

Wszechświat na falach radiowych

Nowy projekt
radioastronomiczny
dla uczniów

TELESKOP



POLA
MAGNETYCZNE

EGZOPLANETY

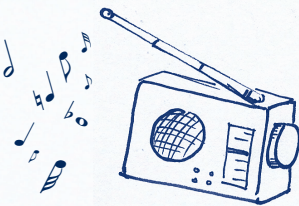
RADIO
SŁOŃCE

ODBIÓR FAL
RADIOWYCH

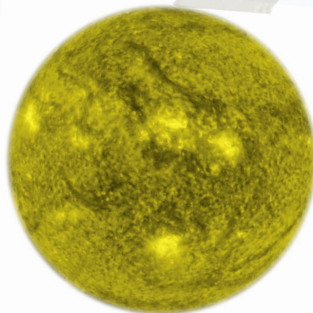
GWIEZDNE AUDYCJE RADIOWE

Zatem gwiazdy emitują fale radiowe?...

Gdybyśmy mogli nastawić radio na fale FM, np. o częstotliwości 160 MHz, moglibyśmy posłuchać... Słońca! Co za dziwna muzyka!



Mglawica Koński Łeb



Słońce

Słońce jest naszą gwiazdą: gigantyczną kulą gazową świecącą ze względu na reakcje termojądrowe. Jego temperatura jest bardzo wysoka: na powierzchni wynosi kilka tysięcy stopni.

6000°C

RADIO
SŁOŃCE

Oprócz wysyłania do nas światła, Słońce emituje fale radiowe na wszystkich pasmach FM i poza nimi! Przy tym emisja Słońca jest dużo silniejsza niż dowolnej naszej stacji radiowej.

NIEŻLE!

Jednak nadajniki radiowe oddalone są od nas zaledwie o kilka kilometrów, podczas gdy Słońce jest bardzo daleko od Ziemi - aż 150 milionów km! Stąd sygnał przychodzący ze Słońca jest zbyt słaby, by przeszkodzić w słuchaniu ulubionych stacji radiowych.

Pierwsze anteny radiowe radarów były w rzeczywistości zbudowane przez wojsko podczas II wojny światowej. Mogły one usłyszeć Słońce!

QUIZ



Prawda czy fałsz?

Podczas II wojny światowej myśliwiec mógł być niewidzialny dla radaru, gdy nadlatywał od strony Słońca.

FALE RADIOWE:

NIEWIDZIALNE FALE, KTÓRE NIE SĄ
FALAMI DŹWIĘKOWYMI

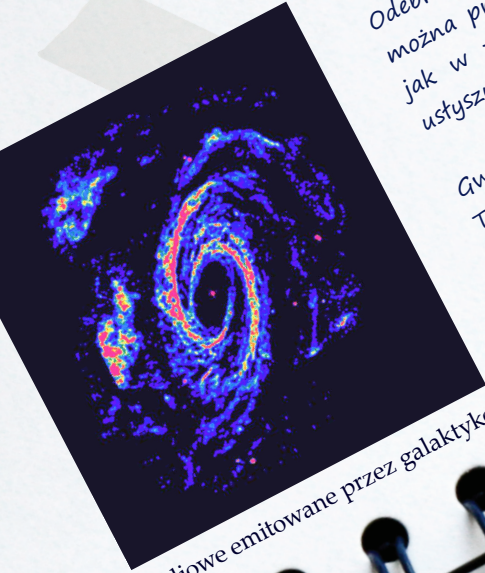
Fale radiowe to fale elektromagnetyczne, tak jak fale widzialne, tyle że dłuższe.

Odebrane fale radiowe Wszechświata można przekształcić na dźwięk, tak jak w zwykłym radiu. I co wtedy usłyszymy?

Gwiezdne radio nie jest zbyt melodyjne. To raczej rodzaj szumu, jak trzeszczące dźwięki starej, winylowej płyty.

Źródłem fal radiowych są atomy i cząsteczki podgrzanego gazu oraz elektrony w polu magnetycznym.

ATOMY
CZĄSTKI



Fale radiowe emitowane przez galaktykę M81

To bez znaczenia: nikt nie słucha gwiazd przez słuchawki. Tak naprawdę fale radiowe są używane do tworzenia obrazów obiektów, podobnie jak radar.

Fale radiowe od gwiazd można odbierać o dowolnej porze dnia i nocy, tak jak stacje radiowe, podczas gdy światło w nocy, gdy zajdzie Słońce.



Ekran radaru - NAVY (USA)

QUIZ
Prawda czy fałsz?
Radioastronomowie słuchają gwiazd przez słuchawki.

PIEŚNI
GWIAZD?

QUIZ

Prawda czy fałsz?

Fale radiowe pozwalają wykryć niewidoczne galaktyki.

PORÓWNAJMY SŁOŃCE W ZAKRESIE RADIOWYM I OPTYCZNYM

Nasze oczy dostrzegają widzialne światło gwiazd: widzimy kolory tęczy.

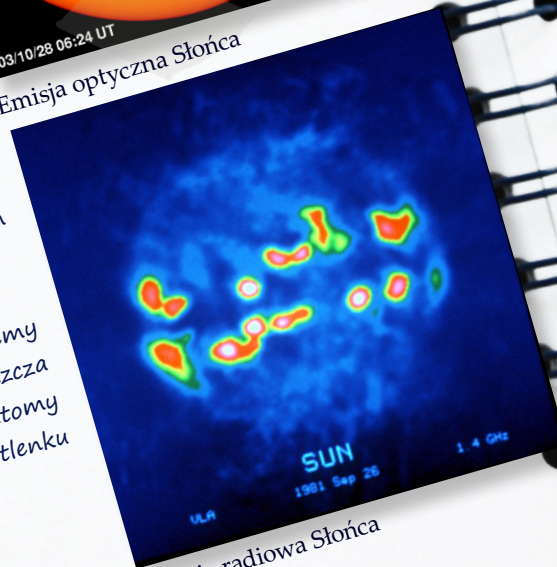
Nasze Słońce jest żółte, jednak także istnieją czerwone, niebieskie, białe i brązowe gwiazdy!

Na Słońcu fale radiowe pokazują burze magnetyczne w postaci plam na jego powierzchni.

Dzięki falom radiowym możemy badać planety i galaktyki, zwłaszcza te, w których znajdują się atomy i cząsteczki wodoru oraz tlenu węgla.



2003/10/28 06:24 UT
Emisja optyczna Słońca



1.4 GHz
1981 Sep 28
Emisja radiowa Słońca

NIEWIDZIALNY WSZECHŚWIAT?

W jednej galaktyce mogą być miliardy gwiazd. Centra niektórych galaktyk są zanurzone w wielu obrotach pyłu, które blokują ich światło. Natomiast fale radiowe przenikają przez takie obrotki i mogą do nas docierać.

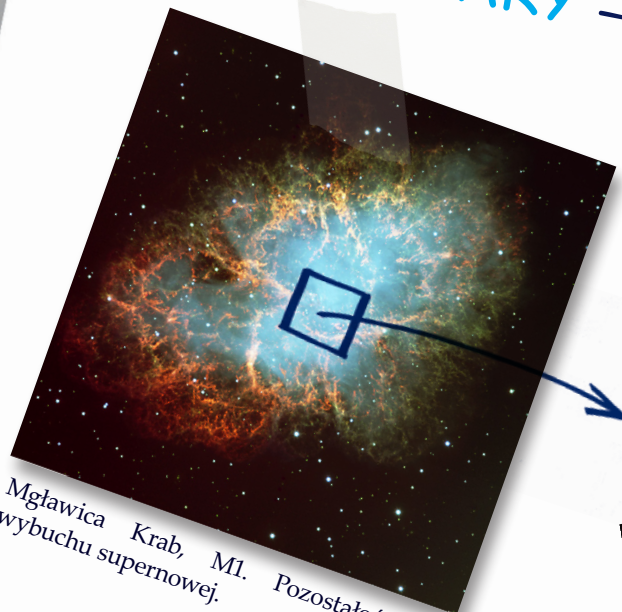


Niebo radiowe wygląda zupełnie inaczej niż widzialne. Te punkciki to nie gwiazdy, ale odległe kwazary i radiogalaktyki, których świecenie związane jest z masywnymi czarnymi dziurami. Ich odległości od Ziemi to zwykle miliardy lat świetlnych.

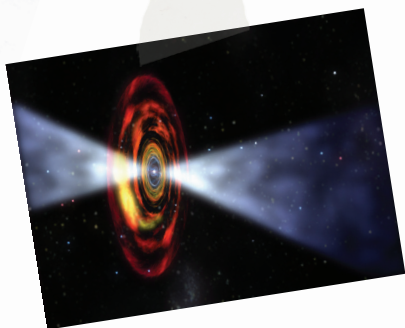
Niebo, które odstoniło się radioastronomom, nazwano nawet "niewidzialnym Wszechświatem".

POLA
MAGNETYCZNE

PULSARY – RADIOWE LATARNIE WSZECHŚWIATA



Mgławica Krab, M1. Pozostałość po wybuchu supernowej.



Pulsar kręci się jak wirujący bąk. Wiązka fal radiowych emitowana jest z wirującego pulsara i przez to omiata ona przestrzeń dociera do Ziemi, morska. Gdy taka wiązka promieni dociera do Ziemi, można ją odbierać jako krótkie sygnały: „pi, pi, pi, pi!”. Prawie 2500 pulsarów zaobserwowano już w naszej Galaktyce, a miliardy istnieją w całym Wszechświecie.



W roku 1054 ludność Chin mogła obserwować pojawienie się jasnej gwiazdy na niebie, był to wybuch supernowej. Tysiąc lat później możemy obserwować w tym samym miejscu piękną mgławicę Krab. W samym jej środku leży niezwykła gwiazda: pulsar.

Prawda czy fałsz? QUIZ
Sygnały pulsarów pochodzą od
Obcych.



SUPERNOWE

EGZOBIOLOGIA

POSZUKIWANIE ŻYCIA WE WSZECHŚWIECIE

Wiemy, że planety krążą wokół Słońca, w kolejności: *Merkury, Wenus, Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran i Neptun*. Jest to Układ Słoneczny.



Układ Słoneczny

Prawda czy fałsz?

Niektóre anteny są używane do nastuchiwania pozaziemskich cywilizacji na wypadek ich istnienia.

QUIZ

W 1992 roku polski naukowiec, Aleksander Wolszczan obserwował sygnał „pi, pi, pi, pi”, z pulsara PSR 1257+12 radioteleskopem w Arecibo. Ku swemu wielkiemu zdziwieniu odkrył pierwszy układ planetarny poza naszym, czyli *planety pozastoneczne!*

Te nowe planety są szczególnie interesujące, bo rozmiarami są podobne do Ziemi. Znajdują się jednak tak daleko od nas (900 lat świetlnych), że jeszcze przez długi czas trudno będzie zdobyć więcej informacji o nich!



Egzoplanety (wizja artystyczna)

Od tego czasu odkryto już ponad 800 planet pozastonecznych. Są wszędzie w naszej Galaktyce. Być może któregoś dnia odkryjemy na nich życie.

Może ono być przetranszowane przez komety podróżujące przez kosmos. Na Ziemi na przykład komety dostarczyły złożonych cząsteczek, które odegrały pewną rolę w rozwoju życia.

PLANETY

H SO₂
CO H₂O

LAS
ANTEN

OBSERWATORIA,

SUPERTECHNOLOGIA W ŚRODKU

W aparacie cyfrowym im więcej pikseli, tym więcej szczegółów. Tak samo można użyć sieci radioteleskopów do zwiększenia szczegółowości: im więcej użyjesz anten, tym większą otrzymasz precyzję!

Aby dostrzec szczegóły w odległych galaktykach, zbudowano w różnych częściach świata „lasy anten” radiowych: 27 anten VLA w Nowym Meksyku (USA), 30 anten w Pune (Indie), 64 anteny w Andach (Chile).



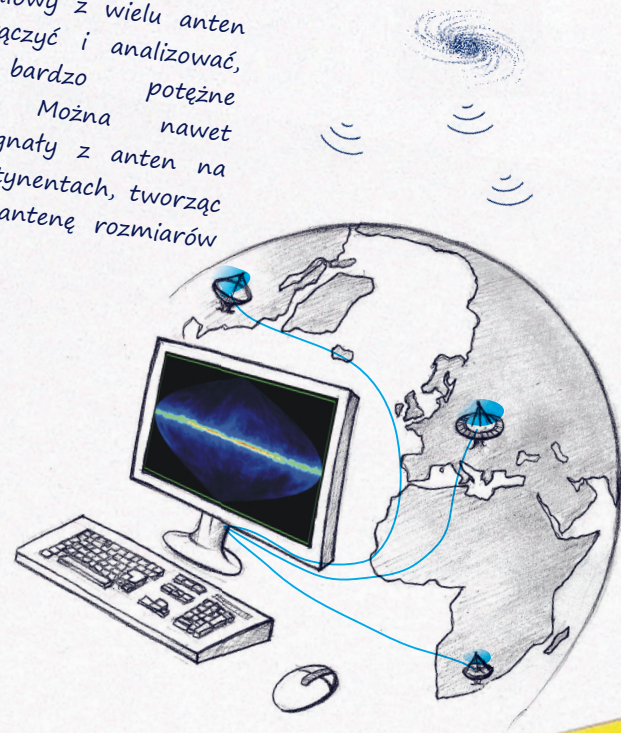
ALMA (Chile)



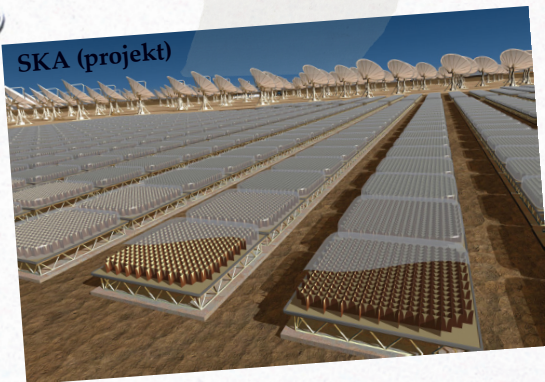
Plateau de Bure (Alpy)

WSPÓŁPRACA
MIĘDZYNARODOWA

Sygnat radiowy z wielu anten można łączyć i analizować, stosując bardzo potężne komputery. Można nawet połączyć sygnały z anten na różnych kontynentach, tworząc gigantyczną antenę rozmiarów Ziemi!



SKA (projekt)



QUIZ Prawda czy fałsz?

Radioteleskopem rozmiarów Ziemi można obserwować planetę rozmiarów Jowisza znajdującą się gdziekolwiek w naszej Galaktyce, nawet wiele lat świetlnych od nas.

QUIZ

Prawda czy fałsz?

Telefon komórkowy może zaktócić pracę radioteleskopu.

1 rok świetlny to odległość pokonywana przez światło w ciągu roku — jest ona ogromna! Światło (w próżni) biegnie bardzo szybko — 300 000 km na sekundę. Z tą prędkością można by dolecieć na Księżyc w 1 sekundę, do Słońca w 8 minut... a do Galaktyki Andromedy — w 2 miliony lat!

PORÓWNANIE SIŁY SYGNAŁU GWIAZD ORAZ TELEFONU KOMÓRKOWEGO

Telefon komórkowy może emitować do 1 wata mocy. Anteny montowane na dachach niektórych budynków przez firmy telekomunikacyjne są raczej małe. Mają zaledwie 1 metr wysokości. To wystarczy do przekazania sygnału radiowego.

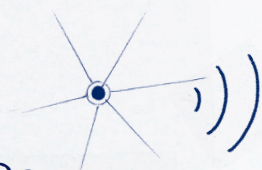


1 W

1 m

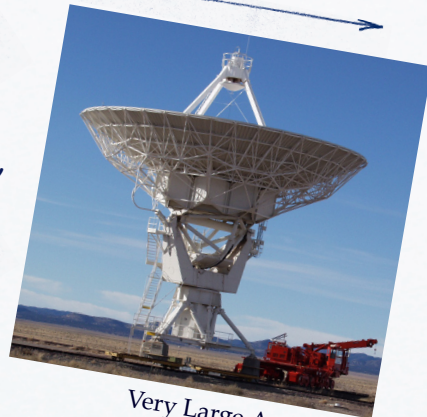


Do odbioru sygnałów radiowych z kosmosu astronomowie muszą używać **ogromnych** anten, o rozmiarach dochodzących nawet do 300 metrów, gdyż galaktyki wysyłające fale radiowe są bardzo daleko (miliony lat świetlnych). W efekcie docierające do Ziemi sygnały są bardzo słabe.



0.000000001 W

25 m



Very Large Array, USA

Jeśli porównamy sygnał ze Słońca z sygnałem z telefonu komórkowego, ten drugi jest miliard razy silniejszy!

By móc odbierać fale radiowe gwiazd, WYŁĄCZ KOMÓRKĘ

QUIZ

Prawda czy fałsz?

Im większa antena, tym silniejsze galaktyki można nią obserwować.

Im większa jest antena, tym czulsza jest na fale radiowe.
Świetnie ilustrują to anteny satelitarne używane do odbioru sygnału telewizyjnego: duża antena daje lepszy sygnał.

JAK ODBIERAĆ SŁABE FALE RADIOWE GWIAZD? OGROMNYMI RADIOTELESKOPAMI!



Dlatego astronomowie budują ogromne radioteleskopy. Pozwalają one na badanie bardzo odległych galaktyk, oddalonych miliardy lat świetlnych od Ziemi. Kształt czaszy bywa różny, zależnie od lokalizacji i dostępnych pieniędzy.



Effelsberg (Niemcy)
100 m średnicy



Arecibo
(Portoryko, Karaiby)
305 m średnicy



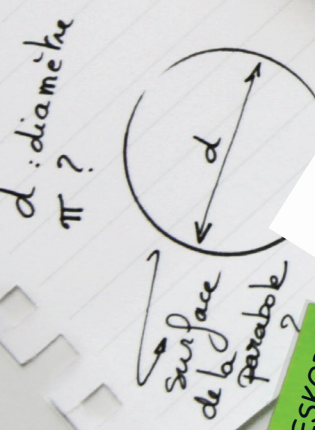
Nancay (Francja)
300 m długości



Green Bank (USA)
105 m średnicy

TELESKOP

ANTENNY





Kraków (Obserwatorium
Astronomiczne Uniwersytetu
Jagiellońskiego)
Mała antena o średnicy 3 m

Odbiór
sygnałów
Galaktyki

QUIZ Prawda czy fałsz?

Dzięki Internetowi można obserwować
obłoki gazu w Drodze Mlecznej za
pomocą radioteleskopu z dowolnej
szkolnej klasy w Europie.

Projekt
EU-HOU

SETI

Galaktyka w Andromedzie, bliźniacza do Drogi Mlecznej



PRZYSZŁOŚĆ RADIOASTRONOMII: RADIOTELESKOPY DLA AMATORÓW W EUROPIE

Mały teleskop jest łatwo kupić... A mały radioteleskop?

Obecnie tworzona jest europejska sieć radioteleskopów dla uczniów szkół ponadpodstawowych.

Przejdź na stronę:

www.oa.uj.edu.pl/hou lub www.pl.euhou.net

Radioteleskop o średnicy 3 m został postawiony w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego i jest dostępny dla uczniów i miłośników astronomii przez Internet. Podobne radioteleskopy powstały w ramach projektu EU-HOU („Radiowe Obserwacje Drogi Mlecznej”) we Francji, Rumunii, Hiszpanii, Portugalii i Szwecji. Używając tych radioteleskopów, można obserwować obłoki gazu w Drodze Mlecznej nawet w wielkich miastach i nawet w środku dnia.

Czy można przyłączyć się do poszukiwania
inteligentnego życia we Wszechświecie?

Tak: używając zmysłnego systemu wygaszaczy
ekranu zainstalowanego na komputerach. Ponad
3 miliony użytkowników przyłączyło się do
poszukiwania sygnałów inteligencji z Galaktyki.
To program SETI @ HOME. Aby wziąć w nim udział,
zerknij na setiathome.berkeley.edu

Możesz również poszukiwać planet w obserwacjach
teleskopu KEPLER: www.odkrywcyplanet.pl

QUIZ Prawda czy fałsz?

Astronomowie znają metody
zagładania w przeszłość.

Czy wiesz, że radioteleskopy to potężne wehikuły czasu?

Chociaż fale radiowe pochodzące od kosmicznych obiektów, tak jak światło, podróżują z ogromną prędkością, to jednak ta podróż wymaga czasu. Gdy obserwujemy bardzo odległe galaktyki, to widzimy je takimi, jakie były miliony czy miliardy lat temu, ponieważ tyle czasu potrzebowały fale radiowe, aby do nas dotrzeć.

Do jak dawnych czasów się przenosimy?

1. Słońce - 8 minut temu
2. Galaktyka Andromedy - 2 mln lat temu
3. Najdalsze kwazary - ponad 13 mld lat temu (zaledwie kilkaset mln lat po Wielkim Wybuchu)

Pomysł i wykonanie:

Olivier Marco, Aurore Mathon,
Yannick Libert

Tłumaczenie i uzupełnienie:

Krzysztof Chyży, Tomasz Kundera,
konsultacje: Iwona Chyży, Małgorzata
Każmierczak, Marian Talar

Źródła:

Observatoire de Paris, Sciences à l'École
Observatorium Astronomiczne
Uniwersytetu Jagiellońskiego,
NASA, ESO, ESA, NRAO

QUIZ ODPOWIEDZI

- 1 Podczas II wojny światowej myśliwiec mógł być niewidzialny dla radaru, gdy nadlatywał od strony Słońca.
Prawda. Radary wojskowe z II wojny światowej były dość prymitywne, silnie oświetlone przez Słońce mogły nie zauważyć nadlatujących samolotów. Początkowo myślano, że pojawiający się w dzień sygnał to jakaś tajna broń. Tak w 1942 roku inżynier Brytyjskiej Królewskiej Marynarki Wojennej, J.S.Hey, odkrył emisję radiową Słońca.
- 2 Radioastronomowie słuchają gwiazd przez słuchawki.
Fałsz. Fale radiowe są odbierane przez specjalne urządzenia elektroniczne i przetwarzane do postaci obrazów na ekranie komputera. Radioastronomowie nie odbierają żadnych dźwięków.
- 3 Fale radiowe pozwalają wykryć niewidoczne galaktyki.
Prawda. Dzięki falom radiowym można znaleźć galaktyki, których światła nie widzimy na zdjęciach optycznych, ich światło jest np. pochłonięte przez pył.
- 4 Sygnały pulsarów pochodzą od Obcych.
Fałsz. Pulsar jest gwiazdą, a przecież na gwieździe nie można żyć!
- 5 Niektóre anteny są używane do nastuchiwania pozaziemskich cywilizacji na wypadek ich istnienia.
Prawda. Zajmuje się tym amerykański program SETI (Search for Extra-Terrestrial Intelligence), który od 1960 roku obserwuje różne części Galaktyki w poszukiwaniu sygnałów. Żaden nie został jeszcze wykryty.
- 6 Radioteleskopem rozmiarów Ziemi można obserwować planetę rozmiarów Jowisza znajdującą się gdziekolwiek w naszej Galaktyce, nawet wiele lat świetlnych od nas.
Prawda. Jednak zbudowanie takiego radioteleskopu byłoby niesamowicie drogie!
- 7 Telefon komórkowy może zakłócić pracę radioteleskopu.
Prawda. Współczesne radioteleskopy są budowane na pustyniach, z dala od cywilizacji (jak w Andach w Chile czy w Arizonie w USA) w celu uniknięcia tego typu problemów.
- 8 Im większa antena, tym silniejsze galaktyki można nią obserwować.
Fałsz. To jak silny sygnał odbieramy zależy od powierzchni anteny. Zatem dwukrotne zwiększenie średnicy anteny skutkuje możliwością obserwacji czterokrotnie **slabszego** obiektu! Wielki radioteleskop w Arecibo zbiera milion razy większy sygnał niż antena przekaźnika telefonii komórkowej na dachu budynku!
- 9 Dzięki Internetowi można obserwować obłoki gazu w Drodze Mlecznej za pomocą radioteleskopu z dowolnej szkolnej klasy w Europie.
Prawda. W 2012 roku zostały w tym celu zbudowane małe radioteleskopy. Jeden z nich jest w Polsce.
- 10 Astronomowie znają metody zagładania w przeszłość.
Prawda. Obserwując coraz dalsze obiekty, widzimy je w coraz młodszych epokach Wszechświata.