

Blíží se maximum 25. cyklu sluneční aktivity

SLUNCE

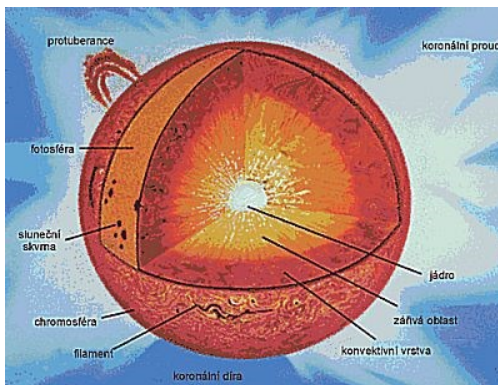


Dostáváme se do každoročního období nejkratších nocí, kdy po dobu několika týdnů kolem letního slunovratu dokonce ve střední Evropě vůbec nenastává astronomická noc. Proto je nejvhodnější čas věnovat se nebeskému tělesu, které v této době přebírá vládu nad oblohou – Slunci. Naše nejbližší hvězda je astronomům obvykle na obtíž, ale na druhou stranu je úžasným objektem, který nám poskytuje mimořádnou možnost zkoumat objekt tohoto typu. Vždyť všechny ostatní stálice jsou nesrovnatelně dál od nás a prakticky je můžeme sledovat pouze jako nerozlišitelné body v nepředstavitelných dálavách vesmíru. Naopak Slunce je pro nás zdrojem úžasných možností jak detailně studovat fyziku hvězd.

Jaké základní informace tedy dnes o Slunci známe? Slunce vzniklo asi před 4,6 miliardami let a bude svítit ještě dalších cca 7 miliard let. Stejně jako všechny hvězdy hlavní posloupnosti, i Slunce září díky termonukleárním reakcím v jádře. Povrch se neustále mění, vznikají a zanikají sluneční skvrny, protuberance, erupce a další útvary. Slunce ovlivňuje Zemi, stejně jako i ostatní tělesa Sluneční soustavy nejen gravitačně, ale i zářením v širokém spektru vlnových délek, magnetickým polem a slunečním větrem.

Slunce je hvězdou s průměrnou velikostí a ani jeho poloha v naší Galaxii není nijak výjimečná. Leží asi v 1/3 průměru disku Galaxie (přibližně 30 000 světelných roků od jejího středu). Celé sluneční těleso rotuje, avšak vzhledem k jeho plynnému charakteru je rotace rovníkových vrstev rychlejší než rotace pólů. Slunce má výrazné magnetické pole, do kterého je ponořena celá Sluneční soustava.

Vlastní těleso astronomové rozčlenili do několika vrstev. V samém středu se nachází jádro. Právě zde musíme hledat energetický zdroj nejen vlastního Slunce, ale i celé Sluneční soustavy. Má hustotu stokrát vyšší než voda a teplotu 15 milionů kelvinů.



V tomto dokonalém reaktoru probíhá nepředstavitelné množství reakcí, jejichž důsledkem je přeměna vodíku na hélium za současného uvolňování energie v podobě fotonů a neutrin. Nejrozšířenějším souborem reakcí je v našem Slunci proton-protonový řetězec, v menší míře probíhá CNO cyklus.

Jádro obaluje tzv. vrstva v zářivé rovnováze, která má tloušťku přibližně 500 tisíc kilometrů. Touto oblastí putují fotony z jádra k povrchu několik set tisíc let. Zdánlivě pomalý pohyb fotonů je způsoben jejich pohlcováním volnými elektrony a opětovným vyzářením v náhodném směru. Již blíže povrchu se nachází konvektivní zóna. Je to oblast mezi zářivou vrstvou a povrchem Slunce, v níž se energie šíří prouděním (konvekcí). Horké sluneční plazma proudí vzhůru a po vyzáření části energie klesá chladnější hmota zpět do hlubin Slunce. Tato zóna sahá do 200 tisíc kilometrů pod viditelný povrch Slunce. Na spodní hranici konvektivní zóny, která hraničí s radiační zónou, se obrací směr rychlosti proudění, fluktuace rychlosti zde mají nejvyšší hodnotu, a proto v této oblasti dobře funguje tekutinové dynamo a je zde generováno magnetické pole.

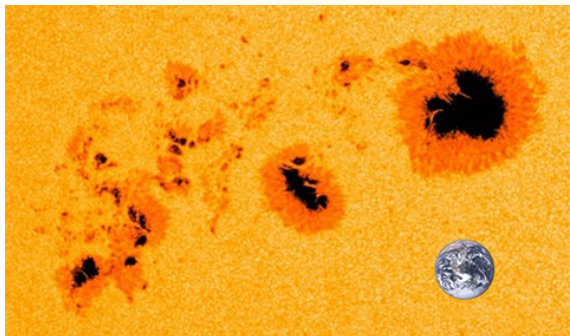
Viditelnému povrchu Slunce říkáme fotosféra. Její teplota se pohybuje kolem 5 800 K. Pro fotosféru je charakteristická tzv. granulace, která je tvořena vrcholky vzestupných a sestupných proudů z konvektivní zóny. Nejznámějšími útvary ve fotosféře jsou však sluneční skvrny. Z fotosféry jsou vyvrhovány protuberance – oblaka plazmatu ovládaná magnetickými poli.

Další vrstva je již považovaná za sluneční atmosféru, chromosféra je relativně tenká a řídká vrstva těsně přiléhající k fotosféře. Teplota chromosféry roste směrem od Slunce. Dominantním mechanismem ohřevu je rozpad různých typů vln a nestabilit plazmatu, zejména Alfvénových vln. Typickými útvary jsou například chromosférické erupce – náhlá zjasnění v chromosféře.

Nad chromosférou se nachází rozsáhlá koróna. Je to jakási řídká horní atmosféra Slunce, která nemá ostré hranice a zasahuje hluboko do Sluneční soustavy. Teplota koróny v blízkosti Slunce (cca $1,5 \times 10^6$ K) je paradoxně vyšší než teplota fotosféry (5 800 K). Koróna je zahřívána především rozpadem magnetoakustických vln šířících se plazmatem. S vysokou teplotou koróny souvisí neobvyklé spektrální čáry vysoce ionizovaných kovů, které byly dříve považovány za nový prvek – korónium. Koróna je pozorovatelná i pouhým okem při úplných zatměních Slunce.

To, co nás zajímá při pozorování Slunce nejvíce, jsou různé projevy sluneční aktivity. Co tedy na Slunci můžeme spatřit?

Bezesporně nejzápadnějším projevem jeho aktivity jsou sluneční skvrny. Jedná se o oblasti na povrchu s intenzivní magnetickou aktivitou, díky které mají nižší teplotu než okolí (méně než 5 000 K).



Jsou to viditelné projevy trubic magnetických toků v konvektivní zóně. Ačkoli jsou ve skutečnosti velmi jasné, v porovnání s okolím se jeví jako tmavé. Někdy mají z našeho zemského pohledu až neuvěřitelné rozměry (i 50 tisíc km). Vyskytují se většinou ve skupinách. První potvrzené zmínky o jejich pozorování máme z roku 1611, ale lidé o nich věděli již od starověku.

Obtížněji pozorovatelné jsou protuberance. Jsou to výtrysky sluneční hmoty vystřelující desetitisíce kilometrů nad povrch, ovládané magnetickým polem Slunce. Jejich tvar kopíruje siločáry lokálního magnetického pole. Mimo úplná zatmění nám je ukáží pouze speciální chromosférické dalekohledy.

Další sluneční aktivity jsou erupce. Projevují se jako náhlá zjasnění ve fotosféře a chromosféře doprovázená



výrazným uvolněním hmoty a energie. V extrémních případech může dojít až k odtržení oblaku plazmatu se zamrzlým magnetickým polem, který poté putuje Sluneční soustavou (tzv. koronální výron hmoty). Setká-li se takový oblak s magnetosférou naší Země, dojde k výrazným polárním zářím a magnetickým bouřím.

Při detailním studiu fotosféry astronomové zjistili, že prakticky celý povrch Slunce pokrývají spikule. Jedná se o úzké výtrysky plynů z chromosféry s dobou života pouhých několik minut. Dosahující velikosti jednotek tisíc kilometrů. Nejnápadnější jsou na okraji supergranulačních oblastí.

Další významný projev aktivity Slunce je opět možné sledovat pouze specializovanými přístroji. Jedná se o magnetické pole Slunce, které je ovlivňováno jeho rotací. Siločáry jsou tvarovány do tzv. Archimédových spirál. Plocha nulového pole je v rovníkové oblasti výrazně rozvlněna. V období minima aktivity má pole přibližně dipólový charakter, v období maxima je složitější. Přibližně po jedenácti letech dochází k přepólování. Tuto jedenáctiletou periodu sleduje také sluneční aktivita (například počty skvrn) i samotný sluneční výkon.



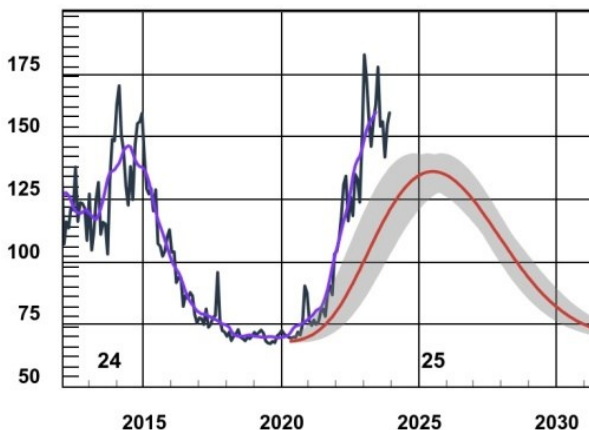
Poslední projev sluneční aktivity, sluneční vítr, je označen pro proud nabitých

i neutrálních částic, vyvrhovaných ze Slunce. Sluneční vítr se projevuje interakcí

s magnetosférami planet a komet. Vytváří rázové vlny a tvaruje magnetické pole planet. Při průniku částic do magnetosféry Země dochází k polárním zářím a magnetickým bouřím. Zejména jde o protony, elektrony a alfa částice (jádra hélia).

Jak už bylo zmíněno, elektromagnetické pole Slunce podléhá časovým změnám. O slunečním cyklu poprvé psal Heinrich Schwabe už v roce 1843, i když objeven byl už v 70. letech 18. století Christianem Horrebowem, jehož práce ale bohužel zapadla. Švýcarský astronom Rudolf Wolf (1816–1893) dopočetl sluneční aktivitu zpětně až do poloviny 17. století a cyklus z let 1755 až 1766 označil jako první. V roce 2010 Slunce podle tohoto značení zahájilo 24. cyklus své činnosti.

Ten skončil v prosinci 2019. Vyznačoval se nikoliv jedním ale dvěma výraznými vrcholy a byl nejslabším za posledních 100 let. Odborníci dospěli k názoru, že cyklus 25, který už nějakou dobu běží, se bude vyznačovat nevýraznou aktivitou. Jak se ale ukazuje, Slunce na to má svůj vlastní názor. Od počátku cyklu 25 je patrné, že sluneční aktivita je výrazně vyšší než



původní odhady. Tento trend se navíc prohlubuje, takže v současné době je Slunce mnohem aktivnější, než s čím počítaly dřívější předpovědi.

Nejjednodušším měřítkem aktivity je množství slunečních skvrn. Na základě jejich pozorování, a také s využitím dalších parametrů americké agentury NOAA, NASA a International Space Environmental Service předpověděly, jak by měl vypadat současný cyklus 25. Předpovědi nevyšly a zdá se, že Slunce vstupuje naopak do cyklu s neobvykle vysokou aktivitou.

Zatím vše nasvědčuje tomu, že můžeme čekat častější a silnější sluneční bouře se všemi jejich negativními projevy. I v tomto případě ale platí, že vše zlé je k něčemu dobré. Pokud se potvrdí, že aktuální sluneční cyklus bude doprovázen silnou aktivitou, přijdou si na své milovníci polárních září. Můžeme čekat častější a velkolepější nebeská představení, která by se mohla objevovat i v našich zeměpisných šířkách.

Karel Halíř

ASTRONOMICKÉ informace – 6/2024

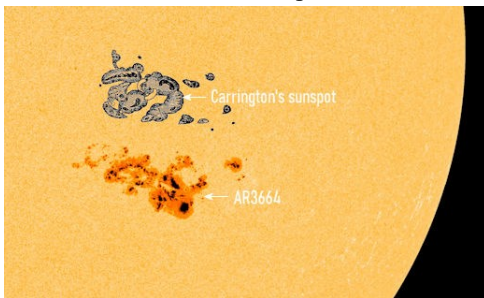
na stránkách HvRaP naleznete AI v elektronické podobě dříve než ve svém e-mailu či schránce <http://hvr.cz>

Rokycany, 25. května 2024

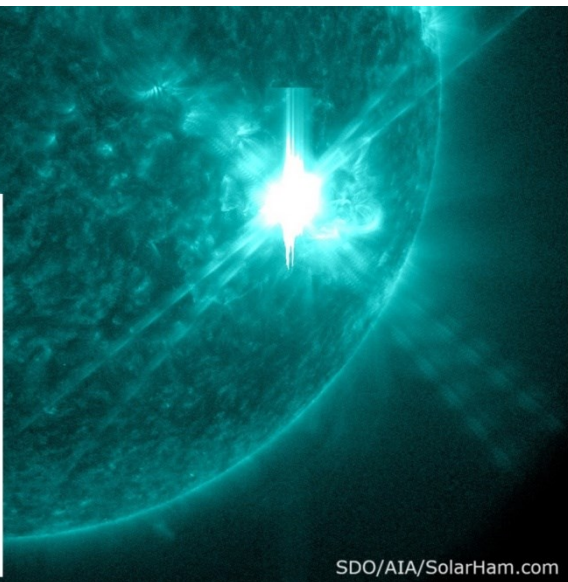
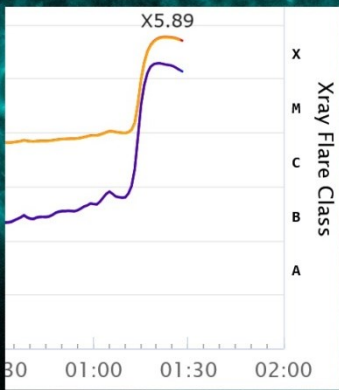
Sluneční překvapení

Když jsem na přelomu dubna a května, s velkou časovou rezervou, dával dohromady podklady pro červnové „sluneční“ Astronomické informace, ani v nejmenším jsem netušil, jak úžasné představení si pro nás Slunce v následujících dvou týdnech připravuje.

Přesně v první májový den se u východního okraje naší hvězdy objevily zatím nenápadné skvrny skupiny, která dostala číslo AR 3664. S každým dalším dnem, jak se skupina dostávala dál a dál na jihovýchodní část disku, narůstal počet skvrn, které ji tvořily a bouřlivě se začala vyvíjet i jejich penumbra. V plné kráse se pozorovatelům předvedla už při svém průchodu hlavním poledníkem. Na kresbě z 10. 5. 2024 jsem napočítal 105 skvrn a rozlohou, ale i složitou strukturou, už se blížila pověstné Carringtonově skupině z roku 1859. Ani to však ještě neměl být vrchol její aktivity. Mezi 10. až 12. květnem totiž předvedla v rychlém sledu hned tři erupce nejvyšší mohutnosti X (X3,98 10/5/24 6:50UT; X5,89 11/5/24 1:23UT; X1,50 11/5/24 11:40UT). Tato nejmohutnější vzplanutí



X5.8 Solar Flare (AR 3664)
5/11/2024 @ 01:23 UTC



SDO/AIA/SolarHam.com

byla ještě doprovázena dalšími čtyřmi menšími erupcemi s klasifikací M5,9; M3,1; M8,8 a M3,2.

Skupinu AR 3664 bylo možné, s použitím slunečního filtru, pohodlně pozorovat na disku i očima bez užití dalekohledu. I jednoduché přístroje pak dovolovaly udělat si zajímavé fotografie provázející výše popsané dění na Slunci. Na připojených snímcích je zachycena fotosféra kompaktním fotoaparátem Nikon CoolPix P1000 opatřeným slunečním filtrem. Obrázky chromosféry jsou pořízeny fotoaparátem Canon EOS D650 za malým, čtyřcentimetrovým, chromosférickým dalekohledem Coronado v projekci za okulárem.



2024/05/09 09:07 UT; Nikon CoolPix P1000; F 2000 mm; f 6,3; 1/800 s; ISO 100

2024/05/09 09:07 UT
Sun, AR 3668 a AR 3664

Nikon, CoolPix P1000



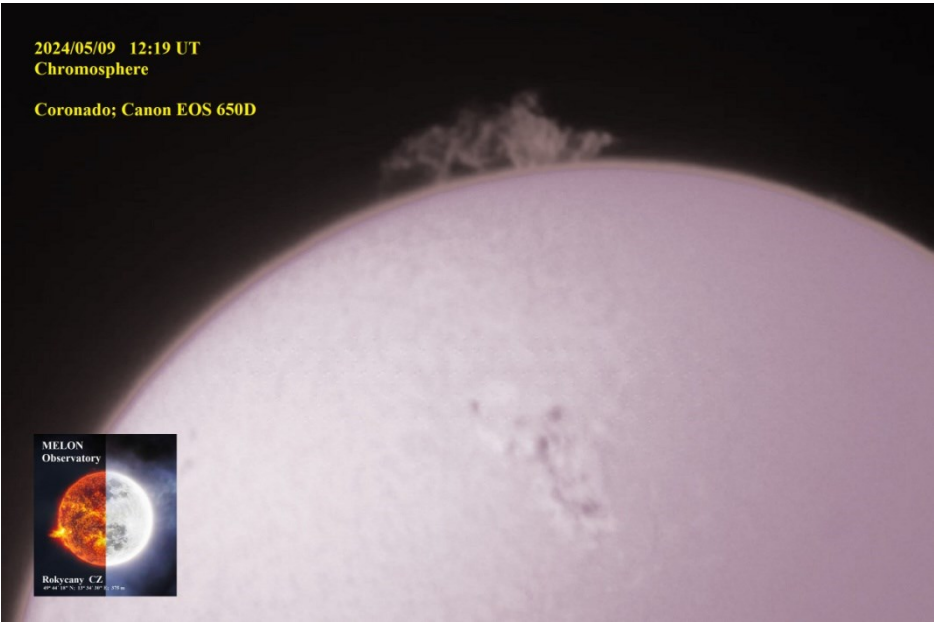
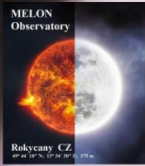
2024/05/09 12:19 UT
Chromosphere

Coronado; Canon EOS 650D
1/60 s; ISO 100

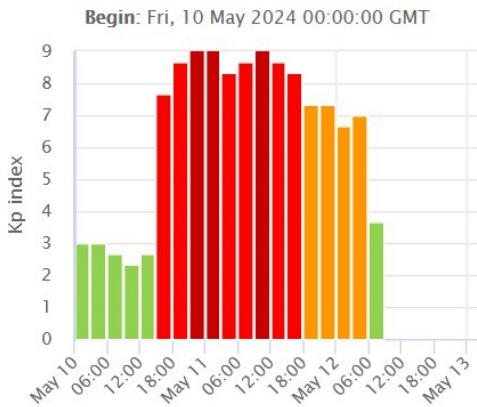


2024/05/09 12:19 UT
Chromosphere

Coronado; Canon EOS 650D



Mimořádně bouřlivá situace na Slunci na konci první květnové dekadý se samozřejmě s několikadenním zpožděním projevila i na intenzitě toku „slunečního větru“ a jeho vlivu na zemskou magnetosféru.



Po sérii erupcí, probíhajících ve skupině AR 3664, se záhy začaly objevovat předpovědi týkající se možného výskytu mimořádných polárních září. Tyto předpoklady se začaly naplňovat v podvečerních hodinách v pátek 10. května 2024. Na grafu zaznamenávajícím hodnoty tzv. Kp indexu začaly každé tři hodiny přibývat červené sloupce, ukazující jeho výrazně zvýšenou hodnotu.

Kp index používá škálu od 0 do 9. V praxi je možné z něho odhadovat, jak daleko od pólů by mohla být pozorovatelná aurorální aktivita. Ve střední Evropě je možné polární záře vizuálně zaznamenat při hodnotě Kp 8, respektive 7. Fotograficky je možné dokonce uvažovat i o fotografování září při Kp 6. Výsledek na obloze je možné vidět na připojeném snímku z naší domácí střechy.



Celá zachycená nádhera polární záře je založena na interakci částic slunečního větru s atomárním kyslíkem a dusíkem v naší vysoké atmosféře. Ve výškách nad 240 km vznikají při excitaci atomárního kyslíku růžovočervené odstíny polární záře, která v našem případě jednoznačně převažovala. Vyšší koncentrace atomárního kyslíku ve výšce pod uvedenou hranicí nám pak dává možnost sledovat záři zelené barvy. Z tohoto důvodu odborníci uvádějí, že výskyt zelené barvy provází v našich zeměpisných šířkách pouze skutečně mimořádně silné geomagnetické bouře.

Je tedy zřejmé, že 25. cyklus sluneční aktivity, který začal v roce 2019, se dostává do svého maxima a můžeme se těšit na opakování podobných událostí, jako byla ta páteční (10. 5. 2024). Čistě statisticky se uvádí, že v průběhu jednoho solárního jedenáctiletého cyklu lze vidět ze středních zeměpisných šířek čtyři polární záře. Jednu jsme si užili na podzim loni, nyní tedy přišla druhá. Takže i ti z vás, kterým to doposud nevyšlo, mají stále ještě minimálně padesátiprocentní naději, že se toho svého úkazu v relativně nedaleké budoucnosti dočkají.

Naše šance se v posledních letech výrazně zvyšují díky předpovědím, které se v rámci pečlivého sledování sluneční aktivity dostávají i k široké veřejnosti s dostatečným předstihem a s vysokou mírou pravděpodobnosti. Polární záře sice ještě nedokážeme předpovídat se stoprocentní jistotou, ale pokud budete pravidelně sledovat informace o stavu aktivity Slunce, slunečním větru a stavu geomagnetického pole Země, jistě se své šance dočkáte. Na pomoc si můžete vzít např. internetovou stránku <http://www.spaceweatherlive.com> .

Karel Halíř



Hvězdárna Rokycany telefon: 773 128 291
Voldušská 721 371 722 622
337 01 Rokycany

Hvězdárna Plzeň telefon: 773 128 292
U Dráhy 11 377 388 400
318 00 Plzeň

<http://hvr.cz>, hvezdarna@hvr.cz

Program červen 2024

Pozorovací čtvrtky:

pozorování pro veřejnost na hvězdárně Rokycany. Za jasného nebe sledování zajímavých objektů na večerní obloze. Při nepříznivém počasí prohlídka výstavního prostoru, program v sálu hvězdárny a také si můžete vyzkoušet virtuální realitu. Začátek programu **každý čtvrtek ve 20:00 hod.**

Pozorovací pátky:

pozorování pro veřejnost na hvězdárně Plzeň. Za jasného nebe sledování zajímavých objektů na večerní obloze. Při nepříznivém počasí prohlídka výstavního prostoru, program v sálu hvězdárny, „umělá“ obloha v malém planetáriu a také si můžete vyzkoušet virtuální realitu. Začátek programu **každý pátek ve 21:00 hod.**

Prohlídka hvězdárny Rokycany - pozorování sluneční fotosféry:

Za jasného počasí pozorování Slunce dalekohledem, za nepříznivých povětrnostních podmínek prohlídka hvězdárny a seznámení s její historií a současností. Je možné si vyzkoušet také virtuální realitu.

Program možno uskutečnit **Po až Čt v čase od 8 do 12 h.**

Termín nutno dohodnout předem telefonicky (773 128 291) nebo mailem.

Prohlídka hvězdárny Plzeň - pozorování sluneční fotosféry:

Za jasného počasí pozorování Slunce dalekohledem, za nepříznivých povětrnostních podmínek prohlídka hvězdárny a seznámení s její historií a současností, nebo ukázka „umělá“ oblohy v malém planetáriu. Je možné si vyzkoušet také virtuální realitu.

Program možno uskutečnit **Po až Čt v čase od 8 do 15 h.**

Termín nutno dohodnout předem telefonicky (773 128 292) nebo mailem.

Za vysvědčení na hvězdárnu:

Přijďte 28. června na hvězdárnu Plzeň. Od 15h do 20h (každou celou hodinu) bude připraven zajímavý program jak pro děti, tak i dospělé. Neměli jste jedničky? Vůbec nevádí. Vstup zdarma platí pro všechny školáky. Podrobný program bude zveřejněn na našem webu a sociálních sítích. Těšíme se!

Zvláštní nabídka – vesmír na zavolání:

Pro ucelené skupin(k)y lze po dohodě zorganizovat pozorování či program na dohodnutá témata i v jiných dnech a časech, než je výše uvedená otevírací doba hvězdáren. Stačí se dohodnout předem!

Programy pro školy:

Dle nabídky na našem webu je možno si zajistit termíny na **Hvězdárně Rokycany** nebo **Hvězdárně Plzeň**, případně návštěvu **mobilního planetária** přímo ve vaší škole. Nutno dohodnout předem telefonicky nebo mailem.

Pozorování pro veřejnost - Sylván:

Ve dnech 10. nebo 11. června od 21:30 hodin na vyhlídce Pod Sylvánem nedaleko rozhledny. Akce se uskuteční pouze 1 den, termín bude zvolen podle příznivější předpovědi počasí. Aktuální informace budou zveřejněny na webových stránkách hvězdárny a sociálních sítích.

Astronomické kroužky:

- začátečníci na hvězdárně Plzeň každé pondělí od 16 hodin
- pokročilí na hvězdárně Plzeň v úterý 11. a 25. června od 16 hodin
- začátečníci na hvězdárně Rokycany každý čtvrtek od 16 hodin (mimo 27.6.)

Astronomické kurzy (hvězdárna Plzeň):

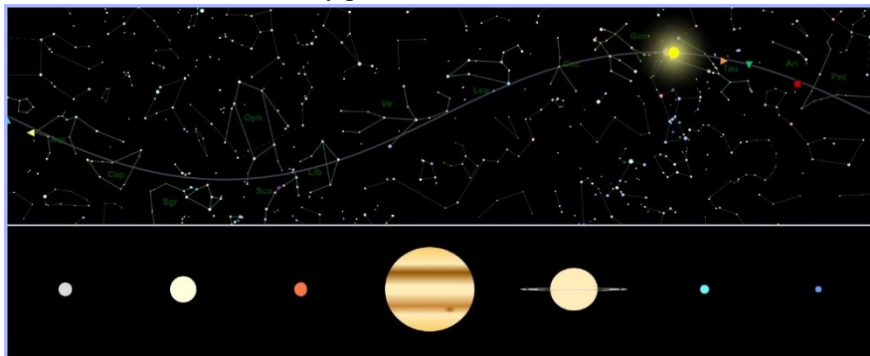
Kurz základů geologie a paleontologie v pondělí 3. června od 19 hodin.

Kurz základů meteorologie v pondělí 10. června od 19 hodin.

Přednášky pro veřejnost:

Ve Velkém klubu plzeňské radnice ve středu 12. června 2024 od 18:30 hod., „Ohlédnutí za čtvrtstoletím života s miniaturními satelity“, Ing. Ivo Veřtát, Ph.D.

Polohy planet k 15. červnu 2024



Mapa hvězdné oblohy 15. června 2024 ve 22:00 SELČ

