

Astronomické pokusy trochu jinak

OTA KÉHAR

Oddělení fyziky, KMT, Fakulta pedagogická, ZČU v Plzni

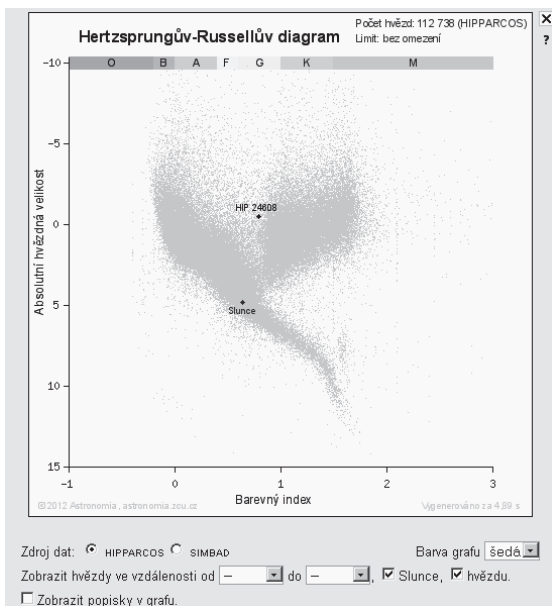
Ve svém příspěvku představím zajímavé možnosti využití katalogů astronomických objektů, které jsou dostupné na stránkách Astronomia (astronomia.zcu.cz). Budeme se zabývat tvorbou Hertzsprungových-Russellových diagramů a prací s nimi. Podíváme se i na seznam očíslovaných planetek, na kterém lze demonstrovat aktuální polohy těles ve sluneční soustavě, sestrojít graf s Kirkwoodovými mezerami nebo interaktivně ověřit jednotlivé Keplerovy zákony. Pro zobrazení průběhu Slunce pod obzorem během noci bude představena aplikace, na které je možné vysvětlit význam jednotlivých soumraků, východ a západ Slunce. Pro konkrétní okamžik lze najít seznam nejjasnějších hvězd, viditelnost souhvězdí nad obzorem či informace o viditelnosti Messierových a NGC objektů.

Astronomia

Webové stránky Astronomia jsou multimediální učební text, který je v provozu již od roku 2000 za postupného přispění několika grantů v rámci Fondu rozvoje vysokých škol. Astronomia nejdříve vznikla v podobě statických stránek věnujících se sluneční soustavě. O dva roky později k nim přibýly galaxie včetně mlhovin a hvězdokup. V roce 2005 jsme vytvořili první verzi redakčního systému použitou na třetí projekt – hvězdy. V roce 2009 jsme redakční systém vylepšili do podoby odpovídající současným trendům a přibyl zatím poslední projekt – astronomická fotografie. Od roku 2005 jsou nedílnou součástí (a dalo by se říci, že neviditelným pátým projektem) katalogy astronomických objektů. V katalozích je ukryto téměř 600 tisíc objektů v celkovém objemu 172 MB dat. Samotné katalogy jde rozdělit do tří kategorií – tzv. deep-sky objekty (mlhoviny, hvězdokupy, galaxie) se nacházejí hned ve třech katalozích – NGC katalog, Messierův katalog a IC katalog. Druhou oblastí jsou hvězdy, zde máme seznam souhvězdí (známe jich 88), katalog Gliese (obsahuje 3 803 nejbližších hvězd), katalog Hipparcos (118 218 hvězd) a část francouzské astronomické databáze SIMBAD (118 171 hvězd). Do poslední kategorie katalogů – planety jsou zahrnuty planetky (v době psaní článku obsahuje katalog přes 337 tisíc planetek) a katalog exoplanet, tedy planet nacházejících se u jiných hvězd. Aby nedocházelo k zastarávání údajů, jsou některé katalogy pravidelně (denně, týdně či měsíčně) aktualizovány z důvěryhodných zdrojů se souhlasem jejich autorů, např. exoplanety z exoplanet.eu, databáze SIMBAD přímo z francouzského zdroje a planetky z Minor Planet Center.

Jistě by byla škoda, aby tato data ležela na stránkách nebo v databázích jen tak bez užítka a povšimnutí. Pojdme se v rychlosti podívat, jaké možnosti nám současná výpočetní technika z pohledu uživatele nabízí. Detailní popis, který ale naleznete u každé představené aplikace, by byl nad rámec tohoto článku.

HR diagram přímo generovaný z katalogu hvězd



Hertzsprungův-Russellův (HR) diagram je generován z katalogů hvězd HIPPARCOS nebo SIMBAD. Pro lepší orientaci v diagramu je určeno zobrazení popisek jednotlivých oblastí (hlavní posloupnost, bílí trpaslíci a další). Počet hvězd použitých pro vytvoření diagramu lze omezit jejich vzdáleností. Je zajímavé porovnat diagramy blízkých a vzdálených hvězd. Vyzkoušejte si pro blízké hvězdy zadat omezení do 100 pc (326 světelných let) a u vzdálených hvězd interval od 100 pc do 400 pc. Proč se diagramy liší? Vysvětlení nalezneme ve výběrovém efektu, u diagramu vzdálených hvězd totiž chybí oblast slabých hvězd. Ve větších vzdálenostech nejsme schopni de-

tekovat slabé hvězdy, naopak objevíme větší množství hvězdných obrů a velmi jasných hvězd. U hvězdné velikosti platí, že čím jasnější objekt, tím menší hodnota, všimněte si opačného měřítka u svislé osy. Absolutní hvězdná velikost je veličina určující hvězdnou velikost (jasnost hvězdy na obloze) vztaženou na standardní pozorovací podmínky (hvězda ve vzdálenosti 10 pc). Barevný index je rozdíl hvězdných velikostí ve vybraných spektrálních intervalech.

Analýza parametrů planetek

ANALÝZA PLANETEK

Katalogové číslo: 588 – 333 412

Min: 1 Max: 333 841

Rok objvu: 1906 – 2010

Min: 1901 Max: 2011

Velká poloosa: 4,9 AU – 5,4 AU

Min: 0,8 AU Max: 857,8 AU Max: 857,8 AU

Výstřednost dráhy: 0,0 – 0,3

Min: 0,0 Max: 1,0

Sklon dráhy k ekliptice: 0,1° – 55,5°

Min: 0,0° Max: 170,4°

Absolutní hvězdná velikost: 7,2 mag – 14,9 mag

Min: -1,2 mag Max: 24,2 mag

Typ planetky.. (zaškrtnout vše / odškrtnout vše) ...rozbalit/šbalit..

<input type="checkbox"/> blízkozemní planetky (NEO)	<input type="checkbox"/> planetky hlavního pásu	<input checked="" type="checkbox"/> trojání
<input type="checkbox"/> NEO větší než 1 km	<input type="checkbox"/> Hungaria	<input type="checkbox"/> kentauri
<input type="checkbox"/> potenciálně nebezpečné planetky (PHA)	<input type="checkbox"/> Phocaea	<input type="checkbox"/> plutina
<input type="checkbox"/> Aten	<input type="checkbox"/> Hilda	<input type="checkbox"/> kubewana
<input type="checkbox"/> Apollo	<input type="checkbox"/> perihel < 1,381 AU	<input type="checkbox"/> jiné rezonanční TNO
<input type="checkbox"/> Amor	<input type="checkbox"/> objekty rozptýleného disku (SDO)	

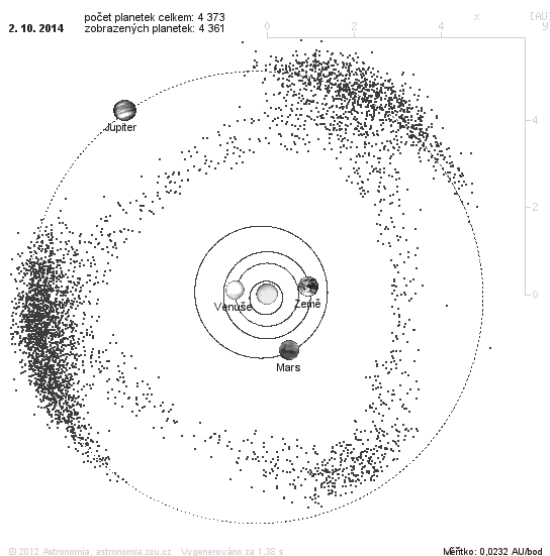
Export dat.. ...rozbalit/šbalit..

2 977
(počet nalezených planetek)

Seznam očíslovaných planetek umožňuje interaktivní analýzu několika parametrů. Vybraným posuvníkem omezíme množinu planetek. Při zvolení typu planetky ze seznamu se posuvníky u jednotlivých parametrů nastaví podle vybraného typu. Tím jsme schopni zjistit spoustu informací o dané skupině planetek: označení a rok objvu první planetky této skupiny, interval velké poloosy, výstřednost dráhy nebo sklon drah k ekliptice. Pomocí absolutní hvězdné velikosti odhadneme rozměry planetek. Získaný seznam planetek můžeme uložit do textového souboru a dále zpracovávat.

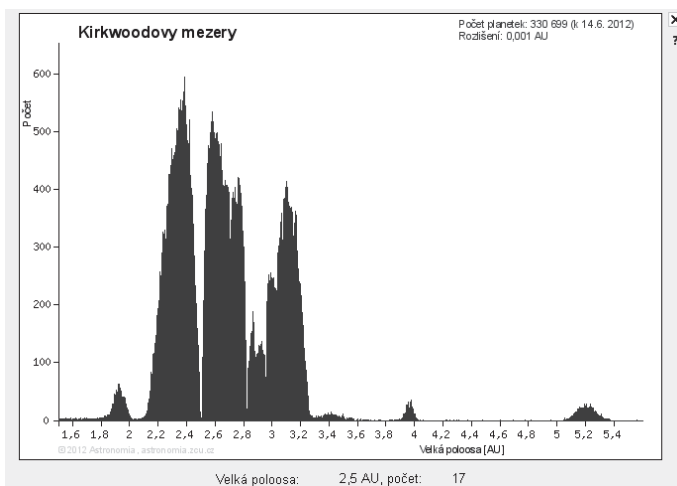
Více na <http://astronomia.zcu.cz/planety/planetky/2381-analyza-planetek>

Aktuální polohy planetek ve sluneční soustavě



U analýzy parametrů planetek (viz výše) lze u některých speciálních případů zvolit kromě textového i grafický výstup (ve formátu PNG). Na obrázku vlevo je ukázka aktuální polohy vybraných skupin planetek v rovině ekliptiky. Zajímavé zobrazení představují planetky skupiny Trojané a Hilda. Jedná se o planetky, jejichž trajektorie je ovlivněna gravitačními účinky planety Jupiter. Jsou to dva případy, kdy dráhová rezonance vede k vytvoření stabilní skupiny planetek. Dlouhodobé rozdělení planetek skupiny Hilda v prostoru tvoří přibližně tvar rovnostranného trojúhelníku. Vrcholy trojúhelníku leží na trajektorii Jupiteru v libračních centrech L_3 , L_4 a L_5 . V libračních centrech L_4 a L_5 se nacházejí Trojané.

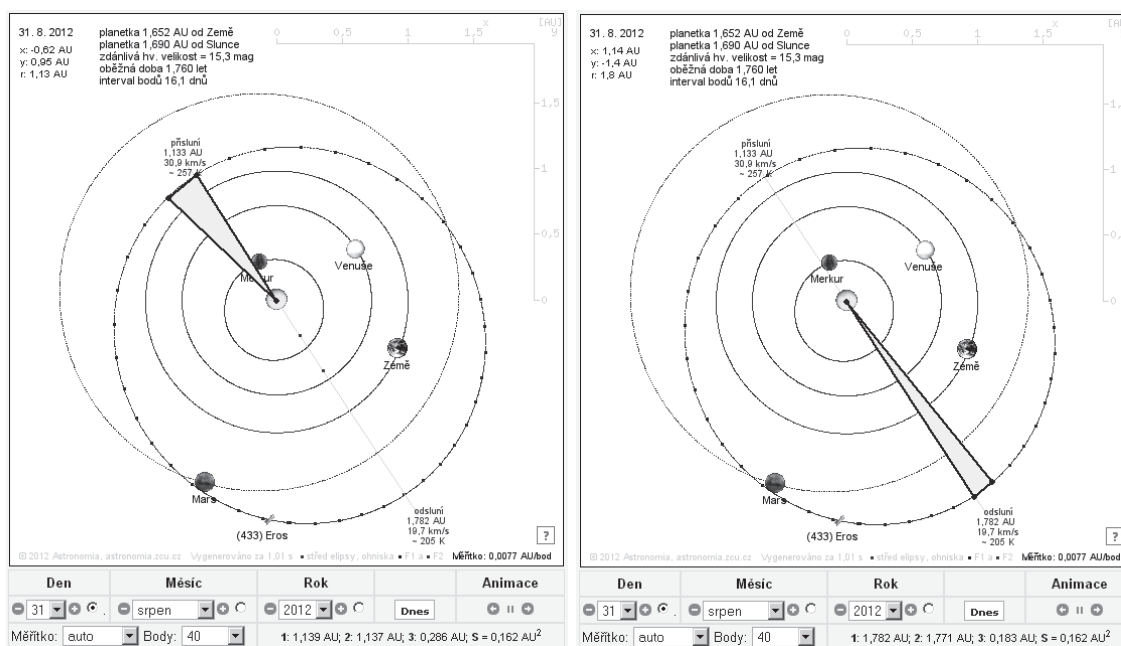
Kirkwoodovy mezery



Speciálním grafickým (ale i textovým) výstupem analýzy parametrů planetek jsou Kirkwoodovy mezery, což jsou mezery nebo poklesy v rozdělení (četnosti) hlavního pásu planetek na velké poloose (nebo oběžné době). Poprvé si tohoto uspořádání planetek všiml americký astronom Daniel Kirkwood již v roce 1857, kdy bylo známo okolo 50 planetek. První oficiální zveřejnění objevu bylo až v roce 1866 (na setkání Americké společnosti pro pokrok vědy); na konci tohoto roku bylo známo 91 planetek. Nerovnoměrnosti v rozdělení oběžných drah planetek zaregistroval i brněnský rodák Karel Hornstein. Sami si můžete pomoci této aplikací vyzkoušet, jak vypadalo rozdělení planetek v době, kdy Daniel Kirkwood objevil vliv Jupiteru na rozložení planetek ve sluneční soustavě. Stačí omezit rok objevu na 1801 až 1857 (potažmo 1866). Pro zobrazení Kirkwoodových mezer je vhodné nastavit interval velké poloosy na hodnoty 2,0 až 3,5 AU. Tím se zobrazí rozložení četnosti planetek hlavního pásu. Pokud zobrazíme interval od 1,4 do 5,4 AU, lze si všimnout několika zajímavých lokálních maxim: okolo 1,93 AU se nachází skupina Hungaria, okolo 3,9 AU vytváří zajímavý obrazec v prostoru skupina Hilda (viz graf Aktuální polohy), která souvisí s rezonancí 2:3 s Jupiterem. A konečně okolo 5,2 AU najdeme samotnou planetu Jupiter a v libračních centrech L_4 a L_5 se nacházejí Trojané.

Poloha planetky a ověření Keplerových zákonů

Na obrázcích níže je v základním nastavení znázorněna aktuální poloha vybrané planetky ve sluneční soustavě v rovině ekliptiky. V této ukázce se jedná o blízkozemní planetku (433) Eros, lze ale vybrat libovolnou očíslovanou planetku. Měřítko je zvoleno automaticky podle vzdálenosti planetky v odsluní tak, aby se celá trajektorie planetky vykreslila a optimálně vyplnila plochu obrázku. Je vykreslena i poloha (včetně trajektorií) planet sluneční soustavy. Polohu těles ve sluneční soustavě lze vykreslit i pro jiné datum. U přísluní a odsluní se zobrazuje vzdálenost planetky od Slunce, její rychlost, odhad efektivní teploty rovnovážného záření planetky a zdánlivé hvězdné velikosti.



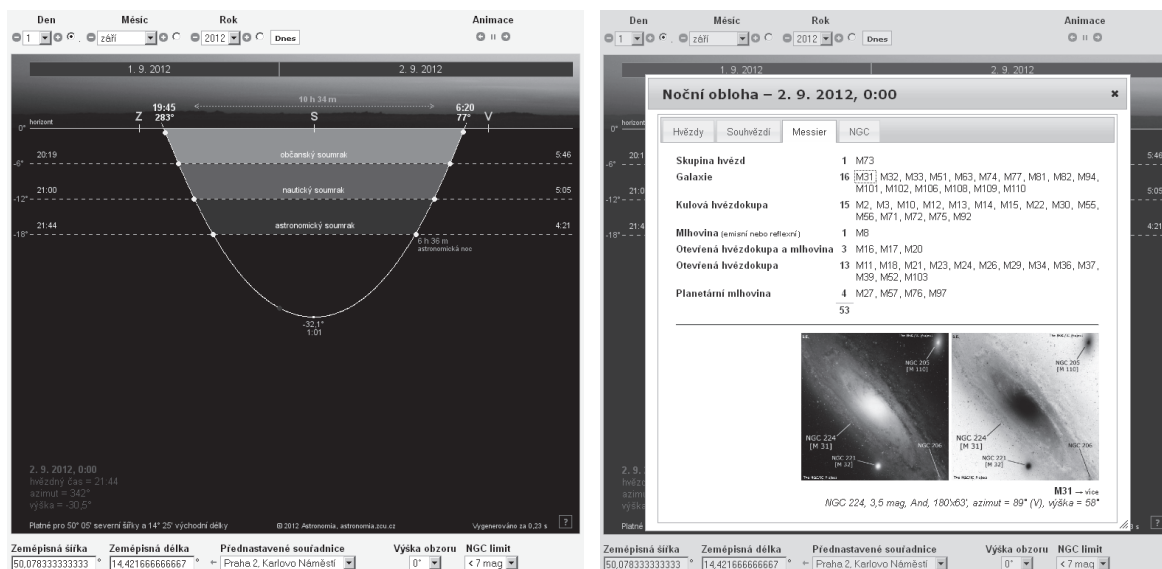
Aplikace nám umožňuje demonstrovat a ověřovat platnost Keplerových zákonů.

Pro první Keplerův zákon jsou důležité trajektorie planetky, poloha Slunce ve společném ohnisku, případně vyznačení středu elipsy. Vyznačena je poloha přísluní a odsluní. Druhý Keplerův zákon se někdy označuje jako zákon ploch. Průvodič za stejnou dobu opíše plochu se stejným obsahem. Trajektorie je rozdělena na zvolený počet stejně dlouhých časových úseků. Kliknutím se vybere příslušný bod. Zobrazí se úsečka spojující ohnisko a vybraný bod společně s informací o délce úsečky v prostoru v AU. Výběrem dalšího bodu se dokreslí trojúhelník a vypočítá jeho plocha. Na obrázku vlevo je znázorněna situace v přísluní, vpravo v odsluní. Porovnáním zjistíme, že vypočítaná plocha je stejná. Výpočet plochy nezohledňuje zakřivení trajektorie planetky, pokud je časový interval příliš velký, může dojít k nepřesnostem. Pro třetí Keplerův zákon zjistíme hodnotu velké poloosy jako polovinu součtu vzdáleností planetky v přísluní a odsluní. Pak můžeme vypočítat oběžnou dobu planetky a porovnat ji s údaji, které jsou uvedeny v levém rohu na obrázku.

Více na <http://astronomia.zcu.cz/planety/planetka-433>

Noční obloha

Na levém obrázku je bílou nepřerušovanou čarou zobrazen průběh Slunce na zvoleném místě od západu Slunce v daný den po východ Slunce následujícího dne. Vypočítány jsou další časové údaje – západ, východ Slunce, okamžiky jednotlivých soumraků. Pro konkrétní okamžik lze najít seznam nejjasnějších hvězd, viditelnost souhvězdí nad obzorem či informace o viditelnosti Messierových a NGC objektů.



Na obrázku vpravo je seznam Messierových objektů viditelných nad obzorem. Jsou rozděleny do skupin podle typu objektu. Kliknutím na název dojde k načtení obrázků daného objektu s doplňujícími informacemi (aktuální výška nad obzorem a azimut). Věděli jste například, že souhvězdí Velké Medvědice nepatří v našich zeměpisných šířkách mezi cirkumpolární souhvězdí? Nezapadá totiž jen 88 % tohoto souhvězdí.

Více na <http://astronomia.zcu.cz/hvezdy/hipparcos/2382-nocni-obloha>

Ukázka praktické úlohy

Planetka (15925) Rokycany je pojmenována podle města Rokycany, kde se nachází Hvězdárna v Rokycanech. Na hvězdárně je od roku 2008 dalekohled s objektivem o průměru 508 mm. Pokud by se planetka nacházela v opozici, je v dosahu rokycanského dalekohledu? Limitní hvězdnou velikost dalekohledu lze vypočítat – 15,8 mag. Zdánlivou hvězdnou velikost planetky v opozici zjistíme velmi snadno na adrese <http://astronomia.zcu.cz/planety/planetka-15925> (planetka se nachází poblíž opozice např. 12. července 2012). Odpověď na otázku nechám na každém z vás.

Jakékoli zkušenosti s výše uvedenými aplikacemi, připomínky, nápady nebo podněty sdělte autorovi článku. Budu vám za ně vděčný.

Literatura

- [1] Multimediální učební text Astronomia. [online]. c2012, [citováno 2. 9. 2012]. Dostupné z: <http://astronomia.zcu.cz>