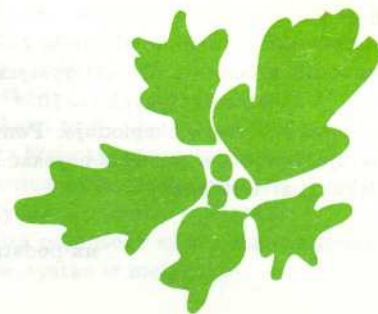


Duży teleskop to duże powiększenie (jest ono wszak równe stosunkowi ogniskowej obiektywu do ogniskowej okularu) lub większa skala zdjęcia (bo jest proporcjonalna do ogniskowej obiektywu). Tymczasem obserwatorzy wiedzą, że jest jakoś odwrotnie: im większa luneta, tym mniejszy jest obraz gwiazdy (przy użyciu tego samego okularu). Trzeba przyznać, że niełatwo to zademonstrować, trzeba bowiem mieć dostęp do kilku lunet naraz, w dodatku do lunet przyzwoitej jakości, aby można było mieć pewność, że ewentualne rozmycie obrazu nie jest skutkiem niskiej jakości sprzętu. Wtedy można zobaczyć (stosując duże powiększenia), że obraz gwiazdy to jasny punkt otoczony kilkoma (rzadko więcej niż dwoma) coraz słabszymi pierścieniami. Przekładając okular do kolejnych lunet o różnych średnicach zauważylibyśmy wspomniany dziwny efekt. Tłumaczy go falowe własności światła. Mianowicie, rozmiary centralnej plamki nie mają nic wspólnego z rzeczywistymi kątowymi rozmiarami gwiazdy. Centralna plamka z pierścieniami to skutek uginania się (dyfrakcji) światła na krawędzi obiektywu i teoria mówi, że jej średnica jest odwrotnie proporcjonalna do średnicy obiektywu. Dla światła widzialnego zależność ta ma w przybliżeniu postać: $\alpha \approx 15/D$, gdzie α oznacza kątową (w sekundach) średnicę plamki, a D średnicę obiektywu w centymetrach. Dla dużych teleskopów α wyraża się w setnych częściach sekundy, ale gwiazdy są tak daleko, że ich kątowe rozmiary są jeszcze mniejsze.



A jednak większy teleskop daje większy obraz gwiazdy! Może to powiedzieć każdy, kto oglądał niebo przez teleskop o średnicy od 0,5 m wzwyż. Więc w końcu jak jest naprawdę? Wszystko się zgadza, tylko obserwacje trzeba właściwie zinterpretować. Uważny obserwator zauważy, że w małej lunecie obraz gwiazdy (dyfrakcyjny) jest ostry, ale stale się porusza. Jest to skutek niespokojnej atmosfery, efekt przesuwania się przed obiektywem niejednorodności atmosferycznych. Duży obiektyw drgania obrazu uśrednia, ponieważ niejednorodności mają rozmiary ułamków metra. Przez to w dużym teleskopie obraz gwiazdy jest wprawdzie stabilny, ale ogromnie rozmyty wskutek tego tzw. seeingu. Gwiazda wygląda trochę jak spoczywająca ameba, tzn. jak plama co chwila wysuwająca i chowająca różne wypustki. Plama ta wyjątkowo ma rozmiary 0,5", często kilkanaście sekund. Uniknąć seeingu można tylko poza atmosferą, stąd tak wielkie znaczenie ma teleskop kosmiczny.

Kierujemy szkolny spektroskop na Słońce. Widzimy, oczywiście, układ linii widmowych odpowiadający składowi chemicznemu atmosfery Słońca i temperaturze panującej na jego powierzchni. W warunkach amatorskich nie da się zbadać rozkładu energii w widmie, gdyby jednak to zrobić, to też okazałoby się zgodny z panującą na Słońcu temperaturą – tak, jak być powinno. Kierujemy teraz spektroskop na Księżyc i widzimy... to samo! Kierujemy go na pierwszą lepszą ścianę domu (w dzień, rzecz jasna) i ciągle widzimy to samo! To w końcu gdzie panuje temperatura 5770 K? Gdzie jest wodorowa atmosfera z jakimiś domieszkami cięższych pierwiastków? Dlaczego ściana daje widmo słoneczne? Odpowiedź jest banalna, ale kryje głęboki sens: promieniowanie dochodzące do spektroskopu nie powstaje ani na ścianie, ani na Księżycu, jest tam tylko odbijane i dlatego niesie informacje nie o ścianie ani nie o Księżycu, lecz o miejscu, gdzie powstało, tzn. o Słońcu. Ściana czy Księżyc, owszem, również wysyłają własne promieniowanie, ale w temperaturze kilkuset kelwinów maksimum ich natężenia przypada w podczerwieni. Tak więc to, co widzimy w spektroskopie, nie odpowiada warunkom panującym na tych dwóch obiektach, co określa się też jako brak równowagi termodynamicznej.



Plama słoneczna to obszar, w którym wiązka linii pola magnetycznego wydostaje się z wnętrza gwiazdy do jej atmosfery. W warstwie podfotosferycznej energia z wnętrza Słońca niesiona jest głównie dzięki konwekcji, czego skutkiem jest granulacja. Tymczasem obecność pola magnetycznego tłumi konwekcję, a więc utrudnia transport energii w plamie. W rezultacie plama jest chłodniejsza od reszty fotosfery. Pomiary dowodzą, że w plamach panuje temperatura około 4500 K, podczas gdy fotosfera ma 5770 K. Tak czy inaczej w plamach jest goręcej niż w łuku elektrycznym czy w płomieniu acetylenowym – dlaczego wobec tego plamy są czarne? Okazuje się, że jest to już sprawa niedoskonałości oka lub innych odbiorników światła. Na mocy prawa Stefana-Boltzmann'a stosunek jasności powierzchniowej Słońca w plamie i poza plamą jest czwartą potęgą stosunku temperatur, co wynosi $(4500/5770)^4 = 0,37$. Jest to kontrast na tyle duży, że osłabiwszy z konieczności światło fotosfery do poziomu znośnego dla oka osłabiamy zarazem światło plam do natężenia dającego już wrażenie czerni.