

# ROZWRZESZCZANE DZIECIORY KOSMOSU



dolech

# Radioźródła

- Pulsary
- Radioźródła pozagalaktyczne

# Galaktyki aktywne

## Radioźródła pozagalaktyczne

- galaktyki z promieniowaniem synchrotronowym
  - galaktyki drące się w radio
- charakterystyczne linie widm emisyjnych i absorpcyjnych

**Jet**

**Narrow Line  
Emission**

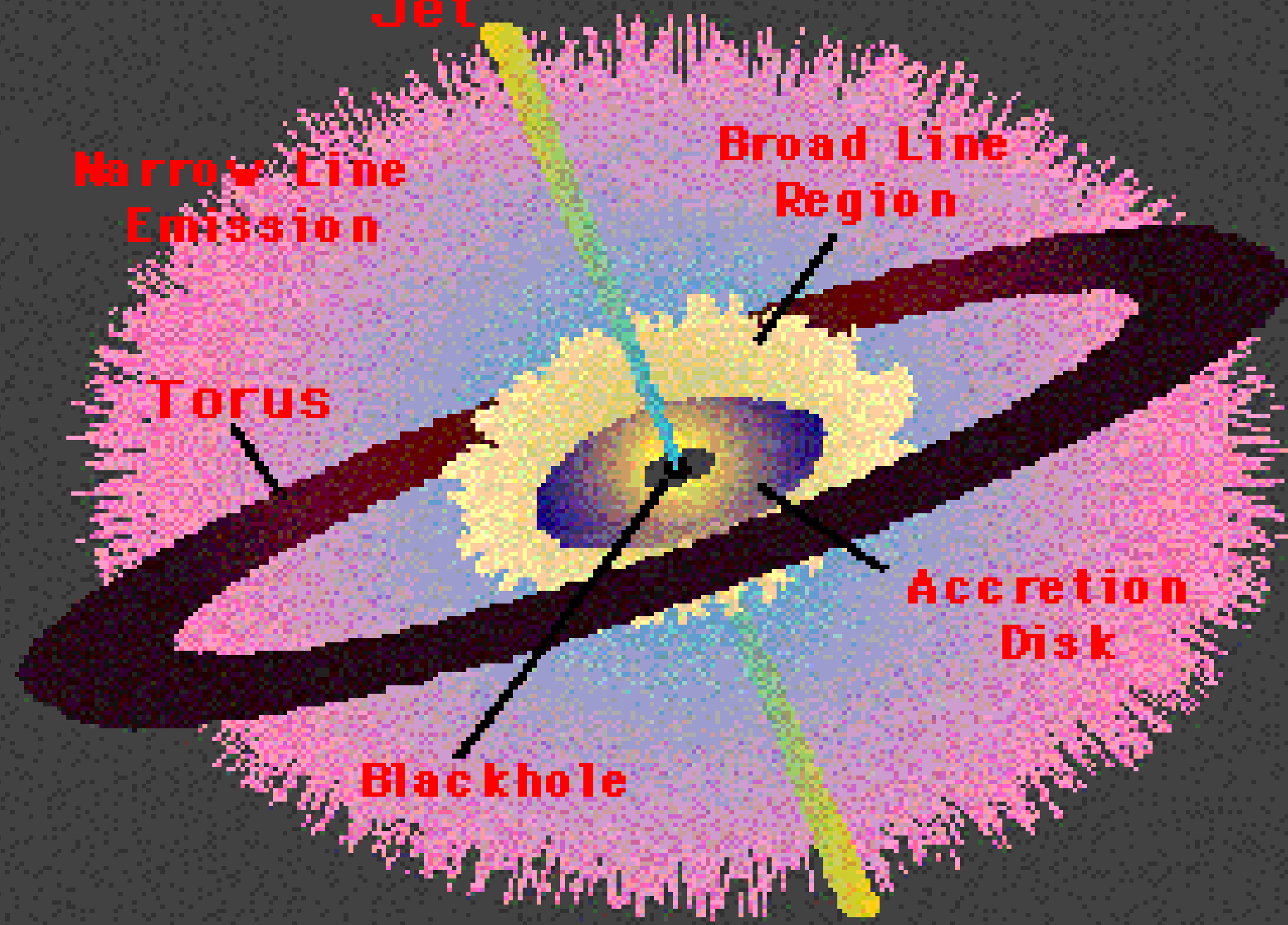
**Broad Line  
Region**

**Torus**

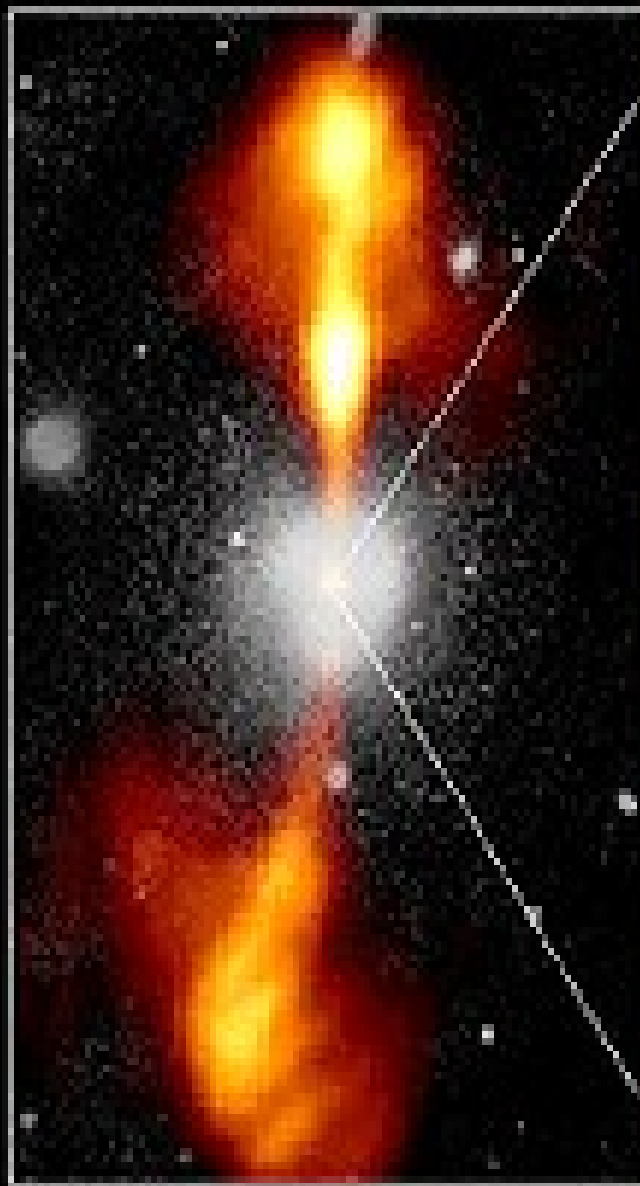
**Accretion  
Disk**

**Blackhole**

**Jet**

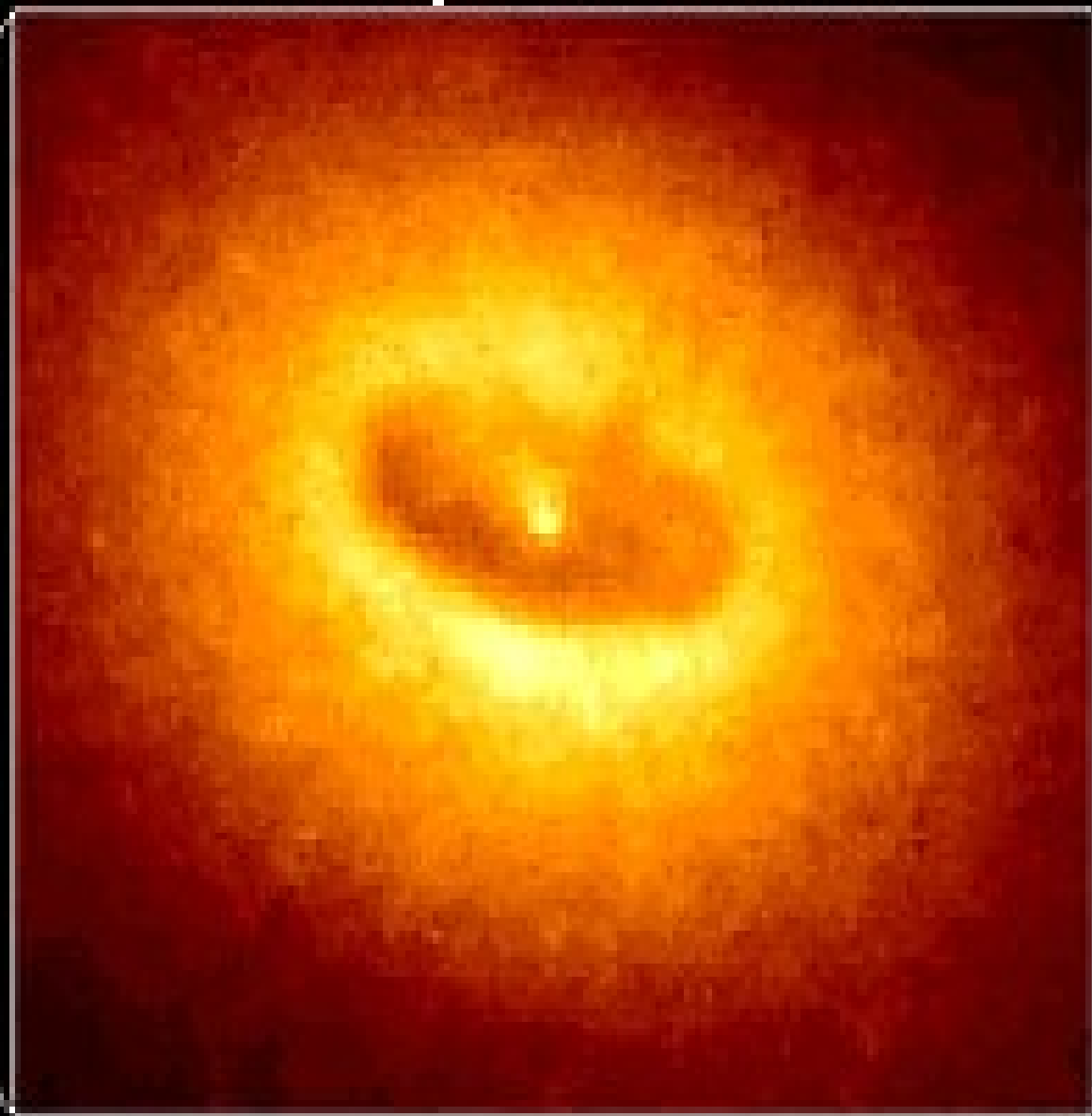


Ground-based Optical/Radio Image



380 Arcseconds  
88,000 Lightyears

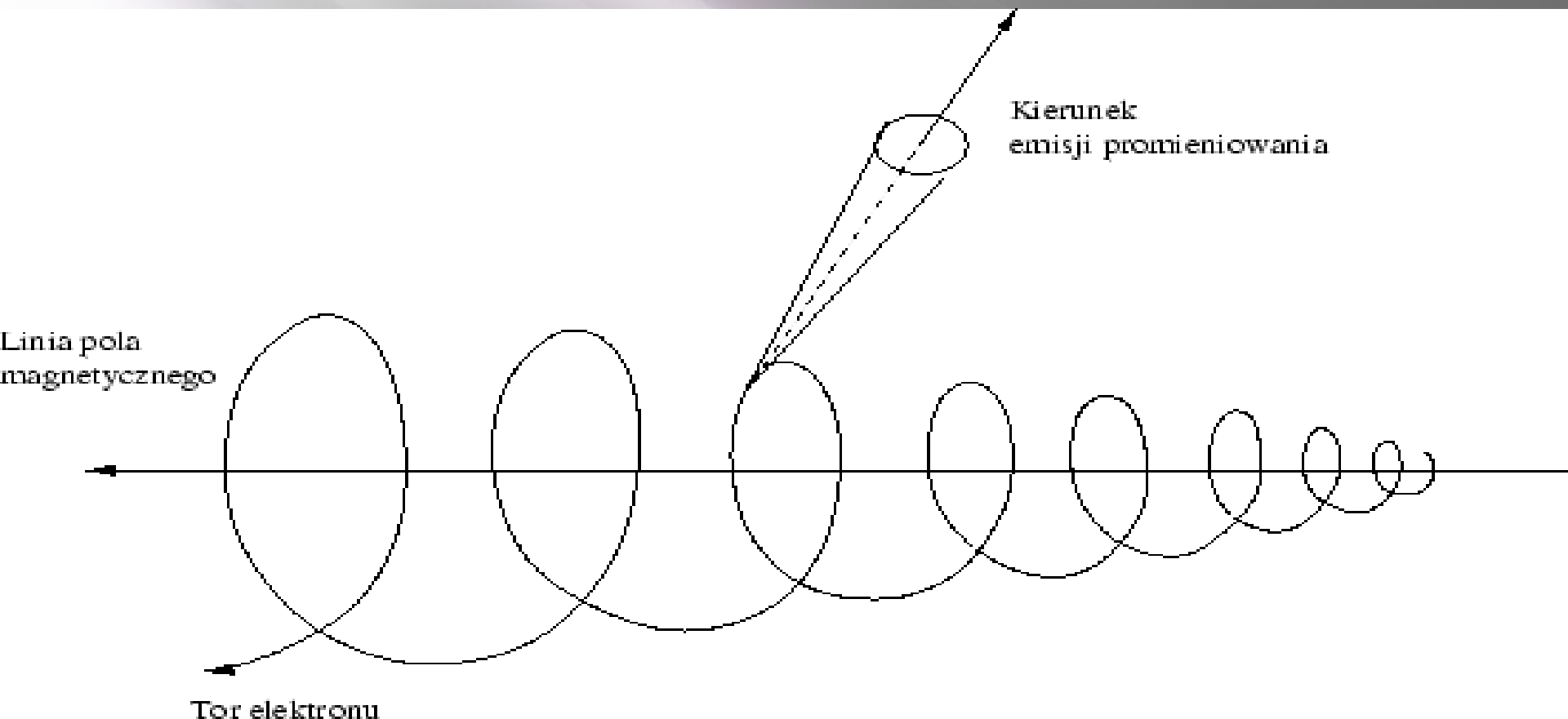
HST Image of a Gas and Dust Disk



1.7 Arcseconds  
400 Lightyears

# Co to za zwierze?

Promieniowanie synchrotronowe  
(z pozdrowieniami dla prof. Urbanika ☐)



Charakteryzuje je (m.in.):

- wysoka kolimacja,
- wysoki stopień polaryzacji,
- czas emisji rzędu nanosekund

# Jak działają galaktyki aktywne?

czas życia elektronów  
aktywne jądro galaktyki

- „For "normal" galaxies, we can think of the total energy they emit as the sum of the emission from each of the stars found in the galaxy. For the "active" galaxies, this is not true.”

$$L_{Edd} = 1,3 \cdot 10^{38} \frac{M}{M_{\odot}}$$

$$L < L(Edd) = 30\,000 (M/M_{\odot}) \times L(S),$$

gdzie  $L(Edd)$  jest tzw. jasnością Eddingtona.

Przy typowym blasku jasných kwazarów, wynoszącym  $L = 10^3 L(S)$ , masa centralna powinna przekraczać  $3 \times 10^8 M_{\odot}$ .

# Procesy zachodzące w AGN

- czarna dziura - napęd
- siła odśrodkowa - przeciwdziało :)
- losowe orbity materii, wzajemne zderzenia, formowanie dysku
- działanie sił lepkości
- opadanie materii do gardzieli czarnej dziury (?)
- energia grawitacyjna ->  
mechaniczna -> ciepło -> promienie widzialne i nadfiolet

# Opadanie materii na horyzont zdarzeń

- to jedyny proces fizyczny, który może wyzwolić tak dużą energię, jaką obserwujemy
- potrzeba trzech Słońców (□) przez rok
- a jak przychodzi kryzys, widzimy wahania i szybkie zmiany jasności AGN (co je charakteryzuje)

# Widmo ciągłe

## Linie emisyjne

- ✘ absorpcja promieniowania przez pył i ponowna emisja -> podczerwień
- ✘ jonizowanie przez ultrafiolet gazu
- ✘ tarcie w dysku -> widmo ciągłe

Kliknij, aby edytować style wzorca tekstu

Drugi poziom

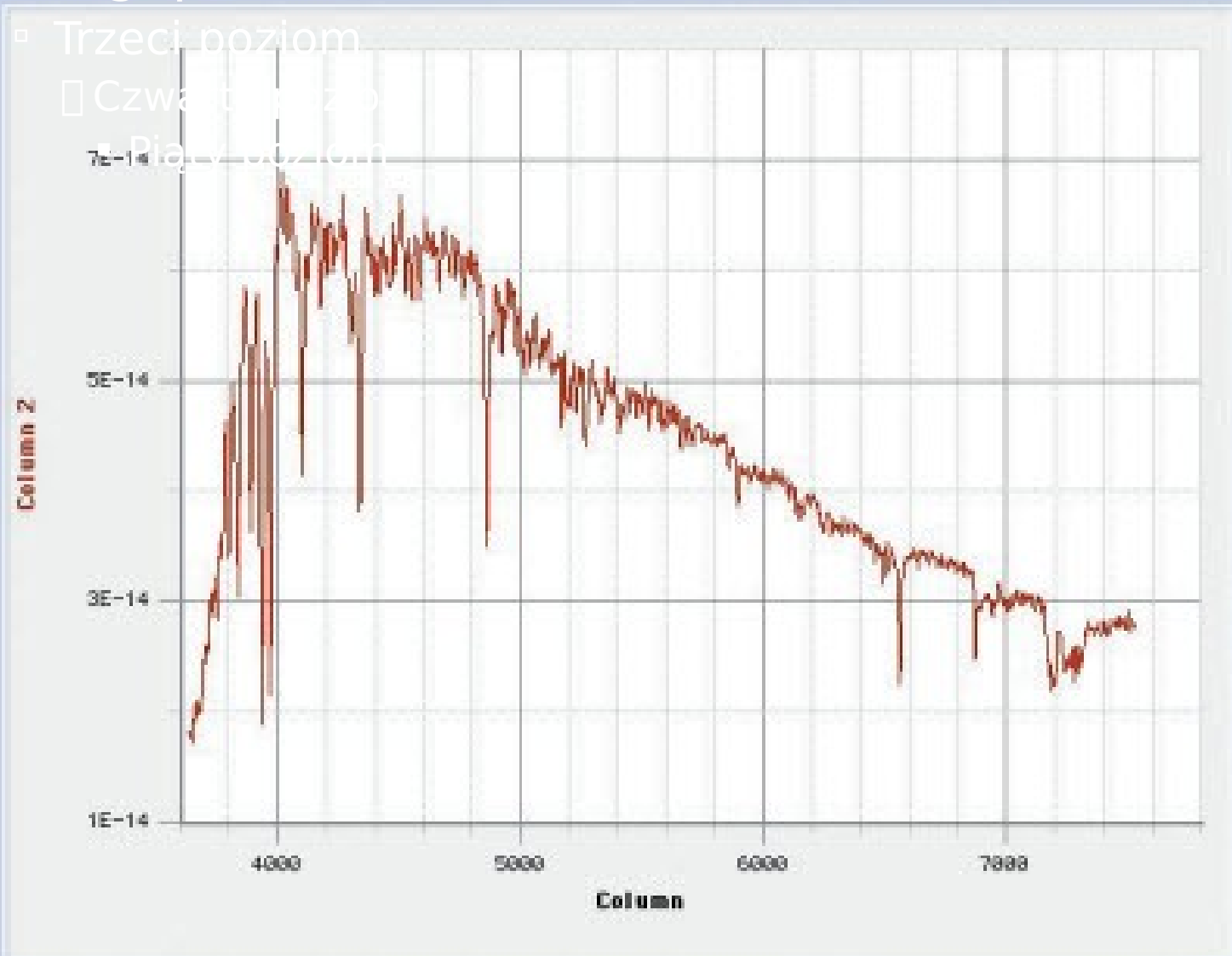
Trzeci poziom

Czwarty poziom

Piąty poziom

Data Set

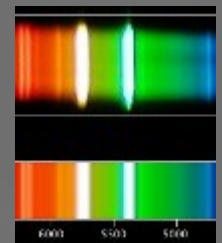
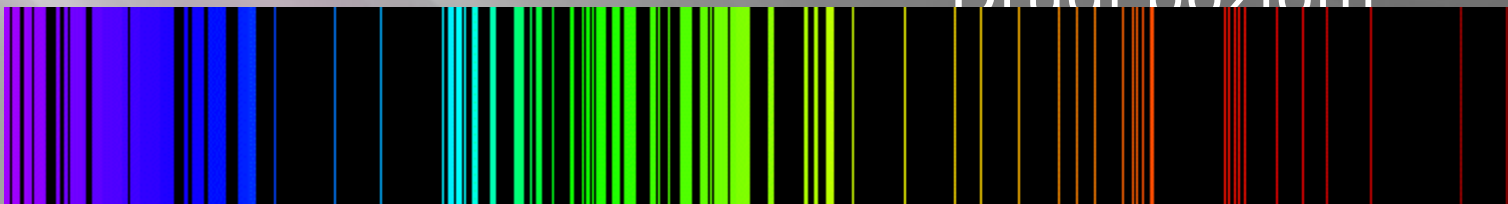
Name	Column
1	3642.754
2	3645.191
3	3647.628
4	3650.066
5	3652.503
6	3654.940
7	3657.378
8	3659.815
9	3662.252
10	3664.690
11	3667.127
12	3669.565
13	3672.002
14	3674.439
15	3676.877
16	3679.314
17	3681.751
18	3684.189
19	3686.626



- Kliknij, aby edytować style wzorca tekstu
  - Drugi poziom
    - Trzeci poziom
      - Czwarty poziom
        - Piąty poziom



Kliknij, aby edytować styl  
Drugi poziom

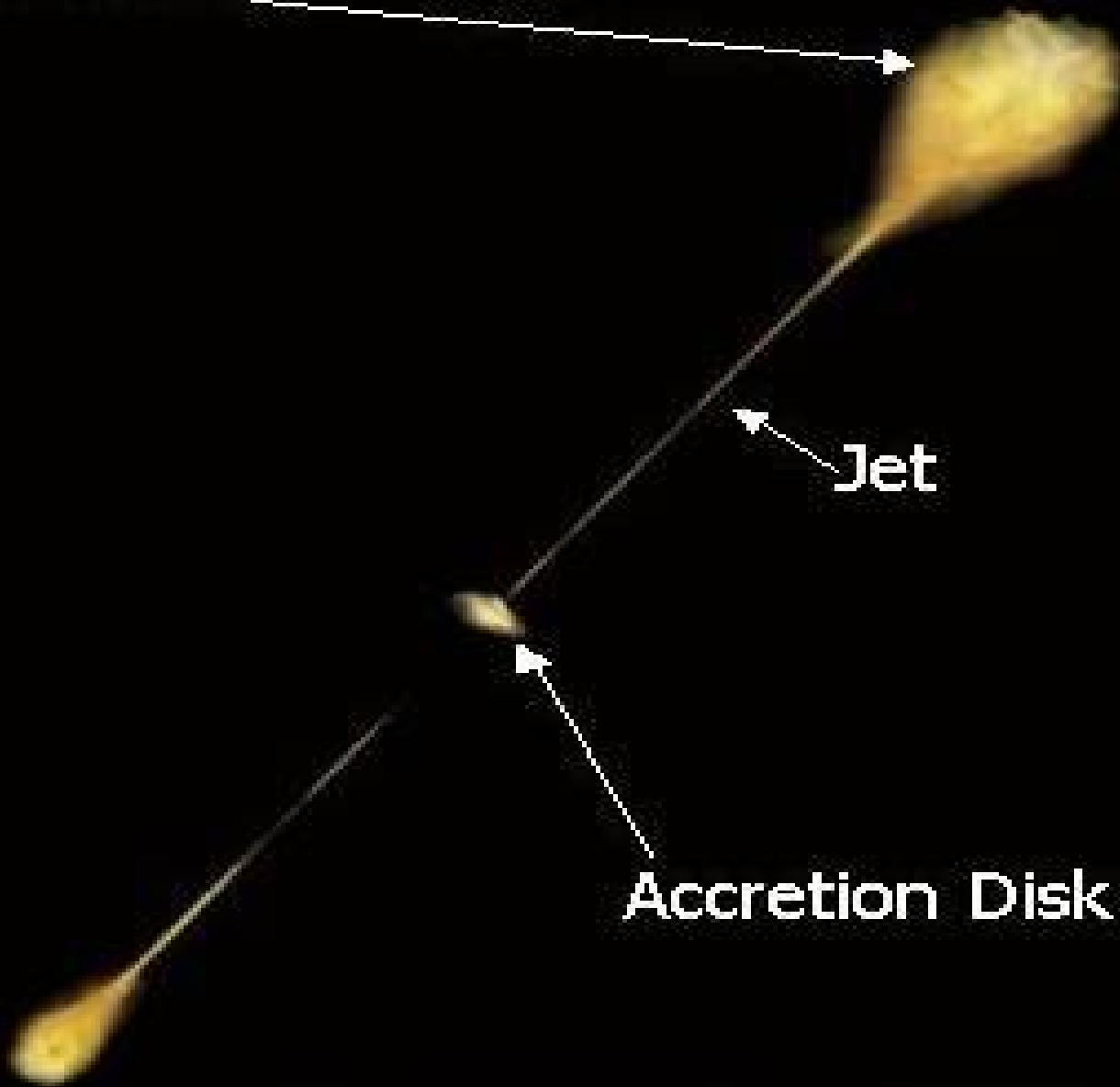


**W niektórych  
fajnych przypadkach  
zachodzi wyrzut  
silnie  
relatywistycznej  
plazmy - dżety**

**DŻETY to cienkie  
włókna emisji  
radiowej, strugi  
plazmy wyrzucanej z  
jądra w dwóch  
przeciwnych  
kierunkach. Łączą  
radioobiboki.**

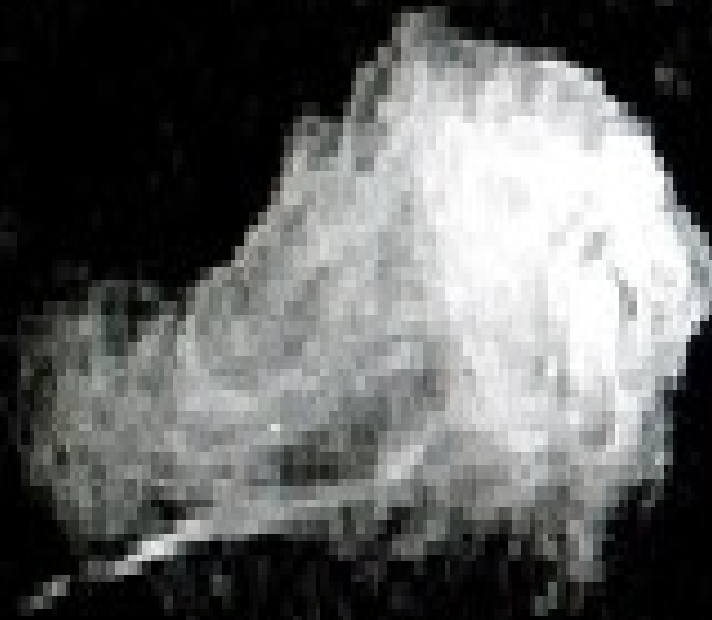


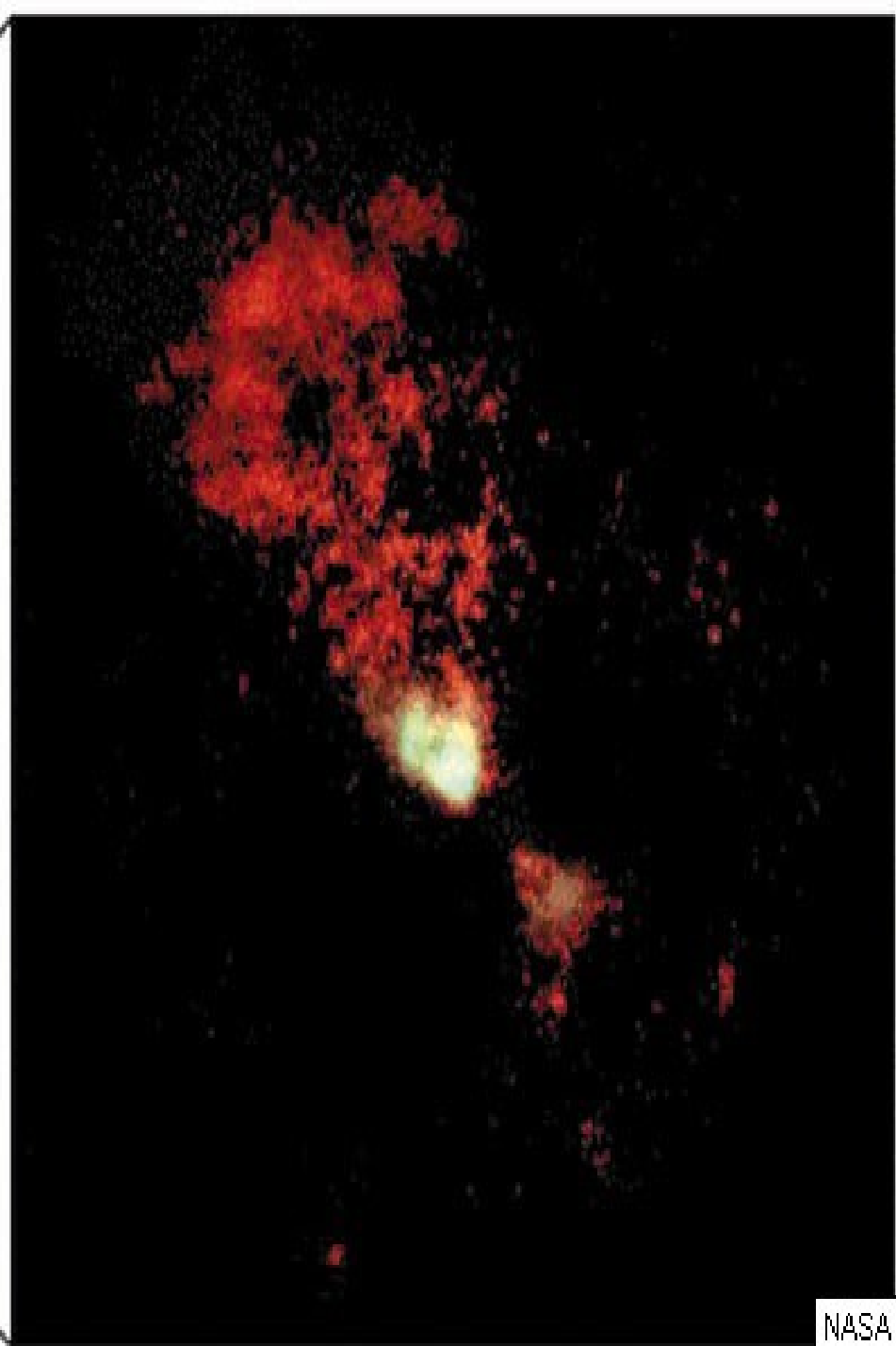
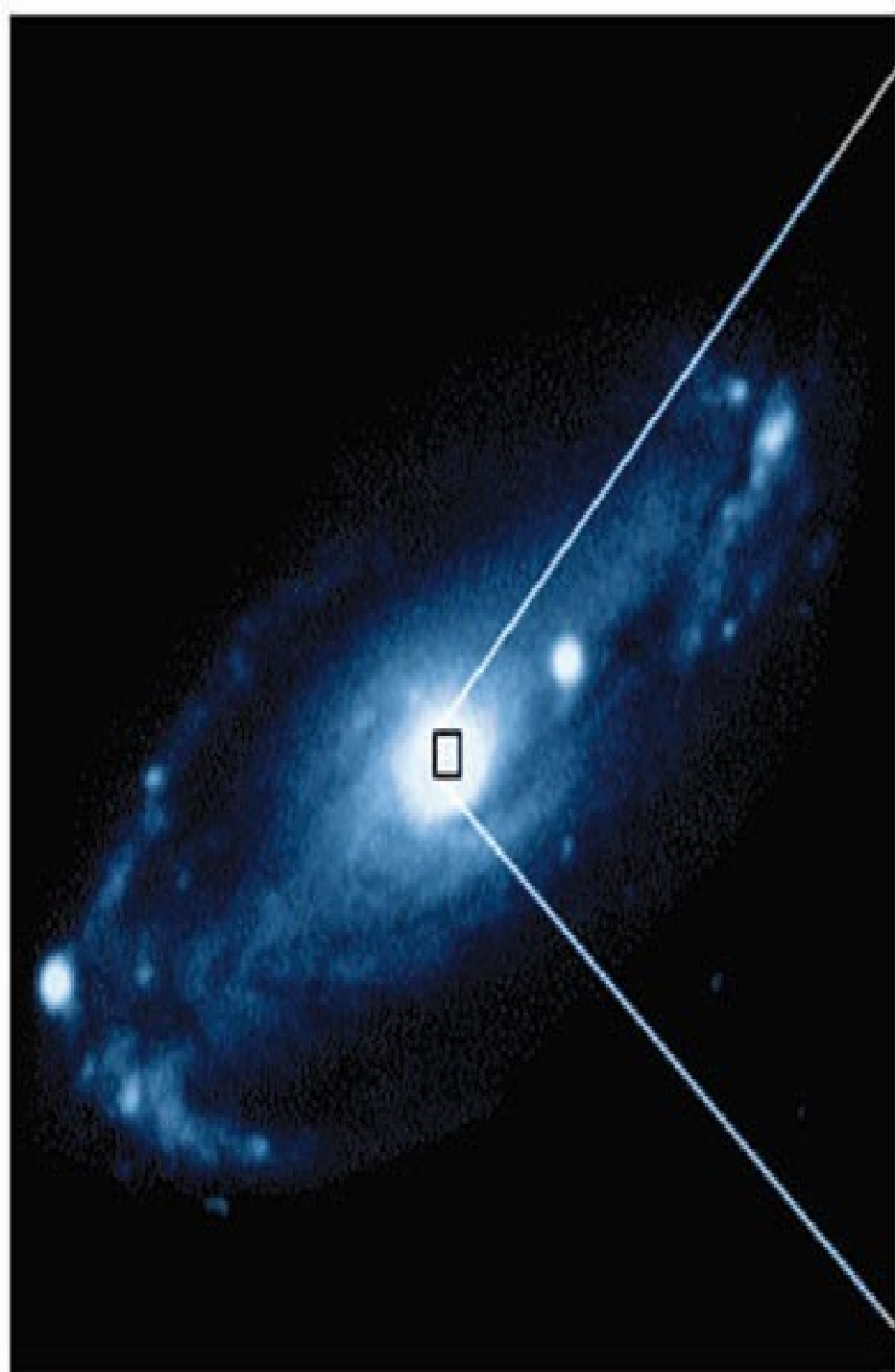
Radio lobes



Jet

Accretion Disk





# Skąd się bierze materia zasilająca czarne dziurzyska?

- ☪ może z przypadkowych zbłąkanych gwiazd?
  - ☪ albo galaktyk?

# Radiogalaktyki

- Kliknij, aby edytować style wzorca tekstu
  - Drugi poziom
    - Trzeci poziom
    - Czwarty poziom
    - Piąty poziom



# Radiogalaktyka

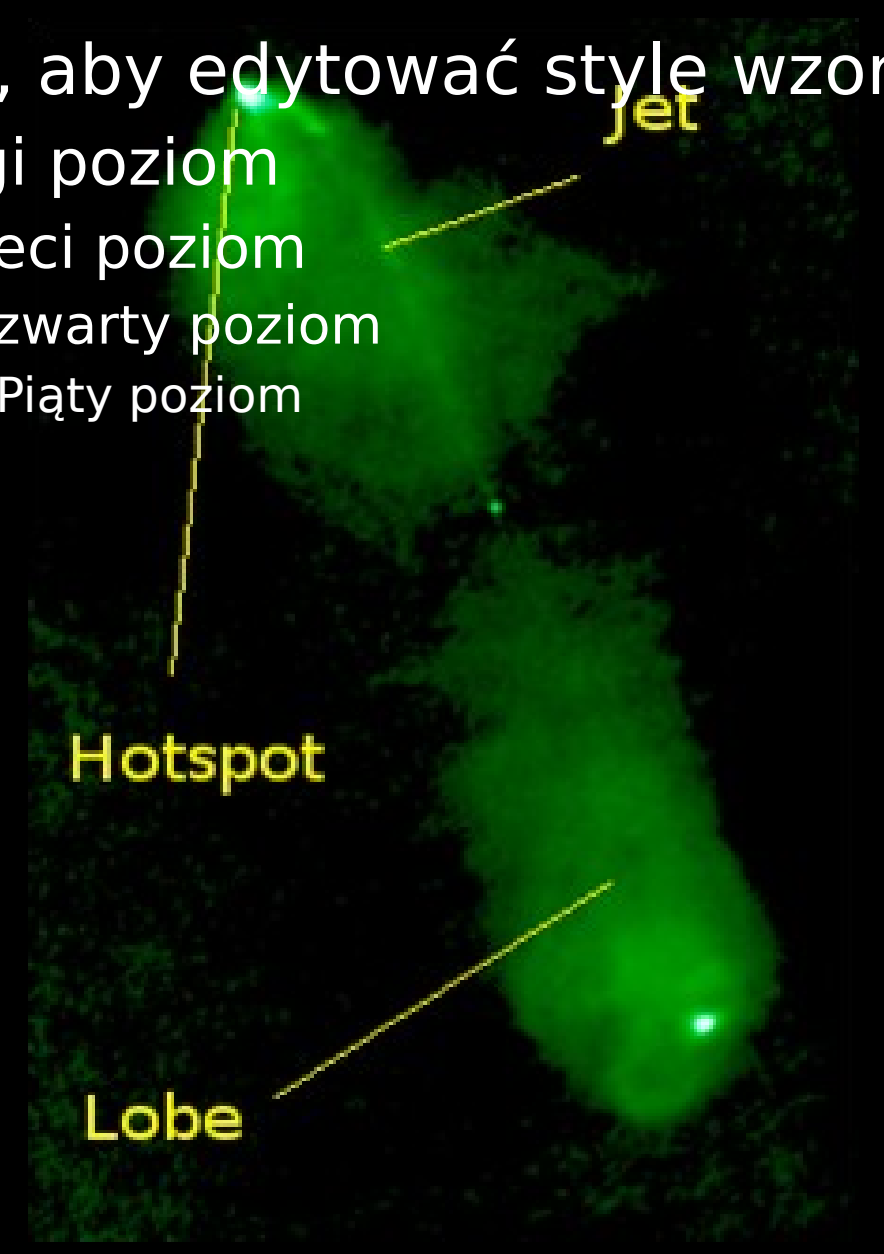
- galaktyka eliptyczna
  - dżety
- obłok pyłu zasłania obiekt centralny
- wąskie linie emisyjne



Radiogalaktyki: Kliknij, aby edytować style wzorca tekstu  
b) zwarte

- Drugi poziom
- Trzeci poziom
- Czwarty poziom
- Piąty poziom

energia emitowana z niewielkiego obszaru o rozmiarach podobnych lub mniejszych od obrazu galaktyki w zakresie widzialnym



# SEYFERTY



# Seyferty

- spiralne, zwarte, jasne, punktowe jądra
  - bardzo szybkie przemieszczanie się gazów
  - promieniowanie optyczne gamma (wcześniej X), radiowe i ultrafiolet
    - szerokie i silne linie emisyjne
      - słabe radiowo
- występują często w ciasnych gromadach galaktyk
  - w niektórych są dwa jądra
  - zmiana promieniowania
    - małe, punktowe jądra

# Seyfert I

- Kliknij, aby edytować style wzorca tekstu
  - Drugi poziom
    - Trzeci poziom
      - Czwarty poziom
        - Piąty poziom
- bardzo szerokie linie widma (szczególnie linie wodoru serii Balmera)
- szerokie linie widma emisyjnego z szybkich obłoków gazowych
- niezastłonięte przez pierścień pyłowy



# Seyfert II

Kliknij, aby edytować style wzorca te

- Drugi poziom
  - Trzeci poziom
    - Czwarty poziom
      - Piąty poziom

- zasłonięte przez pierścień
- liniowo spolaryzowane fale elektromagnetyczne
- źródłem wąskich linii w widmie są niezasłonięte, powolne, dalsze obłoki







# Kwazary

- obraz jak gwiazdy
- szerokie linie emisyjne
- silne przesunięcie ku czerwieni  
redshifty nawet  $>4$
- 10% silna radiowo
- zawartość H, C, O, Mg, Si, N, Fe
- jasność absolutna większa niż  $-23m$ 
  - dżety
  - szybkie zmiany jasności
- widziane od strony pierścienia pyłowego
  - natężenie linii, jak w mgławicach planetarnych
  - silne gamma

# Przesunięcie ku czerwieni

Dla  $z < 2-2,5$  gęstość przestrzenną kwazarów o ustalonej jasności absolutnej można w przybliżeniu opisać zależnością  $\sim (1+z)^4$ .  
W porównaniu z chwilą obecną odpowiada to wzrostowi gęstości 150 razy dla  $z = 2,5$ .

Dla większych przesunięć ku czerwieni wzrost ten zostaje zahamowany i począwszy od  $z = 2,5-3$  liczba kwazarów szybko spada. Najdalszym znanym obecnie kwazarem jest obiekt o przesunięciu  $z = 5,0$ .

- wymieranie kwazarów
- zmniejszanie się liczby kwazarów
- „ujemny przyrost naturalny”

▢ Kliknij, aby edytować style wzorca tekstu

■ Drugi poziom

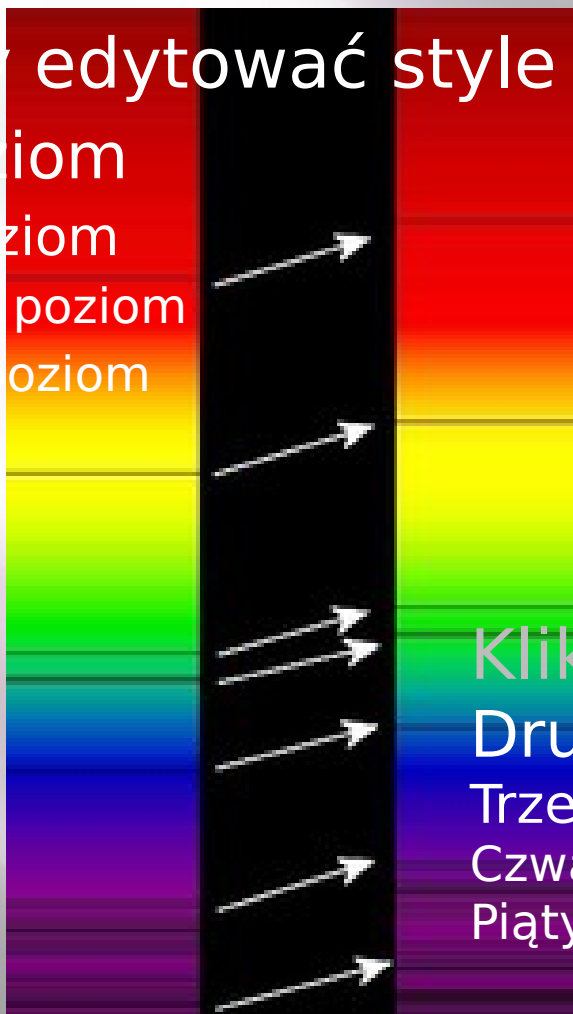
▫ Trzeci poziom

▢ Czwarty poziom

■ Piąty poziom

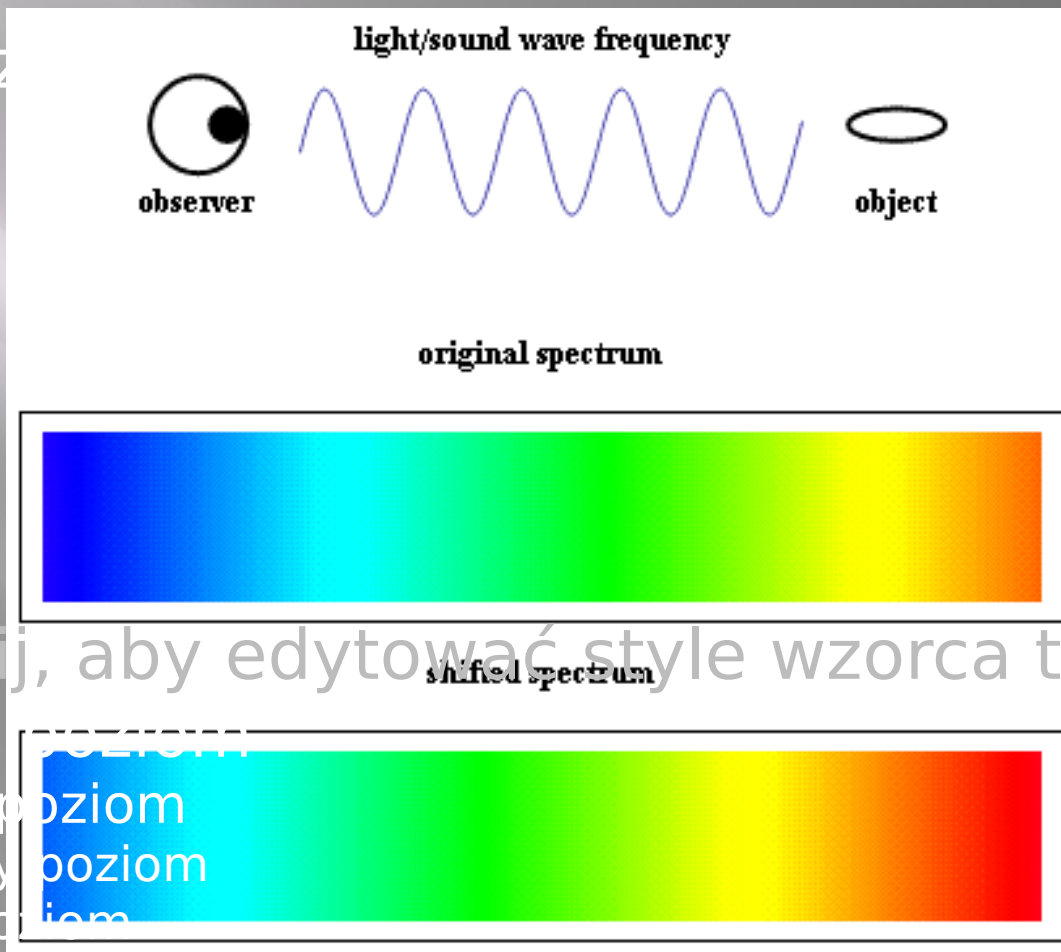


by edytować style wz  
poziom  
poziom  
arty poziom  
ty poziom

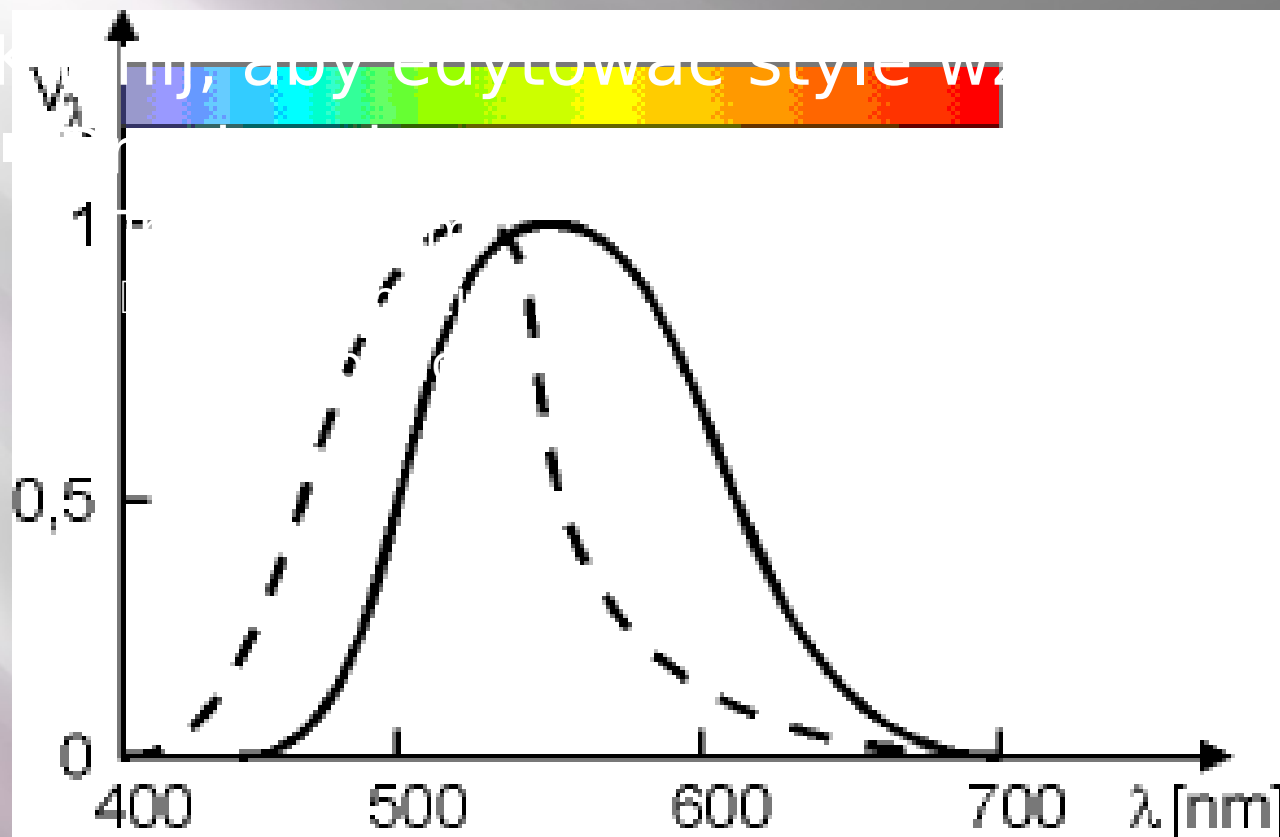


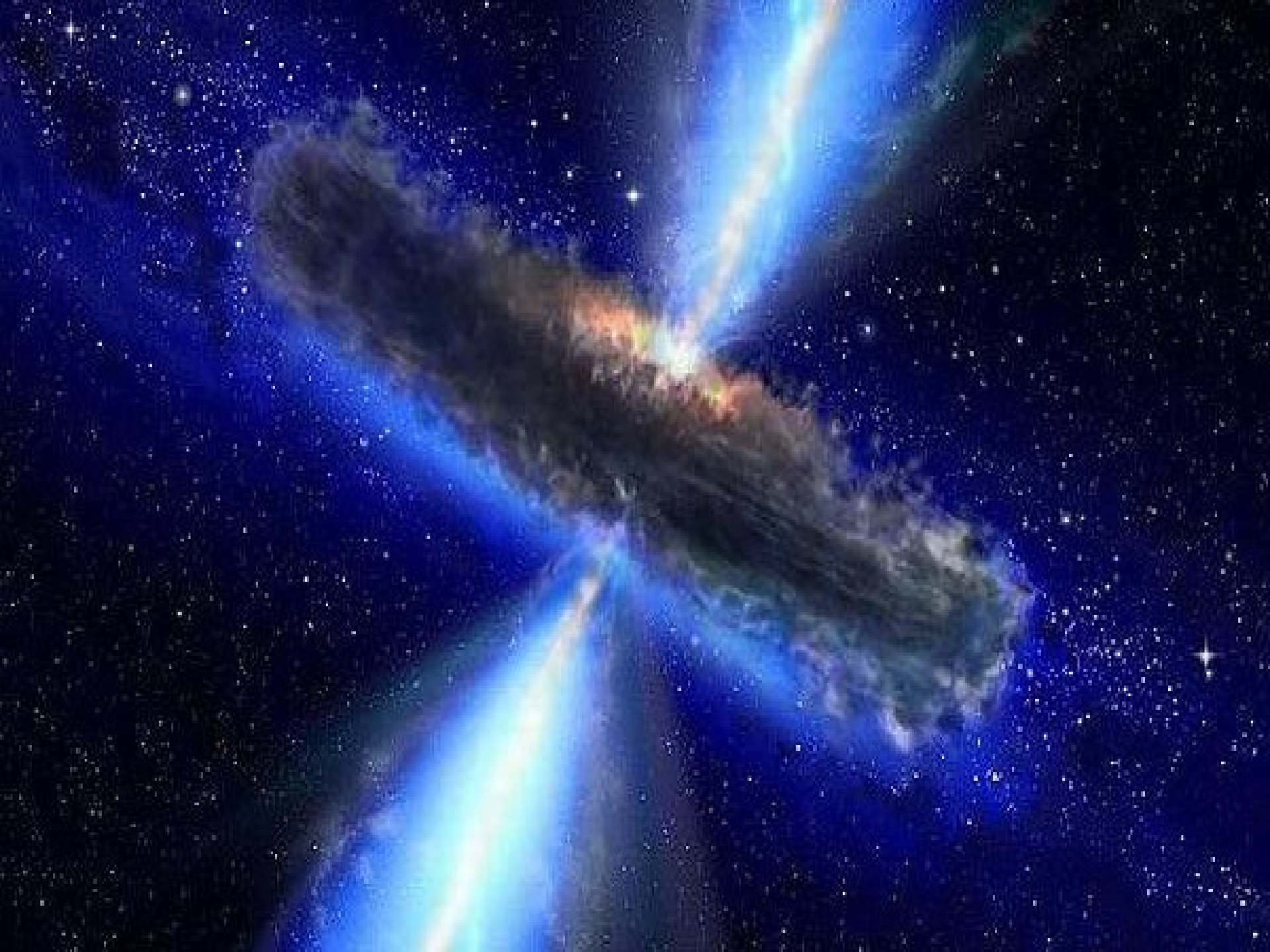
Kliknij, aby edytować style wzorca tekstu

Drugi poziom  
Trzeci poziom  
Czwarty poziom  
Piąty poziom



□ K<sub>vλ</sub> [m], aby edytować style w [kodu](#)





# Niektóre kwazary mają wąskie linie absorpcyjne o mniejszym przesunięciu ku czerwieni niż linie emisyjne. Paczemu?

Mogą istnieć trzy powody:

- a) linie absorpcyjne powstały w obłokach chłodnego gazu w pobliżu kwazara
- b) absorpcja promieniowania kwazara przez międzygalaktyczne obłoki gazu
- c) absorpcja przez rozległe halo niewidocznej galaktyki znajdujące się na drodze promieniowania kwazara

# Blazary

☐ Kliknij, aby edytować style wzorca te

- To podgrupa kwazarów
- bardzo jasne radiowo
- widok wzdłuż wiązki strumienia wysyłanego promieniowania
- dżet leci w kierunku Ziemi
- znamy obecnie około 60 blazarów
- galaktyki aktywne o największej energii
- zmienność nawet godzinna

■ Drugi poziom

☐ Trzeci poziom

☐ Czwarty poziom

■ Piąty poziom



# Galaktyki typu N

- bardzo podobne do Seyfertów, tylko odleglejsze i jaśniejsze
  - małe, głośne jądra
  - świecą na tle galaktyki

# Lacertydy

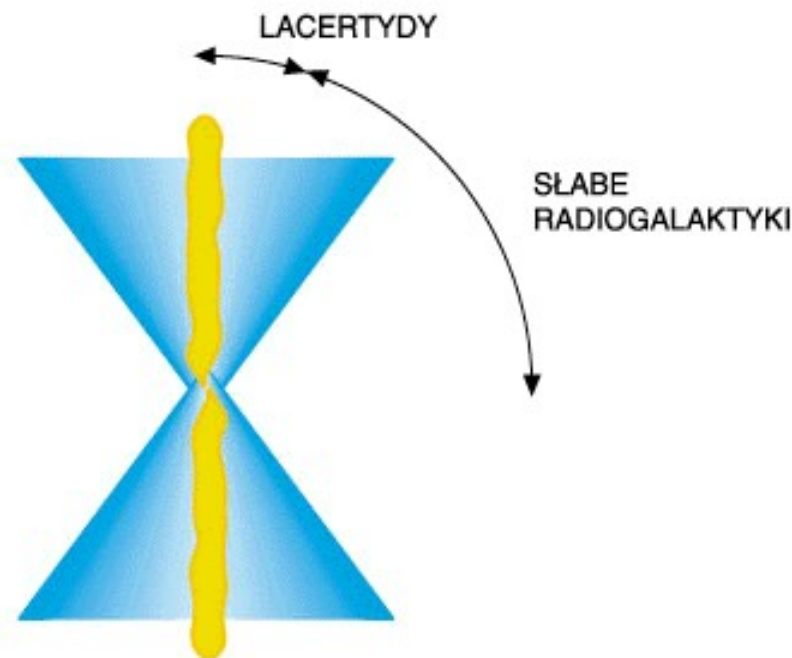
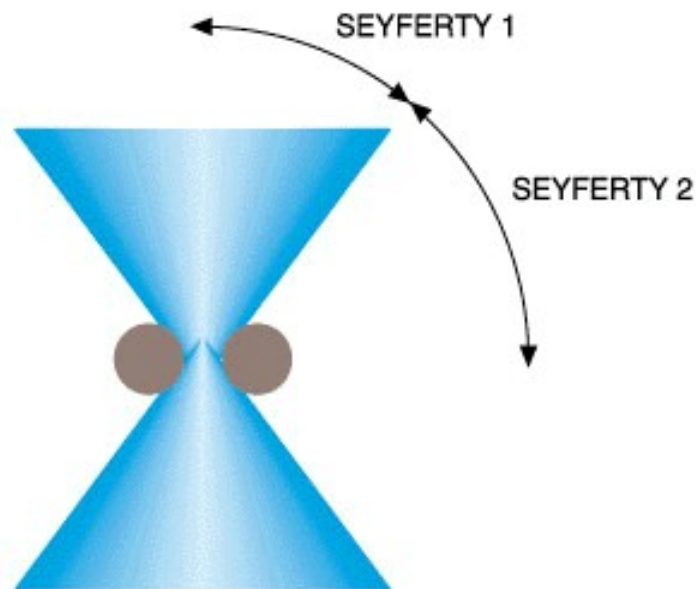
- punktowe rozmiary
- brak lub słabe linie absorpcyjne i emisyjne
- zmiany jasności godzinne
- promieniowanie radiowe
- mogą to być słabe radiogalaktyki widziane wzdłuż osi dżetu
- emisja promieniowania ze słabej otoczki jądra
- mniejsze natężenie linii widmowych niż w blazarach

Galaxy type	Active nuclei	Emission lines		Excess of			Strong radio	Jets	Variable	Radio loud
		Narrow	Broad	X-rays	UV	Far IR				
Normal	no	weak	none	weak	none	none	none	none	no	no
Starburst	no	yes	no	some	no	yes	some	no	no	no
Seyfert I	yes	yes	yes	some	some	yes	few	no	yes	no
Seyfert II	yes	yes	no	some	some	yes	few	yes	yes	no
Quasar	yes	yes	yes	some	yes	yes	some	some	yes	10%
Blazar	yes	no	some	yes	yes	no	yes	yes	yes	yes
BL Lac	yes	no	no/faint	yes	yes	no	yes	yes	yes	yes
OVV	yes	no	Stronger than Lac	yes	yes	no	yes	yes	yes	yes
Radio galaxy	yes	some	some	some	some	yes	yes	yes	yes	yes

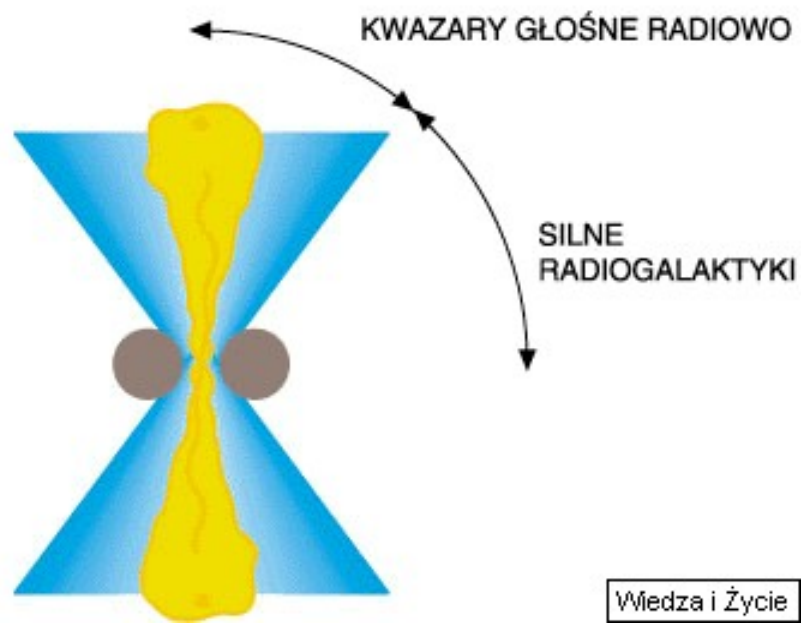
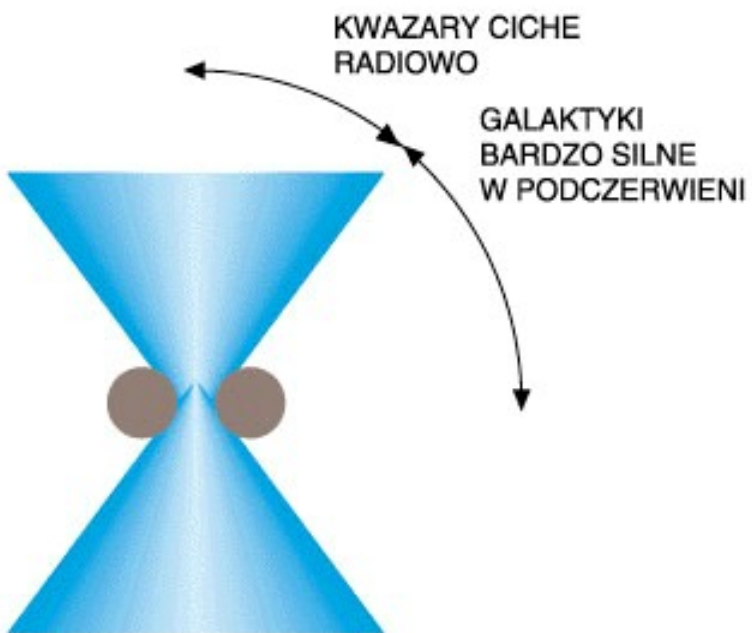
# GALAKTYKI SPIRALNE CICHE RADIOWO

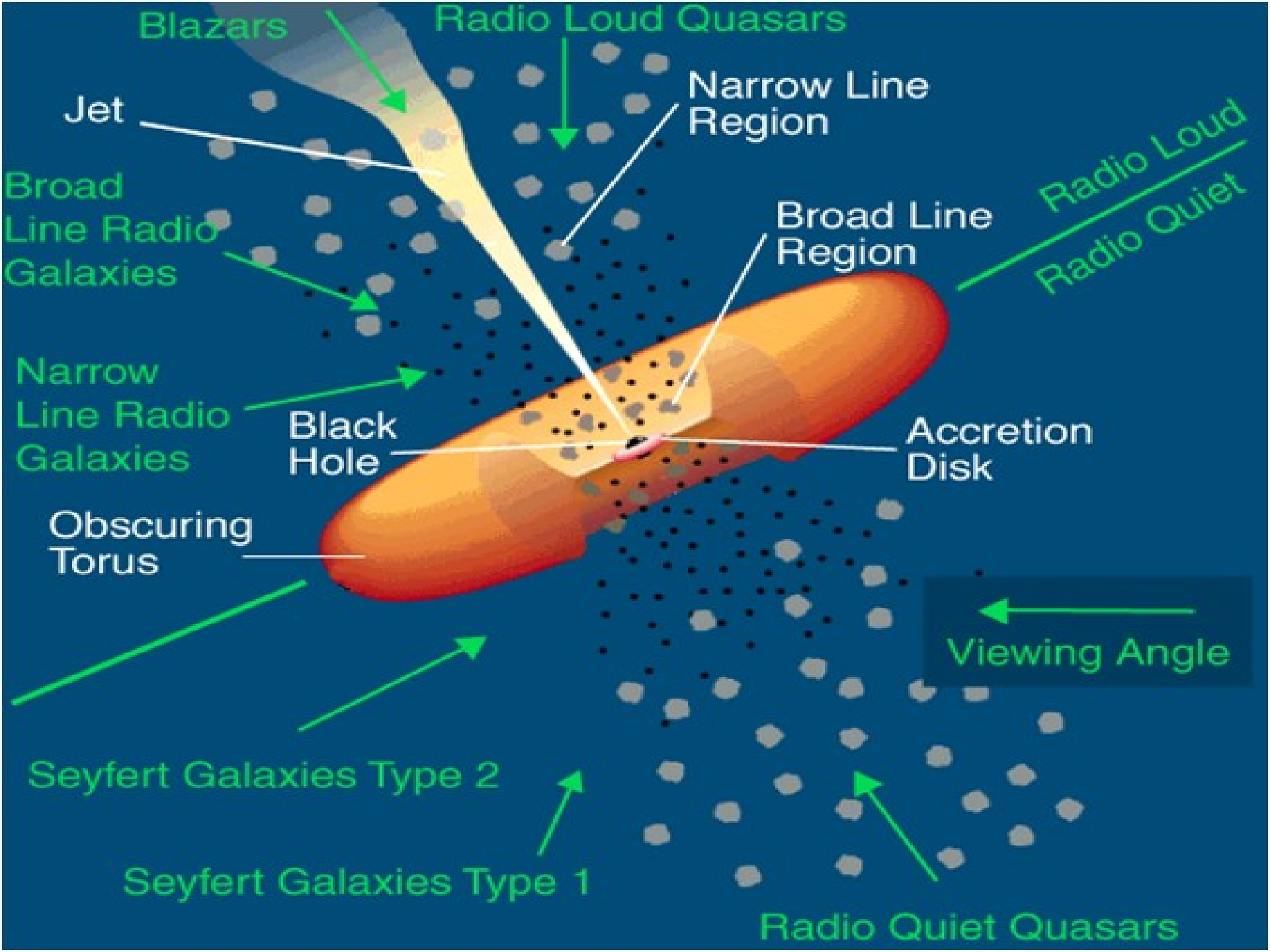
# GALAKTYKI ELIPTYCZNE GŁOŚNE RADIOWO

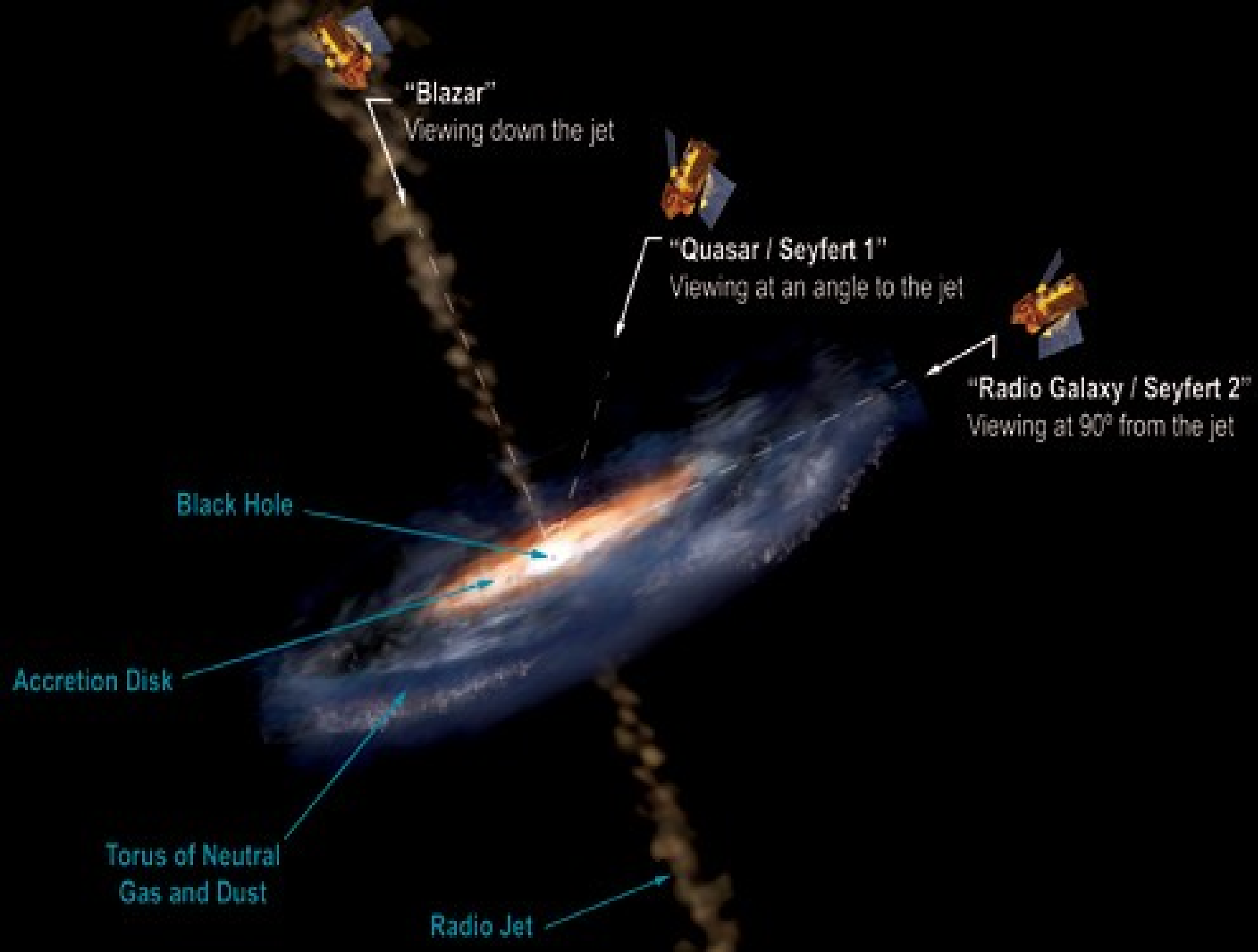
SŁABSZA AKTYWNOŚĆ



SILNIEJSZA AKTYWNOŚĆ







# Inne teorie

1. Intensywność promieniowania a masa lub tempo rotacji czarnej dziury w jej jądrze
2. Intensywność promieniowania a zmiana prędkości dostarczania materii do czarnej dziury
3. Nie ma czarnej dziury – jest gromada gwiazd lub proces powstawania nowych gwiazd z materii rozproszonej
4. Czarne dziury nie istnieją
5. Białe dziury

**Znamy już kilka przykładów aktywnych jąder, osadzonych w potężnych galaktykach eliptycznych, które wbrew przewidywaniom modelu okazały się bardzo słabe na falach radiowych. Istnieje też grupa obiektów, tworzących klasę pośrednią pomiędzy silnymi i słabymi radiogalaktykami**

**Czy w różnych stadiach ewolucji Wszechświata aktywne jądra galaktyk były identyczne, he?**

# Pulsary

Wysyłają w regularnych odstępach czasu promieniowanie – zazwyczaj radiowe

Zachodzi tu podobny proces, jak w AGN – cząstki wewnątrz magnetosfery są przyspieszane do prędkości relatywistycznych i wysyłają promieniowanie wewnątrz stożka wzdłuż kierunków linii

- 1.Orbita pulsara jest niemal idealnym okręgiem
2. Regularny obrót wokół własnej osi
3. Szybkość obrotów pulsara spada z czasem
- 4.Dwa tempa zmian częstotliwości

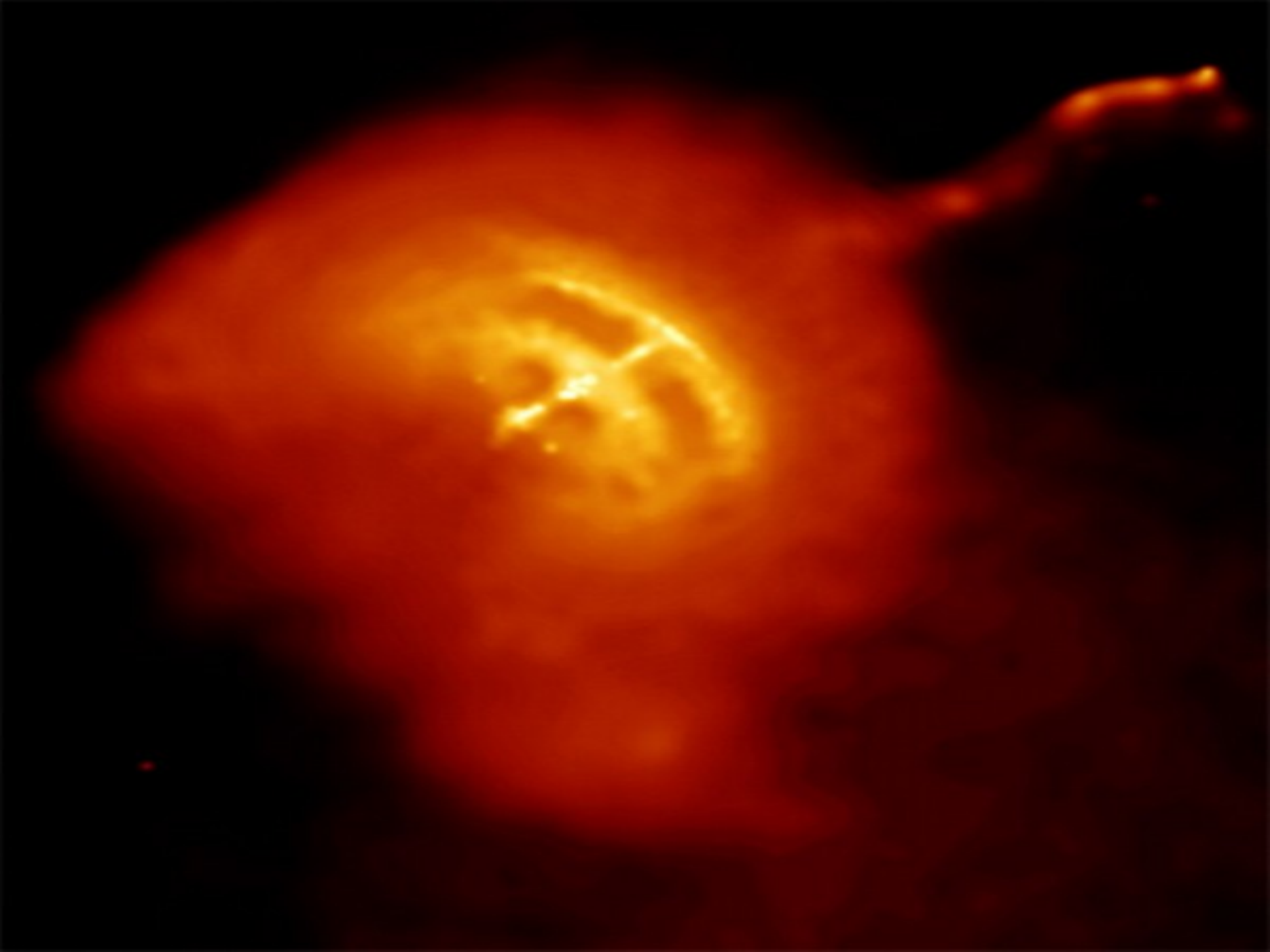
- Kliknij, aby edytować style wzorca tekstu
  - Drugi poziom
    - Trzeci poziom
      - Czwarty poziom
        - Piąty poziom



# Powstawanie pulsarów

- gwiazdy  $>10$  mas Słońca
  - żelazny rdzeń
  - rozpad beta
  - ciśnienie maleje
- rdzeń się zapada - supernowa
  - ruch plazmy i zmiany pola magnetycznego powodują powstawanie promieniowania radiowego - latarnia





# Dalekie galaktyki

Najodległejsze: kwazary – ok. 13mld lat świetlnych.

Ilość galaktyk aktywnych w stosunku do ich odległości do Układu Słonecznego

# Wnioski

Fajnie było, ale i tak  
nic nie wiemy :)

A dense field of galaxies in various colors and orientations against a black background. The galaxies are scattered across the frame, with some appearing as bright, distinct shapes and others as faint, distant points of light. The colors range from yellow and orange to blue and green, suggesting a diverse population of galaxies. The overall appearance is that of a rich, multi-colored galaxy cluster or field.

**Спасибо :)**