme posun kry účinkem mořských proudů, ale existuje také kontinentální drift (posun kontinentů), drift v oblasti elektřiny aj. (viz např. Encyklopedie Diderot).

a) Objem kry je 24 m^3 . Gravitační síla působící na prázdnou kru je 216 kN, gravitační síla na kru s polárníky a vybavením je rovna 228 kN. V prvním případě bude kra ponořena 72 cm (nad hladinu vyčnívá 8 cm ledu). Kra s polárníky a vybavením je ponořena 76 cm (nad hladinu vyčnívají 4 cm ledu).

(4 body)

b) Při úplném ponoření kry vznikne hydrostatická vztlaková síla 240 kN, celková gravitační síla působící na kru s polárníky a vybavením a na vrtulník je rovna 248 kN. Vrtulník přistát na kře nemůže.

(3 body)

- c) Vlivem teplého vodního proudu se zmenšuje hmotnost kry, tím i gravitační síla působící na kru. Zároveň se ovšem zmenšuje i hydrostatická vztlačková síla. Úlohu lze řešit například postupným výpočtem pro objemy kry v jednotlivých dnech. Druhá možnost je vyjít z konečného stavu, kdy je celá kra právě ponořena. V tomto případě je její objem 10 m^3 (vztlačková síla je právě rovna součtu gravitačních sil kry a polárníků s vybavením). Protože každý den odtaje $1,2 \text{ m}^3$, kra se s polárníky potopí po 11,7 dnech. Pozn.: U této části úlohy hodnotěte jen postup úvah. (3 body)

9. Vyhřívání bazén

- a) Objem vody v bazénu je 1760 m^3 , hmotnost vody 1 760 tun. (4 body)
 b) Ohřívací zařízení musí vodě dodat energii, kterou vyžářila do okolí. Příkon je proto 684 kW. (3 body)
 c) Zahřívacím zařízením s dvojnásobným příkonem se voda ohřeje za 30 h. Přitom polovinu příkonu (tj. 684 kW) vynaloží zařízení na tepelné ztráty (podle části b). (3 body)

10. Tramvaj jede

- a) Pro dané hodnoty bude rychlost tramvaje $20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. (3 body)
 b) Tahová síla bude rovna 4 800 N, přívodními vodiči prochází proud 160 A. (3 body)
 c) Při účinnosti 80 % bude výkon menší (48 kW), tramvaj pojedí rychlostí $16 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 58 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Proud přívodními vodiči při jízdě do kopce bude 80 A. (4 body)

11. Zkrat ve vedení

Ze vzorce pro odpor válcového vodiče odvodíme, že délka drátu, odpovídající zkratovému odporu, je 42 m. Zkrat tedy vznikl ve vzdálenosti 21 m od přístroje, na němž bylo prováděno měření odporu drátu. (10 bodů)

12. Umělé družice Země

Předpokládáme kruhové trajektorie družic.

- a) První družice se pohybuje rychlostí $7,78 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. (3 body)
 b) Doba oběhu druhé družice je 112 minut. (3 body)
 c) Určíme čtvrtinu a tři čtvrtiny doby oběhu, tj. pro první družici 22,2 min a 66,6 min, pro druhou družici 28,0 min, 84,0 min. Po celou dobu Země rotuje a za 4 min se otočí o 1° . Začínají-li se obě družice pohybovat v 0.00 hodin po nultém poledníku, nastane přelet rovníku pro první družici na $5,6^\circ$ západní délky a $163,3^\circ$ východní délky, pro druhou na $7,0^\circ$ západní délky a $159,0^\circ$ východní délky. (4 body)

13. Saturnův měsíc Titan

- a) Další údaje o měsíci Titan lze nalézt například na webové stránce <http://planety.astro.cz/saturn/mesice/titan.html>. (3 body)

b) Dráhová rychlost Titanu je $5,57 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, hmotnost $1,345 \cdot 10^{23} \text{ kg}$. (3 body)

c) Porovnání parametrů Titanu a Měsíce shrnuje následující tabulka:

	Titan	Měsíc
Poloměr	2 575 km	1 738 km
Hmotnost	$1,345 \cdot 10^{23} \text{ kg}$	$7,347 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Střední vzdálenost	1 121 830 km	384 700 km
Sklon dráhy	$0,33^\circ$	$5,145^\circ$
Výstřednost dráhy (excentricita)	0,029 192	0,054 9
Oběžná doba	15,945 420 68 dnů	27,321 660 9 dnů
Rotační perioda	15,945 420 68 dnů	27,321 660 9 dnů
Konstanta gravitace	$1,35 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$	$1,62 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$
Hustota	$1881 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$3341 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

(4 body)

14. Určení hustoty cukru

Provedení hodnotíte podle vlastní úvahy, všimněte si nejen kvality měření, ale i zpracování, včetně stanovení průměrné hodnoty a odchylky měření (je nutno provést několik měření a výsledky porovnat). (10 bodů)

15. Mezi geometrií a fyzikou

Experimentální úlohu zhodnotíte podle vlastní úvahy, všimněte si zejména kvality měření a úrovně zpracování. (10 bodů)

Termínovník FO, kategorie E, F

I. kolo soutěže	do 18. 3. 2005
II. kolo soutěže	30. 3. 2005
III. kolo soutěže	13. 5. 2005

Termínovník FO, kategorie G

zahájení soutěže G	1. 2. 2005
I. kolo soutěže	do 6. 5. 2005
II. kolo soutěže (školní či okresní)	kolem 25. 5. 2005

Krabička nápadů Školské fyziky*

Václav Votruba**, Základní škola Palmovka, Praha 8

E



ATMOSFÉRICKÝ TLAK

Z plastické láhve od limonády, která má v zátkce malou díрку, vylévej vodu. Co pozoruješ?
Po chvíli voda z láhve přestane téci. V láhvi je menší tlak než atmosférický tlak a může dojít i k částečné deformaci láhve.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

B



POČET ATOMŮ

Vědci odhadují, že ve vesmíru je 10^{80} atomů.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

A



HYBNOST

Kolíček na prádlo zmáčknou a otevřený svázu. Ke svázaným koncům přiložíme dvě tužky (kuličky) a nit přerizneme.
Pokud mají kuličky stejnou hmotnost, kutálí se do stejné vzdálenosti.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

H



TEPELNÁ ROZTAŽNOST PLYNŮ

Mýdlová blána na prázdné sklenici, kterou zahříváme rukou.
Ruce ohřejí vzduch ve sklenici a ten zvětší svůj objem.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

* Pokračování z čísel 4/1995/96, 1/1996/97, 2/1996/97, 3/1996/97, 4/1996/97, 1/1998 a 2/2001.

** v.votruba@volny.cz

E



ATMOSFÉRICKÝ TLAK

Do plechovky od nápoje dáme trochu vody, kterou uvedeme do varu. Pak plechovku těsně uzavřeme (modelinou na kousku plastu) a plechovku prudce ochladíme.

Páry vroucí vody vytlačí vzduch z plechovky. Po jejím uzavření a ochlazení dojde ke zkapalnění vodní páry a také k ochlazení vzduchu v plechovce. Tak v plechovce vznikne podtlak. Působením vnější atmosférické síly se plechovka deformuje.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

B



ATOM

Všechna jádra a elektrony, z nichž je lidské tělo složené k sobě, by tvořily kuličku o průměru několik tisícín milimetru. Ta by byla viditelná pouze dobrým mikroskopem.

Roční produkce železa na světě by se vešla do kostky o objemu 2 cm^3 .

Zeměkoule by se dala proměnit v krychli o hraně 1000 m.

Pozn.: Neutronové hvězdy ve vesmíru jsou tělesa, která jsou skutečně tvořena jen neutrony natěsnanými jeden vedle druhého. Neutronová hvězda o stejné hmotnosti jako Slunce má poloměr jen několik kilometrů.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

B



TĚŽIŠTĚ

Postavíme se zády ke stěně tak, abychom se jí dotýkali patami. Na zem není možné dosáhnout.

K tomuto pohybu je nutné změnit polohu těžiště a zeď to nedovolí.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

B



MAGDEBURSKÉ POLOKOULE

Mohli při pokusu o roztržení polokoulí od sebe použít jen jednoho koně?

Mohli, pokud by na jedné straně polokouli přivázali k nějakému pevnému předmětu.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

H



TEPELNÁ VODIVOST

Na různé lžičky (plastová, nerez, hliníková, dřevěná špachtle) přilepíme máslem kuličku hrachu. Lžičky vložíme do horké vody.

Pozorujeme, která lžička je dobrým a která špatným vodičem tepla.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

A



FYZIKÁLNÍ VELIČINA

V našich zemích zavedl jakýsi měrový pořádek poprvé Přemysl Otakar II.

První závaznou jednotkou délky byl pražský loket. Jeho délka je přibližně 59,1 cm.

1 loket = 2 stěrvíce

1 stěrvíc = 12 palců

1 píd' = 8 palců = 40 zrn = 96 čárek

1 pěst' = 4 palce = 20 zrn = 48 čárek

1 dlaň = 4 prsty

1 palec = 4 zrna

1 zrno = 4,92 mm

1 čárka = 2,05 mm

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

A



VOLNÝ PÁD

Plastiková láhev s otvorem, při pádu z otvoru neteče voda. Je nutné pustit z výšky alespoň 3 m.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

E



ATMOSFÉRICKÝ TLAK

Velkou láhev (od okurek) naplníme zcela vodou a na hrdlo dáme list papíru. Pak obrátíme láhev dnem vzhůru.

Papír i při velké hmotnosti vody vlivem atmosférického tlaku nespadne a voda nevyteče.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

E



ATMOSFÉRICKÝ TLAK

Do plastové lahve nalijeme trochu horké vody, láhev uzavřeme a ochladíme.

Při ochlazení vody v láhvi se ochladí i vzduch, jeho tlak bude menší než tlak atmosférický, dojde k částečné deformaci láhve.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

B



MAGNET

Dvě zmagetované jehly zavěsíme na niti.

Zmagnetujeme je tak

- aby se přitahovaly oušky;
- ouškem a špičkou.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

H



TEPELNÁ VODIVOST

Papír namotaný na kousku železa nelze zapálit (držet nad plamenem kahanu kolíčkem). Papír na dřevě zapálit lze.

Železo je dobrý vodič tepla, odvádí teplo a tím se neohřeje na zápalnou teplotu papíru.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

E



PŘETLAK

Do plastické láhve dáme vodu a do zátky umělohmotnou trubičku. Trubičkou láhev nafoukneme a pak z ní stříká voda.

S touto pomůckou je možné předvádět i stav beztláče.

komentář viz Svoboda E.: *Pokusy z fyziky s jednoduchými pomůckami*. Fortuna, Praha 1995.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

F



PLOVÁNÍ

Do skleničky (například od inkoustu) dáme teplou obarvenou vodu. Uzavřenou skleničku ponoříme do nádoby s vodou a odzátkujeme. Obarvená voda stoupá vzhůru.

Teplá obarvená voda má menší hustotu než voda studená.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

E



ATMOSFÉRICKÝ TLAK

Do plastické láhve uděláme v dolní části otvor, naplníme ji vodou a na hrdlo přiděláme nafukovací balonek. Jak vytéká voda z láhve, balonek se v láhvi nafukuje. Tlak v láhvi je menší než tlak atmosférický.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

F



PLOVÁNÍ

Do nádoby dáme korálky a modelínu — neplavou. Z modelíny uděláme mističku, do ní dáme korálky. Plovoucí těleso je nyní složeno z modelíny, korálků a vzduchu uvnitř mističky. Ponořená část má dostatečný objem, aby vztlaková síla byla v rovnováze se silou gravitační.

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

I



SVĚTLO A STÍN

Tháles Milétský v 6. st. př. n. l. změřil v Egyptě výšku pyramid tak, že si zvolil den a hodinu, kdy se délka jeho vlastního stínu rovnala výšce jeho postavy.

Pak také výška pyramidy se rovná délce jejího stínu (podobnost trojúhelníků).

Václav Votruba, ZŠ Palmovka, Praha 8

Roční období a jejich „trampoty“

Pavel Červený, katedra geografie ZČU v Plzni*

PROČ DOCHÁZÍ KE STŘÍDÁNÍ ROČNÍCH OBDOBÍ?

Někdo může pohotově odpovědět, že je to dáno rozdílnou vzdáleností Země od Slunce v důsledku oběhu Země kolem Slunce. Není to však pravda. Stačí si jen uvědomit, že když Země na své oběžné dráze prochází nejvzdálenějším bodem od Slunce – odsluním (zpravidla to bývá 3.–4. 7.), na severní polokouli je léto a prochází-li nejbližším bodem – přísluním (zpravidla 3.–4. 1.), na severní polokouli je zima.

Hlavním, ne však jediným důvodem, je sklon ($66,5^\circ$) zemské osy vůči rovině ekliptiky. Ekliptika je průsečnice roviny oběžné dráhy Země kolem Slunce s nebeskou sférou. Nebeská sféra je vlastně vnitřní povrch myšlené koule, na jehož vnitřní část se nám pozorovatelům promítají hvězdy a další vesmírná tělesa. Kdyby byla zemská osa kolmá k rovině ekliptiky a Země obíhala kolem Slunce po kružnici, ke střídání ročních období by nedocházelo. Pro jednotlivá místa na Zemi by byla po celý rok charakteristická přibližně stejná teplota. Ke změnám teplot by docházelo pouze vlivem střídání dne a noci, za což může rotace Země. Jelikož však ke střídání ročních období dochází, rozdílná vzdálenost způsobuje, že na severní polokouli je chladnější léto a teplejší zima než na jižní polokouli.

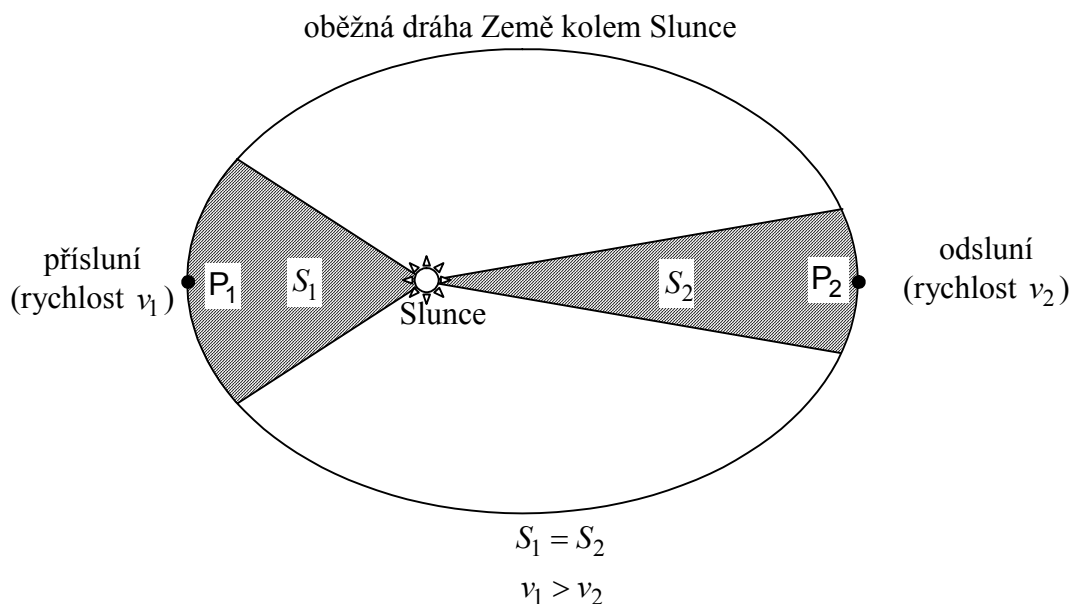
Sklon zemské osy však není jedinou podmínkou. Bez oběhu Země kolem Slunce by ke střídání ročních období také nedocházelo. Oběh Země kolem Slunce společně se sklonem zemské osy způsobuje změnu naklonění severní a jižní polokoule vůči Slunci v průběhu roku. Díky tomu, že má Země přibližně kulový tvar, mění se úhel a množství záření dopadajícího na zemský povrch. Čím je větší úhel dopadu, tím více energie dopadá na dané místo a tím roste teplota. V naší zeměpisné šířce (50° severní zeměpisné šířky) dopadají sluneční paprsky v poledne maximálně pod úhlem $63,5^\circ$ (v den letního slunovratu) a minimálně pod úhlem $16,5^\circ$ (v den zimního slunovratu). Existují však místa, kde jsou hodnoty maximálních a minimálních úhlů dopadu slunečních paprsků úplně jiné. Například na rovníku dopadají sluneční paprsky v poledne maximálně pod úhlem 90° (ve dny rovnodennosti) a minimálně pod úhlem $66,5^\circ$ (o slunovratech). Teplotní rozdíly mezi ročními obdobími se tak smazávají a ke střídání nedochází.

KTERÉ ROČNÍ OBDOBÍ JE NEJDELŠÍ?

Bez rozmyšlení se dá odpovědět, že všechna čtyři roční období jsou stejně dlouhá. Ale opět to není pravda. Zůstaňme proto na severní polokouli a určíme, které roční období je pro nás pozorovatele nejdelší.

Na severní polokouli je nejdelší léto. Může za to první a druhý Keplerův zákon. I. Keplerův zákon nám říká, že planety se pohybují po eliptických drahách, v jejichž jednom ohnisku se nachází Slunce. II. Keplerův zákon říká, že průvodič planety (spojnice planeta–Slunce) opíše za stejný časový úsek stejnou plochu (viz obrázek na další straně).

* červenyp@kge.zcu.cz



*Obr.: Znázornění charakteristik oběhu Země kolem Slunce na základě II. Keplerova zákona
Pozn.: Z hlediska názornosti nebylo dodrženo měřítko. Oběžná dráha Země kolem Slunce je ve skutečnosti téměř kružnicí.*

To, že se Země pohybuje po elipse, v souvislosti s II. Keplerovým zákonem znamená, že v přísluní se Země pohybuje rychleji než v odsluní, protože průvodič je v přísluní kratší než v odsluní a za stejnou dobu musí opsat stejnou plochu.

Právě rozdílná oběžná rychlost Země kolem Slunce má vliv na délku ročních období. Jestliže se Země v oblasti přísluní (na severní polokouli probíhá zima) pohybuje rychleji než v oblasti odsluní (na severní polokouli probíhá léto), znamená to, že severní polokoule je déle přikloněna ke Slunci, a tudíž je léto nejdelší. V roce 1900 byl rozdíl mezi délkou léta a zimy 4 dny a 14 hodin. Například ve Školním atlase světa si můžeme přečíst, že v současné době je tento rozdíl 4,7 dne, což je již přibližně 4 dny a 17 hodin.

KDY ZAČÍNÁJÍ JEDNOTLIVÁ ROČNÍ OBDOBÍ?

Na tuto otázku vám odpoví téměř každý žák základní školy. Je to přece 21. března pro jaro, 21. června pro léto, 23. září pro podzim a 21. prosince pro zimu (v některých učebnicích uváděno 22. června a 22. prosince). Tato charakteristika je však trochu nepřesná. Někdy se opravdu stane, že roční období začínají již zmíněnými daty, ale není to tak vždy. Jaro může např. začínat 20. nebo dokonce 19. března. Zima třeba 23. prosince atd. Jak je to možné?

Například jaro začíná tehdy, jestliže se nám Slunce na své zdánlivé dráze po nebeské sféře promítne do bodu, který nazýváme jarní bod. Jeho poloha je stálá, rok od roku se mění jen nepatrně. Hovoříme o zdánlivé dráze, protože se nám Slunce promítá do různých míst na nebeské sféře vlivem oběhu Země kolem Slunce. Jestliže tedy Slunce zdánlivě prochází jarním bodem, nastává jarní rovnodennost a začíná astronomické jaro. Dobu mezi dvěma po sobě jdoucími jarními rovnodennostmi nazýváme tropický rok, jehož délka je 365 dnů 5 hodin 48 minut a 46 sekund.

Kalendář ale užívá celý počet dnů (365, přestupný rok 366). Z tohoto důvodu budou vždy hodinky ukazovat při každé další rovnodennosti přibližně o $5\frac{3}{4}$ hodin více, než tomu bylo

před rokem. V přestupném roce to bude přibližně o $18\frac{1}{4}$ hodin méně, protože zařazením

29. února musíme 24 hodin odečíst.

Při těchto časových úpravách se pak může velmi jednoduše stát, že dny rovnodennosti nebo slunovratu připadnou na některé sousední datum.

Ukažme si proto tuto problematiku na konkrétním příkladě (ve středoevropském čase).

- jaro v roce 2000 začalo 20. března v 8 hodin 35 minut a 33 sekund;
- v roce 2001 20. března ve 14 hodin 31 minut a 0 sekund;
- v roce 2002 20. března ve 20 hodin 16 minut 24 sekund;
- v roce 2003 21. března v 1 hodinu 59 minut 59 sekund;
- v roce 2004 (přestupný rok) 20. března v 7 hodin 48 minut 52 sekund.

V současné době připadá jarní rovnodennost nejčastěji na 20. března. V roce 2044 nastane (po 248 letech) dokonce již 19. března.

Letní slunovrat nastává obvykle 21. června, dvacátého byl naposledy v roce 1896 a příště bude v roce 2012. Na 22. června připadl den letního slunovratu naposledy v roce 1975 a příště až 2203. 19. červen se jako začátek léta vyskytne až v roce 2488, což bude poprvé od zavedení kalendáře, který v současné době používáme.

Podzimní rovnodennost je nyní nejčastěji spojena s datem 23. září. Ten však bude stále častěji nahrazován 22. zářím, který převládne v 21. století. Na 21. září připadne začátek podzimu až v roce 2096, což bude také poprvé od zavedení tohoto kalendáře. 24. září nastala podzimní rovnodennost naposledy v roce 1931 a příště to bude až v roce 2303.

Zimní slunovrat v současné době nejčastěji nastává 21. a 22. prosince. V 21. století to bude stále častěji „jedenadvacítka“. 23. prosince bude zima začínat v roce 2303, naposledy to bylo v roce 1903.

PRAMENY A LITERATURA:

- [1] Brázdil R. a kol.: *Úvod do studia planety Země*. Praha, SPN 1988.
- [2] Červený P.: *Matematická geografie v otázkách a odpovědích*. Plzeň, ZČU 2000.
- [3] Pokorný Z., Grygar J.: *Astro 2001 – Báječný vesmír* (CD-ROM). Praha, D-data 1996.
- [4] Pokorný Z., Grygar J.: *Astro 2001 – Jak vesmír funguje?* (CD-ROM). Praha, D-data 1997.
- [5] *Hvězdářská ročenka 2000*. Praha, Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy 1998.
- [6] *Hvězdářská ročenka 2001*. Praha, Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy 1998.
- [7] *Hvězdářská ročenka 2002*. Praha, Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy 1998.
- [8] *Hvězdářská ročenka 2003*. Praha, Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy 1998.
- [9] *Hvězdářská ročenka 2004*. Praha, Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy 1998.
- [10] *Mapa oblohy 2000.0*. Brno, ZES a HaP hl. m. Prahy 1998.
- [11] *Školní atlas světa*. Praha, Kartografie 1995.

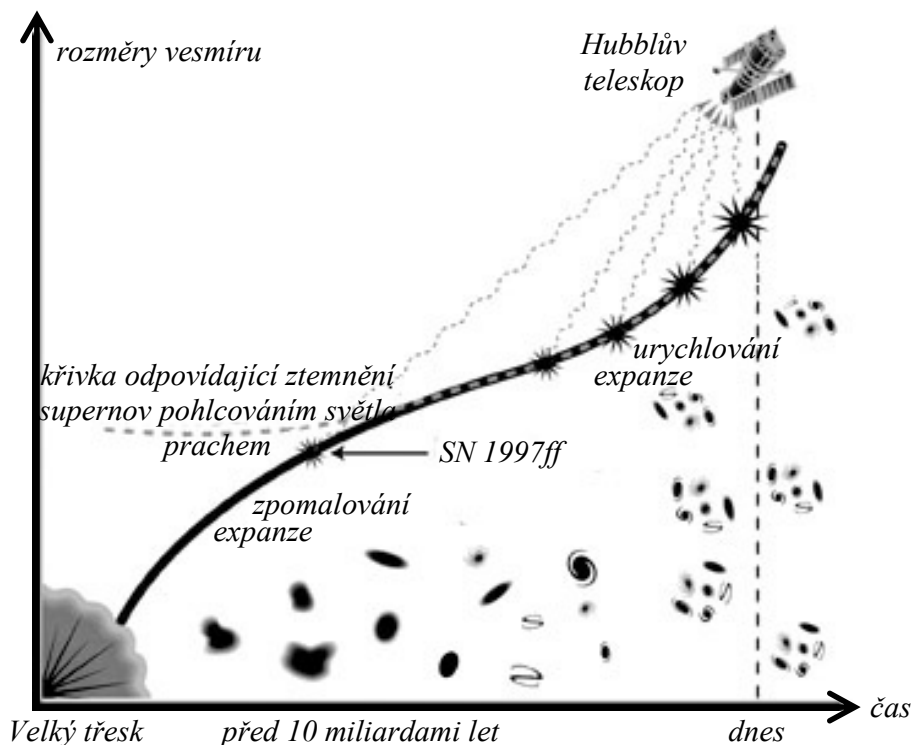
Astronomické novinky 19

Miroslav Randa*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Kosmologie

Když jsem před třemi roky psal o pozorování dosud nejvzdálenější pozorované supernovy 1997ff [1] a o tom, že z jejího pozorování kosmologové odvozují, že se nacházíme ve vesmíru, jehož **rozpínání se zrychluje**, měl jsem obavy, že jde jen o „kosmologický folklór“ a že tato šílená myšlenka snad ani nemůže přežít další objevy. Proto jsem se vyjadřoval velmi opatrně. Kupodivu však tato teorie přežila, a dokonce byla potvrzena dalšími pozorováními. Proto se musím k supernově 1997ff nyní vrátit.

Supernova 1997ff je **typu Ia**. Takové supernovy jsou velmi krátké epizody ve vývoji těsných dvojhvězd, jejichž jednou složkou je bílý trpaslík a druhou červený obr, případně hvězda hlavní posloupnosti. Hmoty v obálce obra je slabě vázaná a často přetéká na povrch bílého trpaslíka. Když hmotnost bílého trpaslíka vzroste nad Chandrasekharovu mez (1,44násobek hmotnosti Slunce), dojde k výbuchu supernovy typu Ia a mnohonásobnému zjasnění hvězdy. Protože supernovy vybuchují při stejné hmotnosti, mají v maximu všechny stejný zářivý výkon. Hodí se proto k určování vzdálenosti galaxií, v nichž vybuchly. Díky velkému zářivému výkonu se hodí i k určování vzdáleností velmi vzdálených galaxií, které pozorujeme v době, kdy z nich vylétlo světlo, tedy v mnoha případech v době, kdy byl vesmír i několikrát mladší, než dnes. Nejvzdálenější supernovy zaregistroval v uplynulých letech Hubbleův kosmický dalekohled HST (Hubble Space Telescope) díky dlouhodobému sledování oblasti v souhvězdí Velké medvědice (Hubble Deep Field – Hubbleova hluboká oblast). Při následném pozorování téže oblasti (a odečtení původního snímku) se z pozadí snímku vynořilo několik jasných bodů – vzdálených supernov.



* randam@kof.zcu.cz

Na předchozím obrázku je znázorněna současná představa o rozpínání vesmíru podle pozorování supernovy 1997ff. Obrázek jsem převzal z [2] a upravil. Po velkém třesku se vesmír rozpínal a jeho rozpínání brzdilo gravitační působení mezi normální hmotou (z atomů) a **skrytou hmotou** (jejíž podstata není známa, i když existenci skryté hmoty v galaxiích a kupách galaxií předpověděl již ve 30. letech minulého století F. Zwicky). Zhruba v polovině dnešního stáří vesmíru byla zpomalená expanze nahrazena expanzí zrychlenou, za níž je zodpovědná hmota nazývaná **skrytá energie**. Na křivce jsou vyznačeny supernovy pozorované Hubblovým teleskopem koncem minulého století. Když byly objeveny supernovy ležící „blízko nás“ (na křivce vpravo nahoře), jejichž poloha na křivce naznačovala zrychlené rozpínání vesmíru, domnívali se astronomové, že přirozenější vysvětlení je zachovat tehdejší představu o zpomalování expanze vesmíru a vysvětlit polohu supernov předpokladem o ztemnění vzdálenějších supernov pohlcováním světla kosmickým prachem.

Této hypotéze ale neodpovídá pozorování supernovy SN 1997ff: ta by musela být mnohem temnější (ležela by na křivce, která je v grafu vyznačena čárkovaně). Proto nakonec převládla **představa zrychlené expanze vesmíru**. Výhodou současné teorie je rovněž to, že vysvětlila jednoduše i další paradox: stáří vesmíru vycházelo podle současného tempa rozpínání (Hubbleova konstanta) a plochosti vesmíru na zhruba 10 miliard let; přitom stáří kulových hvězdokup, které se ve vesmíru vyskytují, bylo určeno na (14 ± 2) miliard let a kosmologové neuměli rozumně vysvětlit, jak součásti vesmíru mohou být starší než vesmír samotný.

Jalší supernovy ve velkých vzdálenostech, pozorované Hubblovým teleskopem v roce 2002 (SN 2002dc a SN 2002dd) potvrdily novou kosmologickou teorii zrychleného rozpínání vesmíru. Usedly díky svému stáří 5 a 8 miliard let na křivku na grafu na předchozí straně mezi SN1997ff a čtyři supernovy pozorované v menších vzdálenostech od nás.

Objev zrychlování expanze vesmíru podpořila také sada **měření reliktního záření** sondou **WMAP** (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe – Wilkinsonova sonda pro detekci reliktního záření). Sonda proměřila mikrovlnné záření ze všech míst oblohy, které se od hmoty oddělilo, když byl vesmír horký zhruba 3 000 K.

Právě objev **reliktního záření** v polovině šedesátých let minulého století rozhodl o správnosti teorie horkého počátku vesmíru (teorie velkého třesku), protože reliktní záření bylo touto teorií předpovězeno. Reliktním bylo nazváno proto, že ve vesmíru zbylo po rané horké fázi. V této fázi vývoje vesmíru záření interagovalo s ostatními částicemi, ale po ochlazení vesmíru pod 3 000 K už energie záření nepostačovala k rozbíjení svazků jader s elektrony, a tak ve vesmíru začaly vznikat ionty a později i neutrální atomy. Záření se už od té doby na hmotě nerozptyluje, a tak je otiskem stavu vesmíru v době 380 000 let po velkém třesku (tato zpřesněná hodnota je dalším výsledkem ondy WMAP).

Z rozboru reliktního záření získaného sondou WMAP astronomové dokázali **zpřesnit stáří vesmíru** na $(13,7 \pm 0,2)$ miliard let a určili, že vesmír se skládá z $(4,4 \pm 0,4) \%$ „normální“ (přesněji baryonní) hmoty, $(23 \pm 4) \%$ skryté hmoty a ze $(73 \pm 4) \%$ skryté energie. Dále byla zpřesněna hodnota Hubbleovy konstanty na $(71 \pm 4) \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ a bylo potvrzeno, že vesmír prošel v raném období vývoje inflační fází expanze. Překvapivě brzy se ve vesmíru objevily první hvězdy: již v době mezi 100 a 400 miliony let.

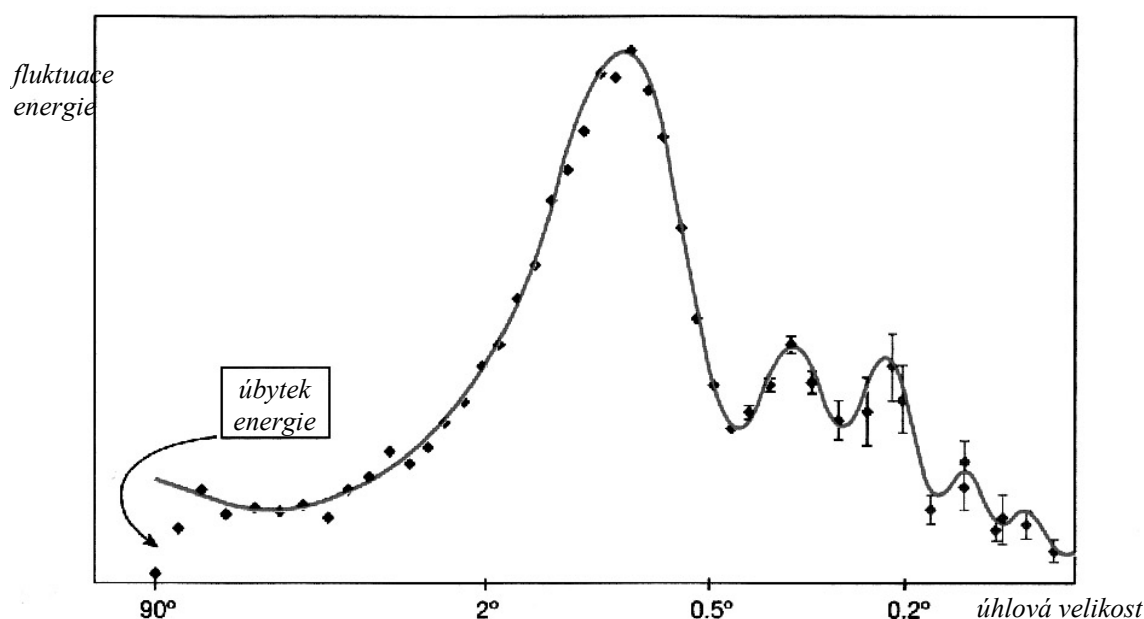
Z úhlového spektra reliktního záření (závislost energie reliktního záření na velikosti úhlového rozměru oblasti) pořízeného s rozlišením pouhých $10'$ (viz obrázek na následující straně podle [3]) astronomové očekávali odpovědi na **základní kosmologické otázky**.

První otázka se týká zakřivení vesmíru. V závislosti na hodnotě hustotního parametru Ω_0 na ni existují tři možné odpovědi: je-li $\Omega_0 = 1$, pak je hustota hmoty ve vesmíru rovna

kritické hustotě $\rho_{krit} = 10^{-26} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, prostor odpovídá euklidovskému prostoru, v němž je součet úhlů v trojúhelníku 180° a rovnoběžky zůstávají stále rovnoběžkami ve stejné vzdálenosti od sebe. Takový vesmír se obvykle nazývá **plochý** (případně euklidovský, či kritický). V případě $\Omega_0 < 1$ je hustota hmoty ve vesmíru menší, než kritická hustota, prostor odpovídá sedlové ploše, na níž je součet úhlů v trojúhelníku menší než 180° a původně rovnoběžné čáry se od sebe vzdalují. Takový vesmír se nazývá **záporně zakřivený** (případně vesmír se zápornou křivostí). Konečně jestliže je $\Omega_0 > 1$, pak je hustota hmoty ve vesmíru větší než kritická hustota, prostor odpovídá povrchu koule, v němž je součet úhlů v trojúhelníku větší než 180° a původně rovnoběžné čáry se k sobě přibližují. Takový vesmír se nazývá **kladně zakřivený** (případně vesmír s kladnou křivostí). Podle sondy WMAP je $\Omega_0 = 1,02 \pm 0,02$, všechny tři možnosti leží v rozmezí chyby, a tak si na zodpovězení této otázky musíme ještě počkat.

Druhá otázka zkoumá prostorovou konečnost či nekonečnost vesmíru. V případě prostorové konečnosti vesmíru mluvíme o **uzavřeném** vesmíru, v opačném případě o vesmíru **otevřeném**. Odpověď na tuto otázku byla ještě před novými objevy zmíněnými v tomto článku spojována s odpovědí na první otázku. V souvislosti s objevem zrychlené expanze vesmíru však získala nový význam a s první otázkou nesouvisí. Jen v případě kladně zakřiveného vesmíru je vesmír uzavřený. Všechny ostatní možnosti však zůstávají možné.

Třetí otázka se zabývá topologií vesmíru. Ani na tuto otázku však sonda nepřinesla jednoznačnou odpověď.

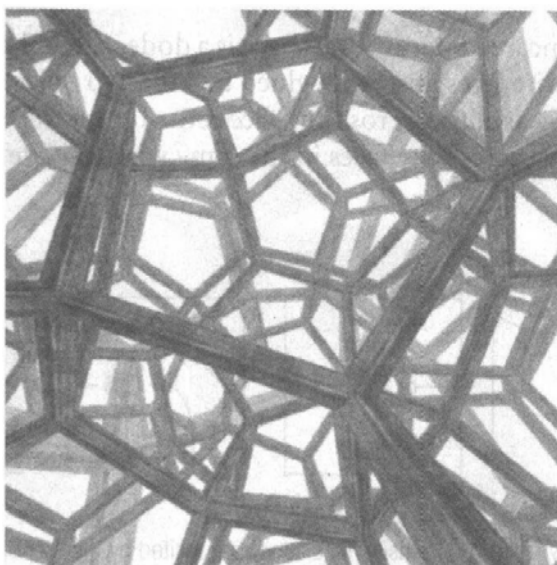


Zajímavý závěr odvodil z výsledků sondy WMAP francouzský kosmolog Jean-Pierre Luminet se svými spolupracovníky. Všiml si na grafu úhlového spektra reliktního záření **poklesu energie pro velké úhly** (větší než 60°). Tento fakt odpovídá tomu, že se ve vesmíru 380 000 let po velkém třesku nenacházely dostatečně velké nehomogenity. Pokusil se tento nesoulad s teoretickým modelem vývoje vesmíru interpretovat naprosto netradičně a jeho myšlenka se stala v loňském podzimu předmětem nadšených ohlasů a ještě častěji kritických poznámek.

Luminet vysvětlil pokles energie pro velké úhly tím, že vesmír je příliš malý, a proto nemůže obsahovat velké nehomogenity. Jeho **vesmír** je tedy docela malý, jeho současný průměr je 70 miliard světelných let (dnešními astronomickými přístroji lze dohlédnout do vzdálenosti

přibližně 12 miliard světelných let), je kladně zakřivený, a tedy uzavřený. Luminet se spolupracovníky se pokusili odpovědět i na třetí základní otázku a došli matematicky k překvapivé topologii odpovídající hodnotě $\Omega_0 = 1,013$.

Podle článku v časopisu Nature [4] si představují vesmír jako Poincarého nadkouli vnořenou do čtyřrozměrného prostoru. To si ovšem dovede představit jen málokdo: proto byl článek doplněn obrázkem **trojrozměrného dvanáctistěnu** (složeného z dvanácti pravidelných pětiúhelníků), poněkud nafouknutého, aby se jeho tvar blížil kouli. Luminet se domnívá, že náš vesmír se skládá ze 120 takových útvarů uspořádaných těsně vedle sebe. Díky uzavřenému vesmíru bychom však mohli teoreticky pozorovat nekonečnou síť takových dvanáctistěnů.



I když Luminetova myšlenka vypadá dost šíleně, je otázkou, zda je tak šílená, aby mohla být i pravdivá, nebo zda jde o myšlenku, která bude mít jen jepičí život. To nám pomohou rozhodnout následující roky. Luminetův tým totiž nabízí hned dvě **testovatelné předpovědi**: první předpověď je ověření hodnoty konstanty Ω_0 ; podle druhé předpovědi bychom měli na různých místech oblohy pozorovat ve spektru reliktního záření šest dvojic kruhových struktur o úhlovém poloměru 35° , které zatím marně hledají američtí kosmologové pod vedením Davida Spergela.

Vzhledem k tomu, že vše je založeno jen na předběžných výsledcích sondy WMAP pořízených v průběhu prvního roku, můžeme se těšit

na výsledky z dalších snímků reliktního záření. Zároveň se očekávají další významné objevy i od přístrojů sondy Planck, která se má do vesmíru vypravit již v roce 2007.

Literatura:

- [1] Randa M.: *Astronomické novinky 16*. Školská fyzika **VII**, č. 1 (2001), 59.
- [2] <<http://hubble.stsci.edu/newscenter/newsdesk/archive/releases/2001/09/>> *HubbleSite: Blast from the Past: Farthest Supernova Ever Seen Sheds Light on Dark Universe* (anglicky).
- [3] Ellis G. F. R.: *The shape of the Universe*. Nature 425, 9. 10. 2003, 566.
- [4] Luminet J.-P. a kol.: *Dodecahedral space topology as an explanation for weak wide-angle temperature correlations in the cosmic microwave background*. Nature 425, 9. 10. 2003, 593.

Úspěšní řešitelé FO 2003/2004 kategorií A–D v regionech

JIHOČESKÝ KRAJ

kategorie A

- | | | | |
|------------------------|-------------------------------|--------|------|
| 1. Boček Karel | G České Budějovice, Jírovцова | 4.A | 30,0 |
| 2. Pilát Martin | G České Budějovice, Česká | 8.E | 28,0 |
| 3. Hála Pavel | G Český Krumlov | oktáva | 26,0 |
- 4. Zemek Ondřej** (G České Budějovice, Jírovцова, 4.A, 20,0) **5. Dvořák Pavel** (G České Budějovice, Česká, VIII.A, 18,0) **6. Rada Jakub** (G České Budějovice, Česká, VIII.A, 16,0)

kategorie B

- | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|---------|------|
| 1. Špuláková Eva | G Třeboň | septima | 36,0 |
| 2. Vácha Karel | G Český Krumlov | septima | 25,0 |
| 3. Čunát Vladimír | G České Budějovice, Jírovцова | 3.A | 24,5 |
- 4. Vald Denis** (G České Budějovice, Jírovцова, 3.A, 17,5) **5. Václavík Jiří** (G Strakonice, Máchova, 3.A, 16,0)

kategorie C

- | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-----|------|
| 1.–2. Trnka Tomáš | G České Budějovice, Jírovцова | 2.A | 30,0 |
| 1.–2. Křepela Martin | G České Budějovice, Jírovцова | 2.A | 30,0 |
| 3. Benhák Pavel | G České Budějovice, Jírovцова | 2.A | 29,5 |
- 4. Lehečková Eliška** (G České Budějovice, Česká, 6.E, 27,0) **5. Lvová Michaela** (G České Budějovice, Jírovцова, 2.B, 26,0) **6. Chval Martin** (OA a G Vimperk, 6.G, 24,0) **7.–8. Křišťan Petr** (SPŠ a VOŠ Písek, A2.S, 22,5) **7. až 8. Voglová Andrea** (G České Budějovice, Jírovцова, VI., 22,5) **9. Jindra Tomáš** (G České Budějovice, Česká, sexta, 22,0) **10. Benek Ondřej** (G J. V. Jirsíka České Budějovice, sexta, 19,5) **11. Orel Josef** (G Tábor, V6.G, 18,0) **12. Krčmář Jindřich** (G České Budějovice, Jírovцова, VI., 17,0) **13.–14. Kuchař Jan** (G Tábor, V6.G, 16,0) **13. až 14. Ptáčník Jan** (G Strakonice, Máchova, 2.A, 16,0) **15. Blažek Jiří** (ZŠ České Budějovice, Nerudova, IX.D, 15,5) **16.–17. Chovítek Jakub** (G Strakonice, Máchova, 2.A, 14,0) **16.–17. Štěpánek Ladislav** (G Písek, 2.A, 14,0)

kategorie D

- | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|--------|------|
| 1. Chuchel Karel | G České Budějovice, Jírovцова | kvinta | 40,0 |
| 2. Pihera Josef | G Strakonice | kvinta | 37,0 |
| 3. Pavelka Michal | G Strakonice | 1.A | 36,0 |
- 4. Loucký Jakub** (G Písek, 5.O, 33,0) **5. Jindrová Tereza** (G České Budějovice, Česká, V.E, 32,0) **6.–7. Kabelá Adam** (G České Budějovice, Jírovцова, kvinta, 30,0) **6.–7. Černý Vladimír** (SPŠ Písek, A1.S, 30,0) **8. Chaloupka Miloš** (G Tábor, V5G, 26,0) **9. Hošek Radim** (G České Budějovice, Jírovцова, kvinta, 24,0) **10. až 12. Špak Josef** (G České Budějovice, Jírovцова, kvinta, 22,0) **10.–12. Haruda Rostislav** (SPŠ strojnická Tábor, ILa, 22,0) **10.–12. Vošta Zdeněk** (G České Budějovice, Jírovцова, 1.A, 22,0) **13. Broulím Jan** (SPŠ Písek, A1.S, 20,0) **14.–15. Dusilová Adéla** (G České Budějovice, Česká, kvinta, 19,0) **14.–15. Kukrálová Jana** (G České Budějovice, Česká, V.A, 19,0) **16. Hospodářská Petra** (G J. V. Jirsíka České Budějovice, V.E, 18,0) **17.–18. Stara Jiří** (G České Budějovice, Česká, kvinta, 17,0) **17.–18. Augustovič Jan** (G České Budějovice, Jírovцова, V., 17,0) **19. Hanousek Jiří** (G J. V. Jirsíka České Budějovice, V.E, 15,0)

JIHOMORAVSKÝ KRAJ

kategorie A

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|------|
| 1. Novotný Petr | G Brno, Vídeňská | 32,0 |
| 2. Rebelka Tomáš | G Brno, Vídeňská | 31,0 |
| 3. Dražan Sven | G Brno, tř. Kpt. Jaroše | 30,0 |
- 4. Kala Vítězslav** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 27,0) **5. Fabriková Jana** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 26,0) **6.–7. Michelfeit Jan** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 25,0) **6.–7. Strmisková Lucie** (G Kyjov, 25,0) **8. Žabenský Martin** (G Břeclav, 19,0) **9. Křivánek Jan** (G Brno, Vídeňská, 18,0) **10. Vrbka Jan** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 16,0) **11. Stria Jan** (G Boskovice, 15,0)

kategorie B

- | | | |
|---------------------------|------------------|------|
| 1. Stražil Ivo | G Brno, Vídeňská | 32,0 |
| 2. Košar Vlastimil | G Brno, Vídeňská | 27,5 |
| 3. Zapletal Ondřej | G Brno, Křenová | 24,0 |
- 4.–5. Klouda Pavel** (G Kyjov, 21,5) **4.–5. Procházka Vojtěch** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 21,5) **6. Pavelka Jan** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 21,0) **7. Látal Jan** (G Brno, T. Novákové, 18,5) **8. Zvěřina Václav** (G Brno, Barvičova, 17,0) **9. Hloska Jiří** (G Brno, T. Novákové, 15,0) **10. Žabenský Martin** (G Břeclav, 14,5)

kategorie C

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|------|
| 1. Podolník Aleš | G Brno, tř. Kpt. Jaroše | 38,0 |
| 2. Smital Petr | G Brno, tř. Kpt. Jaroše | 32,0 |
| 3. Pracný Jakub | G Brno, tř. Kpt. Jaroše | 30,0 |
- 4. Pícha Alexandr** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 28,5) **5. Křivánek Martin** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 28,0) **6. Zelinka Jiří** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 27,5) **7.–8. Hrubý Miroslav** (G Brno, Barvičova, 27,0) **7.–8. Malá Petra** (G Moravský Krumlov, 27,0) **9. Novotná Pavlína** (G Kyjov, 26,0) **10. Rygl Jan** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 25,5) **11. Opršal Jakub** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 25,0) **12.–13. Herzánová Lenka** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 24,0) **12.–13. Uher Václav** (G Břeclav, 24,0) **14. Konečný Martin** (G Boskovice, 23,5) **15.–16. Plass Petr** (G Mikulov, 23,0) **15.–16. Říha Vojtěch** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 23,0) **17.–19. Bukatovič Martin** (G Blansko, 22,5) **17.–19. Kočí Pavel** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 22,5) **17.–19. Michele Ondřej** (G Brno, T. Novákové, 22,5) **20.–21. Schlosser Radek** (G Zastávka, 22,0) **20.–21. Šachl Libor** (G Brno, T. Novákové, 22,0) **22. Horká Petra** (G Brno, Vídeňská, 21,5) **23.–25. Bastl Petr** (G Brno, Vídeňská, 19,5) **23.–25. Hlavatý Ivo** (G Ivančice, 19,5) **23.–25. Osička Petr** (G Hustopeče, 19,5) **26. Šperka Jiří** (G Blansko, 17,5) **27. Jamborová Soňa** (G Mikulov, 15,5)

kategorie D

- | | | |
|--------------------------|-------------------------|------|
| 1. Konečný Zbyněk | G Brno, tř. Kpt. Jaroše | 39,5 |
| 2. Rozbořil Filip | G Boskovice | 38,0 |
| 3. Kočí Martin | G Brno, tř. Kpt. Jaroše | 35,0 |
- 4. Chvátal Martin** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 31,0) **5. Jirků Hana** (G Brno, T. Novákové, 28,0) **6. Horák Tomáš** (G Hustopeče, 26,0) **7. Salajka Michal** (G Břeclav, 24,5) **8. Hamerník Lukáš** (G Tišnov, 24,0) **9. Garšicová Beata** (G Brno, Vídeňská, 23,5) **10.–13. Kaleta Marek** (G Brno, T. Novákové, 22,0) **10.–13. Krátký Stanislav** (G Boskovice, 22,0) **10.–13. Petrá Roman** (G Břeclav, 22,0) **10.–13. Potůček Jiří** (G Blansko, 22,0) **14. až 15. Moravcová Kateřina** (G Znojmo, 21,5) **14.–15. Peňáz Ondřej** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 21,5) **16. Jurtíková Veronika** (G Brno, T. Novákové, 21,0) **17.–19. Horáček Tomáš** (G Brno, Křenová, 20,0) **17.–19. Paulík Jan** (G Brno, Vídeňská, 20,0) **17.–19. Svoboda Martin** (G Židlochovice, 20,0) **20. Krejčová Ilona** (G Zastávka, 16,5) **21.–23. Hapla Martin** (G Blansko, 16,0) **21.–23. Krejčová Kristýna** (G Tišnov, 16,0) **21.–23. Melichárková Kristýna** (G Brno, Vídeňská, 16,0) **24. Fabriková Lucie** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 15,0) **25. Stříbrná Hana** (G Brno, Žižkova, 14,5) **26. Koupý Petr** (G Blansko, 14,0)

KARLOVARSKÝ KRAJ

kategorie A

1. Dohnal Petr	G Sokolov	8.A	RNDr. Hana Veselá	27,0
2. Fazekaš Jan	ISŠTE Sokolov	4.TL	Mgr. Pavel Mader	18,0

kategorie C

1. Černohorská Eva	PČG KV	VI.A	RNDr. Jan Thomas	28,0
2. Heczko Jan	G Cheb	6.B	Mgr. Vítězslav Kubín	26,0
3. Koukal Petr	G Sokolov	6.A	Mgr. Marcela Chlupová	16,5

kategorie D

1. Červenkov Daniel	PČG KV	V.B	RNDr. Věra Sikorová	38,0
2. Pekáček Zdeněk	PČG KV	V.B	RNDr. Věra Sikorová	27,5
3. Klouda Lukáš	G Sokolov	1.E	Mgr. Jiří Bouška	18,0

KRAJ VYSOČINA

kategorie A

1. Houštěk Petr	G Pelhřimov	septima B	34,0
2. Fikrle Michal	G Pelhřimov	oktáva A	30,5
3. Sommer Vladimír	G Žďár nad Sázavou	4.B	25,5

4. Pitka Lukáš (G Žďár nad Sázavou, oktáva A, 22,0) 5.–6. Witiska Michal (G Jihlava, oktáva B, 21,0) 5. až 6. Solař Pavel (G Třebíč, oktáva, 21,0) 7. Semerád Jirí (G Humpolec, oktáva B, 20,5) 8. Lavička Petr (G Jihlava, 3.B, 20,0) 9. Janák Josef (G Velké Meziříčí, 8.A, 19,5) 10. Jarošová Lydie (G Jihlava, 3.C, 17,0) 11. Kváš Rostislav (G Jihlava, 3.B, 15,5)

kategorie B

1. Houštěk Petr	G Pelhřimov	septima	35,0
2. Kváš Rostislav	G Jihlava	3.B	25,0
3. Novotný Jan	Havlíčkův Brod	3.	23,5
4. Jarošová Lydie (G Jihlava, 3.C, 16,0)			

kategorie C

1. Musil Petr	G Moravské Budějovice	4.C	32,0
2. Hoferek Vojtěch	G Žďár nad Sázavou	sexta	26,5
3. Fiala Jiří	G Moravské Budějovice	2.A	24,5

4. Krejčí Jakub (G Pelhřimov, 21,0) 5. Jirků Radek (G Pelhřimov, 19,5) 6. Zezulová Eva (G Žďár nad Sázavou, 17,5) 7.–8. Hronek Vladimír (G Pelhřimov, sexta, 16,0) 7.–8. Havlík Vojtěch (G Telč, 16,0) 9.–10. Svoboda Jiří (G Humpolec, sexta, 15,0) 9.–10. Dvořák Petr (SPŠ Jihlava, ST2, 15,0) 11.–12. Matějka Ondřej (G Moravské Budějovice, 2.A, 14,5) 11.–12. Humlíčková Olga (G Žďár nad Sázavou, 2.B, 14,5)

kategorie D

1.–2. Malenová Gabriela	G Třebíč	kvinta	30,0
1.–2. Sobotka Miloslav	G Žďár nad Sázavou	1.B	30,0
3.–5. Bulant Martin	G Jihlava	kvinta	23,0
3.–5. Chládek Martin	G Žďár nad Sázavou	kvinta	23,0

3.–5. Jirka Martin G Jihlava 1.A 23,0

6. Paták Jan (G Pelhřimov, kvinta, 22,0) **7. Matoušek Vojtěch** (G Žďár nad Sázavou, kvinta, 21,0) **8. až 9. Bukáček Marek** (G Havlíčkův Brod, kvinta, 20,0) **8.–9. Khirnov Anton** (G Pelhřimov, 1.A, 20,0) **10. až 12. Dvořák Jan** (G Havlíčkův Brod, kvinta, 19,0) **10.–12. Dvořák Milan** (G Nové Město na Moravě, 5.A, 19,0) **10.–12. Pártl Ondřej** (G Havlíčkův Brod, 1., 19,0) **13.–15. Krejčová Bohuslava** (G Žďár nad Sázavou, kvinta, 18,0) **13.–15. Kurka Tomáš** (G Třebíč, 5.G, 18,0) **13.–15. Sobotka Jan** (G Žďár nad Sázavou, 1.B, 18,0) **16. Ptáček Filip** (G Žďár nad Sázavou, kvinta, 17,0) **17. Šimetingr František** (G Velké Meziříčí, 1.C, 17,0) **18. Dvořák Petr** (G Nové Město na Moravě, 1.B, 14,0)

KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ

kategorie A

1. Ringel Matouš	G Broumov	Vodňanská	39,0
2. Moláček Jan	G J. K. Tyla Hradec Králové	Kratochvíl	38,0
3. Rozlívková Zuzana	G B. Němcové Hradec Králové	Šáda	28,0

4. Hanousková Jitka (G Trutnov, Turek, 22,0) **5. Kubeček Jakub** (Centrum odborné přípravy Hronov, Štirand, 20,0) **6.–7. Selecký Martin** (G B. Němcové Hradec Králové, Šáda, 18,0) **6.–7. Špryňar Pavel** (G B. Němcové Hradec Králové, Šáda, 18,0) **8. Voltr Petr** (G J. K. Tyla Hradec Králové, Kratochvíl, 17,0) **9. Váňa Zdeněk** (Centrum odborné přípravy Hronov, Štirand, 15,0) **10. Šedek Jindřich** (Jiráskovo G Náchod, Polák, 14,0)

kategorie B

1. Kvasničák Josef	G Trutnov	Budárek	24,0
2. Novák Ondřej	G B. Němcové Hradec Králové	Urban	23,5
3.–4. Jíša Jan	G Trutnov	Budárek	18,0
3.–4. Kadlec Lukáš	G B. Němcové Hradec Králové	Urban	18,0

kategorie C

1. Bednář Jan	Centrum odborné přípravy Hronov	Štirand	28,0
2. Šimůnek Libor	G J. K. Tyla Hradec Králové	Kratochvíl	25,5
3. Valášek Jan	G Broumov	Šlajs	23,5

4. Voltr Jan (G J. K. Tyla Hradec Králové, Kratochvíl, 23,0) **5. Darebník Martin** (Jiráskovo G Náchod, Brát, 21,0) **6. Masaia Aleh** (G a SOŠ Jaroměř (Glos, 19,0) **7. Kadaník Jiří** (Jiráskovo G Náchod, Polák, 16,0)

kategorie D

1.–2. Petr Martin	G J. K. Tyla Hradec Králové	Kratochvíl	36,0
1.–2. Šimůnek Dominik	Lepařovo G Jičín	Jodasová	36,0
3. Šourek Gustav	Jiráskovo G Náchod	Polák	35,0

4.–5. Novotný Lukáš (G J. K. Tyla Hradec Králové, Kratochvíl, 32,0) **4.–5. Stránský Jan** (G Dobruška, Šestáková, 32,0) **6. Dundálek Jakub** (Jiráskovo G Náchod, Polák, 31,0) **7. Martinec Tomáš** (SPŠE Dobruška, Mračnová, 28,0) **8. Kuchyňa Pavel** (G B. Němcové Hradec Králové, Strnadová, 26,0) **9. Navrátil Michal** (Lepařovo G Jičín, Jodasová, 25,0) **10. Suchánková Petra** (Jiráskovo G Náchod, Polák, 23,0) **11.–12. Polák Petr** (Jiráskovo G Náchod, Polák, Klemenc, 22,0) **11.–12. Špaček Antonín** (Jiráskovo G Náchod, Zikmundová, 22,0) **13. Šmída Zdeněk** (G J. K. Tyla Hradec Králové, Hubeňáková, 21,0) **14. Kulhánek Martin** (G B. Němcové Hradec Králové, Šáda, 18,0) **15. Dovol Václav** (Lepařovo G Jičín, Jodasová, 17,0) **16. Petránek Karel** (Jiráskovo G Náchod, Klemenc, 16,0) **17. Horáček Martin** (G Nová Paka, Křeček, 15,0)

LIBERECKÝ KRAJ

kategorie A

1. Uxa Štěpán	G. Jilemnice	31,0
2. Pušman Jan	G. Jablonec, Dr. Randy	22,0
3. Svoboda Martin	G. F. X. Šaldy Liberec	16,0

kategorie B

1. Vosolobě Stanislav	G Jablonec, U Balvanu	23,0
2. Skála Vladimír	G a Sportovní G Jilemnice	18,7
3. Pavlů Tomáš	G Liberec, Jeronýmova	18,0
4. Jakubov Ondřej	(G F. X. Šaldy Liberec, 14,0)	

kategorie C

1. Kudláček Ondřej	G Liberec, Jeronýmova	32,00
2. Hrnčíř Jan	G F. X. Šaldy Liberec	30,00
3. Mixánek Bohdan	G Jablonec, U Balvanu	26,00
4. Zdražil Petr (G Turnov, 24,25) 5. Filek Jaroslav (G Česká Lípa, 23,50) 6. Břečka Jakub (G a Sportovní G Jablonec, 23,00) 7. Koštejn Martin (G Liberec, Jeronýmova, 18,50) 8. Iser Jan (G Jablonec, U Balvanu, 17,25)		

kategorie D

1. Hoskovec Antonín	G Jablonec, U Balvanu	28,0
2. Sehnoutková Michaela	G Liberec, Jeronýmova	26,0
3. Veselý Matyáš	G Liberec, Jeronýmova	22,0
4. Jirouš Vlastimil (G I. Olbracht Semily, 21,0) 5. Kettner Miroslav (G Liberec, Jeronýmova, 20,0) 6. Synek Jan (G a Sportovní G Jilemnice, 18,0) 7. Dvořáková Lucie (G Liberec, Jeronýmova, 14,0)		

MORAVSKOSLEZSKÝ KRAJ

kategorie A

1. Gavenčiak Tomáš	G M. Koperníka Bílovec	4.C	Mgr. J. Fojtů	33,0
2. Glatz Ondřej	G M. Koperníka Bílovec	4.C	Mgr. J. Fojtů	30,0
3. Motloch Pavel	G P. Bezruče Frýdek-Místek	3.A	Mgr. V. Pechová	29,0
4. Havel Aleš (G Frenštát pod Radhoštěm, 8., Dr. T. Jenišťová, 28,0) 5. Menšík Martin (Matiční G Ostrava, 4.A, Ing. V. Dresler, 23,0) 6. Endel Petr (Matiční G Ostrava, 8.A, Mgr. P. Smyček, 22,0) 7. Haladej Aleš (G Frýdek-Místek, T. G. Masaryka, 4.A, Mgr. L. Lepík, 16,0)				

kategorie B

1. Motloch Pavel	G P. Bezruče Frýdek-Místek	3.A	Mgr. V. Pechová	29,0
2. Vojtek Tomáš	G Havířov, Komenského	7.B	Mgr. M. Koppová	25,0
3. Safernová Zuzana	G M. Koperníka Bílovec	3.C	Dr. R. Horáková	16,0
4. Špaček Michal (G Frenštát pod Radhoštěm, 7.A, Dr. J. Šebetovský, 14,0)				

kategorie C

1. Kubetta Adam	G M. Koperníka Bílovec	2.C	Mgr. J. Fojtů	30,0
2.–3. Holík Miloslav	G M. Koperníka Bílovec	2.C	Mgr. J. Fojtů	29,0
2.–3. Josieková Monika	G Český Těšín, Havlíčkova	2.C	Mgr. Sladeczková	29,0

4. Vansa Radim (Matiční G Ostrava, 6.B, Mgr. S. Tichý, 27,0) **5. Kučera Michael** (G M. Koperníka Bílovec, 2.C, Mgr. J. Fojtů, 22,5) **6. Bury Tomáš** (G Krnov, 2.B, Mgr. F. Andziol, 20,5) **7.–8. Kunčar Jiří** (G M. Koperníka Bílovec, 2.C, 19,5) **7.–8. Solný Pavel** (Mendelovo G Opava, 6.A, 19,5) **9.–10. Gajdacz Miroslav** (G Český Těšín, 2.B, 18,0) **9.–10. Hrubíš Cyril** (G M. Koperníka Bílovec, 2.C, 18,0) **11. Sopuch Zbyněk** (Masarykovo G Příbor, 6., 17,0) **12.–13. Kotrová Michaela** (G Havířov, Studentská, 6., 15,0) **12.–13. Návrat Jan** (G Havířov, Komenského, 6.B, 15,0) **14. Graf Miroslav** (Mendelovo G Opava, 6.B, 14,0)

kategorie D

1. Princ Tomáš	G Ostrava-Poruba, Čs. exilu	1.D	Mgr. A. Balnar	36,0
2. Kaděra Miroslav	G P. Bezruče Frýdek-Místek	3.A	Mgr. V. Pechová	35,0
3.–4. Hadamčík Lukáš	Mendelovo G Opava	1.E	Dr. H. Koutný	33,0
3.–4. Štufka Miroslav	G M. Koperníka Bílovec	1.C	Mgr. A. Münstrová	33,0

5.–6. Orava Vít (G M. Koperníka Bílovec, 1.C, Mgr. A. Münstrová, 27,0) **5.–6. Posker Jiří** (G Český Těšín, 1.A, Mgr. J. Černohorský, 27,0) **7. Kučírková Eva** (G Třinec, 3.A, 26,0) **8. Zedník Lukáš** (SPŠE Frenštát pod Radhoštěm, 1.A, 24,0) **9.–10. Kaluža Marian** (G Český Těšín, 1., 23,0) **9.–10. Svoboda Ondřej** (Mendelovo G Opava, 5.A, 23,0) **11.–12. Dluhoš Petr** (Mendelovo G Opava, 5.A, 21,0) **11.–12. Sikora Zbigniew** (G Český Těšín, 1., 21,0) **13.–14. Matura Dalibor** (G M. Koperníka Bílovec, 1.C, 18,0) **13.–14. Pustelník Aleš** (G Hlučín, 1.B, 18,0) **15. Kříž Radim** (G Nový Jičín, 1., 17,0)

OLOMOUCKÝ KRAJ

kategorie A

1. Hrudíková Jana	G J. Škody Přerov	VIII.C	Jaromír Fiurášek	35,5
2. Paloncý Pavel	G Šumperk	4.A	Radomír Strnad	19,5
3. Váňa Petr	SPŠE Mohelnice	4C	Jana Skopalová	19,0

4. Kaštil Jiří (G J. Škody Přerov, VIII.D, Jaromír Fiurášek, 17,0) **5. Trávníček Tomáš** (Slovanské G Olomouc, 4.B, Jan Mikulka, 16,5)

kategorie B

1. Vrtný Petr	G Jeseník	7.A	Marie Matějovská	19,5
2.–3. Slimáček Václav	GFP Valašské Meziříčí	5.E	Hynek Bartošek	17,5
2.–3. Pilát Matěj	Slovanské G Olomouc	VII.F	Gabriela Hlačíková	17,5

4. Horký Jiří (G J. Škody Přerov, VII.a, Petr Hutečka, 15,0)

kategorie C

1.–2. Hapala Michal	G Hranice	V4A	Dana Kubešová	31,0
1.–2. Karlík Ondřej	G J. Škody Přerov	VI.b	Marta Lupačová	31,0
3. Bednárik Tomáš	Masarykovo G Vsetín	2.C	Jan Kadula	28,0

4. Musálek Lubomír (G Rýmařov, VI., Jiří Zahradník, 26,0) **5.–6. Černohouz Zdeněk** (Slovanské G Olomouc, VI.F, Romana Lachnitová, 22,0) **5.–6. Pospíšil Jaromír** (G Šternberk, VI.A, Miroslav Komsa, 22,0) **7. Přemyslovský Martin** (G J. Škody Přerov, VI.b, Marta Lupačová, 21,5) **8. Pospíšil Aleš** (G J. Škody Přerov, VI.b, Marta Lupačová, 20,5) **9.–10. Blechta Jan** (G Jeseník, 6.A, Libor Malý, 20,0) **9.–10. Miková Martina** (G Olomouc-Hejčín, 2.A, Dana Pauková, 20,0) **11. Žůrek Miroslav** (Masarykovo G Vsetín, sexta B, RNDr. Jiří Kincl, 19,0) **12. Sedláček Petr** (Slovanské G Olomouc, 2.C, Josef Látal, 18,5) **13.–15. Halaš Rostislav** (G J. Wolkera Prostějov, O6.A, Marie Jančíková, 18,0) **13.–15. Kašík Josef** (G Jeseník, 6.A, Libor Malý, 18,0) **13.–15. Šrámek Jan** (G J. Škody Přerov, VI.b, Marta Lupačová, 18,0) **16. Sekera Lukáš** (G J. Škody Přerov, VI.b, Marta Lupačová, 17,0) **17. Frélich Lukáš** (G J. Škody Přerov, VI.b, Marta Lupačová, 16,5) **18.–19. Fidler Tomáš** (G Šternberk, VI.A, Miroslav Komsa, 16,0) **20. Grasse Lukáš** (Slovanské G Olomouc, VI.F, Romana Lachnitová, 14,0)

kategorie D

1. Navrátil Vít	Slovanské G Olomouc	V.E	Romana Lachnitová	38,0
2.-3. Paloncýová Markéta	G Šumperk	1.C	Marie Talandová	37,0
2.-3. Sedlář Martin	G J. Opletala Litovel	1.A	Dana Baránková	37,0

4. Faltýnková Anežka (G J. Škody Přerov, 1.a, Jaromír Fiurášek, 35,5) **5.-6. Pavel Linhart** (G Šternberk, kvinta A, Miroslav Komsa, 34,0) **5.-6. Tereza Kulatá** (G Šternberk, kvinta A, Miroslav Komsa, 34,0) **7. Pechal Radim** (SPŠE Rožnov pod Radhoštěm, S1, Anna Konečná, 33,0) **8. Daněk Jiří** (G J. Wolkera Prostějov, O5.A, Petr Janeček, 32,0) **9. Emanuel Buzek** (Masarykovo G Vsetín, 1.C, Dagmar Horká, 31,5) **10. Kozák Štěpán** (G Jeseník, 5.A, Milena Králová, 29,0) **11. Beneš Daniel** (G Jeseník, 5.B, Marie Matějovská, 27,5) **12. Zouhar Jakub** (Slovanské G Olomouc, 1.B, Martina Malínková, 26,0) **13.-14. Novotný Marek** (G Hranice, V3A, Dagmar Kolářová, 24,0) **13.-14. Táborský Jiří** (Slovanské G Olomouc, V.E, Romana Lachnitová, 24,0) **15.-16. Labounek René** (G J. Wolkera Prostějov, O5.A, Petr Janeček, 23,0) **15.-16. Stránský Jiří** (G Olomouc-Hejčín, 5A8, Jaroslav Kořenek, 23,0) **17. Faltíčko Martin** (Slovanské G Olomouc, 1.B, Martina Malínková, 22,5) **18. Sekera Ondřej** (SPŠ Přerov, L1, Josef Trefílek, 22,0) **19. Klikáč Jan** (Městské osmileté G Bruntál, 5.A, Dagmar Hisemová, 21,5) **20. Žák Tomáš** (G J. Wolkera Prostějov, O5.A, Petr Janeček, 20,5) **21. Hopjan Miroslav** (G Zábřeh, 5.A, Martin Paclík, 17,0)

PARDUBICKÝ KRAJ

kategorie A

1. Matějová Jana	SPŠS Chrudim	Mgr. Jarešová	33,0
2. Morávek Petr	G Pardubice, Dašická	RNDr. Vícha	31,5
3. Kučera Pavel	G Pardubice, Dašická	RNDr. Vícha	25,5

4. Kutílek Jakub (G Pardubice, Dašická, RNDr. Vícha, 18,0) **5. Poulová Ivana** (G Chrudim, Mgr. Svačinková, 15,5) **6. Scholleová Barbora** (G Pardubice, Dašická, Mgr. Herudková, RNDr. Vícha, 14,5)

kategorie B

1. Kučera Pavel	G Pardubice, Dašická	RNDr. Vícha	34,5
2. Daněk Kamil	G Pardubice, Dašická	RNDr. Vícha	29,5
3. Kutílek Jakub	G Pardubice, Dašická	RNDr. Vícha	27,0

4. Morávek Petr (G Pardubice, Dašická, RNDr. Vícha, 24,0) **5. Scholleová Barbora** (G Pardubice, Dašická, Mgr. Herudková, RNDr. Vícha, 20,0) **6.-7. Rosová Eva** (G Pardubice, Dašická, RNDr. Vícha, 16,0) **6.-7. Dvořák Filip** (G Pardubice, Dašická, RNDr. Vícha, 16,0) **8. Komínek Jan** (G Chrudim, Mgr. Svačinková, 14,0)

kategorie C

1. Klimošová Tereza	G Lanškroun	Mgr. Najmanová	31,0
2. Kožený Martin	G Pardubice Sasická	Mgr. Šrollová	29,0
3.-4. Šediváková Helena	G Pardubice Dašická	Mgr. Geřábková	26,5
3.-4. Šiffel Erik	G Žamberk	Mgr. Zahrádková, Mgr. Vych	26,5

5. Skořepa Jan (G Pardubice Dašická, Mgr. Šrollová, 25,5) **6. Novák Jiří** (SPŠE Pardubice, Mgr. Ing. Švadlenka, 24,0) **7. Pecinová Magda** (G Pardubice Dašická, Mgr. Šrollová, 22,0) **8. Stodolová Kristýna** (G Polička, Mgr. Sigl, 21,0) **9. Rybička Jan** (G Chrudim, Mgr. Svačinková, 20,5)

kategorie D

1.-2. Havran Jiří	G Polička	Mgr. Sigl	40,0
1.-2. Scholle Marek	G Pardubice Dašická	Mgr. Šrollová	40,0
3. Štěpánek Lubomír	G Pardubice Dašická	Mgr. Kycl	33,0

4. Ridl Václav (G Polička, Mgr. Sigl, 29,0) **5. Veselá Jana** (SPŠS Chrudim, Mgr. Jarešová, 28,0) **6. Macháček Jiří** (G Žamberk, Mgr. Zahrádková, 23,0) **7. Šrámek Přemysl** (G Pardubice Dašická, PaedDr. Eliášová, 19,5)

Úspěšní řešitelé FO 2003/2004 kategorií A–D v regionech

8. Karas Pavel (G Ústí nad Orlicí, Mgr. Hoffmann, 19,0) **9. Kácovský Petr** (G Pardubice Dašická, PaedDr. Eliášová, 18,0) **10. Bartoš Ondřej** (G Jevíčko, Mgr. Janeček, 17,5)

PLZEŇSKÝ KRAJ

kategorie A

- | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------|------------------|------|
| 1. Kohout Jiří | G Plzeň, Mikulášské nám. | oktáva A | Mgr. Jan Hosnedl | 25,0 |
| 2. Fischer Josef | VOŠ a SPŠE Plzeň | 4.C | | 22,5 |
| 3. Michálek Tomáš | G J. Vrchlického Klatovy | oktáva C | Josef Veselý | 22,0 |

4.–5. Stružinský Miroslav (G J. Vrchlického Klatovy, 4.A, Josef Veselý, 20,5) **4.–5. Plánička Stanislav** (G J. Vrchlického Klatovy, oktáva C, Josef Veselý, 20,5) **6.–7. Kůs Vlastimil** (VOŠ a SPŠE Plzeň, 4.C, 14,0) **6. až 7. Nová Alena** (G Plzeň, Mikulášské nám., oktáva A, Mgr. Jan Hosnedl, 14,0)

kategorie B

- | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------|---------------|------|
| 1. Bulín Jakub | G Plzeň, Mikulášské nám. | septima A | Josef Trneček | 26,0 |
| 2. Ibehej Tomáš | G Plzeň, Mikulášské nám. | 3.AA | Pavel Růžička | 19,5 |
| 3. Haviar Stanislav | G J. Vrchlického Klatovy | septima A | Josef Veselý | 18,5 |

4. Hlous Jan (G Plasy, septima B, Jiří Motis, 17,0) **5. Filo Pavel** (G Tachov, kvinta B, Zdeňka Kutláková, 16,5) **6. Paták Pavel** (G Sušice, septima A, Petr Mazanec, 15,0)

kategorie C

- | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|---------|----------------|------|
| 1. Jirotko Tomáš | G J. Vrchlického Klatovy | sexta B | Josef Veselý | 29,0 |
| 2. Paták Martin | G Sušice | sexta A | Petr Mazanec | 23,5 |
| 3. Kolomičenko Vojtěch | G Plzeň, Mikulášské nám. | sexta A | Tomáš Havlíček | 17,0 |

4.–5. Rubáš Josef (G J. Vrchlického Klatovy, 2.B, Vladimíra Jílková, 15,5) **4.–5. Kruml Miloš** (G J. Š. Baara Domažlice, kvarta, Blanka Žákavcová, 15,5) **6. Straka František** (G L. Pika Plzeň, sexta M, Hana Drobilová, 15,0) **7. Tichý Aleš** (G J. Vrchlického Klatovy, 2.A, Vladimíra Jílková, 14,5)

kategorie D

- | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|----------|----------------|------|
| 1. Kadlec Viktor | G J. Vrchlického Klatovy | kvinta B | Miroslav Panoš | 33,0 |
| 2. Nožičková Petra | G Plzeň, Mikulášské nám. | kvinta A | Tomáš Havlíček | 32,0 |
| 3. Touška Kryštof | G J. Vrchlického Klatovy | kvinta B | Miroslav Panoš | 30,0 |

4.–5. Baxa Jan (G Plzeň, Mikulášské nám., 1.AA, Jan Hosnedl, 27,0) **4.–5. Vahala Michal** (G Plasy, kvinta, Jaroslava Domabylová, 27,0) **6. Samek Jakub** (VOŠ a SPŠE Plzeň, 1.I, Zdeněk Koňářík, 26,0) **7. Šacha Petr** (G Tachov, tercie B, Zdena Kutláková, 25,0) **8.–9. Jakubčíková Lenka** (G J. Vrchlického Klatovy, kvinta B, Miroslav Panoš, 24,0) **8.–9. Hettler Jan** (G J. Vrchlického Klatovy, kvinta B, Miroslav Panoš, 24,0) **10. Novák Matěj** (G a OA Stříbro, kvinta, Jitka Soukupová, 21,0) **11. Hájek Martin** (G Plzeň, Mikulášské nám., 1.AA, Jan Hosnedl, 18,5) **12. Plaček Jan** (VOŠ a SPŠE Plzeň, 1.I, Zdeněk Koňářík, 18,0) **13. Krupičková Daniela** (G Plzeň, Mikulášské nám., 1.A, Jan Hosnedl, 16,0) **14. Baštář Radek** (G J. Š. Baara Domažlice, kvinta, Jana Váchalová, 15,5)

PRAHA

kategorie A

- | | | | | |
|--------------------------|--|-----|---------------|------|
| 1. Kazda Alexandr | G Praha 6, Nad Alejí | OA | Dr. Töpferová | 39,5 |
| 2. Kocourek Pavel | SPŠ sdělovací techniky Praha 1, Panská | 4.C | Ing. Malát | 32,5 |
| 3. Potoček Václav | SPŠ sdělovací techniky Praha 1, Panská | 4.M | Mgr. Reichl | 30,5 |

4.–5. Pokorný Pavel (G J. Keplera Praha 6, Parlérova, 4.A, Dr. Kapoun, 29,0) **4.–5. Škoda Petr** (G Praha 8, Ústavní, 29,0) **6.–7. Daniel Pavel** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, 4.C, Pacáková, 25,5) **6.–7. Sedlák František** (G Praha 4, Ohradní, VI, Pešková, 25,5) **8. Římal Václav** (G J. Keplera Praha 6, Parlérova, Dr. Ka-

poun, 23,5) **9. Dušek Boris** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Doc. Kluiber, 22,0) **10. Procházka Jiří** (G Praha 4, Konstantinova, Mgr. Ničová, 21,5) **11. Pastrňák Martin** (SPŠ sdělovací techniky Praha 1, Panská, 4.C, Ing. Malát, 21,0) **12. Dušek Ondřej** (G Praha 6, Nad Alejí, 8.A, Dr. Töpferová, 18,5) **13. Machek Ondřej** (G Praha 2, Botičská, 4.A, Mgr. Luňák, 18,0) **14. Malina Lukáš** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, I.C, Mgr. Prouza, 15,0)

kategorie B

1. Peksa Mikuláš	G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská	Pecinová	28,5
2.–3. Čermák Petr	G Praha 5, Mezi Školami		27,5
2.–3. Kozmík Václav	G Praha 5, Mezi Školami		27,5

4. Lachnitt Jan (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Pecinová, 26,0) **5.–6. Gallus Petr** (G Praha 6, Nad Alejí, Hrubeš, 25,5) **5.–6. Chylík Jan** (G UK Praha 9 Chodovická, 25,5) **7. Stráský Josef** (G Praha 5, Mezi Školami, Koucká, 22,5) **8. Novák Ondřej** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Pecinová, 19,5) **9. Stránský Jan** (SPŠ sdělovací techniky Praha 1, Panská, Ing. Malát, 18,5) **10. Drašnar Jan** (G J. Keplera Praha 6, Parlérova, Dr. Kapoun, 17,5) **11. Troškov Kirill** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Pecinová, 17,0) **12.–13. Kuča Tomáš** (G J. Keplera Praha 6, Parlérova, Dr. Kapoun, 16,5) **12.–13. Oraný Vladimír** (G Praha 10, V Úžlabině, Mgr. Dobešová, 16,5) **14. Vávra Štěpán** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Pecinová, 16,0) **15. Trnka Václav** (G Praha 3 Sladkovského nám. 8, Ing. Florek, 15,0) **16. Jeník Vojtěch** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Pecinová, 14,0)

kategorie C

1. Žlebčík Radek	G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská	Pacáková	30,0
2. Munzarová Helena	G J. Keplera Praha 6, Parlérova	Mgr. Kopecký	24,0
3. Novák Pavel	G Praha 5, Mezi Školami	Bauer	22,5

4. Vilhelmová Kateřina (G Praha 6, Nad Alejí, Dr. Topferová, 20,5) **5. Ondrák Kamil** (G Praha 6, Nad Alejí, Dr. Topferová, 18,0) **6. Procházková Lenka** (G Praha 2, Botičská, Balatková, 16,0) **7. Nohejl Adam** (G J. Keplera Praha 6, Parlérova, Lahodová, 15,0) **8. Hanek Petr** (G Praha 5, Nad Kavalírkou, 14,0)

kategorie D

1. Kozohorský Pavel	SPŠ sdělovací techniky Praha 1, Panská	Mgr. Reichl	39,0
2. Široký Jan	G Praha 4, Postupická	Zmeškalová	38,0
3.–4. Bortel Ivan	SPŠ sdělovací techniky Praha 1, Panská	Ing. Chval	36,0
3.–4. Vackář Jiří	G Praha 8, Ústavní	Pavel	36,0

5. Nikodým Tomáš (G Praha 10, V Úžlabině, Ing. Machková, 35,0) **6. Jílek Josef** (G J. Keplera Praha 6, Parlérova, Kopecký, 33,0) **7. Roneš Jan** (G Praha 4, Postupická, Zmeškalová, 32,5) **8. Sláma Vladislav** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Pudivít, 32,0) **9.–10. Benda Jakub** (G J. Nerudy Praha 1, Hellichova, Plášek, 31,0) **9.–10. Jex Michal** (G Praha 5, Mezi Školami, Giannitsi, 31,0) **11. Helcl Jindřich** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Mgr. Prouza, 30,0) **12. Křen Tomáš** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Mgr. Prouza, 29,0) **13.–14. Filip Michal** (G Praha 9, Špitálská, Dr. Gottwald, 27,0) **13.–14. Odstrčil Michal** (G Praha 4, Postupická, Zmeškalová, 27,0) **15. Kessler Jiří** (G J. Nerudy Praha 1, Hellichova, Plášek, 26,0) **16. Majerová Diana** (G Praha 9, Špitálská, Dr. Gottwald, 25,0) **17. Růžička Ondřej** (G Praha 2, Botičská, Sudzinová, 24,0) **18.–19. Hronová Lucie** (G Praha 10, Voděradská, Dr. Zýková, 23,0) **18.–19. Žák František** (G Praha 5, Holečková, Dr. Cieply, 23,0) **20. Jelínek Jan** (G Praha 4, Konstantinova, Janoušková, 21,0) **21.–23. Bělka Tomáš** (G Praha 10, Voděradská, Dr. Zýková, 20,0) **21.–23. Bibr Pavel** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Mgr. Prouza, 20,0) **21.–23. Sýkora Jiří** (G Praha 6, Nad Alejí, Hrubeš, 20,0) **24.–25. Pávek Jan** (G Praha 10, Voděradská, Dr. Zýková, 17,0) **24.–25. Zůna Petr** (G Praha 5, Nad Kavalírkou, 17,0) **26. Kocman Jindřich** (G Praha 2, Botičská, Balatková, 16,0) **27.–28. Drápal Lukáš** (G Ch. Dopplera Praha 5, Zborovská, Pudivít, 15,0) **27.–28. Pluhař** (SPŠ sdělovací techniky Praha 1, Panská, Mgr. Reichl, 15,0)

STŘEDOČESKÝ KRAJ

kategorie A

1.–2. Jan Procházka	G Dr. J. Pekaře Mladá Boleslav	23,0
1.–2. Lukáš Burian	G Kladno, Benešovo nám.	23,0
3.–4. Ondřej Kazík	G Dr. J. Pekaře Mladá Boleslav	21,0
3.–4. Michal Kačenka	G V. B. Třebízského Slaný	21,0
5. Petr Bílý (G V. B. Třebízského Slaný, 17,0)		

kategorie B

1. Jindřich Soukup	G Kladno	28,0
2. Richard Řezníček	G Český Brod	16,0
3. Šárka Hlušíčková	G Dr. J. Pekaře Mladá Boleslav	15,0
4. Pavel Hron (G Sedlčany, 14,0)		

kategorie C

1. Lukáš Hermann	G Dr. J. Pekaře Mladá Boleslav	28,0
2. Jan Matoušek	G Kolín	23,0
3.–4. Jan Kříž	G Poděbrady	21,0
3.–4. Petr Šafránek	G Poděbrady	21,0

5. Jitka Milčáková (G Čáslav, 20,0) 6. Marek Otáhal (G J. Ortena Kutná Hora, 19,0) 7.–8. Karel Scheinpflug (G Kladno, Benešovo nám., 18,0) 7.–8. Martin Slezák (G Vlašim, 18,0) 9. Vít Stejskal (G J. Ortena Kutná Hora, 17,0) 10.–12. Vitalij Chalupník (G V. B. Třebízského Slaný, 16,0) 10.–12. Josef Drda (G Kladno, Benešovo nám., 16,0) 10.–12. Jan Rydlo (G Poděbrady, 16,0) 13.–14. Tomáš Husák (G Kladno, Benešovo nám., 14,0) 13.–14. Tomáš Bursík (G Sedlčany, 14,0)

kategorie D

1. Eva Myšáková	G Kolín	39,0
2. Petr Fojtů	G Benešov	38,0
3. Miloš Broulík	Osmileté G Mladá Boleslav	36,0

4. Petr Stratil (Sportovní G Kladno, 31,0) 5. Jan Zíka (Osmileté G Mladá Boleslav, 28,0) 6. Rudolf Rosa (G Kladno, Benešovo nám., 27,0) 7.–8. Jakub Černohubý (G Kladno, Benešovo nám., 25,0) 7.–8. Jiří Malíček (G Sedlčany, 25,0) 9. Slavomír Kučera (G V. B. Třebízského Slaný, 22,0) 10. Daniela Kudláčková (Osmileté G Mladá Boleslav, 21,0) 11.–13. Martin Liška (G Čáslav, 20,0) 11.–13. Martin Plajner (G Říčany, 20,0) 11.–13. Jakub Diviš (G Sedlčany, 20,0) 14. Jindřich Libovický (G Kladno, Benešovo nám., 19,0) 15.–17. Tomáš Vaněk (G Nymburk, 17,0) 15.–17. Daniel Tomášek (G V. B. Třebízského Slaný, 17,0) 15. až 17. Jiří Špale (G Sedlčany, 17,0) 18.–19. Pavel Buřič (Osmileté G Mladá Boleslav, 14,0) 18.–19. Karel Kunzel (G Nymburk, 14,0)

ÚSTECKÝ KRAJ

kategorie A

1. Řehoř Miroslav	G Teplice	14,5
--------------------------	-----------	------

kategorie B

1. Dvořák Jiří	G Roudnice nad Labem	Mgr. H. Hrádková	24,8
2. Husák Miloš	G Litoměřice	Mgr. O. Vojtíšková	23,0
3. Petřík Daniel	G Most	Mgr. H. Fialová	17,5
4. Franc Tomáš (G Teplice, RNDr. Z. Vácha, 16,2)			

kategorie C

1. Vlček Petr	G Děčín	Mgr. Myšík	20,5
2. Dolinár Jan	G Roudnice nad Labem	Mgr. H. Hrádková	18,5
3. Zeman Jan	G Teplice	RNDr. Z. Vácha	16,0
4. Nemrava Jakub (G Roudnice nad Labem, Mgr. H. Hrádková, 14,5)			

kategorie D

1. Pavlovský Jan	G Most	Marie Prokopová	33,0
2. Tříletý Petr	G Děčín	Švecová	32,0
3. Jeníček Michal	G Litvínov	Hana Ulrichová	21,0
4. Surovčák Martin (G Děčín, Švecová, 20,0) 5. Horčíčka Ondřej (G Rumburk, Marie Kokešová, 19,0)			
6. Černý Martin (SPŠ Chomutov, Stanislav Šlenc, 18,0) 7. Kulhová Kamila (G Rumburk, Marie Kokešová, 16,0) 8. Nový Josef (SPŠS a D Děčín, Tomáš Denkstein, 16,0)			

ZLÍNSKÝ KRAJ

kategorie A

1.–2. Krejčířík Vojtěch	G Kroměříž		29,0
1.–2. Konopecký František	G Holešov		29,0
3. Humpula Michal	G J. Á. Komenského Uherský Brod		26,0
4. Pečeňa Milan (G Zlín, Lesní čtvrť, 21,0) 5. Olšina Jan (G Kroměříž, 18,0) 6. Habán Přemysl (G Uherské Hradiště, 16,0)			

kategorie B

1. Koleček Bohdan	G Rožnov pod Radhoštěm	septima A	30,5
2. Basovnick Stanislav	G Kroměříž	septima A	29,0
3.–4. Holub Aleš	G Uherské Hradiště	septima B	22,5
3.–4. Macháček Ivan	G J. Á. Komenského Uherský Brod	3.B	22,5
5. Konopecký František (G Holešov, septima, 20,5)			

kategorie C

1.–2. Pechal Marek	G Zlín, Lesní čtvrť	sexta B	40,0
1.–2. Pelc Jan	G J. Á. Komenského Uherský Brod	2.A	40,0
3. Výmola Václav	G J. Á. Komenského Uherský Brod	2.A	33,0
4. Bílka Ondřej (G Zlín, Lesní čtvrť, 2.A, 30,0) 5. Pešek Tomáš (G J. Á. Komenského Uherský Brod, 2.A, 28,0) 6. Trčka Martin (G Rožnov pod Radhoštěm, 2., 24,0) 7. Chytil Marek (G Zlín, Lesní čtvrť, 2.A, 23,0)			
8. Váňa Jan (G Zlín, Lesní čtvrť, sexta B, 21,0) 9. Papoušek Radek (G Zlín, Lesní čtvrť, 2.A, 20,0) 10. Grochalová Eva (G Rožnov pod Radhoštěm, 2., 18,0) 11. Bilíková Ivana (G Uherské Hradiště, sexta A, 17,5)			
12. Slinták Luděk (G Uherské Hradiště, sexta B, 15,0)			

kategorie D

1. Křen Michal	SPŠ Uherské Hradiště	1.C	35,0
2. Dlabaja Petr	G Holešov	kvinta	34,0
3. Šatný Marek	G Uherské Hradiště	kvinta A	31,0
4. Raiskup Pavel (SPŠ Uherské Hradiště, 1.C, 27,0) 5.–7. Formánek Martin (G Uherské Hradiště, kvinta A, 24,0) 5.–7. Trňák Petr (G Uherské Hradiště, kvinta A, 24,0) 5.–7. Veselá Daniela (G Zlín, Lesní čtvrť, kvinta A, 24,0) 8.–9. Haloda Petr (G Uherské Hradiště, kvinta A, 21,0) 8.–9. Pechová Tereza (G Valašské Klobouky, kvinta, 21,0) 10. Pavelka Roman (G Zlín, Lesní čtvrť, 1.A, 20,0)			

Celostátní kolo FO – Mladá Boleslav 2004

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

Organizace celostátního kola 45. ročníku fyzikální olympiády se ujal středočeský krajský výbor FO pod vedením předsedkyně výboru RNDr. Jarmily Mulačové, a tak byla ve dnech 18.–21. března 2004 ve městě Mladá Boleslav zaznamenána zvýšená koncentrace nadaných fyziků. Soutěže se zúčastnilo 49 nejlepších účastníků krajských kol, opět byly více než v jiných letech zastoupeny dívky – bylo jich sedm.



Pěvecký sbor Gymnázia Josefa Pekaře pod vedením dr. Zdeňky Kuhnové

Slavnostní zahájení zahájila v aule Gymnázia dr. Josefa Pekaře studentská hymna v podání školního pěveckého souboru Lyra pod vedením sbormistryně PaedDr. Zdeňky Kuhnové. Soubor pak přidal ještě několik skladeb ze svého repertoáru. Účastníky přivítal ředitel gymnázia Vlastimil Volf a po krátkých projevech vzácných účastníků slavnostního zahájení soutěže předsedy Jednoty českých matematiků a fyziků Doc. Ing. Štefana Zajace, CSc., místopředsedy AV ČR Ing. Vladimíra Nekvasila, DrSc., zástupce ředitele Fyzikálního ústavu Dr. Vladimíra Dvořáka, DrSc., rektora ŠkodaAuto Vysoké školy Ing. Vladimíra Hamáčka, zástupce akciové společnosti ŠkodaAuto Ing. Pavla Hlaváče a předsedkyně komise pro školství a výzkum středočeského kraje Dagmar Nohýnkové se o oficiální zahájení soutěže postaral předseda Ústředního výboru fyzikální olympiády prof. RNDr. Ivo Volf, CSc. Slavnostní zahájení

* keпка@kof.zcu.cz

** randam@kof.zcu.cz

pak ukončila kytarovým sólem studentka gymnázia Tereška Rejzlová. První den soutěže pak ukončil raut v jídelně gymnázia a úvodní jednání ústředního výboru fyzikální olympiády.

Druhý den dopoledne se rozdělovalo 40 bodů za řešení **teoretických úloh**. První úloha zkoumala kmity válce s válcovou nesymetricky umístěnou dutinou a soutěžící příliš nepotěšili autora úlohy RNDr. Miroslava Randu, Ph.D., protože z maximálního počtu 10 bodů získali průměrně jen necelých 4,92. Nejlepší řešení s maximálním počtem bodů odevzdal Štěpán Uxa z Gymnázia Jilemnice.



*předseda JČMF
doc. Ing. Štefan Zajac, CSc.
při slavnostním zahájení*

Velmi zajímavý problém zkoumali studenti ve druhé úloze připravené prof. Ing. Bohumilem Vybíralem, CSc. Úloha popisovala Barlowovo kolečko, tedy jednoduchý elektromotor fungující tak, že ze zdroje elektromotorického napětí je přiveden elektrický proud do kotouče umístěného v magnetickém poli a díky působení magnetického pole se kotouč roztočí. Přestože téma úlohy navazovalo na studijní text, měli účastníci s touto úlohou největší potíže – získali průměrně jen 3,90 bodu. Za nejlepší řešení této úlohy získal 10 bodů a ocenění Alexandr Kazda z Gymnázia v Praze 6, Nad Alejí.

Třetí úloha popisovala rozpad mezonu K^+ na dva piony. Soutěžící museli při řešení využít zákony zachování energie a hybnosti a relativistický vztah mezi energií a hybností. Autorem úlohy byl Mgr. Lukáš Richterek, CSc. Průměrný bodový výsledek byl 5,26 bodu. Třetí úlohu podle opravujících nejlépe vyřešili Matouš Ringel z Gymnázia Broumov a Jan Moláček z Gymnázia J. K. Tyla v Hradci Králové, kteří získali plný počet 10 bodů.

Autorem čtvrté úlohy byl opět prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc. Úloha se zabývala studiem tepelné izolace vytvořené v jednom případě vrstvou vakua, ve druhém případě

byly ve stejné vakuové vrstvě zasunuty tři velmi tenké plechy, které způsobily snížení tepelného toku na jednu čtvrtinu. Soutěžící za řešení čtvrté úlohy získali průměrně 4,93 bodu. Mezi soutěžícími, kteří získali plný počet 10 bodů, byl jako nejlepší vyhlášen Jan Michelfeit z Gymnázia v Brně, tř. Kpt. Jaroše.

Zatímco si studenti lámali hlavy nad teoretickými úlohami, členové ÚV FO hodnotili minulý ročník soutěže včetně výsledku České republiky na 34. mezinárodní fyzikální olympiádě v Tchaj-peji, diskutovali nad možnostmi dalšího zlepšení informačního toku k zájemcům o olympiádu, vyměňo-



*celkově druhý Matouš Ringel z Gymnázia Broumov (vlevo) a vítěz soutěže Alexandr Kazda z Gymnázia v Praze, Nad Alejí
při experimentální úloze*

vali si zkušenosti ze spolupráce s krajskými úřady při pořádání krajských kol olympiády a připravovali další ročník soutěže.

Odpoledne si členové ÚV FO a soutěžící role vyměnili: zatímco členové výboru vytvořili týmy a věnovali se opravě teoretických úloh, na studenty čekala exkurze do automobilového závodu Škoda, a.s. Po večeri se pak všichni společně dozvěděli o novinkách v oblasti gravitačních vln od doc. RNDr. Jiřího Podolského, Ph.D. v přednášce „Gravitační vlny a rozvlněný časoprostor“.



předseda ústředního výboru FO prof. RNDr. Ivo Volf, CSc. (vlevo), ředitel Gymnázia dr. J. Pekaře v Mladé Boleslavi Vlastimil Volf a předsedkyně středočeského krajského výboru FO RNDr. Jarmila Mulačová

Sobota patřila **experimentální úloze**. Letošní praktická úloha byla věnována výtoku vody z plastové láhve a na námět Pavla Broma ji připravili RNDr. Jarmila Mulačová a RNDr. Přemysl Šedivý. Při jejím řešení studenti museli prokázat nejen znalosti teoretické (včetně odvození příslušných vztahů), ale i experimentální zručnost a pečlivost. Průměrný výsledek úlohy byl 12,14 bodu. Plný počet 20 bodů a ocenění za nejlepší řešení experimentální úlohy získal Alexandr Kazda z Gymnázia v Praze 6, Nad Alejí.

Sobotní odpoledne soutěžící věnovali prohlídce města se zasvěceným komentářem PhDr. Karla Herčíka a diskusi s opravujícími. Večer se pak sešli na filmovém představení *Jedna ruka netleská* v kině Forum. Závěr dne pak patřil závěrečnému zasedání ÚV FO, který projednal a schválil celkové výsledky soutěže.

V neděli pak následovalo slavnostní ukončení soutěže aule gymnázia. Na úvod vystoupili studenti gymnázia se dvěma působivými písněmi. Po zdavicích primátora města Mladá Boleslav Mgr. Svatopluka Kvaizara a PhDr. Jaromíra Jermáře, člena krajského zastupitelstva Středočeského kraje, vyhlásil předseda ÚV FO výsledky soutěže a prvních 10 soutěžících pozval na soustředění před mezinárodní fyzikální olympiádou, která se letos v červenci uskuteční v Jižní Koreji. Na závěr poděkoval hostitelům, zejména členům předmětové komise fyziky Gymnázia dr. Josefa Pekaře a jmenovitě předsedkyni krajského výboru fyzikální olympiády RNDr. Jarmile Mulačové, kteří celostátní kolo připravili a zajistili jeho bezvadný a klidný průběh. Prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc. informoval o tom, že nejlepší účastníci mezinárodních olympiád budou stejně jako v minulých letech oceněni 4. prosince cenami Premium Bohemiae. V závěru převzal fyzikálně olympijský oheň předseda královéhradeckého výboru FO Václav Šáda a pozval všechny oprávněné účastníky v roce 2005 do Hradce Králové.

Organizátorům se podařilo získat od sponzorů (Gymnázium dr. Josefa Pekaře, Město Mladá Boleslav, Apex Computer, Its Mladá Boleslav, Škoda Auto Mladá Boleslav) množství zajímavých cen, a tak všichni účastníci získali automobil Škoda (v menším provedení) a diplom a nejlepší soutěžící získali kromě toho i další dary. K první ceně tak patřil kromě drobnějších cen také digitální fotoaparát věnovaný hlavním sponzorem – firmou Severomoravská energetika, další soutěžící si odvezli knižní ceny a mnoho dalších.

CELKOVÉ VÝSLEDKY CELOSTÁTNÍHO KOLA FO

Vítězové

1. Kazda Alexandr	Gymnázium Praha, Nad Alejí	59
2. Ringel Matouš	Gymnázium Broumov	58,5
2. Moláček Jan	Gymnázium J. K. Tyla Hradec Králové	58,5
4. Houštěk Petr	Gymnázium Pelhřimov	56,5
4. Potoček Václav	Gymnázium Praha 1, Panská	56,5
6. Morávek Petr	Gymnázium Pardubice	52,5
7. Uxa Štěpán	Gymnázium Jilemnice	48,5
7. Motloch Pavel	Gymnázium Frýdek-Místek	48,5
9. Kala Vítězslav	Gymnázium Brno, kpt. Jaroše	47
9. Římal Václav	Gymnázium Praha 6, Parlérova	47

Úspěšní řešitelé

11. Matějová Jana	Střední průmyslová škola strojnická Chrudim	45
12. Kocourek Pavel	Gymnázium Praha 1, Panská	44
12. Konopecký František	Gymnázium Holešov	44
14. Pokorný Pavel	Gymnázium Praha 6, Parlérova	38
15. Michelfeit Jan	Gymnázium Brno, kpt. Jaroše	37,5
16. Hebelka Tomáš	Gymnázium Brno, Vídeňská	36,5
16. Krejčířík Vojtěch	Gymnázium Kroměříž	36,5
18. Gavenčiak Tomáš	Gymnázium Bílovec	34
19. Sedlák František	Gymnázium Praha 4, Ohradní	33
20. Daniel Pavel	Gymnázium Praha 5, Zborovská	30,5
21. Hála Pavel	Gymnázium Český Krumlov	29
22. Boček Karel	Gymnázium České Budějovice, Jírovčova	28,5

23. Kučera Pavel	Gymnázium Pardubice	28
24. Fabriková Jana	Gymnázium Brno, kpt. Jaroše	27,5
25. Hrudíková Jana	Gymnázium Přerov	26,5
26. Procházka Jan	Gymnázium Mladá Boleslav, J. Pekaře	26
26. Hanousková Jitka	Gymnázium Trutnov	26
28. Dražan Sven	Gymnázium Brno, kpt. Jaroše	25,5
28. Kazík Ondřej	Gymnázium Mladá Boleslav, J. Pekaře	25,5
30. Sommer Vladimír	Gymnázium Žďár nad Sázavou	25
30. Procházka Jiří	Gymnázium Praha 4, Konstantinova	25
32. Dohnal Petr	Gymnázium Sokolov	24,5
33. Pušman Jan	Gymnázium Jablonec, Dr. Randy	24
33. Novák Alexandr	Gymnázium Lovosice	27,5

Ostatní řešitelé

34. Glatz Ondřej	Gymnázium Bílovec	22
34. Strmisková Lucie	Gymnázium Kyjov	22
36. Kohout Jiří	Gymnázium Plzeň, Mikulášské	21
37. Pilát Martin	Gymnázium České Budějovice	20,5
37. Burian Lukáš	Gymnázium Kladno	20,5
39. Škoda Petr	Gymnázium Praha 8, Ústavní	20
39. Menšík Martin	Gymnázium Ostrava, Šmerala	20
41. Rozlívková Zuzana	Gymnázium B. Němcové Hradec Králové	18,5
42. Michálek Tomáš	Gymnázium Klatovy	18
43. Fischer Josef	Střední průmyslová škola elektrotechnická Plzeň	16
44. Pitka Lukáš	Gymnázium Žďár nad Sázavou	15,5
45. Humpula Michal	Gymnázium Uherský Brod	13,5
46. Novotný Petr	Gymnázium Brno, Vídeňská	13
47. Endel Petr	Gymnázium Ostrava, Šmerala	12
48. Fikrle Michal	Gymnázium Pelhřimov	11
48. Havel Aleš	Gymnázium Frenštát pod Radhoštěm	11

Ceny PRAEMIUM BOHEMIAE 2003 uděleny

Bohumil Vybíral, Univerzita Hradec Králové*

Dne 4. prosince 2003 byly v zámeckém divadle státního zámku Sychrov uděleny již potřetí prestižní ceny PRAEMIUM BOHEMIAE. Jak jsme čtenáře informovali (Vybíral B.: *První ceny PRAEMIUM BOHEMIAE uděleny*. Školská fyzika **VII**, č. 4 (2002) 79), 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. Dalších ročníků se již nemohl účastnit, protože nečekaně 18. října 2002 zemřel ve věku nedožitých 78 let.

Kritériem pro udělení cen PRAEMIUM BOHEMIAE 2003 studentům byly jejich úspěchy na světových olympiádách v roce 2003. Mezinárodní **fyzikální olympiáda** v roce 2003 (v pořadí již 34.) se konala na Tchaj-wanu za účasti 240 studentů z 54 států. 5 českých studentů přivezlo 1 stříbrnou a 2 bronzové medaile a 2 čestná uznání. **Chemie** měla v roce 2003 35. ročník mezinárodní olympiády – soutěž se konala v Řecku za účasti 232 studentů z 59 států. 4 čeští studenti získali 4 medaile – 3 stříbrné a 1 bronzovou. 14. mezinárodní **biologickou** olympiádu hostilo Bělorusko. Soutěže se zúčastnila čtyřčlenná družstva z 41 států čtyř kontinentů. Naši 4 studenti přivezli 4 medaile – 2 stříbrné a 2 bronzové. Nejstarší mezinárodní olympiáda – **matematická** – měla v roce 2003 již 44. ročník. Konala se v Japonsku za účasti 457 studentů z 82 států všech kontinentů. 6 českých studentů letos získalo 1 stříbrnou a 2 bronzové medaile a 3 čestná uznání. Mezinárodní olympiáda v **informatice** měla 15. ročník a hostitelskou zemí byly Spojené státy americké. Účastnilo se jí 265 soutěžících ze 69 států všech kontinentů. 4 čeští studenti přivezli 3 medaile – 1 zlatou, 1 stříbrnou a 1 bronzovou.

Studentské ceny PRAEMIUM BOHEMIAE 2003 získalo celkem 21 studentů v celkové výši 385 tisíc Kč (podle dosaženého úspěchu se ceny pohybovaly v rozpětí od 5 do 40 tisíc Kč). Příznačné je, že z tohoto počtu je 13 fyziků nebo matematiků (u nás je programování – informatika – zařazeno jako samostatná sekce matematické olympiády). Je dobrým příslibem do budoucna, že se naši čeští studenti dokáží prosadit v konkurenci se studenty vědeckých mocností, jakými jsou Spojené státy americké, Rusko a četné asijské státy.

Velká cena PRAEMIUM BOHEMIAE za rok 2003 udělena nebyla s ohledem na v zahraničí probíhající dědické řízení po zemřelém zakladateli Nadace B. Janu Horáčkovi. Loni tuto cenu ve výši 1 milion Kč získal endokrinolog prof. MUDr. Vratislav Schreiber, DrSc. Pro rok 2004 bylo vyhlášeno udělení velké ceny PRAEMIUM BOHEMIAE v oboru chemie.

Je nesmírnou zásluhou mecenáše a filantropa Bohuslava Jana Horáčka, že se rozhodl velkoryse stimulovat rozvoj vědy a umění v České republice. Celá náročná aktivita udělování těchto cen, zahájená v roce 2001, je teprve v počátcích. Významné ovšem je rozhodnutí pana Horáčka neudělovat finančně dotované ceny jen vyzrálým vědcům za špičková díla, ale udělovat je také v kategorii pro studenty. Tedy mladým lidem, kteří se na vědeckou dráhu teprve intenzivně připravují a kteří se svým výrazným talentem již nyní dokáží prosadit v nelehké mezinárodní konkurenci – na světových studentských přírodovědných olympiádách.

* bohumil.vybiral@uhk.cz

Laureáti cen PRAEMIUM BOHEMIAE 2003 v kategorii pro studenty

MILAN STRAKA

zlatá medaile na 15. ročníku Mezinárodní olympiády v informatice v USA.
cena 40 000 Kč, absolvent Gymnázia ve Strakoniciích,
držitel ceny Praemium Bohemiae 2002.

PAVEL ČÍŽEK

stříbrná medaile na 15. ročníku Mezinárodní olympiády v informatice v USA a
čestné uznání na 44. ročníku Mezinárodní matematické olympiády v Japonsku.
cena 30 000 Kč, absolvent Dvořákova gymnázia a obchodní akademie v Kralupech nad
Vltavou,
držitel ceny a stříbrné medaile Praemium Bohemiae 2001 a
držitel ceny a bronzové medaile Praemium Bohemiae 2002.

VÁCLAV CVIČEK

stříbrná medaile na 34. ročníku Mezinárodní fyzikální olympiády na Tchaj-wanu.
cena 25 000 Kč, absolvent Gymnázia Petra Bezruče ve Frýdku-Místku,
držitel ceny a bronzové medaile Praemium Bohemiae 2002.

EVA PLUHAŘOVÁ

stříbrná medaile na 35. ročníku Mezinárodní chemické olympiády v Řecku.
cena 25 000 Kč, studentka Gymnázia v Ostrově nad Ohří,
držitelka ceny a bronzové medaile Praemium Bohemiae 2002.

MAREK SOBOTA

stříbrná medaile na 35. ročníku Mezinárodní chemické olympiády v Řecku.
cena 25 000 Kč, absolvent Gymnázia a SPgŠ v Liberci, Jeronýmova ul.

ONDŘEJ SEDLÁČEK

stříbrná medaile na 35. ročníku Mezinárodní chemické olympiády v Řecku.
cena 25 000 Kč, student Gymnázia v Uherském Hradišti, Velehradská ul.

JAROSLAV NUNVÁŘ

stříbrná medaile na 14. ročníku Mezinárodní biologické olympiády v Bělorusku.
cena 25 000 Kč, student Gymnázia v Ostrově nad Ohří.

PAVLA SPÁČILOVÁ

stříbrná medaile na 14. ročníku Mezinárodní biologické olympiády v Bělorusku.
cena 25 000 Kč, absolventka Gymnázia v Havířově, Studentská ul.

JAN MOLÁČEK

stříbrná medaile na 44. ročníku Mezinárodní matematické olympiády v Japonsku.
cena 25 000 Kč, student Gymnázia J. K. Tyla v Hradci Králové,
držitel ceny a bronzové medaile Praemium Bohemiae 2002.

MATOUŠ RINGEL

bronzová medaile na 34. ročníku Mezinárodní fyzikální olympiády na Tchaj-wanu.
cena 15 000 Kč, student Gymnázia v Broumově.

PETR POŠTA

bronzová medaile na 34. ročníku Mezinárodní fyzikální olympiády na Tchaj-wanu.
cena 15 000 Kč, absolvent Gymnázia v Pardubicích, Dašická ul.

TOMÁŠ MIKULKA

bronzová medaile na 35. ročníku Mezinárodní chemické olympiády v Řecku.
cena 15 000 Kč, student Klvaňova gymnázia v Kyjově,
držitel ceny Praemium Bohemiae 2002.

PETR SYNEK

bronzová medaile na 14. ročníku Mezinárodní biologické olympiády v Bělorusku.
cena 15 000 Kč, student Gymnázia v Konicích na Hané.

LUKÁŠ CHMÁTAL

bronzová medaile na 14. ročníku Mezinárodní biologické olympiády v Bělorusku.
cena 15 000 Kč, absolvent Gymnázia v Ústí nad Labem, Jateční ul.

JAROMÍR KUBEN

bronzová medaile na 44. ročníku Mezinárodní matematické olympiády v Japonsku.
cena 15 000 Kč, student Gymnázia v Brně, tř. Kpt. Jaroše.

PAVEL KOCOUREK

bronzová medaile na 44. ročníku Mezinárodní matematické olympiády v Japonsku.
cena 15 000 Kč, student Střední průmyslové školy sdělovací techniky v Praze, Panská ul.

TOMÁŠ GAVENČIAK

bronzová medaile na 15. ročníku Mezinárodní olympiády v informatice v USA.
cena 15 000 Kč, student Gymnázia M. Koperníka v Bílovci.

JAROSLAV TRNKA

čestné uznání na 34. ročníku Mezinárodní fyzikální olympiády na Tchaj-wanu.
cena 5 000 Kč, absolvent Gymnázia v Praze, Na Pražačce.

JAN PRACHAŘ

čestné uznání na 34. ročníku Mezinárodní fyzikální olympiády na Tchaj-wanu.
cena 5 000 Kč, absolvent Gymnázia F. M. Pelcla v Rychnově nad Kněžnou,
držitel ceny Praemium Bohemiae 2002.

VÍTĚZSLAV KALA

čestné uznání na 44. ročníku Mezinárodní matematické olympiády v Japonsku.
cena 5 000 Kč, student Gymnázia v Brně, tř. Kpt. Jaroše,
držitel ceny Praemium Bohemiae 2002.

MAREK KRČÁL

čestné uznání na 44. ročníku Mezinárodní matematické olympiády v Japonsku.
cena 5 000 Kč, absolvent Gymnázia v Brně, tř. Kpt. Jaroše.

Na 35. mezinárodní fyzikální olympiádě v Korejské republice

Ivo Volf*, Bohumil Vybíral**, ÚVFO, Univerzita Hradec Králové



Tak jako začátkem každého kalendářního roku, i v lednu 2004 dorazilo na adresu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky pozvání na mezinárodní fyzikální olympiádu, prestižní světovou soutěž středoškoláků v řešení fyzikálních problémů. Pořadatelství v pořadí již 35. mezinárodní fyzikální olympiády bylo svěřeno ministerstvu osvěty Korejské republiky. Organizačně zajišťoval soutěž organizační výbor, složený z významných fyziků – vědec-

kých pracovníků a vysokoškolských učitelů Korejské republiky. O stavu příprav byli budoucí účastníci průběžně informováni prostřednictvím internetu (<http://www.ipho2004.or.kr>). Zde se objevovaly cirkuláře, pomocí nichž pořadatelé komunikovali s vedoucími pozvaných delegací, a další užitečné informace. Jako místo soutěže byl zvolen POSTECH, technická univerzita v Pohangu v jihovýchodní části Korejského poloostrova. POSTECH – Pohang University of Science and Technology je vysokou školou s velkou tradicí vědeckého výzkumu a přípravou studentů na deseti fakultách. Univerzitní městečko bylo speciálně vystavěno pro studijní a vědeckou činnost. Například v roce 2002 měl POSTECH zapsáno 1 197 studentů prezenčního inženýrského a magisterského studia a 1 567 doktorandů, z nichž řada je ze zahraničí. POSTECH je úzce spojen s velkými průmyslovými podniky, jejichž příspěvky umožňují značný rozvoj této vysoké školy.



Soutěž probíhala v prostorách této univerzity, soutěžící byli ubytováni společně s částí organizátorů ve vysokoškolských kolejích a stravovali se v univerzitní jídelně této školy. Vedoucí a další část organizátorů měli své sídlo v hotelu Hilton v Gyeongju, starém sídelním městě dynastie Shilla s bohatou historií. V hotelu byli ubytováni a stravovali se vedoucí delegací, pozorovatelé a hosté i část štábu, která byla spojena s péčí o vedoucí a zajišťovala přípravné činnosti pro obsahovou část soutěže. V hotelu probíhala i všechna jednání, neboť je vybaven konferenčním sálem a možností zřídit počítačové středisko s dostatečným počtem počítačů pro všechny delegace. Koncentrace v prostoru a čase vedla i ke koncentraci práce vedoucích delegací. Hotel, třebaže pětihvězdičkový, poskytl fyzikální olympiádě zřejmě speciální ceny, takže platba za ubytování a stravování byla únosná (např. jedna noc v dvoulůžkovém pokoji byla účtována za 40 \$ za osobu, ačkoli hned v sousedství ve stejně moderním hotelu byla uvedena cena 160 \$). To vysvětluje i skutečnost, že jsme za dodatkové noclehy, jež nám pořadatelé soutěže zajistili v hotelu Hilton dva dny před soutěží a jeden den po ní, platili v podstatě velmi rozumnou cenu.

Družstvo České republiky bylo nominováno po soustředění, které proběhlo ve dnech 8.–18. června na Katedře fyziky a informatiky Univerzity Hradec Králové. Soustředění se zúčastnilo všech devět pozvaných nejlepších řešitelů z řad vítězů celostátního kola fyzikální olympiády. Výběr každým rokem začínáme dohodou s vedením delegace na Mezinárodní matematickou olympiádu, protože část soutěžících středoškoláků se účastní obou soutěží a vítězové si potom sami zvolí, které soutěží dají přednost. Na předních místech se letos ocitli na-

* ivo.volf@uhk.cz

** bohumil.vybiral@uhk.cz

příklad Alexandr Kazda, který v obou soutěžích zvítězil, nebo Jan Moláček. Na základě výběrového řízení, jež je založeno na dlouholetými zkušenostmi ověřené metodice a do něhož započítáváme jako pozitiva konkrétní výsledky kandidátů v soutěži FO, hodnocení jejich písemných projevů, hodnocení vedoucích cvičení, experimentální přípravy účastníků, byli vybráni k reprezentaci:

1. **Matouš Ringel**, absolvent gymnázia v Broumově,
2. **Jan Moláček**, absolvent gymnázia v Hradci Králové,
3. **Petr Houštěk**, žák gymnázia v Pelhřimově,
4. **Petr Morávek**, žák gymnázia v Pardubicích,
5. **Václav Potoček**, absolvent SPŠ v Praze.

Dále byli vybráni dva náhradníci:

6. **Jana Matějová**, absolventka technického lycea v Chrudimi,
7. **Václav Římal**, absolvent gymnázia v Praze.

Další dva účastníci soustředění – Štěpán Uxa a Pavel Motloch – se do výběru neprobojovali. Problémy měl Jan Moláček, který byl jmenován i členem delegace na mezinárodní matematickou olympiádu, přičemž se tyto soutěže mírně, i když ne co do soutěžních dnů, překrývaly. Účast Moláčka byla reálná, potřeboval jen vhodně zajistit přesun z Athén do Prahy nebo přímo do Pohangu. Nakonec všechno bylo rozhodnuto termínem odletu delegace České republiky na MFO – ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy při zajišťování cesty zvolilo levnější cestu – přímou linku Praha–Seoul s návazností na Pohang, kdy delegace musela odletět již v pondělí 12. července večer a 13. červenec byl ještě pro Moláčka soutěžní den na MMO. A tak místo vynikajícího teoretika, jímž Jan Moláček bezesporu je a vkládali jsme do něj značné naděje, nastoupila první náhradnice – Jana Matějová.

Vedoucími delegace České republiky byli již tradičně ministerstvem jmenováni: prof. RNDr. Ivo Volf, CSc., předseda Ústředního výboru fyzikální olympiády a člen Advisory Committee IPhO, vedoucí katedry fyziky a informatiky na Univerzitě v Hradci Králové, pedagogickým vedoucím byl prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc., místopředseda ÚVFO a prorektor Univerzity Hradec Králové.

Delegace se sešla v pondělí 12. července 2004 po 17. hodině na letišti Praha-Ruzyně, následující den ve 12.30 h přistálo letadlo na letišti Incheon v Seoulu, kde již čekali organizátoři, delegace byla autobusem přesunuta na letiště Gimpo v Seoulu, odkud pak odletěla do Pohangu. I tam čekala – dva dny před soutěží – služba, která nás pomohla dopravit nájemním mikrobusem do hotelu Hilton v Gyeongju. Protože delegace přiletěla o dva dny dříve, strávili soutěžící i vedoucí oba dny v hotelu; studenti využili času ke studiu úloh z předcházejících mezinárodních olympiád a k časové aklimatizaci, která byla spojena s časovým rozdílem sedm hodin.

Dne 15. července v dopoledních hodinách se studenti přemístili do Pohangu a všem – studentům i vedoucím – nastal běžný časový pracovní program. 16. 7. 2004 v dopoledních hodinách proběhl úvodní ceremoniál. 35. mezinárodní fyzikální olympiády se zúčastnilo 332 soutěžících z 71 zemí, další dva státy (Japonsko, Srí Lanka) vyslaly na soutěž své pozorovatele. Odpoledne a pozdě večer proběhlo první zasedání Mezinárodní komise, věnované diskusi tří teoretických úloh; vedoucí delegací potom dlouho do noci připravovali překlady textů úloh do mateřských jazyků pro své studenty. 17. července soutěžící řešili teoretické úlohy, pro vedoucí a pozorovatele byla uspořádána kulturně historická exkurze po okolí města Gyeongju. 18. července dostali vedoucí xerokopie řešení svých studentů, která byli povinni opravit a své hodnocení předat akademické komisi soutěže, soutěžící měli den odpočinku. Dvojitá nezávislá oprava, kterou provádí dvojice vedoucích a dvojice místních korektorů, se osvědčila a provádí se již po řadu let. Opravy usnadňuje skutečnost, že ke každé úloze je autory vytvořen tzv. Answer form – list odpovědí, do něhož jsou soutěžící povinni shrnout výsledky svých

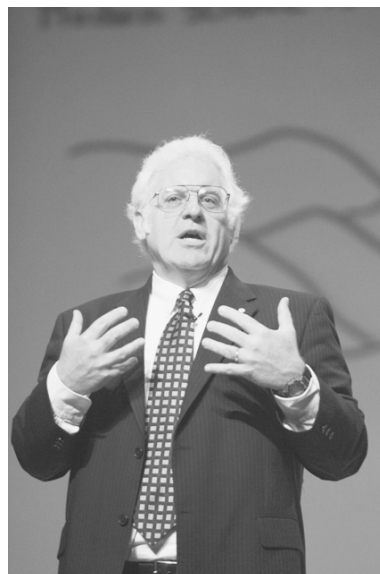
úvah, závěrečné obecné vztahy a číselná řešení. Odpoledne téhož dne probíhala diskuse vedoucích delegací v Mezinárodní komisi o experimentální úloze, pozdě večer a v noci vedoucí překládali 19 stran textu do mateřských jazyků soutěžících. Také v experimentální úloze byl vytvořen Answer form, do něhož soutěžící sumovali naměřené výsledky, sestrojené grafy a výsledky svých úvah.

19. červenec byl věnován řešení experimentální úlohy – soutěžící byli rozděleni do dvou skupin, jedna prováděla úlohu dopoledne, druhá odpoledne. Organizátoři museli připravit 175 souprav, obsahujících elektronické váhy, elektronický měřič času, speciální soupravu pro rotaci trubice, snímače polohy a času aj. Zatímco soutěžící se věnovali řešení, vedoucí navštívili muzeum a keramickou dílnu.

V úterý 20. července probíhal pro vedoucí delegací den v Pohangu – šlo o návštěvu ocelářského závodu POSCO a exkurzi do Pohang Accelerator Laboratory, která je vědeckým pracovištěm Univerzity (informace je možno získat na adrese <http://pal.postech.ac.kr>). Večer se poprvé od slavnostního zahájení měli možnost setkat vedoucí a soutěžící na společné večeři, uspořádané primátorem Gyeongju – slavnostní večer Shilla Night. Středa 21. července byla věnována moderování opravených řešení, tj. dosažení shody v hodnocení řešení úloh vedoucími delegací a skupinou korejských korektorů. Zajímavé je, že hodnocení korektorů a naše se výrazně od sebe nelišila. Probíhala dvě zasedání Mezinárodní Jury, jako příprava k vyhodnocení výsledků soutěže, na večerním zasedání byli vedoucí delegací informováni s průběhem vyhodnocení MFO. Ve čtvrtek 22. července v aule Univerzity byly vyhlášeny výsledky a na ně navázala slavnostní večeře, uspořádaná primátorem města Pohang. Pátek byl dnem odjezdu většiny delegací, naše delegace čekala opět na přímý spoj Seoul–Praha, takže odlétala až v sobotu 24. července v časných ranních hodinách.

Přípravu soutěže a průběh 35. mezinárodní fyzikální olympiády vzali korejští organizátoři velmi vážně a zodpovědně. Program byl nejen velmi podrobně rozpracován, ale jeho rozložení bylo dodržováno až s minutovou přesností a s velkou důkladností. Na jeho uskutečnění se podílel štáb zejména dobrovolných pracovníků (několik desítek), s vypracovanou hierarchií úkolů i poslušností. Např. transport autobusů doprovázela policejní hlídka, která zajišťovala volný průjezd sedmi autobusů při přemísťování vedoucích delegací (obdobně tomu bylo i s přesunem soutěžících, ale počet autobusů byl skoro dvojnásobný). Při přesunech se všude pohybovalo mnoho studentů ve snadno viditelných červených tričkách (oblečení štábu). Samotné soutěžní úlohy byly zpracovány velmi pěkně, jejich výběr byl sice zvolen úměrně talentovaným studentům, kteří přijeli na soutěž, úlohy byly dostatečně náročné, ale řešitelné pro soutěžící, což je možno vidět z počtu úspěšných řešitelů. Dvojitá oprava a na ni navazující moderování vedly k tomu, že proces hodnocení byl objektivní a spravedlivý. Je nutno konstatovat, že lépe organizovanou MFO jsme v posledních letech ještě nezažili. To patřilo k našim velkým překvapením.

Velmi důležitá byla společenská stránka soutěže. Například při zahájení bylo přítomno mnoho místních významných osobností, pracovníci z vysokých škol a vědeckých pracovišť. Krásný byl nástup všech soutěžících podle jednotlivých delegací, doprovázený dalšími informacemi z dataprojektoru. Vedoucí a soutěžící přišel pozdravit Moo-hyun Roh, prezident Korejské republiky. Přítomen byl samozřejmě prezident Mezinárodních fyzikálních olympiád dr. Waldemar Gorzkowski, dále dr. Robert B. Laughlin, nositel Nobelovy ceny za fyziku 1998, prezident Asia Pacific Center for Theoretical Physics, žijící a pracující v Korejské republice. Přítomnost nositelů Nobelových cen



dr. Robert B. Laughlin, nositel Nobelovy ceny za fyziku 1998

na MFO se stala jedním z velkých ocenění této soutěže talentovaných středoškoláků. Vedoucí a soutěžící byli pozváni na setkání od primátorů měst Gyeongju a Pohang, s předsedou Korejské vědecké nadace, na setkání s prezidentem POSTECH. Dr. Laughlin, nositel Nobelovy ceny, přednesl studentům speciální přednášku o fyzice. Pořádat mezinárodní fyzikální olympiády se stalo velmi prestižní záležitostí, na jejíž organizaci se nejen po obsahové stránce, ale i na průběhu podílí mnoho vysokoškolských a středoškolských učitelů, vědeckých pracovníků i mnoho sponzorů. Hlavními sponzory 35. MFO byli: POSCO, Samsung-Electronics, DAE-KYO, TriGem Computer, DAEYANG Education & Communication, Microsoft, samozřejmě POSTECH, ministerstvo pro vědu a ministerstvo školství a řada dalších.

Zadané úlohy byly poměrně hodně obtížné. První byla věnována elektrostatiice a měla název Ping-pong rezistor; soutěžící měli popsat chování malé nabitě destičky mezi deskami rovinného kondenzátoru. Druhá se zabývala pohybem nafukovacího balonku v atmosféře – Rising balloon, přičemž skutečná zemská atmosféra byla vhodně nahrazena modelem. Soutěžící měli za úkol uvážit nejen výškový gradient tlaku vzduchu, ale i gradient teplotní. Třetí úloha se zabývala problémy elektroniky – Atomic Probe Microscope. V experimentu soutěžící studovali mechanickou černou schránku – Mechanical Black Box – trubici, v níž byla umístěna kulička neznámé hmotnosti a dvě pružiny o neznámých tuhostech, přičemž trubice se nesměla otevřít.

Celkově bylo možné získat za každou teoretickou úlohu 10 bodů, 20 bodů za experimentální úlohu, tj. maximální dosažitelný počet bodů byl 50. Nejvyšší hodnocení dopadlo takto: za teoretické úlohy 29,3 bodu ze třiceti možných, za experimentální úlohu 18,7 bodu ze dvaceti možných, nejlepší hodnocení bylo 47,7 bodu z padesáti možných.

Podle statutu mezinárodních fyzikálních olympiád probíhá již druhým rokem jiný způsob hodnocení. Z celkového počtu 332 soutěžících musí být nejméně 60 %, tj. 200 studentů, ohodnoceno jako úspěšní řešitelé, přičemž nejméně 6 %, tj. 20 soutěžících, může dostat zlatou medaili, dalších 12 %, tj. 40, stříbrnou (přesněji celkově 60 soutěžících, tj. 18 %, zlatou nebo stříbrnou), dalších 18 %, tj. 60, bronzovou a posledních 24 %, tj. 80 soutěžících, může získat čestné uznání (HM, tj. Honorary Mention). Na základě předběžných úvah, s nimiž je Mezinárodní Jury seznámena, se potom stanoví bodové hranice pro jednotlivé medaile, a vlivem moderování se tyto počty mírně změní (zpravidla mírně navýší, letos bylo celkově úspěšných 216 soutěžících). Absolutním vítězem se stal Aleksander Michalyčev z Běloruska, dále bylo předáno 31 zlatých, 35 stříbrných a 68 bronzových medailí a 82 čestných uznání, tj. 9,3 %, 10,5 %, 20,4 %, 24 %, takže výsledný počet byl mírně překročen. Kromě toho byly při závěrečném mítinku předány i speciální ceny – za nejlepší výsledky při řešení úloh.

Nejlepším družstvem se stalo družstvo Čínské lidové republiky s pěti zlatými medailemi a celkovým počtem 222,1 z 250 bodů dosažitelných, tj. získalo celkem 88,8 % bodů. Družstvo ČLR se po roční přestávce vrátilo do této soutěže (v loňském roce proběhla Mezinárodní FO na Tchaj-wanu, jehož existenci jako samostatného státu vláda ČLR neuznává). Na dalších místech se umístila družstva: 2. Korea (4 zlaté, 1 bronzová), 3. Írán (3 zlaté, 1 stříbrná, 1 bronzová), 4.–5. Bělorusko a USA (2 zlaté, 2 stříbrné, 1 bronzová), 6.–8. Maďarsko, Ukrajina, Tchaj-wan, 9.–11. Rumunsko, Indie a Ruská federace, 12.–14. Thajsko, Austrálie a Vietnam, 15. Indonésie, 16.–17. Německo, Izrael, 18.–19. Singapur, Hongkong, 19.–24. **Česká republika**, Kanada, Moldávie, Turecko, Arménie, 25.–27. Srbsko a Černá Hora, Polsko, Kazachstán, 28.–29. Estonsko, Argentina, 30.–32. **Slovensko**, Velká Británie, Nizozemí. Celkem mělo 61 družstev alespoň jednoho úspěšného řešitele, posledních deset států nemělo úspěšného řešitele vůbec, všichni řešitelé byli neúspěšní.

Podíváme-li se na statistiku evropských zemí, kde mezinárodní fyzikální olympiáda před 37 lety vznikla, nejlepší výsledky mělo Bělorusko, dále jsou v pořadí 2. Maďarsko, 3. Ukrajina, 4.–5. Rumunsko a Ruská federace, 6. Německo, 7.–8. **Česká republika** a Moldávie, 9.–10. Srbsko a Černá Hora, Polsko, 11. Estonsko, 12.–14. **Slovensko**, Velká Británie, Nizo-

zemí. Z celkového počtu 38 zúčastněných států jich mělo 32 alespoň jednoho úspěšného řešitele, družstva šesti států neměla ani jednoho úspěšného řešitele. Pětice států, jejichž představitelé se v roce 1967 zúčastnili prvního ročníku MFO, zůstávají mezi úspěšnými – jde o Polsko, Maďarsko, Československo (dnes Česká republika a Slovensko), Rumunsko, Bulharsko.

Poslední porovnání je velmi zajímavé – jak si stojí družstva států Evropské unie. Z nich na prvním místě je družstvo Maďarska, 2. Německo, 3. **Česká republika**, 4. Polsko, 5. Estonsko, 6.–8. **Slovensko**, Velká Británie a Nizozemí. Neustálé kritiky, jež jsou vznášeny k českému vzdělávacímu systému zvnějška, nejsou těmito výsledky potvrzeny – domníváme se, že **naši studenti**, kteří se zúčastnili mezinárodní fyzikální olympiády (a to nejen letos, ale po celou dobu existence samostatného českého státu od roku 1993), **dosahují dost dobrých výsledků právě proto, že mají dostatečné faktografické znalosti a dovedou jich tvořivě používat při řešení obtížných fyzikálních problémů.**

Z hlediska jednotlivců získal nejlepšího výsledku Aleksander Michalyčev z Běloruska (47,7 bodů). Nejlepší účastník z České republiky – Matouš Ringel – získal 39,6 bodu, tj. 83 % nejlepšího výsledku. Nejlepší hodnocení v teoretické části bylo 29,3 bodu, náš nejlepší výsledek byl 23,3 bodu, tedy 79,5 %. V části experimentální byl nejlepší výsledek 18,7 bodu, náš nejlepší výsledek 16,3 bodu, tedy 87 %. Nejlepší dívkou ze všech 19 zúčastněných byla Elena Udínova z USA s výsledkem 39,2 bodu a zlatou medailí, naše účastnice byla v pořadí pátou dívkou ze šesti úspěšných s 18,5 bodu a čestným uznáním.



Jana Matějová přebírá ocenění

Podívejme se ještě na podrobnější výsledky jednotlivých členů družstva:

Účastník	T1	T2	T3	ΣT	Exp	Celkem	Pořadí	Výsledek
Ringel	8,5	7,8	7,0	23,3	16,3	39,6	20.–21.	zlatá
Houštěk	5,1	6,3	1,5	12,9	8,9	21,8	157.–158.	čestné uznání
Morávek	3,0	7,5	0,2	10,7	11,7	22,4	152.	čestné uznání
Potoček	2,4	4,5	10,0	16,9	9,7	26,6	109.	bronz
Matějová	2,1	4,2	4,2	10,5	8,0	18,5	199.	čestné uznání
Součty	21,1	30,3	22,9	74,3	54,6	128,9	19.–24.	
Procenta	42,2	60,6	45,8	49,5	54,6	51,6		

Na závěr chceme uvést několik slov:

1. Vedení delegace České republiky vyjadřuje poděkování všem pracovníkům, kteří se organizačně podíleli na zajištění účasti delegace na 35. mezinárodní fyzikální olympiádě.
2. Vedení delegace děkuje všem učitelům a dalším pracovníkům, kteří se podíleli na odborné přípravě našich účastníků, zejména učitelům fyziky na středních školách. Dovést své-

- ho svěřence až k MFO za dnešních podmínek pro výuku fyziky na středních školách představuje mnoho hodin trpělivé práce při konzultacích.
3. Vedení delegace děkuje pracovníkům Katedry fyziky a informatiky Univerzity Hradec Králové, kteří se již tradičně věnují budoucím soutěžícím po teoretické i experimentální stránce a provádějí výběr účastníkům.
 4. Bylo by vhodné, aby takové poděkování šlo i z Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, a to zejména na adresu ředitelství středních škol (Gymnázium v Broumově, Gymnázium v Pardubicích, Dašická ul., Gymnázium v Pelhřimově, SPŠE v Praze, Panská ul. a Technické lyceum v Chrudimi).
 5. Výsledky dosažené našimi soutěžícími na 35. MFO považujeme za tradiční – výjimkou je zisk zlaté medaile (zase po pěti letech). Za velký úspěch považujeme především tu skutečnost, že všichni naši soutěžící byli úspěšní, což potvrzuje na mezinárodním fóru, že české školství dosahuje trvale dobrých (i když stále se snižujících) výsledků. Domníváme se, že případná účast Jana Moláčka mohla posunout výsledky ještě více dopředu (je to dosti dobře kvalifikovaný odhad).
 6. V porovnání se státy, jejichž družstva se umístila na předních místech, však musíme konstatovat, že se věnují přípravě na MFO s větší intenzitou a získávají na soustředěnou přípravu více času i finančních prostředků.
 7. Během 35. MFO byla česká delegace pozvána s ročním předstihem na další, tj. 36. mezinárodní fyzikální olympiádu, která proběhne ve dnech 2.–12. 7. 2005 ve Španělsku, na jedné z nejstarších evropských univerzit v Salamance.
 8. V souvislosti se soutěžími jsme byli informováni o soutěži přírodovědných znalostí (pořádané letos v dubnu za účasti několika družstev z evropských zemí v Nizozemí), o mezinárodní astronomické olympiádě (proběhne v říjnu), o světové soutěži přírodovědných znalostí pro žáky do 16 let (proběhne v prosinci v Indonézii – část delegace bude sponzorována pořadatelem).
 9. Vzhledem k celkově nepříznivému stavu ve výuce přírodovědných předmětů v Evropě v posledních letech se začíná problémy zabývat i Evropská unie. Měli bychom se více zabývat o možnostech, které se v těchto souvislostech objevují.
 10. Doporučujeme posílit více elektronické metody práce s talenty, například pomocí webovské stránky www.uhk.cz/fo a dalších.

Závěrem upozorňujeme učitele fyziky i jejich svěřence – fyzikální olympioniky, že ÚV FO vydal speciální CD-ROM pro přípravu talentovaných středoškoláků na fyzikální olympiády.

Tabulka výsledků družstev na 35. MFO v Jižní Koreji

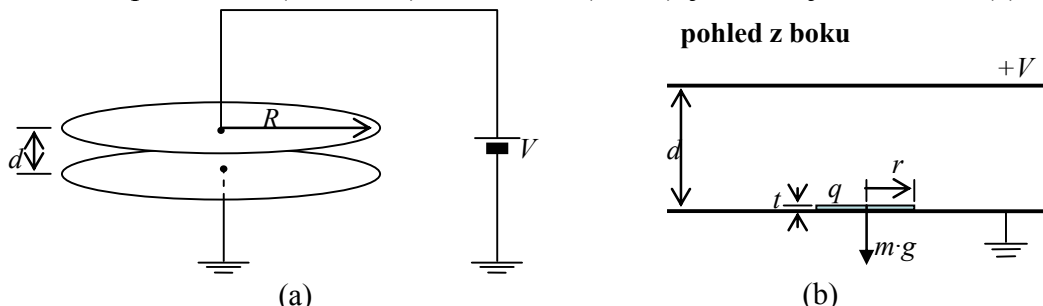
Pořadí	Stát	1.	2.	3.	4.	5.	Body
1.	Čínská lidová republika	G	G	G	G	G	20
2.	Korejská republika	G	G	G	G	B	18
3.	Írán	G	G	G	S	B	17
4.–5.	Bělorusko	G	G	S	S	B	16
	Spojené státy americké	G	G	S	S	B	16
6.–8.	Maďarsko	G	G	S	S	HM	15
	Ukrajina	G	G	S	B	B	15

	Tchaj-wan	G	S	S	S	B	15
9.–11.	Rumunsko	G	S	S	B	B	14
	Indie	G	S	S	B	B	14
	Ruská federace	S	S	S	S	B	14
12.–14.	Thajské království	G	S	B	B	B	13
	Austrálie	G	G	B	B	HM	13
	Vietnam	S	S	S	B	B	13
15.	Indonésie	G	S	B	B	HM	12
16.–17.	Německo	G	B	B	B	HM	11
	Izrael	S	S	B	B	HM	11
18.–19.	Singapur	S	S	B	HM	HM	10
	Hongkong	G	S	B	HM	x	10
20.–24.	Kanada	G	B	B	HM	x	9
	Česká republika	G	B	HM	HM	HM	9
	Moldávie	S	B	B	HM	HM	9
	Arménie	B	B	B	B	HM	9
	Turecko	B	B	B	B	HM	9
25.–27.	Srbsko a Černá Hora	S	B	B	HM	x	8
	Polsko	B	B	B	HM	HM	8
	Kazachstán	B	B	B	HM	HM	8
28.–29.	Argentina	S	B	HM	HM	x	7
	Estonsko	B	B	HM	HM	HM	7
30.–32.	Velká Británie	S	B	HM	x	x	6
	Slovensko	S	B	HM	x	x	6
	Nizozemsko	S	HM	HM	HM	x	6
33.–36.	Lotyšsko	B	HM	HM	HM	x	5
	Finsko	B	HM	HM	HM	x	5
	Slovinsko	B	B	HM	x	x	5
	Chorvatsko	B	HM	HM	HM	x	5

G – zlatá, 4 b., S – stříbrná, 3 b., B – bronzová, 2 b., HM – čestné uznání, 1 b.

Teoretická úloha 1 („Ping-Pong“ rezistor)

Kondenzátor se skládá ze dvou kruhových rovnoběžných desek, každá o poloměru R , ve vzájemné vzdálenosti d , kde $d \ll R$, jak ukazuje obr. 1.1(a). Horní deska je spojena se zdrojem o stálém napětí V , zatímco dolní deska je uzemněna. Potom položíme na střed dolní desky tenký malý disk o hmotnosti m , poloměru r ($r \ll R, d$) a tloušťce t ($t \ll r$), jak ukazuje obrázek 1.1(b).



Obr. 1.1 Schematický náčrtek (a) ukazuje rovnoběžné desky kondenzátoru připojené ke zdroji konstantního napětí a obrázek (b) boční pohled na rovnoběžné desky s malým diskem umístěným uvnitř kondenzátoru

Předpokládejme, že v prostoru mezi deskami je vakuum, jehož permitivita je ϵ_0 . Desky a disk představují dokonalé kondenzátory. Všechny okrajové elektrické jevy můžeme zanedbat. Induktance celého obvodu a všechny relativistické jevy mohou být zanedbány. Obrazový (zrcadlový) nábojový efekt může být také zanedbán.

- [1,2 b] Vypočítejte elektrickou sílu F_p mezi deskami, jež jsou ve vzdálenosti d , před vložením disku mezi desky – viz obr. 1.1(a).
- [0,8 b] Když disk umístíme na spodní desku, náboj q disku dle obr. 1.1(b) závisí na napětí V podle vztahu $q = \chi \cdot V$. Určete χ pomocí veličin r, d, ϵ_0 .
- [0,5 b] Rovnoběžné desky leží kolmo k homogennímu silovému tíhovému poli popsanému g . Abychom zvedli disk z počátečního klidu, musíme zvyšovat připojené napětí nad určitou prahovou hodnotu V_{th} . Určete V_{th} pomocí m, g, d, χ .
- [2,3 b] Je-li $V > V_{th}$, disk se pohybuje nahoru a dolů mezi deskami (předpokládejme, že se disk pohybuje pouze ve vertikálním směru bez kolébání). Srážky mezi diskem a deskami jsou nepružné se součinitelem vzpruživosti $\eta \equiv \left(\frac{v_{po}}{v_{před}} \right)$, kde $v_{před}$ a v_{po} jsou rychlosti disku těsně před srážkou a těsně po srážce. Desky jsou ve stacionárně fixované poloze. Rychlost disku těsně po srážce s dolní deskou nazveme rychlost v ustáleném stavu v_s , která závisí na napětí V takto: $v_s = \sqrt{\alpha \cdot V^2 + \beta}$. Určete koeficienty α, β pomocí veličin m, g, χ, d, η . Předpokládejte, že celý povrch disku se dotýká desky hladce a současně tak, že úplná výměna náboje nastane okamžitě při každé srážce.

- [2,2 b] Po dosažení ustáleného stavu časová střední hodnota proudu I procházejícího deskami kondenzátoru může být vyjádřena aproximací $I = \gamma \cdot V^2$, kde $q \cdot V \gg m \cdot g \cdot d$. Vyjádřete součinitel γ pomocí veličin m, χ, d, η .
- [3 b] Když připojené napětí V zmenšíme (velmi pomalu), existuje kritické napětí V_c , pod nímž náboj přestane protékat. Určete V_c a odpovídající proud I_c pomocí veličin m, g, χ, d, η . Porovnejte V_c s prahovým napětím V_{th} diskutovaném v úloze (c), vypočítejte jejich podíl a vhodně načrtněte graf $I - V$ charakteristiky, když se napětí V zvětšuje a zmenšuje v mezích od $V = 0$ do $3 \cdot V_{th}$.

Ceny Praemium Bohemiae 2004

Bohumil Vybíral, Univerzita Hradec Králové*

Dne 4. 12. 2004 obdrželo 19 studentů prestižní ceny PRAEMIUM BOHEMIAE za úspěšnou reprezentaci České republiky na mezinárodních (světových) olympiádách v roce 2004. Oceněna byla účast studentů:

- na Fyzikální olympiádě v Korejské republice, kde 5 českých řešitelů v konkurenci 332 účastníků z 71 států získalo 1 zlatou a 1 bronzovou medaili a 3 čestná uznání,
- na Chemické olympiádě v Německu, kde 4 naši studenti za účasti 234 soutěžících z 61 států získali 1 zlatou, 1 stříbrnou a 2 bronzové medaile,
- na Biologické olympiádě v Austrálii, kde v konkurenci 160 soutěžících ze 40 států všichni 4 čeští studenti vybojovali bronzové medaile,
- na Matematické olympiádě v Řecku, kde 6 českých studentů za rekordní účasti 486 soutěžících z 85 států získalo 2 stříbrné a 2 bronzové medaile
- a na Olympiádě v informatice, konané rovněž v Řecku, kde 2 ze 4 našich soutěžících vybojovali stříbrné medaile v konkurenci 300 řešitelů z 77 států.

Ceny PRAEMIUM BOHEMIAE ve výši od 7,5 do 40 tisíc Kč (podle míry úspěchu) v celkové částce 362,5 tisíc Kč studentům udělila *Nadace B. Jana Horáčka Českému ráji* na zámku Sychrov v den 80. výročí narození zakladatele Nadace. Z mladých fyziků ocenění získali: **Matouš Ringel**, absolvent Gymnázia Broumov (za zlatou medaili), **Václav Potoček**, absolvent Střední průmyslové školy sdělovací techniky v Praze (za bronzovou medaili), **Petr Houšťek** z Gymnázia Pelhřimov, **Petr Morávek** z Gymnázia v Pardubicích a **Jana Ringelová-Matějová**, absolventka Střední průmyslové školy v Chrudimi, všichni za čestná uznání. Z mladých matematiků ocenění získali: **František Konopecký** z Gymnázia Holešov, **Jan Moláček**, absolvent Gymnázia J. K. Tyla v Hradci Králové (oba za stříbrné medaile), **Vítězslav Kala**, absolvent Gymnázia Kpt. Jaroše v Brně a **Jaromír Kuben**, student Gymnázia Kpt. Jaroše v Brně (oba za bronzové medaile). Z mladých informatiků byli ocenění: **Daniel Marek** z Gymnázia Ch. Dopplera v Praze a **Petr Škoda**, absolvent Gymnázia Ústavní v Praze (oba za stříbrné medaile).

Mimo studentských cen byla udělena jedna velká cena za rozvoj vědních oborů – v letošním roce byla udělena za chemii. Cenu ve výši 500 000 Kč obdržel **prof. RNDr. Antonín Holý, DrSc.** (*1936) z Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR v Praze „za objevné práce v chemii složek nukleových kyselin s významnými aplikacemi v medicíně, zejména za rozhodující podíl na tvorbě antivirových preparátů s celosvětovým rozšířením“.

Udílení cen PRAEMIUM BOHEMIAE, které se uskutečnilo již počtvrté, představuje kvalitativní změnu v přístupu společnosti k oceňování zejména mladých přírodovědných talentů za jejich osobní úsilí i za reprezentaci. Ceny pro studenty znamenají stimul nejen morální, ale i materiální. Podněcující je i propojení oceňování mladých talentů s oceněním vědce světového věhlasu. Pro nás všechny ostatní představuje počin Nadace oceňovat začínající i vyzrálé vědce odív nad šlechtitným činem zakladatele Nadace – mecenáše Bohuslava Jana Horáčka. Ten svým životem ukázal, že pevný postoj, tvrdá práce a překonávání překážek má smysl.

* bohumil.vybiral@uhk.cz

10. mezinárodní konference ICYS

Zdeněk Kluiber, Gymnázium Christiana Dopplera, Praha*

Konference mladých vědců ICYS (International Conference of Young Scientists) mají již desetiletou tradici. Jejich zakladatelkou je doc. dr. Z. Rajkovitsová, PhD. z Maďarska. Třikrát proběhla konference v Maďarsku, třikrát v Bělorusku – doc. dr. L. Markovitsch, PhD. je vice-prezident ICYS –, jedenkrát v Nizozemsku, v Polsku a v Gruzii (1).

10. ICYS se uskutečnila v ČR ve dnech 22.–27. 4. 2003. Na návrh Z. Kluibera bylo její uspořádání spojeno s oslavou 200. výročí narození prof. Ch. Dopplera v ČR. Mezinárodní výbor ICYS v říjnu 2002 ve Visegrádu odsouhlasil také rozšíření konference o 5. sekci: **Uplatnění Dopplerova jevu.**

Výbor pro 10. ICYS pracoval ve složení: předseda: doc. RNDr. Z. Kluiber, CSc., místopředseda: doc. Ing. Š. Zajac, CSc., členové: dr. M. Budín, M. Grocký, MUDr. D. Jaganjacová, Prof. Ing. F. Janouch, CSc., Ing. S. Medřický, CSc., Ing. J. Růžek, Mgr. L. Starosta, Mgr. M. Strejčková, Ing. G. Tučná, vědecký sekretář: doc. Ing. M. Libra, CSc. **Záštita nad 10. ICYS převzala doc. RNDr. H. Illnerová, DrSc., předsedkyně AV ČR.** Vědecký výbor 10. ICYS, který byl ustanoven na jednání v říjnu 2002 v Maďarsku, pracoval ve složení: předseda: doc. dr. Z. Rajkovitsová, PhD., místopředseda: doc. RNDr. Z. Kluiber, CSc., členové: Prof. Ing. M. Havlíček, DrSc., Prof. Ing. F. Janouch, CSc., Prof. H. Jordens, DrSc., Ing. K. Jungwirth, DrSc., doc. dr. L. Markovitsch, PhD., Prof. dr. A. Timoschenko, PhD., doc. Ing. Š. Zajac, CSc.

Zahájení konference se zúčastnili vedle členů organizačního výboru a vědeckého výboru zástupce primátora města Kladna A. Kajgr, v zastoupení hejtmana Středočeského kraje Ing. P. Drnec. Konference se konala v Domě mládeže v Kladně, který vytvořil optimální podmínky pro zdařilý průběh konference, a ve velkém sále Kulturního centra města Kladna. V organizačním týmu pracovali profesori a studenti Gymnázia Ch. Dopplera z Prahy a Gymnázia Kladno. To navíc zabezpečilo i projekční techniku pro celé jednání konference. V rámci kulturně společenského programu vystoupila cimbálová muzika při Gymnáziu J. Á. Komenského v Novém Strašci. Účastníci konference navštívili Karlštejn a při celodenním výletu Prahu. Společenský program vyvrcholil koncertem pěveckého sboru a hudebního tělesa Gymnázia Ch. Dopplera v Chrámu sv. Mikuláše. Prof. V. Karasová a prof. E. Černá připravili monumentální program, který se stal vyvrcholením 10. konference mladých vědců.

Konference se zúčastnilo zhruba **130 účastníků ze 14 zemí** (Běloruska, České republiky, Finska, Indie, Kypru, Litvy, Maďarska, Makedonie, Německa, Nizozemska, Polska, Rumunská, Ruska, Ukrajiny). ČR reprezentovala družstva studentů Gymnázia Ch. Dopplera, Praha a Mendelovova gymnázia, Opava. Podle vyjádření doc. Rajkovitsové a doc. Markovitsche **byla 10. ICYS ve své historii největší** a velmi úspěšná. Vystupovalo celkem 71 studentů: ve fyzice 20, v matematice 13, v ekologii 24, ve výpočetní technice 11, v užití Dopplerova jevu 3; celkově bylo přítomno 87 studentů. Práce prezentované na konferenci v 15minutových vystoupeních byly vesměs na vysoké odborné úrovni. Studenti velmi dobře hovořili o svých vědeckých, resp. odborných výsledcích. Studenti přednesli i řadu nových výsledků a námětů, které mohou být inspirací k důkladnému výzkumu.

Jednacím jazykem konference byla angličtina. Pro účastníky byly prosloveny **dvě odborné přednášky** (Prof. Ing. F. Janouch, CSc.: Energie pro 3. tisíciletí, doc. Ing. Š. Zajac, CSc.: Minulá, současná a budoucí fyzika). Obě přednášky se setkaly s obrovským zájmem a tvořily základ odborného programu 10. ICYS.

* zdenek.kluiber@email.cz

Hodnotící komise byly pětičlenné, jejich členy byli odborníci z řad vedoucích jednotlivých delegací. V čele hodnotících komisí pak byli předsedové z ČR, přední odborníci v jednotlivých oborech:

Fyzika:	RNDr. Z. Janů, CSc.
Matematika:	doc. RNDr. M. Krbec, CSc.
Výpočetní technika:	Ing. F. Matůš, CSc.
Ekologie:	Mgr. J. Neustupa
Uplatnění Dopplerova jevu:	MUDr. B. Křístková
Předseda hodnotící komise celé 10. ICYS:	doc. Ing. M. Libra, CSc.

VÝSLEDKY KONFERENCE:

Užití Dopplerova jevu

1. S. J. De Vet (Nizozemsko)
2. A. Simontsits (Maďarsko)
3. A. Sajdová (Česká republika)

Fyzika

1. A. Kleinhout (Nizozemsko), A. Horvath (Rumunsko)
2. L. Kuiper (Nizozemsko), M. Bocz (Maďarsko)
3. A. Krause (Německo), A. Wierzcholska (Polsko)

Matematika

1. P. Soloviev (Rusko), J. Loharu, S. Ivanov (Rusko)
2. E. Amosov (Rusko), A. Ivanov (Rusko)
3. S. Chernov (Bělorusko), A. Kovalchuk, M. Nurulin (Rusko)

Výpočetní technika

1. A. Kahn (Německo)
2. S. Serdyukov (Rusko)
3. J. Marquardt (Německo)

Ekologie

1. J. Butler (Německo), R.V. D. Gaag, V. V. Dijk (Nizozemsko)
2. P. Negriu (Ukrajina), G. Boyko (Ukrajina)
3. N. Buko (Litva), F. Reinaerts, D. van Wersch (Nizozemsko)

Úspěšný průběh konference především umožnily sponzorské dary. Náš dík proto patří všem 24 sponzorům, kteří podpořili mladé vědce na jejich mezinárodním setkání. **Všichni účastníci 10. ICYS obdrželi knihu:** Z. Kluiber a kol.: Moderní směry ve fyzice – Modern Topics in Physics, ARSCI, Praha 2003. Vedoucí delegací a členové hodnotících komisí pak dostali navíc drobnou českou keramiku.

Česká republika touto akcí výrazně přispěla ke světové oslavě 200. výročí narození Ch. Dopplera. **Gymnázium Christiana Dopplera se dostalo do mezinárodního povědomí úspěšné školy ve fyzice.**

Příští konference v roce 2004 se uskuteční v Nizozemsku. Řada zemí již projevila zájem o další uspořádání konference. Lze očekávat další zkvalitnění konference a její podstatné rozšíření.

LITERATURA:

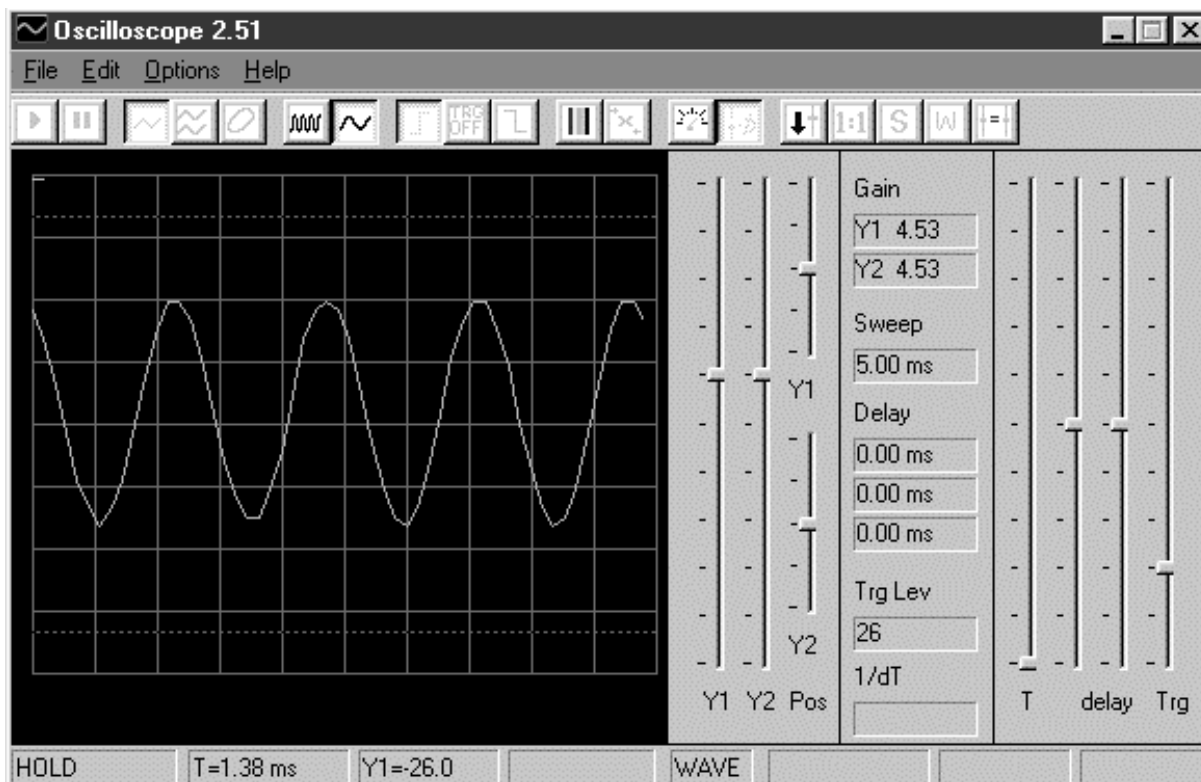
- [1] Kluiber Z.: *The International Conference of Young Scientists*. Physics Competition **2**, No 2 (2000), 39.

Winscope (aneb paměťový osciloskop se spektrálním analyzátořem za 20 Kč)

Miroslav Panoš, Gymnázium J. Vrchlického Klatovy

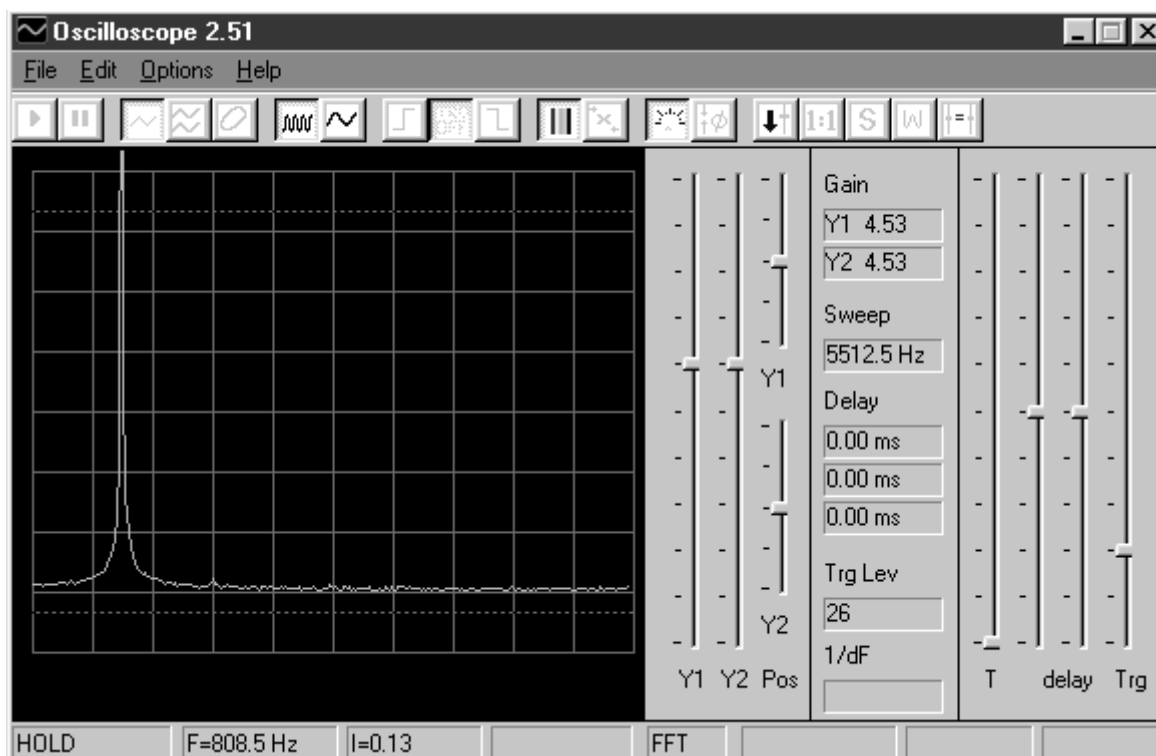
Často se při výkladu akustiky setkáváme s problémem, jak pro žáky „zachytit“ zvuk, aby bylo možné ukázat, co je to výška tónu, vyšší harmonické frekvence, spektrum zvuku apod. Různé univerzální experimentální systémy jako je IP Coach či ISES sice umožňují jako jeden z mnoha modulů připojit i mikrofon, avšak značná pořizovací cena každého jistě odradí, pokud by je zamýšlel využívat jen pro „hrátky s mikrofonem“. O nákupu profesionálního paměťového osciloskopu a spektrálního analyzátořu ani nemluvě!

Pokud některý z výše uvedených experimentálních systémů nemáte, nebo se vám nechce „s kanónem na vrabce“, jistě pomůže program Winscope autora Konstantina Zeldoviče z Moskevské univerzity (zeld@polly.phys.msu.su), který si můžete bezplatně stáhnout z internetu na stránce autora: <http://polly.phys.msu.su/~zeld/oscill.html>, nebo na stránkách našeho fyzikálního kabinetu: <http://www.matfyz.cz/fyzikalni.kabinet> (v sekci Dílna).



Obr. 1: Program Winscope při záznamu časového průběhu zvuku

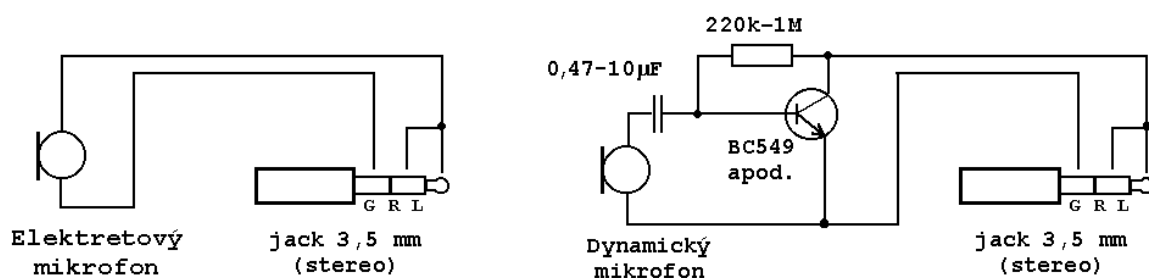
Program Winscope 2.51 umožňuje pomocí zvukové karty a mikrofону načíst zvuk a zobrazit jeho průběh na monitor (viz obr. 1). Přestože jde o program poměrně jednoduchý, není toto jeho jedinou funkcí, ba naopak. Program je doslova nabit „vším potřebným“. Asi nejvíce oceníte rychlou Fourierovu transformaci (FFT), pomocí které můžete program využít pro spektrální analýzu načteného signálu. Přecházení mezi časovým diagramem a FFT nebo přímý záznam v režimu FFT umožňuje velice názorně ukázat všechny základní vlastnosti tónu (základní frekvence, amplituda, barva tónu atd.) Obrázek 2 zachycuje signál z obr. 1 podrobně spektrální analýze pomocí FFT.



obr. 2: Spektrální analýza načteného zvukového signálu.

Celkové ovládání programu je velice jednoduché a intuitivní. Návod k programu je kvalitně zpracovaný, takže myslím, že ovládání Winscope by nemělo dělat větší problémy. I po stránce hardwarové náročnosti jsem se nesetkal s problémy – zatím jsem se nesetkal s typem zvukové karty či počítačem, kde by program nepracoval.

Máte-li profesionální mikrofon k PC můžete ihned Winscope použít, pokud ne, nezužujte! Na obrázku 3 předkládám schémata připojení dvou základních typů mikrofonů k PC. Zde jen musím upozornit, že v některé starší literatuře se vyskytuje schéma připojení mikrofonu s konektorem MONO. Toto zapojení však funguje jen u některých starších zvukových karet, naopak zde předkládané zapojení s konektorem STEREO funguje s libovolnou zvukovou kartou.



obr. 3: Schéma připojení mikrofonu ke zvukové kartě PC.

Osobně se mi velice osvědčilo použití elektretové mikrofonní vložky, kterou lze za 15 Kč koupit ve většině obchodů s elektrosoučástkami. Vložku lze velice jednoduše zabudovat do pouzdra starého centrofíxu a tím vytvořit praktický mikrofon.

Každý, kdo si „pohraje“ s programem Winscope mi jistě dá za pravdu, že tento program se jeho autorovi skutečně povedl. A s náklady cca 20 Kč přeměnit PC na paměťový osciloskop i se spektrálním analyzátozem je něco tak naprosto fantastického, že by jistě byla škoda toho nevyužít!