

Ten projekt został zrealizowany przy wsparciu finansowym Komisji Europejskiej. Projekt lub publikacja odzwierciedlają jedynie stanowisko ich autora i Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za umieszczoną w nich zawartość merytoryczną.

Tomasz Kacik  
Zespół Szkół Handlowych, Sopot

## Fotometria

Fotometria jest działem astrofizyki zajmującym się pomiarami widomej jasności ciał niebieskich.

### *Widoma jasność gwiazd*

Do ilościowego opisu jasności gwiazd astronomowie używają skali stworzonej najprawdopodobniej przez Hipparcha (190-125 r. p.n.e.) lub Ptolemeusza (100-168 r. n.e.), która do dnia dzisiejszego została udoskonalona i rozszerzona. W przeciwieństwie do dyskretnej skali jasności starożytnych filozofów, obecnie używana skala jest skalą ciągłą. Pod względem jasności gwiazdy zostały podzielone na **wielkości gwiazdowe**. Najjaśniejszym gwiazdom Hipparch przypisał wielkość 1, a najślabszym, ledwo widocznym gołym okiem – wielkość 6. Zatem widome obiekty podzielił na sześć klas jasności. Obecnie spełniają one warunek:  $I_n/I_{n+5} = 100$ , gdzie  $n$  jest obserwowaną wielkością gwiazdową. Skąd wynika, że stosunek jasności dwu gwiazd różniących się o jedną wielkość gwiazdową wynosi około 2,5 (dokładnie pierwiastek piątego stopnia ze 100, czyli  $10^{0,4} = 2,511886\dots$ ), zatem np. gwiazda trzeciej wielkości ma jasność 2,5 razy większą niż gwiazda czwartej wielkości. Na oznaczenie wielkości gwiazdowych stosuje się małą literę <sup>m</sup>, umieszczoną u góry za liczbą. Litera ta jest skrótem od łacińskiego słowa *magnitudo*, czyli wielkość.

Obecna skala jasności gwiazd, zaproponowana przez angielskiego astronoma Normana Pogsona (1856 r.), jest skalą logarytmiczną o podstawie 2,5 (oko ludzkie także logarytmicznie reaguje na natężenie oświetlenia). Poza tym, znak skali jest ujemny, ponieważ wielkości gwiazdowe wzrastają dla malejących jasności. Różnica wielkości gwiazdowych dwu gwiazd jest proporcjonalna do logarytmu stosunku otrzymanych od nich energii i jest określona przez związek:

$$M_2 - M_1 = - 2,50 \log I_2/I_1 \quad (1),$$

gdzie  $M_1$ ,  $M_2$  oznaczają jasność odpowiednich obiektów,  $I_1$ ,  $I_2$  - natężenie promieniowania odpowiednich obiektów.

*Jasności niektórych obiektów niebieskich*

<i>Ciało niebieskie</i>	<i>Wielkość gwiazdowa</i>
Słońce	- 26,86 <sup>m</sup>
bolid meteorytowy	max - 17 <sup>m</sup>
Księżyc w pełni	- 13 <sup>m</sup>
Wenus	max - 4,8 <sup>m</sup>
Syriusz ( $\alpha$ Wielki Pies)	- 1,6 <sup>m</sup>
Arktur ( $\alpha$ Wolarz)	0,0 <sup>m</sup>
Regulus ( $\alpha$ Lew)	1,3 <sup>m</sup>

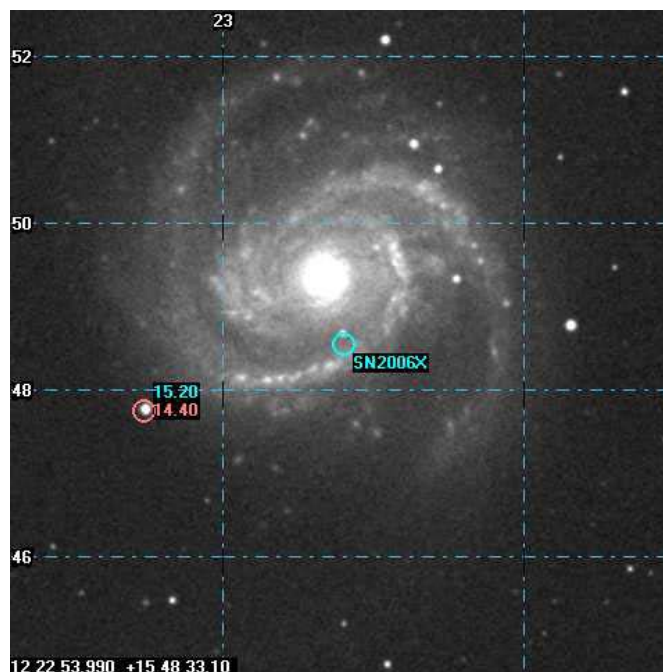
*Maksymalny zasięg przyrządów optycznych*

<i>Przyrząd optyczny</i>	<i>Wielkość gwiazdowa</i>
oko ludzkie	do 6 <sup>m</sup>
kamera internetowa	do 10 <sup>m</sup>
„domowy” teleskop	13 <sup>m</sup>
technika CCD	do 30 <sup>m</sup>

***Pomiar jasności obiektu***

W celu dokonania pomiaru jasności dowolnego sfotografowanego obiektu należy postępować według następującego schematu:

- 1 krok: zlokalizować na zdjęciu obiekt, którego chcemy określić jasność;
- 2 krok: zlokalizować na zdjęciu gwiazdę (lub gwiazdy) porównania, czyli gwiazdy dla których znamy jasność. W tym celu można skorzystać np. ze strony: <http://www.supernovae.net/snimages/index.html> i wybrać z menu *Photometry Reference images* interesujące nas ciało niebieskie, w którym (lub obok którego) znajduje się nasz obiekt;



Galaktyka spiralna M 100 wraz z zaznaczoną gwiazdą porównania i supernową SN 2006X, której można wyznaczyć obserwowaną jasność

- 3 krok: upewnij się, czy wartość jasności gwiazdy porównania jest podana dla filtra, przez który zrobiłeś zdjęcie (najczęściej filtr R lub B);
- 4 krok: uruchom program służący do analizy „surowych” zdjęć astronomicznych (posiadają one rozszerzenie fts), np. SalsaJ ([http://www.euhou.net/docupload/files/software/SalsaJ\\_V1.1-Windows\\_webcam-JDK.zip](http://www.euhou.net/docupload/files/software/SalsaJ_V1.1-Windows_webcam-JDK.zip));
- 5 krok: wybierz z menu *Analiza* → *Fotometria*. W tym momencie pojawia się nowe okienko Fotometria. Pomiary natężenia światła dokonuje się automatycznie przez najechanie na obiekt kursorem (krzyżyk) i kliknięcie lewym przyciskiem myszy. W okienku Fotometria pojawią się wyniki pomiarów wybranych obiektów, np:

Indeks	Obraz	Ramka	x	y	Natężenie	Promień	Niebo
1	M 100-Red.fts	-	245	244	6446.51	4	33049.95
2	M 100-Red.fts	-	302	225	4480.43	5	33009.33

- 6 krok: po dokonaniu pomiarów zapisz wyniki, a następnie wyłącz fotometrię w menu *Analiza* → *Zatrzymaj fotometrię*;
- 7 krok: w celu dokonać zmian w pomiarach fotometrii (nie musisz polegać na wartościach dobranych przez program) np. zmienić promień pomiaru gwiazdy, z menu *Analiza* wybieramy *Ustawienia fotometrii*;
- 8 krok: oblicz jasność obiektu wykorzystując wzór (1);
- 9 krok: zapisz kiedy zostało wykonane zdjęcie dla którego dokonałeś obliczeń (UT).

Przykład:

- wartość jasności gwiazdy porównania dla filtra czerwonego,  $M_1 = 14,40^m$
- zmierzona wartość natężenia gwiazdy porównania,  $L_1 = 4480.43$
- zmierzona wartość natężenia supernowej SN2006X,  $L_2 = 6446.51$

Wartość jasności supernowej SN2006X (obliczona ze wzoru (1)) wynosi  $M_2 = 14,00^m$  dla czasu  
25.02.2006, 11:00:09 UT

Literatura:

1. Astronomia współczesna, Ludwig Oster, PWN 1986;
2. Astronomia dla każdego, Detlev Block, Świat Książki 1995;

Autor Tomasz Kacik składa podziękowania dla Pana Krzysztofa Rochowicza za wskazówki dotyczące supernowych.