

Miłośnicy astronomii i astronomowie opowiadają sobie czasem makabryczny dowcip:

— Ile razy można spojrzeć na Słońce przez teleskop?

Odpowiedź brzmi:

— Dwa! Raz okiem lewym i raz prawym!

Życząc Czytelnikom najwspanialszych wrażeń z obserwacji naszej macierzystej gwiazdy, zaczynamy przede wszystkim od zasad bezpieczeństwa, tak dla naszego wzroku jak i sprzętu. Musimy o nich zawsze pamiętać!

Techniki obserwacji i prezentacji Słońca

Przemysław Żołądek

Słońce jest specyficznym i wyjątkowym celem obserwacji. Naszą gwiazdę dzienną podziwiać można praktycznie dowolnym sprzętem astronomicznym tylko pod warunkiem, że stosujemy się do pewnych zasad bezpieczeństwa. Słońce to obiekt fascynujący, ale na co dzień niemal niedostrzegany przez zwykłych ludzi. Cieszymy się, gdy jest ciepło i słonecznie, traktujemy je jak wielki świecący z góry reflektor, a podziwiamy przy zachodach. Tymczasem spojrzenie astronoma daje zupełnie inną perspektywę. Oto na dziennym niebie oślepiąco świeci gwiazda o jasności niemal -27 magnitudo! Dość typowa i spokojna, jak wiele innych we Wszechświecie. Inne takie słońca widać przez całą noc w postaci punkcików, które nazywamy gwiazdami.

Nasze Słońce wypromieniowuje ogromne ilości energii, między innymi

w postaci światła widzialnego, podczerwieni czy też ultrafioletu. Teleskopy, które zazwyczaj służą do zbierania minimalnych ilości światła, w przypadku tak skrajnie jasnego obiektu mogą być bardzo niebezpieczne dla obserwatora bądź też mogą nie poradzić sobie z przeniesieniem takiej ilości energii, ulegając uszkodzeniu. Na początku więc kilka słów o bezpieczeństwie obserwacji słonecznych.

Bezpieczeństwo

W każdym teleskopie, w dołączonej do niego instrukcji znajdują się stosowne ostrzeżenia mówiące o utracie wzroku w przypadku ich zlekceważenia. W istocie, teleskopy potrafią być bardzo niebezpieczne, a co więcej, działanie światła słonecznego na oko jest dość zdradliwe. Mechanizm uszkodzania wzroku jest tu dwojaki. Po pierwsze

mamy efekt fotochemiczny: pigmenty w komórkach siatkówki rozkładane są przez silne promieniowanie, szczególnie przez to o mniejszych długościach fali. Tego rodzaju naświetlenie oka może prowadzić do mniej lub bardziej długotrwałych zmian w widzeniu. Na podobnej zasadzie dochodzi do uszkodzeń wzroku u spawaczy — duże ilości ultrafioletu produkowane przez łuk elektryczny są bardzo niebezpieczne. Efekt drugi przy obserwacjach teleskopowych ma dużo większe znaczenie i niesie też bardziej nieodwracalne skutki. Chodzi tu o działanie termiczne i to wcale nie tak dramatyczne, jak by się mogło wydawać. Podniesienie temperatury siatkówki zaledwie o 10° powoduje nieodwracalne uszkodzenia komórek i utratę wzroku. Wszystko to dzieje się bezboleśnie, jako że siatkówka jest pozbawiona zakończeń nerwowych, a do podniesienia temperatury wystarczy ułamek sekundy. **Pierwsza zasada: do obserwacji Słońca stosujemy teleskop odpowiednio przygotowany. Nigdy nie patrzymy bezpośrednio przez niezabezpieczony układ optyczny, podobnie tragiczne w skutkach mogą być obserwacje przez lornetkę.** O ile osoba dorosła zwykle zdaje sobie sprawę z takich niebezpieczeństw, o tyle na uwadze trzeba mieć dzieci korzystające z teleskopu, tu wyobraźni może jeszcze nie wystarczyć. Zwrócić uwagę należy na szukacz, który też należy zabezpieczyć lub wręcz zdemontować. Przypatrzmy się teraz metodom bezpiecznej obserwacji Słońca.

Obiektywowy filtr słoneczny

Prawidłowo zamontowany jest tanim i bezpiecznym rozwiązaniem pasującym do praktycznie każdego teleskopu. W roli

Obserwacje Słońca i tranzytu — pierwsze kroki

DO PRZEPROWADZENIA OBSERWACJI przejścia Wenus na tle tarczy Słońca, plam słonecznych, pól pochodni fotosferycznych czy dostrzeżenia pociemnienia brzegowego nie potrzeba wcale skomplikowanych instrumentów obserwacyjnych.

Poniżej znajduje się opis prowadzenia obserwacji Słońca prostą i całkowicie bezpieczną metodą projekcji obrazu na ekran. Metoda ta umożliwi obserwację obrazu tarczy słonecznej jednocześnie wielu obserwatorom, dzięki czemu nadaje się ona doskonale do stosowania w czasie pokazów dla licznych grup osób, np. w szkołach. Projekcja obrazu Słońca stosowana była przez wielu znakomitych astronomów, m.in. przez Christophera Scheinera i Jana Heweliusza.

Potrzebne instrumenty i materiały:

— lornetka polowa, luneta lub teleskop amatorski;

- statyw do zamontowania lornetki lub lunety, umożliwiający zmianę położenia instrumentu (np. z głowicą panoramiczną);
- arkusz tektury;
- nożyczki;
- kartka białego papieru.

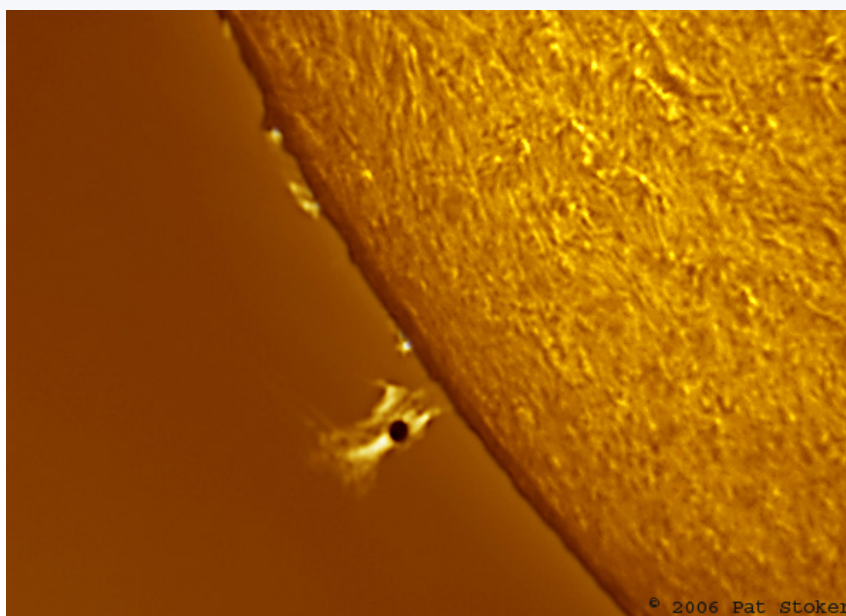
Jeżeli pokusimy się o przygotowanie bardziej „zaawansowanego” zestawu obserwacyjnego, będziemy potrzebowali jeszcze kilku listewek, kartonów, ew. lusterko, jakiś taboret, ale to są drobiazgi.

LORNETKA JEST NICZYM INNYM jak parą równoległych niewielkich lunetek. Ponieważ podczas obserwacji wystarczający jest obraz tworzony przez jeden układ optyczny, więc jeden z dwu obiektywów z przodu lornetki zasłaniamy krążkiem papieru. W ten sposób zamiast lornetki mamy do dyspozycji nieco dziwną lunetę o małej średnicy obiektywu i dlatego w dalszym opisie będziemy mówić tylko o lunecie. Oczywiście, posługując się lornetką, nie możemy spodziewać się, iż jakość uzyskanego obrazu będzie równie satysfakcjonująca

filtru stosuje się specjalną folię bądź też w rozwiązaniach droższych — filtr szklany. Teleskop posiadający filtr obiektywowy założony u wlotu do tubusa jest używany wówczas do obserwacji przez okular lub też do fotografowania. Stosować należy wyłącznie filtry przeznaczone do tego typu obserwacji. Stosowane dawniej dyskietki, okopcone szkła, klisze fotograficzne czy folie do owijania kwiatów są niebezpieczne. O ile właściwe filtry słoneczne są sprawdzone pod kątem transmisji w całym paśmie IR, widzialnym oraz UV, o tyle wymienione wyżej materiały przepuszczają mogą znaczne ilości promieniowania podczerwonego. Minimalna gęstość filtra używanego do obserwacji słonecznych to ND 4,5. Najpopularniejsze filtry nadające się do obserwacji Słońca

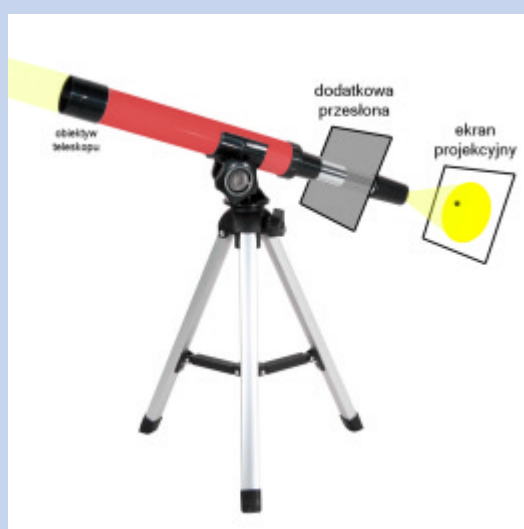
dostępne w handlu to folie o gęstości ND 5,0 produkowane przez firmę Baader Planetarium. Folia taka przepuszcza 1/10000 promieniowania słonecznego, a jasność obserwowanej tarczy słonecznej może być wówczas porównywalna z jasnością Księżyca w pełni podczas normalnej obserwacji teleskopem. Nie wolno do obserwacji wizualnych stosować folii z oznaczeniem ND 3,8. Są to filtry fotograficzne przepuszczające 16 razy więcej światła, ich zadaniem jest zabezpieczyć aparat czy też kamerę przed uszkodzeniem, gwarantując jednocześnie odpowiednio krótki czas ekspozycji. Folię należy własnoręcznie oprawić. Zazwyczaj wykonuje się krążki z grubej tektury, między które wkłada się odpowiednio dopasowany wycinek folii. Następnie od

Gęstość filtra szarego (*neutral density* ND) w przypadku filtrów słonecznych określa stopień osłabienia natężenia światła w dziesiętnej skali logarytmicznej $ND = \log(I_{\text{padające}} / I_{\text{przepuszczone}})$. Warto więc zauważyć, że wartość ta pomnożona przez czynnik 2,5 daje dokładny stopień pomniejszenia strumienia światła w magnitudach! W przypadku filtra ND 5 oznacza spadek jasności o 12,5 mag., czyli Słońce staje się obiektem ok. -14,5 wielkości gwiazdowej, pozwalając na bezpieczne i swobodne obserwacje oku nieuzbrojonego. W przypadku większych teleskopów z filtrem lub folią obiektywową ND 5 może być konieczne zmniejszenie apertury wejściowej instrumentu.



Merkury na tle protuberancji podczas przejścia 8 listopada 2006 r. Obraz w linii H-alfa. Źródło: http://www.spaceweather.com/eclipses/gallery_08nov06.htm

spodu przykleja się kartonowy cylinder, który nasunąć można na tubus teleskopu (nie może on być zbyt luźny i zbyt krótki, musi trzymać się pewnie). Osobiście zalecam przyklejenie cylindra do tubusa od zewnątrz taśmą klejącą. Może nie będzie to szczytem estetyki, ale znacząco poprawi bezpieczeństwo obserwacji. Do niektórych teleskopów są dostępne gotowe oprawki z wyciętymi otworami na filtr. Przykładowo, do większości teleskopów Sky-Watchera można dokupić plastikowe oprawki będące odpowiednio zmodyfikowanymi wersjami standardowo dołączonych pokryw zamykających tubus. Filtr należy włożyć od spodu takiej oprawki, po czym dobrze jest wykonać dodatkowy, wewnętrzny pierścień zabezpieczający, nie żałując przy tym kleju. Przed każ-



Schemat realizacji metody projekcyjnej

jak przy użyciu wysokiej jakości teleskopu astronomicznego, ale z pewnością wystarczy dla dostrzeżenia tarczy Wenus na tle tarczy Słońca.

Przygotowując się do obserwacji przejścia Wenus, należy starannie sprawdzić w instrukcji użytkowania instrumentu (albo też skonsultować się z jego producentem), czy dopuszczalne jest wykorzystanie go do obserwacji Słońca. Szczególną ostrożność powinni zachować użytkownicy teleskopów systemu Newtona, gdzie w niektórych konstrukcjach może dojść do uszkodzenia lustra wtórnego, oraz użytkownicy teleskopów katadioptrycznych (np. Maksutowa, Schmidt-Cassegraina). W niektórych teleskopach takich systemów może dojść do uszkodzenia elementów optycznych w wyniku przegrzania.

Należy także starannie rozważyć wybór okularu przeznaczonego do obserwacji Słońca. Stare konstrukcje, lepione tzw. balsamem kanadyjskim, jak również okulary pokryte powłokami przeciwodblaskowymi mogą ulec przegrzaniu w skupionej wiązce światła słonecznego. Doświadczeni obserwatorzy Słońca zalecają niekiedy lekkie poluzowanie pierścieni docisko-

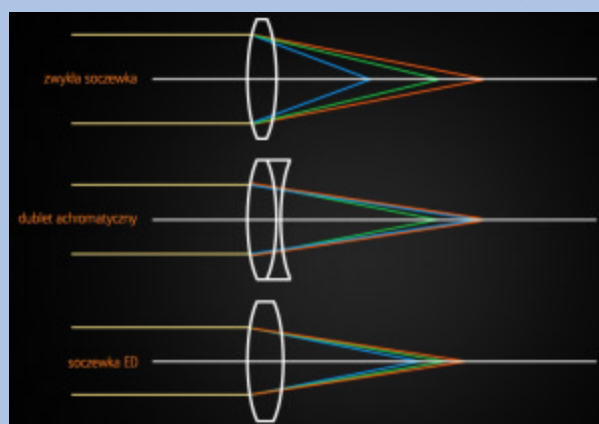
SZKŁO ED (Extra-low Dispersion), czyli o ultraniskiej dyspersji, to fenomenalny wynalazek ostatnich lat, do którego przynajmniej się inżynierowie firmy Nikon. Jest to szkło niemal nierozszczepiające światła, o bardzo słabej zależności współczynnika załamania od długości fali.

W spektrografach oraz tzw. pryzmatach obiektywowych, wykorzystuje się naturalną dyspersję szkła do rozszczepienia światła i uzyskania widm gwiazd, mgławic i galaktyk. Niemal we wszystkich innych przypadkach będąca wynikiem dyspersji szkła aberracja chromatyczna jest zjawiskiem szkodliwym.

W pojedynczej soczewce prowadzi to do skupiania się wiązki czerwonej dalej, a niebieskiej bliżej niż położenie ogniska dla światła zielono-żółtego odpowiadającego maksimum czułości ludzkiego oka. Uzyskiwane takim obiektywem obrazy były zatem otoczone niebiesko-czerwoną obwódką, co było np. zmorą Jana Heweliusza. Najprostsze obiektywy achromatyczne posiadały dodatkową, cienką soczewkę rozpraszającą ze szkła o wyższym współczynniku załamania, która nie zmieniając ogólnych skupiających cech układu optycznego, uginając bardziej promieniowanie krótkofalowe, szybko korygowała wzajemne położenie ognisk światła o skrajnych barwach. Jednak nieliniowość dyspersji względem długości fali powodowała, że promienie o kolorach pośrednich oraz bardziej niebieskie i bardziej czerwone od przyjętych wartości skrajnych nie podlegały pełnej korekcji i nadal tworzyły obwódki, choć słabsze, wokół obrazów punktowych i rozmywały szczegóły w obrazach rozciągniętych. W przypadku oka, którego czułość spektralna stanowi naturalny filtr, nie była to poważne ograniczenie. W przypadku astrografów, zwłaszcza gdy miały dokonywać obserwacji spektroskopowych z użyciem pryzmatu obiek-

tywowego, nadal dyskwalifikowało to obiektywy dwusoczewkowe. Powstawały coraz bardziej złożone obiektywy, w których kolejne pary soczewek o różnych współczynnikach załamania i krzywiznach kompensowały aberrację chromatyczną dla kolejnych barw. Z racji swoich niewielkich rozmiarów i konieczności jednoczesnej korekcji aberracji sferycznej, komy i krzywizny pola, do tworzenia szczególnie złożonych konstrukcji doszło w przypadku obiektywów aparatów fotograficznych i kamer. Szkło ED, o naturalnie niskiej dyspersji, pozwala zastąpić często wiele stosowanych do tej pory soczewek jedną lub dwiema.

Wykorzystanie tej technologii dokonuje szczególnej rewolucji w astronomii, gdzie egzotyczne, wydawałoby się do tej pory, systemy optyczne wyposażone w odpowiednie korektory pola ze szkła ED praktycznie pozbawiają je większości wad optycznych, nie wprowadzając aberracji chromatycznej. (M.M.)



dym założeniem filtra należy go sprawdzić. Patrzymy pod światło, czy na pewno nie widać żadnych uszkodzeń na powierzchni, wszak taki foliowy filtr jest dość delikatny i może się przypadkowo zniszczyć. Patrzymy też, czy nic złego nie dzieje się z mocowaniem filtra — musi on trzymać się pewnie.

Instrumenty

Każdy teleskop nadaje się do wykorzystania z filtrem obiektywowym. Warto jednak pamiętać o kilku rzeczach. Przy obserwacjach słonecznych światła mamy pod dostatkiem i używanie zbyt dużych teleskopów mija się z celem.

Wzrost rozdzielczości w przypadku dużych teleskopów jest tylko teoretyczny, w praktyce teleskop o średnicy 150 mm będzie wystarczający do uzyskania pełnej rozdzielczości w typowych dla naszego kraju warunkach atmosferycznych. Nie ma też sensu wykonywanie filtrów słonecznych na całą aperturę popular-

wych elementów okularu, by zredukować naprężenia powstające podczas cieplnego „rozszerzania” się soczewek.

Lunetę należy ustawić w taki sposób, by jej obiektyw (czyli większa soczewka) był zwrócony ku Słońcu, a okular (mała soczewka) w kierunku przeciwnym. Teraz, wykonując jedynie delikatne ruchy, należy tak skorygować położenie lunety, by obiektyw był skierowany dokładnie ku Słońcu. **W żadnym wypadku jednak nie należy przy tym patrzeć przez okular, gdyż grozi to utratą wzroku!** Korekcję położenia lunety wolno przeprowadzać wyłącznie metodą „prób i błędów” tak długo, aż światło wpadające do niej przez obiektyw będzie wychodziło przez okular. Teraz pozostaje jeszcze do wykonania prosta operacja: promienie świetlne przechodzące przez lunetę należy zogniskować na arkuszu papieru trzymanym prostopadłe do osi wiązki światła. Prawdopodobnie początkowo obraz na kartce będzie bardzo nieostry i nie da się na nim dostrzec żadnych szczegółów. Zmieniając odległość między lunetą a papierem oraz zmieniając ustawienie ostrości okula-

ru lunety, można uzyskać ostry, okrągły obraz tarczy Słońca, którego jasność nieco spada ku brzegom.

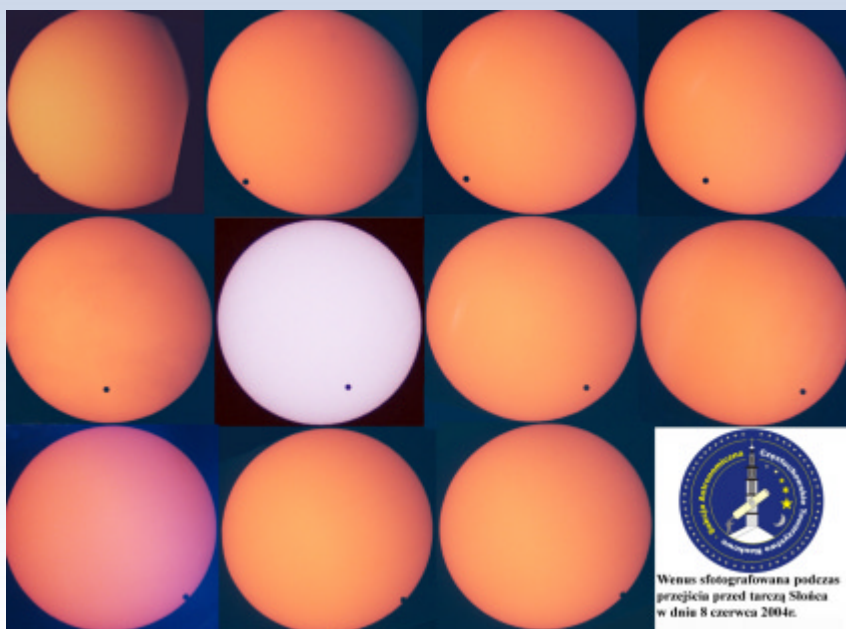
ŚREDNICA OBRAZU TARCZY SŁOŃCA uzyskiwanego metodą projekcyjną zależy od dwóch parametrów instrumentu: powiększenia układu optycznego oraz odległości pomiędzy okularzem a ekranem. Warto przy tym pamiętać, że widoma średnica kątowna Wenus będzie wynosiła **6 czerwca 2012 r.** około 58 sekund łuku, a średnica Słońca będzie aż 33 razy większa. Dlatego też obraz tarczy Słońca **musi być odpowiednio duży**, by bez wysiłku można było dostrzec na ekranie tarczę Wenus.

Powiększeniem układu optycznego lunety (oznaczymy go literą P) nazywamy stosunek (iloraz) długości ogniskowej obiektywu lunety (oznaczymy ją F1) do długości ogniskowej okularu (oznaczymy ją F2). Tak więc powiększenie lunety wynosi:

$$P = F1/F2$$

nych, dużych Newtonów. Wystarczy ograniczyć się do 200 mm, umieszczając otwór na filtr niesymetrycznie po jednej stronie, omijając zwierciadło wtórne. Układ o mniejszej aperturze będzie mniej wrażliwy na niezbyt dobry seeing i będzie dawał obrazy spokojniejsze, stabilniejsze. Jeśli mamy do wyboru kilka teleskopów bądź też planujemy zakup sprzętu pod obserwacje słoneczne, to należy wybrać instrument o najlepszej jakości optycznej. Potencjalne wady optyczne, takie jak koma czy aberracja chromatyczna, będą miały większy wpływ na jakość obrazu niż braki w aperturze. Zalecenia są podobne jak przy obserwacjach planet. Spośród teleskopów Newtona najlepiej spisywać się będą konstrukcje o dłuższej ogniskowej. Z dostępnych na rynku polecam dość tanią Syntę SKDOB6 oraz jej bliźniaczy odpowiednik na montażu paralaktycznym — Sky-Watchera BK15012 EQ3-2. Świetne rezultaty da też popularny SKDOB 8, którego światłosiła leży w umiarkowanych granicach, a jakość optyczna nie budzi zastrzeżeń (spotykane są egzemplarze o dokładności wykonania lustra 1/10 lambda).

Najlepsze do obserwacji Słońca, podobnie jak i do obserwacji innych ciał Układu Słonecznego, są refraktory. Wśród konstrukcji teoretycznie achromatycznych, trudno obecnie znaleźć model długoogniskowy o zadowalającej korekcji chromatyzmu. Producenci sprzętu astronomicznego unikają takich konstrukcji, jako że wszelki sprzęt o dużych gabarytach jest mniej popularny wśród kupujących, a szkoda. Wśród teleskopów z obiektywami ED znajdujemy natomiast jedną niedocenianą perełkę — Sky-Watchera ED100 o średni-



cy obiektywu 10 cm i ogniskowej 900 mm. Ten długi teleskop nie jest zbyt lubiany przez miłośników astrofotografii, gdyż wymaga znacznie dłuższego naświetlania. W obserwacjach słonecznych sprawdzi się jednak znakomicie. Dobrej jakości obiektyw ED w połączeniu z dłuższą ogniskową daje znakomitą ostrość obrazu. Świetnie sprawdzają się też wszelkie teleskopy konstrukcji Maksutowa, dające obraz bardzo ostry i pozbawiony aberracji chromatycznej. Co więcej, w ognisku głównym takich teleskopów uzyskamy dość duży obraz tarczy słonecznej, co okaże się pomocne przy wykonywaniu zdjęć.

Powiększenie podczas obserwacji należy dobierać stosownie do apertury i warunków. W praktyce zbyt duże powiększenia sprawdzają się źle, obiekty na

tarczy słonecznej stają się mało kontrastowe. Szczególnie gdy chcemy obserwować takie obiekty jak pochodnie, należy stosować powiększenie mniejsze, przy którym jest widoczna całość tarczy słonecznej.

Filtry dodatkowe

Dla poprawienia widoczności bądź wyeliminowania wad optycznych można wspomóc się dodatkowymi filtrami barwnymi. Folia słoneczna daje biały obraz Słońca, przy czym w przypadku słabiej skorygowanych teleskopów można zauważyć na jej krawędziach efekty aberracji chromatycznej. Wtedy pomaga stara metoda. Należy zastosować filtr, który osłabi niebieską i czerwoną część widma. Najlepiej spisuje się w takim wypadku filtr żółty, jakiego używa

Na wielu instrumentach optycznych (np. lornetkach i małych lunetkach) o stałym powiększeniu jest ono podane w formie napisu na obudowie, np. „8×”, co oznacza zazwyczaj powiększenie 8 razy.

Niech odległość pomiędzy okulem a ekranem wynosi L. Wtedy średnica obrazu tarczy Słońca (oznaczona literą D), wynosi:

$$D = L(P-1)/107$$

gdzie D i L wyrażone są w tych samych jednostkach.

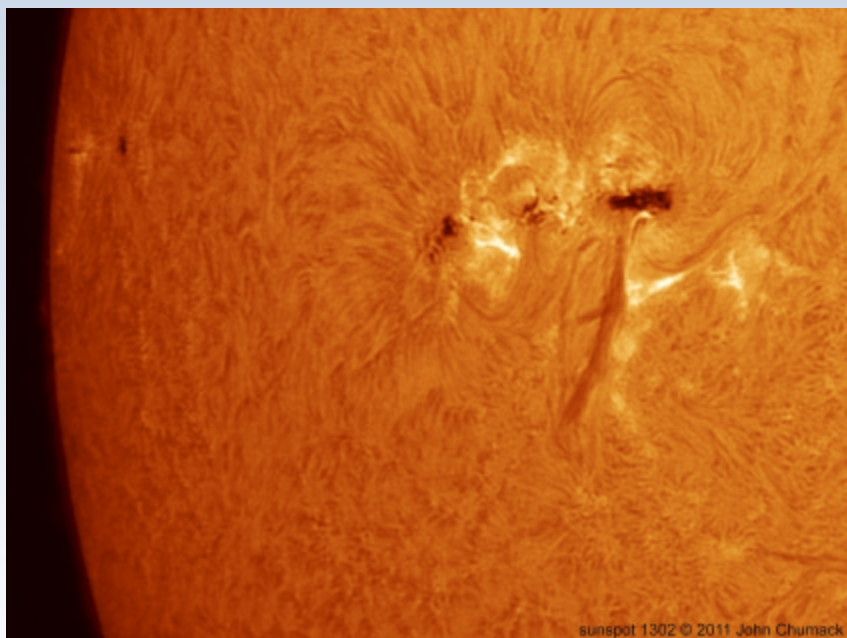
Tabela poniżej podaje przykładowe średnice obrazu Słońca, jakie można otrzymać za pomocą typowej lornetki polowej i niewielkich lunetek.

Instrument	F1	F2	Odl. ekranu	Średnica Słońca	Średnica Wenus
lornetka 8×	—	—	100 cm	6,5 cm	0,2 cm
luneta 25×	75 cm	3 cm	70 cm	16 cm	0,5 cm
luneta 50×	150 cm	3 cm	50 cm	23 cm	0,7 cm

Oczywiście, zamiast trzymać kartkę papieru (czyli ekran) w rękę, znacznie wygodniej jest przyklepić ją do sztywnego kartonu, utrzymywanego za pomocą kilku listewek na przedłużeniu osi lunety (dobra taśma klejąca może oddać przy pracach konstrukcyjnych nieocenione usługi...). Korekcje położenia lunety podążającej za Słońcem nie wymagają wtedy żadnych dodatkowych poprawek położenia ekranu. Bardziej zaawansowani majsterkowicze mogą pokusić się o zbudowanie — zamiast ekranu — światłoszczelnej obudowy o odpo-

się przy obserwacjach planet. Zakup takiego filtra nie jest zbyt dużym wydatkiem, zazwyczaj jest to koszt rzędu kilkudziesięciu złotych. Istnieje też specjalny filtr pozwalający na obserwację niemal monochromatyczną. Jest to filtr Baader Solar Continuum przepuszczający pasmo 540 nm. Filtr ten można uznać za wąskopasmowy, szerokość połówkowa pasma podobna jest jak w przypadku astrofotograficznych filtrów O-III i wynosi 10 nm. Przepuszczane światło ma barwę intensywnie zieloną, uzyskiwany wzrost rozdzielczości pozwala na lepszą obserwację konturów cieni i półcieni plam słonecznych, poprawia też obraz granulacji, która przy przeciętnym seeingu i słabszym sprzęcie nie jest zbyt dobrze widoczna. Całkowite odcięcie innych barw likwiduje aberrację chromatyczną, jaką może wprowadzić obiektyw.

Jeśli już mowa o filtrach okularowych — **nie istnieje coś takiego jak okularowy filtr słoneczny używany samodzielnie**. Filtr montowany do okularu może pełnić funkcje pomocnicze, tak jak opisano powyżej. Do niektórych teleskopów dodaje się czasem słoneczne filtry okularowe w postaci bardzo ciemnych szkieł o gęstości dającej prawidłowy obraz Słońca. Wśród spotykanych u nas teleskopów przykładem są rosyjskie teleskopy Tał, gdzie tego typu filtr znajdował się w komplecie. Jest to skrajnie niebezpieczne rozwiązanie: filtr taki znajduje się w miejscu, gdzie koncentrowana jest ogromna ilość światła, nagrzewa się do bardzo wysokich temperatur i może pęknąć. Tego typu filtry nie nadają się do obserwacji Słońca. Podobnie rzecz ma się z filtrami H-alfa. Filtry H-alfa i teleskopy słoneczne H-alfa na-



Przykładowy obraz w linii H-alfa

zywają się tak samo. Niekiedy otrzymuję zapytania o możliwość stosowania takich filtrów przy obserwacjach słonecznych. Tymczasem jedynym wspólnym mianownikiem jest tu pasmo, w którym działają. Filtry H-alfa w standardzie 1,25" czy też 2", kosztujące kilkaset złotych, służą do fotografowania nocnego nieba i jak na standardy obserwacji słonecznych przepuszczają ogromne ilości światła. Spotykane są wersje o szerokościach połówkowych 35 nm i 7 nm, podczas gdy do zaobserwowania czegośkolwiek więcej na tarczy Słońca jest potrzebne pasmo znacznie węższe od 1nm. Teleskopy H-alfa używane w obserwacjach Słońca to w rzeczywistości złożone układy zawierające filtry wąskopasmowe, jak też filtry neutralne.

Pamiętam też przypadek, gdy obserwator zdecydował się obserwować Słońce niezabezpieczonym teleskopem z założonymi na nos okularami do obserwacji zaćmień. Okulary takie wykonane z kartonu posiadają 2 kawałki folii Baadera i służą do obserwacji okiem niezbrojonym, bez użycia jakiegokolwiek optyki. Można takimi okularami obserwować fazę częściową zaćmienia, można też próbować obserwacji ogromnych i widocznych od czasu do czasu gołym okiem plam słonecznych. Tymczasem w delikatnej folii widniała dziura wypalona przez światło słoneczne podczas próby obserwacji. Włos na głowie zjeżył mi się na ten widok, na szczęście obserwatorowi nic się nie stało. Zapewne zapamięta on tę obserwację na długo.

wiedniej długości, zakończonej „matówką”, na której będzie widoczny obraz (czyli tak zwanej „tuby słonecznej”).

Małe, ciemne punkty widoczne na obrazie, zachowujące stałą pozycję względem obrazu tarczy Słońca pomimo przesuwania kartki papieru, to plamy słoneczne lub — niemal nieruchoma przy krótkich obserwacjach — tarcza planety przechodzącej przed tarczą Słońca. Oprócz nich na obrazie będą widoczne (być może) inne plamy, przesuwające się względem obrazu Słońca przy drobnych ruchach lunety. Plamy te spowodowane są wadami lub zabrudzeniami soczewek i nie mają nic wspólnego z prawdziwymi obiektami astronomicznymi.

Podczas obserwacji metodą projekcyjną może przeszkadzać światło przechodzące obok lunety i padające bezpośrednio na papier (bo spada wtedy kontrast obrazu Słońca). Dlatego najlepsze rezultaty można uzyskać, dokonując obserwacji np. ze szczelnie zaciemnionego pomieszczenia, gdy jedynie obiektyw lunety jest wystawiony ku Słońcu, np. po-

przez szparę w kotarze. Prostszy sposób poprawy kontrastu jest nasadzenie na oprawę obiektywu lunety sztywnego kartonu z otworem (lub dwoma otworami w przypadku używania lornetki). W ten sposób na kartkę papieru bezpośrednio będzie padać tylko światło przechodzące przez lunetę, zaś światło rozproszone zostanie znacznie ograniczone. Można pokusić się także o zbudowanie bardziej zaawansowanego „obserwatorium” słonecznego. Oprócz lornetki (lunety) na statywie stosujemy w nim lustro i tekturowe pudełko. Lustro pozwala łatwo kierować wiązkę światła z lunetki na ekran, a także załamuje ją, dzięki czemu kartka papieru może być ustawiona niemal „plecami” do światła słonecznego. Dodatkowe pudełko może jeszcze bardziej ocienić ekran, poprawiając komfort obserwacji. Doskonale sprawdza się tu „helioskop Owczarka” (rysunek) przypomniany w poprzednim numerze Uranii (s. 45).

Jeżeli po wykonaniu wszystkich, opisanych powyżej czynności nie widać żadnych plam słonecznych, to znaczy, że pe-

Metoda projekcyjna

Metoda projekcji jest stosowana do obserwacji plam słonecznych już od XVII w. Używa się tu teleskopu, na którym nie znajdują się żadne filtry, a uzyskiwany obraz rzutuje się na biały ekran zamocowany w pewnej odległości za okular. Słońce oglądane taką metodą jest wystarczająco jasne i dobrze widoczne, aby przeprowadzić szczegółowe obserwacje struktur widocznych w świetle białym, a metoda jest bardzo wygodna przy pokazach dla większych grup obserwatorów. Tylko nieliczne teleskopy posiadają gotowy ekran słoneczny. Z dostępnych dawniej pamiętam tego typu ekran w niektórych teleskopach Tał jak też w dawnych konstrukcjach produkowanych przez naszą polską firmę Uniwersał. Obecnie jest dostępny niewielki refraktor Sky-Watcher SK609EQ1, który w taki ekran jest seryjnie wyposażony. Zazwyczaj jednak taki element trzeba wykonać samodzielnie. Skonstruować należy specjalne mocowanie, które pozwoli zawiesić ekran prostopadle do wyciągu okularowego, w odległości kilkudziesięciu centymetrów za okular. Konstrukcja powinna być odpowiednio sztywna, tak aby ekran nie drgał na wietrze, nie może być jednak zbyt ciężka, aby nie utrudnić operowania teleskopem i by dała się w sposób łatwy mocować. Ważne jest też osłonięcie ekranu przed bezpośrednim światłem słonecznym. Przy wyciągu należy skonstruować prostą, kwadratową osłonę z otworem w środku, rzucającą cień na właściwy ekran. Po zawieszeniu ekranu kierujemy teleskop na Słońce (najłatwiej trafić, obserwując cień rzucany przez teleskop). Po chwili na ekranie pojawi się jasny

i dość duży obraz tarczy słonecznej, który należy wyostrzyć.

Przy obserwacjach tego typu najlepiej sprawdzają się refraktory. Są one najbardziej odporne na działanie bezpośredniego światła słonecznego, dość łatwo też zawiesić na nich ekran. W przypadku teleskopów Newtona, zwłaszcza tych dużych, ilości światła przenoszone przez optykę są dość znaczne i trzeba mieć to na uwadze. **Najwrażliwsze na uszkodzenia termiczne przy tego typu obserwacjach są katadioptryczne, zamknięte meniskiem lub płytą korekcyjną teleskopy systemu Maksutowa i Schmidta-Cassegraina.** Zwierciadło główne ma zazwyczaj dużą światłosiłę, koncentruje ogromną ilość światła na zwierciadle wtórnym. Co więcej, w pobliżu osi optycznej znajdują się też wyczernione elementy mechaniczne (tuleje, diafragmy), które mogą ulec uszkodzeniu.

Należy uwzględnić materiały, z jakich wykonany jest teleskop oraz okulary. Dawniej było normą, że wszelkie mechaniczne części teleskopu wykonywano z metalu. Dziś nie jest to tak oczywiste, zwłaszcza w tanich teleskopach spotyka się plastikowe wyciągi okularowe, plastikowe pająki zwierciadła wtórnego, a nawet plastikowe konstrukcje okularów. Nawet w dość dobrych konstrukcjach spotykane są plastikowe diafragmy poprawiające kontrast. **Plastikowe elementy konstrukcyjne mogą ulec stopieniu czy wręcz spaleni, o ile przypadkiem obraz Słońca zejdzie nieco z osi optycznej.** W przypadku okularów lepiej jest wykorzystać okular o dłuższej ogniskowej, nie zawierający małych soczewek oprawionych w plastikowe elementy. Jeśli skala obrazu wyda nam się za mała, to lepiej jest zwiększyć odle-

głość ekranu od teleskopu, niż zmieniać okular na krótkoogniskowy. Osobiście widziałem już standardowy okular Kellnera 10 mm, znany wszystkim użytkownikom tanich teleskopów, który przeszedł próbę takiej obserwacji. Od strony soczewki ocznej wyglądał on jak po wyjęciu z płomienia, elementy z tworzywa stopiły się i zdeformowały.

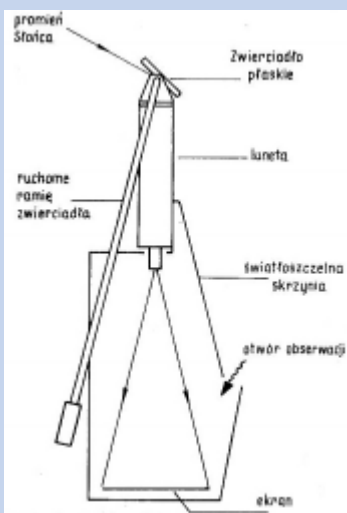
Klin Herschela

Klin Herschela to specjalny układ optyczny montowany w miejsce nasadki kątowej refraktora. Pozwala on na bezpośrednie i bezpieczne obserwacje tarczy słonecznej pod warunkiem prawidłowego stosowania. Sercem układu jest specjalny pryzmat o przekroju trapezoidalnym. Ogromna większość padającego światła słonecznego jest załamywana pod niewielkim kątem i przepuszczana na drugą stronę, gdzie trafia na specjalną powierzchnię pochłaniającą ciepło (metalową lub ceramiczną). Niewielka ilość światła (około 5%) jest odbijana w kierunku okularu. 5% to oczywiście



chowy obserwator bada Słońce akurat w dniu, gdy rzeczywiście nie ma na nim plam. Jednak obecnie, w okresie rosnącej aktywności, w zasadzie codziennie na tarczy słonecznej widoczne są plamy. Bardziej prawdopodobną przyczyną braku widocznych plam może być niezbyt dobre ustawienie ostrości obrazu.

Może się również zdarzyć, iż do obserwacji użyta została tzw. lornetka teatralna, zbudowana na zasadzie lunety Galileusza. W lornetce teatralnej obiektyw jest soczewką skupiającą, a okular — soczewką rozpraszającą. Za pomocą lornetki teatralnej (a więc właściwie dwóch małych, ustawionych równolegle lunet Galileusza) nie można uzyskać obrazu Słońca na kartce papieru. Współczesne lunety astronomicz-



ne i zwykle lornetki turystyczne są budowane na tej samej zasadzie, co luneta Keplera (czyli z zastosowaniem wyłącznie soczewek skupiających). Tylko one mogą rzutować obraz Słońca na papierowy ekran. Scheiner i Heweliusz posługiwali się właśnie lunetami Keplera.

Choć geometria przejść planet na tle tarczy Słońca jest stosunkowo łatwa do zrozumienia, dopiero Johannes Kepler potrafił wyliczyć ich daty z zadawalającą dokładnością. Po obliczeniu, że kolejne przejście Merkurego nastąpi 29 maja 1607 r., Kepler „wykorzystał” do obserwacji zjawiska... katedrę w Ratybonie, bo niewielka dziura w dachu ogromnej budowli o stosunkowo ciemnym wnętrzu zamieniała ją w gigantyczną *camera obscura*, czyli znany dosko-

wciąż zbyt dużo, stąd do każdego klina są montowane dodatkowo neutralne filtry szare o dość dużej gęstości. Kliny stosuje się tylko przy obserwacjach z refraktorami. Po pierwsze, refraktory odcinają promieniowanie podczerwone i UV, które przy takiej obserwacji mogłoby być niebezpieczne. Po drugie, podobnie jak w przypadku obserwacji z ekranem — duże ilości energii przechodzące przez niezabezpieczony układ optyczny mogą prowadzić do uszkodzeń elementów mechanicznych. Warto też pamiętać, że taki układ ma dość znaczną długość optyczną i w wielu teleskopach mogą wystąpić problemy z ogniskowaniem, podobnie jak ma to miejsce w przypadku nasadek binokularowych. Zwykle problemy pojawiają się przy refraktorach krótkoogniskowych.

Na polskim rynku jest dostępny klin Herschela produkowany przez firmę Bader Planetarium. Pryzmat klina jest wykonany z dokładnością $1/10$ lambda i odbija 4,6% padającego światła. Większość promieniowania słonecznego pada na ceramiczną powierzchnię w tylnej części klina, która dodatkowo jest zabezpieczona metalową, perforowaną płytką. Wśród filtrów dodatkowych znajduje się filtr ND 3,0 (w najnowszych wersjach montowany na stałe) oraz filtry ND 2,0, ND 0,9 i ND 0,6 stosowane w miarę potrzeb do uzyskania właściwej jasności obrazu. Urządzenie mocowane jest w 2" wyciągu okularowym i pozwala na stosowanie okularów w tym samym standardzie.

Teleskopy słoneczne H-alfa

Teleskopy słoneczne przeznaczone do obserwacji w wybranych liniach widmowych

w praktyce amatorskiej są stosowane od niedawna. To na ogół kompletne układy optyczne przeznaczone do obserwacji naszej gwiazdy, ujawniając szczegóły takie, jak m.in. protuberancje widoczne na brzegu tarczy słonecznej. Spotyka się kompletne teleskopy słoneczne, do których wystarczy zamocować okular, jak też niekiedy duże filtry obiektywowe montowane na tubusie refraktora. Teleskopy H-alfa są przeznaczone do obserwacji w paśmie 656,3 nm.

Jest to czerwona linia wodorowa -



Teleskop słoneczny Meade Coronado LX80 SolarMax II

wa, pierwsza z linii serii Balmera. Teleskop słoneczny jest w stanie wydzielić światło zawierające się w bardzo wąskim paśmie wokół linii H-alfa, zazwyczaj szerokość połówkowa dla tego typu urządzeń jest mniejsza niż $0,7 \text{ \AA}$. Serce teleskopu to specjalny filtr interferencyjny zwany etalonem, który pozwala na uzyskanie tak wąskiego pasma. Dodatkowo w układzie optycznym są montowane też filtry odcinające nadmiar promieniowania (tak zwane ERF, *Energy Rejection Filters*). Prawidłowe zredukowanie ilości promieniowania musi nastąpić przed etalonem, gdyż ten jest wrażliwy na zmiany temperatury i pod wpływem nagrzania może zmienić swoje własności. Element ten wykonany jest bardzo precyzyjnie z dwóch półprzepuszczalnych płytek szklanych. Dokładność wykonania powierzchni zazwyczaj przekracza $1/20$ lambda, stąd też produkcja teleskopów słonecznych wiąże się ze sporymi kosztami. Etalon można precyzyjnie dostrajać specjalnym pokrętkiem. Pozwala to na ustawienie pasma w przypadku możliwej niestabilności termicznej oraz umożliwia dostrojenie filtru do konkretnego obszaru tarczy słonecznej. Warto pamiętać, że wskutek rotacji Słońca obserwujemy dopplerowskie przesunięcie linii widmowych: pewne części tarczy zbliżają się w naszym kierunku, inne zaś oddalają i efekt ten również może wymagać niewielkich korekt. Możliwe jest stosowanie dwóch etalonów ustawionych w jednej osi optycznej. Pozwala to dodatkowo zawęzić pasmo wokół linii wodorowej. Zmiana ta wpływa wyraźnie na widoczność i rodzaj obserwowanych szczegółów. Filtry takie są spotykane jako dodatki do gotowych teleskopów słonecznych i montowane na ich obiektywie.

nale z lekcji fizyki bezsoczewkowy układ formujący obraz odległych obiektów. Podczas obserwacji w katedrze Kepler dostrzegł nawet na tle obrazu tarczy Słońca ciemną plamkę, co utwierdziło go w przekonaniu, że obserwował przewidziane przez siebie przejście Merkurego. Dopiero dużo później okazało się, że w 1605 r. nie było żadnego przejścia, a więc Kepler najprawdopodobniej obserwował wtedy dużą plamę słoneczną.

Pomijając kwestię optyki, Kepler miał tę przewagę nad obserwatorem trzymającym lunetę w dłoni, że katedra się nie trzęsła. I rzeczywiście, na obrazie tarczy Słońca można natychmiast dostrzec znacznie więcej szczegółów, jeżeli luneta zostanie zamocowana na sztywnym statywie.

Paweł Rudawy

Przykład praktycznej realizacji metody projekcyjnej. Zdjęcia wykonano na rynku wrocławskim podczas publicznej demonstracji w czasie przejścia Wenus w 2004 r. Pokazy prowadzili studenci i doktoranci Instytutu Astronomii UWr.



Co można dostrzec takim teleskopem? Dla niewprawionego oka początkującego obserwatora Słońce widoczne przez teleskop H-alfa z pojedynczym etalonem wygląda jak wielka, lekko nakrapiana pomarańczowa mandarynka. Słynne protuberancje znajdują się na brzegu tarczy, są znacznie słabsze od jego powierzchni i w lekko niedostrojonym teleskopie można ich wręcz nie zauważyć. Przy obserwacjach protuberancji zadbać należy o odpowiedni kontrast, powiększenie nie powinno być zbyt duże. Warto pomanipulować trochę pokrętełm strojenia etalonu, aby uzyskać właściwy efekt. Im węższe pasmo H-alfa, tym protuberancje są lepiej widoczne, ale też nie należy z zawężaniem pasma przesadzać. Są to struktury szybko poruszające się i tu znów efekt Dopplera może mieć wpływ na ich widoczność. Dla pasma węższego niż $0,4 \text{ \AA}$ widoczność protuberancji się pogarsza. Zdecydowanie lepiej wygląda reszta szczegółów widocznych na tarczy Słońca. Tutaj protuberancje przechodzące na tle chromosfery są widoczne w postaci ciemnych pasm, a ilość widocznych detali jest wręcz oszałamiająca. To jeden z fenomenów astrofizycznych, nad którym warto się zastanowić: taki sam gaz (plazma) widoczny na tle ciemnego nieba w emisji, na tle gorętszej chromosfery przejawia się w absorpcji. Wokół koncentracji plam słonecznych przy odrobinie szczęścia można trafić na wielki rozbłysk słoneczny doskonale widoczny w postaci jasnej plamy w aktywnym obszarze powierzchni Słońca. Widok niezapomniany!

Na naszym rynku prym wiedzie dwóch producentów teleskopów słonecznych. Wśród miłośników najbardziej rozpoznanych modeli to Coronado PST oraz Lunt LS-60 Tha. Pierwszy z nich jest maleńkim, kompletnym refraktorem słonecznym z obiektywem o średnicy 40 mm. Mimo niewielkich rozmiarów daje bardzo przyzwoite obrazy tarczy słonecznej, protuberancje są doskonale widoczne, a obraz kontrastowy, pełen detali, atrakcyjny dla każdego obserwatora Słońca. Teleskop ten jest przeznaczony głównie do obserwacji wizualnych, posiada zintegrowane z obudową mocowanie okularowe $1,25''$. Ciekawostką stanowi wbudowany szukacz działający na zasadzie kamery otworkowej. Światło słoneczne po przejściu przez niewielki otwór jest rzutowane na niewielką matówkę widoczną na górnej ścianie obudowy. Teleskop produkowany przez firmę Lunt wygląda znacznie poważniej i solidniej; to refraktor o średnicy obiektywu 60 mm i ogniskowej 500 mm. Dość masywny i w całości wykonany z metalu jest uzbrojony w $2''$ wyciąg okularowy crayforda z mikrofokuserem 1:10, produkowany przez Teleskop-Service. Do wyciągu montuje się dedykowaną nasadkę ką-

tową zawierającą dodatkowy filtr. Filtr ten w podstawowej wersji ma średnicę 6 mm, a nasadka jest oznaczana symbolem B600. Produkowane są też nasadki z większymi filtrami o średnicy 1,2 cm i 3,6 cm, które zapewniają większy komfort obserwacji, wiąże się to jednak z dodatkowymi kosztami. Teleskop PST firmy Coronado według danych producenta zapewnia szerokość pasma poniżej $1,0 \text{ \AA}$, dla teleskopu Lunt pasmo określone jest na $0,8 \text{ \AA}$. W przypadku Lunta istnieje możliwość zamontowania dodatkowego etalonu (bądź zakupu gotowego w ten sposób zmontowanego teleskopu), co pozwala na uzyskanie szerokości pasma poniżej $0,55 \text{ \AA}$. Obie firmy produkują też większe modele teleskopów słonecznych. Przykładowo, Lunt oferuje teleskopy LS80 o średnicy obiektywu 8 cm, LS100 o średnicy 10 cm oraz potężny 15-centymetrowy LS152, który jest marzeniem każdego zaawansowanego obserwatora Słońca, niestety marzeniem dość drogim. Za teleskop ten zapłacić trzeba ponad 7 tys. dolarów. Jak wcześniej wspomniałem, istnieją też obiektywowe etalony przeznaczone do stosowania ze zwykłymi refraktorami. Lunt produkuje filtry o średnicy 50 mm z pasmem o szerokości $0,7 \text{ \AA}$, jak też większe o średnicy 60 mm i 100 mm. Ceny takich filtrów są jednak większe niż w przypadku teleskopów słonecznych o porównywalnej aperturze.



Teleskop Lunt LS60

Obserwacje w linii wapnia K (CaK)

Mniej znanym pasmem, w którym prowadzi się obserwacje monochromatyczne, jest pasmo odpowiadające liniom

PAMIĘTAJ:

NIGDY NIE PATRZ WPROST W SŁOŃCE BEZ ODPOWIEDNIEJ OCHRONY OCZU — MOŻESZ OŚLEPNAĆ W CIĄGU KILKU SEKUND!

UPEWNIJ SIĘ, ŻE DO OCHRONY SWYCH OCZU UŻYWASZ WŁAŚCIWYCH FILTRÓW OPTYCZNYCH.

NIGDY NIE OBSERWUJ BEZPOŚREDNIO SŁOŃCA PRZEZ TELESKOP, LORNETKĘ LUB INNY INSTRUMENT OPTYCZNY, NAWET JEŚLI SĄ ONE WYPOSAŻONE W JAKIŚ FILTR. TAKIE OBSERWACJE MOGĄ ROBIĆ TYLKO DOŚWIADCZENI ASTRONOMOWIE POSIADAJĄCY ODPOWIEDNI SPRZĘT.

JEŻELI NIE JESTEŚ PROFESJONALNYM OBSERWATOREM SŁOŃCA, OBSERWUJ JE WYŁĄCZNIE METODĄ PROJEKCYJNĄ, CZYLI RZUTUJĄC OBRAZ SŁOŃCA NA EKRAŃ.

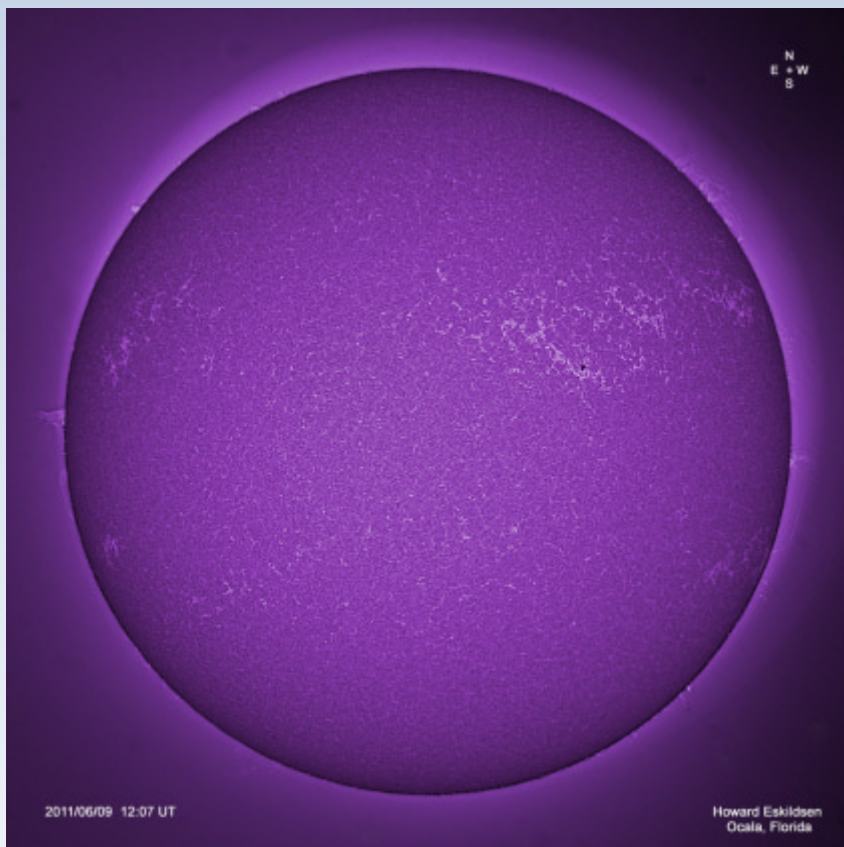


widmowym wapnia. W widmie słonecznym są widoczne dwie bardzo silne linie absorpcyjne K (393,37 nm) oraz H (396,85 nm). Ich nazwy pochodzą jeszcze z początku XIX w. od Fraunhofera, który pierwszy obserwował widmo Słońca i nadał nazwy od A do K najsilniejszym występującym w nim liniom. Linie te zawdzięczamy zjonizowanemu wapniowi, co się oznacza CaII. Obie leżą blisko siebie na fioletowym krańcu pasma widzialnego. Wapniowe teleskopy słoneczne spotykane w sprzedaży są przeznaczone do obserwacji w linii CaII K, gdyż linia CaII H blenduje się z linią wodoru serii Balmera H-epsilon.

Obraz widoczny w teleskopie słonecznym „CaK” ma intensywnie fioletową barwę. Linia leży na skraju pasma widzialnego i obserwowana tarcza słoneczna na pierwszy rzut oka wydaje się być ciemna i nieatrakcyjna. Rzeczywiście, obraz jest ciemny i aby przy obserwacji wizualnej cieszyć wzrok wspaniałymi widokami, należy zapewnić sobie odpowiednio zaciemnione miejsce obserwacji. W praktyce obserwator, chcąc zobaczyć więcej, powinien nakryć głowę jakimś ciemnym i grubym materiałem (kocem, ciemną koszulą). Warto też pamiętać o unikaniu dużych powiększeń. Najzwyczajniej chodzi o zwiększenie żrenicy oka podczas takiej obserwacji, a zastosowany okular również musi zapewniać odpowiednio dużą żrenicę wyjściową. Obraz w linii wapnia różni się znacząco od obrazu H-alfa i przypomina bardziej to, co widzimy bez użycia żadnych filtrów. Doskonale widoczne są plamy słoneczne, a przy odpowiednio dużym teleskopie znakomicie widać granulację. Jednak najbardziej rzucają się w oczy pochodnie — jasne obszary tworzące się w rejonach o podwyższonej aktywności. Pochodnie są dostrzegalne przy zwykłych obserwacjach w świetle białym, tu jednak widać je wyraźnie i to nie tylko przy brzegach tarczy słonecznej. Protuberancje wyglądają nieco inaczej niż w paśmie H-alfa i są dużo słabsze, dają się jednak dostrzec już w popularnych teleskopach o średnicy 60 mm.

Aby w pełni wykorzystać pasmo CaK, należy użyć techniki fotograficznej. Najlepiej w tym wypadku sprawdzają się niewielkie kamery planetarne, takie jak Imaging Source DMK w wersjach monochromatycznych czy też QHY5/ALccd5. Mają one wystarczającą czułość w bliskim ultrafiolecie i pozwalają na obserwacje w sposób dużo wygodniejszy, bez ograniczeń narzucanych przez ludzki wzrok.

Obecnie wśród teleskopów wapniowych najbardziej znany jest Lunt LS60



Przykładowy obraz Słońca widzianego przez Lunta 60 w linii CaK

CaK. Wygląda on z zewnątrz niemal identycznie jak jego odpowiednik przeznaczony do pasma wodorowego. Ten sam tubus i obiektyw, wewnątrz jednak różnice są większe. Zespół filtrów potrzebnych do obserwacji wąskopasmowej zgromadzono w specjalnie przedłużonej, dwucalowej nasadce kątowej. Podobnie jak w przypadku teleskopu H-alfa, nasadki te występują z wewnętrznymi filtrami o różnej średnicy. Nasadka ta daje się zakładać również do zwykłych refraktorów, jednak w takim wypadku nie wolno stosować jej do obserwacji wizualnych. Osiągnięcie jasnego obrazu dzięki zwiększeniu średnicy może wydawać się atrakcyjne, jednakże jednocześnie do oka trafia duża ilość szkodliwego promieniowania z pogranicza ultrafioletu, które może spowodować uszkodzenie wzroku. Sam Lunt LS-60 CaK po zastąpieniu nasadki wapniowej zwykłą „nasadką 2” staje się zwykłym, niewielkim refraktorem, który może być wykorzystany do nocnych obserwacji (w przeciwieństwie wersji H-alfa, gdzie filtry znajdują się wewnątrz tubusa). Jakość obrazów dawanych przez taki refraktor jest zaskakująco dobra, o czym nawet sam producent nie wspomina na swojej stronie.

Na zakończenie warto wspomnieć o zestawach przeznaczonych do obserwacji wapniowych, jakie stosować można w dowolnym teleskopie. Zestaw taki,

produkowany przez Baader Planetarium, składa się z filtru okularowego w standardzie 1,25” oraz z dużego arkusza folii ND3,8 przeznaczonego do montażu na wlocie do tubusa. Przeznaczony jest wyłącznie do obserwacji fotograficznych: filtr CaK montować należy w mocowaniu 1,25” małych kamer, takich jak wspomniane modele Imaging Source. Próba obserwacji wizualnej takim zestawem może być bardzo niebezpieczna dla wzroku. 🌟



Przemysław Żołądek należy do najbardziej zaawansowanych miłośników astronomii w naszym kraju. Obecnie jest prezesem Pracowni Komet i Meteorów, jednego z najbardziej prężnych, niezależnych stowarzyszeń amatorów astronomii w Polsce: <http://www.pkim.org/>. Jest wybitnym znawcą sprzętu dla amatorów i nie tylko. Jeden z najcenniejszych autorów „nowej” Uranii!