



ZÁKLADY ASTRONOMIE 1

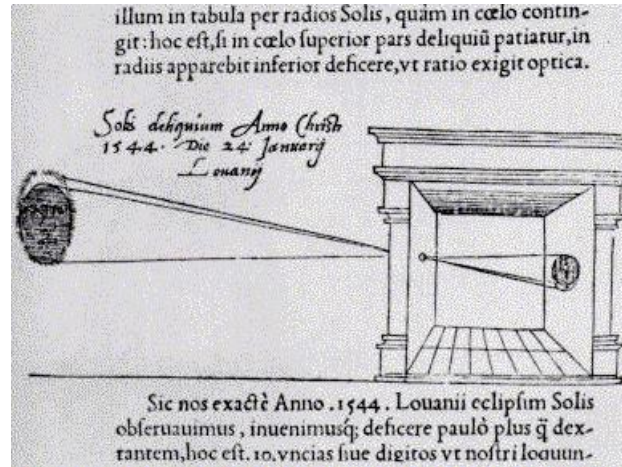
Praktikum 5.

DÍRKOVÁ KOMORA

1 Úvod

1.1 Obecné informace

Pozorování Slunce nepochybně patří k nejstarším pozorováním, jaká kdy člověk prováděl. Samozřejmě zpočátku sledoval jen sluneční kotouč – jeho polohu, pohyby. Všiml si času a místa, kde Slunce vychází a zapadá o rovníkových, slunovratech. Teprve mnohem později si občas mohl povšimnout, že na tom zlatavém slunečním kotouči je někdy možné vidět tmavší skvrny. Slunce už nebylo tak božsky čisté a neposkvřené. S objevem dalekohledu bylo možné sledovat tyto skvrny na slunečním povrchu častěji. Jenže přímé pozorování Slunce končilo zpravidla katastrofálním poškozením zraku a mnohdy slepotou. Dnes existují speciální dalekohledy nebo alespoň speciální filtry, které vám umožní pozorovat Slunce přímo a přitom bezpečně. Ale bezpečně lze pozorovat Slunce i bez speciální výbavy, stačí použít projekci nebo sledovat kotouček Slunce pomocí dírkové komory (camera obscura¹). První vyobrazení dírkové komory (a hned využití při sledování Slunce) publikoval v roce 1545 astronom Gemma Frisius, který s její pomocí pozoroval zatmění Slunce v předchozím roce (viz obr. 1).



Obr. 1: Gemma Frisius: De Radio Astronomica et Geometrica (1545).

V tomto praktiku si sami dírkovou komoru zhotovíte a využijete ji při měření úhlového průměru Slunce. Pokud budete pracovat pečlivě, budete jistě udiveni přesností výsledku.

Jak jsme se už zmínili, lze na Slunci pozorovat sluneční skvrny. Tmavší skvrny jsou jen chladnější místa ve spodní vrstvě sluneční atmosféry, tzv. fotosféře. Dlouhodobým sledováním jejich výskytu a četnosti můžeme hodnotit aktivitu Slunce. Švýcarský astronom Rudolf Wolf

¹Zřejmě nejstarší dochovaný popis pozorování pomocí camery obscury pochází z 5. století př. n. l. od čínského filosofa Muo Ti. Na západ od Číny nalezneme řadu učenců, kteří se zabývali přímočarým šířením světla a minimálně znali princip fungování dírkové komory. První podrobný popis camery obscury ale publikoval až kolem r. 1485 Leonardo da Vinci, který ji využíval ke studiu perspektivy.



Obr. 2: Tento obrázek je ukázkou dírkové komory. Soustava přirozených dírkových komor vzniká otvory mezi listy v koruně stromu. Snímek pořídil E. Israel v čase částečného zatmění Slunce v roce 1994.

(1816-1893) navrhl využívat proto tzv. relativní číslo slunečních skvrn R

$$R = k(10G + F), \quad (1)$$

kde k je koeficient podle použitého přístroje, jeho parametrů a umístění, G je počet skupin skvrn a F je počet skvrn. V době minimální aktivity není na Slunci vidět žádná skvrna po dlouhé týdny a číslo R je tedy nulové. Naopak v době maxima sluneční činnosti jsou rovníkové oblasti na skvrny velmi bohaté, R přesahuje i hodnotu 300.

V rámci praktika provedete s využitím malého dalekohledu, triedru pozorování Slunce projekcí(!) a zakreslíte případné sluneční skvrny.

2 Pracovní postup

1. Sestavení dírkové komory

Výroba dírkové komory je snadná. Stačí do tužšího papíru (kartonu) propíchnout menší díрку. Tak vytvoříte „objektiv“ komory, kterou pak namíříte na Slunce. V určité vzdálenosti od otvoru uvidíte na bílém stínítku malý jasný sluneční kotouček. Jeho okraj nebude úplně ostrý. V každém případě musíte karton s otvorem umístit kolmo na směr slunečních paprsků.

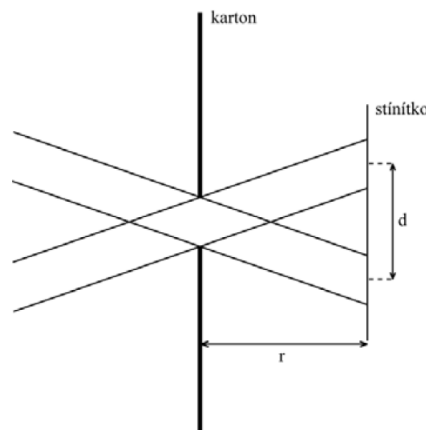
2. Určení úhlového průměru Slunce

Změřte vzdálenost stínítka od otvoru r a průměr slunečního kotoučku d , přičemž jako "okraj" berte střed přechodové zóny jak je patrné z obrázku 3. Měření opakujte pro různé vzdálenosti otvoru od stínítka r . Naměřené hodnoty veličin d a r (měřených samozřejmě ve stejných jednotkách, např. milimetrech) vepište do tabulky 1. Úhlový průměr Slunce γ vypočtete podle vztahu

$$\gamma = d/r. \quad (2)$$

Výsledné hodnoty v radiánech zapište do tabulky. Spočtete průměrnou hodnotu a chybu a přepočtete na úhlovou míru).

Poznámka: Experiment lze vylepšit odstíněním parazitního světla. Větší přesnosti dosáhneme při vzdálenostech otvoru od stínítka větších než 1 metr.



Obr. 3: Sestavení dírkové komory.

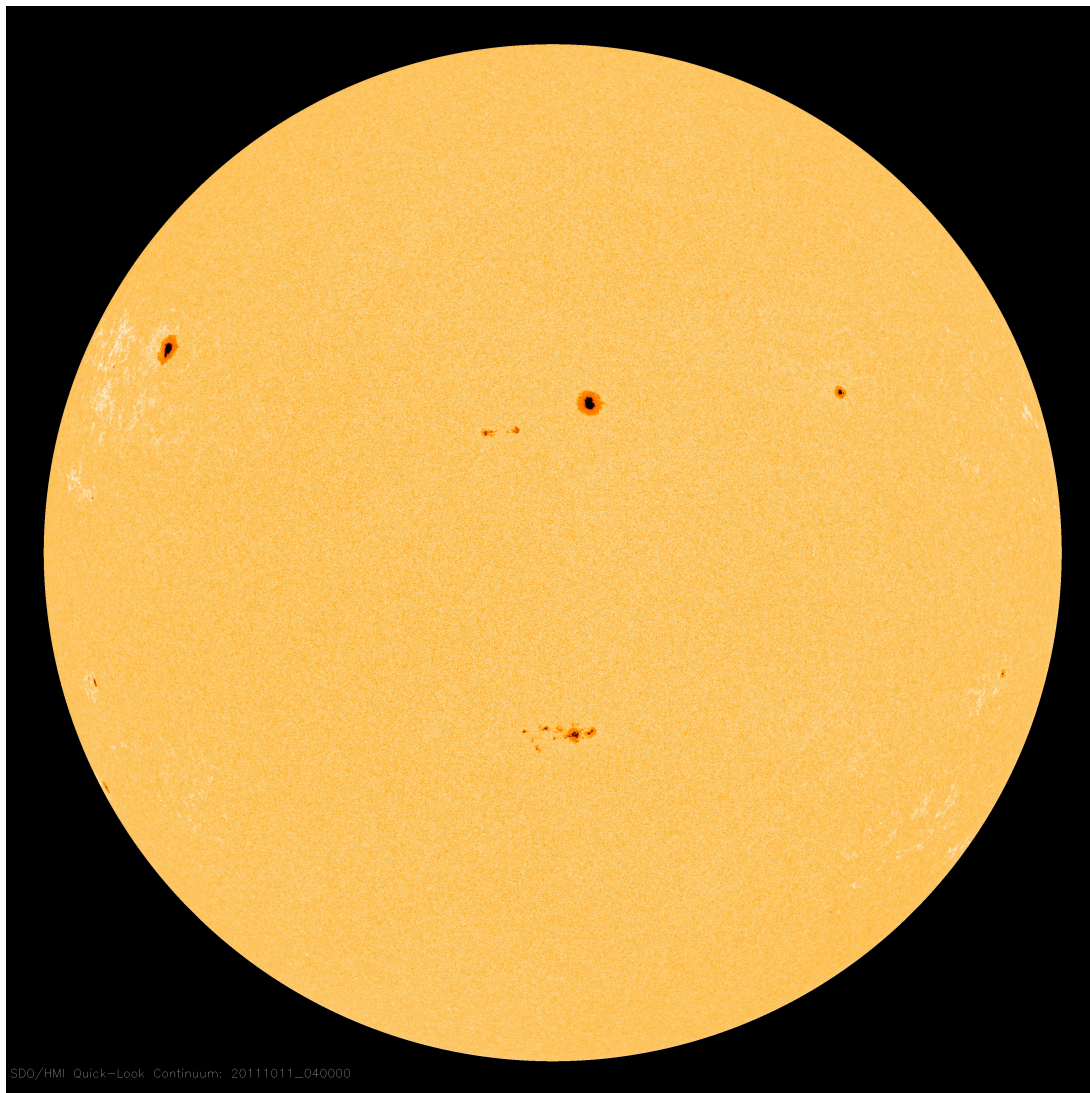
3. Pozorování Slunce projekcí

Nejbezpečnější pozorování Slunce je pozorování projekcí. **NIKDY SE NEDÍVEJTE PŘÍMO NA SLUNCE DALEKOHLEDEM** bez speciální výbavy!!! Při našem pozorování stačí využít běžný malý dalekohled jako triedr, galileoskop a pod. Dalekohled namířte na Slunce (ale nedívejte se do něj!) - stačí sledovat stín vrhaný dalekohledem. Do jisté vzdálenosti za dalekohled umístěte tvrdou podložku s bílým papírem a na něj zakreslete sluneční kotouč a skvrny. Kresbu provádějte nejlépe tužkou. Pokud budete pozorování provádět "na koleně", požádejte o pomoc spolužáky, aby vám dalekohled případně i podložku přidrželi a pak se můžete vystřídat. Při použití triedru, obecně binárního dalekohledu s dvěma okuláry je vhodné jednu část (objektiv a okulár) zclonit, aby nedošlo k náhodnému pohledu do dalekohledu mířícího na Slunce. I letmý pohled může poškodit zrak! Nezapomeňte také, že dalekohled stejně jako lupa umožňuje zaostřit svazek slunečního světla do jednoho bodu. Pokud bude tento bod zaměřen na povrch hořlavé látky, např. na papír, koberec a podobně po delší dobu, může se tato látka vznítit! Proto je nutné po každém měření dalekohled přikrýt nebo odklonit ze směru na Slunce. Samozřejmě pokud máte v dosahu nějakou hvězdárnu, požádejte tamní pracovníky, zda byste si nemohli Slunce u nich nakreslit. Zpravidla už na to mají speciální vybavení. Vždy si do pozorovacího deníku nebo alespoň ke kresbě zaznamenejte datum, čas a místo pozorování, pozorovací podmínky a parametry použitého přístroje. Kresbu přiložte k protokolu.

4. Určení relativního čísla slunečních skvrn

V případě, že máte smůlu a realizace této úlohy připadla do období slunečního minima a na Slunci prostě žádné skvrny nejsou, nezoufejte. Použijte, přiložený obrázek 4 a z něj zjistěte relativní číslo slunečních skvrn. Ale pozor! Stav Slunce a (ne)výskyt skvrn se dá kdykoli ověřit

(například na <http://www.spaceweather.com>). Obrázky využijte tedy pouze v krajní nouzi a nejlépe s vědomím vyučujícího. Ať již použijete skutečná pozorování nebo snímky, zvolte konstantu úměrnosti k rovnu jedné.



Obr. 4: Slunce 11. října 2011.

Použité zdroje a další materiály ke studiu

<http://www.spaceweather.com>

<http://hvr.cz/slunce/navod/>

<http://astrosvet.com/index.php?id=oslunci&clanek=bezpecne-pozorovani-slunce>

Marsh, J. C. D., 1982, Journal of the British Astronomical Association, vol.92, no.6, p.257-259

Pokorný, Z., Vademecum. Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně, 2006

Shrnutí úkolů:

Úkol 1. Vytvoření dírkové komory.

Úkol 2. Určení úhlového průměru Slunce.

Změřte velikost slunečního kotoučku při různých vzdálenostech otvoru od stínítka (kartonu) a zapište do tabulky. Spočtete úhlový průměr Slunce pro každou naměřenou dvojici hodnot a opět zapište do tabulky.

Tabulka 1: Měření úhlového průměru Slunce.

Pořadové číslo měření	r	d	γ [rad]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Spočtete střední hodnotu úhlového průměru Slunce a jeho chybu a převed'te údaje na stupně. Diskutujte nepřesnost měření, chybu určení úhlového průměru Slunce. Nezapomeňte si poznačit datum a čas měření, případně i místo a pozorovací podmínky. Vše uveďte níže.

Úhlový průměr Slunce je roven radiánů = stupňů.

Úkol 3. Pozorování Slunce projekcí.

Ke splnění úkolu si zajistěte malý dalekohled – postačí lovecký triedr, binar nebo třeba galileoskop, případně si domluvte přístup k dalekohledu na hvězdárně. Dbejte zásad bezpečnosti práce. Pokud nemáte speciální vybavení (značkové speciální filtry, helioskopický okulár apod.) NIKDY

SE NEDÍVEJTE DALEKOHLEDEM PŘÍMO NA SLUNCE!!! A to ani tím nejmenším! Poškození nebo ztráta zraku, ke kterému by mohlo dojít by pak nejspíše byly trvalé! Pokud využijete binokulární dalekohled, zacloňte tu část dalekohledu (nejlépe objektiv i okulár), kterou nebudete používat.

Namířit dalekohled na Slunce je snadné i bez pohledu do dalekohledu. Stačí sledovat stín přístroje na pozadí. Když je stín nejmenší, máme namířeno a zpravidla se na stínítku objeví i nezaostřený jasný sluneční kotouček. Změnou vzdálenosti obraz zaostříte. Pak už stačí mít dalekohled i stínítko zafixovány a zakreslit sluneční kotouček i skvrny, které jsou pozorovatelné. Můžete požádat spolužáky, aby vám dalekohled i stínítko přidrželi. Vy si pak jen lehce načrtnete rozměry kotoučku a polohu skvrn. Pak už stačí detaily skvrn dokreslit při pohodlnější poloze papíru s nákresem. Vždy nezapomeňte uvést čas, místo pozorování, použitý přístroj, pozorovací podmínky a další okolnosti důležité nebo zajímavé pro provedené pozorování. Náskres přiložte k protokolu.

Úkol 4. Určení relativního čísla slunečních skvrn

Z vašeho nákresu, eventuálně z obrázku 4 určete relativní číslo slunečních skvrn. Vyznačte, zda jste využili přiložený náskres z vlastního pozorování nebo obrázek 4.

Zjištěný počet skupin skvrn $G = \dots\dots\dots$, zjištěný počet skvrn $F = \dots\dots\dots$.

Relativní číslo slunečních skvrn $R = \dots\dots\dots$.

Úkol 5. Kontrolní otázky

1. Je možné pozorovat sluneční skvrny pouhýma očima (bez dalekohledu)?
2. Spočtete, jak velká by musela být skvrna na Slunci, aby ji bylo možné vidět pouhýma očima bez dalekohledu.

3. Najděte v astronomické literatuře nebo na internetu přesný úhlový průměr Slunce. Napište hodnotu a chybu a porovnejte s vaším měřením. Nezapomeňte uvést přesnou citaci zdroje.

4. Proč je okraj slunečního kotouče promítnutý dírkovou komorou neostrý?

5. Napište kterým směrem vychází a zapadá Slunce u nás v ČR v době zimního slunovratu.