

Wszechświat w mojej kieszeni



Niewidzialny
Wszechświat



Grażyna Stasińska
Obserwatorium paryskie

Świt astronomii

W starożytności wiedza o Wszechświecie ograniczona była do tego, co mogło zobaczyć ludzkie oko. Taki obraz Wszechświata uzupełniały mity i legendy.

Na początku XVII wieku pierwsze teleskopy pozwoliły astronomom zaobserwować obiekty kilka razy słabsze od tych najśłabszych widocznych gołym okiem. Odkryto setki gwiazd i zaobserwowano wiele mgławic.

Pod koniec XIX wieku fotografia astronomiczna pozwoliła na głębsze poznanie kosmosu. Przy pomocy teleskopu przez wiele godzin można było śledzić obiekt i rejestrować jego światło na płycie fotograficznej. W ten sposób można było zaobserwować drobne szczegóły w obrazach planet i wielu obiektów mgławicowych.



Zdjęcie Wally'ego Pacholka pokazujące Plejady, które można obserwować gołym okiem. Dla Aborygenów z północnej Australii Plejady są grupą kangurów uciekających przed sforą psów dingo.

Galileusz tłumaczy doży Wenecji jak obsługiwać jego teleskop (fresk Giuseppe Bertiniego).



Szkic Galileusza przedstawiający Pleiady widziane przez jego teleskop. Małe gwiazdki to gwiazdy niewidoczne bez

użycia teleskopu.

Pierwsza fotografia Mgławicy Oriona wykonana przez Henrego Drapera w 1880 roku w trakcie 50 min. ekspozycji przy użyciu teleskopu o średnicy 28 cm.



Początek spektroskopii

W 1665r. Isaac Newton, ta sama osoba, która później odkryła prawa grawitacji, pokazał, że światło ze Słońca jest złożone z różnych kolorów.

Minęło jednak wiele lat zanim astronomowie zaczęli wykorzystywać ten fakt do badania światła emitowanego przez inne obiekty astronomiczne.

Widmo (nazwa nadana przez Newtona światłu rozszczepionemu w pryzmacie) niesie wiele informacji o składzie, temperaturze i gęstości emitującego źródła.

Pierwsze widma obiektów niebieskich zostały wykonane ponad 200 lat po odkryciu Newtona.

Newton zrobił szczelinę w zasłonie i skierował wiązkę światła słonecznego na pryzmat. Na białym

ekranie zebrał światło, które przeszło przez pryzmat i pokazywało piękne kolory tęczy. Umieszczając drugi pryzmat przed ekranem, i zmieniając kąt jego ustawienia zebrał z powrotem kolorowe światło w białe światło słoneczne.

Pierwsze widmo mgławicy wykonane przez Hugginsa

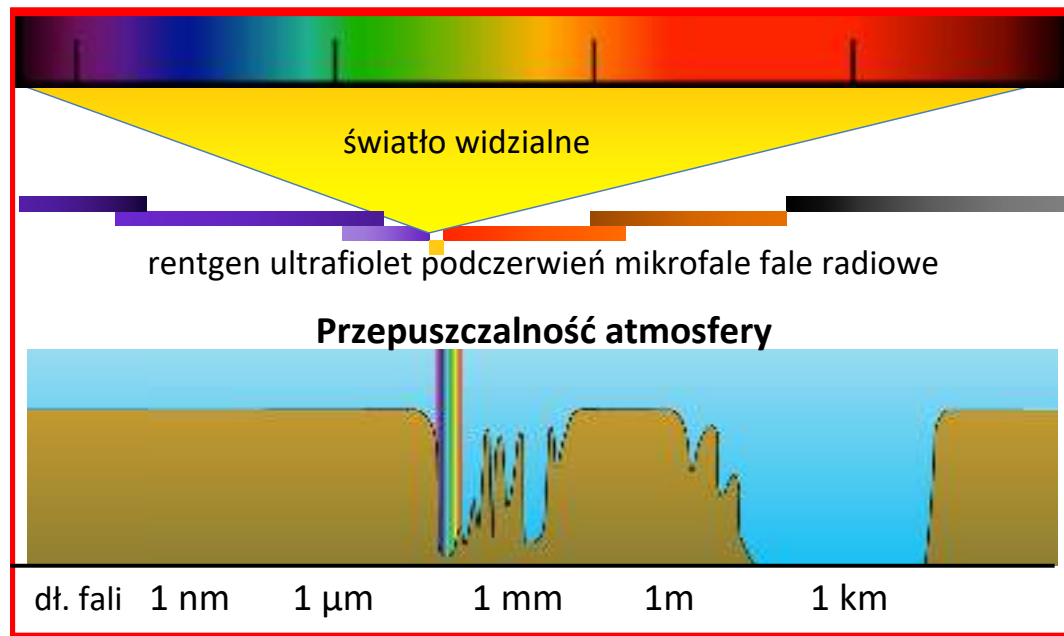


w 1860r. Pokazuje ono trzy jasne linie.

Widmo innej „mgławicy” wykonane przez

Edwina Hubble’a około 1920r. Pokazuje ono ciemne linie nałożone na jasne tło, które wygląda jak widmo gwiazd. Oznacza to, że ta „mgławica” nie jest zbudowana z gazu ale z gwiazd. Obiekty te nazywamy teraz „galaktykami”.

Całkowite widmo światła



Długość fali światła zmienia się od mniej niż $1/10000000000$ metra, dla promieni rentgenowskich, do więcej niż 1 km, dla fal radiowych. Światło widzialne zawiera fale od 0.4 do $0.8 \mu\text{m}$, co stanowi tylko małą część całego widma.

W obrazach astronomicznych używane są fałszywe kolory do odtworzenia niewidocznych części widma.

Atmosfera Ziemi jest przezroczysta dla fal widzialnych, radiowych i bliskiej podczerwieni. Aby obserwować daleką podczerwień, ultrafiolet czy promienie rentgenowskie emitowane przez obiekty astronomiczne, potrzebne są satelity.

6

Niewidzialne światło

Światło widzialne, czyli światło widoczne dla ludzkiego oka, stanowi tylko małą część całego widma promieniowania.

Światło może być opisane przez swoją długość fali. Od długich do krótkich fal, światło składa się z

- fal radiowych (jak te używane przez radio i telewizję),
- mikrofal (jak te używane w kuchenkach mikrofalowych),
- podczerwieni (emitowanej przez ciepłe obiekty, można ją zobaczyć używając specjalnych okularów),
- światła widzialnego (Słońce, lampy)
- ultrafioletu (niewidoczne światło ze Słońca odpowiedzialne za opaleniznę),
- promieniowania rentgenowskiego (używane do prześwietlania ciała).

Im wyższa temperatura ciała tym krótsze są fale przez niego emitowane.

7

Obrazy w świetle niewidzialnym

Obserwowanie obiektów kosmicznych w „niewidzialnym” świetle takim jak fale radiowe, mikrofalę, podczerwień, ultrafiolet, promieniowanie rentgenowskie czy gamma, pozwala lepiej zrozumieć z czego są one zbudowane.

Na przykład, cząstki pyłu międzygwiazdowego są podgrzewane przez gwiazdy do temperatur niższych niż temperatura ludzkiego ciała. Tak chłodne obiekty emitują głównie w podczerwieni, podczas gdy gwiazdy z temperaturami pomiędzy 3,000 i 50,000 stopni emitują w świetle widzialnym.

Z drugiej strony, niektóre rozciągnięte międzygwiazdowe i międzygalaktyczne obłoki gazu są nagrzane do milionów stopni. Są one jasne w zakresie rentgenowskim. 9



Galaktyka Sombrero jest masywną galaktyką z ogromnym centralnym zgrubieniem złożonym ze starych gwiazd, i cienkim dyskiem gwiazd, gazu i pyłu. Z lewej: obraz uzyskany 1.5m teleskopem ESO w świetle widzialnym. Po prawej: złożenie z fałszywymi kolorami: obraz w podczerwieni (kolor czerwony) z Teleskopu Kosmicznego Spitzera, nałożony na obraz z Kosmicznego Teleskopu Hubble’a w świetle widzialnym (kolor niebieski).



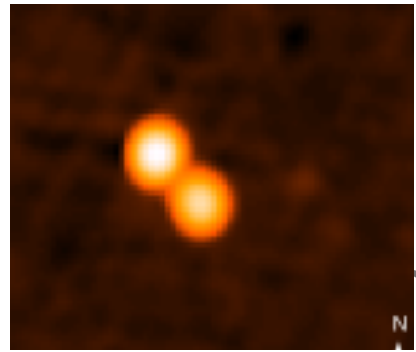
Gromada galaktyk Feniksa. Obrazy galaktyk (kolor żółty) nałożone na obraz w świetle rentgenowskim (kolor niebieski) który ukazuje ogromny obłok gazu rozgrzanego do ponad miliona stopni.

Odkrycia w niewidzialnym świetle

Niektóre obiekty we Wszechświecie były nieznane aż do czasu gdy zaczęto obserwować je teleskopami czułymi na światło „niewidzialne”. Obiekty, które są bardzo chłodne lub bardzo gorące emitują głównie w niewidzialnych zakresach widma, i zostały odkryte właśnie poprzez swoje niewidzialne światło. Dopiero później, gdy obserwowano te same fragmenty nieba bardzo dużymi teleskopami optycznymi, które zbierają duże ilości światła i stąd są bardzo czułe, można było w końcu zobaczyć te obiekty w świetle widzialnym.

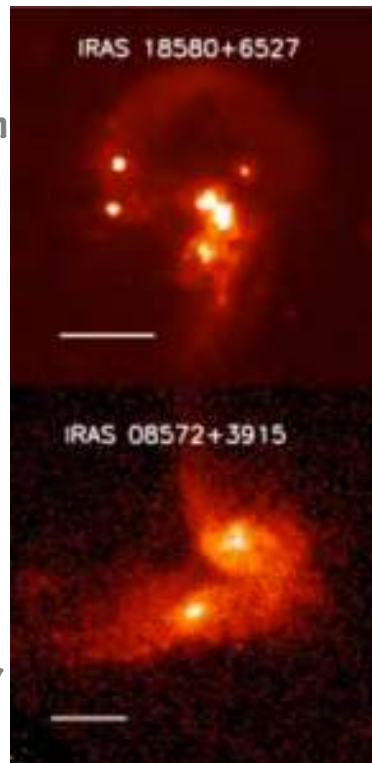
Tak się stało z kwazarami, które odkryto w zakresie radiowym, a także z galaktykami z rozbłyskami gamma, gdzie rozbłysk gamma odkryto zanim zaobserwowano samą galaktykę.

Obraz radiowy źródła 3C273 wykonany teleskopem VLA. W 1963r. Martin Schmidt pokazał, że w jego centrum jest niebieski, gwiazdopodobny obiekt. Było to pierwsze odkrycie kwazara. Obraz w świetle widzialnym uzyskany Kosmicznym Teleskopem Hubble'a pokazuje strugę szybko poruszającego się gazu wydobywającą się z kwazara.



Obraz z Teleskopu Hubble'a w świetle widzialnym dwóch galaktyk odkrytych w podczerwieni przez satelitę IRAS. Są one 100 razy jaśniejsze w podczerwieni niż w świetle widzialnym, i z angielskiego zwane są ULIRG-ami (ultra luminous infrared galaxies). Wiele ULIRG-ów ma bliskich towarzyszy i pokazuje ślady oddziaływania.

10



11

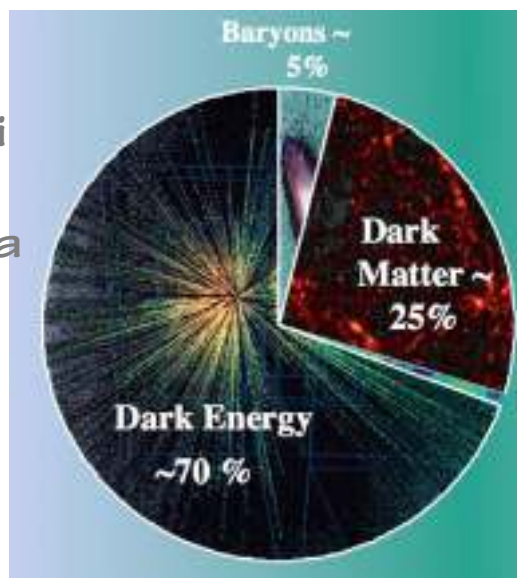


Miraż grawitacyjny LRG 3-757.

Niebieski pierścień jest powyginanym obrazem niebieskiej galaktyki położonej dokładnie za masywną, czerwoną galaktyką.

Masywna galaktyka, i ciemna materia, którą ona zawiera, działają jak soczewka grawitacyjna dla światła z galaktyki leżącej za nią. Zgięcie światła przez grawitację zostało przewidziane przez Einsteina w 1915r.

Zgodnie z obecnymi oszacowaniami, ciemna energia stanowi 70% całego Wszechświata, ciemna materia 25%, a znany nam Wszechświat (galaktyki ze wszystkimi swoimi składnikami i ośrodek międzygalaktyczny) jedynie 5%.



12

Ciemna materia i ciemna energia

Niektóre własności obserwowanego Wszechświata sugerują, że istnieje duża ilość jak dotąd niezobserwowanej bezpośrednio materii, zwanej „ciemną materią”, która oddziałuje grawitacyjnie na widzialne obiekty. Astronomowie są zgodni, że tą ciemną materią nie mogą być małe gwiazdy czy planety, ciemne obłoki, czarne dziury czy antymateria. Obserwacje odległych galaktyk wskazują, że rozszerzanie się Wszechświata przyspiesza. Standardowo tłumaczono ten fakt tym, że istnieje nieznana forma energii powodująca to przyspieszanie, zwana „ciemną energią”. Teorie alternatywne nie wymagają istnienia ciemnej materii czy ciemnej energii, ale te teorie muszą wytłumaczyć wszystkie obserwacje, tak jak robią to standardowe teorie.

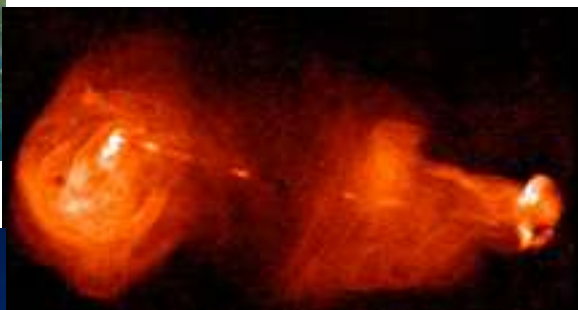
13



Quiz



Który z tych obrazów uzyskano w świetle widzialnym?



Odpowiedzi na odwrocie



Obraz galaktyki M31 w ultrafiolecie uzyskany za pomocą satelity Swift.

Radiowy obraz VLA dżetów radiogalaktyki 3C353.

Obrobiony cyfrowo obraz HST mgławicy planetarnej Kocie Oko w świetle widzialnym.

Złożony obraz w podczerwieni obłoku międzygwiazdowego wykonany przez Teleskop Kosmiczny Spitzera. Czerwone plamy są obszarami powstawania gwiazd.

Gromada galaktyk Abell 400. Niebieski kolor: obraz rentgenowski. Dżety radiowe (na różowo) powstają w podwójnym jądrze centralnej galaktyki.

Wszczęświat w mojej kieszeni Nr 2

Ta książeczka została napisana w 2017r. przez Grażynę Stasińską z Obserwatorium paryskiego (Francja) i przetłumaczona na Polski przez Dorotę Koziel-Wierzbowską (z Uniwersytetu Jagiellońskiego)

Obraz z okładki: Złożony obraz uzyskany w promieniowaniu rentgenowskim Kosmicznym Teleskopem Chandra. Pokazuje on setki kwazarów w odległościach aż do 12 miliardów lat świetlnych.

Większość obrazków w tej książeczce pochodzi z Kosmicznych Teleskopów Hubble'a, Spitzera i Chandry i z interferometru radiowego VLA.



Aby dowiedzieć się więcej o tej serii

i o temacie przedstawionym w książeczce odwiedź:

<http://www.tuimp.org>

TUIMP Creative Commons

