Ciemna Strona Wszechświata

Piotr Traczyk

IPJ Warszawa

Plan

1)Ciemna strona Wszechświata

2)Z czego składa się ciemna materia

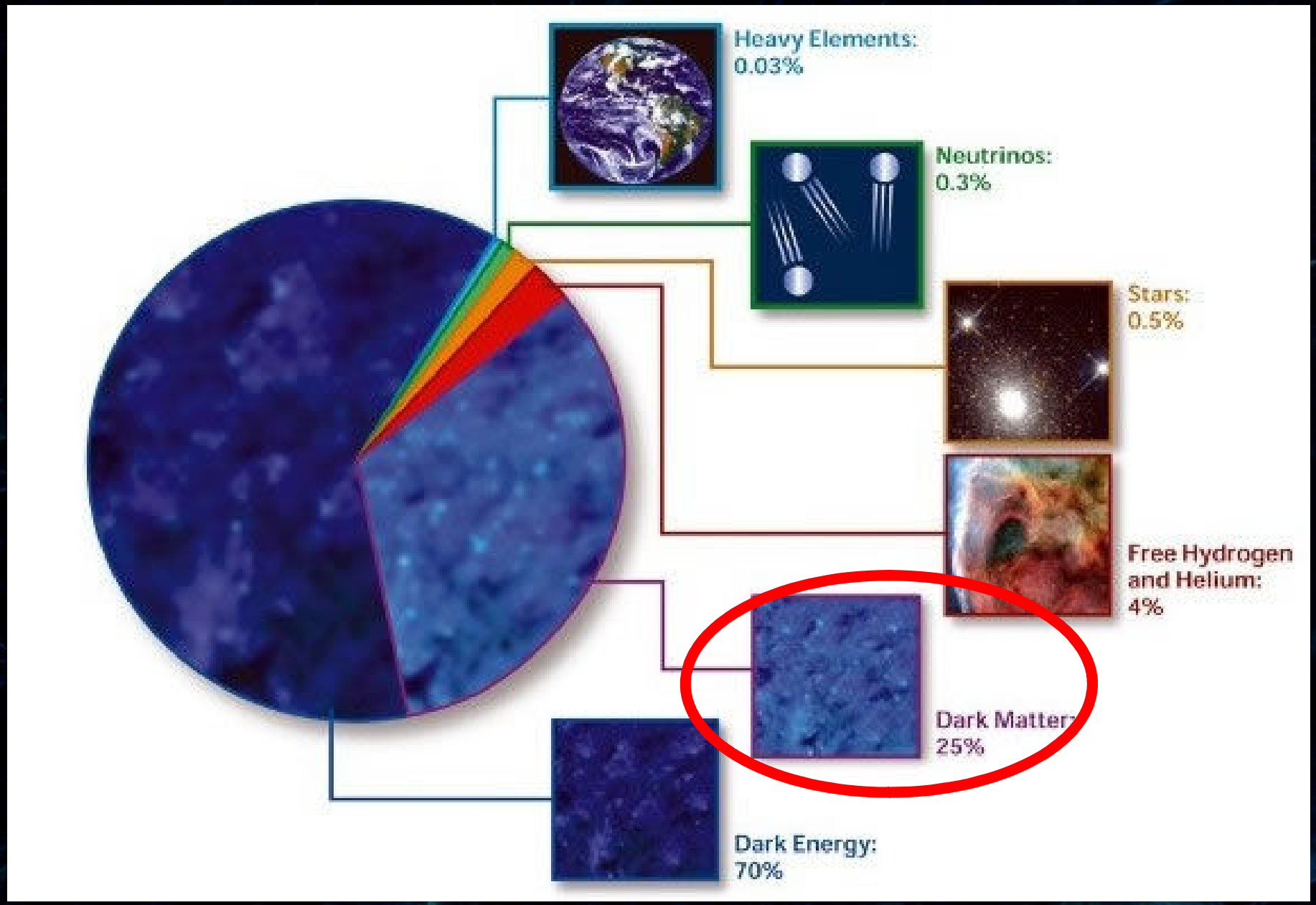
3)Poszukiwanie ciemnej materii

Ciemna Strona Wszechświata

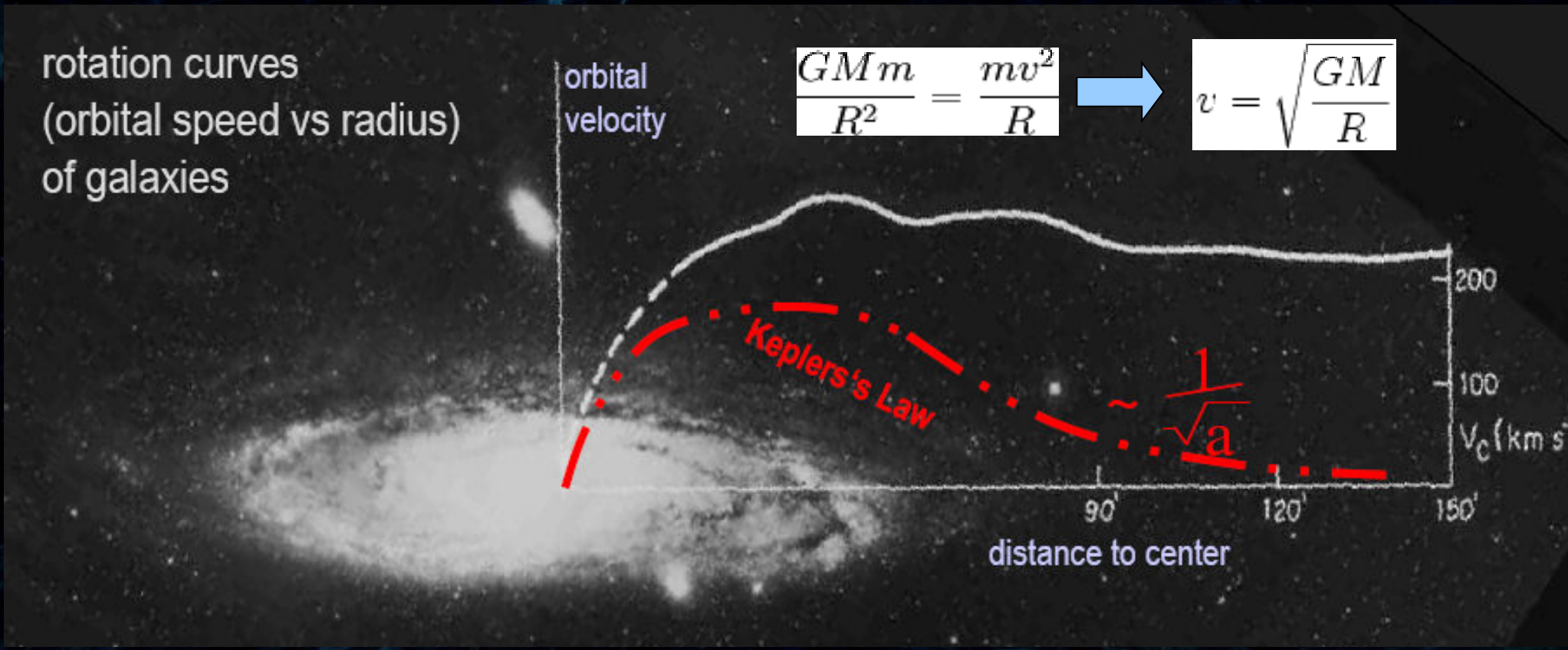
Z czego składa się wszechświat

- Z gwiazd, planet, gazu międzygwieznego...?
- Owszem, ale to tylko około 5% gęstości Wszechświata!
- Co z pozostałymi 95%?

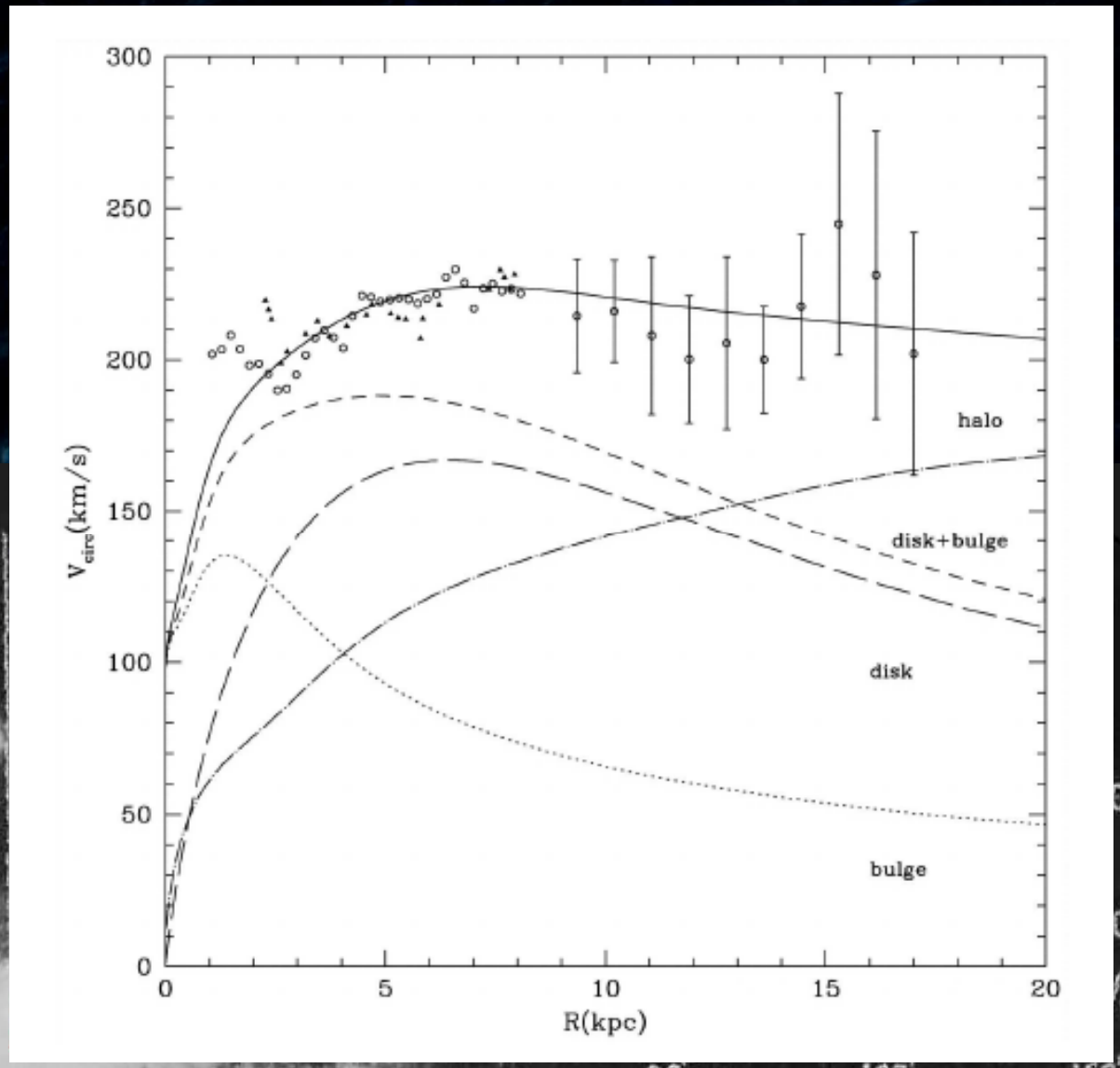
Z czego składa się wszechświat



„Dowody" na istnienie ciemnej materii



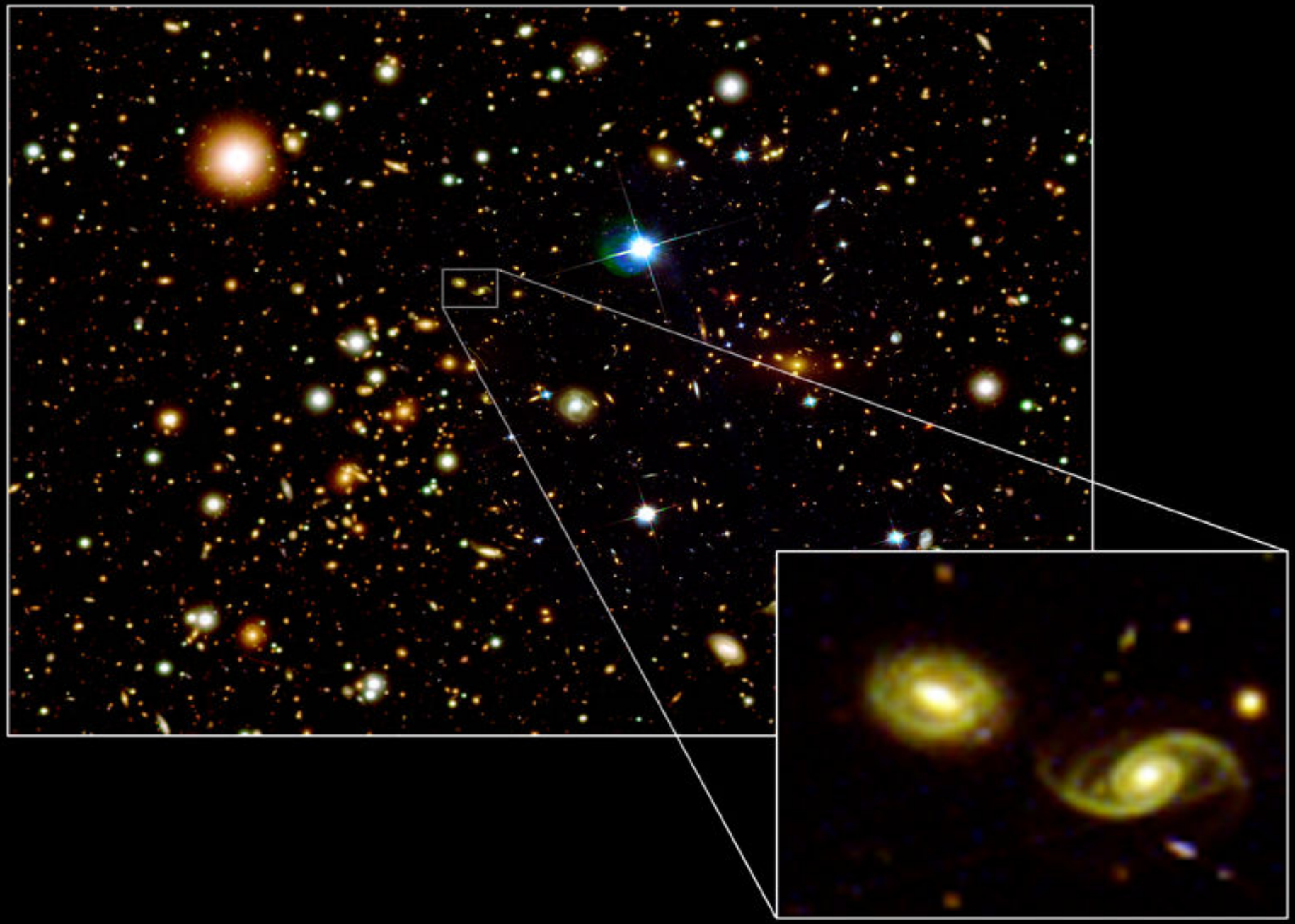
„Dowody" na istnienie ciemnej materii



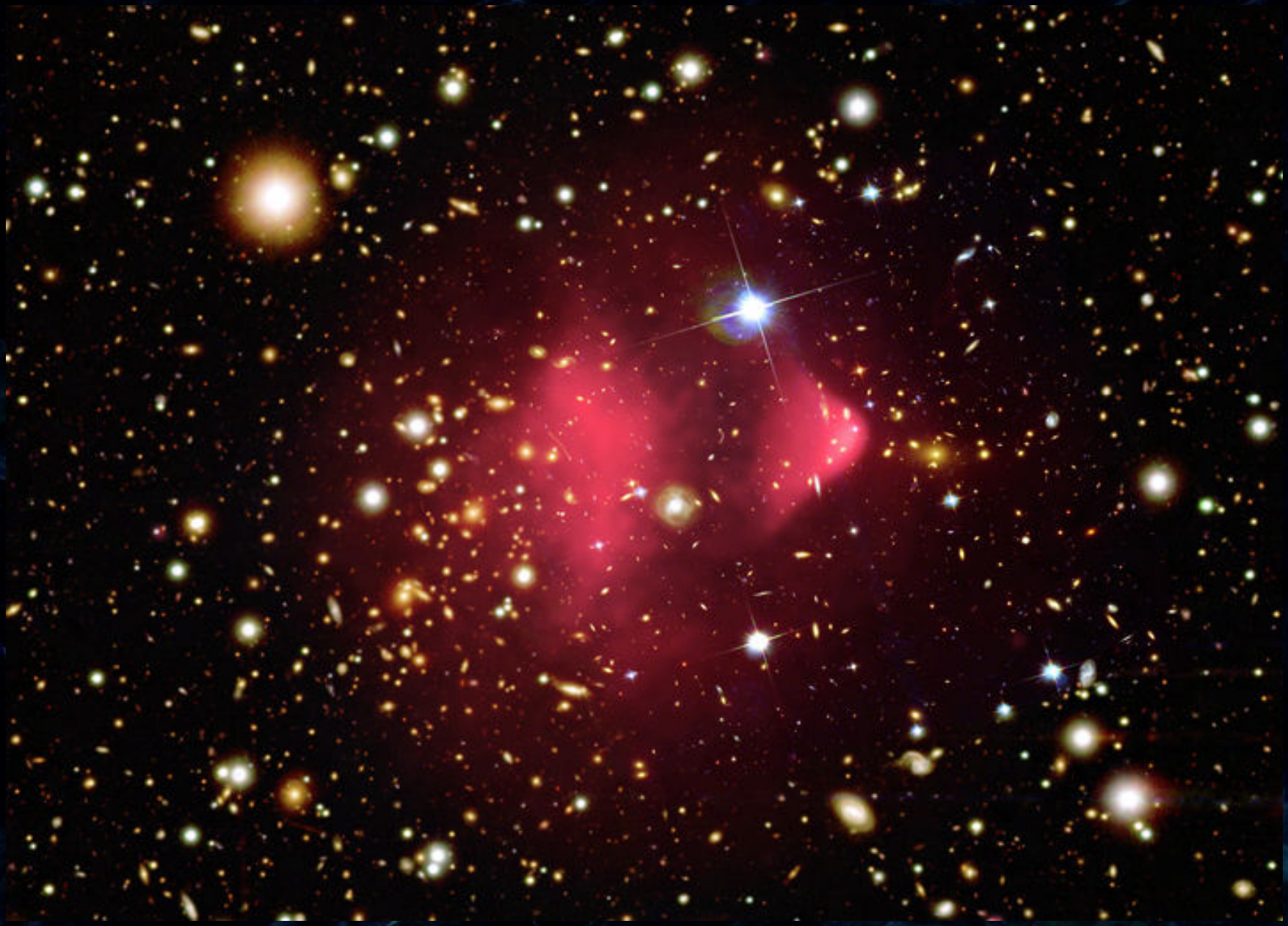
rotation curves
(orbital speed vs radius)
of galaxies

distance to center

Gromada galaktyk 1E 0657-56



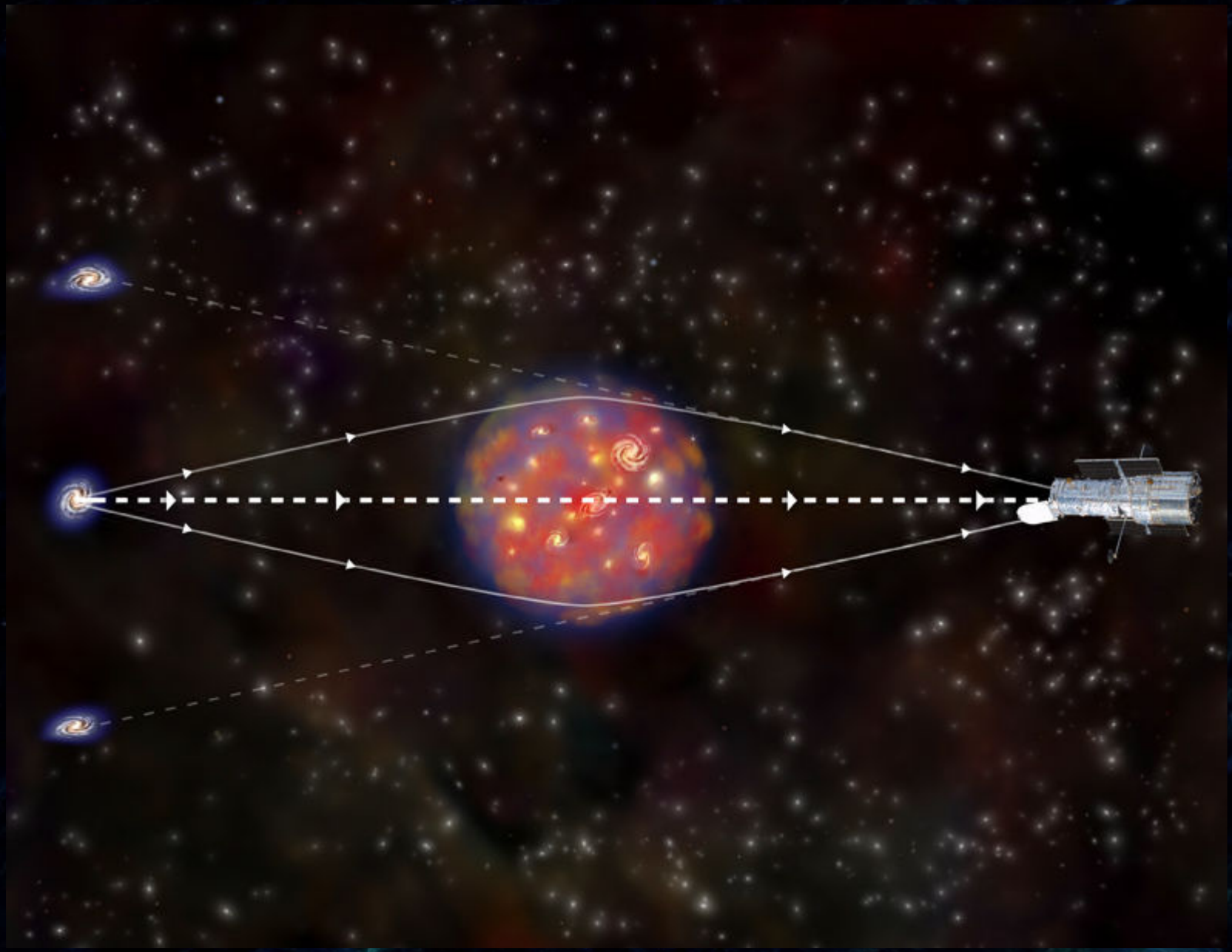
Obraz w promieniach Roentgena



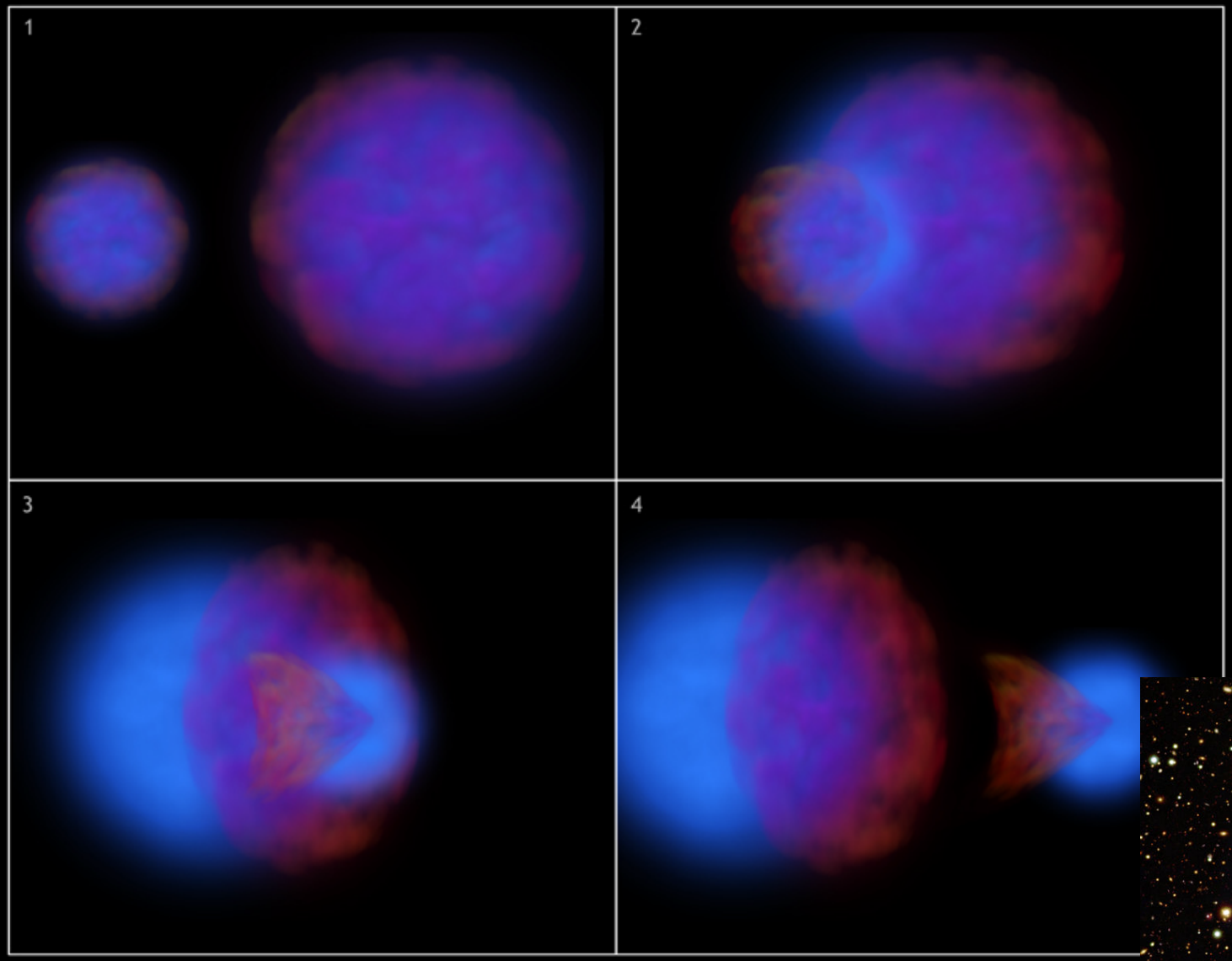
Ciemna materia w gromadzie

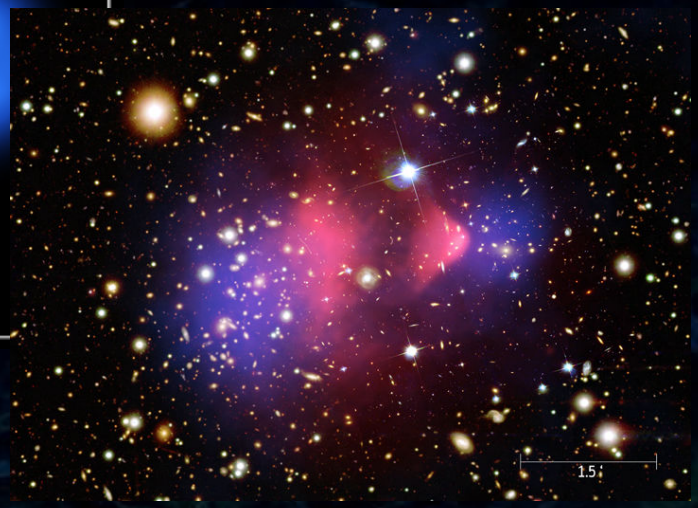
Skąd o niej wiemy?

Soczewkowanie grawitacyjne



Historia kolizji





Z czego składa się ciemna materia?

Z czego składa się ciemna materia?

Kandydat #1:

- Massive Astrophysical Compact Halo Object
- np. czarne dziury, planety, gwiazdy neutronowe itp.
- Z obserwacji wynika, że jest ich zbyt mało żeby wytłumaczyć obserwowane efekty.

Z czego składa się ciemna materia?

Kandydat #2:

- Weakly Interacting Massive Particle
- Masywna cząstka oddziałująca tylko grawitacyjnie i ew. słabo
- Może neutrina?
  Nie, za lekkie...

Z czego składa się ciemna materia?

Inni kandydaci...

Candidates

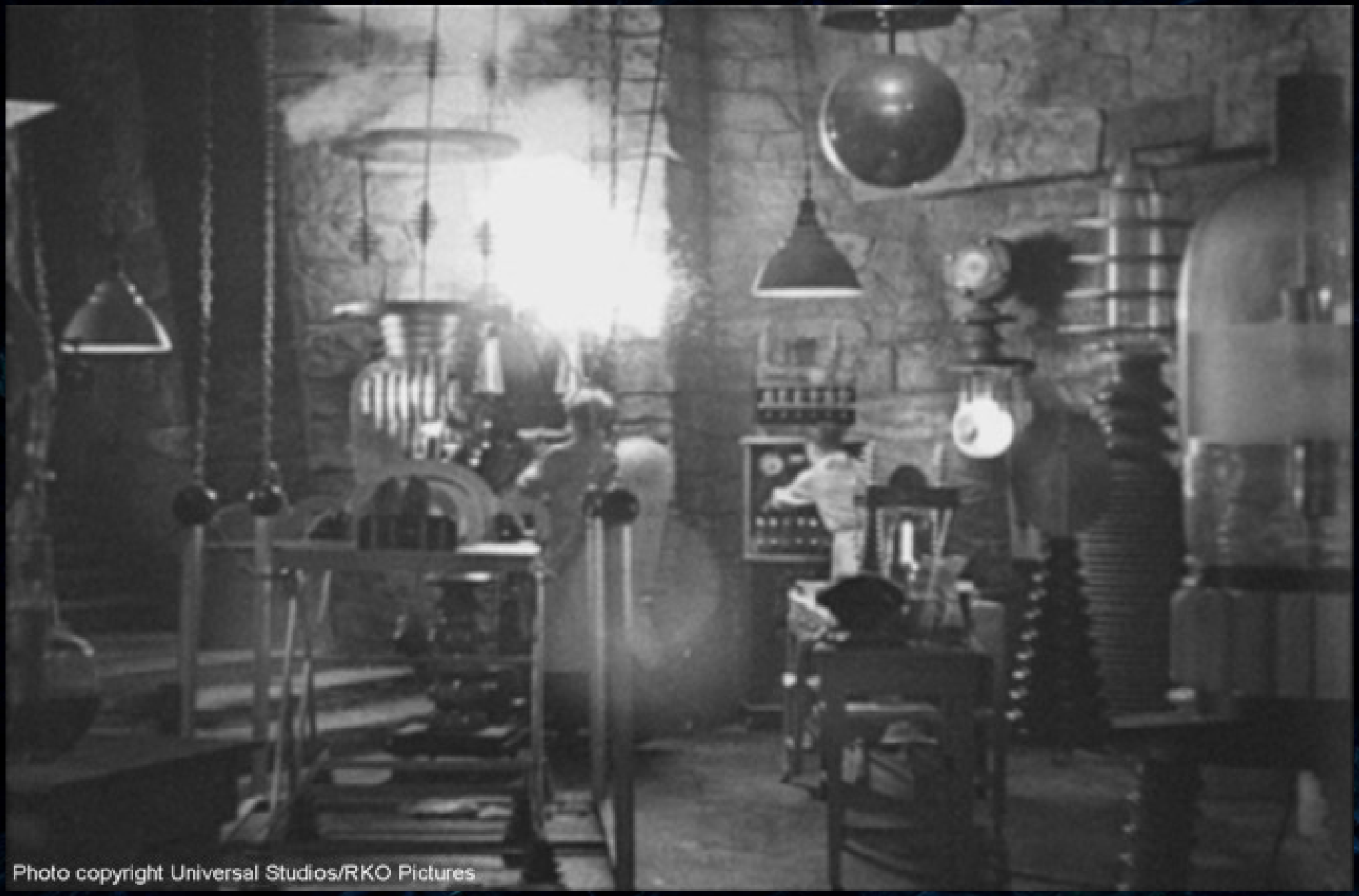
- Neutralinos
- Kaluza-Klein excitations
- Massive neutrinos
- Axions
- Sneutrinos
- Axinos
- Gravitinos
- Q-balls
- Mirror particles
- WIMPZILLAS
- Shadow world matter
- Cryptons

WIMP – przykładowa charakterystyka

- Stabilny – nie rozpada się
- Duża masa (~100 GeV)
- Bardzo słabo oddziałuje z materią (dlatego dotychczas nie pojawił się w eksperymentach akceleratorowych).
- Pozostałość po Wielkim Wybuchu (thermal relic)
- Teoria cząstek: Supersymetria (LSP), dodatkowe wymiary (LKP)

Poszukiwanie ciemnej materii

Eksperymenty

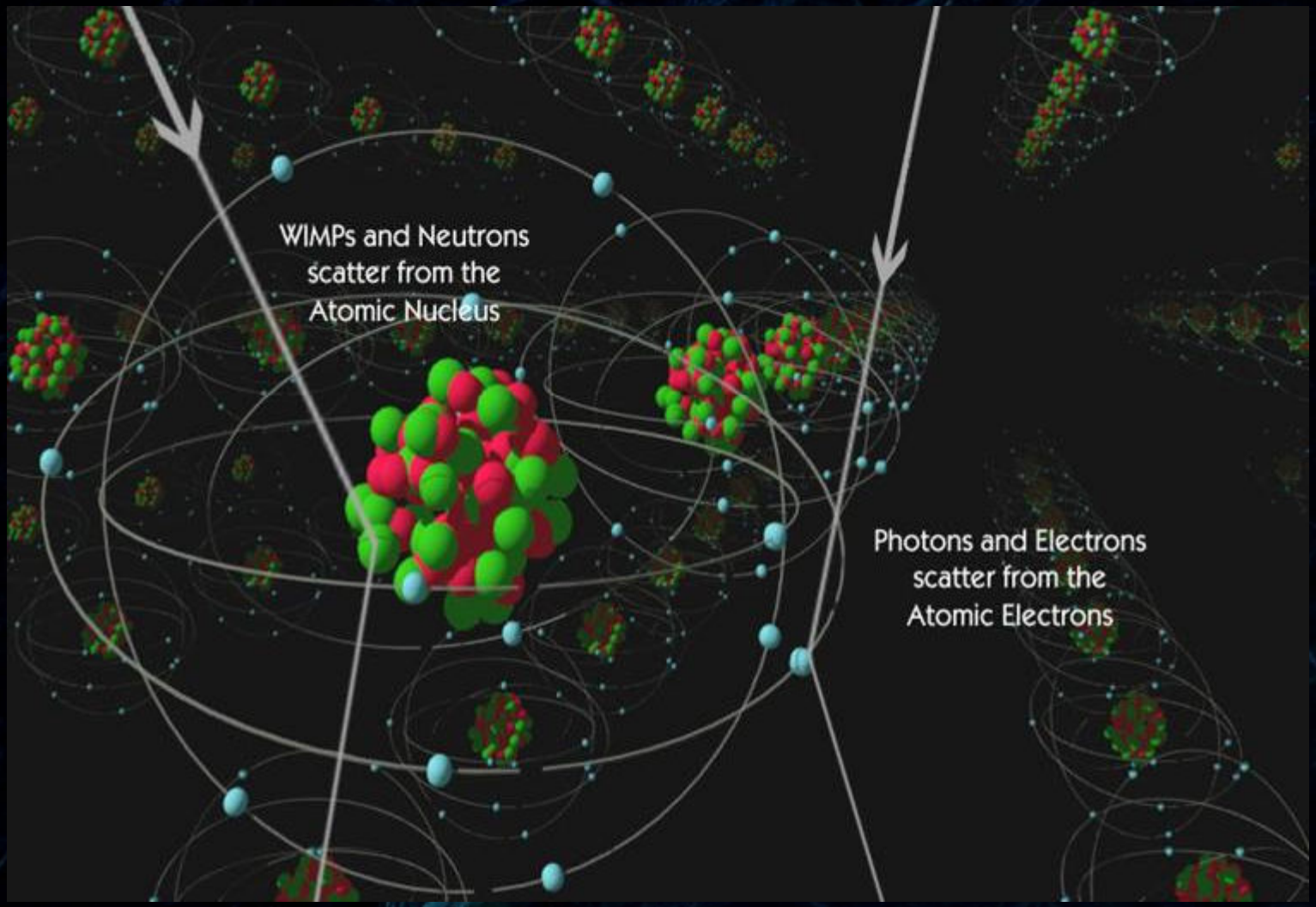


Eksperymenty

- Poszukiwanie WIMPów – trzy typy eksperymentów:
  - Rozpraszanie na jądrach
  - Produkty anihilacji np. w słońcu
  - Produkcja w akceleratorach (np. poszukiwanie supersymetrii w LHC - wtorek)

Photo copyright Universal Studios/RKO Pictures

Rozpraszanie na jądrach

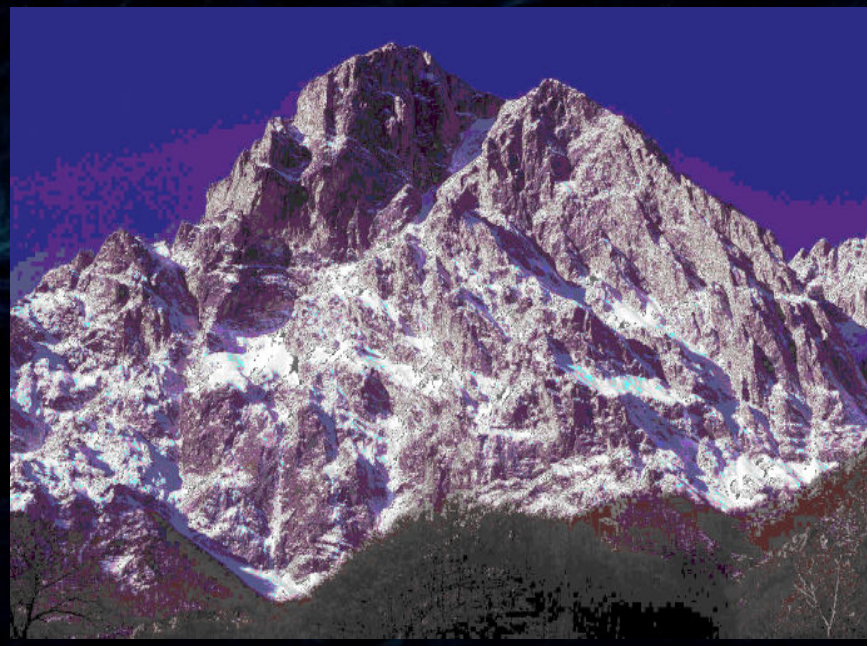


CDMS

- Kopalnia Soudan (USA), 713m pod ziemią
- Wykrywanie drgań (!) w krysztale krzemu lub germanu powstałych po uderzeniu WIMPa w jądro
- Temperatura pracy: 0,02 K
- Aktywne i pasywne osłony
- Jak na razie – bez odkrycia

Eksperyment DAMA

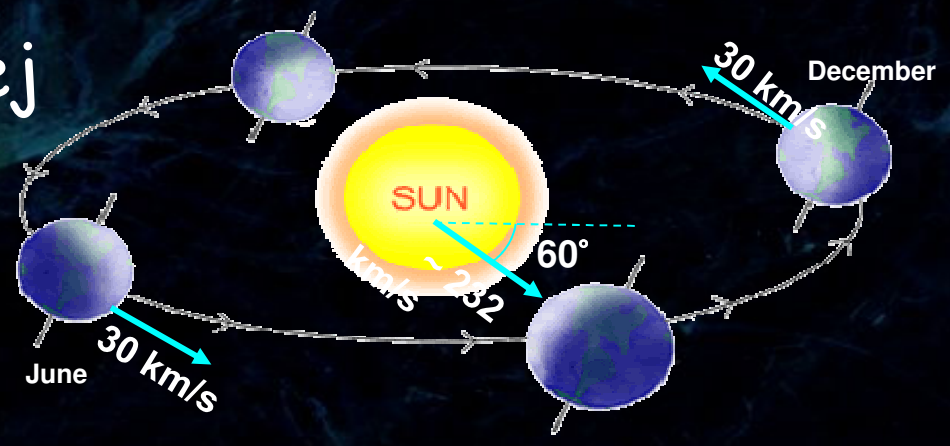
- Gran Sasso (Włochy)
- Przykryty 1,5 km skały
- Scyntylator NaI



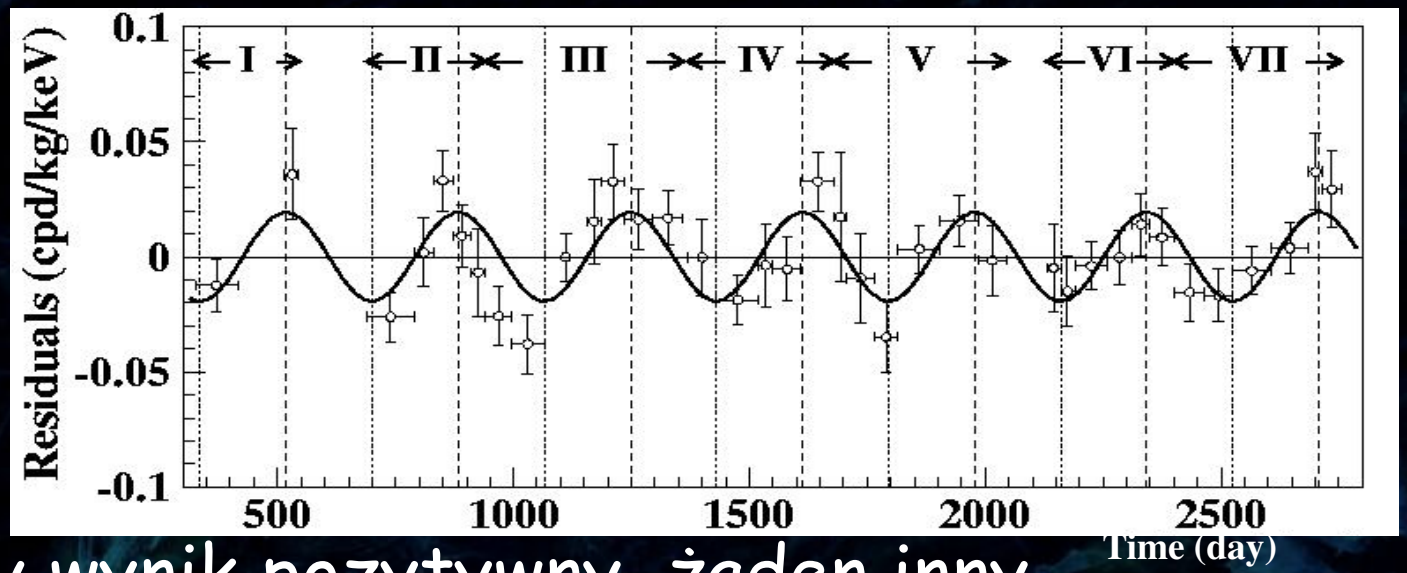
- Jedyna metoda pomiaru – liczenie przypadków
- Skomplikowany system osłon – skała też „świeci"

Eksperyment DAMA

- Idea pomiaru: obserwacja wiatru galaktycznych WIMP'ów
- Prędkość Ziemii na galaktycznej orbicie: 230 +/- 15 km/s

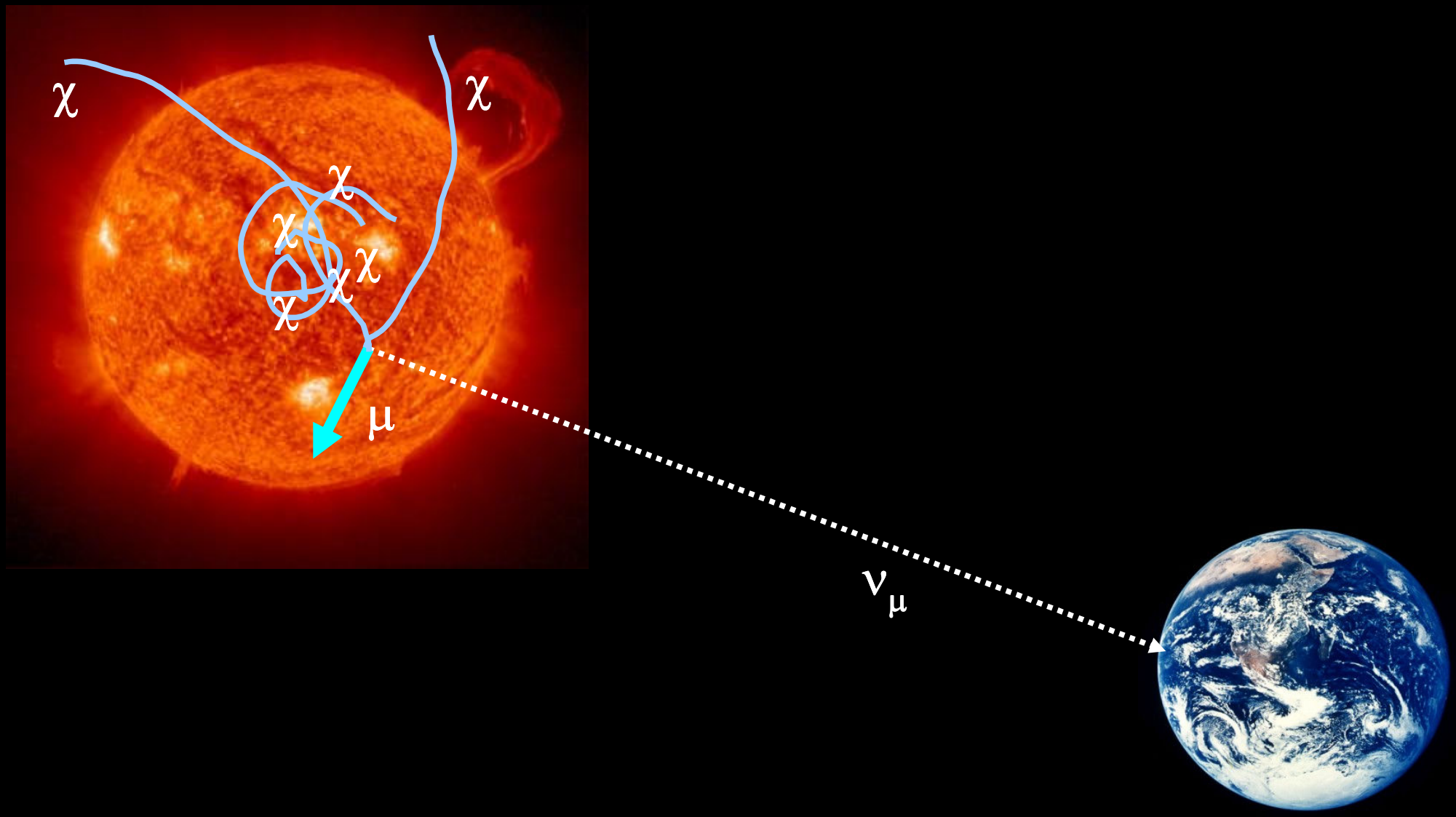


- Po 7 latach zbierania danych (1996-2002) widać modulację sygnału



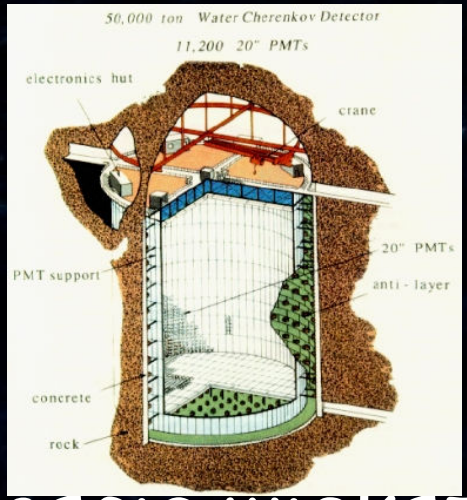
- Jak dotąd jedyny wynik pozytywny, żaden inny eksperyment nie potwierdził obserwacji...

Neutrina z anihilacji WIMP'ów



Detektory neutrin

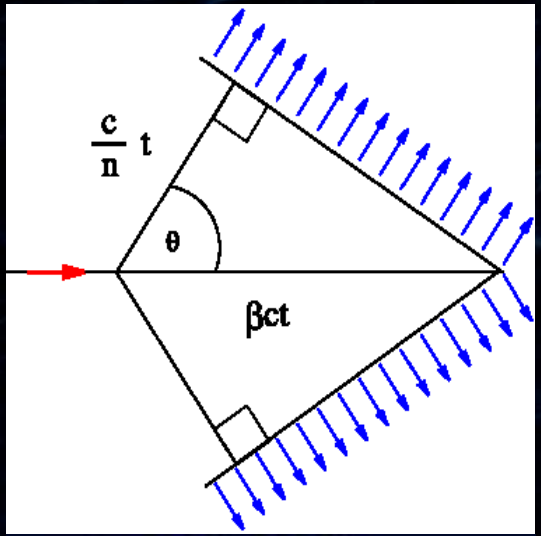
- Neutrina oddziałują z materią. Rzadko, ale jednak.
- W wyniku oddziaływania ν_μ powstaje mion
- Jak go wykryć? Potrzebny olbrzymi detetkor działający non-stop. Np. 50 kTon wody - SuperKamiokande

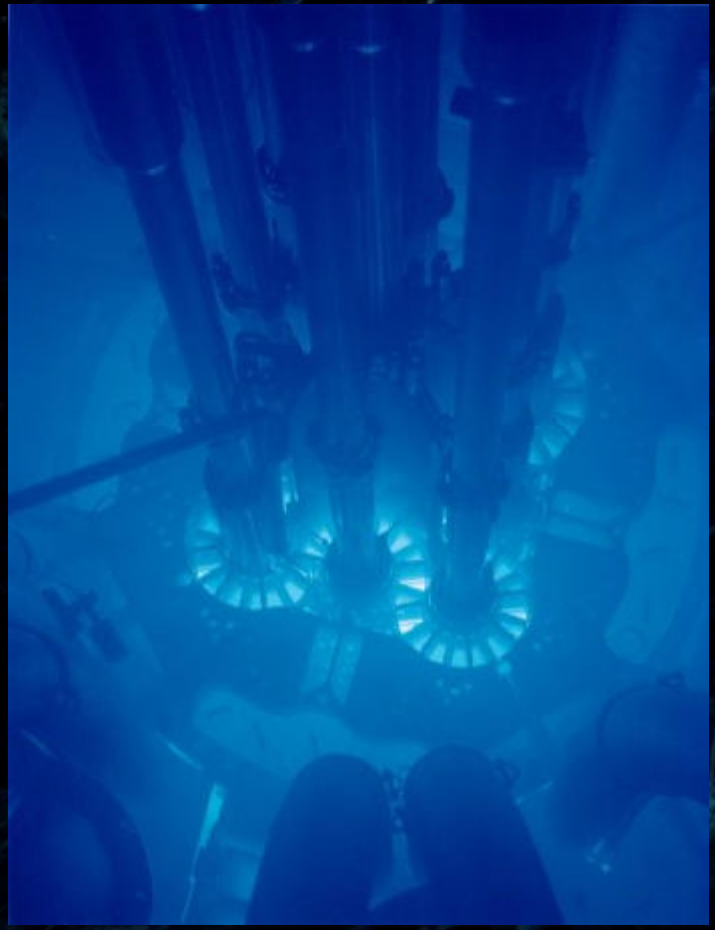


- Mion poruszając się w wodzie z prędkoscią większą od prędkości światła (w wodzie) emituje promieniowanie Czerenkowa, rejestrowane przez detektor

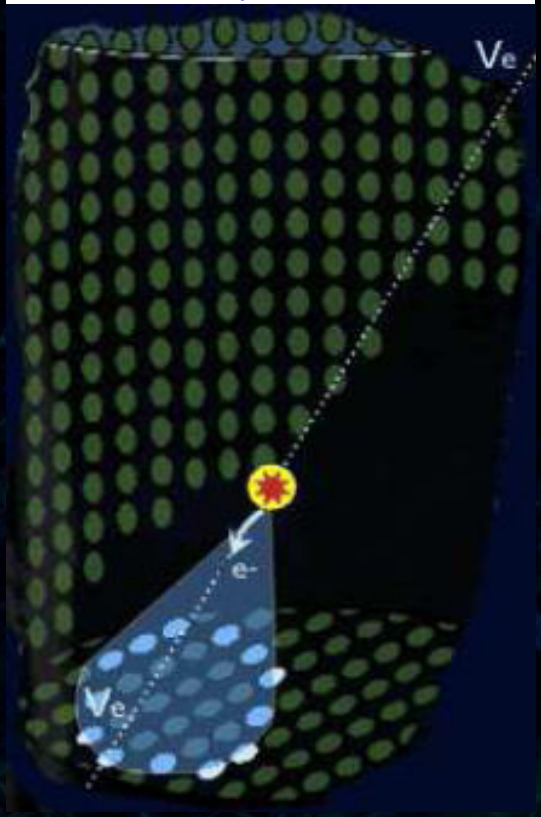
Promieniowanie Czerenkowa

- Odpowiednik fali uderzeniowej wytwarzanej przez ponaddźwiękowy np. samolot



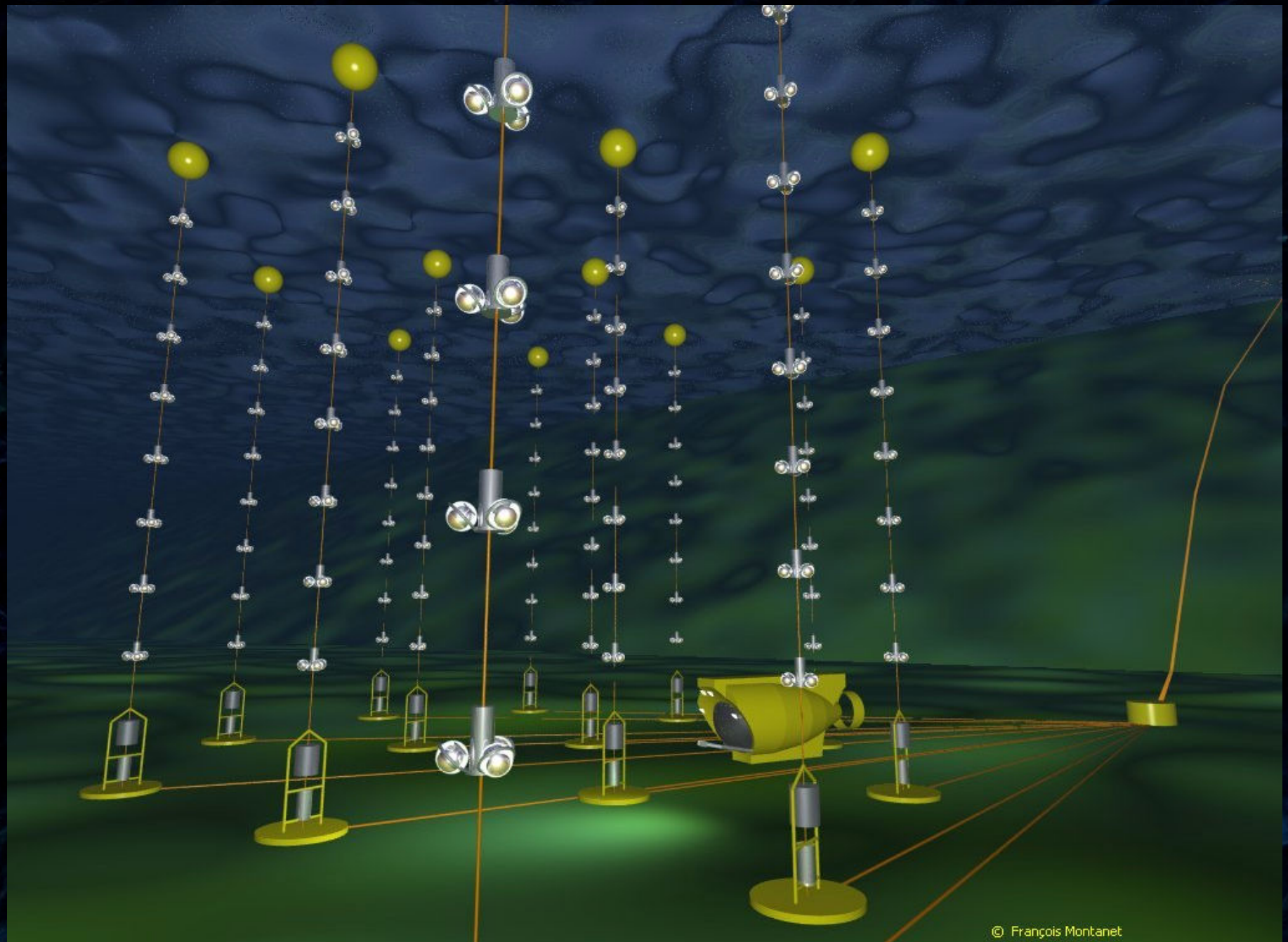


Zasada działania detektora Super Kamiokande



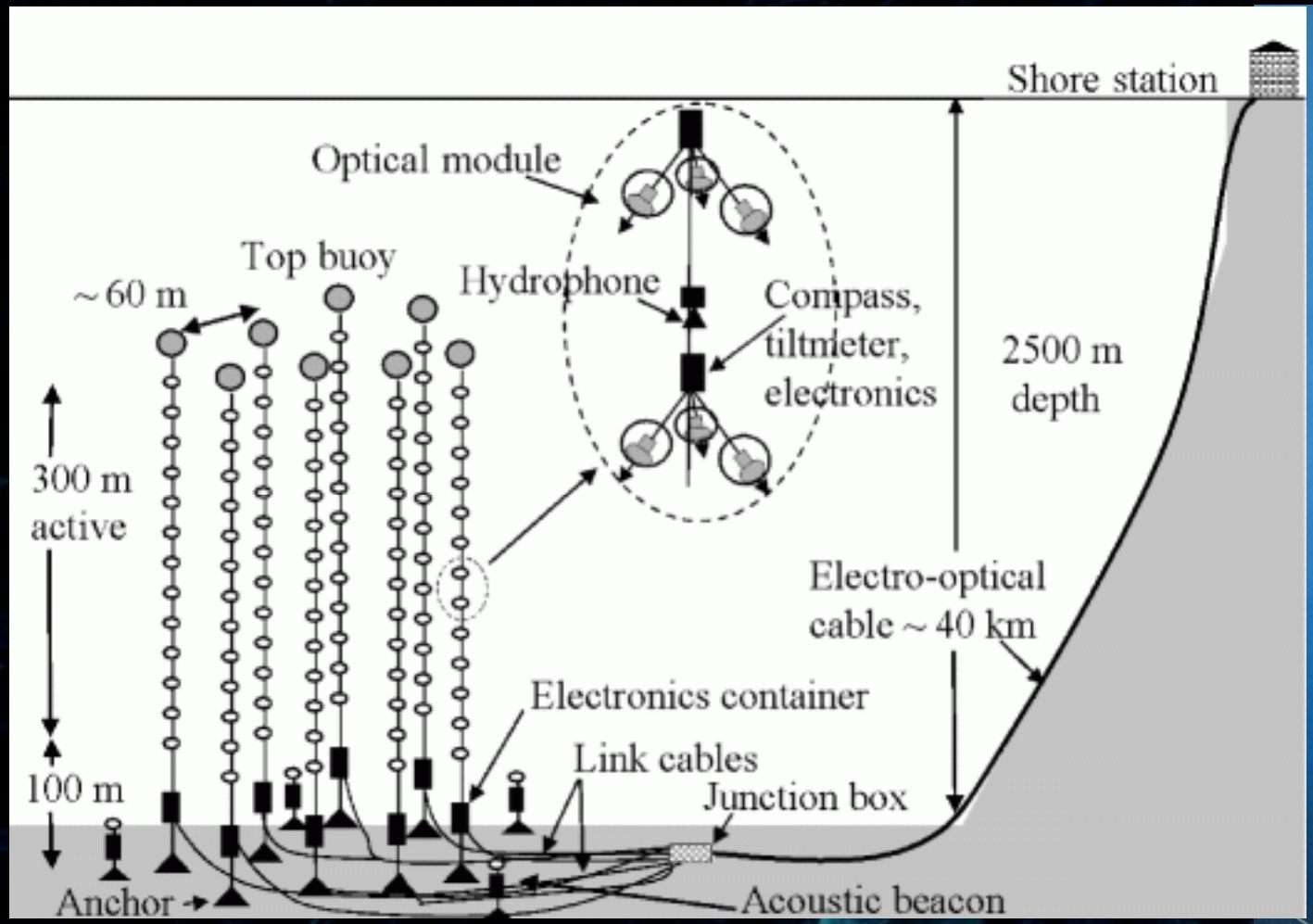
ANTARES

Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss environmental RESearch



ANTARES

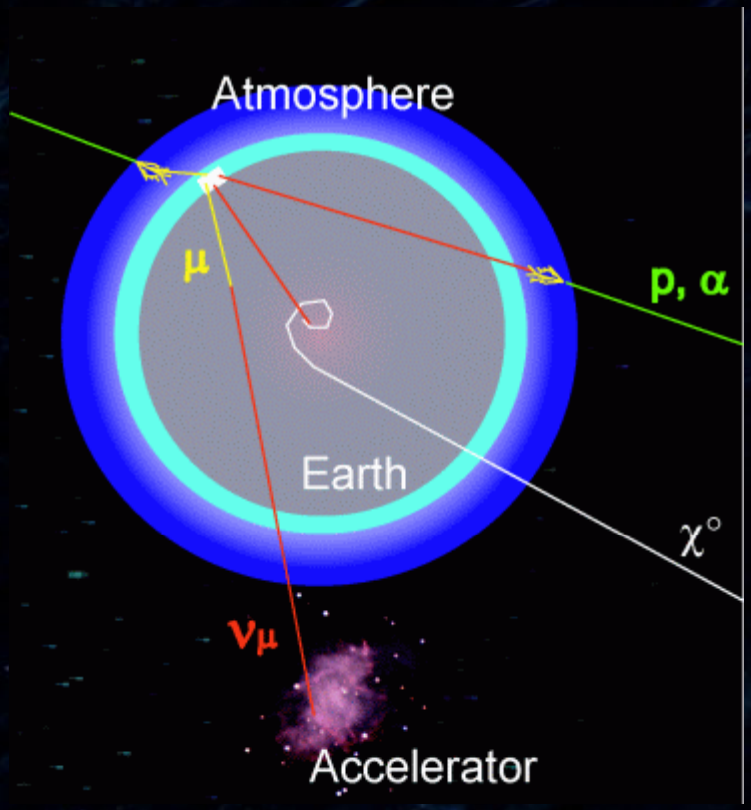
Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss environmental RESearch



ANTARES

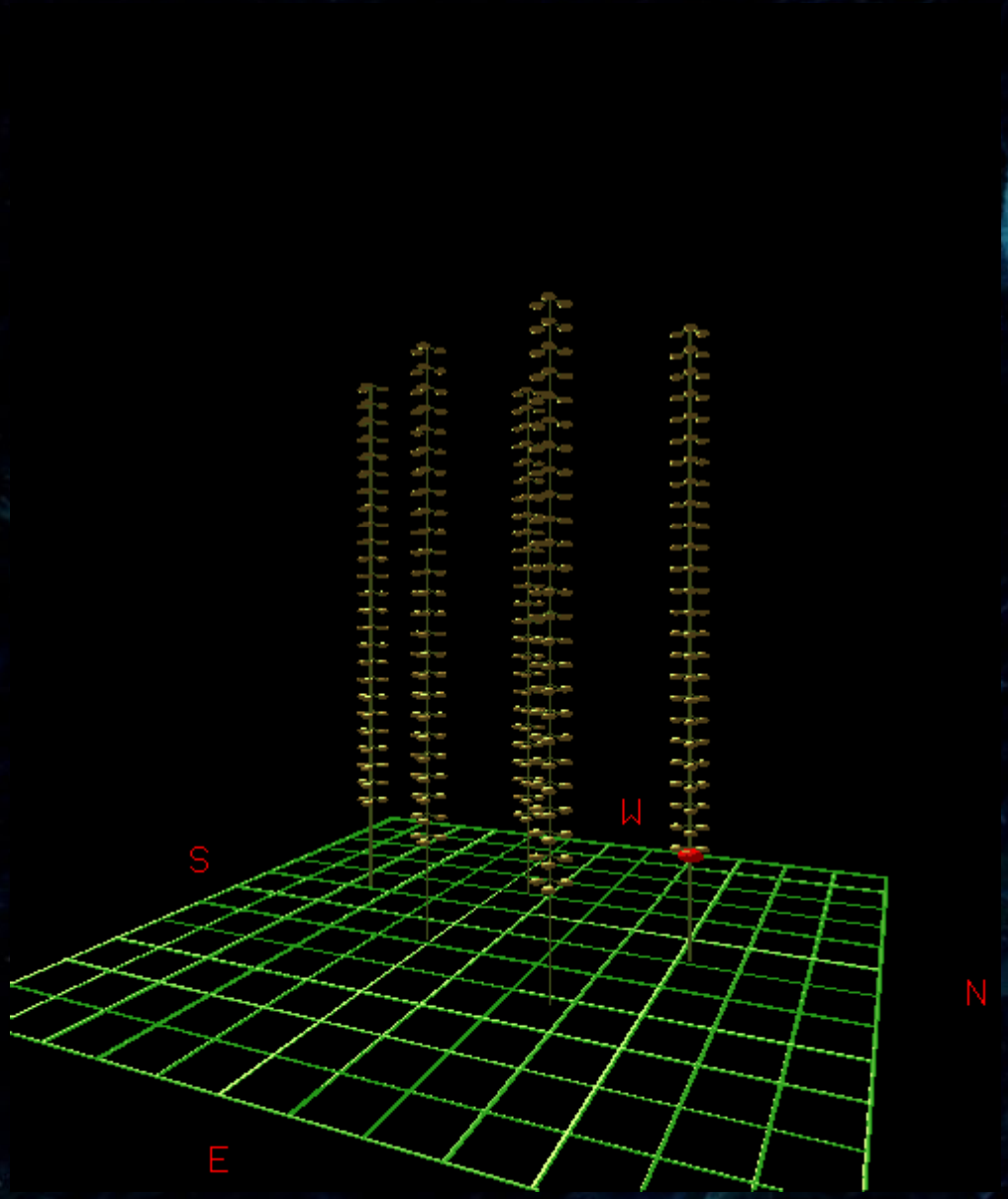
Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss environmental RESearch

- Detektor mionów – produktów oddziaływania wysoko-energetycznych neutrin (z różnych źródeł)
- Układ fotopowielaczy na dnie Morza Śródziemnego
- 1000 fotopowielaczy, 12 pionowych kabli
- Rejestracja promieniowania czerenkowa w wodzie morskiej



ANTARES

Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss environmental RESearch



- Planowany start pełnego detektora – 2008
- Pierwsze przypadki już rejestrowane

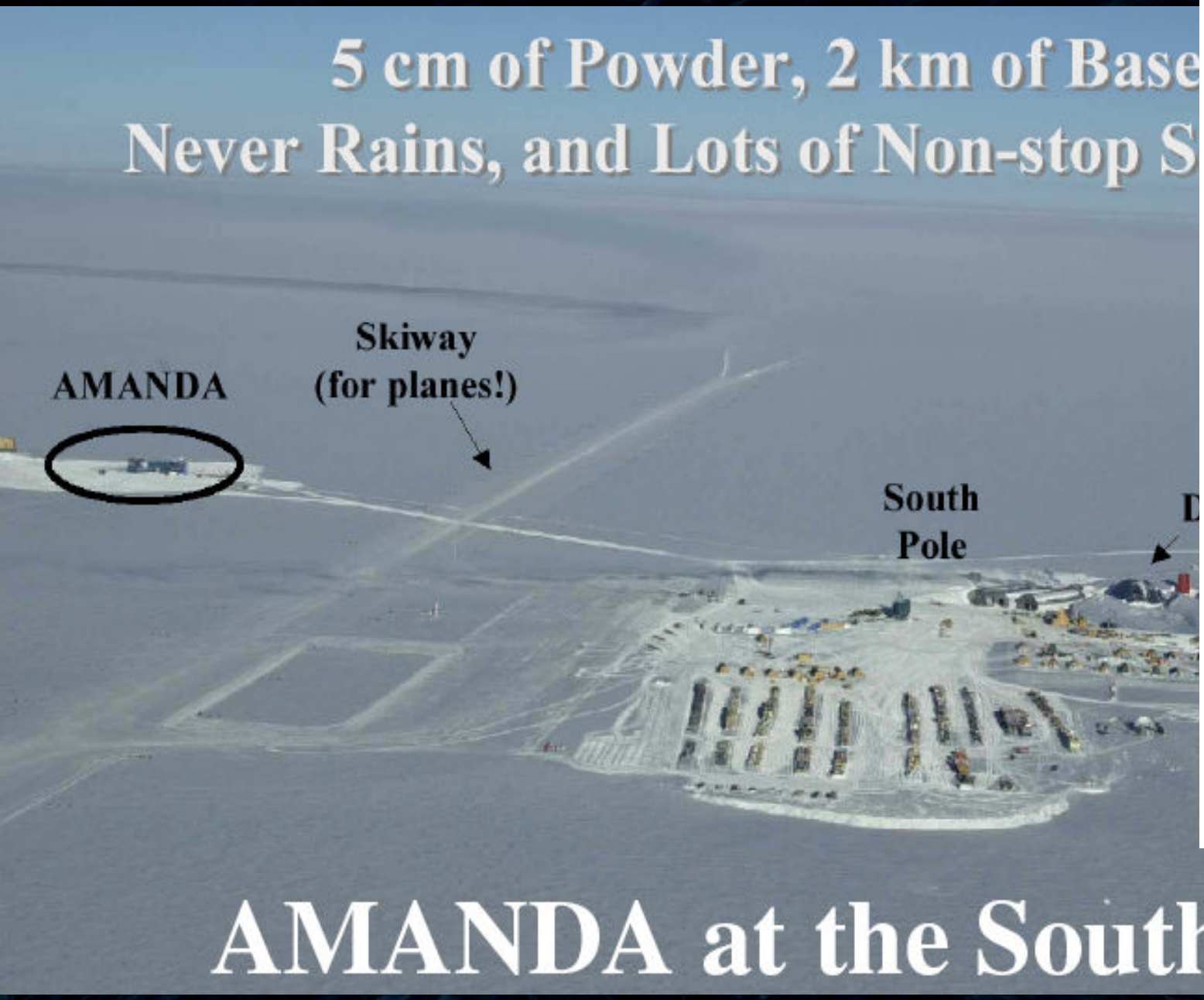
12/12/2005

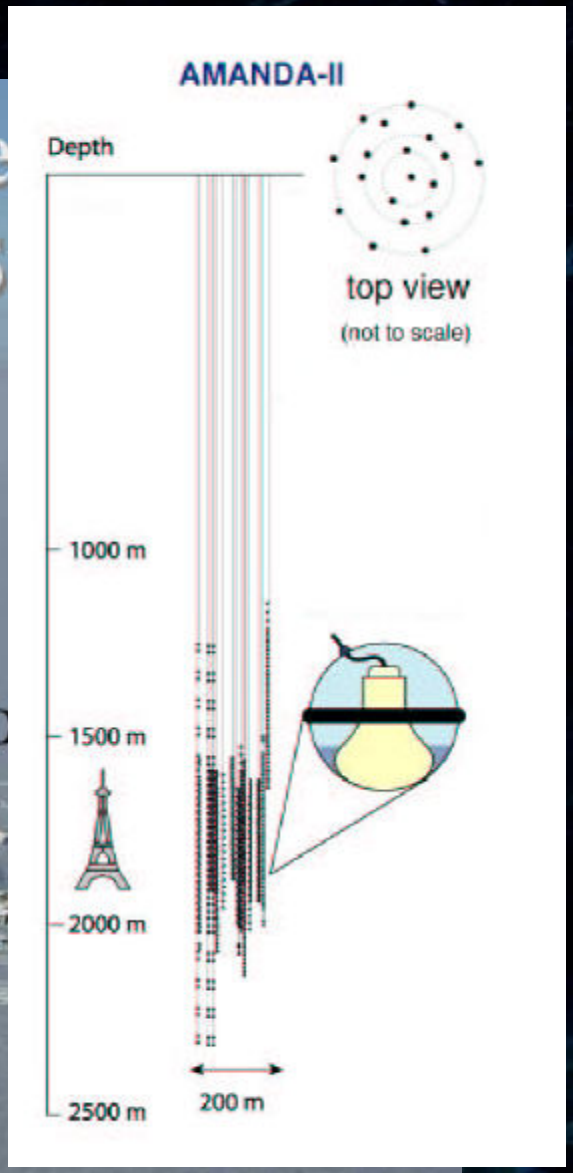
AMANDA

Antarctic Muon And Neutrino Detector Array

AMANDA

Antarctic Muon And Neutrino Detector Array

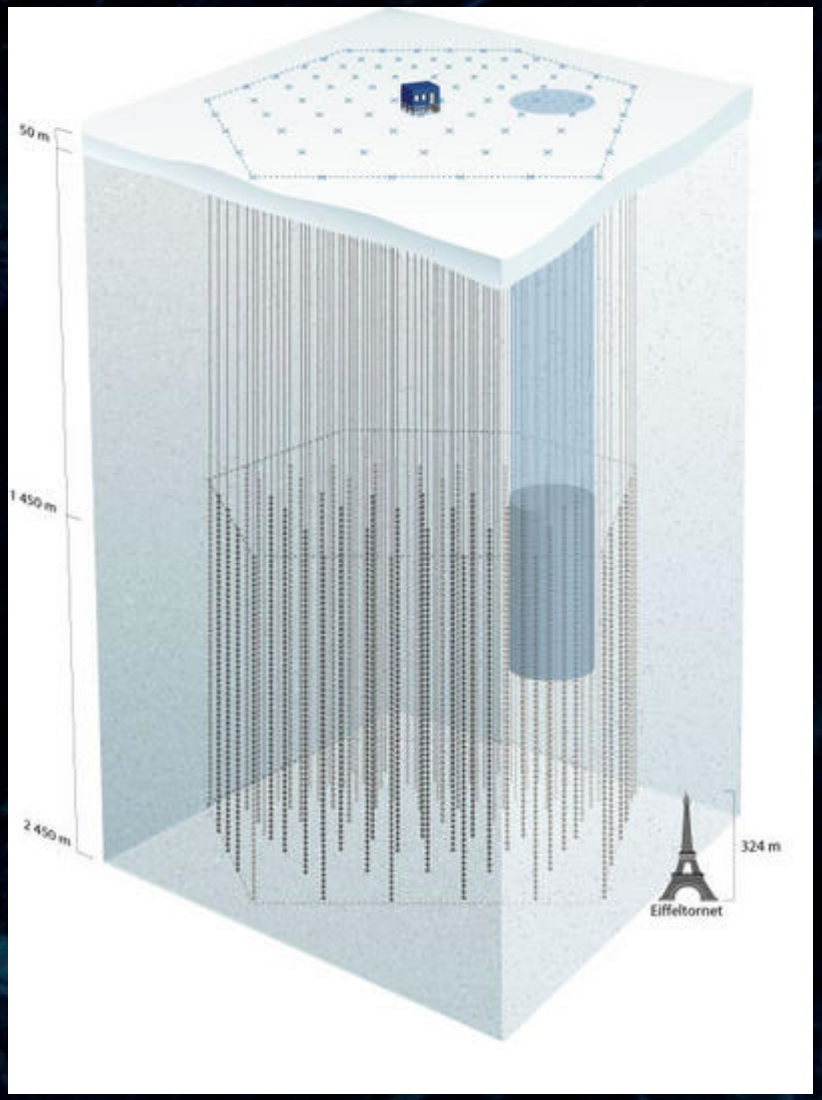




Następca: IceCube

Obecnie w budowie, start ~2010

Planowane zbieranie danych: 20 lat



eXtreme Science

Podsumowanie