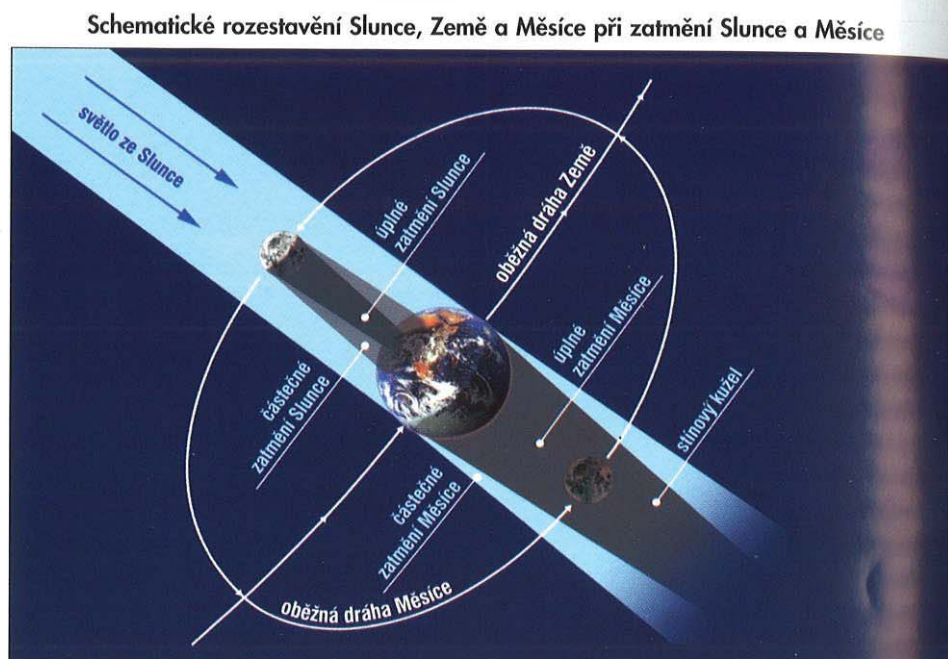


Zatmění Měsíce a Slunce

Letošní rok je pro efektní příklady fungování nebeské mechaniky více než příznivý. V lednu a únoru jsme mohli nízko nad obzorem pozorovat dvě komety, v srpnu budeme moci pozorovat Mars v opozici (tj. Mars bude na opačné straně oblohy než Slunce, vzhledem k postavení Země) a v květnu se nám během jediného měsíce naskytne možnost pozorovat úplné zatmění Měsíce a částečné zatmění Slunce.

Zatmění Měsíce

Zatmění Měsíce nastává, když měsíční kotouč vstoupí do zemského stínu. K tomu dojde tehdy, jsou-li Slunce, Země a Měsíc seřazeny za sebou v jedné přímce anebo nepřesáhne-li odchylka Měsíce od této přímky $0,95^\circ$ (tj. $57'$, odchylka středu Měsíce od středu Země vzhledem ke spojnici středu Slunce a Země). Tato přípustná odchylka je možná díky tomu, že průměr zemského stínu je větší než průměr měsíčního kotouče. Příčinou, proč k zatmění nedochází při každém úplňku Měsíce, kdy tato nebeská tělesa mají podobné postavení, je nevelká (přesto podstatná) odchylka roviny oběžné dráhy Měsíce vzhledem k rovině ekliptiky ($5^\circ 8' 43,4''$), tedy k rovině oběžné dráhy Země kolem Slunce. Na rozdíl od zatmění Slunce je zatmění Měsíce viditelné ze všech míst na Zemi, kde je momentálně Měsíc nad obzorem. Také průběh tohoto zatmění na rozdíl od zatmění Slunce je z každého pozorovatelského místa stejný. Při průchodu Měsíce zemským stínem mohou nastat tyto možnosti: buď se celý Měsíc ukryje v zemském stínu, pak nastane úplné zatmění Měsíce, nebo Měsíc zasáhne pouze část zemského stínu, pak jde o zatmění částečné. Projde-li Měsíc polostínem Země (viz obr. 1), pak se mluví o polostínovém zatmění Měsíce, při něm však jas naší družice poklesne jen nepatrně, že to našimi smysly ani nepostřehneme a je tudíž pro běžné pozorovatele nezajímavé. Ale ani při úplném zatmění Měsíce nám nezmizí náš souputník absolutně z očí; může za to světlo rozptýlené v zemské atmosféře. Měsíc bude mít temně naoranžovělou barvu, díky tomu, že právě tato část světelného spektra se dostává do vrženého stínu, na rozdíl od ostatních složek viditelného světla, které jsou zemskou atmosférou rozptýleny. Tento jev je způsoben fyzikální vlastností světla, kdy nejvíce je rozptylována fialová a modrá část spektra (mají kratší



vlnovou délku), proto se nám ve dne jeví obloha jako modrá; nejméně je rozptylována červená část spektra (má větší vlnovou délku). Přesto je tento úkaz výhodné pozorovat, neboť během několika desítek minut můžeme sledovat přechod zemského stínu přes kotouč Měsíce jako zrychlené fáze Měsíce. Právě místa na hranici světla a stínu, na tzv. terminátoru, jsou pro pozorování členitého povrchu Měsíce nejvýhodnější, protože zvýrazňují plastičnost jednotlivých tvarů měsíčního reliéfu.

Dne 16. května 2003 začal Měsíc vstupovat do plného stínu Země ve 3 hodiny 3 minuty a 6 sekund, celý se v něm „schoval“ ve 4 hodiny 14 minut a 24 sekund (tehdy začalo úplné zatmění Měsíce), ze stínu začal vystupovat v 5 hodin 5 minut a 48 sekund (tehdy skončilo úplné zatmění Měsíce) a úplně opustil zemský stín v 6 hodin 17 minut a 6 sekund. Bohužel Měsíc zapadl už ve 4 hodiny 21 minut, takže z celého průběhu zatmění jsme viděli jen část. To nám však nemusí příliš vadit, neboť 9. listopadu

2003 si můžeme dát sraz pod hvězdnou oblohou znovu a opět pozorovat úplné zatmění Měsíce. Tentokrát jej budeme moci sledovat v celé jeho délce. Měsíc začne vstupovat do zemského stínu v 0 hodin 32 minut a 48 sekund, celý zmizí ve 2 hodiny 7 minut 30 sekund (začátek úplného zatmění Měsíce) a již ve 2 hodiny 29 minut a 42 sekund začne zemský stín opouštět (konec úplného zatmění Měsíce), úplně jej opustí ve 4 hodiny 4 minuty a 18 sekund. Měsíc zapadne až v 7 hodin 22 minut.

Zatmění Slunce

Po roce 1999, kdy jsme mohli pozorovat částečné zatmění Slunce a mnozí z nás zajeli nedaleko za hranice, aby mohli zažít úpl-

né zatmění Slunce, máme opět možnost z naší republiky pozorovat částečné zatmění Slunce.

Zatmění Slunce je způsobeno tím, že mezi Zemí a Sluncem se dostane Měsíc, přičemž jeho kotouč zakryje úplně nebo částečně Slunce. K tomu je nutné, aby Měsíc – podobně jako u zatmění Měsíce – ležel na přímce, určené Zemí a Sluncem, s tím rozdílem, že Měsíc se musí nacházet mezi oběma tělesy a odchylka jeho polohy od ideální přímky může být až $1,47^\circ$ (tj. $1^\circ 28' 12''$, odchylka středu Měsíce od středu Země vzhledem ke spojnici středu Slunce a Země). V místech, kam dopadne vržený stín Měsíce na povrch Země, můžeme zatmění Slunce pozorovat. Z důvodu rozdílů maximálních odchylek poloh Měsíce na „ideální“ přímce Země–Slunce je sluneční zatmění cca 1,547krát častější než zatmění Měsíce. Je zřejmé, že v období zatmění Slunce je Měsíc ve fázi novu, tj. k Zemi přivrácená strana Měsíce je neosvětlená. Podobně jako u zatmění Měsíce můžeme rozlišovat úplné

FÁZE MĚSÍCE

Nov – Měsíc je na stejné straně jako Slunce, jeho osvětlenou polovinu ze Země nevidíme.

První čtvrt – ze Země vidíme osvětlenou část Měsíce ve tvaru písmene D.

Úplněk – celá osvětlená část Měsíce je pozorovatelná ze Země, Měsíc je na opačné straně od Slunce než Země.

Poslední čtvrt – ze Země vidíme osvětlenou část Měsíce ve tvaru písmene C.

Synodický měsíc – je doba od úplňku k dalšímu úplňku, průměrně trvá 29,5 dne (přesněji 29d 12h 44 min 2,9 s).

APLIKACE DO VÝUKY

Otázky a úkoly:

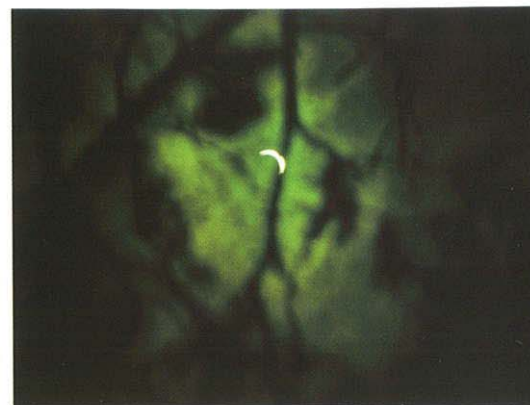
1. Připomeňte si základní pojmy vztahující se k oběhu nebeských těles. Jak byste vysvětlili pojmy přísluní a odsluní? Jak se tyto pozice nazývají v případě polohy Měsíce vzhledem k Zemi? Znáte i jejich cizí názvy? Co je opozice a konjunkce?
2. Zatmění Slunce i Měsíce jsou dodnes fascinujícími událostmi. Víte, jak si tyto jevy lidstvo dříve vysvětlovalo?
3. Proč je stopa prvního člověka na Měsíci dosud zachována?
4. Zeptejte se vašich rodičů či prarodičů, zda sledovali přímý televizní přenos z prvního přistání lidí na Měsíci a nechte si vyprávět o atmosféře této události.
5. Diskutujte o významu výzkumu Měsíce pro lidstvo. Co všechno tento výzkum ovlivnil?

Foto: Zatmění Slunce dne 11. 8. 1999, které bylo pozorovatelné i v naší republice. Snímek byl pořízen v Rakousku, v údolí Dunaje, v místech kde se zatmění blížilo ke 100 %.

Foto: V. Vilímek

nebo částečné zatmění Slunce podle toho, zda Měsíc zastíní celý sluneční kotouč nebo jen jeho část. Speciálním typem úplného zatmění je prstencové zatmění, kdy sice celý Měsíc předejde před Sluncem, ale nezakryje ho celé. Kolem jeho kotouče přesahuje mezikruží slunečního disku, který je v tu dobu větší než měsíční kotouč. To je způsobeno kolísáním vzdáleností Země–Slunce a Země–Měsíc, což způsobuje změnu zdánlivého průměru Měsíce od 0,49 do 0,56, resp. Slunce od 0,52 do 0,54. Díky pravidlům nebeské mechaniky, podle nichž se řídí pohyb kosmických těles, tedy i Země a Měsíce, lze zjistit a vypočítat periodu s níž se přesně stejná zatmění opakují. Délka jednoho cyklu je 223 tzv. synodických měsíců, což je doba od úplňku k úplňku (1 synodický měsíc je cca 29 dní 12 hodin 44 minut a 3 sekundy). Během tohoto cyklu dojde ke 41 slunečním a 29 měsíčním zatměním). Více o principu zatmění Slunce naleznete v 8. ročníku Geografických rozhledů, a to ve 4. čísle z roku 1999.

31. května 2003 půjde o prstencové zatmění Slunce, které bude z našeho území viditelné jako částečné. Prstencové zatmění bude pozorovatelné ze středního Grónska, Islandu a severu Skotska. Částečně zakryté Slunce půjde pozorovat po téměř celé Evropě, na severu Asie, v Arktidě a na severních oblastech Kanady a Aljašky, avšak s rozdílným stupněm zakrytí slunečního kotouče (obr. 2). Například u našich sousedů budou moci sledovat částečné zatmění Slunce s tímto zakrytím slunečního disku: Berlín 81%, München 78%, Wien 76%, Bratislava



78%, Warszawa 77%. U nás Slunce vystoupí nad obzor ve 3 hodiny 57 minut a bude již částečně zakryté. Ve 4 hodiny 23 minut a 48 sekund nastane u nás maximální fáze zatmění, kdy Měsíc zakryje Slunce ze 79%, které v tu dobu bude 3° nad obzorem. Měsíční kotouč vystoupí ze slunečního disku v 5 hodin 22 minut 18 sekund a ukončí tím částečné zatmění.

Při pozorování tohoto jevu je nutné chránit svůj zrak filtrem (ten dostatečně zeslabí viditelné i infračervené záření) nebo projekcí obrazu Slunce na stínítko. Pokud chcete o slunečním zatmění více informací nebo rady, jak tento jev vyfotit či zaznamenat videokamerou, pak Vás odkazují opět na článek v Geografických rozhledech „Zatmění Slunce, fenomén evropské letní oblohy“ z roku 1999 nebo na <http://zatmeni.hvezdarna.cz/zatmeni.htm>.

Všechny časy jsou udány v SEČ a platí pro Prahu, v období letního času je třeba přičíst k uvedeným údajům 1 hodinu.

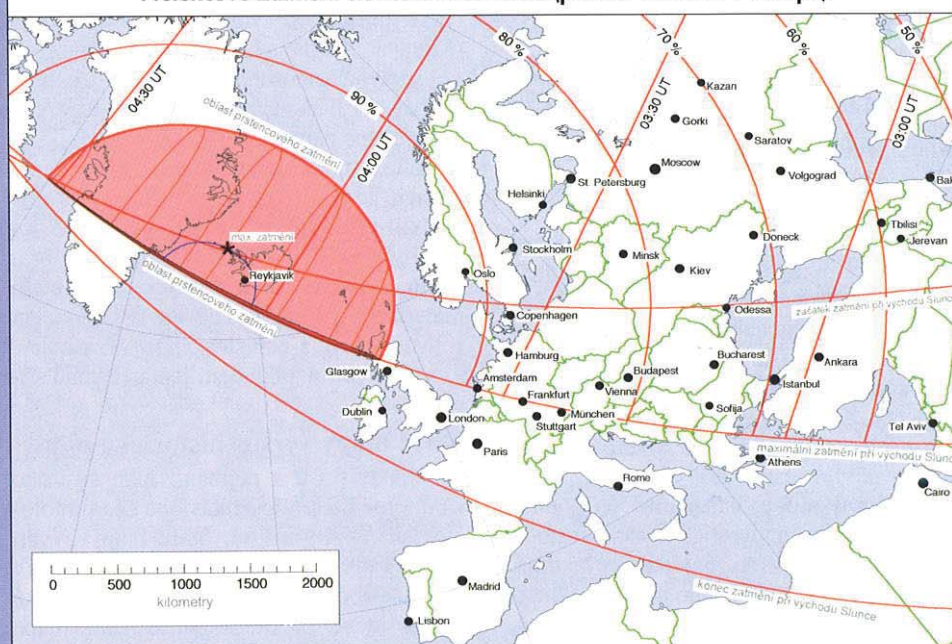
Srpen ve znamení Marsu

Těm, kterým se zalíbilo sledovat dění na obloze a zdá se jim prodleva mezi popisovanými zatměními příliš dlouhá, mohou doporučit pozorování již avizované opozice Marsu, ke které dojde 28. srpna 2003. Mars bude v tzv. velké opozici vzdálen od Země „pouze“ 55,8 mil. km (minimální vzdálenost Mars–Země je 54,5 mil. km), což bude pro jeho pozorování ze Země velice výhodné. V tuto dobu bude možné i menšími dalekohledy pozorovat na povrchu Marsu světlé a tmavé skvrny a svou jasností na pozemské obloze bude tato planeta soupeřit dokonce s jindy jasnějším Jupiterem. Vzhledem k tomu, že Mars bude pozorovatelný celý rok (do května najdeme Mars na ranní obloze, o letních prázdninách jej uvidíme po celou noc, potom až do konce roku bude viditelný během první poloviny noci), můžeme pozorovat změnu jeho jasnosti v závislosti na poloze vůči Slunci a Zemi.

Marek Křížek

katedra fyzické geografie
a geokologie PřF UK Praha

Prstencové zatmění slunce 31. 5. 2003 (průběh zatmění v Evropě)



Pozn.: Časové údaje jsou uvedeny ve světovém čase (UT), pro převod na SEČ, resp. LSEČ, je nutné přičíst 1 hodinu, resp. 2 hodiny. Dále je pro jednotlivé oblasti uvedeno zakrytí slunečního kotouče v procentech. Podle: NASA – F. Espenak, J. Anderson (2003): Eclipse Bulletin, vyhotovil Marek Křížek.