

Dodatek A: Czym jest światło gwiazd?

W świetle gwiazd kryje się wiele więcej informacji niż tylko ile go jest i kiedy to zmierzyłeś. Prosimy wszystkich obserwatorów o użycie standardowych filtrów podczas wykonywania fotometrii, ponieważ filtry pozwalają na pomiar zarówno ilości światła, jak i jego rozkładu widmowego. Kluczową właściwością fizyczną światła jest tutaj długość fali. Światło składa się z fotonów, które są małymi wiązkami pól elektrycznych i magnetycznych, które podróżują przez przestrzeń z tą samą prędkością – prędkością światła c . Wiązki te zachowują się jak małe cząsteczki i jak fale. I dlatego mają one charakterystyczne dla siebie długości fali.

W optyce, różne długości fal odpowiadają różnym kolorom światła. Czerwone światło ma dłuższe fale niż światło żółte, to ma dłuższe fale niż światło zielone, a to ma dłuższe fale niż niebieskie i fioletowe. Wszystkie kolory obserwowanego światła nazywamy widmem. Widmo światła widzialnego jest z grubsza zbiorem wszystkich fal o długości między 300 a 700 nanometrów, od fioletu do czerwieni. Jest też światło poza zakresem widzialnym. Ponad fioletem, w kierunku fal krótszych mamy ultrafiolet, promieniowanie rentgenowskie i gamma. Za światłem czerwonym w kierunku dłuższych fal leżą regiony promieniowania podczerwonego, mikrofalowego i radiowego. Na podstawie tego określamy spektrum widzialne – nasze oczy nie są wrażliwe na światło spoza tego zakresu. Większość normalnych gwiazdy emituje większość światła w spektrum widzialnym i podczerwieni, a nasze Słońce emituje największą ilość światła w postaci fali o długości około 500 nanometrów, którą widzimy jako kolor zielony.

Powiązana wielkością dla każdego fotonu jest jego energia, która jest także funkcją długości fali. Energia przenoszona przez foton jest odwrotnie proporcjonalna do długości fali światła:

$$E = hc/\lambda$$

gdzie h jest stałą Plancka, c prędkością światła, a λ długością fali. Należy zwrócić uwagę na odwrotną zależność: niebieskie fotony o krótszej fali mają więcej energii niż fotony żółte o dłuższej fali, a te z kolei są bardziej „energetyczne” niż fotony czerwone. Długości fal, które emitują astrofizyczne źródła światła związane są z całkowitą gęstością energii w emitującym je systemie. Jest mało prawdopodobne, aby słabiej chłodna gwiazda emitowała promieniowanie o wysokiej energii, chyba że występuje tam jakieś wyjątkowe źródło. Analogicznie, gwiazda gorąca może być zdolna do emitowania promieniowania o wyższej energii, co nie zmienia faktu, że emituje także fotony o niższej energii. (Więcej na ten temat w dodatku B.)

Inną właściwością światła, wykraczającą jednak poza zakres niniejszego podręcznika, jest polaryzacja. Fotony są wiązkami promieniowania elektromagnetycznego, w których każda cząsteczka składa się z oscylacyjnego pola elektrycznego i magnetycznego. Możemy przyjąć, że wszystkie fotony zarejestrowane z jednego źródła podróżują w równoległej wiązce zanim dotrą do detektora, ale oś oscylacji każdego fotonu będzie inna. Mogą one poruszać się w jednym kierunku, prostopadle do kierunku ruchu, albo z orientacją losową lub mogą mieć kołową komponentę oscylacji (fotony eliptycznie lub kołowo spolaryzowane). Jeśli źródło emitujące jest spolaryzowane lub gdy światło przechodzi przez medium polaryzacyjne (np. chmura pyłu), wtedy większość fotonów, które zobaczysz będzie preferowało jedną orientację. Światło spolaryzowane kołowo może być emitowane w środowiskach lub procesach fizycznych z udziałem silnego pola magnetycznego.

Polaryzacja może być mierzona za pomocą specjalnych filtrów, ale jest to proces czasochłonny. Nie będziemy omawiać go dalej, ale należy pamiętać, że jest to kolejna podstawowa właściwość światła, którą można zaobserwować.

Dodatek B zawiera krótkie omówienie powszechnych procesów radiacyjnych spotykanych w astronomii, oraz w jaki sposób można je opisać lub zbadać za pomocą fotometrii.