# OBSAH



***Verze ZŠ obsahuje strany 1–64; verze SŠ strany 1–32 a 65–100***

***číslo***

**1**

***VII.***

***ročník***

**2001**

# ŠKOLSKÁ FYZIKA

**Ročník VII.** **2001**

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

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



***Adresa redakce:*** Školská fyzika, KOF PeF ZČU, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
☎ 019/7423776, linky 351 nebo 314

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

***Předplatné:***

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

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

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

**ISSN 1211-1511**

*Toto číslo vzniklo 6. 8. 2001*

## Vážení čtenáři,

vstupujeme do sedmého ročníku časopisu a spolu s vámi, čtenáři Školské fyziky, se těšíme na zajímavé fyzikální články k praktickému použití na všech typech škol. Zdravíme zároveň i čtenáře na Slovensku, jejichž počet od minulého ročníku výrazně vzrostl. Jsme rádi, že přibývá i článků od našich milých slovenských kolegů, tyto články budeme otiskovat v originále. Protože víme, že žáci a studenti již odvykli slovenskému jazyku, budeme k článkům připojovat české ekvivalenty méně obvyklých slov, a to ve formě poznámek pod čarou.

Na zasedání redakční rady jsme projednávali mnoho podnětů do budoucna. Jsme rádi, že vám záleží na podobě našeho společného časopisu a vítáme všechny náměty ke zlepšení, které od vás dostáváme. Konkrétně pro nejbližší období připravujeme kromě již známých rubrik také rubriky nové, věnované jednak zajímavým internetovým stránkám s fyzikální tématikou (*Brouzdáme po Internetu*), jednak knižním novinkám (*Knižní novinky*).

Jak jste si již v posledních číslech všimli, tam, kde je to možné, uvádíme také mailovou adresu autora článku. Umožňujeme tím přímou komunikaci s autorem.

Cena časopisu byla již více než 5 let stálá přes zvyšující se materiální náklady i rostoucí poštovné. Od 7. ročníku jsme bohužel nuceni cenu časopisu zvýšit, a to tak, že studenti (včetně studentů doktorského studia) budou za ročník platit 150 Kč, odběratelé verzí ZŠ, a verzí SŠ 200 Kč a odběratelé verze společné 250 Kč. Fakturu jste nalezli jako přílohu tohoto čísla a prosíme vás o včasnou platbu.

Od 1. 9. 2001 webové stránky časopisu (http://www.pef.zcu.cz/pef/kof/sk_fy/w_SF.HTM), které jsou volně přístupné, obsahují pouze obsahy jednotlivých čísel. Pro odběratele jsou k dispozici i elektronické podoby článků, a to na základě přihlášení. Stačí napsat na přihlašovací stránce uživatelské jméno ALBERT a heslo EINSTEIN.

V Plzni 16. 7. 2001

*redakce*
časopisu Školská fyzika

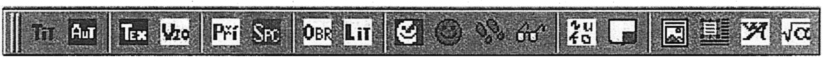
# Jak psát fyzikální články do Školské fyziky?

*Miroslav Randa*, Pedagogická fakulta ZČU Plzeň*

Jednoduchá, přesto naprosto správná odpověď je: zajímavě, čtivě, samozřejmě věcně správně. Dalším důležitým požadavkem je, **aby článek byl užitečný čtenářům**, tedy zejména učitelům fyziky na základních a středních školách. Je vhodné, když je článek doplněn názornými nákresy, obrázky, kresbami. Zejména proto vítáme články z praxe od učitelů fyziky a dáváme jim při přípravě k tisku přednost. Není přitom rozhodující, zda je článek psán v příslušném textovém editoru či psacím strojem, nebo (čitelně) rukou. Přesto mnozí z vás požadují otištění základních požadavků na psaní článku určeného pro Školskou fyziku. Pro vaši potřebu vznikly následující stránky. Budeme rádi, pokud se k popsanému ideálu přiblížíte, ale znovu zdůrazňuji: **podstatný je obsah, forma je záležitostí redakce!**

## JAK (V IDEÁLNÍM PŘÍPADĚ) POSTUPOVAT PŘI PSANÍ ČLÁNKU PRO ŠKOLSKOU FYZIKU?

**Přípravné práce** je rozumné začít stažením **šablony Casopis.dot** (resp. Casopis.zip) z webových stránek Školské fyziky (http://www.pef.zcu.cz/pef/kof/sk_fy/w_sf.htm). Šablona, kterou vytvořil člen redakční rady Mgr. Jan Bečvář, výrazně usnadní úpravy vašeho textu. Šablonu („rozzipovanou") uložíte na pevný disk do adresáře, v němž jsou ostatní šablony Microsoft Office (zpravidla C:\Program Files\Microsoft Office\Sablony\). Po spuštění WORDu lze volit z menu **Soubor→Nový** a pokud hodláte psát článek pro Školskou fyziku, vybrat šablonu Casopis. Přípravné práce zakončíte volbou **Zobrazit→Panely nástrojů** a zaškrtnutím položky Časopis. Tím se otevře lišta tlačítek, která práci s dokumentem velice ulehčí (viz obr. 1).



*Obr. 1*

Základní, předdefinované **styly odstavců** jsou:

- **Název** (slouží k označení názvu článku, na liště je označen ikonou ); začnete-li v novém dokumentu založeném na šabloně Casopis.dot psát, píšete v tomto stylu (po stisku klávesy Enter se automaticky přepnete do stylu Autor);
- *Autor* (slouží k označení autora článku, na liště je označen ikonou ); jak je z článků ve Školské fyzice zřejmé, uvádíme údaje o autorech ve tvaru *Jméno, Příjmení, Pracoviště, Město* (po stisku klávesy Enter se automaticky přepnete do stylu text);
- text (tímto stylem je psána většina textu článku, na liště jej označuje ikona ); je definován jako Times New Roman s velikostí 12 (přesněji řečeno jde o 12 bodů, takzvané *cicero*, přičemž 1 bod v počítačové sazbě odpovídá 0,353 mm) a s odstavcovou zarážkou 0,5 cm (jedná se o posunutý začátek prvního řádku odstavce, jehož velikost se podle typografických „pravidel" smí pohybovat v rozmezí od 1 do 3 čtverčíků, tj. pro 12bodové písmo v mezích 4,2–12,7 mm);
- vzorec (tento styl je vhodný pro sazbu fyzikálních vzorců do zvláštních řádek, na liště je pro něj umístěna ikona ); jeho výhodou oproti stylu text je nastavení tabulátorů na střed stránky a na pravý okraj stránky; toto nastavení zaručí, že po stisknutí klávesy tabulátoru Tab bude vzorec bez ohledu na svou délku umístěn na střed stránky a po dalším stisknutí klávesy Tab se pořadové číslo vztahu zarovná k pravému okraji;

* randa@iris.pef.zcu.cz

- **Příklad** a SPECNAD jsou styly určené k vyznačení dílčích nadpisů v článku a není vhodné je oba používat v jednom článku, lze je zvolit buď standardně z menu nebo pomocí ikon **Pří** a SPE z lišty tlačítek;
- *Obrázek* (na liště označený ikonou OBR) se používá k sázení popisků obrázků;
- Literatura (s ikonou LIT), jak už název napovídá, je styl předdefinovaný pro odkazy literatury na konci článku. Podrobněji o citování literatury pojednává následující článek [1].

Další čtyři ikony ( , , a ) slouží k formátování záhlaví a zápatí a jsou tedy určeny až k redakčnímu zpracování článku.

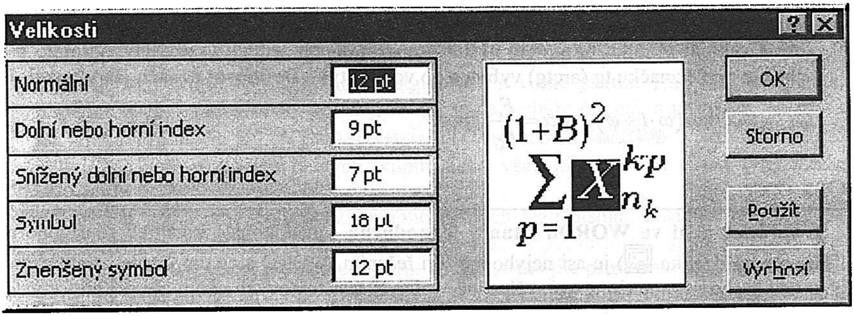
## FYZIKÁLNÍ VZTAHY, VELIČINY, JEDNOTKY APOD.

WORD není program určený přednostně pro sázení matematických a fyzikálních textů. Proto prostředky, kterými se vzorce sázejí, nejsou v základní nabídce (a v typické instalaci se dokonce u některých verzí ani editor vzorců nenainstaluje). Přitom psaní vzorců není bez použití editoru vzorců (či editoru rovnic) možné. Podstatně kvalitnějším editorem je přímo WORDem doporučovaný program MathType, jeho cena v řádu tisíců Kč však způsobuje, že není běžnou programovou výbavou našich počítačů.

Spuštění editoru vzorců lze pomocí tlačítka s ikonou $\sqrt{\alpha}$, případně z menu postupnou volbou **Vložit→Objekt→Editor rovnic** (nebo **Microsoft Equation** či **MathType Equation**). Editor rovnic není sice dokonalým nástrojem pro psaní vzorců (v další části článku popíšu nutné dodatečné úpravy) a jeho použití například **při** pouhém **psaní indexů** zdržuje, ale přesto **je rozumné jej používat** i v těchto případech.

** hmotnost $m_1$, vztah $F_N = 6\ \mathrm{N}$.

**Před prvním použitím editoru je nutné nastavit správnou velikost indexů!** Nastavené hodnoty indexů jsou příliš malé v textu, který bude z formátu A4 zmenšen na A5. Nastavení provedete volbou **Velikost→Definovat** (resp. **Size→Define**) a změnou číselných hodnot 12b, **7b**, **5b**, 18b, 12b na hodnoty 12b, **9b**, **7b**, 18b, 12b (viz obr. 2). Program MathType umožňuje nastavit velikost písma v procentech oproti základnímu písmu a tato volba je výhodná pro případ sázení vzorců do nadpisů, poznámek pod čarou apod. Zde zvolíme hodnoty 12 b, 75 %, 60 %, 150 %, 100 %. Nyní je již editor připraven k psaní vzorců a vztahů.




*Obr. 2*

**Použití editoru rovnic je** díky názorným tlačítkům **snadné** a není třeba k němu návod. Při psaní vzorců pomocí editoru není třeba hlídat většinu typografických pravidel, přesto některé zásady editor není schopen aplikovat a je třeba je dodatečně začlenit.

---

** Symbolem fotoaparátu jsou v tomto článku označeny příklady k uvedeným zásadám.

**Hlavní typografické zásady** pro psaní fyzikálních vztahů jsou následující:

- **Značky fyzikálních veličin se sázejí kurzívou.** Výjimkou jsou velká řecká písmena.

  hmotnost $m$, čas $t$, hustota $\rho$, magnetický indukční tok $\Phi$ apod.

  Jsou-li značky veličin opatřeny indexem, sází se číselný index nekurzívně, ostatní indexy zpravidla kurzívně.

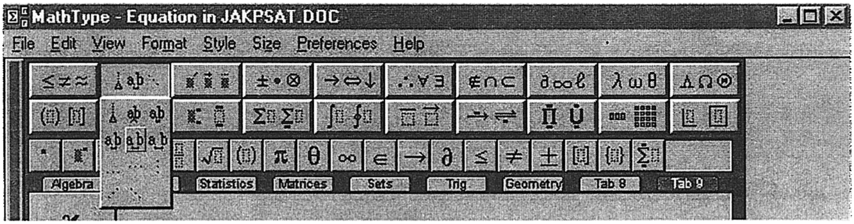
  teplota $t_3$, čas $t_{poč}$, relativní permitivita $\varepsilon_r$, ale například maximální výška $h_{\mathrm{max}}$.

- **Značky fyzikálních jednotek (stejně jako číselné hodnoty veličin) se sázejí nekurzívně (normálním řezem písma).** Jsou-li psány editorem rovnic, dosáhneme nekurzívy nejsnadněji tak, že vybereme příslušnou veličinu a po volbě **Styl→Definovat** (resp. **Style→Define**) vybereme místo zaškrtnutého **Math** následující položku, tedy **Text**.

  newton N, kilogram kg apod.

  Mezi číselnou hodnotou veličiny a jednotkou se sází mezera (doporučená velikost mezery je vyznačena na obr. 3).

  $F = 5\ \mathrm{N}$, $\rho_2 = 800\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$ apod.




*Obr. 3*

  Jednotky sázíme pomocí záporných exponentů, nikoliv pomocí šikmých lomítek. Pouze v části určené pro ZŠ využíváme ve shodě s učebnicemi fyziky pro ZŠ vodorovné lomítko a menší velikosti zlomku.

  $v_3 = 36\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, $\rho = 960\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m^3}}$ apod.

- **Matematické funkce se sázejí nekurzívně.** U funkcí tangens a arkustangens bývá problém, protože zkratky tg a arctg nejsou v anglofonních zemích využívány. V tomto případě je nutné značku tg (arctg) vybrat a po volbě **Styl→Definovat** označit jako funkci.

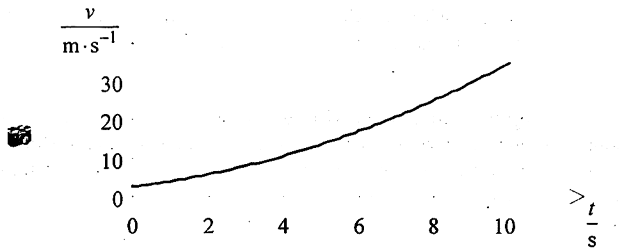
  $y = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$, $\mathrm{tg}\,\alpha = \dfrac{F_e}{F_G}$ apod.

## OBRÁZKY

**S obrázky není ve WORDu situace jednoduchá** a nedokonalé kreslítko (dostupné na liště pomocí tlačítka ) je asi nejvhodnějším řešením. WORD sice umožňuje kreslit přímo přes text (nebo rovnou do textu), případně využívat tzv. textových oken, ale při přeformátování dokumentu se takto nakreslené obrázky nechovají dostatečně korektně – přesouvají se nepředvídatelně po dokumentu a zpravidla odmítají být umístěny tam, kde by je autor článku rád viděl.

Nakreslíte-li obrázek v jiném kreslicím programu (např. CorelDraw), lze obrázek bez problémů po stisknutí ikony do článku vložit. Vzhledem k rozsahu článků doporučujeme vložit do článku pouze černobílou verzi (se stupni šedi) a barevný obrázek poslat zvlášť pro potřebu vystavení článku na Internetu.

Do oblasti obrázků patří také **grafy fyzikálních závislostí** apod. Protože tyto závislosti se nejčastěji vytvářejí pomocí programu Microsoft Excel, dovolím si doplnit jeden tip: nakreslíte-li graf v Excelu, je vhodné jej (přes schránku) do WORDu vložit pomocí **Úpravy→Vložit jinak** a vybrat možnost vložení ve formě **obrázku**. Takto vložený obrázek lze WORDovským kreslítkem upravovat, doplnit například koncové šipky u os, popisky os ve správné formě (tj. veličina lomená jednotkou), upravit velikosti popisu stupnic os, smazat rámečky apod.




**Obtékání** takto nakreslených obrázků umožňuje ikona .

## JAK SE VYHNOUT TYPOGRAFICKÝM PROHŘEŠKŮM?

Typografickým chybám a prohřeškům se může vyhnout jen ten, kdo je zná. Proto se v této části pokusím upozornit na nejběžnější z nich.

- **Zvětšení mezery mezi slovy nebo větší odsazení textu od okraje** se nesmí řešit pomocí vícenásobné mezery či tabulátoru, protože při přeformátování dokumentu (například při změně tiskárny) se pracně vytvořené mezery v celém dokumentu změní. Proto se v celém dokumentu nesmějí nalézt dvě mezery (či dva tabulátory) za sebou. Tento nedostatek odstraní stisknutí tlačítka  na liště ikon. V textu se nesmějí vyskytovat ani prázdné řádky.

- **Zvýrazňování textu** se dosahuje jednak různými typy písma (fonty), jednak různými řezy (normální, kurzíva, polotučný, ...). Fonty můžeme zjednodušeně rozdělit do tří hlavních typů. **Písma patková** mají na koncích čar zpravidla kolmo přikreslené patky, písmena jsou vytvořena z různě silných čar (např. Times, PalmSprings apod.). Druhou skupinu tvoří **písma bezpatková** (např. Arial, Fujiyama apod.), která patkové zakončení nemají. Konečně třetí skupinou jsou **písma kaligrafická a volně psaná**. Tato ozdobná písma, případně písma jakoby ručně psaná jsou zpravidla nejhůře čitelná, a proto se jich užívá jen zřídka. Příkladem je LucidaHandwriting nebo QUANTUM. V jednom textu se mohou vyskytovat písma z různých skupin, **nelze však kombinovat různé typy z téže skupiny!**
  Počítačová sazba umožňuje použít mnoho různých řezů písma: normální řez, *kurzívu*, **polotučný řez**, ***polotučnou kurzívu***, stínovaný řez, obrysové písmo, podtržení, VELKÁ PÍSMENA, KAPITÁLKY, ~~přeškrtnuté písmo~~ či ~~písmo dvojitě přeškrtnuté~~, písmo prostrkané nebo naopak písmo se zápomým prostrčením, písmo reliéfní, písmo ryté a mnoho dalších kombinací. Musíme sem zařadit i různé velikosti písem. Jak však na tomto odstavci vidíte, použití velkého množství řezů nevede ke zlepšení čitelnosti textu a jeho zpřehlednění, ale naopak působí proti těmto hlavním typografickým zásadám. Proto platí známé: „*méně je více*", a tak typografové připouštějí **maximálně třístupňové zvýrazňování textu**! Velice často se používá ke zvýraznění (zejména nadpisů) **podtržení**, toto zvýraznění **je** však **typograficky nevhodné** a je pozůstatkem ze starých psacích strojů. Snažte se proto podtržení vyhýbat!

- **Sázení přídavných jmen (typu pětikilogramový** apod.) je samozřejmě nejvhodnější rozepsat, ale ne vždy je to rozumné. Například slovo osmnáctiapůlkilometrový již ztrácí přehlednost, a tak jej rádi nahradíme výrazem 18,5km (ale **pozor**: špatně je 18,5ti km i 18,5-km apod.). Od podstatných jmen se liší tím, **že mezi číslicí a jednotkou se nevysazuje mezera.** Pravidlo platí pro fyzikální veličiny, procenta, promile, stupně apod.

  15% roztok má hmotnost 130 g; 20° mráz znamená, že teplota klesne na −20 °C.

- Podobné pravidlo platí rovněž pro **číslovky zakončené slovem „krát"**. Slovo „krát" se sází k číslici bez mezery, není-li jednodušší celý výraz rozepsat.

  dvakrát, 213krát apod.

- **Tečka, čárka, středník, dvojtečka, otazník a vykřičník** se sázejí těsně (bez mezery) za předchozí text. Naopak za nimi se mezera obvykle vysazuje. Pokud se kolem těchto interpunkčních znamének vyskytují mezery nesprávně, můžete je opravit pomocí makra, které se spustí po kliknutí na ikonu.

  metr; sekunda, kilogram.

- **Uvozovky** těsně obepínají citovaný text. V českém textu nejsou povoleny anglické uvozovky "" (WORD ovšem umí anglické uvozovky nahrazovat při psaní českými: stačí zvolit **Nástroje→Automatické opravy** a na kartě **Při psaní** zatrhnout položku **Rovné uvozovky oblými**). Kromě nejběžnějších uvozovek „" (typu $_{99}{}^{66}$ – nelze je samozřejmě tvořit ze dvou čárek!) lze využít ještě ‚' či »«. Text uzavřený do uvozovek se často odlišuje kurzívou.

  Novák uvádí: *„Rychlost je vektor."*

- **Závorky** těsně obepínají citovaný text stejně jako uvozovky. Vně závorek se naopak mezery sázejí (není-li za závorkou tečka, čárka apod.). Mezery lze opravit pomocí makra, které se spustí po kliknutí na ikonu.

- **Trojtečka** nahrazuje nevyslovený text nebo označuje neúplný výčet. Je zvláštním znakem dosažitelným pomocí Ctrl+. **Je nepřípustné její nahrazení trojicí teček!** V případě náhrady nevysloveného textu se mezi textem a trojtečkou nesází mezera, v případě neúplného výčtu se mezera vysazuje. **Za trojtečkou se již nesází tečka,** ale ostatní interpunkční znaménka ano.

  …skaláry jsou teplota, čas, svítivost, …

- **Stupeň** se sází s mezerou tehdy, jde-li o teplotu (nejedná-li se o přídavné jméno – viz výše). Ve výrazu $\beta = 60\,°$ se sází mezi číslicí a znakem stupně malá (zhruba poloviční) mezera, kterou naleznete v editoru rovnic nalevo ve druhé řadě – viz obr. 3. Naopak ve výrazu 15°18′56″ se mezery nesázejí.

- **Časové a datové údaje** patří rovněž mezi otázky, v nichž se často chybuje. Přitom správný tvar je jednoduchý: 14.30 hodin, 3:26,15 (3 minuty…), 14. 2. 2001, 27. 7. '01, 1871–1921.

- **Pevná mezera** se užívá v tom místě textu, v němž má být mezera, ale přitom zde nesmí být konec řádky. Vložíme ji pomocí „trojhmatu" Ctrl+Shift+␣ (třetím znakem je mezerník). V textu má být **za jednopísmennými neslabičnými předložkami**, mezi zkratkou titulu a příjmení, resp. mezi zkratkou křestního jména a příjmením, mezi zkratkou obr. a číslicí, mezi zkratkou tab. a číslicí, mezi údaji datovými, mezi číselnou hodnotou veličiny a její jednotkou apod. Většinu uvedených případů je třeba upravit ručně, jen s jednopís-

mennými neslabičnými předložkami si WORD umí poradit, jestliže před psaním zapnete volbu **Nástroje→Automatické opravy** a na kartě **Při psaní** zatrhnete položku **Mezery po k, s, v a z pevnými mezerami**. K podobnému účelu slouží také tlačítko na liště ikon, kde je přístupné makro, které v celém dokumentu nahradí mezery za jednopísmennými předložkami (včetně o, u) pevnými mezerami.
Po záměně bohužel nefunguje korektně dělení slov, které neumí rozdělit slova, která „začínají" jednopísmennou předložkou a pevnou mezerou. Tyto jednotlivé případy lze rozdělit ručně, tzv. volitelným rozdělením (Ctrl+-).

- **Spojovník a pomlčka** patří mezi symboly, které běžný čtenář neodlišuje (snad je na vině opět psací stroj, který pro oba symboly měl pouze jediný znak).

**Spojovník** (-) je kratší a v textu slouží zvláště k rozdělování slov (odtud název?). Vždy se sází bez mezer, a to v následujících případech:

- v příjmeních složených ze dvou samostatných jmen;

Joliot-Curie, Gay-Lussac;

- v místních názvech a názvech správních oblastí;

Frýdek-Místek, Plzeň-sever, Praha 6-Vokovice;

- ve spojeních dvou podstatných jmen ve vztahu souřadném ve významu „a současně", není-li druhé podstatné jméno členem určujícím;

učitelství oborů fyzika-chemie, propad-butan, $\alpha$-záření, beta-radioaktivita, $RC$-člen;

- ve spojeních dvou přídavných jmen ve vztahu vzájemnosti;

slovník česko-anglický, Matematicko-fyzikální fakulta; žluto-zelený svetr (zbarvený žlutě a zeleně, jednobarevný svetr ze žlutého odstínu zelené barvy je žlutozelený);

- k připojení částice -li;

víš-li, není-li;

- k dělení slov.

**Vyjde-li** při dělení slov se spojovníkem **spojovník na konec řádky, musí se objevit spojovník rovněž na začátku řádky následující.** S tímto požadavkem si však WORD neporadí, a tak je třeba v takových případech upravit text vložením či vypuštěním slova.

**Pomlčka** (–) je delší a píšeme ji současným stiskem kláves Ctrl+- (na numerické klávesnici). S mezerami se vysazuje zejména v těchto případech:

- k výraznému oddělení částí textu, zvláště místo čárky, chceme-li oddělení zvýraznit;
- jako opakovací znaménko (například v rejstříku).

Naopak bez mezer se sází tehdy, nahrazuje-li spojku či předložku.

zákon Boylův–Mariottův (nahrazuje spojku „a"), 1877–1912 („až"), otevírací doba 7.00–15.00 („od do"), let Sojuz–Apollo („a"), dálnice Praha–Rozvadov („z do");

## LITERATURA


[1] Lacina A.: *Norma na citování literatury v článcích publikovaných v časopisu Školská fyzika.* Školská fyzika **VII**, č. 1 (2001) 10.

[2] Martincová O. a kol.: *Pravidla českého jazyka.* Pansofia, Praha 1993.

[3] Ptáček M.: *Sazba a typografie.* PC World **IV**, č. 1–12 (1994).

[4] Martínek Z.: *Úvod do počítačové typografie.* ZČU, Plzeň 1995.

# Norma na citování literatury v článcích publikovaných v časopisu Školská fyzika

*Aleš Lacina*, Přírodovědecká fakulta MU, Brno*

## ZPŮSOB ODKAZU

Jednotlivé položky se označují čísly v hranatých závorkách v pořadí odpovídajícím prvnímu uvedení v textu.

** [1] ...
[2] ...

## TVAR A ÚPRAVA ODKAZU

### A) Knižní literatura (včetně skript a sborníků)

***Struktura odkazu:***

<Příjmení autora> <Iniciála křestního jména, příp. iniciály křestních jmen>.: <*Název díla* (kurzívou)>. <Vydavatel>, <místo vydání> <rok vydání>.

[1] Beiser A.: *Úvod do moderní fyziky*. Academia, Praha 1975.
[2] Arons A. B.: *Teaching Introductory Physics*. John Wiley & Sons, New York 1997.

***Odkaz na pramen, který má více autorů:***

– méně než čtyři: uvádí se jména všech autorů oddělená čárkami;

[3] Brož J., Roskovec V.: *Základní fyzikální konstanty*. SPN, Praha 1987.

– čtyři a více: uvádí se jen jméno autora hlavního doplněné slovy „a kol.“ (v případě cizojazyčné citace ekvivalentem v příslušném jazyku)

[4] Pišút J. a kol.: *Fyzika pro IV. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1987.
[5] Rotenberg M. et al.: *The 3-j and 6-j symbols*. Crosby Lockwood and Sons, London 1959.

***Víceřádkové odkazy:***

Druhý (a každý případný další) řádek začíná až za jménem (prvního) autora.

[6] Brož J., Roskovec V., Valouch M.: *Fyzikální a matematické tabulky*. SNTL, Praha 1980.

***Odkaz na sborník:***

Odkaz začíná jménem redaktora (jmény redaktorů), za něž se doplní „(red.)“; v případě cizojazyčné citace ekvivalent v příslušném jazyku.

[7] Pavluch J. (red.): *Fyzika a fyzikální vzdělávání (Sborník prací ze semináře pořádaného v Českých Budějovicích v červenci 1988)*. JČSMF, Praha 1989.
[8] Marx G. (ed.): *Atoms in the school (Proceedings of the first and second DANUBE SEMINAR)*. Roland Eötvös Physical Society, Budapest 1975.

* lacina@physics.muni.cz
** Symbolem fotoaparátu jsou v tomto článku označeny příklady k uvedeným zásadám.

**B) Časopisecká literatura**

***Struktura odkazu:***

<Příjmení autora> <Iniciála křestního jména, příp. iniciály křestních jmen>.: <*Název článku* (kurzívou)>. <Název časopisu (plný nebo obvyklá zkratka)> <**ročník** (tučně)>, <číslo v ročníku (není třeba uvádět, jde-li o časopis, jehož stránky jsou v rámci celého ročníku číslovány průběžně> <rok vydání (v kulatých závorkách)> <číslo první stránky článku>.

[9] Randa M.: *Grafy pohybu na ZŠ netradičně.* Školská fyzika **VI**, č. 2 (2000) 47.

[10] Arons A. B.: *Cesta k přírodovědné gramotnosti II.* Čs. čas. fyz. **A35** (1985) 151.

V případě většího počtu autorů a v případě víceřádkových odkazů se postupuje analogicky jako v bodě A).

[11] Černý V., Pišút J., Prešnajder P.: *Ešte raz k analógii „stacionárny kvantový stav častice viazanej na úsečku – stojatá vlna na strune“.* PMFA **XXX** (1985) 226.

**C) Jednotlivé články ve sbornících**

***Struktura odkazu:***

<Příjmení autora> <Iniciála křestního jména, příp. iniciály křestních jmen>.: <*Název článku* (kurzívou)>. „Ve:“ <odkaz na sborník podle bodu A)>, „str.“ <číslo první stránky článku ve sborníku>. V případě cizojazyčné citace se slovo „Ve“ a zkratka „str.“ nahradí ekvivalenty v příslušném jazyku.

[12] Lacina A.: *Lokalizovaný elektron, stojaté vlnění na struně a kvantování energie.* Ve: Pavluch J. (red.): *Fyzika a fyzikální vzdělávání (Sborník prací ze semináře pořádaného v Českých Budějovicích v červenci 1988).* JČSMF, Praha 1989, str. 90.

[13] Mott N.: *On Teaching Quantum Phenomena.* In: Marx G. (ed.): *Quantum Mechanics in the school (Proceedings of the first and second DANUBE SEMINAR).* Roland Eötvös University, Budapest 1981, p. 15.

**D) Diplomové a dizertační práce**

Struktura odkazu je stejná jako v bodě A). Za název se však doplní vsuvka „Diplomová práce“, příp. „Dizertační práce“.

[14] Horský P.: *Univerzitní příprava gymnaziálních učitelů fyziky (se zvláštním zřetelem ke kvantové mechanice).* Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta MU, Brno 1996.

[15] Vrbatová E.: *Fyzikální základy elementarizovaných postupů kvantové mechaniky.* Dizertační práce. Přírodovědecká fakulta MU, Brno 1998.

Pokud je kterýkoli z citovaných pramenů dostupný na internetu, neukončí se odkaz tečkou, ale čárkou, za niž se uvede do lomených závorek příslušná elektronická adresa.

**E) Internetové odkazy**

***Struktura odkazu:***

<adresa internetové stránky (v lomených závorkách)> <*Název stránky* (kurzívou)>. <jazyk stránky (v kulatých závorkách)>.

[16] <http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/msss/camera/images/> *Mars Global Surveyor* (anglicky).

# Jak se kosmické sondy dostávají k Marsu?

*Vladimír Štefl*, Přírodovědecká fakulta MU, Brno*

V současné době jsme svědky intenzivního průzkumu Marsu, jehož strategickým cílem je příprava budoucího přistání lidské posádky. Proto jsou v současné době získávány informace o fyzikálních a chemických podmínkách v atmosféře i na povrchu Marsu. K výsledkům získaným sondami se vrátíme v některém z dalších příspěvků. Cíl tohoto je jiný, odpovědět na otázku, jak se kosmické sondy k Marsu dostávají.

Jednoduchá novinářská odpověď je nasnadě – po meziplanetárním letu, který trvá zpravidla osm až devět měsíců. Žákům základních a středních škol je však účelné podat hlubší fyzikální vysvětlení. Především je třeba objasnit principiální rozdílnost pohybu v meziplanetárním prostoru od pohybu v zemském ovzduší, který žáci znají z mechaniky či běžného občanského života. Stručně proto budeme základní rozdíly charakterizovat na jednoduchých příkladech.

**První a nejpodstatnější odlišnost je v použití a spotřebě energie.** Při letu v kosmickém prostoru téměř neexistuje odpor prostředí a spotřeba energie závisí prakticky pouze na směru startu ze Země a úpravách dráhy v meziplanetárním prostoru. Provedeme přibližné srovnání: U letu letadla zemskou atmosférou nezáleží na směru, kterým se pohybuje, spotřeba energie je stále stejná, za předpokladu konstantních podmínek v atmosféře**. Naopak kosmické sondy vypouštěné ve směru pohybu Země kolem Slunce spotřebují přibližně 3krát méně energie než při vypouštění proti směru pohybu Země. Vzhledem k tomu, že planety včetně Země obíhají kolem Slunce ve stejném směru, většina klasických kosmických sond letící k jiným planetám se z tohoto důvodu pohybuje v tomto směru.

Nejvýhodnější meziplanetární dráhy z hlediska spotřeby energie jsou tzv. poloeliptické. Velké osy těchto drah procházejí Sluncem, které leží v jednom z ohnisek. Nejbližší bod této dráhy ke Slunci – perihélium, perihel, přísluní – je na dráze Země a odtud tedy sonda startuje; nejvzdálenější bod – afélium, afel, odsluní – je na dráze cílové planety (obr. 1). V praxi při letech kosmických sond jsou vybírány takové dráhy, které se málo liší od poloeliptických. Malá chyba ve startovací rychlosti vede k velké odchylce skutečné dráhy kosmické sondy od propočítané a pak je nutné při letu provádět více korekčních manévrů.

Setkání kosmické sondy s cílovou planetou, v našem případě s Marsem, dovolí pouze takový termín startu, kdy polohu Země při startu a Marsu při setkání spojuje realizovatelná, v zásadě poloeliptická, dráha. To je velmi obtížné, jestliže si uvědomíme, že jak místo startu (Země), tak i cíl (Mars) jsou v pohybu. Vlivem rozdílné střední oběžné rychlosti pohybu Země 29,8 $\mathrm{km \cdot s^{-1}}$ a Marsu 24,1 $\mathrm{km \cdot s^{-1}}$ a jejich odlišné vzdálenosti od Slunce, se nepřetržitě mění i jejich vzájemná poloha v prostoru.

Podmínka jednoznačného určení poloh Země a Marsu dává vhodný okruh dat startu a setkání výhodných z hlediska spotřeby energie kosmické sondy. Vhodná doba pro start k letu na Mars je během každých dvou let zhruba 50 dnů.

**Druhý rozdíl mezi pohybem na Zemi a v meziplanetárním prostoru spočívá ve vlivu tření.** Při pohybu na Zemi, například při zastavování automobilu, je možné prostým vypnutím motoru automobil zastavit, neboť vlivem odporu prostředí a tření se zastaví sám. V meziplanetárním prostoru téměř neexistuje odpor prostředí, a tudíž rychlost kosmické sondy přibližující se k cílové planetě musí být blízká k rychlosti této planety. Přitom je nepodstatné, která z obou rychlostí je větší, neboť v obou případech je nutné k dosažení planety vynaložit další energii. Jestliže se cílová planeta pohybuje rychleji než kosmická sonda, je třeba zvýšit rych-

---

* stefl@astro.sci.muni.cz

** Ve skutečnosti se i zde projeví setrvačné síly v neinerciální soustavě rotující Země, takže spotřeba energie je například při letu západ–východ menší než při letu opačným směrem.

lost k „dohnání" planety. Naopak jestliže cílová planeta se pohybuje pomaleji, je nutno kosmickou sondu „zbrzdit". Obecně tedy při meziplanetárním letu je fakticky nutná dvojí spotřeba energie, jak při uvedení kosmické sondy do pohybu, tak při „stíhání", respektive „brzdění" u cílové planety.

Dráhy v meziplanetárním prostoru se rozprostírají na stovky milionů kilometrů, což vyžaduje speciální požadavky na velikost a směr rychlosti při navedení na meziplanetární dráhu. Velká vzdálenost planet a jejich relativně malé rozměry ztěžují přesné přílety kosmických sond k planetám. Jak jsme se již zmiňovali, jsou nutné korekční manévry, které jsou nezbytné pro přesný let sondy. Tak například v případě letu kosmické sondy Mars Pathfinder byly provedeny v lednu, únoru, květnu a červnu 1997 čtyři korekční manévry. Bez přesné znalosti mechaniky kosmického letu by nebylo možné realizovat rozsáhlý a náročný program, kterým nesporně celý projekt výzkumu Marsu je.

Přejděme nyní k rozboru konkrétního letu ze Země na Mars podle [1], [2]. Vyjdeme ze zjednodušujícího předpokladu, že dráhy Země i Marsu kolem Slunce jsou kruhové a leží v jedné rovině. Nejprve je třeba určit minimální rychlost, kterou kosmická sonda musí dosáhnout, aby se vzdálila z oblasti aktivity Země a směřovala po dráze směrem k Marsu.

Definice pojmu **oblast aktivity planety**, v našem případě Země, je poměrně obtížná, na vysokoškolské úrovni je matematické odvození definiční nerovnice uvedeno například v [3], [4], [5]. Oblastí aktivity (u nás nepřesně nazývané sférou aktivity, ale o sférický tvar jde pouze přibližně!) nazýváme množinu všech bodů v prostoru kolem planety, pro které platí, že poměr rušícího zrychlení udílenému kosmické sondě planetou $a_{Pr}$ ku zrychlení udílenému Sluncem $a_S$ je větší než poměr rušícího zrychlení udílenému Sluncem sondě $a_{Sr}$ ku zrychlení, udílenému sondě planetou $a_P$, tedy $\frac{a_{Pr}}{a_S} > \frac{a_{Sr}}{a_P}$.

Jinak řečeno: uvnitř oblasti aktivity planeta „ruší" pohyb vztahovaný ke Slunci více než „ruší" Slunce pohyb vztahovaný k planetě. Uvnitř oblasti aktivity planety vzhledem k Slunci převládá vliv planety nad rušivým působením Slunce. Proto uvnitř oblasti aktivity vztahujeme pohyb kosmických sond k planetám jako k hlavnímu centrálnímu tělesu, Slunce chápeme jako rušící těleso.

Vraťme se k našemu výkladu. Heliocentrická rychlost k dosažení Marsu má hodnotu $32{,}7\ \mathrm{km\cdot s^{-1}}$. Země se pohybuje po dráze střední oběžnou rychlostí $29{,}8\ \mathrm{km\cdot s^{-1}}$, nutná rychlost kosmické sondy při opouštění oblasti aktivity Země, sahající do vzdálenosti přibližně $930\,000\ \mathrm{km}$, je dána rozdílem obou rychlostí, tedy $2{,}9\ \mathrm{km\cdot s^{-1}}$. Minimální počáteční tzv. startovací rychlost z povrchu Země je určena vztahem

$$v = \sqrt{11{,}2^2 + 2{,}9^2}\ \mathrm{km\cdot s^{-1}} = 11{,}6\ \mathrm{km\cdot s^{-1}},$$

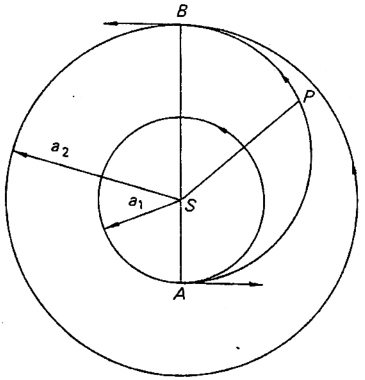
kde $11{,}2\ \mathrm{km\cdot s^{-1}}$ je hodnota druhé kosmické rychlosti.

Dráhy s potřebnou minimální energií jsou tzv. hohmannovské dráhy, nazývané na počest německého matematika a fyzika Waltera Hohmanna (1880–1943). Přechod ze Země ($A$) k Marsu ($B$) se uskutečňuje po poloeliptické přechodové dráze, velikost jejíž velké poloosy vypočítáme v souladu s obr. 1 takto: $a_s = \frac{1}{2}\cdot(a_1 + a_2)$. Excentricitu přechodové dráhy určíme ze vztahu $e_s = \frac{a_2 - a_1}{a_2 + a_1}$. Dobu letu získáme ze třetího Keplerova zákona $\frac{T_s^2}{T_1^2} = \frac{a_s^3}{a_1^3}$, což po dosazení dá hodnotu $\frac{T_s}{2} = 0{,}7$ roku.

Heliocentrickou rychlost kosmické sondy obdržíme výpočtem

$$v = 29{,}8 \cdot \sqrt{\frac{2}{\{a_1\}} - \frac{1}{\{a_s\}}}\ \mathrm{km \cdot s^{-1}},$$

vzdálenosti $a_1$, $a_s$ dosazujeme v astronomických jednotkách.




*Obr. 1*

Přejděme od zjednodušeného idealizovaného letu k reálnému, při kterém přihlížíme k eliptičnosti drah planet. V tom případě je vhodné, aby se v okamžiku startu nacházela Země v perihéliu své dráhy, kde je rychlost planety asi o $1\ \mathrm{km \cdot s^{-1}}$ vyšší než v aféliu a má hodnotu $30{,}4\ \mathrm{km \cdot s^{-1}}$. Vyšší startovací rychlost umožňuje zkrácení dráhy letu a také výhodnější kratší rádiové spojení s případnými přistávacími moduly v okamžiku přiblížení a přistání kosmických lodí, neboť Mars je v menší vzdálenosti od Země.

Na ukázku uvedeme údaje z letu kosmické sondy nesoucí na palubě Mars Pathfinder. Přechodová dráha, blížící se hohmannovské, měla následující hodnoty oskulačních elementů:

| | |
|---|---|
| velká poloosa dráhy | $a = 1{,}292$ AU; |
| numerická excentricita | $e = 0{,}236$; |
| sklon dráhy | $i = 23{,}455\,°$; |
| oběžná doba | $T = 536{,}137$ dne. |

Připomínáme, že oskulačními elementy rozumíme elementy propočítané pro oskulační dráhu v daný časový okamžik. Oskulační dráha je dráha, po níž by se kosmická sonda pohybovala, pokud bychom uvažovali od daného časového okamžiku pouze gravitační vliv Slunce.

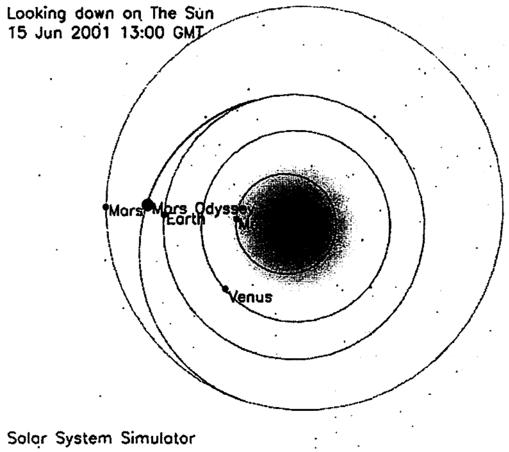
Pro detailnější demonstraci průběhu letu uvádíme hodnoty heliocentrické rychlosti a vzdálenosti výše uvedené kosmické sondy, je patrný pokles rychlosti při přibližování k Marsu:

| **Heliocentrická vzdálenost [km]** | **Datum** | **Heliocentrická rychlost [$\mathrm{km \cdot s^{-1}}$]** |
|---|---|---|
| 151 896 996 | 1. 1. 1997 | 32,583 |
| 164 374 506 | 1. 2. 1997 | 30,462 |
| 179 121 651 | 1. 3. 1997 | 28,195 |
| 195 985 854 | 1. 4. 1997 | 25,835 |
| 210 771 423 | 1. 5. 1997 | 23,926 |
| 223 251 712 | 1. 6. 1997 | 22,406 |
| 232 723 381 | 1. 7. 1997 | 21,377 |

Kosmická sonda nesoucí na palubě Mars Pathfinder uletěla na své dráze od 3. prosince 1996 do 4. července 1997, kdy přistála na Marsu, 203 miliónů kilometrů. V okamžiku přistání v oblasti Ares Vallis byla její vzdálenost od Slunce 233 milionů km a od Země 191 milionů km. Její heliocentrická rychlost před přistávacím manévrem byla $21,27\ \mathrm{km \cdot s^{-1}}$.

**Poznámka:** Mars Pathfinder 6. července 1997 opustil mobilní robot Sojourner (dočasný obyvatel) – automatické šestikolové vozítko o hmotnosti přibližně 10 kg, které provádělo mimo jiné chemickou analýzu povrchových hornin. Vedle toho bylo každodenně zkoumáno počasí, například 7. srpna 1997 byl zjištěn tlak 6,68 milibarů, teplota $-16\ °\mathrm{C}$, slabý západní vítr.

Průzkum Marsu i přes některé dílčí neúspěchy (Mars Climate Orbiter) pokračuje dále. V dubnu 2001 vypuštěná kosmická sonda Mars Odyssey doletí (obrázek dráhy pod odstavcem) koncem října k Marsu, kolem kterého má obíhat ve výšce 400 km. Pro její misi je plánováno několik úkolů. Především je to velmi důležité studium mineralogického a chemického složení povrchu a tvorba fotografického atlasu. Dále bude gama spektrometr GRS sledovat a registrovat záření radioaktivních prvků na povrchu. Na výzkum interakcí kosmického záření s atomy atmosféry je určen detektor MARIE. Kamera THEMIS se středním rozlišením stovky metrů v infračerveném oboru bude analyzovat případné rozdíly v teplotních polích, podrobněji viz článek RNDr. Randy v tomto čísle [6], případně další informace na adrese [7].




Výstižně RNDr. Grygar v prvním díle Žně objevů 2001 v [8] shrnuje, že Mars je planeta se záhadnou minulostí a perspektivní budoucností. Ta je spojena s předpokládanou existencí vody, nalézající se s velkou pravděpodobností pod povrchem v hloubkách několika set metrů. Planeta bude předmětem výzkumu jak dalších kosmických sond, tak také přímého pozorování. Při velké opozici v srpnu 2003 při vzdálenosti od Země pouze 56 milionů kilometrů budou příznivé podmínky pro pozorování povrchu Marsu i menšími pozemskými dalekohledy.

**Literatura:**

[1] Roy A. E., Clarke D.: *Astronomy. Principles and Practice.* Adam Hilger Ltd, Bristol 1978.
[2] Štefl V.: *Výuka astronomie na gymnáziu.* UJEP, Brno 1987.
[3] Andrle P.: *Základy mechaniky nebeských těles.* Academia, Praha 1971.
[4] Kolář J.: *Základy kosmonautiky.* ČVUT, Praha 1972.
[5] Domanski J., Štefl V.: *Strefy oddzialywania planet.* Fizyka w Szkole, No. 1 (1997).
[6] Randa M.: *Astronomické novinky 16.* Školská fyzika **VII**, č. 1 (2001) 59.
[7] <http://marsweb.jpl.nasa.gov/odyssey/> *2001 Mars Odyssey* (anglicky).
[8] <http://www.ian.cz/detart.asp?id=500> *Žeň objevů 2000 – díl první* (česky).

# Kolize světů aneb paranormalita realitou[1]

*Benjamin Radford, Skeptical Inquirer, Amherst, USA*

Paranormální svět a reálný svět jsou dvě samostatné oblasti a divné věci se dějí, když se oba světy setkají. Skeptici žijí ve světě, který nezná nepřirozené příčiny. Nevysvětlené fenomény připisujeme nedostatku informací, nikoli mystickým silám. Koincidence chápe skeptik jako přirozený jev ve světě, kde vládne i náhoda a ví také, že osobní zkušenost je ovlivněna tisícem vlivů, včetně nálady, očekávání, víry. Lidé věřící v paranormální jevy žijí ve světě, kde existují zázraky, kde koincidence je výsledkem plánované akce vyšších duchovních mocností a sil. Osobní zkušenost je pro ně konečnou pravdou.

Přesto na jisté úrovni sdílíme všichni jeden svět: jezdíme po stejných dálnicích, jíme stejnou potravu, chodíme na stejné filmy. Skeptik se ovšem při promítání *Poltergeista IV/12* pěkně baví zdařilou fikcí, kdežto ten druhý si říká: Je to sice jen film, ale může se to stát.

Skeptikům se vyčítá, že neberou psychické síly vážně, že jsou tvrdošíjně zaujatí proti možnosti existence paranormálních fenoménů. Zkusme je tedy jednou vzít vážně a prohlédněme si svět, ve kterém budou existovat psychické síly a senzibilové, jasnovidci a proskopici.

**Existence jasnovidců by především znamenala ztrátu práva na soukromí.** Senzibil by viděl na dno Vaší duše. Neměli byste žádné tajemství, všechny Vaše myšlenky, city i Vaše nápady, intimní detaily z Vašeho života, vše by znal a vše by mohl zveřejnit nebo Vás třeba vydírat.

Kdyby jasnovidci skutečně existovali, **všechny instituce a profese, které se zabývají utajenými skutečnostmi, policie nebo detektivové, by byly bezcenné.** Výrobní i vojenská tajemství by neexistovala. Jasnovidci by pomáhali zločineckým gangům. **Lupiči by vždy šli na jisto za největší a nejméně chráněnou kořistí.** Státy i firmy by si ovšem na ochranu najímaly jiné senzibily. Válka senzibilů by byla na obzoru.

Kdyby existovali jasnovidci, **neexistovaly by žádné záhady.** Žádno UFO by nebylo neidentifikované, všechny zázraky by se vysvětlily, Bermudský trojúhelník by přestal být hádankou a nebyly by nevyjasněné loupeže nebo únosy.

Senzibilové nadaní schopností proskopie, předvídáním budoucnosti, by měli nesnadný život. **Byli by spoluodpovědní za všechny zločiny.** Měli je přece včas ohlásit, aby se jim předešlo.

Všichni senzibilové, pokud nenahlásili jakýkoli zločin nebo katastrofu, ke kterým neustále dochází, by měli být okamžitě zatčeni a ztrestáni jako spolupachatelé a spiklenci.

Nevyhnuli by se trestu ani v případě, kdyby hlásili zločiny včas. Kdyby se pak ukázalo, že jejich informace a předpovědi jsou nepravdivé, že ke zločinu nedošlo, nepochybně by je bylo možno zavřít pro lež a klamání úřadů. Nepochybujeme o tom, že by se většinou rychle prohlásili raději za podvodníky a odvolali své tvrzení, že jsou schopni předvídat budoucnost.

Na druhé straně by ale byli neuvěřitelně bohatí. **Získali by všechny výhry v soutěžích, Sazka a Sportka by vyplácela výhry jen jim, všechna kasina by zbankrotovala.** Zřejmě však jsou senzibilové lidmi nesmírně charakterními, kterým nezáleží na materiálních statcích. Vždyť neznáme ani jednoho senzibila-milionáře, který by takové výhry shraboval.

Ale největším problémem je stejný paradox, jaký předvádějí dva slavní lháři. **Kdyby senzibil věděl včas o autohavárii princezny Diany, byl by ji varoval a k havárii by nedošlo. Kdyby ovšem k havárii nedošlo, velmi by to zpochybnilo jeho prognostické schopnosti.** Nepodváděl?

[1] Přetištěno ze Zpravodaje Českého klubu skeptiků SISYFOS 1/2001.

Z paradoxu nevybředneme jinak, než že připustíme dvě možnosti, buď lze budoucnost ovlivnit a vyhnout se i správné předpovědi, nebo je předpověď absolutně správná a neměnná, ať děláme co děláme.

V prvním případě by došlo k zániku současných prognostických a futurologických orgánů i jejich metod, protože by budoucnost odhalili přesněji senzibilové, ale hlavně by se budoucnost vyvíjela jinak. Senzibilové by včas varovali, lidé by se přizpůsobili. **Pro medicínu by to znamenalo vítězství nad rakovinou.** Všechny tumory by se vyléčily v iniciálním, prekancerózním stadiu. Onkologická oddělení by se zrušila a lékaři by přišli o práci a výdělky.

Kdyby ale nebylo možno předpovědi senzibilů změnit, kdyby skutečně měli schopnost správné určit budoucnost, pak by to znamenalo, že je lidský úděl naprosto přesně determinován, že neexistuje svoboda, odpovědnost jednotlivce, ani svobodná vůle. Vedlo by to nepochybně k absolutní skepsi, k odevzdanosti, ztrátě aktivity a iniciativy lidí, k fatalismu. Proti osudu jsme přece bezmocní.

Senzibilové by tak rozřešili fundamentální filozofickou otázku, problém svobodné vůle versus determinismus.

Tak to vypadá, když věci domyslíme do důsledku. Co na to senzibilové a věštci? Mohou jen tvrdit, že jejich předpovědi nemají absolutní platnost, že jen naznačují možnou budoucnost. Pak ovšem jejich předpovědi smysl nemají. K astrologům a kartářkám se přece lidé uchylují právě proto, že se bojí nejisté, možné budoucnosti a chtějí se dozvědět pravdu. Výše uvedené příklady ukazují, že mnoho senzibilů asi mezi námi neexistuje. Proč ale přesto existuje víra v takové schopnosti? Lidé jsou zřejmě různí a mají různé nároky na váhu důkazu. **Skeptici nepochybně vyžadují přesvědčivé důkazy, aby něčemu uvěřili. Lidé z druhého břehu se naopak spoléhají na intuici, pocity a dojmy.**

Poněkud zvláštní ale je, že ani zdaleka nejsou důslední. **I psychotronik nebo astrolog, když má problémy se svým autem, neváhá a směřuje k mechanikovi.** Myslíte, že by se spokojil s odpovědí: „*Hvězdy dnes nestojí správně, počkáme až Mars bude mimo souhvězdí Lva*“, nebo s tím, aby *mechanik do jeho milované Octavie pouštěl vibrace, kosmické informace nebo dosud neznámou energii*? **Dobře ví, že pro jejich reálné vlastní problémy nejsou paranormální vlivy dostatečně realistickým faktorem. Jsou ovšem velice vhodné pro jejich klienty a pacienty.**

Je snad jejich vědomí rozštěpeno? Jde tu o kognitivní disonanci, o současné zastávání dvou zcela protichůdných a navzájem neslučitelných názorů? Nikoli, každý z obou pohledů a názorových systémů platí pro jinou oblast světa a života. Dobře si dovedeme představit třeba právníka, který po celý den pracuje s fakty a přísně logickými argumenty. Večer, doma, si pak vykládá karty, rozvine astrologické instrumenty a mapy nebo telepaticky hovoří se svým známým nebo dokonce vyvolává své zesnulé bližní. Pro něj je to třeba zajímavý koníček, pro mnohé senzibily ovšem výdělečný prostředek.

Mnoho lidí si v paranormálním světě libuje, je zajímavý, inspirativní, nabízí netušené možnosti, širší poznání, skrytou moc, mystickou energii. Bohužel, kdyby psychické síly skutečně existovaly, vyvolalo by to velice vážné společenské, především etické problémy, dotýkající se individuality, osobní svobody, soukromí, svobodné vůle, ale i problémy ekonomické, zdravotnické, právní i politické. Skutečnost, že jsme stále osobně svobodní, že máme svá tajemství a své soukromí, že skutečné uplatňujeme svou vůli, že se právní systém nehroutí a rakovina nás stále ohrožuje, to vše dokazuje dostatečně, že paranormální svět a jeho síly, tak jak je popisují parapsychologové, neexistuje. A většina lidí je nepochybně šťastná, že žádný senzibil nevidí do jejich duše a neodhaluje jejich budoucnost.

# 400 let od vydání významného fyzikálního spisu – Gilbertova „De Magnete"

*Václav Havel*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň*

V loňském roce si fyzikové připomněli řadu významných výročí. Mezi ně se důstojně řadí i čtyřsté výročí vydání spisu Williama Gilberta z Colchesteru „*De magnete, magnetisque corporibus et de magno magnete tellure; Physiologia nova, plurimis et argumentis et experimentetis demonstrata*". Toto dílo je významné především tím, že patří mezi první novověké fyzikální práce opírající se zejména o empirii a pokus. Mnozí čtenáři se možná domnívají, že prvními novověkými díly v oboru fyziky byly spisy Galileovy. Nejproslulejší Galileův spis „*Dialog o dvou největších soustavách, Ptolemaiově a Koperníkově*" vyšel až v roce 1632. Sám Galileo naopak četl Gilbertovu knihu a byl jí ovlivněn [1].

Tento článek si neklade za cíl být vyčerpávající historickou studií, ale chce poskytnout čtenáři informaci o tomto spisu a okolnostech, za kterých vznikl.

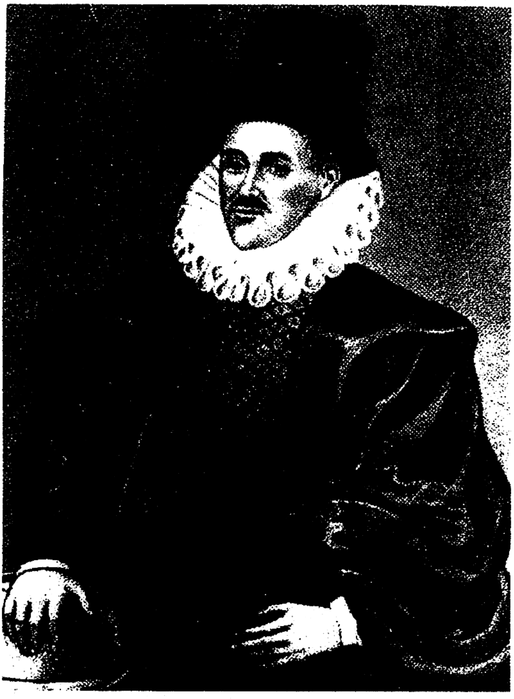
Abychom pochopili podněty, které na Gilberta působily, musíme se alespoň několika slovy zmínit o době, v níž žil a pracoval. Byla to doba vlády královny Alžběty, kdy Anglie rychle doháněla nejvyspělejší státy kontinentální Evropy v rozvoji řemesel, obchodu a zámořských objevitelských výprav. Také intelektuálně to byla doba velmi podnětná, spojená s rychlým rozvojem vzdělanosti. Gilbert měl ovšem i významné předchůdce v oboru studia o magnetismu. Již v roce 1269 vyšel na svoji dobu neobyčejně vědecky fundovaný spis „*Epistolae Petri Peregrini de Maricaurt ad Sygerum de Foucaucourt militem de magnete*", v němž autor, francouzský voják Pierre de Maricourt (latinsky zvaný Peregrinus) předjímal některé myšlenky, které potom Gilbert rozpracoval a zejména experimentálně dokázal. Jde především o myšlenku, že naše Země je velkým magnetem. Peregrinus experimentoval s kulovým magnetem, který nazýval *magnes rotundus* [3] a který představoval model Země. Gilbert tento Peregrinův spis znal a zmiňuje se o něm (ne však jen pochvalně). Zmínku zasluhuje i v roce 1581 vydaný spis Roberta Normana „*The Newe Attractive*", v němž poprvé nalézáme zmínku o inklinaci magnetické střelky, volně otáčivé kolem horizontální osy. Dalším významným dílem pojednávajícím o magnetismu je „*Natural Magic*", které napsal Johan Baptista da Porta a vydal v roce 1589. Také tento spis neušel Gilbertově pozornosti a jeho břitké kritice. Shrneme-li znalosti o magnetismu před Gilbertem, je možno konstatovat, že byla známa následující fakta:

- Existence přírodních magnetů – zejména magnetovce.
- Schopnost magnetovce zmagnetovat železné předměty a vznik umělých magnetů.
- Využití přirozených i umělých magnetů jako kompasu.
- Deklinace a inklinace magnetické střelky.
- Odpuzování stejnojmenných a přitahování nestejnojmenných pólů magnetů.

Dříve, než přistoupíme k rozboru spisu „*De magnete*", pozastavíme se nad některými údaji o životě a díle jeho autora. William Gilbert (obr. 1) se narodil 24. května 1544 (ve starších pramenech je uváděn rok 1540) v Colchesteru v hrabství Essex v Anglii. Bylo to město proslulé rozvojem řemesel. V městě bylo i několik škol. Gilbertův otec byl městským soudcem a radním. Gilbert ukončil klasickou střední školu v rodném městě a v roce 1558 postoupil na kolej sv. Jana v Cambridge. Údajně studoval i v Oxfordu. Postupoval rychle po žebříčku vědeckých hodností. V roce 1560 dosáhl úrovně bakaláře, v roce 1564 se stal mistrem svobod-

* havelv@kof.zcu.cz

ných umění a v roce 1569 doktorem medicíny. Uskutečnil cestu po kontinentální Evropě, kde mu byl udělen titul doktora fyziky. V šedesátých a sedmdesátých letech 16. století se intenzivně zabýval lékařskou praxí. Dosáhl značných úspěchů, takže byl v roce 1573 přijat do Královské lékařské společnosti (Royal College of Physicians). V této učené společnosti zastával četné funkce. V roce 1600 se stal jejím prezidentem. S ohledem na lékařskou proslulost byl vybrán jako osobní lékař královny Alžběty. Ta se zajímala i o jeho vědeckou činnost a navštívila i jeho laboratoř. Tato událost je zachycena na proslulém Hoodově obrazu. V Gilbertově domě se scházel kroužek jeho přátel, kteří se zajímali o přírodovědné výzkumy. Podle svědectví současníků byl Gilbert veselý a dobrosrdečný člověk, který měl řadu přátel mezi významnými lidmi své doby. Stýkal se i s proslulými mořeplavci, kteří mu předávali zkušenosti s chováním kompasu při svých dalekých plavbách a dováželi mu vzorky železné rudy ze vzdálených zemí. První vědecké práce Gilbertovy byly věnovány chemii, což úzce souviselo s povoláním lékaře a nutností připravovat různé medikamenty. Gilbert byl všestranně vzdělaným mužem a vedle celoživotních zájmů, kterými byly lékařství, magnetismus a chemie, se zabýval i astronomií a filozofií. Byl jedním z prvních propagátorů Koperníkovy heliocentrické soustavy v Anglii. Protože však svá díla psal latinsky, nebyl za své názory pronásledován. Podle svědectví současníků znal Gilbert i technologické postupy řady řemesel, zejména kovářství, což mělo význam v souvislosti s magnetickými vlastnostmi různých druhů železa.



*Obr. 1 William Gilbert z Colchesteru*

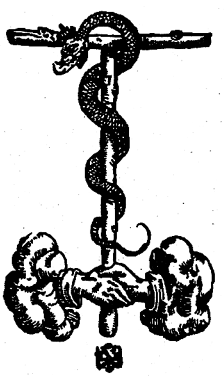
Po smrti královny Alžběty v roce 1603 si podržel postavení dvorního lékaře i u jejího nástupce Jakuba I. Dlouho se však z této pocty netěšil, neboť zemřel při morové epidemii

10. prosince 1603. Je pochován v kostele Nejsvětější Trojice v Colchesteru. Gilbert žil i zemřel jako dobrodinec. Své knihy, přístroje a sbírky minerálů odkázal lékařské koleji. Všechny tyto předměty však byly zničeny při velkém požáru Londýna v roce 1666. Dnes známý portrét Gilbertův (obr. 1) je kopií namalovanou Clampem podle autentického portrétu, který se nedochoval. Nad levým ramenem byl latinský nápis, který hlásal „*Magnetických sil první badatel Gilbertus*“. Gilbertovy rukopisy se rovněž nedochovaly. Jeho vlastnoruční podpis je znám z několika dochovaných lékařských receptů. Kromě spisu „*De magnete*“ napsal Gilbert ještě jednu knihu – „*De mundo nostro sublunari philosophia nova*“. Byla vydána v Amsterodamu v roce 1651, téměř padesát let po Gilbertově smrti. Tato kniha, která má charakter traktátu o některých filozofických a kosmologických otázkách, nedosahuje úrovně hlavního Gilbertova díla.

Hlavní Gilbertovo dílo má plný název (v českém překladu) „*O magnetu, magnetických tělesech a velkém magnetu – Zemi; nová fyziologie, dokázaná množstvím argumentů a pokusů*“. Spis vyšel v roce 1600 v Londýně ve formě 120 listů. Titulní list je na obr. 2. Text začíná auto-

GVILIELMI GIL
BERTI COLCESTREN-
SIS, MEDICI LONDI-
NENSIS,

DE MAGNETE, MAGNETI-
CISQVE CORPORIBVS ET DE MAG-
no magnete tellure; Physiologia noua,
*plurimis & argumentis, & expe-*
rimentis demonstrata.



LONDINI
EXCVDEBAT PETRVS SHORT ANNO
MDC.

*Obr. 2 Titulní list prvního vydání spisu „De magnete“*

rovým úvodem a následuje chvalořeč napsaná Edwardem Wrightem (1558–1615), ve své době uznávaným matematikem. Gilbertův spis je psán květnatou renesanční latinou, bohatou na přívlastky a výstižná slova. Jako ukázku uvádím překlad prvního odstavce Gilbertova úvodu.

*„V důsledku toho, že při zkoumání tajemství a hledání skrytých příčin věcí, díky přesným pokusům a o ně se opírajícím argumentům, se získají pádnější důvody než ty, jež jsou opřené o pouhé pravděpodobnosti a mínění vznešených filosofů, postavili jsme si za cíl – pro objasnění ušlechtilé podstaty dosud neznámého velkého magnetu, společné matky (Země) a pozoruhodné a vynikající síly této koule – začít od obecně známých kamenných a železných magnetů, magnetických těles a částí Země nám nejbližších, které je možno ohmatat rukama a vnímat smysly, potom to rozšířit pomocí názorných pokusů s magnety a tímto způsobem poprvé proniknout do nitra Země.*

*Když jsme prohlédli a prozkoumali to, co se získává z vysokých hor, mořských hlubin, podzemních jeskyň a tajemných dolů, zabývali jsme se dlouho a mnoho, s velkým úsilím, zkoumáním magnetických sil (překvapujících a výtečných vlastností všech těles, která jsme měli, ve srovnání se silami všech ostatních rud), abychom lépe poznali skutečné látky Země.*

*Poznali jsme, že naše práce nebyla neužitečná a neplodná, protože se při našich každodenních pokusech objasnily nové a neznámé zvláštnosti a díky pečlivému rozeznávání věcí se filosofie obohatila v té míře, že jsme získali možnost přistoupit k objasnění vnitřních částí zemské koule a její skutečné podstaty a také příležitost k seznámení lidí se Zemí (společnou matkou). To vše jako bychom na ni ukazovali prstem, prostřednictvím skutečných důkazů a pokusů, které lze vnímat našimi smysly.*

*Podobně jako geometrie dochází od velmi jednoduchých základů k poznatkům nejvyšším a nejobtížnějším, díky čemuž se pronikavý duch vznáší výše éteru, i naše učení a věda o magnetu ukazují v odpovídající posloupnosti zprvu některé nepříliš vzácné jevy a v zápětí za nimi se odhalují jevy více pozoruhodné a na konci pořadí se rozkrývají největší a nejtajnější záhady zemské koule a poznávají se jejich příčiny – vše, co zůstávalo neznámým a bylo pominuto pro nevědomost předků nebo bezradnost nových vědců...“*

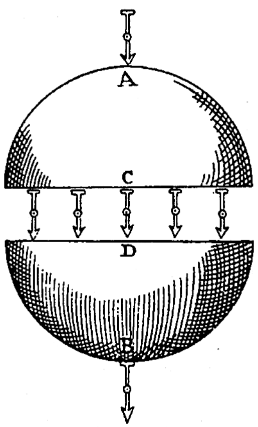
Ukázka není vybrána jen na dokreslení autorova stylu, ale ukazuje též, jak nové a moderní byly filozofické názory Gilbertovy. Na rozdíl od scholastických spekulativních děl přisuzuje Gilbert rozhodující úlohu v přírodovědném bádání pozorováním a pokusům. Plně si uvědomuje, že vhodnými pokusy může zkoumat zvolenou vlastnost objektu.

Ve svém díle neváhá získávat poznatky i z řemeslných technologií (např. hutnictví a kovářství). Tento důraz na empirii a pokus nalézáme i na dalších místech knihy.

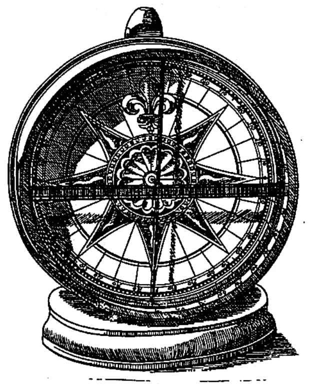
Celý Gilbertův spis je rozdělen do šesti knih, které se dále dělí na jednotlivé hlavy. Názvy hlav výstižně charakterizují jejich obsah. Jako ukázku uvádím název XV. hlavy druhé knihy *„Magnetické vlastnosti získané železem se více projevují v železné tyčce než v kulovém nebo krychlovém kousku železa“*. Jednotlivé knihy jsou rozděleny takto: kniha první – 17 hlav, kniha druhá – 39 hlav, kniha třetí – 17 hlav, kniha čtvrtá – 21 hlav, kniha pátá – 12 hlav, kniha šestá 9 hlav. Co je obsahem spisu, co činí Gilbertovo dílo tak významným?

**Gilbert kriticky shrnul všechny předchozí poznatky o magnetismu, podrobil je ostré kritice a experimentálnímu ověření.** Ke svým předchůdcům nebyl shovívavý. Svůj díl šíravé a sarkastické kritiky dostali autoři antičtí i novověcí. Zejména tepal nekritické přebírání starých poznatků bez snahy o jejich ověření a přenášení pověr do filozofických a přírodovědných spisů. Gilbertovi se podařilo oddělit nesprávné spekulace od skutečných zákonitostí a díky své experimentální metodě objevit řadu nových poznatků o magnetismu. Gilbertovy pokusy byly s výjimkou úhlových měření (deklinace a inklinace) a měření nosné síly magnetů většinou kvalitativní, byly však provedeny tak pečlivě, že závěry z nich mají trvalou platnost a řada Gilbertových výsledků je dnes součástí učiva základních a středních škol. Gilbert nechal po vzoru Peregrinově zhotovit velkou kouli z magnetovce a nazval ji terellou (zemičkou). Na ní provedl řadu měření pomocí magnetických střelek. Nalezl póly (místa, kde magnetická střelka byla kolmá na povrch koule), magnetické poledníky, magnetický rovník (a obecněji u různých magnetů neutrální zónu) a ověřil tak poznatky Peregrinovy. Zkoumal magnetování různých druhů železa a rozpoznal magneticky měkké a tvrdé železo. Pokoušel se měřit nosnou sílu magnetů, zjišťoval vliv tvaru na schopnost zmagnetování, magnetostatickou indukci, magnetické vlastnosti různých látek. Poznal, že magnetizace může být odstraněna zahřátím na vysokou teplotu. Patrně jako první vytvořil homogenní magnetické pole tak, že nechal rozříznout terellu podél magnetického rovníku a vzniklé polokoule od sebe poněkud oddálil (obr. 3). Podrobně se zabýval chováním kompasu, zkoumal velikost inklinace a deklinace na různých místech zeměkoule (podle zpráv kapitánů průzkumných výprav). Poznal i stárnutí magnetů a další časové změny magnetizace. V knize je věnována většina pozornosti magnetismu. Najdeme zde však i poznatky z elektrostatiky. Gilbert dělal pokusy s elektrováním těles a elektrostatickým přitahováním a odpuzováním. Využíval přitom analogie mezi magnetostatikou a elektrostatikou.

Velká pozornost je věnována magnetickým vlastnostem Země. Prakticky celá šestá kniha se zabývá touto problematikou. Gilbert byl však i konstruktérem některých přístrojů. Jako ukázka je na obr. 4 jeho inklinatorium. Nevyhýbal se ani matematice, o čemž svědčí návod na konstrukci nomogramu pro určení velikosti inklinace (obr. 5). (Je však třeba poznamenat, že popis konstrukce je málo srozumitelný a z dnešního hlediska je konstrukce nesprávná.)

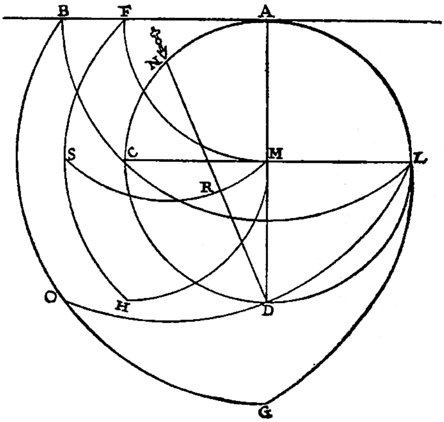



*Obr. 3 Vznik homogenního ho pole mezi dvěma polokoulemi „terelly“*



*Obr. 4 Gilbertovo inklinatorium*

Význam Gilbertova spisu *„De magnete“* byl dalekosáhlý. Nejen pro veliké množství spolehlivě ověřených poznatků o magnetismu, ale zejména proto, že prosadil experimentální metodu a spolu s Galileem a dalšími učenci sedmnáctého století se stal zakladatelem novodobé fyziky. Právem si Gilbert vysloužil titul *„Otec magnetismu“*.




*Obr. 5 Gilbertova konstrukce pro stanovení inklinace v závislosti na zeměpisné šířce místa*

Na závěr tohoto článku bych chtěl uvést několik poznámek o další historii Gilbertova díla. Jeho první vydání, jak již bylo řečeno, se uskutečnilo v roce 1600 v Londýně. V následujících letech vyšla řada dalších vydání v Holandsku a Německu. Je zajímavé, že dvě vydání vyšla i ve Štětíně (v roce 1628 a v roce 1633). Fotokopie londýnského vydání vyšla v roce 1892 v Berlíně. V roce 1893 vyšel v USA anglický překlad díla. Při příležitosti třístého výročí vydání připravil Gilbertův klub v Londýně jubilejní vydání knihy v novém anglickém překladu. V roce 1956 vyšel i ruský překlad [2] v moskevském nakladatelství „Izdatělstvo Akaděmii nauk SSSR“. Toto vydání je doplněno rozsáhlým rozborem A. G. Kalašnikova.

Vědecké dílo *„De magnete“* Williama Gilberta z Colchesteru je příkladem toho, že průkopnický vědecký spis je inspirací i po mnoha staletích a zasluhuje si pozornost i dnešních historiků vědy a učitelů fyziky.

**Literatura:**

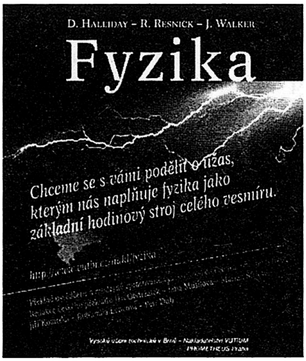
[1] Loria G.: *Galileo Galilei.* Svoboda, Praha 1949.

[2] Gilbert G.: *O magnitě.* IAN SSSR, Moskva 1956.

[3] Mattis D. C.: *The theory of magnetism.* Harper Publ., New York 1965.

# NOVÁ KVALITNÍ UČEBNICE FYZIKY DO VAŠÍ KNIHOVNY

## D. HALLIDAY - R. RESNICK - J. WALKER: FYZIKA




*Překlad osvědčené a moderně zpracované učebnice obecné fyziky „Fundamentals of Physics (5th ed. Extended)", John Wiley & Sons, Inc.*

**Redakce českého překladu:** Jan Obdržálek, Jana Musilová, Marian Štrunc, Jiří Komrska, Bohumila Lencová, Petr Dub
**Vydalo:** Vysoké učení technické v Brně – VUTIUM ve spolupráci s nakladatelstvím PROMETHEUS
**Rozsah:** 1254 stran, barevně členěný text doprovází množství barevných fotografií, schémat a grafů
**Cena:** 1 500 Kč, slevy pro studenty a knihovny

Prezentace učebnice, ukázky textu, doplňky, diskuse, objednávky na adrese http://www.vutbr.cz/nakl/fyzika

- Učebnice vyšla v USA poprvé v roce 1960, nejnovější 6. vydání je z roku 2001
- Stala se jednou z nejužívanějších učebnic úvodních kurzů nejen v USA, ale i v jiných zemích; nejspíše přiměřeností výkladu, tak důležitou na začátku studia, a množstvím vskutku dobrých příkladů
- Názorný výklad, který vychází z konkrétních situací a problémů, není přetěžován matematikou
- Čtenář se připravuje k řešení příkladů i složitějších problémů na konci kapitol tak, aby vycházel z fyzikální představy a nikoli z formálního užití vzorců
- Učebnice pokrývá celý základní kurz fyziky na vysoké škole, metodikou výkladu je vhodná i pro samostatné studium včetně distanční formy vzdělávání; může hodně pomoci studentům i učitelům

***Učebnici přivítají především***

- ***zájemci o vysokoškolské studium s hlubším zájmem o fyziku;***
- ***studenti všech technických a přírodovědných oborů na vysokých školách;***
- ***učitelé a budoucí učitelé fyziky nejen pro obsahovou stránku, ale i jako vzor pedagogický a metodický***

***a také všichni, kteří chtějí přitažlivou a přístupnou formou objevit svět fyziky.***

Text učebnice je dobře srozumitelný a umožňuje pochopení jevů a zákonitostí. Výklad motivuje ke studiu každé partie, je uvedena i řada praktických aplikací odrážejících současný stav poznání a technologií.

Struktura všech 45 kapitol je stejná: podmanivá fotografie na začátku prezentuje vždy nějaký problém, který dokáže vysvětlit právě fyzika z této kapitoly. Výklad, ilustrovaný barevnými schématy, náčrtky i fotografiemi, je použit v podrobně řešených vzorových příkladech. Následuje krátká kontrolní úloha, jejíž vyřešení (výsledek je na konci knihy) ujistí čtenáře, že látku pochopil správně a může pokračovat. Po heslovitém shrnutí obsahu kapitoly následují otázky ke kapitole a úkoly a problémy pro samostatné řešení. Odpovědi na otázky, výsledky úloh a problémů jsou uvedeny na konci knihy spolu s dodatky.

**Jiří Grygar (z textu záložky ke knize FYZIKA):**

*„...dávné dětské vzpomínky se mi vybavily při prohlídce korekturních obtahů knížky s nadějným názvem – FYZIKA (Sympaticky). Vskutku, když jsem pročítal živý a nápaditý text – a zvláště zadání úloh – připadlo mi, že čtenář, kterému je spis určen, nemůže neprožívat podobné překvapující zážitky z neobyčejných pohledů na velmi obyčejné věci a vztahy mezi nimi, jaké jsem prožíval jako naprosto nevědomý učedník v přírodních vědách ve svých jedenácti letech.*

*Taková je totiž fyzika; ač daleko nejjednodušší mezi všemi přírodními vědami, dokáže právě ona za vydatné pomoci matematiky dospět k překvapivým a hlubokým pohledům na svět; k poznatkům, jež mají obecnou platnost a pozoruhodnou vnitřní krásu. Přeji všem čtenářům FYZIKY, aby si nejen početli, ale aby si přitom přinejmenším zopakovali mou vlastní dětskou radost z pochopení základů toho, jak se ve vědě uvažuje a postupuje."*

## *Stručný obsah*



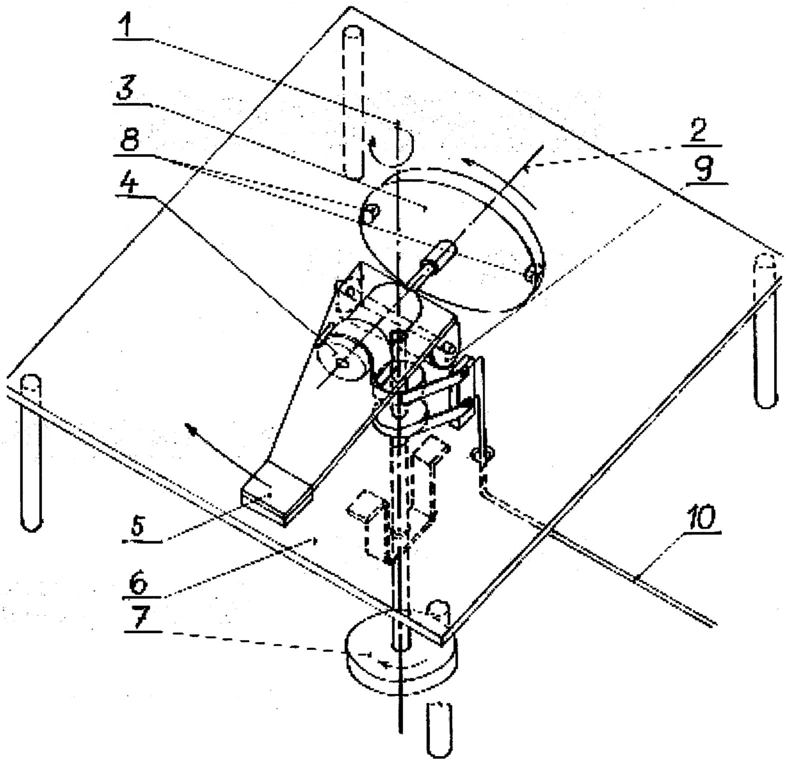
***Jednota českých matematiků a fyziků doporučuje používat tuto učebnici pro základní kurz fyziky na vysokých školách.***

**Knihu žádejte u vašeho knihkupce nebo na adrese http://www.vutbr.cz/nakl/fyzika, VUT v Brně, nakl. VUTIUM, Antonínská 1, 601 90 Brno, e-mail: mizerova@ro.vutbr.cz, fax: 414 53 48, slovenští čtenáři se mohou obrátit na knihkupectví Malé Centrum, e-mail: zemlicka@malecentrum.sk.**

# Neobvyklá precese

*Zdeněk Olexa*, Ústí nad Labem*

**Úvod:** V současné době je teorie a praktické využití setrvačníků oblastí, kde se jen těžko dají očekávat nové poznatky. Nicméně si dovoluji upozornit na následující popis precesního pohybu spolu se zařízením, na kterém byl vyvolán. Dále uvádím některé výsledky experimentů s ním souvisejících, které nejsou pro tento pohyb obvyklé.




*Obr. 1*

**Legenda:**

1 osa precese
2 osa rotace setrvačníku
3 setrvačník
4 elektromotor pohánějící setrvačník
5 deska pohonu
6 plotna rámu
7 kotouč pro experimentální účely
8 válcová tělíska opatřená závitovým dříkem pro připevnění na čela setrvačníku
9 kloub umožňující vychylování desky pohonu (3 stupně volnosti setrvačníku)
10 přívod elektrického proudu z elektronického regulátoru otáček

* zolexa@iol.cz

Z přiloženého obrázku zařízení pro demonstraci jevu neobvyklé precese je možno usuzovat na určitou podobnost se známým Fesselovým přístrojem. Jedná se obdobně o tzv. těžký setrvačník, který je podepřen v ose souměrnosti mimo těžiště. V tomto případě, jak je ukázáno Fesselovým přístrojem, při skloněné ose rotace setrvačníku, působí na setrvačník jeho hmota momentem, který se snaží osu rotace otočit kolem vodorovné osy. Výsledkem je, že setrvačník koná precesní pohyb, obdobně, jak je možno ukázat zmiňovaným Fesselovým přístrojem. Nastane stáčení osy setrvačníku kolem svislé osy v jednom nebo opačném smyslu, v závislosti na tom, je-li moment tíhy setrvačníku větší nebo menší než moment tíhy pohonného zařízení. Tím však podobnost obou mechanismů končí. Zatímco u popisovaného mechanismu je nutné k vyvolání trvalé precese (trvalé v tom smyslu, že trvá, pokud se setrvačník otáčí) stálý silový kontakt desky pohonu s plotnou rámu, Fesselův přístroj by se za těchto okolností zastavil.

**Popis zařízení** (viz obr. 1): Po postupném roztočení setrvačníku, na kterém jsou na přední a zadní čelné straně připevněna válcová tělíska, počne se deska pohonu spolu s elektromotorem a setrvačníkem otáčet kolem osy precese. Deska pohonu klouže svým ohnutým koncem podlepeným plstí po hladké vodorovné plotně rámu, spočívající na čtyřech podpěrách. Přitom kompenzuje tlakovou sílu podpěry (způsobenou složkou tíhy setrvačníku spolu s jeho pohonem, který přitlačuje desku pohonu na plotnu rámu) a působí na ni třením. Konkrétní hodnota momentu třecí síly vzhledem k ose precese je $14{,}0\ \mathrm{N\cdot cm}$ (hodnota při nerotujícím setrvačníku). Kloub umožňuje vychylování desky pohonu v rovině určené osou precese (1) a osou rotace (2). Úhel sklonu desky pohonu vzhledem k ose precese měl při provedených experimentech hodnotu 45°.

Plotna rámu (6) je zhotovena z leštěného hliníku o síle 2 mm stejně tak jako deska pohonu (5). Setrvačník (3) je ocelový o průměru 56,8 mm, síle 5 mm a hmotnosti 114 g. K pohonu setrvačníku je použit stejnosměrný elektromotor pracující s napětím 3 – 9 V a proudem 1,1 – 6,6 A. Maximální otáčky elektromotoru jsou 11600 $\mathrm{min^{-1}}$. Zdrojem proudu pro motor je suchá baterie 12 V, 6,5 Ah. Proud z baterie je veden do pulzního regulátoru, spojitě regulujícího otáčky elektromotoru. Proud z regulátoru je veden do elektromotoru přes pružné měděné kontakty a sběrné kroužky upevněné na precesním hřídeli. Pozice (8) na obrázku jsou dvě hmotnostně a tvarově stejná tělíska, z nichž jedno je upevněno na přední a druhé na zadní straně setrvačníku (3). Obě tělíska jsou stejně vzdálena od osy rotace setrvačníku (2). Kotouč (7) je upevněn na precesním hřídeli. Při provedených experimentech sloužil k navíjení lanka, na kterém bylo připevněno zvedané těleso (viz dále).

**Experimentální výsledky:** Pokud se týká precese samotné a zejména jejích otáček, pak provedené experimenty na popsaném zařízení ukazují, že otáčky precese rostou především s otáčkami setrvačníku a hmotností tělísek. Při měření byla použita dvě dvojice tělísek o různých hmotnostech. Jedna o hmotnosti 0,4 g a druhá o hmotnosti 2 g. Vzdálenost obou dvojic tělísek od osy rotace setrvačníku byla stejná a činila 26 mm. K měření otáček setrvačníku (3) bylo použito digitálního optoelektrického otáčkoměru o rozsahu 10 – 20000 $\mathrm{min^{-1}}$.

**Výsledky měření:**

| tělíska o hmotnosti 0,4 g | | tělíska o hmotnosti 2 g | |
|---|---|---|---|
| otáčky setrvačníku $[\mathrm{min^{-1}}]$ | otáčky precese $[\mathrm{min^{-1}}]$ | otáčky setrvačníku $[\mathrm{min^{-1}}]$ | otáčky precese $[\mathrm{min^{-1}}]$ |
| 4 260 | 4,6 | 3 870 | 6,0 |
| 6 450 | 4,7 | 5 680 | 15,0 |
| 7 900 | 4,8 | 7 500 | 30,0 |
| 11 600 | 6,0 | | |

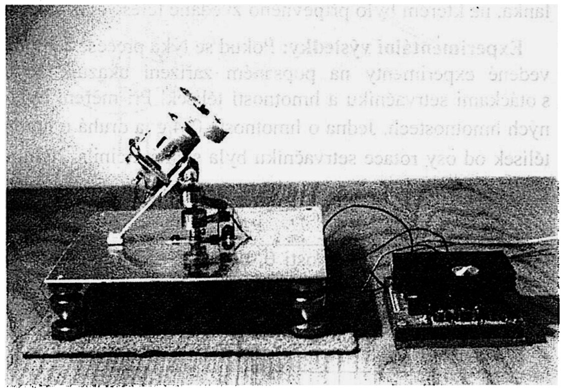
Uvedené hodnoty reprezentují průměrné hodnoty z řady měření. V případě tělísek o větší hmotnosti by velká zátěž ložisek elektromotoru deviačním momentem setrvačníku mohla vést k jejich destrukci (jedná se totiž o elektromotor obvykle používaný pro modelářské účely). Z těchto důvodů bylo voleno nižší odstupňování otáček.

**Diskuse:** Výsledky měření ukazují na podstatný vliv hmotnosti tělísek na velikost otáček precese. Zatím co otáčky precese při aplikaci tělísek o hmotnosti $0{,}4$ g rostou se zvyšujícími se otáčkami setrvačníku velmi pozvolna, je nárůst otáček precese při použití tělísek o hmotnosti $2$ g markantně strmější a otáčky dosahují také podstatně vyšších hodnot. Zároveň bylo zjištěno, že s rostoucí hmotností tělísek roste kroutící moment precese. Při použití tělísek o hmotnosti $2$ g bylo například pomocí kotouče upevněného na precesním hřídeli zvednuto těleso (elektromotorek) o hmotnosti $200$ g. Celkový výkon precese (tj. včetně překonávání momentu tření mezi deskou pohonu a základovou plotnou) činil $0{,}083$ W při otáčkách precese $25{,}5\ \mathrm{min}^{-1}$. Zvedané těleso – elektromotorek – bylo zvedáno pomocí silonového lanka. Lanko bylo na jednom konci upevněno ke kotoučku na precesním hřídeli a druhým koncem ke zvedanému tělesu. Zařízení bylo umístěno na okraj pracovního stolu. Lanko bylo vedeno přes okraj pracovního stolu pomocí kladičky volně otočné na ose. Při pokusech byl měřen čas, za který zvedané těleso urazilo určitou dráhu. I takto relativně malé zařízení, jehož celková hmotnost činí 860 g, vytváří obstojný kroutící moment.

**Závěr:** Precesní pohyb je vizuálně plynulý a pravidelný. Pokud jsou obě uvedená tělíska (8) umístěna na čelní straně setrvačníku, precese nenastane. Provedené pokusy rovněž ukázaly, že obdobný precesní pohyb lze vyvolat rotujícími geometricky symetrickými tělesy, která nejsou, ať již z důvodu rozměrové přesnosti, případně materiálové homogennosti, zcela vyvážená. Tato skutečnost naznačuje, že k vyvolání uvedeného precesního pohybu je nutná určitá dynamická nevyváženost rotujících těles. Změna smyslu otáčení rotujícího tělesa znamená i změnu smyslu precese.

V příspěvku jsou uvedena pouze experimentálně zjištěná fakta. Skutečnou podstatu tohoto rotačního pohybu se dosud nepodařilo teoreticky uspokojivě objasnit.

**Výzva:** Autor by uvítal, kdyby odborná veřejnost pomohla teoretickému objasnění podstaty tohoto pohybu. Autor by rovněž provedl další experimenty podle požadavků řešitelů tohoto problému. Bylo by na prospěch věci, kdyby řešení též zjistilo, jaké dynamické síly brzdí rotující setrvačník, opatřený tělísky, při precesi. (Tím nejsou myšleny pasivní odpory.) Při stavbě většího zařízení obdobného typu by tyto informace umožnily přesné výkonové dimenzování pohonné jednotky setrvačníku. Autor poskytne za úplné vyřešení tohoto problému, které by umožňovalo návrh větších zařízení tohoto typu, finační prémii ve výši 10 tisíc Kč.



*Obr. 2*

# Nabídka volných kapacit školicích středisek ZČU v Plzni pro výjezdní zasedání, konference, kurzy nebo školení, školy v přírodě, sportovní výcviky škol, pro soukromou rekreaci

**CENY:** Ubytování/osoba/noc: 130 Kč
Stravování/osoba/den: 140 Kč (plná penze)

## NEČTINY

**ADRESA:** Zámek č. 1, obec Hrad Nečtiny, 331 63 p. Nečtiny, Plzeň-sever, tel./fax./zázn. 0182/313136, tel. účtárna 0182/3132272

**KAPACITA:** celkem 105 lůžek (jedno až čtyřlůžkové pokoje s možností přistýlky)

**SOCIÁLNÍ VYBAVENÍ:** umývárny, sprchy a WC na patrech

**KAPACITA STRAVOVÁNÍ:** jídelna s barem pro 60 osob. Vaří se celoročně (snídaně, obědy, večeře). V 1. patře objektu je plně vybavená kuchyňka s jídelnou

**SÁLY A KLUBOVNY:** konferenční sál pro 90 osob a klubovna s barevnou TV, velká učebna pro 60 osob, malá učebna pro 25 osob, kinosál pro 80 osob (klavír)

**K DISPOZICI:** sportovní hala v areálu parku (vyznačená hřiště na odbíjenou, košíkovou, nohejbal), venkovní hřiště na kopanou a odbíjenou, postupně bude dobudována posilovna a sauna, místnost se stolním tenisem, koupání v obci Nečtiny (1 km) – bazén s dětským brouzdalištěm u fotbalového hřiště, v zimě možnost běžeckého lyžování a bruslení, prostory pro uložení kol, v areálu parku je rybník s ostrůvkem – možnost rybolovu

**DOPRAVA:** nejlépe vlastní (parkovat lze na nádvoří zámku), nebo autobusy ČSAD z Plzně přes Dolní Bělou a Manětín nebo přes Úněšov. V obci Hrad Nečtiny je obchod se smíšeným zbožím. V obci Nečtiny (vzdálené cca 1 km) jsou dva obchody se smíšeným zbožím, pošta, jedna restaurace a jedno pohostinství, zdravotní středisko a kadeřnictví

## PERNINK

**ADRESA:** Masarykova 77, 362 36 Pernink, tel. č.: 0164/892166

**KAPACITA:** 50 lůžek (6 dvoulůžkových pokojů, 2 třílůžkové, 1 čtyřlůžkový, 2 šestilůžkové, 2 osmilůžkové)

**SOCIÁLNÍ VYBAVENÍ:** 4 umývárny, 4 sprchy, 8 WC

**KAPACITA STRAVOVÁNÍ:** pro 60 osob (celodenní strava při větších kolektivních akcích na objednávku). Při soukromé rekreaci se nevaří. Lze použít malou kuchyni, kde jsou 2 elektrické sporáky, nádobí pro každý pokoj včetně nádobí na vaření a velká lednice

**SÁL:** pro 50 osob (velká jídelna), pro 20 osob (malá jídelna)

**K DISPOZICI:** 2 barevné televizory (satelit), pianino, 2 kytary, společenské stolní hry. Parkoviště pro 15 automobilů ve dvoře objektu. V letních měsících posezení na zahradě (stolky a slunečníky)

**SPORTOVNÍ VYBAVENÍ:** ping-pong, lyžárna pro cca 70 párů lyží. Vlastní areál pro běžecké lyžování s upravovanými stopami. Možnost autobusové dopravy na lyžařské svahy Klínovce. V létě k dispozici fotbalové hřiště. Koupání ve Velkém rybníce (10 km vzdáleném)

**DOPRAVA:** nejlépe vlastní, jinak autobusem do Karlových Varů, dále vlakem do Perninku

## RYBNÍK

**ADRESA:** Rybník 43, 345 25 Hostouň, tel.: 0188/496 124

**KAPACITA ZAŘÍZENÍ:** 72 lůžek (pokoje 2-6 lůžkové)

**SOCIÁLNÍ VYBAVENÍ:** Na každém patře umývárna se sprchami (celkem 8 sprch, 16 WC)

**KAPACITA STRAVOVÁNÍ:** cca 60 osob, snídaně, obědy, večeře dle dohody. Na patrech jsou kuchyňky vybavené lednicí, elektrickým sporákem a kuchyňskou linkou s nádobím

**KLUBOVNY:** velká – pro 30–40 osob, malá – pro 15–20 osob

**K DISPOZICI:** televize (satelit), video, hifi věž, klavír, ping-pong, míčové hry, volejbalová síť, společenské stolní hry. V létě možnost koupání v obci, cca 5 minut chůze. V zimě možnost sáňkování, lyžování (běžky). Značené cykloturistické stezky, možnost návštěvy SRN (hranice cca 3 km).

**DOPRAVA:** nejlépe vlastní, jinak nejkratší spojení ČD nebo ČSAD do Poběžovic, dále do Rybníka autobusem.

# Soutěž diplomových prací učitelů fyziky

*Josef Kepka*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň*

Ve dnech 26. a 27. dubna 2001 uspořádala katedra obecné fyziky FPE ZČU ve spolupráci s Jednotou českých matematiků a fyziků mezinárodní soutěž diplomových prací budoucích učitelů fyziky. Vzhledem k tomu, že loňského roku soutěž neproběhla, byl umožněn „start" i těm, kteří svou práci obhájili již loni. Více jak 25 soutěžících bylo rozděleno do 4 sekcí: didaktické, teoretické, experimentální a program byl tentokrát rozšířen o sekci nazvanou Energie pro třetí tisíciletí, která byla otevřena i pro studenty či absolventy jiných než učitelských fakult. V porotách sekcí zasedli přední odborníci jak z oblasti fyziky či didaktiky fyziky, jakými jsou například: RNDr. Martin Belluš (MFF UK Bratislava), Ing. Tomáš Dlouhý, CSc. (FSI ČVUT Praha), doc. RNDr. Dalibor Dvořák, CSc. (PřF OU Ostrava), doc. PaedDr. Václav Havel, CSc. (FPE ZČU Plzeň), doc. RNDr. Aleš Lacina, CSc. (PřF MU Brno), doc. RNDr. Dušan Novotný, CSc. (UJEP Ústí nad Labem), doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc. (MFF UK Praha), doc. RNDr. Jan Slavík, CSc. (FAV ZČU Plzeň), doc. RNDr. Vojtěch Stach, CSc. (PF JU České Budějovice), prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc. (MFF UK Praha) a mnozí další.

*Obr. 1: Soutěžící (většinou vzadu), členové porot (uprostřed) a sponzoři (sedící vpředu)*

## VÝSLEDKY SOUTĚŽE

**Sekce experimentální:**

1. Vítězslav Straňák (PF JU) – Studium plamene šlírovými a interferometrickými metodami;
2. Petra Bláhová (FPE ZČU) – Aktivita Slunce – porovnání amatérských a profesionálních pozorování;
3. Mgr. Václav Motyčka (MFF UK) – Využití pozitronové anihilační spektroskopie ke studiu volných objemů v makromolekulárních systémech.

**Sekce energetická:**

1. Ing. Gabriel Böszörmenyi (FS ČVUT) – Využití hydrogeotermálního potencionálu Košické kotliny;

* kepka@kof.zcu.cz

2. Ing. Pavel Samek (FS ČVUT) – Zařízení pro sušení uhlí;
3. Ing. Martin Beránek (FS ČVUT) – Metoda výpočtu tvaru lopatky rotoru turbíny v nezatíženém stavu Metodou konečných prvků.

**Sekce didaktická:**

1. Mgr. Petr Švec (FPE ZČU) – Netradiční pokusy z fyziky;
2. Miroslav Jílek (MFF UK) – Pokusy s jednoduchými pomůckami ve středoškolské výuce fyziky;
3. Soňa Bendíková (UK Bratislava) – Fyzikálné pokusy na internete.

*Obr. 2: Mgr. Petr Švec při vystoupení*

**Sekce teoretická:**

1. Mgr. Olga Nováčková (PedF Ústí nad Labem) – Fotosyntéza a stres;
2. Marek Česal (FPE ZČU) – Zpracování vybraných výsledků pozorování získaných při úplném zatmění Slunce v roce 1999;
3. Mgr. Simona Hluší (MFF UK) – Parametrická rezonance aneb Fyzika na houpačce.

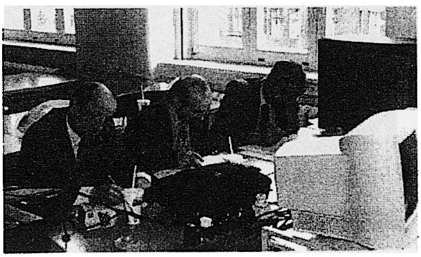
**Zvláštní ocenění:**

Mgr. Martina Lauková (UK Bratislava) – za zpracování netradičního středoškolského učiva: Jednoduché pokusy s optickým vláknem;

Zdeněk Navrátil (PřF Brno) – za didaktický projekt počítačem podporované výuky na VŠ: Programové vybavení pro výuku moderních fyzikálních metod měření;

Jiří Kvapil (PřF Olomouc) – za systematické komplexní zpracování tématu: Metody měření náboje elektronu.

Díky sponzorům a partnerům pořadatelů obdrželi soutěžící hodnotné ceny a diplomy. Porotci a hosté soutěže převzali na slavnostním večeru z rukou děkana FPE ZČU pana doc. PaedDr. Václava Havla, CSc. pamětní listy a upomínkové předměty. Úspěšný program byl doplněn hodnotnými přednáškami odborných asistentů KOF FPE ZČU RNDr. Jitky Prokšové a Dr. Ing. Josefa Petříka.



*Obr. 3: Soutěžní porota teoretické sekce v plné práci*

ČEZ

Jč m+f

McDonald's Plzeň, Borská pole

MINOLTA Plzeň

DIDAKTIK®

PALTECH

LiTERA Plzeň

ČSOB Plzeň

# FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA pro kategorie E, F – 43. ročník

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

Předkládáme čtenářům Školské fyziky texty úloh pro 43. ročník fyzikální olympiády v kategoriích E, F v okamžiku, kdy jsou připraveny pro tisk Letáku FO. Úlohy jsou určeny pro žáky 8. a 9. ročníků základních škol a jim věkově odpovídajících žáků víceletých gymnázií. Vzhledem k velké variaci učebních programů jsme také letos připravili pro vyučující fyziky soubor 15 úloh, z nichž mohou vybrat ty úlohy, které odpovídají tématům, jež byla ve výuce již probrána nebo v daném roce přibližně do konce března proběhnou. V souboru úloh jsou i problémy nadstandardní – úlohy jsou určeny pro žáky, kteří se o fyziku zajímají více a do fyzikální problematiky chtějí proniknout hlouběji než během společné výuky. Tím chceme trochu ulomit hrot výčitek, které nám někdy učitelé fyziky ze základních škol posílají, že fyzikální olympiáda je poněkud výše, než se nachází standard výuky fyziky na základní škole. Fyzikální olympiáda se nechce přizpůsobovat tendenci stále snižovat úroveň výuky, ale dát těm, kteří se o fyziku a o její praktické využití zajímají, příležitost řešit složitější problémy a pronikat tak do dalších tajů světa fyziky. Aby nebyla mýlka, že sám jsem příliš vzdálen běžné škole – již několik let vyučuji v jazykových třídách běžného gymnázia, kam přicházejí absolventi základních škol, a tak si mohu každoročně udělat obrázek o tom, jak daleko se tito žáci ve fyzice dostali.

Výsledky úloh i s bodovým řešením najdete i letos na Internetu; zatím jen několik učitelů proti tomuto způsobu protestovalo. Domníváme se, že řešení úloh ve fyzikální olympiádě musí být doprovázeno podrobným protokolem o způsobu získání výsledků a samotné výsledky jsou ke kladnému hodnocení nepostačující. Když se „internetující“ žák přece jen k výsledkům probojuje, mohou mu sloužit ke kontrole, zda se dostal správně k cíli řešení, ale nemůže je použít pro odevzdání svému učiteli. Pak vám tento způsob ulehčí práci při konzultacích. Instruktážní (úplné) řešení je také připraveno a bude poskytnuto během října předsedům okresních výborů fyzikální olympiády, na něž se můžete v případě potřeby obracet.

Děkujeme všem vyučujícím fyziky za dosavadní práci a doufáme, že i letos se na všech školách, kde se pohybují mladí zájemci o fyziku a fyzikálně-technickou problematiku, rozvine naše soutěž co nejšíře. Od února zahájíme i letos Archimédiádu pro žáky 7. ročníků a 2. ročníků osmiletých gymnázií. Texty úloh najdete v dalším čísle Školské fyziky.

## ÚLOHY 43. ROČNÍKU FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDY PRO KATEGORIE E, F

### *FO43EF1 Závodník na trati.*

Závodník Milan se ze startu rozjíždí tak, že na konci 4. sekundy dosáhl rychlosti 4,4 $\frac{m}{s}$ a tímto zrychlujícím pohybem pokračoval do doby 10 s od doby startu. Potom se pohyboval získanou rychlostí po trase 330 m. V posledním úseku už nešlapal a za dobu 20 s se zastavil rovnoměrným zpomalením.

a) Nakresli graf rychlosti v závislosti na průběhu času.
b) Jak dlouhá byla trasa závodu a za jak dlouho ji Milan urazil?
c) Při „letmém startu“ projíždí závodník startovní čáru již určitou rychlostí a s ní pokračuje po celou trasu. Jaká by musela byt rychlost závodníka Milana, aby stejnou trasu urazil ve stejném čase?

* ivo.volf@uhk.cz

***FO43EF2 Plavátko na vodě.***

Deváťák Martin dělal o prázdninách pomocníka vedoucího na letním táboře v oddíle pro malé děti. K nácviku plavání dětí, které měly hmotnost od 33 do 44 kg, vymyslel „plavátko" – polystyrénovou desku o rozměrech 50 cm x 35 cm x 12 cm zabalil do nepromokavé fólie a nechal volně ležet na vodě. Dětské tělo má hustotu 1 100 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, hustota polystyrénu je 120 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, hustota vody v bazénu 1 000 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Unese „plavátko" unaveného malého chlapce, aby 1/4 jeho těla zůstala nad vodou? Volte $g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Postačí „plavátko" k odpočinku vedoucího o hmotnosti 77 kg?

***FO43EF3 Pohyb Země a sousedních planet.***

Země se pohybuje kolem Slunce po trase připomínající kružnici o poloměru $1\ \text{AU} = 150\,000\,000\ \text{km}$, jeden oběh trvá asi 365,24 dne. Budeme předpokládat, že sousední planety se pohybují kolem Slunce také po trajektoriích tvaru kružnice.
Venuše: $108\,210\,600\ \text{km}$, 0,615 roku. Mars: $227\,900\,000\ \text{km}$, 1,881 roku.

a) Do jednoho obrázku nakreslete Slunce a trajektorie všech tří planet; zvolte $1\ \text{AU} = 50\ \text{mm}$.
b) Určete okamžité rychlosti všech planet.
c) Jestliže v okamžiku „nula" ležel střed Slunce a středy všech tří planet na jedné polopřímce, ukažte v dalším obrázku, jak se planety „rozházely" po prvním, druhém a třetím oběhu Země kolem Slunce.
d) Jestliže vzdálenosti planet od středu Slunce označíme $r_Z$, $r_V$, $r_M$ a doby oběhu $T_Z$, $T_V$, $T_M$, ověřte, že pro údaje platí Keplerův zákon: $r^3 : T^2 = konst.$

Je rozumné dosazovat vzdálenosti v jednotkách AU, doby v rocích.

***FO43EF4 Napouštění vany.***

Z „červeného kohoutku" teče do vany voda o teplotě 75 °C, z „modrého kohoutku" voda o teplotě 15 °C. Pro vykoupání potřebujeme obvykle 150 l vody o teplotě 35 °C, voda nateče za dobu 10 minut.

a) Jaký musí být objemový průtok teplé a studené vody?
b) Jednou však během napouštění vany, přesně 4 min po začátku, zazvonil telefon. Lenka zastavila přítok vody (ale jen studené), a když se vrátila za 10 minut, zjistila, že přitékala jen horká voda. Proto rychle zavřela červený kohoutek. Jakou teplotu měla voda?
c) Aby vodu ochladila, pustila vodu z modrého kohoutku a nechala natékat studenou vodu, až voda ve vaně měla teplotu 35 °C. Jak dlouho? Kolik bude vody ve vaně?

***FO43EF5 Elektrárna v Bratsku.***

Největší sladkovodní jezero Bajkal má rozlohu 31 500 km$^2$, hloubka dosahuje 1 620 m a obsahuje 23 000 km$^3$ sladké vody. Napájí ho 336 řek, vytéká jen jedna řeka Angara. Na této řece byla vybudována velká vodní elektrárna s instalovaným výkonem 4 500 MW. Voda roztáčí turbíny v hloubce asi 100 m pod hladinou přehradní hráze.

a) Určete, jaký musí být sekundový průtok vody turbínami, je-li účinnost 98 %. V elektrárně je nainstalováno 20 turbogenerátorů.

b) Jestliže kvůli údržbě, opravám nebo změnám v průtoku vody, pracuje v tomto režimu průběžně jen polovina turbogenerátorů, jaká je roční výroba Bajkalské elektrárny v kWh?
c) Zjistěte si údaje o spotřebě elektrické energie v České republice a odhadněte, kolik Bajkalských elektráren by bylo potřeba.

***FO43EF6 Je koruna opravdu zlatá?***

Když strážce pokladu země Richland odevzdal zlatníkům cihlu zlata ( $\rho_{Au} = 19300\,\frac{kg}{m^3}$) o hmotnosti 2,8 kg, netušil, že se výrobce zlaté královské koruny pokusí o podvod. Část zlata nahradil stříbrem ( $\rho_{Ag} = 10500\,\frac{kg}{m^3}$ ) tak, že výsledné umělecké dílo – královská koruna měla hmotnost právě rovnou 2,8 kg. Strážce pokladu převážil korunu a byl spokojen. Jeho pomocník Archim však pojal podezření, že koruna není z ryzího zlata – určil objem další stejné zlaté cihly a objem koruny, který se však lišil o 15 % původního objemu.

a) Kolik gramů zlata nahradil výrobce koruny stříbrem?
b) Jestliže cena 1 g zlata je stejná jako cena 12,5 g stříbra, o kolik % původní hodnoty ošidil výrobce krále?

***FO43EF7 Spotřeba automobilu.***

Odporová síla, kterou působí při jízdě vzduch na jedoucí automobil, se dá určit Newtonovým vztahem $F = \frac{1}{2} \cdot C \cdot S \cdot \rho \cdot v^2$, kde $C$ je tzv. tvarový součinitel, závisející na aerodynamickém tvaru vozidla, $C_1 = 0,48$, $S$ je příčný kolmý řez, $S_1 = 2,0\,m^2$, $\rho$ je hustota vzduchu, $\rho_1 = 1,20\,\frac{kg}{m^3}$, $v$ je rychlost vozidla. Automobil se pohybuje rychlostí $v_1 = 72\,\frac{km}{h}$ po vodorovné vozovce, valivý odpor pneumatik po asfaltu neuvažujeme.

a) Jaký musí být výkon motoru vozidla?
b) Jaká je spotřeba benzínu na 100 km, když 1 kg benzínu o hustotě $700\,\frac{kg}{m^3}$ poskytne 46 MJ tepla při dokonalém spálení, ale pro pohyb využijeme jen 22 %?
c) Na dálnici jede tento automobil rychlostí $126\,\frac{km}{h}$. Jak se změní výkon a spotřeba automobilu?
d) Proč je odpověď na otázku b) málo reálná?

***FO43EF8 Cyklista.***

Cyklista Karel si pořídil otáčkoměr a zjistil, že jede-li „v pohodě“, sešlápne každou nohou pedál 40krát za minutu. Na tahovém ozubeném kole zvolil 54 zubů, na jízdním kolečku přehazovačky 18 zubů. Průměr zadního kola bicyklu je 58 cm. Jede-li „na plný výkon“, sešlápne každou nohou 90krát za minutu.

a) Jakou rychlostí se pohybuje Karel?
b) Na mírném kopci musel zvolit na přehazovačce kolečko 24 zubů. Jak se změnila jeho rychlost?

***FO43EF9 Grónsko.***

Když Vikingové vyplouvali kolem roku 1000 do Severní Ameriky, dostali se k zemi, kterou nazvali Grönland = Zelená země. Představme si, že na základě globálního oteplování celoročně teplota v Grónsku stoupne nad 0 °C a grónské ledovce začnou prudce odtávat. Grónsko má rozlohu 2175600 km$^2$, z toho jen 341700 km$^2$ je nezaledněno. Grónský ledovec má průměrnou tloušťku 1 500 m. Po několika letech tedy ledový příkrov zmizí.

a) Jaká je hmotnost ledu v Grónsku, $\rho_l = 910\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$?

b) Jak velké teplo by bylo třeba k roztátí ledu, $l_t = 330\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg}}$?

c) Jak by vzniklá voda ovlivnila výšku hladiny světových oceánů? Oceány a moře pokrývají dnes 71 % povrchu Země. Odhadněte, jak by to ovlivnilo rozlohu Kanady.

### *FO43EF10*

Když sedíš na řetízkovém kolotoči, jsou závěsy ve svislé poloze. Jakmile se kolotoč dá do pohybu, vlivem odstředivé síly se vychýlí závěsy směrem od osy otáčení. Také Zemi můžeme považovat za kolotoč s dobou rotace 86 164 s. Na tělesa, která jsou ve vzdálenosti $r$ od osy otáčení, působí odstředivá síla, která závisí na hmotnosti $m$ těles, na jejich rychlosti $v$ pohybu a na vzdálenosti $r$ od osy otáčení; $F_o = m \cdot \frac{v^2}{r}$. Poloměr rovníku je 6 378 km, v České republice je vzdálenost míst od středu Země na 50° s. š. 6 370 km.

a) Určete, jakou rychlostí se pohybuje bod na rovníku.

b) Určete, jak velká odstředivá síla působí na těleso na rovníku. Porovnejte se silou $F = m \cdot g$, kde $g_r = 9{,}78\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

c) Úvahy a), b) proveďte pro bod na 50° s. š., $g_C = 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

### *FO43EF11 Cyklistické závody.*

Při prvním cyklistickém závodě na 800 m se Petr rozjížděl na startu z klidu po dobu 20 s, až dosáhl rychlosti 54 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ a touto rychlostí urazil zbývající část trasy do cíle. V cíli přestal šlapat a rovnoměrně zpomaleně zastavoval po dobu 32 s. Při druhém závodě na téže trase se rozjížděl po části 180 m, dosáhl téže největší rychlosti 54 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ a touto rychlostí dojel do cíle. Zastavoval účinkem brzd na trase 60 m. Při třetím závodě se rozjížděl z klidu po dobu 18 s, dosáhl téže rychlosti jako v předcházejících případech, brzdil po průjezdu cílem rovnoměrně zpomaleně na trase 240 m.

a) Do téhož grafu $v(t)$ vyznačte změny rychlosti při těchto pohybech.

b) Za jak dlouho urazil Petr předepsaných 800 m tohoto závodu ve všech případech?

c) Na jaké vzdálenosti zabrzdil a jak velký úsek urazil celkem ve všech případech?

### *FO43EF12 Elektrické vedení.*

Elektrické vlastnosti vodičů lze porovnávat podle odporu drátu délky 1 m a průřezu 1 mm$^2$. Pro měď je to $R_1 = 0{,}0172\,\Omega$, pro hliník $R_2 = 0{,}028\,\Omega$; hustota mědi $\rho_{\mathrm{Cu}} = 8920\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, hustota hliníku $\rho_{\mathrm{Al}} = 2700\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Při renovaci hliníkového elektrického vedení o délce 2,5 km a příčném průřezu 16 mm$^2$ vedením měděným bylo třeba dodržet celkový odpor $R$ vedení.

a) Jak se změnil průřez vedení?

b) Jak se změnila hmotnost spojovacího drátu?

c) Jaký je ztrátový výkon ve vedení při proudu 100 A?

***FO43EF13 Mezinárodní ohm.***

Jednotkou odporu je 1 ohm. Původně byl definován mezinárodní ohm ($1{,}0005\ \Omega$) jako odpor sloupce rtuti délky 1,063 m a hmotnosti 14,521 g o všude stejném průřezu při teplotě $0\ °C$, kdy hustota rtuti je $13595\ \frac{kg}{m^3}$.

a) Urči objem rtuti nutný pro pokusné vymezení mezinárodního ohmu.
b) Jaký je příčný řez sloupce rtuti?
c) Jaký je měrný odpor rtuti?

Rozdíl mezi mezinárodním ohmem a 1 Ω neuvažujte.

*Poznámka:* Měrný odpor látky lze vyjádřit jako odpor drátu o délce 1 m a průřezu $1\ mm^2$.

***FO43EF14 Experiment.***

Pryžové vlákno vhodné délky upevni na větev stromu, dveřní rám, balkón, zábradlí na schodišti tak, aby pod místem závěsu byl dostatečný prostor. Vhodně připevni prázdnou plastovou láhev od dobré vody, minerálky apod. (objem cca 1,5 l). Do láhve naliješ asi 1/3 objemu vody. Mírně vychýlíš láhev z klidové polohy ve svislém směru a budeš sledovat vzniklý (kmitavý) pohyb. Urči dobu kmitu, tj. dobu, za niž se láhev vrátí do téže krajní polohy. Pak přilej kelímek vody a zjisti dobu kmitu. Dobu kmitání určuj za 20 kmitů.

| Počet kelímků vody $n$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | ... | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Doba 20 kmitů $20 \cdot T$ | | | | | | | | | |
| Doba kmitu $T$ | | | | | | | | | |
| Druhá mocnina $T^2$ | | | | | | | | | |

Sestroj graf závislosti doby kmitu $T$ na objemu přidané vody.

Sestroj graf závislosti druhé mocniny $T^2$ na objemu přidané vody.

***FO43EF15 Jednoduché stroje kolem nás.***

Porozhlédni se po vaší domácnosti, nebo si prohlédni nářadí (doma, na chalupě, v autě) a vyber předměty, které mohou být považovány za jednoduché stroje nebo jejich kombinace. Znázorni každý předmět na obrázku jako skutečný, pod něj pak symbolicky fyzikální schéma s vyznačenými vzdálenostmi a umístěním působících sil. Minimální počet nakreslených předmětů i s vysvětlením je deset.

*Texty úloh 43. ročníku fyzikální olympiády i výsledky s bodováním jsou vystaveny na stránce FO na Internetu na příslušné adrese. Uvedení výsledku bez podrobného vyřešení je však při opravě považováno za nevyhovující.*

# Výsledky FO 1999/2000 kategorie E v regionech III*

## HRADEC KRÁLOVÉ

| | | |
|---|---|---|
| **1. Moláček Jan** | Základní škola Hradec Králové | 41 |
| **2. Zelený Jan** | Základní škola Náchod | 40 |
| **3. Zehnálek Vojtěch** | Základní škola Vysoké Mýto | 39 |
| **4. Kolář Ivo** | Gymnázium Pardubice | 39 |
| **5.–6. Bečka Michal** | Gymnázium Moravská Třebová | 39 |
| **5.–6. Rubeš Přemysl** | Gymnázium Pardubice | 39 |

**7.–10. Hanousková Jitka** (Gymnázium Trutnov, 33) **7.–10. Koucký Tomáš** (Základní škola Semily, 33) **7.–10. Kubíček Ondřej** (Gymnázium Chrudim, 33) **7.–10. Poulová Iva** (Gymnázium Chrudim, 33) **11. Tremčinská Irena** (Gymnázium Náchod, 32) **12. Novák Vít** (Základní škola Třebechovice, 31) **13.–15. Dittrich Petr** (Základní škola Pardubice, 30) **13.–15. Hylský Josef** (Základní škola Nové Město na Moravě, 30) **13.–15. Jána Tomáš** (Základní škola Polička, 30) **16.–20. Chalupa Vladislav** (Základní škola Jičín, 29) **16.–20. Langr Jan** (Gymnázium Jaroměř, 29) **16.–20. Pacinda Štefan** (Základní škola Pardubice, 29) **16.–20. Sláma Tomáš** (Základní škola Ostroměř, 29) **16.–20. Uxa Štěpán** (Gymnázium Jilemnice, 29) **21.–22. Popelka Vojtěch** (Základní škola Polička, 28) **21.–22. Schindler Jan** (Gymnázium Hradec Králové, 28) **23.–24. Fogl Jiří** (Základní škola Jablonné nad Orlicí, 27) **23. až 24. Vaněk Aleš** (Základní škola Konečná, 27) **25. Čermák Michal** (Základní škola Semily, 26) **26. Křivka Tomáš** (Základní škola Hradec Králové, 26) **27.–28. Jirák Tomáš** (Základní škola Herálec, 24) **27.–28. Kučera Jan** (Gymnázium Moravská Třebová, 24) **29. Adolf Hynek** (Základní škola Železnice, 23) **30. Pecina Ondřej** (Gymnázium Pardubice, 22) **31.–33. Foltýn Lukáš** (Základní škola Chrudim, 21) **31.–33. Hofman Tomáš** (Základní škola Trutnov, 21) **31.–33. Rybišár Michal** (Základní škola Štoky, 21) **34. Zelený Pavel** (Základní škola Náchod, 19) **35. Valkounová Gabriela** (Základní škola Trutnov, 17)

## JIHLAVA

| | | |
|---|---|---|
| **1. Smejkal Tomáš** | Základní škola Znojmo, Pražská | 34,5 |
| **2.–3. Witiska Michal** | Gymnázium Jihlava | 32 |
| **2.–3. Fraj Jakub** | Základní škola Jihlava, Kollárova | 32 |
| **4. Fabriková Jana** | Gymnázium Velké Meziříčí | 31,5 |
| **5. Povalač Aleš** | Základní škola T. G. Masaryka Třebíč | 31 |

**6. Rudolfová Eliška** (Gymnázium Jihlava, 30,5) **7.–8. Vlček Miloš** (Základní škola Znojmo, ul. Mládeže, 30) **7.–8. Pachta Václav** (Základní škola Jihlava, Kollárova, 30) **9.–10. Foltinová Kateřina** (Základní škola Jihlava, Kollárova, 29) **9.–10. Vyskočil Zdeněk** (Základní škola T. G. Masaryka Třebíč, 29) **11. Solař Pavel** (Gymnázium Třebíč, 28) **12. Janků Michal** (Základní škola Znojmo, Loucká, 27) **13.–14. Kazda Tomáš** (Gymnázium Třebíč, 26) **13.–14. Kaláb Martin** (Gymnázium Jihlava, 26) **15.–16. Pravlovský Petr** (Gymnázium Jihlava, 25) **15.–16. Kocmánek Jakub** (Gymnázium Třebíč,

* dokončení z předchozích čísel

25) **17. Sommer Vladimír** (1. základní škola Žďár nad Sázavou, 24) **18.–19. Charvát Michal** (Základní škola Znojmo, Pražská, 22) **18.–19. Nováček Jiří** (Základní škola Třebíč, Bartuškova, 22) **20. Klobasová Petra** (Základní škola T. G. Masaryka Třebíč, 21) **21. Galle Jaromír** (1. základní škola Velké Meziříčí, 20,5) **22. Mayerová Lenka** (Katolické gymnázium Třebíč, 19) **23. Sadílek Jan** (Základní škola T. G. Masaryka Třebíč, 18) **24. Kincl Zdeněk** (Základní škola Velká Bíteš, 15,5)

# OLOMOUC

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1. Kubátová Helena** | G Olomouc-Hejčín | Slintáková | 38,5 |
| **2. Hrudíková Jana** | G Jakuba Škody Přerov | Fiurášek | 38,0 |
| **3. Dosoudilová Šárka** | G Šternberk | Weiserová | 37,5 |
| **4. Hořínek Matěj** | ZŠ a Městské osmileté G Bruntál | Matonoha | 37,0 |
| **5. Váňa Petr** | ZŠ Litovel, Jungmannova | Černá | 36,5 |

**6. Tichá Veronika** (Slovanské G Olomouc, Martinák, 35,5) **7.–8. Novotná Markéta** (G Hranice, Kubešová, 35) **7.–8. Paloncý Pavel** (3. ZŠ Šumperk, Šilarová, 35) **9. Lancová Hana** (ZŠ a Městské osmileté G Bruntál, Matonoha, 34,5) **10.–11. Macek Jakub** (ZŠ Litovel, Jungmannova, Černá, 34) **10. až 11. Tzoumasová Evženie** (G Olomouc-Hejčín, Stránská, 34) **12.–15. Búry Jan** (ZŠ Krnov, Janáčkovo nám., Dudová, 33,5) **12.–15. Kohoutek Václav** (G Šternberk, Weiserová, 33,5) **12. až 15. Sedláček Jiří** (ZŠ a Městské osmileté G Bruntál, Matonoha, 33,5) **12.–15. Švec Ondřej** (ZŠ Olomouc, F. Stupky, Gazárková, 33,5) **16. Dudka Kamil** (G Šternberk, Weiserová, 32) **17. až 20. Brodský David** (ZŠ Rokytnice, Pečínková, 31,5) **17.–20. Dušek Ondřej** (G Jakuba Škody Přerov, Fiurášek, 31,5) **17.–20. Paculová Hana** (G Rožnov pod Radhoštěm, Melcherová, 31,5) **17.–20. Šubrt Jiří** (ZŠ Bruntál, Cihelní, Štýbnarová, 31,5) **21.–23. Gahura Martin** (ZŠ a Městské osmileté G Bruntál, Matonoha, 31) **21.–23. Hynčica Josef** (G Hranice, Kubešová, 31) **21.–23. Neumanová Lucie** (G Zábřeh, Sedlářová, 31) **24. Zapletal Jiří** (G Jana Blahoslava Přerov, Krutil, 30,5) **25. Šrom Roman** (G Zábřeh, Sedlářová, 30) **26.–28. Levora Michal** (6. ZŠ Šumperk, Snášelová, 29,5) **26.–28. Puci Štefan** (G Olomouc-Hejčín, Kaňáková, 29,5) **26.–28. Stacho Jakub** (G Vsetín, Škodová, 29,5) **29. Mocňák Michal** (G F. Palackého Valašské Meziříčí, Jašek, 28,5) **30. Štěpánek Petr** (G Krnov, Pagáčová, 27,5) **31.–32. Minarčík Jan** (ZŠ Rokytnice, Pečínková, 27) **31.–32. Matěják Vladimír** (ZŠ Krnov, Janáčkovo nám., Dudová, 27) **33.–34. Doseděl Jiří** (ZŠ a Městské osmileté G Bruntál, Matonoha, 26) **33.–34. Heincl Roman** (ZŠ Vyhlídka Valašské Meziříčí, Mlčuchová, 26) **35. až 38. Kukula Libor** (G Vsetín, Škodová, 25,5) **35.–38. Smolka Libor** (ZŠ Krnov, Janáčkovo nám., Dudová, 25,5) **35.–38. Veselý Jan** (ZŠ Pionýrů Uničov, Vohralík, 25,5) **35.–38. Zatloukal Petr** (G Jakuba Škody Přerov, Kaštilová, 25,5) **39.–40. Nováková Kateřina** (1. ZŠ Šumperk, Jašková, 24,5) **39. až 40. Švestková Petra** (G Jakuba Škody Přerov, Fiurášek, 24,5) **41. Kolář Michal** (G Šternberk, Weiserová, 24) **42.–44. Heřman Jan** (G Olomouc-Hejčín, Stránská, 23) **42.–44. Janda Petr** (G Vrbno pod Pradědem, Pytela, 23,5) **42.–44. Pospíšil Zbyněk** (G Jana Opletala Litovel, Chytil, 23,5) **45. Klimešová Vendula** (1. ZŠ Šumperk, Jašková, 23) **46.–47. Babuš Ondřej** (G Krnov, Pagáčová, 22) **46. až 47. Konrád Michal** (ZŠ Úsov, Foltas, 22) **48.–50. Filgas Jaroslav** (ZŠ Pionýrů Uničov, Vohralík, 21,5) **48.–50. Frais Tomáš** (G Hranice, Kubešová, 21,5) **48.–50. Navrátil Jan** (ZŠ F. Stupky Olomouc, Gazárková, 21,5) **51.–52. Lýsek Tomáš** (Slovanské G Olomouc, Malínková, 21) **51.–52. Zubov Alexandr** (G Bruntál, Dukelská, Lázničková, 21) **53. Rotterová Zuzana** (ZŠ a Městské osmileté G Bruntál, Matonoha, 20,5) **54.–55. Bodláková Aneta** (ZŠ a Městské osmileté G Bruntál, Matonoha, 20) **54.–55. Pavlicová Monika** (ZŠ Zlaté Hory, Novotný, 20) **56. Krasulová Jana** (G Bruntál, Dukelská, Lázničková, 19,5) **57. Cinař Richard** (G Zábřeh, Sedlářová, 18,5) **58. Jelínková Monika** (G Krnov, Pagáčová, 17)

# Mladý fyzik – soutěž pro žáky 6. tříd

*Jiřina Benešová, 32. základní škola Plzeň*

## *Úvod*

Soutěž Mladý fyzik je určen pro úplně nejmladší „fyziky" – žáky 6. tříd. Touto soutěží chci u dětí zdůraznit, jak je fyzika v lidském životě důležitá. Není to jen věda či školní předmět, ale je to život, příroda a vůbec všechno co nás obklopuje. Proto se opírám nejen o znalosti žáků po prvním roce vyučování fyzice, ale i o orientaci v literatuře dětem srozumitelné, o pozorování jevů kolem nás, atd. Tato soutěž je vůbec první fyzikální soutěží, se kterou se mohou děti naší školy setkat. Je proto nutné podchytit zájem dětí a podnítit je k soutěživosti.

První kolo je dáno testem, kde děti řeší jednoduché fyzikální úlohy; v průběhu konzultují problémy s učiteli fyziky, pracují s doporučenou literaturou. Opírají se o znalosti získané během prvního roku výuky fyziky. Na vyřešení tohoto kola mají žáci 1 týden.

Druhé kolo se koná ve škole, řešitelé mají za úkol v omezeném čase (45 minut) vypracovat obdobný test jako doma, mohou použít literaturu, kterou si sami donesou (opět tu, kterou používali doma). Výsledky testu pak ukáží, jak jsou zdatní. Podle počtu získaných bodů pak nejlepší postoupí do finále, kde se utkají o věcné ceny.

Ve finále (postoupí maximálně 15 dětí) musí každý žák vyřešit 5 úloh z různých témat. Úlohy si volí podle čísla – vždy jednu z každé skupiny.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Problém*** | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* |
| ***Historie*** | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | ~~*6*~~ | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* |
| ***Odhad*** | *1* | ~~*2*~~ | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* |
| ***Výpočty*** | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* |
| ***Jednotky*** | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | ~~*10*~~ | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* |

Učitel má na tabuli připravenou přehlednou tabulku (viz vzor) a řešené úlohy škrtá. Žáci mohou volit v libovolném pořadí. Podle správnosti odpověď ohodnotí a zapíše do připravené tabulky výsledky:

| **Jméno finalisty** | Třída | Test | Problém | Historie | Odhad | Výpočty | Jednotky | **Celkem** | **Pořadí** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Novák Ondřej | 6.A | 8 | | 2 | | | | | |
| Nová Pavla | 6.C | 7 | | | | | 2 | | |
| Prokeš Petr | 6.B | 7 | | | 3 | | | | |
| Němejcová Eva | 6.B | 7 | | | | | | | |

K některým úlohám je třeba připravit si pomůcky nebo transparenty.

**Seznam potřebných pomůcek:** stopky, složka 250 listů kancelářského papíru, papírové měřítko, tabulové pravítko

**Transparenty:** problém 3, problém 4, problém 5, problém 10, odhad 3

Z jednotlivých okruhů jsou v dalším textu vybrány některé typické úlohy, které mohou inspirovat k tvorbě vlastních úloh.

## 1. Problémové úlohy

Hodnocení: 0–5 bodů

### *P-1*

Máš tři džbánky nepravidelného tvaru. První má objem 8 litrů a je v něm 5 litrů vody. Druhý pojme 5 litrů vody a jsou v něm jen 3 litry vody. Třetí má objem 3 litry a jsou v něm jen 2 litry vody. Tvým úkolem je pouze dvojím přelitím naměřit v některém džbánku 1 litr vody.

*Řešení:*

| *8l* | *5l* | *3l* |
|---|---|---|
| *5* | *3* | *2* |
| *4* | *3* | *3* |
| *4* | *5* | *<u>1</u>* |

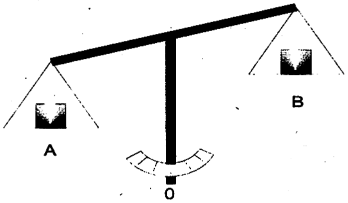
### *P-2*

Tři tělesa o stejném objemu jsou zhotovena z olova, zlata a platiny. Které z nich má největší hmotnost?

*Řešení: Největší z platiny, nejmenší z olova.*

### *P-3*

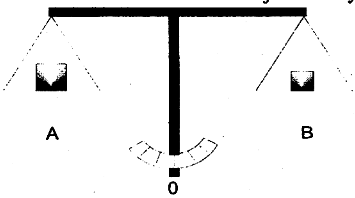
Na jedné misce rovnoramenných vah je plný váleček z hliníku a na druhé plný váleček ze zinku. Obě tělesa mají stejný objem. Které těleso má větší hmotnost?




*Řešení: Větší hmotnost má váleček ze zinku, je na misce* **A**.

### *P-4*

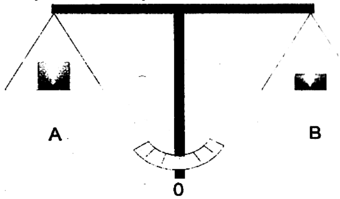
Na jedné misce rovnoramenných vah je plný váleček z hliníku a na druhé plný váleček ze zinku. Obě tělesa mají stejnou hmotnost. Na které misce je zinkový váleček?




*Řešení: Zinkový váleček je na misce* **B**, *má menší objem.*

### P-5

Na jedné misce rovnoramenných vah je plný válec z mědi, na druhé plný válec ze stříbra. Oba mají stejný obsah podstavy. Je měděný válec na misce **A** nebo na misce **B**?




*Řešení:* *Měděný váleček je na misce* **A**, *při stejné hmotnosti má větší objem (má menší hustotu).*

### P-6

Tři kvádry stejného objemu jsou natřeny stejnou barvou. Jsou zhotoveny ze zlata, stříbra a bronzu. Jak poznáš, z kterého kovu je každá cihlička, máš-li k dispozici rovnoramenné váhy?

*Řešení:* *Při stejném objemu bude mít největší hmotnost zlatá, potom stříbrná a nakonec bronzová cihlička.*

### P-7

Atom vodíku má průměr přibližně jednu desetimiliontinu milimetru. Jádro atomu má průměr asi 10 000krát menší. Dovedeš tato čísla zapsat?

*Řešení:* *0,000 000 1 mm a 0,000 000 000 01 mm.*

### P-8

Představ si, že máš devět koulí na vzhled i velikost naprosto stejných, z nichž jedna má o málo větší hmotnost než ostatní. Máš nyní pomocí rovnoramenných vah co nejrychleji najít kouli o větší hmotnosti (lze ji objevit na dvě vážení).

*Řešení:* *Nejprve dáme na misky po třech koulích. Jsou-li v rovnováze, je hledaná mezi zbývajícími třemi. Pak stačí ze zbylých dát na misky po jedné a poznáme, která je těžší. Jsou-li opět v rovnováze, je to ta poslední, je-li jedna těžší, máme ji právě na misce vah. Nejsou-li první dvojice v rovnováze, z těžších vybereme libovolné dvě a postupujeme jako v předešlém případě.*

### P-9

Na jak silném papíru je tištěna kniha o 86 stranách, je-li její tloušťka 8 mm a jsou-li desky silné 0,8 mm?

*Řešení:* *počet listů je* $86:2=43$, *pak tloušťka jednoho listu*
$a=(8-2\cdot 0{,}8):43\ \text{mm}=0{,}148837\ \text{mm}\doteq 0{,}15\ \text{mm}$

### P-10

Jakou hmotnost nejvýše může mít těleso na obrázku, které uzvedneš?

*Řešení:* *Můžeš unést těleso, jehož hmotnost je menší než tvoje vlastní. V případě shodné hmotnosti bys ty byl s tělesem v rovnováze, v případě, že by těleso mělo hmotnost větší, vůbec bys jej nenadzvedl.*

## 2. Historie

Hodnocení: 0 nebo 2 body

### H-1

Roku 1827 pozoroval skotský botanik v mikroskopu, že drobná pylová zrníčka vykonávají ve vodě zvláštní třaslavé pohyby a zároveň se neuspořádaně přemísťují. Jaké je jméno tohoto botanika?

*Řešení:* *Robert Brown*

### H-2

Narodil se roku 1701 v Upssale. Věnoval se pozorování počasí a geofyzice. Právě zájem o počasí ho přivedl k tomu, že roku 1742 sestrojil stostupňový teploměr. Bod varu vody na něm označil 0 °C, teplotu mrznutí vody 100 °C. Za několik let po jeho smrti (zemřel roku 1744) jeho nástupci zavedli opačné značení tak, jak se užívá dodnes. Jak se tento významný muž jmenuje?

*Řešení:* *Anders Celsius*

### H-3

Narodil se 4. ledna 1643. Množství jeho objevů je tak velké, že je nelze ani vyjmenovat. Vybudoval tzv. klasickou mechaniku. Vysvětlil základní pojmy ***hmotnost, síla, čas, prostor*** a formuloval proslulé tři ***pohybové zákony***. Vysvětlil příčiny pohybu planet kolem Slunce, vyslovil gravitační zákon. Po celý život zůstal skromný a pracovitý. Zemřel v Londýně 31. března 1728. Jak se jmenoval tento významný fyzik?

*Řešení:* *Isaac Newton*

### H-4

Narodil jsem se v roce 1564 v italském městě Pise. Říkají o mně, že jsem byl jedním ze zakladatelů moderní přírodovědy. Zabýval jsem se fyzikou, astronomií a matematikou. Dalekohledem, který jsem si sestrojil, jsem pozoroval Měsíc, Mars a jiné planety. Podařilo se mi tímto přístrojem objevit pohoří a krátery na Měsíci, skvrny na Slunci, fáze planety Venuše aj. Odvodil jsem zákony o rovnováze sil, zákony o jednoduchých strojích a zákon volného pádu.

Známá je moje věta: „*Dejte mi pevný bod a pohnu zeměkoulí*". Můj důkaz, že středem vesmíru je Slunce a nikoliv Země, měl za následek, že jsem ke konci svého života mohl pozorovat hvězdy a Slunce jen zamřížovaným oknem. Znáte moje jméno?

*Řešení:* *Galileo Galilei*

### H-5

Znáš mé jméno? Narodil jsem se roku 1696. Celý svůj život jsem se amatérsky věnoval přírodovědě a vynálezům. Nejvíce mě učarovala atmosférická elektřina – právě té se týkal můj světoznámý vynález. A tak, když jsem roku 1765 zemřel, zanechal jsem pro budoucí generace něco, bez čeho se člověk neobejde.

*Řešení:* *Prokop Diviš – vynálezce bleskosvodu*

## 3. Odhad

Hodnocení: dle tolerance 0–3 body

### Odhad-1

Načrtni na tabuli úsečku dlouhou 70 cm.

| | | |
|---|---|---|
| *Řešení:* | *67 až 73 cm* | *3 body* |
| | *63–66 cm a 74–77 cm* | *2 body* |
| | *56–62 cm a 78–84 cm* | *1 bod* |

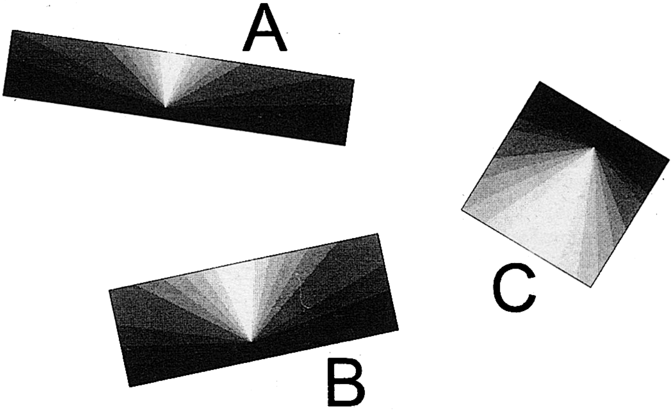
### Odhad-2

Se zavázanýma očima odhadni 30 sekund.

| | | |
|---|---|---|
| *Řešení:* | *29 až 31 s* | *3 body* |
| | *27–28 s a 32–33 s* | *2 body* |
| | *25–26 s a 34–35 s* | *1 bod* |

### Odhad-3

Který z obrazců má největší obsah?




| | | |
|---|---|---|
| *Řešení:* | *obrazec B* | *3 body* |
| | *obrazec C* | *2 body* |
| | *obrazec A* | *1 bod* |

### *Odhad-4*

Odhadni, kolik je ve složce listů papíru

| | | |
|---|---|---|
| *Řešení:* | *Ve složce je 250 listů papíru* | |
| | *245 až 255 listů* | *3 body* |
| | *230–245 nebo 255–270* | *2 body* |
| | *210–229 nebo 271–290* | *1 bod* |

## 4. Výpočty

Hodnocení: 0–3 body

### *V-1*

Jakou spotřebu benzínu měl automobil Škoda 120 L při jízdě ve městě, jestliže spotřeboval 35 litrů benzínu a najezdil celkem 388 km? Vypočti spotřebu v litrech na 100 km.

*Řešení:* *Průměrná spotřeba byla 9,0 litru na 100 km.*

### *V-2*

Silniční vzdálenost z Prahy do Plzně je 88 km. Kolik nákladních automobilů značky LIAZ bychom postavili na této silnici za sebou, je-li délka jednoho vozu 7 metrů?

*Řešení:* *Na silnici bychom postavili 12 571 aut.*

### *V-3*

Křemenný oblázek má objem 12 $cm^3$ a hmotnost 30 g. Urči hustotu křemene.

*Řešení:* *Hustota křemene je* $2{,}5\ \frac{g}{cm^3} = 2\,500\ \frac{kg}{m^3}$.

### *V-4*

Do prázdné nádrže o hmotnosti 4 kg nalijeme 20 l benzínu. Jakou hmotnost bude mít nádrž s benzínem?

*Řešení:* *Nádrž s benzínem má hmotnost 19,4 kg při hustotě benzínu* $770\ \frac{kg}{m^3}$.

### *V-5*

V cisterně je kapalina o hmotnosti 15,4 t a objemu 20 $m^3$. O jakou kapalinu jde?

*Řešení:* *V cisterně je benzín, má hustotu* $770\ \frac{kg}{m^3}$

### *V-6*

Jaký objem má ledová kra o hmotnosti 326 kg?

*Řešení:* *Ledová kra má objem asi 0,356* $m^3$.

### *V-7*

Vypočítej hmotnost vzduchu v místnosti bez nábytku o rozměrech 10,5 m x 7,5 m x 3,3 m. Unesl bys těleso o stejné hmotnosti?

*Řešení:* *Ne. Vzduch v místnosti má hmotnost asi 335 kg*

### V-8

Urči kov, jehož odlitek má při objemu 1,5 $m^3$ hmotnost 11,7 t.

*Řešení:* *Hustota kovu je 7 800 $\frac{kg}{m^3}$. Odlitek je z oceli (železa).*

### V-9

Lahvička o objemu 100 ml je naplněna rtutí. Jaká je hmotnost rtuti v lahvičce?

*Řešení:* *Hmotnost rtuti je 1,35 kg.*

### V-10

Objem lžíce rypadla je 0,5 $m^3$. Urči hmotnost písku, který nabere rypadlo, je-li hustota písku 1500 $\frac{kg}{m^3}$ ?

*Řešení:* *Rypadlo nabere najednou 750 kg písku.*

### V-11

Kolikrát větší hmotnost má plná ocelová koule než stejně velká koule hliníková?

*Řešení:* *Ocelová koule má asi 2,9krát větší hmotnost než hliníková.*

### V-12

Urči hustotu betonu, jestliže sloup ve tvaru kvádru o rozměrech 2 m x 20 cm x 20 cm má hmotnost 160 kg.

*Řešení:* *Hustota betonu je 2000 $\frac{kg}{m^3}$.*

## 5. Jednotky

Hodnocení: 0 nebo 2 body

### J-1

Rozhodni o správnosti tvrzení: $5500\ cm^3 = 5{,}5\ dm^3$

*Řešení:* *ANO*

### J-2

Rozhodni o správnosti tvrzení: $480\ cm^3 = 480\,000\ dm^3$

*Řešení:* *NE* *správně je $480\ cm^3 = 0{,}480\ dm^3$*

### J-3

Rozhodni o správnosti tvrzení: $0{,}8\ m^3 = 0{,}8\ l$

*Řešení:* *NE* *správně je $0{,}8\ m^3 = 800\ l$*

### J-4

Rozhodni o správnosti tvrzení: $0{,}7\ dm^3 = 0{,}7\ l$

*Řešení:* *ANO*

***J-5***

Rozhodni o správnosti tvrzení: $10800\ \mathrm{kg} = 1{,}8\ \mathrm{t}$

*Řešení:* *NE* *správně je* $10800\ kg = 10{,}8\ t$

***J-6***

Rozhodni o správnosti tvrzení: $9{,}9\ \mathrm{g} = 9900\ \mathrm{mg}$

*Řešení:* *ANO*

***J-7***

Rozhodni o správnosti tvrzení: $9{,}9\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 990\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$

*Řešení:* *NE* *správně je* $9{,}9\ \frac{g}{cm^3} = 9900\ \frac{kg}{m^3}$

***J-8***

Rozhodni o správnosti tvrzení: $3254\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} = 3{,}245\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$

*Řešení:* *ANO*

***J-9***

Rozhodni o správnosti tvrzení: $12\ \mathrm{min} = 0{,}2\ \mathrm{h}$

*Řešení:* *ANO*

***J-10***

Rozhodni o správnosti tvrzení: $1\ \mathrm{min}\ 18\ \mathrm{s} = 1{,}18\ \mathrm{min}$

*Řešení:* *NE* *správně je* $1\ min\ 18\ s = 1{,}3\ min$

***J-11***

Rozhodni o správnosti tvrzení: $4253\ \mathrm{s} = 1\ \mathrm{h}\ 10\ \mathrm{min}\ 53\ \mathrm{s}$

*Řešení:* *ANO*

***J-12***

Rozhodni o správnosti tvrzení: $3892\ \mathrm{s} = 1\ \mathrm{h}\ 4\ \mathrm{min}\ 42\ \mathrm{s}$

*Řešení:* *NE* *správně je* $3892\ s = 1\ h\ 4\ min\ 52\ s$

***J-13***

Rozhodni o správnosti tvrzení: $1{,}52\ \mathrm{km} = 152\ \mathrm{m}$

*Řešení:* *NE* *správně je* $1{,}52\ km = 1520\ m$

***J-14***

Rozhodni o správnosti tvrzení: $0{,}357\ \mathrm{km} = 3570\ \mathrm{cm}$

*Řešení:* *NE* $0{,}357\ km = 35700\ cm$

## *Mladý fyzik*

**SOUTĚŽ PRO ŽÁKY 6. TŘÍD 32. ZŠ V PLZNI**

I. kolo – domácí Jméno: ..........................................................................

1997–1998 Třída: ..............................

Domácí kolo soutěže řešíš během několika dní. Máš možnost si některé odpovědi najít v různých dětských knížkách jako např. Dětská encyklopedie, Už vím proč, edice OKO, Encyklopedie vědy a techniky, …

Postoupíš-li do druhého (školního) kola, vezmi si zmíněné knížky s sebou – budou se ti hodit.

**Přeji hodně zdaru při řešení!!!**

***I-1***

Mezi těmito osobnostmi najdi fyzika:

a) Fahrenheit
b) de Gaulle
c) Gaugin

***I-2***

Mezi těmito vědními obory vyber obor fyzikální:

a) archeologie
b) termodynamika
c) stereometrie

***I-3***

První umělý zdroj elektrické energie se nazýval:

a) Ampérův článek
b) Voltův článek
c) Ohmův článek

***I-4***

První let do vesmíru s lidskou posádkou se uskutečnil:

a) 14. července 1961
b) 15. dubna 1961
c) 12. dubna 1961

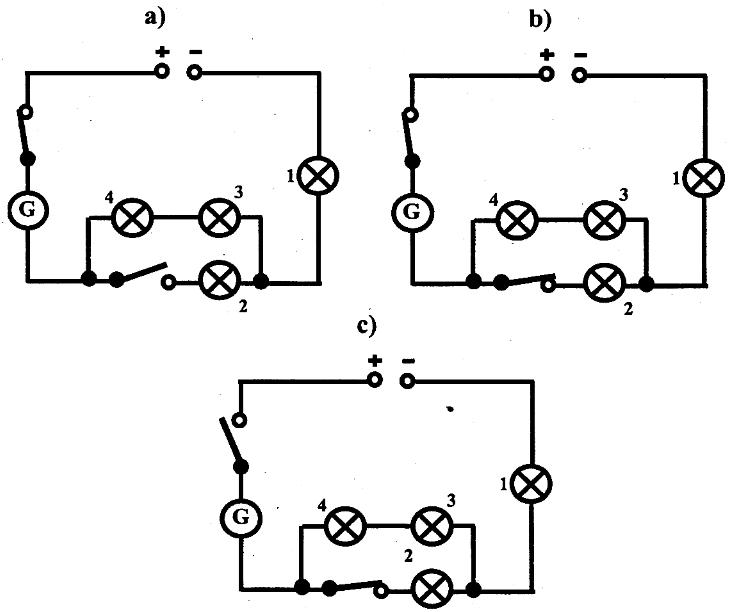
***I-5***

Voltmetrem měříme:

a) elektrický proud
b) elektrické napětí
c) elektrický náboj

***I-6***

Ve kterém případě svítí žárovka 2?




***I-7***

Dva kamarádi se domluvili, že se sejdou na odpolední projížďku na kolech ve tři čtvrtě na tři. Petrovi to trvalo 27 minut a tak vyrazil už ve 14.15 hodin, Martin to měl k místu srazu blíž a tak vyrazil až ve 14.35 hodin. Kdy přesně byli oba chlapci na smluveném místě, jestliže Martinovi trvala cesta 6 minut?

a) ve 14.48 hodin
b) ve 14.41 hodin
c) ve 14.42 hodin

***I-8***

Souhvězdí Blíženců má mezinárodní označení:

a) Scl
b) Gem
c) UMa

***I-9***

Cisterna o objemu 200 hl je z poloviny naplněna naftou (hustota nafty je 0,94 $\frac{g}{cm^3}$). Jakou hmotnost má, váží-li prázdná 4,5 tuny?

a) 5 440 kg
b) 4,9 t
c) 13,9 t

***I-10***

Tato schématická značka označuje:

a) potenciometr
b) mikrofon
c) tranzistor NPN

## MLADÝ FYZIK

**SOUTĚŽ PRO ŽÁKY 6. TŘÍD 32. ZŠ V PLZNI**

II. kolo – školní — Jméno: ..................................................................

1997–98 — Třída: ......................................................................

***II-1***

Mohli se setkat Isaac Newton a Galileo Galilei?
a) ano
b) ne

***II-2***

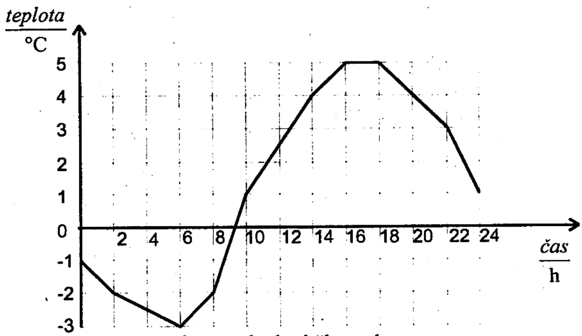
Mezi těmito osobnostmi najdi fyzika:
a) E. Bernstein
b) S. M. Ejzenštejn
c) H. Hertz

***II-3***

Jakou hmotnost má dvěstělitrový sud s ethanolem, je-li hmotnost prázdného sudu 53 kg?
a) 211 kg
b) 2,1 t
c) 242,526 kg

***II-4***

Na **obrázku** je znázorněn graf průběhu teploty vzduchu během jednoho dne:




Z obrázku 1 urči průměrnou teplotu vzduchu během dne:
a) –1,15 °C
b) +1,15 °C
c) +2,11 °C

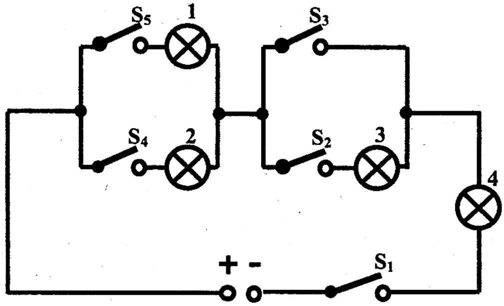
### *II-5*

V kolik hodin byla teplota stejná jako průměrná denní teplota?

a) asi v 11 hodin
b) asi v 11 hodin 15 minut
c) asi v 11 hodin a pár minut před půlnocí

### *II-6*

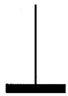
Které spínače uzavřeš, aby svítily pouze žárovky 1 a 4?




a) $S_1$, $S_2$ a $S_3$
b) $S_1$, $S_3$ a $S_5$
c) $S_1$, $S_2$, $S_3$ a $S_3$

### *II-7*

Co znamená tato schématická značka?



a) uzemnění
b) anténa
c) spojení s kostrou

### *II-8*

Závodník na kole vyjel v 9 hodin 12 minut 12 sekund. Trasu ujel za 4 256 sekund. V kolik hodin, minut a sekund dorazil do cíle?

a) v 10 h 47 min 8 s
b) ve 13 h 23 min 18 s
c) v 10 h 23 min 8 s

# AZ Kvíz

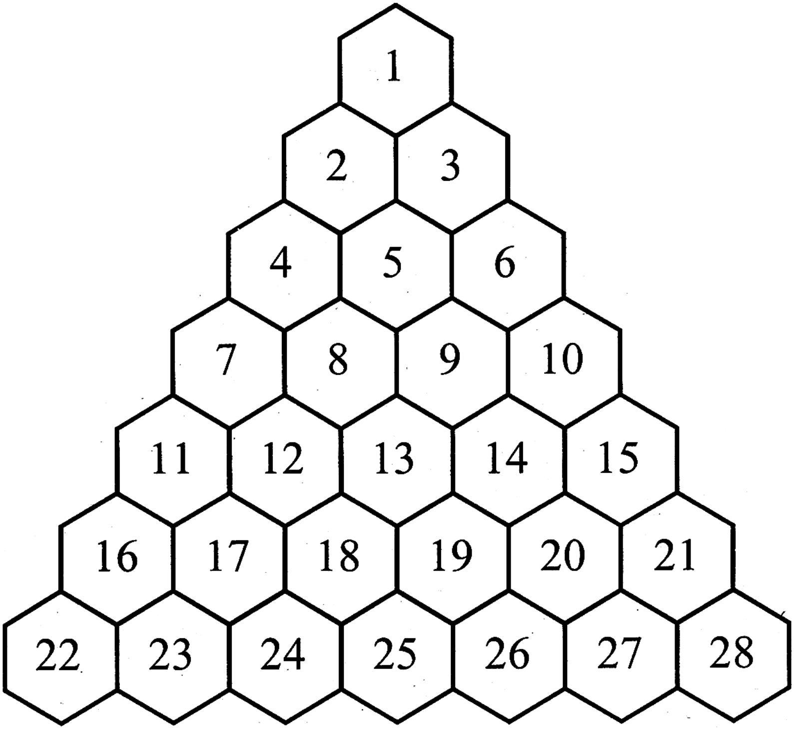
*Hana Převrátilová, 31. základní škola Plzeň*

Soutěž je navržena pro žáky základních škol. Otázky v přehledech jsou pouze příkladem, každý učitel si je jistě dovede přizpůsobit svým potřebám.

**Pravidla:**

Vybereme ve třídě 4 žáky nebo rozdělíme třídu na 4 skupiny. V každé skupině by měl být stejný počet žáků. Potom dáme na lavici lístečky, na jejichž spodní straně budou čísla od 1 do 4. Každý ze čtyř vybraných žáků nebo zástupce z každé skupiny si vylosuje jeden lísteček s číslem. Potom seřadíme soutěžící žáky nebo skupiny podle čísel. První dva žáci nebo první dvě skupiny mají čísla 1 a 2. Další dva žáci nebo skupiny mají lístečky s čísly 3 a 4.

Na obr. 1 je nákres hracího pole, které může učitel nakreslit na fólii a promítat zpětným projektorem. Získaná políčka označuje na fólii dvěma různými barvami, políčko určené k losování například přeškrtne.




*Obr. 1*

Po vylosování dvojic si ten, který má ve dvojici vyšší číslo, volí otázku jako první. Uhodne-li tuto vylosovanou otázku, je políčko jeho. Jestli však otázku neuhodne, má šanci odpovídat druhý soutěžící. Pokud ji ani ten neuhodne nebo nebude mít o políčko zájem, nezíská jej žádný ze soutěžících. O takováto políčka mohou potom soutěžící losovat (např. jako soutěž „kámen, nůžky, papír“. Políčko získá ten, který vyhraje.). Cílem je pospojovat políčka tak, aby vždy alespoň jedno políčko bylo na každé ze tří stran, které tvoří trojúhelník. Ten, komu se podaří takto políčka spojit, postupuje do finále. Stejný postup opakujeme pro zbylé dva žáky nebo skupiny. Potom získáme druhého finalistu.

Finále je založeno na stejném principu, až na to, že políčka nejsou označena čísly jako v předchozí části soutěže, ale jsou označena písmeny. Vítěz pak může dostat malou jednotku nebo nějaké body, ale to už záleží na učiteli.

## PRVNÍ KOLO:

Když si žák vybere číslo políčka, vyučující mu sdělí nápovědu, kterou tvoří počáteční písmena slov odpovědi.

**Otázky k jednotlivým políčkům:**

1. **ZVPDT:** Působí-li jedno těleso na druhé silou, pak působí druhé těleso na první stejně velkou silou, ale opačného směru. Jak se jmenuje tento zákon?
**(zákon vzájemného působení dvou těles)**

2. **N:** Jak se jmenuje částice, která je součástí většiny atomových jader?
**(neutron)**

3. **F:** Písmenem *f* začíná jednotka kapacity kondenzátoru. Která?
**(farad)**

4. **J:** Jak se nazývá zařízení, které se používá k demonstraci Pascalova zákona?
**(ježek)**

5. **W:** Jak se jmenuje fyzik, po kterém je pojmenována základní jednotka výkonu?
**(Watt)**

6. **I:** Jak nazýváme zvuk s kmitočtem nižším než 20 Hz?
**(infrazvuk)**

7. **SR:** Jak se nazývá vzdálenost, kterou urazí světlo za jeden tropický rok?
**(světelný rok)**

8. **M:** Planeta obíhající nejblíže u Slunce.
**(Merkur)**

9. **PKZ:** Jak se nazývá tento zákon: Planety obíhají kolen Slunce po elipsách málo odlišných od kružnic v jejichž společném ohnisku leží Slunce?
**(první Keplerův zákon)**

10. **M:** Jak se jmenuje čtvrtá planeta naší sluneční soustavy?
**(Mars)**

11. **D:** Jak se jmenuje elektronická součástka, která se užívá k usměrňování?
**(dioda)**

12. **B:** Jak se nazývá pomůcka k určování směru pochodu v neznámém terénu?
**(buzola)**

13. **HO:** Písmeny *h* a *o* začínají dvě části komety. Které?

**(hlava a ohon)**

14. **H:** Jak se jmenuje jednotka frekvence?

**(hertz)**

15. **EI:** Jev, kterým dochází k rozdělení elektrického náboje v tělese umístěném v elektrickém poli.

**(elektrostatická indukce)**

16. **H:** Jak se jmenuje část mechaniky tekutin, která se zabývá příčinou pohybu kapalin a plynů?

**(hydrodynamika)**

17. **BR:** Jak se nazývá tato rovnice: „Součet kinetické a potenciální energie objemové jednotky kapaliny je při ustáleném toku v každém průřezu proudové trubice stejný“?

**(Bernoulliova rovnice)**

18. **V:** Jak se říká teplu využitelnému při dokonalém spálení 1 kg látky?

**(výhřevnost)**

19. **B:** Přístroje na měření tlaku vzduchu.

**(barometry)**

20. **PS:** Nejnižší hodnota akustického tlaku, při níž ještě ucho dovede postřehnout určitý tón.

**(práh slyšení)**

21. **H:** Písmenem *h* začíná chemický prvek, jehož jádro obsahuje dva protony. Který?

**(helium)**

22. **PR:** Jak se nazývá podíl celkové dráhy pohybujícího se tělesa ku celkovému času potřebnému k uražení dané dráhy?

**(průměrná rychlost)**

23. **AK:** Jak se nazývá číslo, které udává počet částic jednoho molu libovolné látky?

**(Avogadrova konstanta)**

24. **T:** Která veličina, jejíž základní jednotkou je jeden joule, se ve fyzice značí $Q$?

**(teplo)**

25. **K:** Základní jednotka termodynamické teploty.

**(kelvin)**

26. **L:** Jak se jmenuje nejjednodušší optický přístroj k pozorování drobných předmětů nebo podrobností na nějakém předmětu?

**(lupa)**

27. **OK:** Co vyjadřuje vzorec $a^3$?

**(objem krychle)**

28. **T:** Zařízení, které umožňuje měnit střídavé napětí $U_1$ na střídavé napětí $U_2$ se stejnou frekvencí.

**(transformátor)**

## DRUHÉ KOLO:

Pro druhé kolo platí stejné hrací pole jako pro první kolo (obr. 1).

**Otázky k jednotlivým políčkům:**

1. **ZZE:** Jak se nazývá toto tvrzení: „Mechanická energie izolované soustavy hmotných bodů je stálá“?
**(zákon zachování energie)**

2. **S:** Jak se jmenuje dřívější jednotka svítivosti nebo pomůcka používaná dříve místo lampy?
**(svíčka)**

3. **A:** Co je základní jednotkou elektrického proudu?
**(ampér)**

4. **MS:** Součin velikostí síly a jejího ramene se nazývá...
**(moment síly)**

5. **PZ:** Jak se nazývá tato formulace: „Tlak způsobený vnější silou působící na povrch klidné kapaliny je ve všech místech kapaliny stejný“?
**(Pascalův zákon)**

6. **J:** Pátá a zároveň největší planeta naší sluneční soustavy.
**(Jupiter)**

7. **S:** Jak se jmenuje naše nejbližší hvězda?
**(Slunce)**

8. **PZ:** Co udává číslo 6 378 km?
**(poloměr Země)**

9. **P:** Některé planety mají kolem sebe jeden útvar, jiné jich mají i více. Jak se tento útvar jmenuje?
**(prstenec)**

10. **SaR:** Jak se nazývají dva druhy čoček?
**(spojky a rozptylky)**

11. **ZS:** Jak se jmenuje první Newtonův pohybový zákon, jež zní: „Těleso setrvává v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém potud, pokud není nuceno vnější silou svůj stav změnit“?
**(zákon setrvačnosti)**

12. **N:** Jeden z chemických prvků, který patří mezi vzácné plyny, začíná na písmeno *n*. Který?
**(neon)**

13. **T:** Podíl velikosti tlakové síly a plochy, na kterou síla působí kolmo, se nazývá...
**(tlak)**

14. **K:** Věda, která se zabývá přímým zkoumáním vesmíru.
**(kosmonautika)**

15. **RS:** Jak se jmenuje tato rovnice: „Při ustáleném proudění ideální kapaliny je součin obsahu průřezu proudové trubice a rychlosti kapaliny ve všech místech proudové trubice stejný“?
**(rovnice spojitosti)**

16. **ŠJ:** Jak se nazývá reakce, při které se těžká jádra dělí na dvě nová jádra?
**(štěpení jader)**

**17. PB:** Překročí-li akustický tlak jistou mez, máme v uchu pocit bolesti a neslyšíme již zvuk. Jak se nazývá tato hladina tlaku zvuku?

**(práh bolesti)**

**18. PZ:** Jak se nazývá zapojení elektrických součástek vedle sebe?

**(paralelní zapojení)**

**19. Ú:** Jak se nazývá podíl výkonu ku příkonu?

**(účinnost)**

**20. K:** Jak se nazývá tisícinásobek základní jednotky práce?

**(kilojoule)**

**21. M:** Předpona fyzikální veličiny, pro kterou platí, že je milióntým násobkem základní veličiny.

**(mega)**

**22. MTK:** Jak se nazývá veličina, kterou obvykle potřebujeme k výpočtu tepla přijatého nebo odevzdaného při tepelné výměně? Značí se malé *c*.

**(měrná tepelná kapacita)**

**23. NP:** Jak se nazývá střední část mezi póly magnetu?

**(netečné pásmo)**

**24. M:** Jak se jmenuje věda, která se zabývá fyzikálními vlastnostmi ovzduší, převážně počasím?

**(meteorologie)**

**25. TS:** Jak se jmenuje síla, která působí většinou proti pohybu tělesa?

**(třecí síla)**

**26. R:** Jak se nazývá otáčivá část elektromotoru?

**(rotor)**

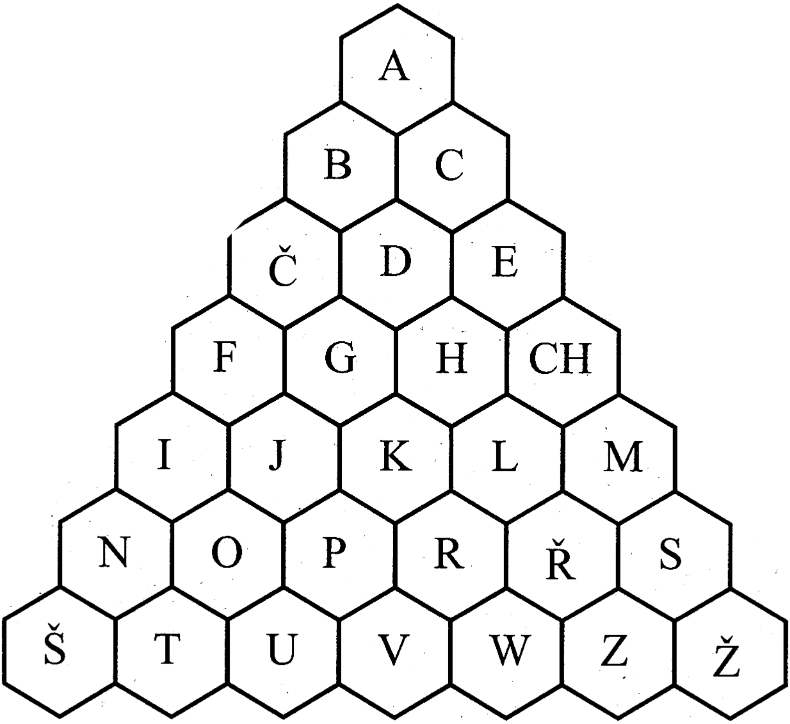
**27. S:** Přístroj na měření srážek.

**(srážkoměr)**

**28. A:** Jak se jmenoval fyzik, který zformuloval zákon, který zní: „Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno silou, která se rovná tíze kapaliny tělesem vytlačené“?

**(Archimédes)**

FINÁLE:




*Obr. 2*

**Otázky k jednotlivým políčkům:**

1. **A:** Jak se nazývá vrstva vzduchu, kterou je Země obalena?

**(atmosféra)**

2. **B:** Co charakterizují vrchní harmonické tóny u tónu?

**(barvu)**

3. **C:** Jednotka elektrického náboje.

**(coulomb)**

4. **Č:** Jedna z fyzikálních veličin, jejíž základní jednotka patří do soustavy SI.

**(čas)**

5. **D:** Pronikání molekul jedné látky mezi molekuly druhé látky se nazývá...

**(difúze)**

6. **E:** Elementární částice se záporným nábojem.

**(elektron)**

7. **F:** Co udává počet kmitů za sekundu?

**(frekvence)**

**8. G:** Model Země se nazývá...

**(glóbus)**

**9. H:** Příkladem jednoduchého ručního kompresoru je...

**(hustilka)**

**10. Ch:** Jeden z halogenových prvků, který má značku Cl.

**(chlor)**

**11. I:** Látka, která nevede elektrický proud.

**(izolant)**

**12. J:** Jak se jmenuje kondenzát vodních par, který vzniká za mrazu v slabém větru na větvích stromů a na vyšších předmětech jako jemná usazenina ledových krystalků podobných jehličkám?

**(jinovatka)**

**13. K:** Písmenem *k* začíná název skupiny těles ve sluneční soustavě.

**(komety)**

**14. L:** Zdroj světla používaný například ve světelném ukazovátku.

**(laser)**

**15. M:** Přístroje na měření přetlaku plynu v uzavřeném prostoru.

**(manometry)**

**16. N:** Fyzik, který zformuloval tři pohybové zákony se jmenoval...

**(Newton)**

**17. O:** Jak se nazývá fyzikální veličina, jejíž základní jednotkou je ohm?

**(odpor)**

**18. P:** Co konáme, působíme-li silou na těleso po určité dráze?

**(práce)**

**19. R:** Pohyb tělesa kolem osy.

**(rotace)**

**20. Ř:** Jak se jmenuje jedna ze čtyř skupin mraků nebo také přirozená ochrana očí proti padnutí nečistot do oka?

**(řasy)**

**21. S:** Jak se jmenuje přístroj na měření síly zemětřesení?

**(seismograf)**

**22. Š:** Jednoduchý stroj.

**(šroub)**

**23. T:** Plyny a kapaliny se souhrnně nazývají...

**(tekutiny)**

**24. U:** Body u stojatého vlnění, kde je amplituda trvale nulová.

**(uzly)**

**25. V:** Okamžitá vzdálenost kmitajícího hmotného bodu od rovnovážné polohy.

**(výchylka)**

**26. W:** Na písmeno *w* začíná jednotka práce odvozená z výkonu. Jaká?

**(wattsekunda)**

**27. X:** Jeden ze vzácných plynů začíná na písmeno *x*. Který?

**(xenon)**

**28. Z:** Plochy, které dobře odrážejí světlo.

**(zrcadla)**

# Astronomické novinky 16

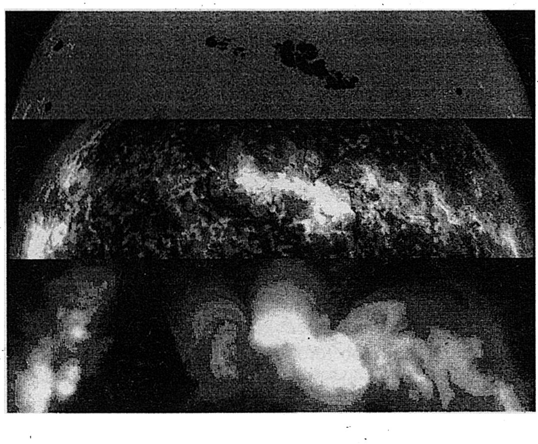
*Miroslav Randa*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň*

## Země

Astronomie prochází v posledním desetiletí obrovským rozvojem nových pozorovacích metod. Snahou astronomů je zejména omezit rušivý vliv atmosférické turbulence, při níž dochází k lokálním fluktuacím teploty a hustoty atmosféry, a tím i ke změnám indexu lomu vzduchu. Tak se obraz v 8–10metrovém dalekohledu zhorší oproti obrazu mimo atmosféru zhruba 50krát. Proto byla vyvinuta metoda **adaptivní optiky**, při níž počítačem řízené motorky mění v reálném čase tvar zrcadla tak, aby byly vlivy turbulencí v atmosféře kompenzovány. Lokální změny charakteristik atmosféry se zjišťují pomocí jasných referenčních hvězd, jejichž obraz se pomocí motorků dolaďuje tak, aby byl co nejostřejší. Účinnost metody dokumentuje rozlišení Pluta a Charóna 8metrovým dalekohledem Gemini se systémem adaptivní optiky v červnu 1999, které je ekvivalentní rozlišení světlometů automobilu na vzdálenost 4 000 km!! Je jasné, že tato metoda je vhodná pro pozorování objektů, které se nacházejí na obloze blízko u některé jasné hvězdy, protože s rostoucí vzdáleností od referenční hvězdy velice rychle klesá ostrost obrazu. Proto došlo k vylepšení techniky adaptivní optiky o **využití tzv. umělých hvězd**. Umělé hvězdy se vytvářejí ve výškách přibližně 90 km nad zemí pomocí laserového paprsku, kterým jsou excitovány elektrony v atomech sodíku. Takovou umělou hvězdu lze samozřejmě vytvořit na jakémkoliv místě oblohy, tedy i tam, kde jasné hvězdy nejsou. Hitem posledních let je potom **atmosférická tomografie**, při níž se využívá ke korekci obrazu několika hvězd, ať už skutečných či umělých [1]. Tato metoda rozšiřuje dále možnosti pozorování, protože oproti předchozím metodám výrazně zvětšuje zaostřenou oblast zorného pole dalekohledu. Podobná metoda se chystá rovněž pro pozorování Slunce, kde však úlohu referenčních hvězd hrají jednotlivé světlé oblasti – granule.

## Slunce

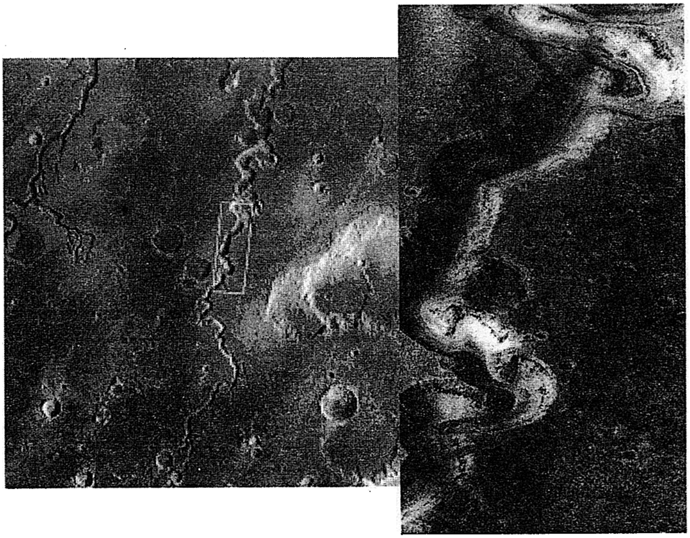
Obrovská sluneční skvrna (přesněji skupina slunečních skvrn) ozdobila období končícího maxima sluneční činnosti v tomto roce. Skupina, která byla na přelomu března a dubna (při východu či západu Slunce nebo za pomoci slunečního filtru) pozorovatelná i prostým okem, dosáhla v maximu délky 22krát větší, než je průměr Země! Stala se tak **největší sluneční skvrnou za posledních 10 let**. Její nezvyklost se projevila i v tom, že byla pozorována dokonce při třech otočkách Slunce. Na obrázku jsou pod sebou tři snímky z 27. března, kdy byla skvrna největší, a to ve viditelném spektru, v ultrafialovém oboru a v rentgenové části spektra. Zatímco ve vi-



* randa@iris.pef.zcu.cz

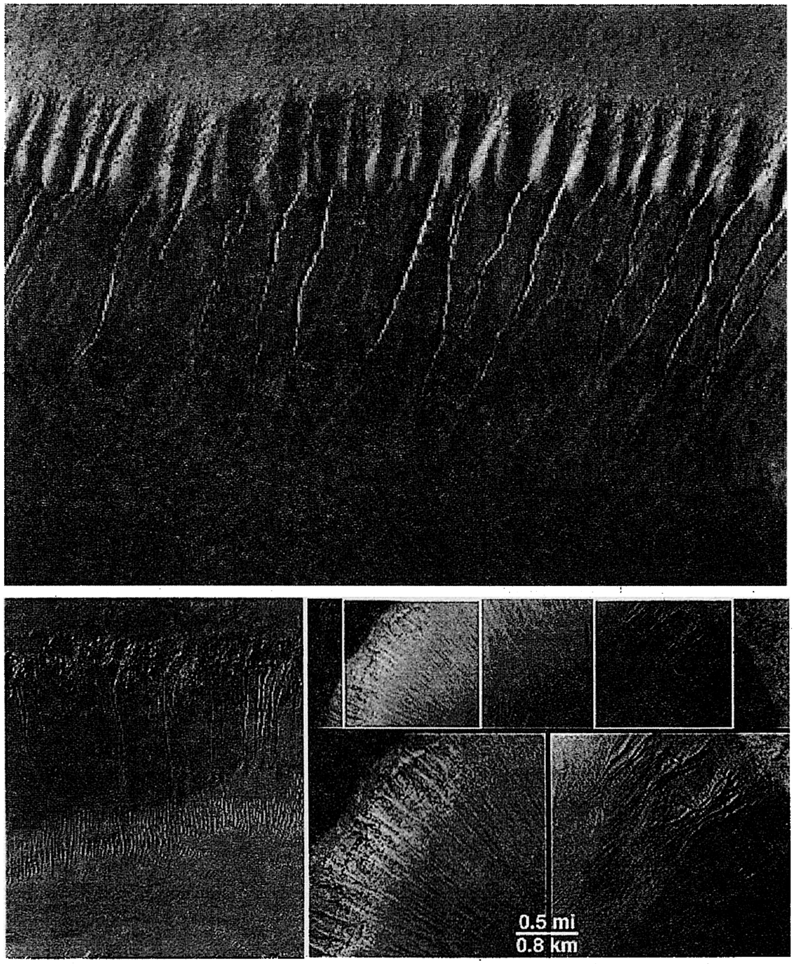
ditelném světle se skvrna na světlejším pozadí jeví jako tmavá, v ostatních dvou oborech je naopak světlým útvarem na tmavém pozadí. To souvisí s různou teplotou v jednotlivých fotografovaných vrstvách Slunce. Teplota fotosféry (zobrazené na horním obrázku ve viditelném světle) činí řádově tisíce kelvinů, v chromosféře stoupá teplota až ke statisícům kelvinů a v koróně dokonce až na milióny kelvinů. Můžeme být rádi, že sluneční erupce, která vznikla v průběhu vývoje této obrovské skvrny, nesměřovala k Zemi, protože byla mohutnější než erupce, která v roce 1989 ochromila kanadskou elektrickou síť.

**Mars**



Hledání vody na Marsu patří mezi dlouholeté šlágry kosmického průzkumu Marsu. Už jsme si zvykli na obrázky koryt na Marsu svědčících o tom, že v minulosti se na Marsu nacházela voda v tekutém skupenství. Příkladem může být koryto v oblasti Nanedi Vallis na snímku nahoře (velikost oblasti ve výřezu je 10 km x 18,5 km), který byl pořízen sondou Mars Global Surveyor počátkem roku 1998.

O existenci vody v tuhém skupenství se můžeme přesvědčit i při pohledu na polární čepičky, případně na zamrzlé krátery na Marsu. Velkým překvapením však byly snímky kanálků nalezených na mnoha místech Marsu kamerou MOC (**M**ars **O**rbiter **C**amera) na palubě sondy **Mars Global Surveyor** (MGS), která trpělivě podle plánu oblétává Mars a snímkuje jeho povrch. Na trojici obrázků na následující straně vidíte jednak stěnu v oblasti Polar Pit nacházející se na Marsu v 70 ° jižní šířky (snímek na následující straně nahoře). Obrázek má velikost asi 2,8 km a jednotlivé rovnoběžné kanálky jsou velmi dobře patrné. Vlevo dole je oblast nazývaná Nirgal Vallis, kterou byste nalezli zhruba v 30 ° jižní šířky, vpravo dole pak koláž ze snímků stěn kráteru Elysium nacházejícího se na severní polokouli Marsu v 37 ° šířky. Astronomové předpokládají, že kanálky na snímcích mohla v nedávné minulosti (a možná dokonce v současnosti) „téci“ voda v kapalném stavu. Všechny kanálky vyvěrají zhruba 100 m pod úrovní okolního terénu ve svazích hor či kráterů. Podle přijímaných teorií se na Marsu nachází pod povrchem voda v kapalném stavu. Voda může téci po nepropustných vrstvách hornin a ve svazích může vyvěrat na povrch. Protože je atmosférický tlak na Marsu malý, voda ihned po výtoku začne vřít a rychle se vypaří do atmosféry. Proto kanálky nevedou až dolů do údolí, ale končí ještě na svazích. Protože alternativní teorie nedovedou nové snímky Marsu uspokojivě vysvětlit, jsou nalezené kanálky silnou indicií, že **se na Marsu nachází i v současnosti voda v kapalném skupenství**.




Mars očekává novou návštěvu. 7. dubna 2001 se na cestu k Marsu vydala **sonda Mars Odyssey**. Sonda s hmotností 750 kg dorazí k Marsu letos 24. října, stabilizuje se na polární dráze s oběžnou dobou 2 hodiny a zahájí dvouletý program pozorování Marsu. K tomu bude sloužit infračervená kamera THEMIS (**Th**ermal **E**mission **I**maging **S**ystem) zaměřená na průzkum složení povrchu planety, gama spektrometr GRS (**G**amma-**R**ay **S**pectrometer) s podobným zaměřením, který bude navíc pátrat po stopách přítomnosti vody, a detektor kosmického záření MARIE (**M**artian **R**adiation Environment **E**xperiment), zkoumající úroveň kosmického záření v blízkosti Marsu s ohledem na budoucí expedice s lidskou posádkou. Již v průběhu dubna byly vyzkoušeny kamera a infračervená kamera, které současně pozorovaly noční polokouli Země. Infračervená kamera naměřila v souladu s pozemními měřeními rozmezí teplot od −50 °C v Antarktidě po +9 °C v severovýchodní Austrálii. O letech sond k Marsu se můžete dočíst v tomto čísle Školské fyziky v samostatném článku [6].

**Jupiter**

Sonda Galileo pokračuje ve své činnosti a zkoumá Jupiter a rodinu jeho měsíců. Po objevu **podpovrchového kapalného oceánu na měsíci Europa** přinesla důkazy i pro oceán pod povrchem měsíce **Callisto** [4] **a nejnověji také Ganyméda**. Objev je založen na objevu koryta, jehož dno leží asi 100 m až 1 km pod úrovní okolního terénu a ve kterém se mohla v minulosti (asi před miliardou let) nacházet kapalná voda nebo alespoň rozbředlý sníh. Dalším argumentem je existence vlastního magnetického pole měsíce. I když je povrchová hodnota magnetické indukce pouze přibližně 750 nT, z hlediska astronomického jde o největší hodnotu magnetického pole na měsíci (ve sluneční soustavě). Astronomové se domnívají, že magnetické pole Ganyméda by mohlo být způsobeno indukcí ve slaném oceánu, který by se mohl nacházet asi 170 km pod povrchem měsíce. Existence oceánu by kromě jiného připustila také možnost existence primitivních forem života.

Během letošního roku sonda nejprve navštívila Callisto (v květnu prolétla ve výšce pouhých 123 km nad tímto měsícem), v srpnu a říjnu prolétne nad polárními oblastmi měsíce Io. Srpnový průlet nad severním pólem Io bude patřit k nejzajímavějším průletům, protože cílem sondy bude stejná oblast, v níž byla v březnu letošního roku objevena další z četných sopek. V příštím roce se pak ještě jednou přiblíží k Io, tentokrát prolétne nad rovníkem měsíce. V listopadu dojde k premiérovému průletu kolem měsíčku Amalthea. V srpnu 2003 pak skončí svou pouť v Jupiterově atmosféře.

Nechce se ani věřit, že sonda Galileo odstartovala do kosmického prostoru již 18. října 1989 a že její program byl plánován původně jen do roku 1997.

**Měsíce planet**

Přestože jsem při psaní posledních Astronomických novinek [5] tušil, že situace kolem počtu měsíců planet není zdaleka definitivní, přece jen mne rychlost zastarání údajů v článku zaskočila. Ještě nebyl časopis Školská fyzika vytištěn a již počty měsíců Saturna a Jupitera nesouhlasily. Koncem roku 2000 přišla zpráva o objevu dalších dvou **měsíců Saturna**, čímž se celkový počet měsíců této půvabné planety zaokrouhlil na **třicet**. Těsně po začátku nového tisíciletí se pak objevila překvapivá zpráva, že **kolem Jupitera** krouží ještě dalších 11 měsíců, takže král mezi planetami se posunul v této statistice se svými **28 měsíci** hned za Saturn. Nutno však podotknout, že nově objevené měsíce nejsou žádní cvalíci, ale jde spíše o kosmickou drobotinu: rozměry nově objevených měsíců jsou menší než 10 km. Astronomy tak čeká obtížný úkol: dohodnout se, které balvany obíhající planety budou ještě počítány mezi měsíce a které se již budou muset bez tohoto vznosného označení obejít.

**Planetky**

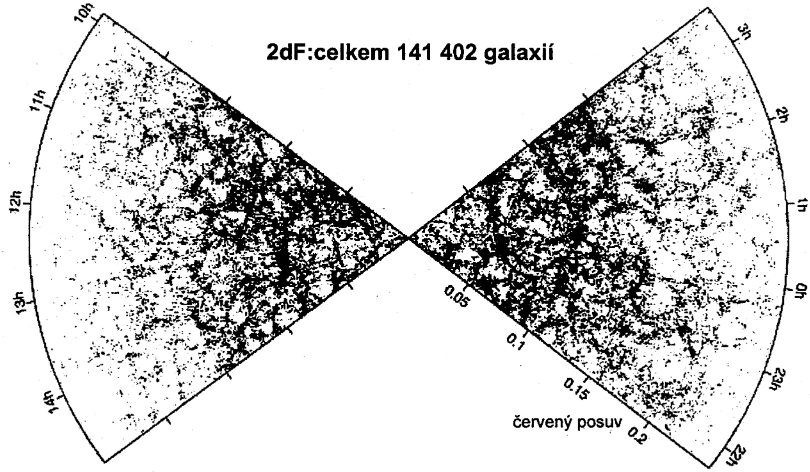
Sonda NEAR Shoemaker, o které jste se již dvakrát v Astronomických novinkách dočetli ([3], [5]), ukončila definitivně svůj program průzkumu planetky **(433) Eros**. V únoru letošního roku přistála na povrchu Erosu a zakončila tak svou velice úspěšnou misi. Až do poslední chvíle předávala na Zemi snímky z přibližovacího manévru (naposledy z výšky 120 m nad povrchem Erosu), poté velice měkce přistála na povrchu planetky. Astronomům přálo štěstí a při přistávacím manévru zůstaly sluneční panely nepoškozeny a dokonce natočeny ke Slunci, a tak stále zásobovaly přístroje sondy elektrickou energií. Pomocí gama-spektrometru byla v povrchové vrstvě jasně detekována přítomnost železa, kyslíku, křemíku a draslíku. To jsou unikátní výsledky, protože jde o zkoumání planetky do hloubky až zhruba 10 cm, zatímco běžně využívané metody z oběžné dráhy prozkoumají jen velice tenkou povrchovou slupku (krustu). Význam spočívá zejména v tom, že poměr množství železa a křemíku rozhoduje o typu planetky, množství draslíku pak umožňuje určit, zda prošel Eros v minulosti stádiem plného roztavení nebo alespoň částečného natavení, protože při zahřátí lehké prvky (jako právě draslík) velmi snadno unikají do kosmického prostoru. Na přesné rozbory si však (po zkušenostech s rozborem měsíčních hornin z Apolla 15 a 16) budeme muset ještě nějakou dobu počkat, protože budou trvat ještě několik měsíců (rozbor hornin z Měsíce trval asi půl roku). Další cenný výsledek získal magnetometr sondy, který zjistil, že na povrchu planetky není magnetické pole.

**Hvězdy**

Zajímavý objev ohlásil S. T. Hodgkin a kol. [2]. V halu Galaxie nalezli objekt, který odpovídá nejnovějším modelům o **pozdním vývoji bílých trpaslíků**. Původně astronomové předpokládali, že bílí trpaslíci postupně chladnou, záření se posouvá směrem k červenému konci spektra a zeslabuje se, protože již v jejich jádrech není jadernými reakcemi produkována žádná energie. Takové objekty se však nepodařilo nalézt. Nové teorie proto předpovídají, že barva starých bílých trpaslíků bude naopak modrá, a to z důvodu silné absorpce infračerveného záření molekulami $H_2$ v atmosférách, které jsou velice stlačeny působením silné gravitace trpaslíků. Tyto teorie souhlasí s pozorováním barev velice vzdálených (a tím velice starých) galaxií pomocí Hubblova dalekohledu, ale pozorované galaxie jsou příliš slabé a pozorování příliš hrubá, aby bylo možno rozlišit jednotlivé bílé trpaslíky. Proto pozorování starého bílého trpaslíka WD 0346+246, který se nachází v kulovém halu naší Galaxie, je prvním přímým potvrzením zmíněných teorií. Ukazuje se, že staří bílí trpaslíci by mohli z části **přispět k vysvětlení podstaty skryté hmoty ve vesmíru**. Projektem MACHO (**M**assive **C**ompact **H**alo **O**bjects) bylo totiž v halu Galaxie nalezeno několik objektů, jejichž hmotnost je příliš velká pro hnědé trpaslíky, ale dobře vyhovuje mezím pro staré trpaslíky bílé. Vyhovují rovněž odhady četnosti starých bílých trpaslíků v halu galaxií: podle dosavadních výsledků projektu MACHO by mohli bílí trpaslíci tvořit mezi 8 a 50 procenty hmotnosti galaktických halo.

**Galaxie**

Novou **mapu rozložení galaxií** publikoval počátkem března 2001 J. A. Peacock. Získal ji za pomoci anglicko-australského dalekohledu v systému **2dF** (**Two D**egree **F**ield **S**ystem), který je schopen získávat současně spektra až 400 objektů. Jedinou podmínkou je, že se objekty nacházejí na obloze v poli o velikosti dvou stupňů. Pomocí tohoto systému byly proměřeny vzdálenosti téměř 150 000 galaxií na jižní obloze. Po vynesení poloh galaxií v závislosti na vzdálenosti (resp. na červeném posuvu) do grafu se ukázalo, že i v této části oblohy má vesmír pěnovou, či chcete-li plástevnatou strukturu. Na obrázku na následující straně je po obvodu v hodinách vynášena rektascenze, směrem od středu k okrajům se zvětšuje vzdálenost (a červený posuv). „Tloušťka" obrázku je 4 stupně. Z intenzity a rozměrů jednotlivých buněk lze odhadnout hmotu spojenou se zobrazenými galaxiemi a kupami galaxií: činí přibližně 30 % kritické hodnoty (odpovídající plochému vesmíru) v souladu se současnými kosmologickými teoriemi.




## Kosmologie

Pozorování vzplanutí supernovy 1997ff – dosud **nejvzdálenějšího vzplanutí supernovy typu Ia** (s rudým posuvem 1,7, který odpovídá výbuchu supernovy před 11 miliardami let) zkomplikovalo obraz vývoje vesmíru. Jak souvisí výbuch supernovy typu Ia s kosmologií? Pokud je hmotnost hvězdy menší než 1,44násobek hmotnosti Slunce (tzv. Chandrasekharova mez), končí jako bílý trpaslík. Je-li však složkou těsné dvojhvězdy (to je taková dvojhvězda, mezi jejímiž složkami může docházet k přetoku hmoty), může takový bílý trpaslík přijímat hmotu od svého průvodce, a to zejména tehdy, kdy je průvodce obrem. Tím se hmotnost bílého trpaslíka zvětšuje a pokud přesáhne Chandrasekharovu mez, vybuchne jako supernova již zmíněného typu Ia. Je zjevné, že všechny výbuchy supernov typu Ia vypadají naprosto stejně, maximální jasnost je ve všech případech shodná. Proto se používají k určování vzdáleností galaxií, ve kterých vybuchly. Porovnáme-li vzdálenost galaxií, v nichž vybuchly supernovy Ia, s rudým posuvem určeným ze spektra supernovy, můžeme zjistit, **jak se mění rozpínání vesmíru s časem**. A to je vlastně již náznak odpovědi na výše uvedenou otázku. Standardní kosmologické teorie předpokládaly, že vesmír se rozpíná a od konce inflační fáze se rozpínání vlivem gravitace stále zpomaluje. Výbuchy supernov typu Ia však do tohoto scénáře nezapadají. Supernova 1997ff totiž vybuchla ve vesmíru, jehož rychlost rozpínání se zmenšovala, zatímco ostatní supernovy (bližší) vybuchly ve vesmíru, jehož rychlost rozpínání se zvětšovala!

**Literatura:**

[1] Ellerbroek, B., Rigaut, F.: *Optics adapt to the whole sky*. Nature **403** (2000), 25.
[2] Hodgkin, S. T. a kol.: *Infrared spectrum of an extremely cool white-dwarf star*. Nature **403** (2000), 57.
[3] Randa, M.: *Astronomické novinky 9*. Školská fyzika **IV**, č. 3 (1996/1997), 15.
[4] Randa, M.: *Astronomické novinky 12*. Školská fyzika **V**, č. 3 (1998), 65.
[5] Randa, M.: *Astronomické novinky 15*. Školská fyzika **VI**, č. 3 (2000), 41.
[6] Štefl V.: *Jak se kosmické sondy dostávají k Marsu?* Školská fyzika **VII**, č. 1 (2001), 12.
[7] <http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/msss/camera/images/> *Mars Global Surveyor* (anglicky).

# Valivý pohyb v soustavě těles (A1)

*Miroslav Randa*[*]*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň*

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

Pohyb soustavy těles může být komplikován tím, že jedno nebo více těles kromě posuvného pohybu koná ještě pohyb rotační. V takovém případě platí kromě pohybových rovnic pro posuvný pohyb těžiště každého tělesa

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}_0 ,$$

kde $\sum \vec{F}$ je výslednice všech sil působících na dané těleso, $m$ jeho hmotnost a $\vec{a}_0$ zrychlení těžiště tělesa, ještě pohybové rovnice rotačního pohybu rotujících těles

$$\sum \vec{M} = J \cdot \vec{\varepsilon} ,$$

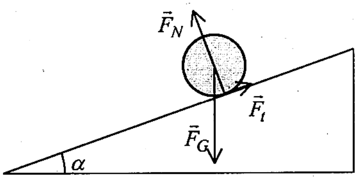
přičemž $\sum \vec{M}$ je výslednice momentů všech sil působících na těleso, $J$ jeho moment setrvačnosti a $\vec{\varepsilon}$ úhlové zrychlení tělesa. Na několika příkladech si ukážeme metody řešení takových úloh. Ve všech úlohách symboly vektorových veličin bez šipek označují velikosti vektorů.

**Příklad 1**

Určete zrychlení válce, který se kutálí po nakloněné rovině s úhlem $\alpha$.

**Řešení:**

Na válec kutálející se po nakloněné rovině působí tíhová síla $\vec{F}_G$, normálová síla podložky (reakce k tíze válce) $\vec{F}_N$ a třecí síla $\vec{F}_t$ (viz obr. 1).




*Obr. 1*

Pohybovou rovnici pro posuvný pohyb těžiště přepíšeme z vektorového tvaru do složek, přičemž osy zvolíme ve směru pohybu a kolmo ke směru pohybu. Dostaneme tak:

$$F_G \cdot \sin\alpha - F_t = m \cdot a ; \tag{1}$$

$$F_G \cdot \cos\alpha - F_N = 0 . \tag{2}$$

Třetí rovnici pro rotační pohyb válce (v níž $r$ je poloměr válce)

$$F_t \cdot r = \left(\frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2\right) \cdot \frac{a}{r}$$

dostaneme z pohybové rovnice pro rotační pohyb, přičemž jsme využili toho, že moment setrvačnosti válce $J = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$ a mezi zrychlením těžiště a úhlovým zrychlením platí: $a = \varepsilon \cdot r$, tedy vztah obdobný vzorci mezi obvodovou a úhlovou rychlostí.

Protože třetí rovnice po úpravě dává

$$F_t = \frac{1}{2} \cdot m \cdot a , \tag{3}$$

můžeme po sečtení rovnic (1) a (3) a malé úpravě vypočíst

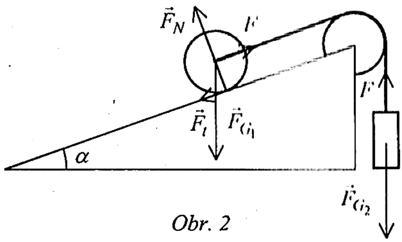
$$a = \frac{2}{3} \cdot g \cdot \sin\alpha .$$

[*] randa@iris.pef.zcu.cz

**Příklad 2**

Přes nehmotnou kladku je přehozeno nehmotné, dokonale neroztažitelné a dokonale ohebné vlákno, na jehož jednom konci je zavěšeno těleso s hmotností $m$, na druhém konci je připevněna osa válce se stejnou hmotností $m$. Válec o poloměru $r$ se může pohybovat po nakloněné rovině s úhlem $\alpha = 30°$ (viz obr. 2). Koeficient smykového tření je

a) 0,20;
b) 0,02.




*Obr. 2*

Určete zrychlení soustavy těles. V tomto i následujících příkladech počítejte s hodnotou tíhového zrychlení $g = 9{,}81\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

**Řešení:**

Na zavěšené těleso působí pouze dvě síly, tíhová síla $\vec{F}_{G_2}$ a síla vlákna $\vec{F}$. Pohybová rovnice tedy bude:

$$m \cdot g - F = m \cdot a . \tag{4}$$

Sestavíme dále pohybové rovnice pro válec. Pohybové rovnice posuvného pohybu těžiště válce (opět ve směru nakloněné roviny a kolmo k nakloněné rovině) budou mít tvar

$$F - F_t - m \cdot g \cdot \sin\alpha = m \cdot a ; \tag{5}$$

$$m \cdot g \cdot \cos\alpha - F_N = 0 . \tag{6}$$

Bude-li se válec po nakloněné rovině valit, připojíme ještě pohybovou rovnici otáčivého pohybu

$$F_t \cdot r = \left(\frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2\right) \cdot \frac{a}{r},$$

neboli

$$F_t = \frac{1}{2} \cdot m \cdot a . \tag{7}$$

Sečtením rovnic (4), (5) a (7) dostaneme vztah

$$m \cdot g \cdot (1 - \sin\alpha) = \frac{5}{2} \cdot m \cdot a ,$$

z něhož snadno dopočteme

$$a = \frac{2}{5} \cdot g \cdot (1 - \sin\alpha) = \frac{1}{5} \cdot g . \tag{8}$$

Musíme však ještě ověřit, zda se válec skutečně valí (a neprokluzuje). Podmínkou pro valivý pohyb je, že třecí síla je menší než maximální třecí síla daná koeficientem tření $f$, tedy

$$F_t \le f \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha .$$

Z této rovnice po dosazení ze (7) a (8) vyplývá

$$f \ge \frac{1 - \sin\alpha}{5 \cdot \cos\alpha} \doteq 0{,}12 .$$

Válec se tedy bude valit pouze v úloze a), kdy se bude valit se zrychlením $1{,}96\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

V úloze b) se bude válec po nakloněné rovině sunout a třecí sílu určíme za pomoci rovnice (6) a vztahu pro maximální třecí sílu $F_t = f \cdot F_N$. Po sečtení rovnic (4) a (5) dostaneme

$$m \cdot g \cdot (1 - \sin\alpha - f \cdot \cos\alpha) = 2 \cdot m \cdot a ,$$

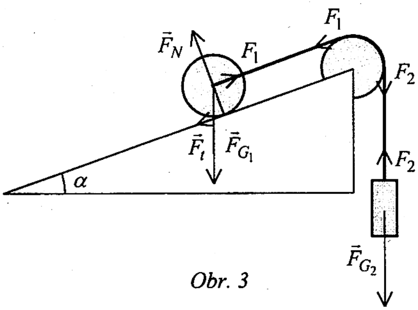
neboli

$$a = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (1 - \sin\alpha - f \cdot \cos\alpha) .$$

Při zadaných hodnotách se soustava pohybuje se zrychlením $2{,}4\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

**Příklad 3**

Řešme nyní modifikovaný příklad 2a) (koeficient smykového tření 0,20) za předpokladu, že kladka má tvar válce s poloměrem $r$ a hmotnost stejnou jako obě tělesa z předchozího příkladu. Tření v ose kladky a prokluzování vlákna po obvodu kladky zanedbáváme. Opět hledáme zrychlení soustavy těles.



*Obr. 3*

**Řešení:**

V této úloze kromě posuvného pohybu těles z druhého příkladu a otáčivého pohybu válce po nakloněné rovině máme navíc ještě otáčivý pohyb kladky kolem osy. Tím se změní síly vzájemného působení těles prostřednictvím vláken, a tak musíme ve vztazích (4) a (5) velikost síly $F$ nahradit silami $F_2$, resp. $F_1$. Pohybová rovnice (7) otáčivého pohybu válce se nezmění, a tak ji můžeme opsat (zároveň ze zadání koeficientu tření ve smyslu úvahy ve druhém příkladu plyne, že se válec valí bez prokluzování):

$$m \cdot g - F_2 = m \cdot a\,; \qquad (4a)$$

$$F_1 - F_t - m \cdot g \cdot \sin\alpha = m \cdot a\,; \qquad (5a)$$

$$F_t = \frac{1}{2} \cdot m \cdot a\,. \qquad (7a)$$

Navíc přibude ještě pohybová rovnice kladky

$$(F_2 - F_1) \cdot r = \left(\frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2\right) \cdot \frac{a}{r},$$

neboli

$$F_2 - F_1 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot a\,. \qquad (9)$$

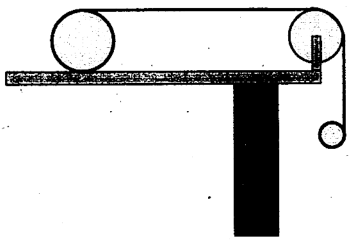
Po sečtení (obligátním) vztahů (4a), (5a), (7a) a (9) a nepatrné úpravě dostaneme pro zrychlení

$$a = \frac{1}{3} \cdot g \cdot (1 - \sin\alpha) = \frac{1}{6} \cdot g\,.$$

Zrychlení soustavy tak vychází přibližně $1{,}6\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

**Příklad 4**

Na vodorovném, dostatečně drsném stole leží váleček s hmotností $m$ a poloměrem $r$, na kterém je navinuta velmi tenká, dokonale ohebná a pevná, neroztažitelná nit. Nit je přehozena přes kladku se zanedbatelnou hmotností a navinuta na druhý váleček se stejnou hmotností $m$ a s poloměrem $R$ (viz obr. 4). Tento váleček je v počáteční poloze udržován v klidu. Po uvolnění se oba válečky začnou pohybovat se zrychlením. Určete zrychlení válečků.


*Obr. 4*

**Řešení:**

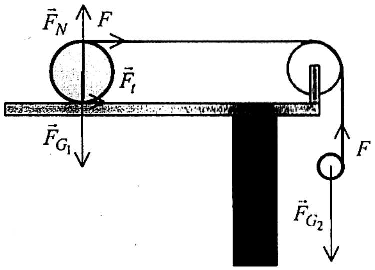
Nejdříve zakreslíme všechny síly působící na válečky (viz obr. 5). Označíme-li zrychlení vlákna na kladce $a$ a zrychlení těžišť válečků $a_1$ a $a_2$, budou mezi nimi platit vztahy

$$a_1 = a - \varepsilon_1 \cdot r\,,$$
$$a_2 = a + \varepsilon_2 \cdot R\,,$$

kde $\varepsilon_1$, $\varepsilon_2$ jsou úhlová zrychlení válečků. Protože pro váleček valící se po stole platí

$$\varepsilon_1 = \frac{a_1}{r}\,,$$

je
$$a_1 = \frac{a}{2}\,.$$



*Obr. 5*

Obdobně pro druhý váleček platí $\quad \varepsilon_2 = \dfrac{a_2 - a}{R}\,.$

Nyní již můžeme sestavit všechny pohybové rovnice:

$$F + F_t = m \cdot a_1\,;$$
$$(F - F_t)\cdot r = \left(\frac{1}{2}\cdot m \cdot r^2\right)\cdot \varepsilon_1\,;$$
$$m \cdot g - F = m \cdot a_2\,;$$
$$F \cdot R = \left(\frac{1}{2}\cdot m \cdot R^2\right)\cdot \varepsilon_2\,.$$

Po úpravě:

$$F + F_t = \frac{1}{2}\cdot m \cdot a\,; \qquad (10)$$
$$F - F_t = \frac{1}{4}\cdot m \cdot a\,; \qquad (11)$$
$$m \cdot g - F = m \cdot a_2\,; \qquad (12)$$
$$F = \frac{1}{2}\cdot m \cdot (a_2 - a)\,. \qquad (13)$$

Sečtením rovnic (10) a (11) snadno zjistíme, že

$$F = \frac{3}{8}\cdot m \cdot a\,. \qquad (14)$$

Dosadíme-li nyní (14) do (12), dostaneme

$$a_2 = g - \frac{3}{8}\cdot a \qquad (15)$$

a po dosazení (14) a (15) do (13)

$$\frac{3}{8}\cdot m \cdot a = \frac{1}{2}\cdot m \cdot \left(g - \frac{3}{8}\cdot a - a\right) \qquad (13)$$

vypočteme
$$a = \frac{8}{17}\cdot g\,.$$

Hledaná zrychlení pak jsou

$$a_1 = \frac{4}{17}\cdot g\,;\; a_2 = \frac{14}{17}\cdot g\,.$$

# Duha (A4)

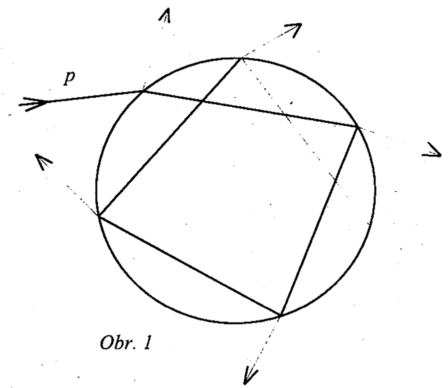
*Jitka Prokšová*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň*

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

Duhu řadíme mezi běžné optické úkazy v atmosféře. Přestože ji každý jistě mnohokrát viděl, dokáže nás vždy znovu upoutat – nejen svou nápadnou zářivou barevností na jinak šedomodré obloze, ale snad nejvíce tím, jak je pokaždé jiná. Pokusme se nyní vysvětlit, proč tomu tak je.

Oblouk duhy vzniká při průchodu slunečních paprsků vrstvami vzduchu, obsahujícími v dostatečném množství větší vodní (obvykle dešťové) kapky, přičemž Slunce se nachází za pozorovatelem. Je to jev, který se vytváří nejen důsledkem lomu a vnitřních odrazů světelných paprsků na vodních kapkách, ale i interferencí lomených a odražených paprsků.

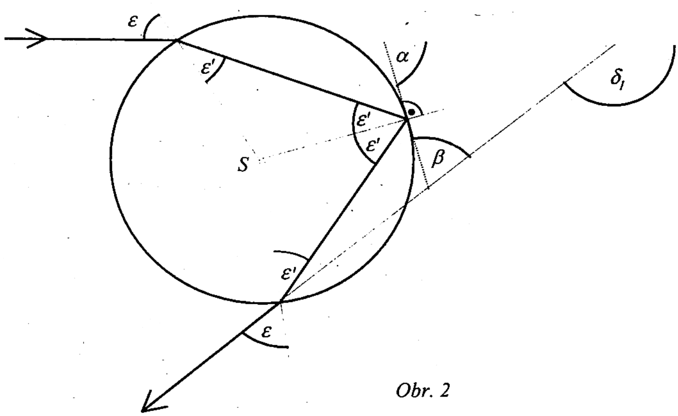
Vyjděme tedy nejdříve z poznatků geometrické optiky, ke kterým později přibereme některé důsledky vyplývající z vlnové povahy světla. Na obr. 1 je znázorněn řez kulovou kapkou, na kterou dopadá paprsek $p$ monochromatického světla. Část světla se odráží a část se láme do kapky, tento postup se opakuje pokaždé, když paprsek dospěje k povrchu kapky (tedy čím více vnitřních odrazů paprsek prodělá, tím je jeho výsledná intenzita menší).




*Obr. 1*

V případě jednoho vnitřního odrazu změní paprsek svůj směr o tzv. úhel stočení $\delta$, který snadno určíme z obr. 2

$$\alpha=\beta=(\varepsilon-\varepsilon')+\left(\frac{\pi}{2}-\varepsilon'\right) \Rightarrow \delta_1=\alpha+\beta=2\cdot(\varepsilon-\varepsilon')+(\pi-2\cdot\varepsilon'). \qquad (1)$$




*Obr. 2*

* proksovj@kof.zcu.cz

Pro $k$ vnitřních odrazů pak platí:

$$\delta_k = 2\cdot(\varepsilon-\varepsilon') + k\cdot(\pi - 2\cdot\varepsilon'), \tag{2}$$

přičemž

$$\sin\varepsilon = n\cdot\sin\varepsilon', \tag{3}$$

kde $n$ je index lomu vody.

Budeme předpokládat, že na vodní kapku dopadá svazek rovnoběžných paprsků stejné vlnové délky a chceme určit, ve kterých směrech vystoupí tyto paprsky z kapky po určitém počtu vnitřních odrazů. Využijeme přitom tzv. principu minimální odchylky: v těch případech, kdy ve funkční závislosti úhlu dopadu $\varepsilon$ existuje lokální minimum, dochází ve směrech odpovídajících této minimální odchylce ke koncentraci intenzity světla.

Abychom našli mezní hodnotu úhlu $\delta_k$, který závisí na úhlu dopadu $\varepsilon$, určíme extrém:

$$\frac{d\delta_k}{d\varepsilon} = 0. \tag{4}$$

Derivací (4) podle $\varepsilon$ vychází

$$\frac{d\delta_k}{d\varepsilon} = 2\cdot\left(1-\frac{d\varepsilon'}{d\varepsilon}\right) + k\cdot\left(-2\cdot\frac{d\varepsilon'}{d\varepsilon}\right) = 0, \tag{5}$$

tedy

$$\frac{d\delta_k}{d\varepsilon} = 2\cdot\left[1-(k+1)\cdot\frac{d\varepsilon'}{d\varepsilon}\right] = 0. \tag{6}$$

Derivací rovnice (3) dostaneme

$$\frac{d\varepsilon'}{d\varepsilon} = \frac{\cos\varepsilon}{n\cdot\cos\varepsilon'} \tag{7}$$

a po dosazení (7) do (6) a drobné úpravě dostaneme důležitý vztah pro úhel dopadu $\varepsilon$, při kterém nastává extrémní stočení paprsku vůči jeho původnímu směru, a sice:

$$\cos\varepsilon = \sqrt{\frac{n^2-1}{k^2+2\cdot k}}. \tag{8}$$

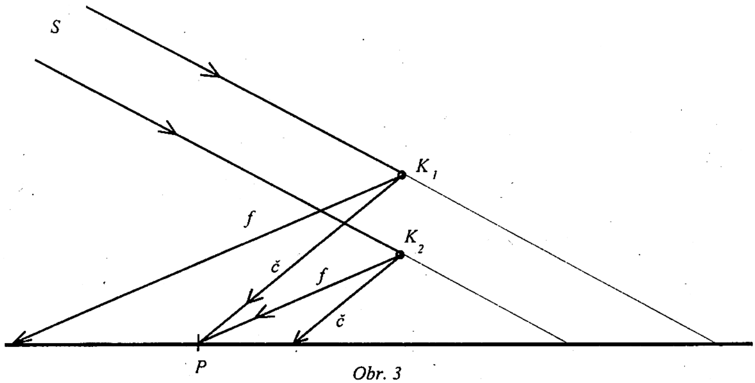
Pro případ jednoho vnitřního odrazu bude $k=1$, index lomu vody bude např. pro červené světlo roven 1,33, a pak z (4) vyplývá pro $\varepsilon$ minimální hodnota $59°37'$. Pomocí (3) a (2) vypočteme ještě $\varepsilon'_{\min} = 40°26'$ a $\delta_{\min} = 137°30'$. To znamená, že paprsky dopadající na kapku pod úhly blízkými $59°37'$ se ze všech paprsků nejméně odchylují a jsou odkloněny v rovnoběžném svazku o úhel $137°30'$.

Zatím jsme však zkoumali pouze světlo monochromatické. Ve skutečnosti obsahují sluneční paprsky světlo různých vlnových délek, a jelikož index lomu je funkcí vlnové délky, dostaneme různé úhly stočení ($\varepsilon'_f < \varepsilon'_č \Rightarrow \delta_{\min č} < \delta_{\min f}$). Paprsek bílého světla je pak rozložen podle spektrálních barev.

Předpokládejme, že v atmosféře je obsaženo velké množství kapek a že sluneční záření je tvořeno soustavou rovnoběžných paprsků. Jedním vnitřním odrazem slunečních paprsků na svislém pásu kapek přicházejí do oka pozorovatele paprsky jednotlivých barev, vzniká tedy svislé spojité spektrum (jehož horní vnější okraj je červený a spodní fialový) o úhlové šířce přibližně $2°$.

Všechny monochromatické paprsky přicházejí do oka pozorovatele z bodů, z nichž je vidět Slunce od pozorovatele v úhlové vzdálenosti

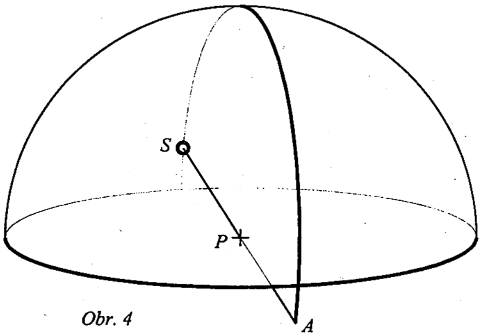
$$\alpha = 180° - \delta_{\min}.$$




Obr. 3

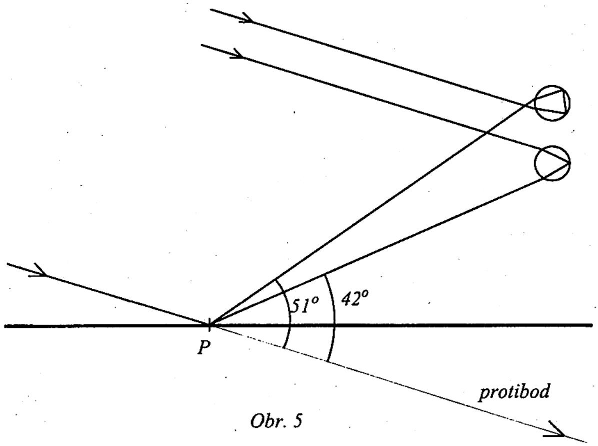
Tyto body leží na kružnici, jejíž střed se nachází na přímce spojující Slunce s pozorovatelem, avšak na opačné straně než Slunce. Nazýváme jej tzv. protislunečním bodem *A*.

Při vzrůstající výšce Slunce bod *A* klesá, takže oblouk nad obzorem je stále menší. Pozorovatel tedy vidí duhu jako pás tvořený soustřednými barevnými kružnicemi. Takto vzniklá duha (tzn. při poloze Slunce nad obzorem do 42°30′) se nazývá hlavní (primární).




Obr. 4

Dvojnásobným vnitřním odrazem na vodní kapce dochází k vytvoření tzv. vedlejší (sekundární) duhy, neboli pro $k = 2$ vyplývají tyto hodnoty úhlů: $\varepsilon \doteq 74°53'$, $\varepsilon'_{\min} = 45°35'$ a $\delta_{\min} = 230°16'$. Jedná se o sudý počet vnitřních odrazů, a proto vystupující paprsek svírá se směrem dopadajícího paprsku úhel doplňkový k $\delta_{\min}$, tzn. $360° - 230° = 130°$. Při zpětném promítnutí na nebeskou klenbu to znamená, že vedlejší duha bude asi 8° nad hlavní duhou (tedy je možné ji pozorovat, dokud výška Slunce nad obzorem nepřesáhne 50°).

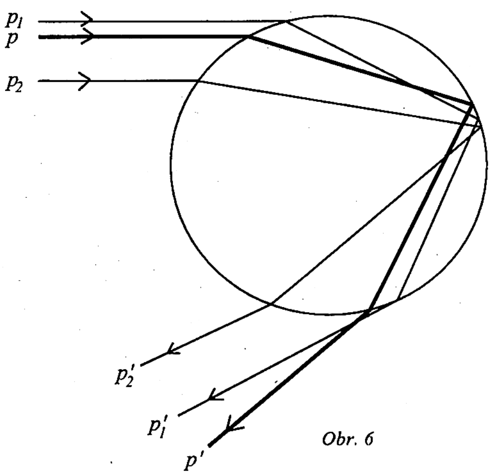



Obr. 5

Šířka pásu vedlejší duhy je dvakrát větší než v případě hlavní duhy – tedy asi 4°. Vedlejší duha je ale méně výrazná a je pro ni charakteristický převrácený sled barev (uvnitř červená, vně fialová).

Jen vzácně se setkáváme s tzv. terciální duhou, která je vytvářena paprsky odrážejícími se uvnitř kapky třikrát ($\delta_{\min} \doteq 43°$) a která je tedy pozorovatelná na opačné straně než duha hlavní a vedlejší. Bývá proto také nazývána *„duhou kolem Slunce"*.

Při dalších vícenásobných odrazech dochází k takovému zeslabení intenzity slunečních paprsků, že při pozorování pouhým okem je spatření takového jevu velmi nepravděpodobné.



*Obr. 6*

Při výkladu duhy je třeba uvážit, že duha neobsahuje jen světlo paprsků minimální odchylky (viz obr. 6 – paprsek $p$), ale je výsledkem interference lomených a odražených paprsků. Paprsky, které na kapku dopadají pod paprskem $p$ (tzn. paprsky typu $p_2$) vystupují z kapky nad $p'$. Ostatní paprsky (typu $p_1$) vstupující nad paprskem $p$ ji opouštějí pod $p'$, ale vnikají přitom do prostoru nad tímto paprskem.

Všechny tyto paprsky jsou koherentní a tedy navzájem interferují. Vzdálenosti maxim a jejich velikost mohou vycházet rozdílně (v případě červeného světla, které se nejméně odchyluje, vznikají hlavní maxima při menších úhlech než u fialového světla). Překrýváním všech barevných složek se pak vytváří výsledný barevný vjem.

Pro praktického pozorovatele může být velmi zajímavá souvislost vzhledu hlavní (popřípadě vedlejší) duhy s velikostí vodních kapek, což uvádí následující tabulka:

*Tabulka č. 1: Závislost vzhledu duhy na velikosti vodních kapek*

| **Poloměr vodních kapek** | **Charakteristika vzhledu duhy** |
|---|---|
| (0,5–1) mm | široký fialový pruh, jasně patrná zelená a červená barva, větší počet podružných duhových oblouků, v nichž je nejzřetelnější fialová a zelená barva |
| 0,25 mm | slabší červená barva, menší počet podružných duhových oblouků s převládající fialovou a červenou barvou |
| (0,10–0,15) mm | poměrně široký pás duhy téměř bez červené barvy, nažloutlé podružné duhové oblouky |
| (0,04–0,05) mm | široký a poměrně bledý pás duhy, nejvýrazněji patrná fialová barva |
| 0,03 mm | bílý pruh v hlavní duze |
| < 0,025 mm | tzv. duha v mlze jevící se pouze jako bílý pruh |

**Literatura:**


[1] Bednář J.: *Pozoruhodné jevy v atmosféře*. Academia, Praha 1989.

[2] Fuka J., Havelka B.: *Optika*. SPN, Praha 1961.

## Zastoupení jednotlivých nuklidů v rozpadových řadách (A5)

*Karel Rauner*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň*

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

Jak jsem již ukázal v článku [1], stále se ještě najdou vzdělaní lidé, kteří z přírodního výskytu nuklidů s krátkými poločasy rozpadu dělají chybné závěry.

Většina atomů, ze kterých se skládají lidé, jejich okolí a celá Země, vznikala zčásti v době před nějakými 5 miliardami let, kdy byla hmota naší původní mlhoviny přetvořena výbuchem supernovy, zčásti jsou atomy na Zemi a ve sluneční soustavě mnohem starší: pocházejí z raného stadia vzniku vesmíru po velkém třesku. Jen malá část atomů na Zemi má novější původ: některé vznikly z původně radioaktivních prvků, jiné přetvořením původních atomů kosmickým zářením, další skupinu tvoří atomy vyrobené (fragmenty štěpení z jaderných zbraní a elektráren, složené atomy z termonukleárních výbuchů a výzkumných experimentů). Protože je podíl člověkem vytvořených radioaktivních nuklidů na Zemi zanedbatelný, budeme se dále zmiňovat jen o radioaktivních nuklidech přírodních.

V současné době tvoří většinu radioaktivních nuklidů v přírodě izotopy prvků s protonovým číslem nad 82, podléhající radioaktivní přeměně $\alpha$ a $\beta^-$. Protože se při $\alpha$-rozpadu nukleonové číslo zmenší o 4 a při $\beta^-$-přeměně se nukleonové číslo nemění, lze těžké radioaktivní nuklidy zařadit do 3 rozpadových řad:

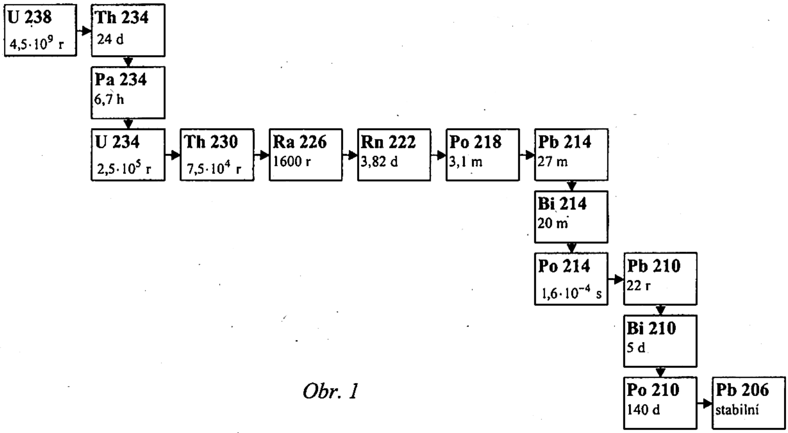
1. řada uranová
   - všechny její součásti mají nukleonové číslo typu $4n+2$,
   - začíná izotopem uranu ${}^{238}_{92}\mathrm{U}$,
   - v přírodě se vyskytuje díky velkému poločasu tohoto nuklidu: $4{,}5\cdot 10^9$ let,
2. řada aktiniová
   - všechny její součásti mají nukleonové číslo typu $4n+3$,
   - začíná izotopem uranu ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$,
   - v přírodě se vyskytuje díky velkému poločasu tohoto nuklidu: $7{,}0\cdot 10^8$ let,
3. řada thoriová
   - všechny její součásti mají nukleonové číslo typu $4n$,
   - začíná izotopem uranu ${}^{232}_{90}\mathrm{Th}$,
   - v přírodě se vyskytuje díky velkému poločasu tohoto nuklidu: $1{,}4\cdot 10^{10}$ let.

Naopak řada těžkých prvků s nukleonovým číslem typu $4n+1$ (neptuniová) se v přírodě již nevyskytuje, poločas rozpadu počátečního prvku: ${}^{241}_{94}\mathrm{Pu}$ je příliš malý (14,4 let), nuklid s nejdelším poločasem v této řadě ${}^{237}_{93}\mathrm{Np}$ má poločas rozpadu $2{,}14\cdot 10^6$ let. Jednoduchým výpočtem můžeme zjistit, že za 300 poločasů, tedy za „pouhých“ $6{,}4\cdot 10^8$ let, klesne množství neptunia na $4{,}9\cdot 10^{-91}$ násobku původního množství, což z hlediska fyziky znamená, že ve vesmíru nezbude ani jeden atom. Další radioaktivní nuklidy: ${}^{40}_{19}\mathrm{K}$, ${}^{87}_{37}\mathrm{Rb}$, ${}^{115}_{49}\mathrm{In}$, ${}^{138}_{57}\mathrm{La}$, ${}^{150}_{60}\mathrm{Nd}$, ${}^{147}_{62}\mathrm{Sm}$, ${}^{176}_{71}\mathrm{Lu}$, ${}^{187}_{75}\mathrm{Re}$ se v přírodě dosud vyskytují díky velkým poločasům rozpadu (větším než miliarda let).

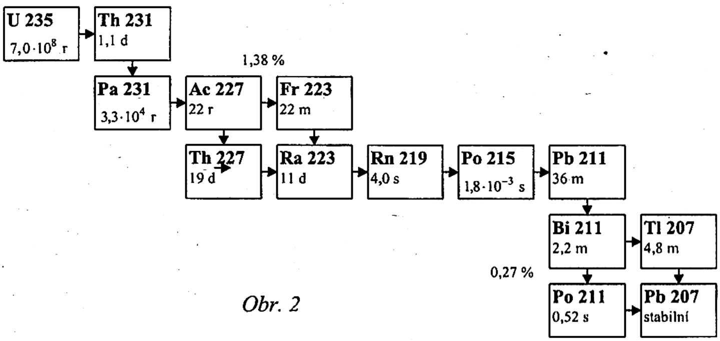
* rauner@kof.zcu.cz

**Příklad 1**

V kovovém uranu, který se dnes vyrábí z přírodních hornin, je izotop ${}^{238}_{92}U$ zastoupen 99,3 %, izotop ${}^{235}_{92}U$ je zastoupen 0,7 %, izotopu ${}^{234}_{92}U$ je zanedbatelné množství. Vypočtěte vzájemný poměr zastoupení ${}^{238}_{92}U$ a ${}^{235}_{92}U$ v kovovém uranu před 3 miliardami let. Komentujte přitom také vývoj zastoupení ${}^{234}_{92}U$. Příslušné poločasy rozpadu můžete zjistit z obr. 1 a obr. 2, na kterých jsou odpovídající rozpadové řady (bez větvení, jejichž pravděpodobnost je menší než 0,001)**.




*Obr. 1*




*Obr. 2*

**Řešení:**

Podle zákona radioaktivního rozpadu je počet dosud nerozpadlých atomů nuklidu dán vztahem:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}, \tag{1}$$

** Pozor na odlišné a někdy i chybné údaje v tabulkách. Například poločas rozpadu U 234 je v [2] výrazně chybný, obdobně [3] uvádí na s. 129 chybný údaj pro Pa 234 (uvedená hodnota platí pro excitovaný stav).

kde $N_0$ je počet atomů nuklidu v čase $t = 0$, $\lambda$ je rozpadová konstanta, která souvisí s poločasem rozpadu vztahem

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}. \tag{2}$$

Rozpadový zákon lze upravit pro výpočet původního množství radionuklidu:

$$N_0 = N \cdot \mathrm{e}^{\frac{t \cdot \ln 2}{T}} = N \cdot 2^{\frac{t}{T}}, \tag{3}$$

který můžeme využít k výpočtu zadaného příkladu. Zvolíme-li například pro uran 238 $N_{238} = 993$ a pro uran 235 $N_{235} = 7$, získáváme při poločasu rozpadu $T_{238} = 4{,}5 \cdot 10^9$ let pro původní počet jader uranu 238 vztah

$$N_{0\,238} = N_{238} \cdot 2^{\frac{3}{4{,}5}} = 1576, \tag{4}$$

při poločasu rozpadu $T_{235} = 0{,}71 \cdot 10^9$ let pro původní počet jader uranu 235 vztah

$$N_{0\,235} = N_{235} \cdot 2^{\frac{3}{0{,}71}} = 131. \tag{5}$$

Celkový počet jader byl tedy 1707, proto před 3 miliardami let obsahoval přírodní uran 92,3 % uranu 238 a 7,7 % uranu 235. Protože uran 234 je součástí rozpadové řady uranu 238 a má mnohem menší poločas rozpadu, je s ním v radioaktivní rovnováze, pro kterou platí u libovolných dvou součástí řady***:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_1}{T_2}. \tag{6}$$

Vzhledem k tomu, že poměr příslušných poločasů je $5{,}6 \cdot 10^{-5}$, je v dnešním přírodním uranu $5{,}5 \cdot 10^{-3}$ % uranu 234, zatímco před 3 miliardami let bylo zastoupení uranu 234 $5{,}1 \cdot 10^{-3}$ %.

**Příklad 2**

Vypočtěte, před kolika lety $(\tau)$ by současný přírodní uran obsahoval stejně atomů uranu 235 jako uranu 238.

**Řešení:**

Z rozpadového zákona ve tvaru (3) lze pro současný stav psát

$$N_{235} = N_{0\,235} \cdot 2^{-\frac{\tau}{T_{235}}}, \quad N_{238} = N_{0\,238} \cdot 2^{-\frac{\tau}{T_{238}}}. \tag{7}$$

Protože $N_{0\,235} = N_{0\,238}$ a $\frac{N_{238}}{N_{235}} = \frac{99{,}3}{0{,}7} = 140$, je hledaným časem

$$\boxed{\tau = \frac{\ln \frac{N_{238}}{N_{235}}}{\left(\frac{1}{T_{235}} - \frac{1}{T_{238}}\right) \cdot \ln 2}}, \tag{8}$$

číselně asi $6 \cdot 10^9$ let, což je čas větší než je stáří Země.

*** Tento vztah platí jen přibližně, a to za předpokladu, že poločas rozpadu prvního nuklidu v řadě je řádově větší než poločasy rozpadu všech následujících radioaktivních nuklidů.

**Příklad 3**

Před 3 miliardami let $(\tau)$ vznikl vzorek, který tvořil 1 kg (hmotnost $m$) čistého uranu 238. Předpokládejte, že ve vzorku zůstanou všechny produkty rozpadů s výjimkou hélia (z částic $\alpha$ a $\beta^-$ se vytvoří atomy hélia ${}^4_2\mathrm{He}$) a neutrin. Vypočtěte

a) poměrné zastoupení jednotlivých nuklidů v současné době,
b) hmotnostní zastoupení jednotlivých nuklidů v současné době,
c) počet uniklých atomů hélia,
d) současnou aktivitu vzorku,
e) aktivitu vzorku před 3 miliardami let.

**Řešení:**

a) Nejprve vypočítáme poměrné zastoupení $P$ uranu 238 v současné době. Z (3) vyplývá:

$$\boxed{P = 2^{-\frac{t_3}{T_{238}}}}, \tag{9}$$

číselně $P = 0,630$. Poměrná zastoupení členů rozpadové řady $P_i$ s výjimkou olova 206 vypočítáme ze vztahu (6). Číselné výsledky ukazuje tab. 1, ve které je zastoupení olova 206 vypočteno jako doplněk k 1****.

b) Počet atomů (bez hélia) je stále stejný a můžeme jej určit jako počet atomů uranu 238 před 3 miliardami let:

$$N_{0\,238} = \frac{m}{A_{238} \cdot u}, \tag{10}$$

kde $A_{238}$ je relativní atomová hmotnost, $u$ je atomová hmotnostní jednotka. Za relativní atomovou hmotnost můžeme dosadit nukleonové číslo, nedopouštíme se tak větší chyby než 0,1 %. Vzhledem k přibližné platnosti zákona radioaktivní rovnováhy (6) to není podstatná chyba. Počty atomů v současnosti vypočítáme ze vztahu

$$\boxed{N_i = P_i \cdot N_{0\,238}}. \tag{11}$$

Pro výpočet hmotnosti jednotlivých složek využijeme vztahu

$$\boxed{m_i = N_i \cdot A_i \cdot u}, \tag{12}$$

do kterého lze opět dosazovat za $A_i$ nukleonová čísla.

c) Počet atomů hélia je možno určit jako

$$\boxed{N_{He} = 8 \cdot N_{Pb}}, \tag{13}$$

kde $N_{Pb}$ je současný počet atomů olova 206*****. K vzniku každého atomu ${}^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ musí totiž proběhnout 8 $\alpha$ rozpadů.

d) Pro aktivitu $i$-té složky platí

$$C_i = \lambda_i \cdot N_i = \frac{\ln 2}{T_i} \cdot N_i, \tag{14}$$

kde $\lambda_i$ jsou rozpadové konstanty a $T_i$ poločasy rozpadů. Využijeme-li vztah (6), dostáváme pro mnohé možná nečekaný výsledek:

---

**** Tabulka 1 byla získána v Excelu, proto byly číselné hodnoty ponechány v původním tvaru.

***** Skutečný počet atomů hélia by měl být zvětšen o atomy uniklé z jednotlivých meziproduktů. Lze se však přesvědčit, že tento příspěvek je zanedbatelný.

$$C_i = \frac{\ln 2}{T_1} \cdot N_1, \tag{15}$$

kde $T_1$ je poločas rozpadu a $N_1$ současný počet atomů uranu 238. Aktivita každého radioaktivního nuklidu ve vzorku je tedy stejná: $7,78 \cdot 10^6$ Bq. Protože v řadě je 14 radioaktivních nuklidů, je celková aktivita

$$\boxed{C = 14 \cdot \frac{m \cdot \ln 2}{T_1 \cdot A_{238} \cdot u} \cdot 2^{-\frac{t_3}{T_{238}}}}. \tag{16}$$

Číselně je $C = 1,09 \cdot 10^8$ Bq.

d) Aktivita před 3 miliardami let je

$$\boxed{C_0 = \frac{\ln 2}{T_{238}} \cdot N_{0\,238}}, \tag{17}$$

číselně $C_0 = 1,24 \cdot 10^7$ Bq. Ke stejnému výsledku dojdeme výpočtem ze vztahu $C_0 = \frac{C_1}{P_1}$.

| nuklid | poločas rozpadu $T_i$/ rok | poměrné zastoupení $P_i$ | počet atomů v současnosti $N_i$ | hmotnost $m_i$ / kg |
|---|---|---|---|---|
| U 238 | 4,50E+9 | 6,3E-01 | 1,59E+24 | 6,30E-01 |
| Th 234 | 6,57E-2 | 9,2E-12 | 2,33E+13 | 9,04E-12 |
| Pa 234 | 7,64E-4 | 1,1E-13 | 2,71E+11 | 1,05E-13 |
| U 234 | 2,50E+5 | 3,5E-05 | 8,86E+19 | 3,44E-05 |
| Th 230 | 7,50E+4 | 1,05E-05 | 2,66E+19 | 1,01E-05 |
| Pa 226 | 1,60E+3 | 2,2E-07 | 5,67E+17 | 2,13E-07 |
| Rn 222 | 1,05E-2 | 1,5E-12 | 3,72E+12 | 1,37E-12 |
| Po 218 | 5,89E-6 | 8,2E-16 | 2,09E+09 | 7,55E-16 |
| Pb 214 | 5,13E-5 | 7,2E-15 | 1,82E+10 | 6,45E-15 |
| Bi 214 | 3,80E-5 | 5,3E-15 | 1,35E+10 | 4,78E-15 |
| Po 214 | 5,07E-12 | 7,1E-22 | 1,80E+03 | 6,38E-22 |
| Pb 210 | 2,20E+1 | 3,1E-09 | 7,79E+15 | 2,72E-09 |
| Bi 210 | 1,37E-2 | 1,9E-12 | 4,85E+12 | 1,69E-12 |
| Po 210 | 3,83E-1 | 5,4E-11 | 1,36E+14 | 4,73E-11 |
| Pb 206 | ∞ | 3,7E-01 | 9,36E+23 | 3,20E-01 |
| celkem bez He | | | 2,53E+24 | 9,50E-01 |
| He 4 | ∞ | | 7,49+E24 | 4,98E-02 |

*Tab. 1*

**Literatura:**

[1] Rauner K.: *Kdy byla celá Země z radia?*, Školská fyzika **VI**, mimořádné číslo (1999), 98.

# Magnetické obvody a nosná síla magnetů (A7)

*Václav Havel*[*], *Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň*

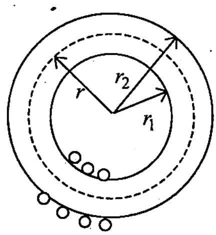
***Tento článek je určen studentům řešícím FO v kategorii A. Redakce doporučuje jeho rozmnožení a rozdání studentům.***

## MAGNETICKÉ OBVODY

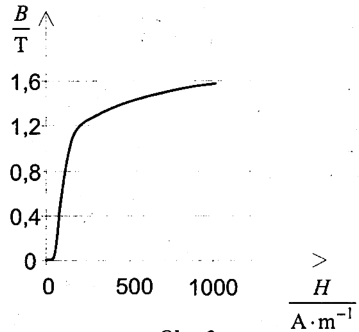
I když na první pohled jsou vlastnosti magnetických obvodů velmi odlišné od obvodů elektrických, poznáme, že zde existuje určitá analogie, která nemá pouze matematické příčiny. Jako jednoduchý případ posoudíme toroidální prstenec (obr. 1), zhotovený z feromagnetického materiálu, jehož prvotní magnetizační křivka je na obr. 2. Prstenec je rovnoměrně ovinut izolovaným drátem s $n$ závity a jeho rozměry splňují vztah $\frac{r_2-r_1}{r_1} \leq 0{,}2$ (potom je rozdíl intenzity magnetického pole na vnitřním a vnějším obvodu prstence menší než 0,3 %). Cílem řešení je nalezení magnetického indukčního toku $\Phi$, když vinutím prochází proud $I$. Pro magnetický tok platí vztah

$$\Phi = B \cdot S, \qquad (1)$$

kde $B$ je magnetická indukce, $S$ je průřez prstence.

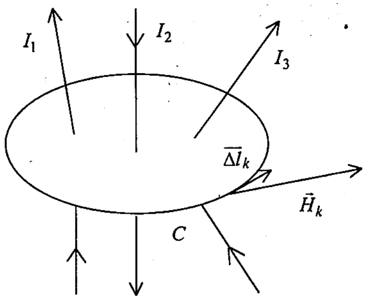



*Obr. 1*

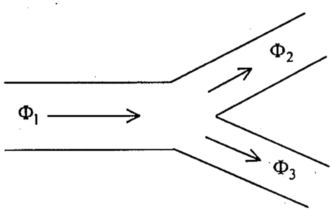



*Obr. 2*

Funkční závislost mezi intenzitou vnitřního magnetického pole a magnetickou indukcí je




*Obr. 3*




*Obr. 4*

dána magnetizační křivkou na obr. 2. V tomto případě uzavřeného prstence je vnitřní intenzita magnetického pole totožná s hodnotou pole vytvořeného vinutím, kterým prochází magneti-

[*] havelv@kof.zcu.cz

zační proud. K výpočtu intenzity magnetického pole užijeme Ampérova zákona, podle něhož je součet příspěvků $\sum_k \vec{H}_k \cdot \vec{\Delta l}_k$ podél uzavřené křivky (obr. 3) je roven algebraickému součtu proudů, které protínají plochu obepjatou uvažovanou křivkou.**

Lze tedy Ampérův zákon napsat ve tvaru

$$\sum_k \vec{H}_k \cdot \vec{\Delta l}_k = \sum_k I_k \,. \tag{2}$$

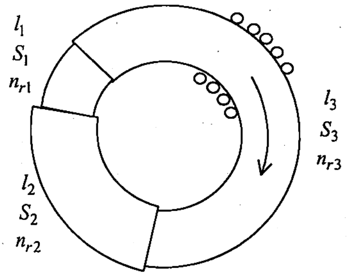
Veličinu na levé straně vztahu (2) nazýváme magnetomotorickým napětím a označujeme $F_m$. Má-li intenzita magnetického pole podél celé křivky stejnou hodnotu a směr tečny ke křivce, bude pro případ prstence a zvolenou křivku (vyznačena čárkovaně na obr. 1) $l = 2 \cdot \pi \cdot r$ a tedy

$$H = H_i = \frac{n \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r} \,. \tag{3}$$

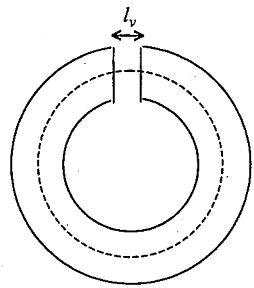
Je-li předepsán magnetický tok, vypočteme potřebnou magnetickou indukci ze vztahu (1) a potom z grafu $B(H)$ najdeme potřebnou intenzitu magnetického pole a ze vztahu (3) magnetizační proud. Naopak můžeme opačným postupem ze známé hodnoty magnetizačního proudu vypočítat magnetický tok. Někdy ovšem můžeme využít znalosti hodnoty relativní permeability $\mu_r$. Potom vztah (1) je možno přepsat jako

$$\Phi = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot S \cdot F_m}{l} = \frac{F_m}{\dfrac{l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot S}} = \frac{F_m}{R_m} \,. \tag{4}$$

Veličinu $R_m = \dfrac{l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot S}$ nazýváme magnetickým odporem neboli reluktancí. Vztah (4)




*Obr. 5*




*Obr. 6*

nazýváme Hopkinsonovým vztahem a čtenáři jistě připomene zobecněný zákon Ohmův. Reluktaci měříme v jednotkách $\mathrm{A} \cdot \mathrm{Wb}^{-1}$ (ampér na weber). Tak jako je Hopkinsonův vztah ekvivalentní Ohmovu zákonu, můžeme nalézt vztahy ekvivalentní zákonům Kirchhoffovým. Jestliže se magnetický obvod větví (obr. 4), platí

$$\sum_k \Phi_k = 0 \,. \tag{5}$$

---

** Přesné znění Ampérova zákona vyžaduje, aby vektory $\vec{\Delta l}_k$ byly nekonečně malé. Součet přitom přechází v integrál přes uzavřenou křivku ($\oint_C \vec{H} \cdot \vec{dl}$ ).

Zde magnetické toky do uzlu vstupující bereme kladně, toky vystupující bereme se znaménkem záporným. Sestává-li magnetický obvod z řady částí lišících se materiálem, délkou a průřezem (obr. 5), je možno formulovat obdobu 2. Kirchhoffova zákona (obr. 5)

$$R_{m1} \cdot \Phi_1 + R_{m2} \cdot \Phi_2 + \ldots + R_{mk} \cdot \Phi_k = F_m \,. \tag{6}$$

Vztah (6) aplikujeme na jednoduchý případ feromagnetického prstence přerušeného vzduchovou mezerou (obr. 6). Předpokládáme, že je splněna podmínka $l_v \ll l$. Zde $l$ je celková délka střední magnetické indukční čáry a $l_v$ je šířka vzduchové mezery. V tomto případě jde o sériové spojení reluktancí, takže

$$R_m = \frac{l - l_v}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot S_f} + \frac{l_v}{\mu_0 \cdot S_v} \,. \tag{7}$$

Zde indexy *f*, *v* se postupně vztahují na feromagnetikum, resp. na vzduch. Magnetický tok je potom dán vztahem (4). Obvykle však neznáme hodnotu relativní permeability, a proto se při řešení praktických úloh postupuje poněkud jiným způsobem. Předpokládáme, že je předepsána velikost magnetické indukce ve vzduchové mezeře, magnetická charakteristika užitého feromagnetika, geometrické rozměry prstence a počet závitů. Cílem je určit potřebný magnetizační proud. Vzhledem k předpokladu o šířce mezery, lze oprávněně předpokládat, že platí $S_v = S_f$, a tudíž jsou shodné i hodnoty magnetické indukce. Z grafu $B(H)$ odečteme k předepsané hodnotě $B$ velikost $H_i = H_f$. Poté vypočteme $H_v = \dfrac{B}{\mu_0}$. Potřebnou velikost magnetizačního proudu potom určíme ze vztahu

$$n \cdot I = H_v \cdot l_v + H_f \cdot (l - l_v) \,. \tag{8}$$

Různé modifikace úlohy o řešení magnetických obvodů si jistě čtenář sestaví sám.

## NOSNÁ SÍLA MAGNETU

Při výpočtu nosné síly magnetu vyjdeme ze vztahu pro hustotu magnetické energie (energie obsažená v objemové jednotce). Ta je dána (viz např. [2]) vztahem

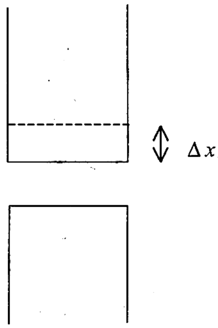
$$w_m = \frac{1}{2} \cdot \vec{B} \cdot \vec{H} \,. \tag{9}$$

Jsou-li oba vektory rovnoběžné, zjednoduší se vztah (9) na

$$w_m = \frac{1}{2} \cdot B \cdot H \,. \tag{10}$$

Představme si magnetické pole v mezeře mezi dvěma magnety (obr. 7). Je-li mezera dosti úzká a nedochází-li k rozptylu magnetického toku, vykonají vnější síly při zvětšení mezery o $\Delta x$ práci $F \cdot \Delta x$, která se projeví zvýšením magnetické energie ve zvětšeném objemu mezery (předpokládáme, že se hustota magnetické energie nezmění). Tato energie bude $w_m \cdot S \cdot \Delta x$. Porovnáním těchto vztahů dostáváme pro nosnou sílu

$$F = w_m \cdot S = \frac{1}{2} \cdot B \cdot H \cdot S \,.$$




*Obr. 7*

## LITERATURA

[1] Brož J.: *Základy magnetických měření.* NČSAV, Praha 1953

[2] Fuka J., Havelka B.: *Elektřina a magnetismus.* SPN, Praha 1965

# Výsledky FO 1999/00 kategorií B, C, D v regionech

## BRNO

### kategorie B

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1. Trojek Jan** | G Břeclav | 3. | Lašek | 34,0 |
| **2. Kuruc Michal** | G Brno, Elgartova | sexta | Svoboda | 30,0 |
| **3.–4. Herman Jan** | G Brno, tř. Kpt Jaroše | 3. | Nezhybová | 28,0 |
| **3.–4. Brezovský Jan** | G Brno, Vídeňská | 3. | Bradáčová | 28,0 |
| **5. Chaloupka Jakub** | G Brno, Křenová | sexta | Nahodil | 27,5 |

**6. Juránek Martin** (G Brno, T. Novákové, sexta, Rychlík, 26) **7. Karásek Antonín** (G Blansko, 3., Rychnovská, 25) **8. Žert Adam** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 3., Nezhybová, 24) **9. Stolař Rudolf** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 3., Nezhybová, 19,5) **10. Chmelař Pavel** (G Brno, Žižkova, sexta, Morbacher, 19) **11. Chyba Jan** (G Brno, Vídeňská, 3., Nešporová, 18) **12. Štursa Vojtěch** (G Židlochovice, sexta, Stravová, 15) **13.–15. Boček Jan** (G Brno, Čechyňská, septima, Mudrák, 14) **13.–15. Bradáčová Kateřina** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 3., Nezhybová, 14) **13.–15. Sulovský Marek** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 3., Nezhybová, 14) **16. Hladíková Radka** (G Tišnov, sexta, Komprs, 13)

### kategorie C

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1. Martíšek Karel** | G Brno, Elgartova | kvinta | Svoboda | 33,0 |
| **2. Dadák Petr** | G Brno, Vídeňská | 2. | Nešporová | 29,0 |
| **3. Hrdličková Markéta** | G Prostějov | 2. | Šišková | 28,0 |
| **4.–5. Jalový Milan** | G Blansko | kvinta | Hejlek | 24,0 |
| **4.–5. Tomášková Ema** | G Brno, tř. Kpt. Jaroše | 2. | Nezhybová | 24,0 |

**6. Strouhalová Jitka** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 2., Nezhybová, 23) **7.–8. Lodrová Dana** (G Brno, Žižkova, 2., Morbacher, 21) **7.–8. Bouček David** (G Tišnov, 2., Komprs, 21) **9.–11. Trmač Václav** (G Brno, Barvičova, kvinta, Kuropatová, 20) **9.–11. Urbánek Jaroslav** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 2., Nezhybová, 20) **9.–11. Hloušek Vladimír** (G Brnoskovice, 2., Synek, 20) **12.–13. Frost Miroslav** (G Brno, Elgartova, kvinta, Svoboda, 19) **12. až 13. Plšek Radek** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 2., Nezhybová, 19) **14. Beneš Jan** (G Brno, Barvičova, sexta, Kuropatová, 17) **15.–16. Kosina Jiří** (G Blansko, kvinta, Hejlek, 16) **15.–16. Fědor Zbyněk** (G Brno, Vídeňská, 2., Nešporová, 16) **17. Neuman Jan** (G Brno, Žižkova, 2., Morbacher, 14)

### kategorie D

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1. Hladký Jan** | G Brno, tř. Kpt. Jaroše | 1. | Veverka | 28,0 |
| **2. Pavelka Antonín** | G Brno, tř. Kpt. Jaroše | 1. | Veverka | 25,5 |
| **3. Chvátal Lukáš** | G Brno, Bystrc | kvinta | Štikar | 24,5 |
| **4.–5. Svobodová Jana** | G Brno, T. Novákové | kvinta | Rychlík | 21,5 |
| **4.–5. Riedingerová Eva** | G Prostějov | kvinta | Procházková | 21,5 |

**6.–8. Roth Filip** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 1., Veverka, 20,5) **6.–8. Valeš Václav** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 1., Veverka, 20,5) **6.–8. Kloc Petr** (G Brno, Žižkova, kvinta, Morbacher, 20,5) **9.–11. Burianová Tereza** (G Brno, T. Novákové, kvinta, Rychlík, 20) **9.–11. Kadeřávek Pavel** (G Brno, Žižkova, 1., Trlicová, 20) **9.–11. Hasoň Martin** (G Prostějov, kvinta, Spisar, 20) **12. Šlesinger Radek** (G Blansko, 1., Hejlek, 18,5) **13.–14. Ganian**

Robert (G Brno, Pastviny, kvinta, Burda, 18) **13.–14. Werl Milan** (G Brno, tř. Kpt. Jaroše, 1., Veverka, 18) **15. Klocová Jana** (G Brno, Žižkova, kvinta, Morbacher, 17,5) **16. Vyšinka Marek** (G Brno, Žižkova, kvinta, Gábová, 15,5) **17.–18. Jurík Michal** (G Prostějov, kvinta, Procházková, 15) **17. až 18. Zlámal Ivo** (G Prostějov, kvinta, Procházková, 15) **19. Havelka Miloslav** (G Zastávka, kvinta, Máša, 14,5) **20. Venhuda Jan** (G Brno, Křenová, kvinta, Nahodil, 13)

# ČESKÉ BUDĚJOVICE

## kategorie B

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1.–3. Bísek Vojtěch** | G České Budějovice, Jírovcova | 3.B | Mgr. Jiří Podpěra | 33,0 |
| **1.–3. Lazar Ivo** | G Prachatice | 3. | Mgr. Augustin Křížek | 33,0 |
| **1.–3. Lusk Tomáš** | G České Budějovice, Jírovcova | 3.B | Mgr. Jiří Podpěra | 33,0 |
| **4. Krichl Vít** | G České Budějovice, Jírovcova | 3.B | Mgr. Jiří Podpěra | 30,0 |
| **5. Havelka Martin** | G Tábor, nám. Fr. Křižíka | 3.C | RNDr. Dana Daňková | 25,0 |

**6.–7. Novák Jiří** (G Strakonice, 3.A, Mgr. Lubomír Paleček, 20) **6.–7. Tesař Jiří** (G České Budějovice, Jírovcova, 3.B, Mgr. Jiří Podpěra, 20) **8. Kafka Petr** (G Strakonice, sexta, Mgr. Lubomír Paleček, 19) **9. Michálek Vladimír** (G Prachatice, sexta, Mgr. Augustin Křížek, 18) **10. Augustinová Jitka** (G České Budějovice, Jírovcova, 3.B, Mgr. Jiří Podpěra, 15) **11. Lavička Jiří** (G Tábor, nám. Fr. Křižíka, 3.B, Mgr. Václav Voráček)

## kategorie C

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1. Lazar Jan** | G Strakonice, | kvinta | RNDr. Vojtěch Žíla | 34,0 |
| **2.–3. Heyda Jan** | G České Budějovice, Jírovcova | 2.A | Mgr. Radek Trča | 31,0 |
| **2.–3. Chudoba Richard** | G České Budějovice, Jírovcova | 2.A | Mgr. Radek Trča | 31,0 |
| **4. Domračeva Inga** | G České Budějovice, Jírovcova | 2.A | Mgr. Radek Trča | 30,0 |
| **5. Šídlová Věra** | G České Budějovice, Jírovcova | 2.A | Mgr. Radek Trča | 29,0 |

**6. Hamrle Martin** (G Pelhřimov, Jirsíkova, II.A, Mgr. Aleš Petrák, 28) **7.–10. Koška Pavel** (G Tábor, nám. Fr. Křižíka, II.C, Mgr. Šedivá, 20) **7.–10. Martínek Michal** (G Pelhřimov, Jirsíkova, 2.B, RNDr. Josef Jírů, 20) **7.–10. Pohořálková Petra** (G Milevsko, 2.A, Mgr. Ivana Jelínková, 20) **7.–10. Uhlík Martin** (G Strakonice, 2.A, Mgr. Lubomír Paleček, 20) **11.–12. Kozelka Vlastimil** (SPŠ Písek, D2.S, Mgr. Luboš Vejvoda, 19) **11.–12. Procházka Pavel** (G Strakonice, 2.A, Mgr. Lubomír Paleček, 19) **13. Cirmacin Daniel,** (G Milevsko, 2.A, Mgr. Ivana Jelínková, 14)

## kategorie D

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1.–2. Bártík František** | G České Budějovice, Jírovcova | 1.A | Jiří Podpěra | 29,0 |
| **1.–2. Danihelka Jiří** | SPŠ Písek | A1S | Vejvoda | 29,0 |
| **3.–4. Kouba Jan** | G Č. Krumlov | 1. | Šárka Adamcová | 26,0 |
| **3.–4. Kubas Pavel** | G J. Hradec | kvinta A | Hanzal | 26,0 |
| **5.–7. Houštěk Petr** | G Pelhřimov | tercie | Josef Jírů | 25,0 |
| **5.–7. Vrtišková Helena** | G Tábor | 1.B | Václav Voráček | 25,0 |
| **5.–7. Straka Milan** | G Strakonice | 1.B | Vojtěch Žíla | 25,0 |

**8.–10. Profant Václav** (G Strakonice, 1.A, Vojtěch Žíla, 24) **8.–10. Fikrle Michal** (G Pelhřimov, kvarta A, Josef Jírů, 24) **8.–10. Šedivý Ondřej** (G České Budějovice, Jírovcova, kvinta A, Jiří Podpěra, 24) **11. Papáček Michal** (G České Budějovice, Jírovcova, kvinta A, Jiří Podpěra, 21) **12.–13. Valder Filip** (G České Budějovice, Jírovcova, kvinta A, Jiří Podpěra, 20) **12.–13. Peclinovský Zdeněk** (G Tábor, 1.B, Václav Voráček, 20) **14. až 15. Šedivý Jan** (G Tábor, kvinta, Plechatová, 19) **14.–15. Sládek Martin** (G Písek, 3.F, Marek Tyle, 19) **16. až 17. Jaroš Tomáš** (G České Budějovice, Jírovcova, kvinta A, Jiří Podpěra, 18) **16.–17. Frühauf Filip** (G Strakonice, 1.A, Vojtěch Žíla, 18) **18.–20. Poslušný Jan** (G J. V. Jirsíka České Budějovice, 1.B, F. Dřevikovský, 17) **18.–20. Horák Radek** (G Týn nad Vltavou, kvinta, Jiří Brom, 17) **18.–20. Hořejší Jaromír** (G České Budějovice, Jírovcova, 1.A, Jiří Podpěra, 17) **21. Machač Josef** (G Tábor, Plechatová, 16) **22. Dvořáková Lenka** (G Jindřichův Hradec, 1.C, Bohumír Jonák, 14)

# HRADEC KRÁLOVÉ

## kategorie B

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1. Hejna Miroslav** | G F. M. Pelcla Rychnov nad Kněžnou | Štěpánek | 34,0 |
| **2. Benda Ladislav** | G J. K. Tyla Hradec Králové | Šedivý | 31,5 |
| **3. Buršík Jan** | Jiráskovo G Náchod | Brát | 30,5 |
| **4. Kolovratník David** | SPŠ strojnická Chrudim | Jílek | 29,0 |
| **5. Kynčl Jan** | G Jilemnice | Podzimek | 28,5 |

**6. Seidl Jakub** (G F. M. Pelcla Rychnov nad Kněžnou, Lukášek, 27) **7. Horák Lukáš** (G J. K. Tyla Hradec Králové, Šedivý, 24,5) **8. Pšikal Jan** (SPŠ elektrotechnická Pardubice, Zelená, 23,5) **9. Kabrhel Martin** (G A. Jiráska Litomyšl, Fiala, 23) **10. Pop Lukáš** (G Dobruška, Veselá, 21,5) **11. Jakl Martin** (G Pardubice, Geřábková, 20) **12. Nývlt Petr** (Jiráskovo G Náchod, 18,5) **13. Slezák Martin** (G Pardubice, Geřábková, 18) **14. Cingroš Filip** (G B. Němcové Hradec Králové, Šáda, 15,5) **15. Ďurovec Jakub** (G Pardubice, Geřábková, 15) **16. Houska Vojtěch** (Jiráskovo G Náchod, Sršňová, Polák, 14,5) **17. Celba Pavel** (G Úpice, Dufka, 14)

## kategorie C

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1. Eliášek Jiří** | G Trutnov | Janeček | 39,0 |
| **2. Doležal Emil** | G J. K Tyla Hradec Králové | Šedivý | 32,0 |
| **3. Hejtmánek Martin** | SPŠ elektrotechnická Pardubice | Zelená | 31,0 |
| **4. Hošek Jan** | G J. K. Tyla Hradec Králové | Šedivý | 30,0 |
| **5.–7. Hančar Pavel** | SPŠ a VOŠ Jičín | | 29,0 |
| **5.–7. Jírů Tomáš** | SPŠ elektrotechnická Pardubice | Zelená | 29,0 |
| **5.–7. Mládek Josef** | G J. K. Tyla Hradec Králové | Šedivý | 29,0 |

**8.–9. Pokorný Ondřej** (G J. Ressela Chrudim, Volf, 24) **8.–9. Vašata Daniel** (G J. K. Tyla Hradec Králové, Šedivý, 24) **10.–14. Falta Jiří** (G J. K. Tyla Hradec Králové, Ondráčková, 20) **10.–14. Kmoch Ondřej** (Jiráskovo G Náchod, Brát, 20) **10.–14. Nývlt Martin** (Jiráskovo G Náchod, Brát, 20) **10.–14. Sýkora Petr** (G Pardubice, Kycl, 20) **10.–14. Tvaroh Jan** (SPS strojnická Chrudim, Jarešová, 20) **15. Langr Martin** (Jiráskovo G Náchod, Brát, 14)

## kategorie D

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1. Mertlík Zdeněk** | G Dobruška | Bartoš | 28,5 |
| **2. Němec Miroslav** | SPŠ elektrotechnická Pardubice | Kvasničková | 25,0 |
| **3. Pop Tomáš** | G Pardubice | Šrollová | 23,0 |
| **4. Týfa Jiří** | G Trutnov | Janeček | 22,5 |
| **5. Pošta Petr** | G Pardubice | Svědirohová | 22,0 |

**6. Mareš Jan** (G B. Němcové Hradec Králové, Vízková, 21,5) **7. Prachař Jan** (G F. M. Pelcla Rychnov nad Kněžnou, Štěpánek, 21) **8.–11. Halamka Miroslav** (G J. K. Tyla Hradec Králové, Šedivý, 20) **8.–11. Havel Jan** (G A. Jiráska Litomyšl, Fiala, 20) **8.–11. Chromíková Dana** (G Pardubice, Šrollová, 20) **8.–11. Kudyn Petr** (SPŠ elektrotechnická Pardubice, Zelená, 20) **12.–14. Klusoň Jan** (G A. Jiráska Litomyšl, Fiala, 19) **12. až 14. Kopová Zuzana** (G Pardubice, Svědirohová, 19) **12.–14. Šancová Lucie** (G Trutnov, Buďárek, 19) **15. až 16. Kebrt Michal** (G Jilemnice, Jebavý, 18,5) **15.–16. Truněček Otakar** (Jiráskovo G Náchod, Škodová, 18,5) **17. Stodola Martin** (G A. Jiráska Litomyšl, Fiala, 18) **18. Matějů Jana** (G Pardubice, Šrollová, 17,5) **19. Šejnoha Jiří** (G Pardubice, Valášek, 17) **20.–21. Ent Petr** (G Ústí nad Orlicí, Helmutová, 16) **20.–21. Hromek Václav** (SPS strojnická Chrudim, Jarešová, 16) **22. Kubík Miroslav** (G Pardubice, Valášek, 15,5) **23. až 24. Müller Jakub** (G Žamberk, Vebr, 15) **23.–24. Středová Doubravka** (Jiráskovo G Náchod, Škodová, 15) **25.–27. Krtička Štěpán** (Jiráskovo G Náchod, Brát, 14) **25.–27. Matoušová Hana** (G A. Jiráska Litomyšl, Fiala, 14) **25.–27. Petříček Tomáš** (G J. K. Tyla Hradec Králové, Šedivý, 14)

# JIHLAVA

## kategorie B

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1. Janda Pavel** | G Telč | B | 34,0 |
| **2. Přikryl Leoš** | G Jihlava. | 3.C | 32,0 |
| **3. Nečesal Petr** | G Moravské Budějovice | kvinta C | 30,5 |
| **4. Tykal Jaroslav** | G Jihlava | 3.C | 24,0 |
| **5. Šopík Břetislav** | G Žďár nad Sázavou | 3.B | 22,0 |

**6. Krupička Radim** (G Žďár nad Sázavou, 3.B, 20) **7. Zámek Martin** (SPŠ Jihlava, A3, 19) **8.–9. Kratochvíl Milan** (G Třebíč, 3.D, 18) **8.–9. Jašek Jakub** (G Žďár nad Sázavou, 3.A, 18) **10. Tomášek Jiří** (G Žďár nad Sázavou, 3.C, 16)

## kategorie C

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1. Hajn Michal** | G Jihlava | 2.B | 36,0 |
| **2. Kozdas Ondřej** | G Jihlava | kvinta A | 31,0 |
| **3. Tardon David** | SPŠ Jihlava | PS2A | 30,0 |
| **4.–5. Urbánek Vít** | G Jihlava | kvinta B | 29,0 |
| **4.–5. Kesslerová Pavla** | G Jihlava | 2.B | 29,0 |

**6.–7. Beneš Pavel** (G Telč, 2.A, 24) **6.–7. Sehnalová Marie** (Biskupské G Žďár nad Sázavou, sexta, 24) **8. až 9. Stupňánek Zdeněk** (G Znojmo, 2.F, 23) **8.–9. Hladík Michal** (G Jihlava, 2.B, 23) **10. Kaláb Josef** (G Jihlava, kvinta B, 21) **11.–12. Uher Petr** (G Třebíč, 2.A, 20) **11.–12. Nováková Jana** (G Žďár nad Sázavou, 2.A, 20) **13. Křivánek Luděk** (G Telč, kvinta, 15)

## kategorie D

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1. Lipovský Jiří** | G Bystřice nad Pernštejnem | kvinta | 30,0 |
| **2. Matoušek Roman** | G Žďár nad Sázavou | kvinta | 27,0 |
| **3. Havlena Martin** | G Jihlava | 1.B | 24,0 |
| **4. Cakl Tomáš** | G Jihlava | 1.A | 19,0 |
| **5.–9. Bartušek Martin** | G Jihlava | 1.B | 18,0 |
| **5.–9. Velc Radovan** | G Jihlava | 1.A | 18,0 |
| **5.–9. Tatíček Marek** | G Nové Město na Moravě | kvinta A | 18,0 |
| **5.–9. Rataj Tomáš** | SPŠ Jihlava | A1 | 18,0 |
| **5.–9. Jančík Zdeněk** | SPŠT Třebíč | EPA1 | 18,0 |

**10. Šotkovský Jan** (G Znojmo, 1.D, 17) **11. Fabriková Jana** (G Velké Meziříčí, kvarta A, 16) **12. Kobza Milan** (G Bystřice nad Pernštejnem, kvinta, 15) **13. Kubita Ivo** (G Znojmo, 1.D, 14)

# LIBEREC

## kategorie B

| | | |
|---|---|---|
| **1. Janeček Oldřich** | G Jablonec, Dr. Randy | 34,0 |
| **2. Macháň Radek** | G F. X. Šaldy Liberec | 24,0 |
| **3. Nouza Tomáš** | G Liberec, Jeronýmova | 21,0 |
| **4. Kopáček Ondřej** | G F. X. Šaldy Liberec | 18,0 |
| **5. Setíkovská Jitka** | G F. X. Šaldy Liberec | 16,0 |

## kategorie C

| | | |
|---|---|---|
| **1. Harcuba** | G Liberec, Jeronýmova | 28,0 |
| **2. Kurka Michal** | G F. X. Šaldy Liberec | 23,0 |
| **3. Rejman Martin** | G Jablonec, U Balvanu | 21,0 |
| **4. Mokrý** | G Jablonec, Dr. Randy | 17,0 |
| **5. Melich** | G Jablonec, U Balvanu | 15,5 |

## kategorie D

| | | |
|---|---|---|
| **1. Sobota Marek** | G Liberec, Jeronýmova | 28,0 |
| **2. Kučera Tomáš** | G Liberec, Jeronýmova | 20,0 |
| **3. Kurka Vojtěch** | G Jablonec, Dr. Randy | 19,0 |
| **4. Martinka Tomáš** | SPŠE Liberec | 17,0 |
| **5. Soukup Jiří** | G Liberec, Jeronýmova | 16,0 |

**6. Gottwald Michal** (G Jablonec, U Balvanu, 15)

# OLOMOUC

## kategorie B

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1. Požár Norbert** | Městské osmileté G Bruntál | Radomír Matonoha | 35,0 |
| **2. Skopalík Josef** | Slovanské G Olomouc | Jan Mikulka | 33,0 |
| **3. Šindler Jaroslav** | G Lipník | Jiří Procházka | 29,5 |
| **4. Švindrych Zdeněk** | Městské osmileté G Bruntál | Radomír Matonoha | 27,5 |
| **5. Odstrčil Václav** | Městské osmileté G Bruntál | Radomír Matonoha | 24,5 |

**6. Brezula Tomáš** (G Jakuba Škody Přerov, Dagmar Kaštilová, 23) **7. Schmiedt Lukáš** (Slovanské G Olomouc, Jan Mikulka, 21)

## kategorie C

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. **Kubánek Michal** | G Jakuba Škody Přerov | Marta Lupačová | 34,0 |
| 2. **Schmoranzer David** | G Olomouc-Hejčín | Iva Stránská | 33,0 |
| 3. **Klesnil Jan** | G Jakuba Škody Přerov | Marta Lupačová | 31,0 |
| 4. **Novotný Jan** | G Vrbno pod Pradědem | Pavel Pytela | 30,0 |
| 5. **Kraus Michal** | G Zábřeh | Pavla Macháčková | 24,0 |

**6. Křístková Veronika** (G Olomouc-Hejčín, Iva Stránská, 23) **7.–8. Čech Petr** (G Jakuba Škody Přerov, Marta Lupačová, 20) **7.–8. Krátký Tomáš** (Slovanské G Olomouc, Jan Mikulka, 20) **9. Dokoupil Otakar** (G Jakuba Škody Přerov, Marta Lupačová, 19) **10. Přehnal Viktor** (G Olomouc-Hejčín, Iva Stránská, 16) **13. Mikmeková Lucie** (G Olomouc-Hejčín, Leopold Kilián, 14)

## kategorie D

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1.-3. **Chmelař Jan** | G Hranice | Zdeněk Jemelík | 23,0 |
| 1.-3. **Rypka Miroslav** | Slovanské G Olomouc | Dita Maryšková | 23,0 |
| 1.-3. **Šrom Jakub** | G Jana Opletala Litovel | Josef Chytil | 23,0 |
| 4. **Kyslinger Martin** | G Šternberk | Karel Tesař | 22,0 |
| 5. **Floder Jiří** | G Hranice | Ivana Kubíčková | 21,0 |

**6.–7. Shánĕl Ondřej** (G Vrbno pod Pradědem, Pavel Pytela, 20) **8.–9. Chromčíková Veronika** (G Jakuba Škody Přerov, Jaromír Fiurášek, 19) **8.–9. Mikulec Roman** (Městské osmileté G Bruntál, Dagmar Hisemová, 19) **10.–12. Daněk Jiří** (Slovanské G Olomouc, Martina Malínková, 17) **13.–17. Burkert Ondřej** (Městské osmileté G Bruntál, Dagmar Hisemová, 16) **13.–17. Lanči Zdeněk** (G Vrbno pod Pradědem, Pavel Pytela, 16) **18. až 19. Perůtka Lukáš** (G Hranice, Zdeněk Jemelík, 15) **18.–19. Sejkora Svatopluk** (G Jeseník, Milena Králová, 15) **20.–25. Krčmář Pavel** (G Jeseník, Marie Matějovská, 14) **20.–25. Oplatek Stanislav** (G Jakuba Škody Přerov, Jaromír Fiurášek, 14) **20.–25. Karásek Lukáš** (G Vrbno pod Pradědem, Pavel Pytela, 14)

# OSTRAVA

## kategorie B

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. **Vala Milan** | G Bílovec | 3.D | RNDr. Radmila Horáková | 32,0 |
| 2.–3. **Malohlava Michal** | G Bílovec | 3.D | RNDr. Radmila Horáková | 31,0 |
| 2.–3. **Zamazal David** | G Bílovec | 3.D | RNDr. Radmila Horáková | 31,0 |
| 4. **Motl Martin** | G Bílovec | 3.D | RNDr. Radmila Horáková | 30,0 |
| 5.–6. **Braška Pavel** | G Bílovec | 3.D | RNDr. Radmila Horáková | 29,0 |
| 5.–6. **Holík Martin** | G Bílovec | 3.C | RNDr. Radmila Horáková | 29,0 |

**7. Žídek Karel** (Mendelovo G Opava, 3.E, 28) **8. Trčka Jan** (G Bílovec, 3.C, RNDr. Radmila Horáková, 26) **9.–10. Berka Karel** (Mendelovo G Opava, 3.C, 25) **9. až 10. Vítek Aleš** (Mendelovo G Opava, 3.F, 25)

**11. až 12. Kreml Ondřej** (G Bílovec, 3.C, 24) **11.–12. Kuběn Martin** (G Bílovec, 3.D, 24) **13. Sikora Martin** (G Bílovec, 3.C, 23) **14.–16. Fulnek Jaromír** (G Bílovec, 3.D, 21) **14.–16. Hudec Patrik** (G Bílovec, 3.C, 21) **14.–16. Vyoral Petr** (G Havířov, Komenského, sexta A, 21) **17.–19. Klus Marek** (G Český Těšín, Havlíčkova, 3.A, 18) **17.–19. Papřok Richard** (Matiční G Ostrava, sexta B, 18) **17.–19. Smrček Ondřej** (Mendelovo G Opava, 3.E, 18) **20. Ščerba Miroslav** (G Havířov, Komenského, 3.C, 17) **21. Hlávka Petr** (Mendelovo G Opava, 3.F, 16) **22. Krumnikl Michal** (G Havířov, Studentská, sexta A, 15)

## kategorie C

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1. Vansa Tibor** | Matiční G Ostrava | kvinta A | Mgr. S. Tichý | 38,0 |
| **2. Matteoni Daniel** | G Český Těšín, Havlíčkova | 2.C | Mgr. J. Szarowski | 36,0 |
| **3. Dvorský Ondřej** | G Bílovec | 2.C | Mgr. J. Fojtů | 31,0 |
| **4.–6. Jílek Mojmír** | G Bílovec | 2.C | Mgr. J. Fojtů | 28,0 |
| **4.–6. Kaluža Jan** | G Frýdek-Místek, ČSA | kvarta C | Mgr. B. Šmiřák | 28,0 |
| **4.–6. Stoklasa Luděk** | G Bílovec | 2.C | Mgr. J. Fojtů | 28,0 |

**7.–8. Moser Miroslav** (G Bílovec, 2.C, 27) **7.–8. Zela Ondřej** (G Frýdek-Místek, ČSA, kvarta C, 27) **9. Kühr Tomáš** (Mendelovo G Opava, kvarta B, 26) **10.–11. Hájek Jaroslav** (G Bílovec, 2.C, 25) **10.–11. Potenský Lukáš** (G Orlová-Lutyně, 2.C, 25) **12.–13. Dubový Vladimír** (Mendelovo G Opava, kvarta A, 24) **12. až 13. Zulkovská Pavla** (G Frýdlant nad Ostravicí, kvarta A, 24) **14. Vencálek Ondřej** (G Frýdek-Místek, ČSA, kvarta B, 23) **15. Kuchta Martin** (G Bílovec, 2.C, 21) **16.–19. Bieček Richard** (SPŠ Ostrava, Kratochvílova, 2.A, 19) **16.–19. Galgonek Jakub** (G Frýdek-Místek, ČSA, kvarta B, 19) **16.–19. Chmelík Michal** (Mendelovo G Opava, 2.E, 19) **16.–19. Olšák Libor** (G Bílovec, 2.C, 19) **20. Soural Petr** (G Frýdek-Místek, ČSA, kvarta A, 18) **21. Butek Stanislav** (G Bílovec, 2.C, 15)

## kategorie D

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1. Cviček Václav** | G Frýdek-Místek, ČSA | tercie A | Mgr. M. Maindová | 37,0 |
| **2. Do Minh Duc** | G Bílovec | 1.C | Mgr. A. Münstrová | 26,0 |
| **3.–4. Ludvík Pavel** | G Bílovec | 1.C | Mgr. A. Münstrová | 25,0 |
| **3.–4. Tůma Karel** | Matiční G Ostrava | kvinta | Mgr. S. Tichý | 25,0 |
| **5.–6. Klimánek Oldřich** | Soukromé osmileté G Frýdek-Místek | 1.A | Mgr. R. Kudrová | 23,0 |
| **5.–6. Kožiak Jaromír** | Mendelovo G Opava | 1.F | Mgr. E. Jedličková | 23,0 |

**7. Witásek Libor** (G Havířov, Komenského, kvinta B, Mgr. D. Pazdziorová, 22) **8.–9. Kalužová Markéta** (Mendelovo G Opava, 1.D, 21) **8.–9. Schmidt Marek** (G Karviná, kvinta B, 21) **10. Kozelková Hana** (Mendelovo G Opava, 1.E, 20) **11.–12. Brus Lukáš** (G Příbor, 1.A, 19) **11.–12. Tlolková Dominika** (G Ostrava-Poruba, Čs. exilu, kvinta B, 19) **13.–16. Franek Jerzy** (G Český Těšín, Havlíčkova, 1.D, 18) **13.–16. Jež Pavel** (G Frýdek-Místek, ČSA, tercie B, 18) **13.–16. Kotajný Petr** (G Český Těšín, Frýdecká, kvarta, 18) **13.–16. Tic Tomáš** (G Ostrava-Poruba, Čs. exilu, 1.D, 18) **17.–18. Monincová Lenka** (Mendelovo G Opava, 1.F, 17) **17. až 18. Přibyla Daniel** (G Český Těšín, Frýdecká, kvarta, 17) **19.–21. Gaczová Barbora** (G Třinec, tercie B, 16) **19.–21. Hlubek Rudolf** (Mendelovo G Opava, 1.E, 16) **19.–21. Puczok Daniel** (G Český Těšín, Havlíčkova, 1.A, 16) ) **22.–26. Bukva Radek** (Mendelovo G Opava, 1.C, 15) **22.–26. Kusák Radim** (G Frýdek-Místek, T. G. Masaryka, 1.B, 15) **22.–26. Mladěnka Aleš** (G Frýdek-Místek, ČSA, tercie B, 15) **22.–26. Šrubař Martin** (SPŠ Frýdek-Místek, 1.B, 15) **22.–26. Tichá Marie** (Mendelovo G Opava, 1.E, 15) **27.–29. Justová Martina** (G Ostrava-Poruba, O. Havlové, kvinta A, 14) **27.–29. Moravec Tomáš** (G Krnov, 1.B, 14) **27.–29. Šlahorek Jakub** (G Frenštát pod Radhoštěm, kvinta A, 14)

# PLZEŇ

## kategorie B

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. **Hrba Martin** | G Sušice | sexta A | Petr Mazanec | 37,0 |
| 2.–3. **Chalupský Jaromír** | G Sušice | sexta A | Petr Mazanec, prof. Vichr | 36,0 |
| 2.–3. **Suchý Ondřej** | G Plzeň, Mikulášské nám. | sexta A | Mgr. Zdeněk Koňařík | 36,0 |
| 4.–5. **Setvín Martin** | G Plzeň, Mikulášské nám. | sexta A | Mgr. Zdeněk Koňařík | 35,0 |
| 4.–5. **Matas Petr** | G J. Vrchlického Klatovy | sexta B | Hana Havlíčková | 35,0 |

**6. Klesa Jan** (G Plzeň, Mikulášské nám., 3.A, Vladislav Kvapil, 34) **7. Kučera Martin** (SPŠE Plzeň, 3.F, RNDr. Karel Matásek, 33,5) **8. Kubař Miloslav** (G J. Š. Baara Domažlice, 3.B, Ludmila Herianová, 31,0) **9. Tomšík Libor** (SPŠE Plzeň, 3.F, RNDr. Karel Matásek, 29,5) **10. Fajt Lukáš** (G J. Š. Baara Domažlice, sexta A, Blanka Žákavcová, 28,0) **11. Skála Jiří** (G Plzeň, Mikulášské nám., sexta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 27,5) **12. Flaška Václav** (Svobodná chebská škola, septima, Ing. Jindřich Papež, 25,0) **13.–14. Křeček Pavel** (G Plzeň, Mikulášské nám., sexta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 21,0) **13.–14. Stilz Jan** (G Plzeň, Mikulášské nám., sexta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 21,0) **15. Mocek Ondřej**, (G Blovice, 3., Miroslav Čadek, 16,5) **16. Novák Ondřej** (G Plzeň, Mikulášské nám., 3.A, Vladislav Kvapil, 15,0)

## kategorie C

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. **Bareš Michal** | G Plzeň, Mikulášské nám. | kvinta A | Mgr. Zdeněk Koňařík | 40,0 |
| 2. **Matouš Václav** | G J. Vrchlického Klatovy | 2.A | Hana Havlíčková | 38,0 |
| 3.–4. **Pavlíček Libor** | G L. Pika Plzeň | sexta L | Dr. Josef Kepka | 31,0 |
| 3.–4. **Ajgl Vladimír** | G Plzeň, Mikulášské nám. | 2.A | Vladislav Kvapil | 31,0 |
| 5.–6. **Krupička Jan** | G Ostrov | sexta A | Bohuslava Kohoutová | 30,0 |
| 5.–6. **Novák Petr** | SPŠE Plzeň | 2.F | RNDr. Karel Matásek | 30,0 |

**7. Mrázek Tomáš** (G Tachov, kvarta A, Zdena Kutláková, 27,5) **8. Beranová Lenka** (G J. Vrchlického Klatovy, sexta C, Josef Veselý, 24,5) **9. Poskočil Jindřich** (G L. Pika Plzeň, sexta M, Ivana Sirotková, 23,5) **10. Krůs Miroslav** (G J. Vrchlického Klatovy, 2.A, Hana Havlíčková, 21) **11. Tuček Vít** (1. české G Karlovy Vary, 2.B, RNDr. Jan Thomas, 20) **12. Otta Josef** (Masarykovo G Plzeň, 2.B, Zbyněk Vastl, 19) **13. Franc Otakar** (G Tachov, kvarta A, Zdena Kutláková, 16) **14. Moravec Jakub** (Svobodná chebská škola, sexta, Ing. Jindřich Papež, 14)

## Kategorie D

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1. Matásek Luboš** | G Plzeň, Mikulášské nám. | kvinta A | Mgr. Zdeněk Koňařík | 37,5 |
| **2. Ajgl Jiří** | G Plzeň, Mikulášské nám. | kvinta A | Mgr. Zdeněk Koňařík | 34,0 |
| **3. Varvařovský Václav** | G Plzeň, Mikulášské nám. | kvinta A | Mgr. Zdeněk Koňařík | 30,0 |
| **4. Smitková Martina** | G Plzeň, Mikulášské nám. | 1.A | Tomáš Havlíček | 29,5 |
| **5.–7. Kozák Tomáš** | G J. Vrchlického Klatovy | kvinta B | RNDr. Věra Kadlecová | 29,0 |
| **5.–7. Mareček David** | G Plzeň, Mikulášské nám. | kvinta A | Mgr. Zdeněk Koňařík | 29,0 |
| **5.–7. Mládek Josef** | G Plzeň, Mikulášské nám. | kvinta A | Mgr. Zdeněk Koňařík | 29,0 |

**8.–9. Lenc Ladislav** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvinta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 27) **8.–9. Jílek Martin** (G J. Š. Baara Domažlice, 1., Marie Fajtová, 27) **10. Huy Nguyen quang** (SPŠE Plzeň, 1.B, RNDr. Karel Matásek, 26,5) **11.–13. Kosová Martina** (G Blovice, kvinta, Miroslav Čadek, 26) **11.–13. Vostracká Barbora** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvinta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 26) **11.–13. Svoboda Jaroslav** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvinta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 26) **14. Nejdl Jaroslav** (G J. Vrchlického Klatovy, kvinta A, Hana Havlíčková, 23) **15.–16. Hanh Vu Kim** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvinta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 22) **15. až 16. Šteklová Klára** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvinta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 22) **17.–19. Klesa Pavel** (G Plzeň, Mikulášské nám., 1.A, Tomáš Havlíček, 21) **17.–19. Pelcman Ondřej** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvinta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 21) **17.–19. Pytlík Martin** (G L. Pika Plzeň, 1.A, Dr. Josef Kepka, 21) **20. až 23. Nová Jana** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvinta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 20) **20.–23. Baumruk Martin** (G L. Pika Plzeň, kvinta L, Mgr. Ivana Sirotková, 20) **20.–23. Havlík Filip** (1. české G Karlovy Vary, kvinta A, prof. Burian, 20) **20.–23. Salášek Martin** (G L. Pika Plzeň, kvinta L, Mgr. Ivana Sirotková, 20) **24.–26. Reitspies Jiří** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvinta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 19) **24.–26. Vlček Josef** (G J. Vrchlického Klatovy, kvinta A, Hana Havlíčková, 19) **24.–26. Malý Lukáš** (G Sokolov, 1.D, Mgr. Jiří Bouška, 19) **27. až 30. Janoušková Eva** (G J. Vrchlického Klatovy, kvinta B, RNDr. Věra Kadlecová, 18) **27.–30. Tien Dung Nguyen** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvinta A, Mgr. Zdeněk Koňařík, 18) **27.–30. Davídek Ondřej** (G L. Pika Plzeň, kvinta M, Milan Pěchouček, 18) **27.–30. Plichta Miroslav** (G J. Š. Baara Domažlice, kvinta, Marie Fajtová, 18) **31.–32. Havlíčková Hana** (G J. Vrchlického Klatovy, kvinta B, RNDr. Věra Kadlecová, 17) **31. až 32. Pivko Martin** (1. české G Karlovy Vary, 1.B, Ing. Miloš Patera, 17) **33.–34. Hosnedl Michal** (G J. Vrchlického Klatovy, kvinta B, RNDr. Věra Kadlecová, 16) **33.–34. Štípková Martina** (G J. Vrchlického Klatovy, kvarta C, Josef Veselý, 16) **35.–36. Pena Lukáš** (G J. Š. Baara Domažlice, kvinta, Marie Fajtová, 15) **35. až 36. Hendrych Miroslav** (SPŠE Plzeň, 1.F, Mgr. Ivana Vargová, 15) **37. Levora Miroslav** (G Plzeň, Mikulášské nám., kvinta C, Tomáš Havlíček, 14)*

* Ve dnech 10.–14. 9. 2001 se uskuteční soustředění úspěšných řešitelů FO Plzeňského a Karlovarského kraje za podpory Západočeské energetiky, a. s.

# PRAHA

## kategorie B

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. **Kapitán Jan** | G Praha 6, Parléřova | 3.A | Dr. Kapoun | 40,0 |
| 2. **Pipek Jan** | G Praha 6, Parléřova | septima A | Dr. Kapoun | 37,5 |
| 3. **Kratochvíl Jan** | G Praha 1, Panská | 3.K | Mgr. Reichl | 37,0 |
| 4. **Němec František** | G Praha 5, Zborovská | 3.C | Doc. Kluiber | 36,5 |
| 5. **Beránek Martin** | G Praha 4, Ohradní | sexta | Dr. Jireš | 34,0 |

**6. Cibulka Michal** (G Praha 1, Štěpánská, 3., Mgr. Srp, 33) **7. Pergler Filip** (G Praha 4, Postupická, kvinta A, Hurtlová, 30) **8.–10. Jelínek Petr** (G Praha 6, Parléřova, septima A, Dr. Kapoun, 27) **8.–10. Konečný Jan** (G Praha 5, Zborovská, 3.C, Doc. Kluiber, 27) **8.–10. Přeček Martin** (G Praha 8, U Libeňského Zámku, 3.E, Medlín, 27) **11. Havrdová Lenka** (G Praha 4, Písnická, sexta, Bímová, 26,5) **12. Kováč Michal** (G Praha 6, Arabská, 3.F, Bičáková, 25,5) **13.–14. Nevařil Lubomír** (G Praha 2, Botičská, kvinta B, Vítečková, 24,5) **13. až 14. Steffl Jan** (G Praha 6, Parléřova, 3.B, Dr. Kapoun, 24,5) **15.–17. Doubek Jiří** (G Praha 6, Arabská, 3.G, Mgr. Jupa, 24) **15.–17. Kořínková Markéta** (G Praha 6, Parléřova, 3.A, Dr. Kapoun, 24) **15.–17. Suchara Martin** (G Praha 5, Zborovská, sexta M, Kořínek, 24) **18. Preclíková Jana** (G Praha 6, Parléřova, septima A, Dr. Kapoun, 23,5) **19. Fiala Jan** (G Praha 8, U Libeňského Zámku, 3.E, Medlín, 22) **20. Bilak Jan** (G Praha 1, Panská, 3.K, Mgr. Reichl, 21) **21. Svoboda Jiří** (G Praha 5, Zborovská, sexta M, Kořínek, 19) **22. Plašil Ondřej** (G Praha 9, Chodovická, septima B, Dr. Pacáková, 18) **23. Koc Martin** (G Praha 10, Voděradská, sexta B, Dr. Zýková, 17) **24. Ráfl Jakub** (G Praha 6, Parléřova, septima A, Dr. Kapoun, 15)

## kategorie C

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. **Cibulka Josef** | G Praha 1, Štěpánská | 2.B | Dr. Míček | 35,0 |
| 2. **Tancer Martin** | G Praha 5, Zborovská | 2.C | Doc. Chvosta | 34,0 |
| 3. **Blažek Martin** | G Praha 9 Českolipská | kvinta A | Mgr. Janovský | 28,0 |
| 4.–5. **Čejka Zdeněk** | G Praha 8, U libeňského zámku | 2.E | Mgr. Medlín | 27,0 |
| 4.–5. **Strachota Pavel** | G Praha 9, Litoměřická | 2.D | Ing. Bartošic | 27,0 |

**6. Andrlík Vít** (G Praha 6, Arabská, 2.D, Bičáková, 24) **7. Klimeš Martin** (G Praha 2, Botičská, 2.A, Sudzinová, 23) **8. Panáček Jan** (G Praha 5, Mezi Školami, sexta A, Gianniki, 20) **9.–11. Fröhlich Jan** (G Praha 5, Mezi Školami, sexta A, Giannitsi, 19) **9.–11. Holubářová Šárka** (G Praha 1, Hellichova, kvarta B, Plášek, 19) **9. až 11. Řezanka Michal** (G Praha 5, Zborovská, 2.C, Doc. Chvosta, 19) **12.–13. Komm Michael** (G Praha 6, Parléřova, sexta, Kopecký, 18) **12.–13. Pacák Jan** (G Praha 5, Zborovská, 2.C, Doc. Chvosta, 18) **14. Buchta Tomáš** (G Praha 5, Zborovská, 2.C, Doc. Chvosta, 17) **15. Vilikus Ondřej** (G Praha 6, Nad Alejí, 2.B, Hrubeš, 16)

## kategorie D

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. **Kazda Alexandr** | G Praha 6, Nad Alejí | kvinta A | Dr. Töpferová | 28,0 |
| 2. **Cígler Luděk** | G Praha 10, Voděradská | kvinta A | Procházková | 25,0 |
| 3. **Prokop Daniel** | G Praha 5, Zborovská | 1.C | Doc. Kluiber | 24,0 |
| 4. **Sakiqi Fatjon** | G Praha 5, Zborovská | 1.C | Doc. Kluiber | 23,0 |
| 5.–9. **Dubec Jan** | G Praha 1, Křemencova | 1.A | Mgr. Čechová | 21,0 |
| 5.–9. **Jirků Michaela** | G Praha 6, Arabská | 1.D | Bičáková | 21,0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **5.–9. Lessner Dan** | G Praha 5, Zborovská | kvarta M | Chvosta | 21,0 |
| **5.–9. Mertl Jakub** | G Praha 2, Botičská | tercie B | Vítečková | 21,0 |
| **5.–9. Turek Lukáš** | G Praha 5, Zborovská | 1.C | Doc. Kluiber | 21,0 |

**10.–11. Ivanková Kristýna** (G Praha 2, Botičská, tercie A, Mgr. Balatková, 20) **10.–11. Sklenář Jan** (G Praha 10, Voděradská, kvinta A, Procházková, 20) **12.–15. Kadlec Jan** (G Praha 5, Zborovská, 1.C, Doc. Kluiber, 19) **12.–15. Moulík Karel** (G Praha 2, Botičská, tercie B, Vítečková, 19) **12.–15. Veselý Martin** (G Praha 2, Ječná, 1.C, Dr. Rašek, 19) **12.–15. Vích Jan** (G Praha 9, Chodovická, kvinta A, Pacáková, 19) **16.–21. Hrušecký Michal** (G Praha 4, Postupická, tercie B, Zmeškalová, 18) **16.–21. Hudeček Jan** (G Praha 10, Voděradská, kvinta B, Zýková, 18) **16.–21. Jirka Jiří** (G Praha 6, Arabská, 1.E, Jupa, 18) **16.–21. Procházka David** (G Praha 10, Voděradská, kvinta B, Zýková, 18) **16.–21. Růžička Štěpán** (G Praha 6, Parléřova, 1.B, Mgr. Kopecký, 18) **16.–21. Sviták David** (G Praha 10, Voděradská, 1.E, Dr. Vohlídalová, 18) **22.–23. Bašta Petr** (G Praha 10, Voděradská, kvinta A, Mgr. Procházková, 16) **22.–23. Vlach Jan** (G Praha 6, Parléřova, kvinta, Lahodová, 16) **24.–26. Burdová Kamila** (G Praha 5, Zborovská, 1.C, Doc. Kluiber, 15) **24.–26. Trnka Jaroslav** (G Praha 3, Na Ohradě, 1.B, Dr. Fraňková, 15) **24.–26. Drábová Jana** (G Praha 5, Zborovská, 1.C, Doc. Kluiber, 15) **27. až 28. Jiřík Leoš** (G Praha 1, Panská, 2.L, Ing. Chval, 14) **27.–28. Vojta Adolf** (G Praha 5, Zborovská, 1.C, Doc. Kluiber, 14)

# STŘEDNÍ ČECHY

## kategorie B

| | | |
|---|---|---|
| **1. Vališ Pavel** | G Kralupy | 32,0 |
| **2. Kožar Jan** | G Kladno | 30,0 |
| **3. Aftanas Milan** | G Kladno | 26,0 |
| **4. Václavek Ladislav** | G dr. J. Pekaře Mladá Boleslav | 24,0 |
| **5.–6. Svoboda Jiří** | G dr. J. Pekaře Mladá Boleslav | 21,0 |
| **5.–6. Vácha Jaroslav** | G Příbram | 21,0 |

**7. Tišerová Hana** (G dr. J. Pekaře Mladá Boleslav, 20) **8. Havlíček Jiří** (G dr. J. Pekaře Mladá Boleslav, 19) **9. Svoboda Ondřej** (G Kladno, 18) **10. Kunc Jan** (G Kolín, 16)

## kategorie C

| | | |
|---|---|---|
| **1. Doubek Martin** | G Kladno, nám. E. Beneše | 38,0 |
| **2. Chochola Ondřej** | G Kladno, nám. E. Beneše | 35,0 |
| **3.–4. Hanzák Tomáš** | G Kladno, nám. E. Beneše | 34,0 |
| **3.–4. Václavů Michal** | G Kolín | 34,0 |
| **5. Vinklárek Ondřej** | G Kolín | 27,0 |

**6.–7. Kavánek Petr** (G Čáslav, 24) **6.–7. Münzberger Michal** (G Nymburk, 24) **8.–9. Vlach Jiří** (G Sedlčany, 19) **8.–9. Veselá Kristýna** (G Kolín, 19) **10. Tománek Jaroslav** (G Beroun, 18) **11.–12. Novák Václav** (G dr. J. Pekaře Mladá Boleslav, 16) **11.–12. Kodetová Martina** (G Čáslav, 16)

## kategorie D

| | | |
|---|---|---|
| 1. **Čížek Pavel** | G Kralupy | 31,0 |
| 2. **Lamač Jan** | G Mnichovo Hradiště | 27,5 |
| 3. **Paleček Jiří** | G Kladno | 27,0 |
| 4. **Brom Pavel** | G dr. J. Pekaře Mladá Boleslav | 23,0 |
| 5.–6. **Motl Michal** | G Benešov | 21,0 |
| 5.–6. **Žohová Ivana** | G Kutná Hora | 21,0 |

**7.–8. Kruliš Martin** (G Kolín, 20,5) **7.–8. Svobodová Stanislava** (G Hořovice, 20,5) **9. Burešová Jana** (Sportovní G Kladno, 20,25) **10. Vamberský Petr** (SPŠ Kutná Hora, 20) **11.–14. Scheirich Daniel** (G Kladno, 19,5) **11.–14. Urbář Jaroslav** (G Kladno, 19,5) **11.–14. Hyldebrand Jiří** (G Vlašim, 19,5) **11.–14. Sobotová Kateřina** (G Poděbrady, 19,5) **15.–17. Kraček Jan** (Sportovní G Kladno, 19) **15.–17. Kvičera Milan** (G Poděbrady, 19) **15.–17. Pavlík Jaroslav** (G Poděbrady, 19) **18.–20. Nguyen Petr** (G Čáslav, 18,5) **18.–20. Hofta Jan** (G Říčany, 18,5) **18.–20. Picková Radka** (G dr. J. Pekaře Mladá Boleslav, 18,5) **21. Procházka Petr** (G Čáslav, 17,75) **22. Dušek Martin** (G Český Brod, 17,5) **23.–24. Beran Michal** (G Benešov, 17) **23.–24. Jandák Mikuláš** (G Kolín, 17) **25. Hybler Roman** (G Nymburk, 16,25) **26.–27. Stypplová Hana** (G Benešov, 16) **26.–27. Matějka Roman** (G Slaný, 16) **28.–29. Megela Alexandr** (G Čelákovice, 15,5) **28.–29. Nouzák Josef** (SPŠ Kutná Hora, 15,5)

# ÚSTÍ NAD LABEM

## kategorie B

| | | |
|---|---|---|
| 1. **Menčík Vlastimil** | G Děčín | 30,0 |
| 2. **Chrz Martin** | G T. G. Masaryka Litvínov | 29,0 |
| 3. **Vinš Miroslav** | G Litoměřice | 28,0 |
| 4. **Christovová Anežka** | G Litoměřice | 24,5 |
| 5. **Levic Jakub** | G Louny | 24,0 |

**6. Štěpán Vojtěch** (G Ústí nad Labem, Stavbařů, 23) **7. Garfield Jirásko Vlastimil** (G Ústí nad Labem, Stavbařů, 20) **8. Kodym Jan** (G Litvínov, 19) **9. Hrnčíř Martin** (G Teplice, 17) **10. Klíma Petr** (G Louny, 16)

## kategorie C

| | | |
|---|---|---|
| 1. **Šulc Miroslav** | G Ústí nad Labem, Stavbařů | 35,0 |
| 2. **Svoboda Jan** | SPŠ strojní a dopravní Děčín | 27,5 |
| 3. **Pillár Pavel** | G Děčín | 27,0 |
| 4. **Brejcha Tomáš** | G Teplice | 24,5 |
| 5. **Pešek Jiří** | G Ústí nad Labem, Stavbařů | 19,5 |

**6. Švehla Jan** (G Ústí nad Labem, Stavbařů, 19) **7. Čvančara Lukáš** (G Ústí nad Labem, Stavbařů, 17) **8. Plochová Lucie** (G Teplice, 16)

### kategorie D

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1. Novák Alexander** | G Lovosice | Miloš Štyks | 29,0 |
| **2. Březina Jan** | G Teplice | Zdeněk Vácha | 24,0 |
| **3. Honzl Ondřej** | G Podbořany | Marie Honzlová | 23,0 |
| **4.–5. Bartoš Ladislav** | G Litoměřice | Miroslav Eliáš | 17,0 |
| **4.–5. Hanuš Josef** | G Děčín | Petr Vlček | 17,0 |

**6.–7. Adamčík Josef** (SPŠ strojní a dopravní Děčín, p. uč. Jelínek, 16) **6.–7. Novák Libor** (G Roudnice, Soňa Kohoutová, 16) **8. Petrová Vladimíra** (G Litoměřice, Olga Vojtíšková, 15) **9. Veselý Jan** (G Teplice, Zdeněk Vácha, 14)

## ZLÍN

### kategorie B

| | | |
|---|---|---|
| **1. Vitovjak Radek** | SPŠ Zlín | 36,0 |
| **2. Plachý Jiří** | G Uherské Hradiště | 32,0 |
| **3. Kočica P.** | G Uherský Brod | 28,0 |
| **4. Uhlíř Vojtěch** | G Uherské Hradiště | 25,0 |
| **5. Alster Jan** | G Holešov | 23,0 |

**6. Hala Josef** (G Uherské Hradiště, 20) **7.–8. Bumbálek Petr** (G Kroměříž, 17) **7.-8. Hrabal Ondřej** (SPŠ Uherské Hradiště, 17)

### kategorie C

| | | |
|---|---|---|
| **1. Paška Přemysl** | G Uherské Hradiště | 35,0 |
| **2. Frolec Jakub** | G Kyjov | 34,0 |
| **3. Čechmánek Jan** | G Uherské Hradiště | 23,0 |
| **4. Janík Pavel** | G Uherské Hradiště | 21,0 |
| **5. Hron Jiří** | G Uherské Hradiště | 18,0 |

**6. Manethová Kateřina** (G Uherský Brod, 16) **7. Běták Vojtěch** (G Staré Město, 15)

### kategorie D

| | | |
|---|---|---|
| **1.–3. Michna Viktor** | SPŠ Uherské Hradiště | 21,0 |
| **1.–3. Siegl Petr** | G Uherský Brod | 21,0 |
| **1.–3. Absatz Leoš** | SPŠ Zlín | 21,0 |
| **4.–5. Sedlář Radek** | G Kyjov | 19,0 |
| **4.–5. Krejčiřík Radek** | G Uherské Hradiště | 19,0 |

**6.–7. Čechal Tomáš** (G Kyjov, 17) **6.–7. Vavrys Jan** (G Uherský Brod, 17) **8.–10. Zavrtálková Lenka** (G Kyjov, 15) **8.–10. Kadlček T.** (G Uherský Brod, 15) **8.–10. Kaštovský Petr** (SPŠ Zlín, 15) **11. Cetkovský Martin** (G Zlín, 14)

# Ohlédnutí za 31. mezinárodní fyzikální olympiádou

*Bohumil Vybíral*, Ivo Volf**, Ústřední výbor FO, Univerzita Hradec Králové*

Když v Brně skončilo třetí kolo fyzikální olympiády, nabídli jsme z pověření Ústředního výboru fyzikální olympiády nejlepším deseti účastníkům z řad vítězů, aby se připravovali na účast na 31. mezinárodní fyzikální olympiádě. **Příprava** spočívala ve standardním postupu, který se v několika posledních letech osvědčil: **řešení 150 úloh ze Sbírky úloh pro přípravu na MFO**, dále v **řešení problémů z korespondenčního semináře** a potom z **účasti na soustředění**, které se uskutečňuje již po několik let na katedře fyziky Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové (UHK). Na soustředění jsme se věnovali jednak doplnění středoškolského učiva tak, aby účastníci měli znalosti, jež požaduje tzv. Sylabus MFO; jde o výběr témat v rozsahu osnov dřívějších matematicko-fyzikálních tříd, doplněný ještě o několik obtížných témat. Kromě toho bylo hlavním úkolem soustředění **konání laboratorních cvičení**. Je nám totiž přímo od soutěžících FO známo, že laboratorní práce se skoro nikde nedělají v rozsahu výuky fyziky konce osmdesátých let. Tehdy se v matematicko-fyzikálních třídách dělaly laboratorní práce v počtu 16 prací za školní rok. Proto účastníci soustředění měli za úkol provést denně dvě laboratorní práce a zpracovat o nich protokol. Soustředění se z první desítky nezúčastnil Jan Houštěk, který absolvoval toto soustředění již dvakrát a který se podílel na přípravě a na průběhu jiného soustředění pro soutěžící z kategorie B. Dále těsně před soustředěním, na naši žádost o vyjádření, odmítli dva potenciální účastníci – Martin Kozák z gymnázia v Klatovech a Jaroslav Dobrý z gymnázia v Plzni – účast na MFO. František Němec z Dopplerova gymnázia v Praze se v době MFO účastnil mezinárodního TMF, takže se již v květnu omluvil.

Na základě dlouhodobých výsledků soutěžících (sledovali jsme jejich úspěchy za poslední dva roky) jsme navrhli Ministerstvu školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, aby se soutěže 31. MFO zúčastnili:

**Jan Houštěk**, absolvent gymnázia v Pelhřimově,

**Jiří Chaloupka**, absolvent gymnázia v Židlochovicích,

**Jan Kapitán**, student Keplerova gymnázia v Praze,

**Karel Kouřil**, absolvent gymnázia v Blansku,

**Jan Houfek**, absolvent gymnázia v Uherském Hradišti.

Vedením delegace byl pověřen Doc. RNDr. Ivo Volf, CSc., vedoucí katedry fyziky Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové a předseda ÚVFO, pedagogickým vedoucím byl prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc., prorektor UHK. Po stránce administrativní a organizační odevzdali pracovníci MŠMT dr. V. Müller a dr. E. Urbanová dobrou práci; úspěchu výjezdu napomohly pracovnice Domu zahraničních styků MŠMT (paní Smržová, Šnajdová a Kolowratová).

31. mezinárodní fyzikální olympiáda byla uspořádána ve dnech 8. až 16. července 2000 ve starobylém anglickém městě Leicester (čti lestr) ve Velké Británii. Organizace mezinárodní soutěže byla svěřena Univerzitě v Leicesteru a na její přípravě se podílel Národní komitét Britské fyzikální olympiády, katedry fyziky několika britských univerzit, Institut fyziky a řada sponzorů, včetně Královské společnosti věd, Národních fyzikálních laboratoří a několika významných podniků (např. firma Rolls-Royce). Organizační výbor vedl prof. Sir Martin Rees,

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

královský astronom, pracovník Univerzity v Cambridgi a bývalý rektor Univerzity v Leicesteru, nyní vedoucí pracovník Národní observatoře v Greenwichi, veškeré kontakty probíhaly přes generálního sekretáře MFO Dr. Cyrila Isenberga z Univerzity v Kentu.

Z Prahy jsme odletěli dne 8. července 2000 v 7.45 linkou British Airways do Londýna na letiště v Heathrow, metrem jsme přejeli přes celý Londýn na nádraží St. Pancras, odkud jsme pokračovali asi 1,5 hodiny do Leicesteru. Přímé autobusové spojení, které existuje z letiště Heathrow do mnoha větších britských měst, bylo až do večera obsazeno. Od příjezdu do Leicesteru se náš již ujali organizátoři soutěže.

Ubytováni jsme byli ve studentských kolejích; vedoucí a soutěžící jsou zpravidla ubytováni v různých objektech, někdy i od sebe dost vzdálených (zde byla vzdálenost obou míst asi 2 km), studenty po dobu soutěže převzal „guide" Kateřina Kášová, která v současné době končí studium obchodního managementu na Univerzitě v Cambridgi. Se studenty jsme se pak z pracovních důvodů viděli ještě na zahájení a potom poslední dva dny (na závěr soutěže a odjezdový den). Je totiž zvykem na mezinárodních fyzikálních olympiádách, že kontakt vedoucích a soutěžících se výrazně omezuje ze soutěžních důvodů.

**Program pro vedoucí delegací byl následující:**

8. července – den příjezdu, večer úvodní setkání

9. července – slavnostní zahájení za přítomnosti vedoucích, soutěžících a veřejnosti, od 14 hodin odpoledne do 7 hodin rána dalšího dne probíhaly diskuse o teoretických úlohách, překlady a přepis úloh na počítači

10. července – řešení teoretických úloh soutěžícími, pro vedoucí byla uspořádána exkurze do Londýna do Národní observatoře v Greenwichi, do planetária a do námořního muzea, potom jsme se přemístili lodí do centra Londýna; po návratu jsme obdrželi xeroxy řešení soutěžních úloh a od 22 hodin do 9 hodin následujícího dne proběhla oprava studentských prací

11. července – odpoledne od 14 hodin do 3 hodin časného rána dalšího dne probíhala diskuze o praktických úlohách, překlady a přepis na počítači

12. července – exkurze na Univerzitu v Oxfordu, návrat v 19 hodin, od 23 hodin do 12 hodin následujícího dne opravy experimentálních úloh

13. července – moderování teoretických a experimentálních úloh, jednání s komisemi korektorů

14. července – dopoledne pokračování v moderování, odpoledne zasedání Mezinárodní komise a schválení výsledků soutěže

15. července – odpoledne závěrečné slavnostní zasedání za účasti veřejnosti a dvou nositelů Nobelovy ceny spojené s předáním ocenění úspěšným řešitelům

16. července – odjezd v 8.39 vlakem do Londýna, návštěva Národní galerie a prohlídka památek v centru Londýna, v 17.55 odlet do Prahy (přílet ve 21 hodin).

Program studentů byl obdobný, s mírnými změnami, časově poněkud posunutý.

Jak je dáno statutem mezinárodních fyzikálních olympiád, soutěžní úlohy musí tvořit dvě sady problémů – tři úlohy jsou teoretické, dvě úlohy experimentální. Každá sada úloh se řeší po dobu pěti hodin, soutěž probíhá ve dvou dnech, které po sobě bezprostředně nenásledují. Úroveň letošních úloh byla značně vysoká, všechny se výrazně vymykaly standardním středoškolským požadavkům a byly náročné i časově – odhadovali jsme společně se studenty, že např. první úloha, kterou uvádíme v plném znění v závěru naší informace a která se skládala z pěti na sebe nenavazujících částí, by zabrala nadanému gymnazistovi z České republiky na celostátním kole právě celých pět hodin – a na MFO bylo pro její řešení vymezeno přibližně 100 minut. Obtížností a časovou náročností byly úlohy výrazně na větší výši než úlohy na několika posledních MFO. Toto mínění sdílela většina delegátů, někteří ho vyjádřili na zasedání mezinárodní komise, avšak při hlasování získal soubor teoretických úloh většinu v tomto obtížnějším stupni.

**Teoretická část soutěže** obsahovala následující úlohy:

*První teoretická úloha* se skládala z pěti částí, jež se zabývaly následujícími problémy: A – pohyb skokana na pružném laně (bungee jumper), B – tepelný stroj, C – určení stáří Země z existence izotopů uranu a olova v horninách, D – elektrické pole spojitě rozloženého náboje, E – rotace měděného kroužku v geomagnetickém poli.

*Druhá teoretická úloha* se zaměřila na studium pohybu nabité částice (elektronu z elektronového děla) v elektromagnetickém poli pro nerelativistický případ a na určení měrného náboje elektronu.

*Třetí teoretická úloha* zkoumala gravitační vlny a vliv gravitačního pole na šíření světla na základě fyzikálního rozboru navržené experimentální soupravy.

Ke všem úlohám byl připraven **List odpovědí** (tzv. Answer shift), v němž měli řešitelé sumarizovat výsledky svých fyzikálních úvah, formulovat stručné odpovědi a uvést výsledné vztahy i číselné výsledky, k nimž se dopracovali. List odpovědí byl zároveň východiskem pro domácí korektory k hodnocení řešení úloh; poté, co zjistili, zda se získané výsledky shodují či odlišují od autorského řešení, se věnovali hlubším studiu protokolů o řešení. Na rozdíl od naší domácí soutěže, kde vedeme studenty-středoškoláky k tomu, aby jasně vyjádřili (a to nejen vzorci, ale i slovy) své myšlenky, požadovalo se v doprovodném textu na řešitelích, aby používali vztahy, čísla, obrázky a grafy a „*slova pokud možno co nejméně*". Pořadatelé poskytli vedoucím delegací řešení úloh a bodové hodnocení – jak texty úloh, tak i řešení a rozložení bodů pro jednotné hodnocení musejí být schváleny mezinárodní komisí. Opravy soutěžních prací pak probíhaly ve dvou směrech současně – opravovali vedoucí delegací i členové skupin místních korektorů. Přitom není neobvyklé, že řada místních korektorů je vybrána tak, že rozumí řešení v národních jazycích soutěžících (i když právě čeština je pro místní jazykem dosti exotickým). Obě skupiny si potom poskytnou navzájem výsledky svého bodového hodnocení. Na závěr pak probíhá „moderování", tj. dohadovací řízení ke stanovení závěrečného hodnocení. Přitom obě hodnocení jsou značně korektní – závěrečný počet bodů za teoretické úlohy členů našeho družstva jsme navrhli ve výši 68,5 bodu ze 150 bodů možných, po moderování bylo hodnocení upraveno na 70,6 bodu. Toto hodnocení představuje 47 % získaných bodů našimi studenty. O obtížnosti soutěže svědčí i celkově malý počet medailí (porovnej dále).

**Praktická část soutěže** obsahovala úlohy:

*První experimentální úloha* se zaměřila na výzkum záření wolframového vlákna žárovky a na určení jeho teploty, přičemž se využilo spektrometru, vzniklého z úlomku CD-Romu.

*Druhá experimentální úloha* zkoumala klouzavý pohyb z jedné strany magnetického válečku (to, že je tento váleček magnetický, však soutěžící nevěděli) po kovové (hliníkové) nakloněné rovině a vliv brzdící síly na pohyb válečku.

Je nutno poznamenat, že obě úlohy byly zcela nestandardní, měly ryze výzkumný charakter a že jejich řešení proběhlo při pomůckovém omezení. Řešitelé mohli použít pouze zadaných pomůcek a pro řešení museli vyslovit několik hypotéz, jejichž platnost potom ověřovali. Na úlohy tohoto typu nejsou naši studenti ze školy dobře připravení (např. na rozdíl od studentů ze škol anglických či amerických), neboť ve školní výuce fyziky se nevyskytují. Bývají občas zařazovány do mimoškolní činnosti, např. do fyzikální olympiády. Hodnocení experimentálních úloh našich studentů bylo 51,6 bodu ze 100 bodů možných, tj. 51,6 %. Celkově lze bodový výsledek našich soutěžících na mezinárodní fyzikální olympiádě vyjádřit zlomkem 122,2/150, tj. naši soutěžící získali 49 % bodů, což považujeme za nejslabší výsledek získaný v poslední době. Vzhledem ke statutu MFO byli tedy tři naši studenti mezi úspěšnými řešiteli, dva další s bodovými výsledky 16,4 bodu a 17,3 bodu byli na soutěži neúspěšní, neboť dosáhli pouze 33 % a 35 % možného počtu bodů. Způsob stanovení hranice úspěšnosti a meze pro získání medailí jsou uvedeny dále.

Přehledně lze vyjádřit výsledky soutěžících z České republiky:

21. Jan Houštěk, získal 34,1 bodu a **stříbrnou medaili**;

28. Jiří Chaloupka získal 31,7 bodu a **bronzovou medaili**;

100. Jan Kapitán získal 22,7 bodu a **čestné uznání**;

159. Karel Kouřil získal 17,3 bodu a potvrzení o účasti;

174. Jan Houfek získal 16,4 bodu a potvrzení o účasti.

**V první stovce nejlepších mladých fyziků z celého světa se tedy nacházejí tři studenti z České republiky.** Porovnejte si tento výsledek třeba s výsledky našich sportovců v jednotlivých olympijských sportech.

31. mezinárodní fyzikální olympiády ve Velké Británii se zúčastnily delegace ze 63 zemí ze čtyř kontinentů, tj. 296 soutěžících a asi 150 vedoucích delegací a pozorovatelů. Z některých států přijelo 3–5 členů doprovodu studentů. Celkové hodnocení soutěže bylo uzavřeno na zasedání Mezinárodní komise v pátek 14. července. Nejlepším řešitelem byl Lu Ying z Číny, který získal 43,4 bodu z 50 bodů možných, na dalších dvou místech byl Ch. Keller ze Švýcarska se 41,1 bodu a Xiao Jing z Číny se 40,4 body. Průměrné hodnocení těchto tří řešitelů 41,6 bodu dalo základ pro celkové hodnocení: úspěšným řešitelem se letos stal každý, kdo dosáhl alespoň 20,0 bodů. Odtud bylo schváleno, že 15 soutěžících obdrželo zlatou medaili, 11 stříbrnou medaili, 42 soutěžících bronzovou medaili a 62 účastníků čestné uznání, tj. 130 účastníků bylo v soutěži úspěšnými řešiteli (44 %), zbývajících 166 účastníků nesplnilo podmínku úspěšnosti (56 %).

31. MFO opět potvrdila trend prosazování se asijských států: mezi prvními deseti týmy bylo sedm asijských a jenom dva evropské. Nejlepším týmem bylo družstvo Čínské lidové republiky (5 zlatých medailí, 199,2 bodu), dále Rusko (2 zlaté, 2 stříbrné, 1 bronzová, 173,2 bodu), Indie (2 zlaté, 2 bronzové, 1 čestné uznání, 163,4 bodu), Maďarsko (2 zlaté, 3 bronzové, 162,6 bodu), Irán (3 stříbrné, 2 bronzové, 160,5 bodu), Tchaj-wan (2 zlaté, 2 bronzové, 1 čestné uznání, 159,3 bodu), USA (1 stříbrná, 4 bronzové, 153,2 bodu), Korea (3 stříbrné, 1 čestné uznání, 148,2 bodu), Vietnam (4 bronzové, 1 čestné uznání, 137,6 bodu), Indonésie (4 bronzové, 1 čestné uznání, 136,4 bodu). Po první desítce se na dalších místech umístila družstva Bulharska, Ukrajiny, Austrálie, Jugoslávie a Velké Británie. **Na čestném 16. místě v pořadí družstev se umístilo družstvo České republiky** (1 stříbrná, 1 bronzová, 1 čestné uznání, 122,2 bodu), dále Německo, Singapur, Finsko, Švýcarsko, Bělorusko **a na 22. místě družstvo Slovenské republiky** (4 čestná uznání, 105,9 bodu). Družstva z 22 států neměla ani jednoho úspěšného řešitele.

Závěrem chceme tímto poděkovat všem, kteří se zasloužili o úspěch našich soutěžících, ať to jsou učitelé fyziky na školách, členové regionálních výborů FO nebo přednášející či vedoucí cvičení na soustředěních. Bez nich by totiž – pouze se standardní výukou fyziky na středních školách – byl tento výsledek nemožný.

Uvedeme text zadání první úlohy – pokuste se je jako učitelé fyziky vyřešit a udělejte si představu o obtížnosti soutěže mezinárodní fyzikální olympiáda.

**Teoretická úloha 1**

A) Bungee jumper je připojen k jednomu konci dlouhého pružného lana. Druhý konec pružného lana je upevněn k vysokému mostu. Skokan vykročí z mostu a padá z klidu z mostu k řece dolů. Nedopadne až do vody. Hmotnost skokana je $m$, délka nezatíženého lana je $L$, tuhost lana je $k$ a tíhové zrychlení je $g$.

Předpokládejme, že

- skokana můžeme považovat za hmotný bod o hmotnosti $m$ připevněný na konec lana,
- hmotnost lana je zanedbatelná vzhledem k $m$,
- lano splňuje Hookův zákon,
- odpor vzduchu při pádu skokana lze zanedbat.

Vypočtěte výrazy pro následující veličiny a zapište do listu odpovědí:

- vzdálenost $y$, kterou skokan proletěl před tím, než se poprvé úplně zastavil,
- maximální rychlost $v$, které skokan během pádu dosáhl,
- dobu $t$ letu skokana do jeho prvního zastavení.

B) Tepelný stroj pracuje mezi dvěma stejnými tělesy o různých teplotách $T_A$ a $T_B$ ($T_A > T_B$). Hmotnost každého tělesa je $m$ a měrná tepelná kapacita $s$. Tělesa jsou pod stálým tlakem a nemění své skupenství.

(a) Vypočtěte celkovou práci, určete výraz pro koncovou teplotu $T_0$, kterou mají obě dvě tělesa A a B, jestliže tepelný stroj získá ze systému maximální mechanickou práci, jak je teoreticky možné. Napište výraz pro koncovou teplotu $T_0$ do listu odpovědí.

(b) Vypočtěte a napište do listu odpovědí výraz pro toto maximum získané práce.

Tepelný stroj pracuje mezi dvěma nádržemi vody, každá z nich o objemu $2{,}50\,\mathrm{m}^3$. Jedna nádoba má teplotu 350 K a druhá 300 K.

(c) Vypočtěte maximum získané mechanické energie. Zapište hodnoty do listu odpovědí.

Měrná tepelná kapacita vody je $4{,}19\cdot10^3\ \mathrm{J\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}}$, hustota vody je $1{,}00\cdot10^3\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$.

C) Předpokládejte, že když se vytvářela Země, byly na ní přítomny izotopy $^{238}\mathrm{U}$ a $^{235}\mathrm{U}$, avšak ne produkty jejich rozpadu. Rozpad $^{238}\mathrm{U}$ a $^{235}\mathrm{U}$ využijeme ke stanovení stáří $T$ Země.

(a) Izotop $^{238}\mathrm{U}$ se rozpadá s poločasem rozpadu $4{,}50\cdot10^9$ roků. Produkty rozpadu v radioaktivních rozpadových řadách mají ve srovnání s ním poločas rozpadu kratší. Při první aproximaci můžeme jejich existence ignorovat. Rozpadová řada končí stabilním izotopem olova $^{206}\mathrm{Pb}$.

Vypočtěte a doplňte do listu odpovědí výraz pro počet atomů $^{206}Pb$, vytvořených radioaktivním rozpadem za dobu $t$, pomocí počtu přítomných atomů $^{238}U$ a poločasu rozpadu $^{238}U$. (Můžete využít násobky $10^9$ roků.)

(b) Podobně $^{235}U$ se rozpadá s poločasem rozpadu $0{,}710 \cdot 10^9$ roků a prostřednictvím rozpadové řady s kratším poločasem rozpadu produktu získáme stabilní izotop olova $^{207}Pb$.

Napište do listu odpovědí rovnici pro $^{207}Pb$ pomocí $^{235}U$ a poločasu rozpadu $^{235}U$.

(c) Uranová ruda smíchaná s rudou olověnou je analyzovaná hmotnostním spektrometrem. Relativní koncentrace tří izotopů olova $^{204}Pb$, $^{206}Pb$ a $^{207}Pb$ jsou měřena a počet atomů byl nalezen v poměru $1{,}00:29{,}6:22{,}6$. Izotop $^{204}Pb$ je použit pro kalibraci, neboť není radioaktivního původu. Při analýze čisté olověné rudy máme poměr $1{,}00:17{,}9:15{,}5$.

Jestliže je dán poměr $^{238}U : {}^{235}U = 137:1$, určete rovnici pro $T$ a zapište do listu odpovědí.

(d) Předpokládejte, že $T$ je mnohem větší než poločas rozpadu obou izotopů uranu a vypočtěte přibližnou hodnotu pro $T$.

(e) Tato přibližná hodnota $T$ je nevýznamně větší než delší poločas rozpadu, ale může se použít k získání přesnější hodnoty $T$. Odhadněte dobu $T$ stáří Země s přesností na 2 %.

D) Náboj $Q$ je rovnoměrně rozložen ve vakuu uvnitř koule o poloměru $R$.

(a) Odvoďte výraz pro intenzitu elektrického pole ve vzdálenosti $r$ od středu koule pro $r \leq R$ a $r > R$.

(b) Určete výraz pro celkovou elektrickou energii spojenou s rozložením náboje.

Napište své odpovědi do listu odpovědí.

E) Kruhová smyčka z tenkého měděného drátu rotuje kolem svého vertikálního průměru v bodě zemského magnetického pole. Magnetická indukce zemského magnetického pole v tomto bodě je $44{,}5\ \mu T$ a směřuje pod úhlem $64°$ dolů pod horizontálu. Víme, že hustota mědi je $8{,}90 \cdot 10^3\ kg \cdot m^{-3}$ a měrný odpor je $1{,}70 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$. Vypočtěte, za jak dlouho dosáhne úhlová rychlost smyčky poloviční hodnoty. Popište kroky svých úvah a hodnotu získaného času zapište do listu odpovědi. Tento čas je mnohem delší než doba jedné otočky.

Předpokládejte, že tření a odpor vzduchu můžeme zanedbat a při řešení této úlohy zanedbáme jev vlastní indukce, který je jinak nezanedbatelný.

*Pokuste se sami o řešení úloh, v příštím čísle Školské fyziky vám uvedeme jejich stručné řešení.*