

Astronomická kuchařka aneb několik pokusů z astronomie

Marek Česal*, Hvězdárna v Rokycanech

ÚVOD

Astronomická kuchařka je soubor pokusů, které se dají použít k jednoduché demonstraci něčeho tak nekonečného, jako je vesmír. K následujícím receptům budete potřebovat špetku šikovnosti, drobet fortele a hodně fantazie. Samotné suroviny seženete ve většině správných kabinetů fyziky, za některými se ale budeme muset vypravit do kabinetu chemie. Tyto pokusy jsou velmi jednoduché, tak snadné, ale i přesto vám přiblíží něco tak nekonečného a nedostupného, jako je vesmír. Možnost variant pokusů je nepřehledná a jejich kombinace záleží jen na tom, kdo je připravuje. Poměr surovin je nastaven přiměřeně na cca jednu klasickou třídu. Takže mi nezbyvá než vám popřát: „Dobrou chuť.“

SOPKY

Na simulaci zemské aktivity máme několik možností. Asi nejefektivnější z nich je sopka pomocí dichromanu amonného $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, který nasypeme (cca 3 čajové lžičky) na kovové víčko od ešusu a opatrně zapálíme. Látka při hoření vyletuje do výšky jako láva z jícnu sopky a zároveň odlétá popel jako při opravdovém výbuchu. Při spalování se totiž vytváří oxid chromitý Cr_2O_3 , což je zelený prášek simulující sopečný popílek, a zároveň se uvolňuje dusík, který je mírně cítit. Oxid chromitý se dá také použít jako brusivo.



Simulace lávy vytékající z jícnu se dá vytvořit pomocí malé lahvičky a modelu sopky z plastelíny (může se použít i sádra, anebo dokonce obyčejná zem). Do lahvičky se nasype jedlá soda. Pak se ve víčku od PET-láhve rozmíchá ocet s červeným potravinářským barvivem a nalije se do lahvičky. Při reakci směsi s jedlou sodou se vytvoří červená pěna, která začne vytékat a připomíná tekoucí lávu z jícnu sopky.

Nejenom na Zemi existují sopky, ale i na jiných tělesech sluneční soustavy, a tak se hned trochu přesuneme. Naším cílem je měsíc Titan, největší měsíc planety Saturn. Na jeho povrchu se předpokládají ledové sopky, vyvrhující do atmosféry metan. Taková sopka se dá předvést pomocí vody Magnésie, do které nasypeme sůl. Z vody vyskakují kapky, které můžeme přirovnat k metanu na Titanu

POČÍTÁNÍ HVĚZD

Z kartonu si vystříhneme čtverec 20 x 20 cm s otvorem 15 x 15 cm, do jednoho rohu připevníme provázek dlouhý 40 cm. Když čtverec přidržíme od oka na vzdálenost provázku,

* mcesal@volny.cz

zjistíme, že se obloha rozdělila na čtyřicet přibližně stejných částí, stačí nám pak spočítat počet hvězd v jedné z nich a vynásobit čtyřiceti. Pokud budeme chtít být přesnější, můžeme spočítat více čtverců a zprůměrovat je. Vynásobíme-li počet hvězd ve čtverci 80krát, dostaneme přibližný počet hvězd viditelných pouhým okem kolem celé Země.

POZOROVÁNÍ SLUNCE

Již malé dítě ví, že do Slunce se neozbrojeným okem nesmí dívat. Existuje ale spousta možností, jak si sluneční fotosféru prohlédnout a nepoškodit si přitom zrak. Asi nejjednodušším způsobem je tzv. projekce. Nejjednodušší je projekce, kdy si obraz Slunce promítáme dalekohledem na bílou plochu (zeď, papír). Stačí k tomu i obyčejný triedr, jen se doporučuje jeden objektiv zakrýt, abychom nedostali dva obrazy Slunce. Další možností, jak pozorovat sluneční „povrch“ – tzv. fotosféru, je pomocí speciálního filtru, který si můžete objednat přes internet nebo zakoupit na některých hvězdárnách (seznam hvězdáren najdete na www.astro.cz). Filtr nese označení AstroSolar fólie a prodává se ve formátu A4 přibližně za 600 Kč. Pokud nechcete investovat žádné peníze do kvalitního filtru, nabízí se vám ještě několik možností. Tou první je vyvolaný osvětlený černobílý film. Mnohem vhodnější než černobílý film je osvětlený vyvolaný rentgenový snímek, anebo svářečské skličko s hodnotou 13. Pokud budete pozorovat dalekohledem, doporučuji použít jako sluneční filtr fólii Astro Solar, která se instaluje před objektiv (ne za okulár!). Zároveň je velmi důležité připevnění filtru k objímce dalekohledu.

MLHA

Mezi astronomy patří mlha k neoblíbeným projevům počasí. Přesto si popíšeme velmi jednoduchý návod na její výrobu. Na vytvoření mlhy stačí kapalný dusík a horká voda. Do teplé vody nalijeme tekutý dusík, který se samozřejmě už při vylití z termosky okamžitě vypařuje a vytváří mlhu, ale při lití do teplé vody se výsledný jev ještě zněkolikanásobí. Stačí nalít tekutý dusík do hrníčku s horkou vodou, odvážnější mohou nalít dusík přímo do rychlovarné konvice, anebo do umyvadla s tekoucí horkou vodou.

SEEING

Seeing znamená kvalitu teleskopického obrazu hvězdy vlivem nestálosti zemské atmosféry. Laicky se tak také nazývá neklid atmosféry. Na simulaci seeingu potřebujeme meotar, přes který položíme karton, ve kterém bude jeden malý otvor simulující hvězdu. Ideální případ bez atmosféry je, když v cestě paprsku nic nepřekáží, tzn. obraz na stěně je klidný, nechvěje se. Na předvedení atmosféry použijeme skleničku s vodou, kterou postavíme na otvor. Obraz na zdi se nám mírně rozostří. Pokud ještě pomocí špejle vodu promícháme, dostaneme rozklepaný obraz hvězdy, který simuluje průchod obrazu přes neklidnou atmosféru. V dnešní době se již tento problém odstraňuje pomocí adaptivní optiky, anebo vynesemím dalekohledu nad atmosféru (např. Hubblův kosmický teleskop).

ZÁPAD SLUNCE, MLHOVINA, LOM SVĚTLA – 3 V JEDNOM

I v pravé poledne můžeme mít svůj lokální západ slunce. Na meotar položíme skleničku s vodou, doporučuji odstínit okolní světlo podložkou s otvorem. Do skleničky nalijeme víčko kyseliny sírové, k dostání v drogerii jako kyselina do automobilových baterií, a půl víčka fotografického ustalovače. Kyselina sírová začne reagovat s ustalovačem a na vzniklých krystalcích síry se odráží světlo. Směs ve skleničce získá na chvíli modrou barvu, která připomíná mlhovinu. Po několika sekundách začne směs měnit barvu na bílou a obraz na stěně do té doby bílý začne oranžovět a červenat. To se dá přirovnat k západu slunce, kdy bílé světlo prů-

chodem přes hustou vrstvu atmosféry na západě dostane nádech červené barvy, a to nejenom u slunce, ale i u měsíce.

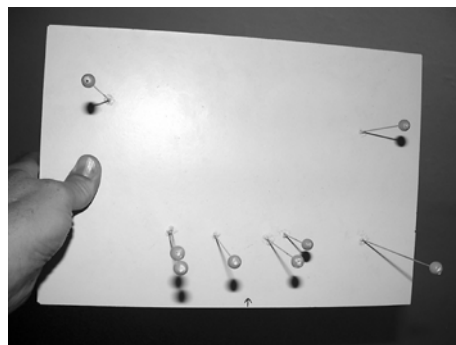
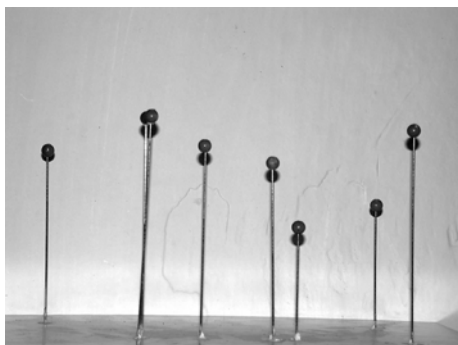
METEORICKÝ DÉŠŤ, KRÁTERY

Meteory (neboli „padající hvězdy“) jsou světelné záblesky, které známe jako atmosférický úkaz. Princip tohoto úkazu je velmi jednoduchý. Meziplanetární hmota o hmotnosti několika gramů s velmi vysokou rychlostí, řádově desítek kilometrů za sekundu, vnikne do atmosféry Země, kde se působením tření zahřeje na velmi vysokou teplotu, až se úplně vypaří. Světelný úkaz se odehrává ve výškách kolem 100 km nad povrchem Země. Jsou-li tělíška meziplanetární látky zvláště hmotná a neodpaří se úplně, dopadnou na zemský povrch jako meteority.

Pokud Země prolétne drahou meteorického roje, což je proud meteoroidů obíhajících po své dráze kolem Slunce, můžeme sledovat na obloze meteorický déšť. Abychom nemuseli čekat do srpna nebo do listopadu, kdy jsou dva význačné meteorické roje Perseid a Leonid, ukážeme si, jak jednoduše se dá nasimulovat tento jev. Stačí nám k tomu syntetický líh nebo 70% slivovice a síra. Líh nalijeme na misku a zapálíme. Síru pak lehce sypeme do ohně asi tak z metrové výšky. Pozorujeme záblesky, které připomínají meteory. Pokud nemáme žádnou hořlavou kapalinu, dá se s úspěchem použít i obyčejná svíčka a síru sypat do plamene svíčky.

MODEL SOUHVĚZDÍ

Hlavním úkolem při vytvoření modelu souhvězdí je ukázat, že souhvězdí jsou náhodná seskupení hvězd, které při pozorování z naší sluneční soustavy utváří nějaký tvar. Hvězdy v souhvězdí spolu nemají žádný fyzikální vztah, spojuje je jen poloha na obloze. Pokud by se cestovatel po vesmíru dostal teoreticky vedle souhvězdí, nemělo by již známý tvar. Z hvězdného atlasu se dají zjistit vzdálenosti hvězd mezi sebou a vzdálenosti od Země a pomocí těchto údajů se dá vytvořit prostorový model souhvězdí.



Jednodušší varianta, neprostorová, pracuje na principu planetária, tzn. promítání hvězdy na stěnu nebo strop místnosti. Stačí si jen na karton nakreslit souhvězdí a pak místo hvězd označujících souhvězdí udělat otvory. Dbejte na to, aby byly otvory různě velké, podle jasnosti jednotlivých hvězd. Hotový model položte na rozsvícený meotar, tím získáte souhvězdí tvořené svítícími body, tedy hvězdami. Je důležité ale nezapomenout, že souhvězdím se dnes rozumí přesně definovaná oblast, ve které se nachází nejen výrazná skupina hvězd, ale i další hvězdy a objekty, pouhýma očima neviditelné.

VAŘENÍ SLUNCE

Pokud pozorujeme za dobrých podmínek dalekohledem Slunce, můžeme spatřit jemnou síť tmavších a světlejších skvrnek po celém jeho povrchu – granulaci. Granulace je projevem proudění slunečního plazmatu v konvektivní vrstvě. Jasnější skvrnky představují vrcholky vzestupných proudů, které do fotosféry přinášejí teplejší materiál z podpovrchových vrstev.

Poté, co se materiál díky intenzivnímu vyzařování ochladí, projeví se ve fotosféře jako tmavší skvrnka a klesá zpět pod povrch. Pozor, nezaměňovat se slunečními skvrnami! Rozměry těchto útvarů jsou řádově 1 000–2 000 km. Sluneční granulaci si můžeme vyrobit pomocí jedlého oleje a stříbřenky. V kádince nebo konvici rozmícháme olej se stříbřenkou a uvedeme do varu. Na hladině pak pozorujeme vzestupné proudy, které nám simulují sluneční granulaci.



KOMETA

Poslední recept v naší kuchařce je už opravdu chuťovka. Uvařit si kometu, o kterých někteří tvrdí, že na Zemi přinesly život, a které jsou dnes navštěvovány sondami. Velmi trefně vystihl charakter komety astronom Fred L. Whipple, který tvrdil, že kometa je „špinavá sněhová koule“. Monetární jádro je vlastním tělem komety. A právě výroba monetárního jádra nás čeká. Budeme k tomu potřebovat šlehačku (představuje led), čokoládové lupínky (nečistoty), čokoládový sirup (prachové částičky v ledu), cukr a igelitový pytlík na mražení. Do igelitového sáčku nalijeme šlehačku, přidáme cukr a čokoládový sirup a nakonec dosypeme hrst čokoládových lupínků. Směs pak promícháme a necháme zmrazit, ke zmražení můžeme použít mrazák, anebo tekutý dusík. Výsledná hmota bude vypadat jako nevzhledný kus špinavého ledu. A komety nejsou vlastně nic jiného než špinavý ledový kus letící vesmírem obsahující nečistoty. Cukr je tam jen pro dochucení. Existuje ještě model nejedlé komety, ale to si necháme napříště.

POUŽITÁ LITERATURA:

- [1] <<http://navod.hvezdarna.cz>> *Návod k použití vesmíru* (česky).
- [2] <<http://www.astro.cz>> *Česká astronomická společnost* (česky).
- [3] <<http://astro.pef.zcu.cz>> *Astronomické stránky Pedagogické fakulty v Plzni* (česky).
- [4] <<http://www.astro.zcu.cz>> *Západočeská pobočka České astronomické společnosti* (česky).
- [5] Kerrod R., Sparrow G.: *Jak funguje vesmír*. DK Universum.

Marek Česal vystudoval Pedagogickou fakultu ZČU v Plzni v oboru fyzika–výpočetní technika pro střední školy. Diplomovou práci na téma Zpracování vybraných výsledků pozorování získaných při úplném zatmění Slunce obhájil v roce 1999 a v celostátní soutěži diplomových prací obsadil 2. místo. Od roku 2000 pracuje na částečný úvazek na Hvězdárně v Rokycanech jako přednášející a pozorovatel. Je také členem západočeské pobočky ČAS. V roce 2005 byl členem delegace reprezentující Českou republiku na „*Science on Stage*“ v Ženevě. Spolupracuje na přípravě astronomického semináře učitelů fyziky, který je akreditovaný ministerstvem školství v rámci dalšího vzdělávání učitelů. Zaměřuje se na prezentaci astronomie pomocí jednotlivých pokusů, které se dají předvést i v domácích podmínkách. Je aktivním přednášejícím projektu Heuréka pro učitele fyziky.