

Cząstki elementarne z głębin kosmosu



Grzegorz Brona

Zakład Cząstek i Oddziaływań
Fundamentalnych, Uniwersytet Warszawski

24.09.2005 – IX Festiwal Nauki

Co widzimy na niebie?

- gwiazdy - planety - galaktyki - ...



Dzięki czemu je widzimy?

- dzięki światłu, które wysłały

Światło porusza się z prędkością
300 000 km/s

Patrząc w niebo widzimy przeszłość:

-Księżyc widzimy takim jakim był **1,3 s** temu

-Słońce **8 min 19 s** temu

-Najbliższą gwiazdę **4,25 roku** temu

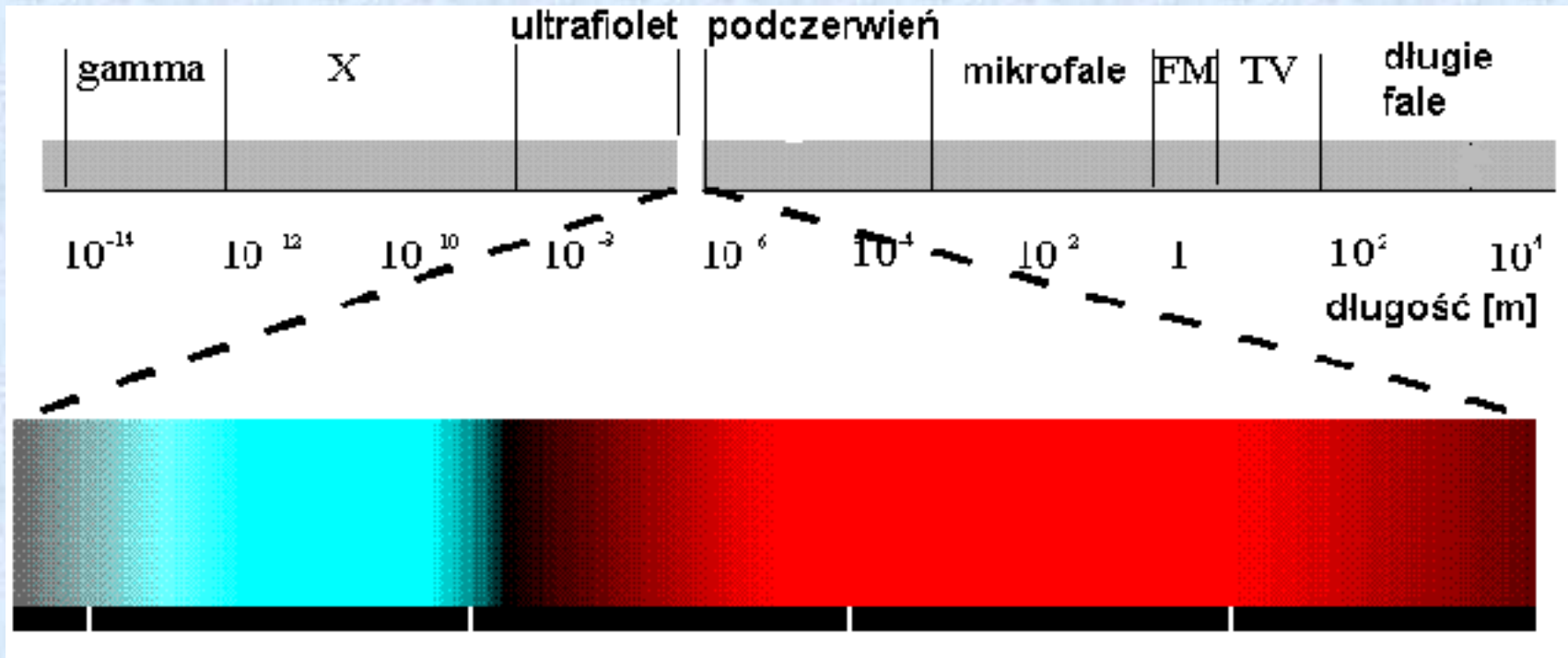
-Gwiazdę Polarną ok. **1000 lat** temu

-Galaktykę M31 taką jaka była **27 000 lat** temu

Wyprawa na Księżyc -- Podróż kosmiczna

Brodzenie w wodzie -- Podróż
transatlantycka

Różne rodzaje „światła”



Światło to fala – tzw. fala elektromagnetyczna
-> można przypisać jej długość

Na Ziemię dochodzą praktycznie tylko fale
widzialne oraz **radiowe!!!** Resztę zjada atmosfera

...ale możemy wysłać satelity poza atmosferę



XMM Newton - UV,X



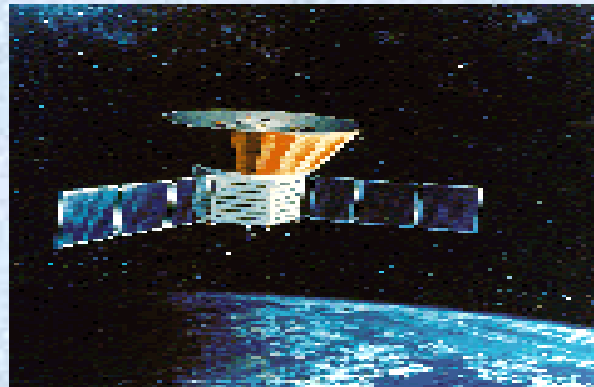
CGRO - gamma



Chandra - X



**Spitzer –
podczerwień**

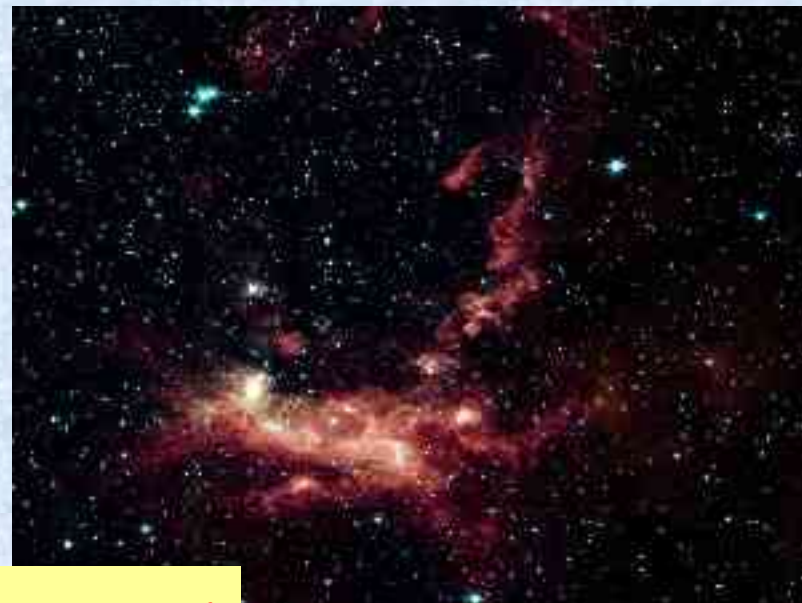


COBE - mikrofałe



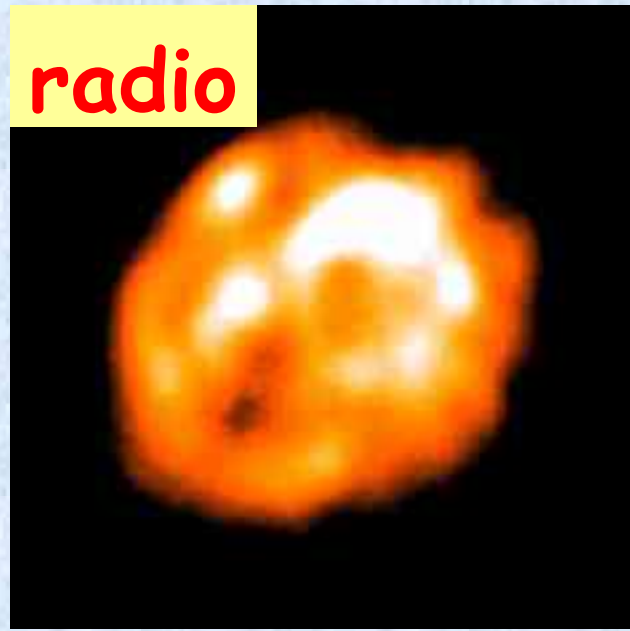
Integral - gamma

Oraz wiele innych planowanych na przyszłość



podczerwień



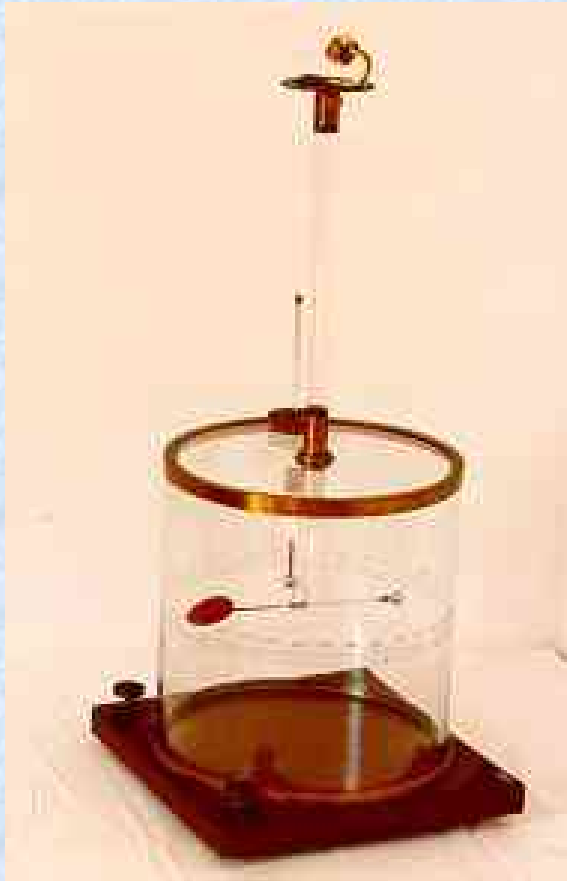


Co jeszcze dociera
do nas z **głębi kosmosu** ?

Odkrycie promieniowania kosmicznego

XVIII wiek – *Charles Augustin de Coulomb*

odkrywa prąd ciemny

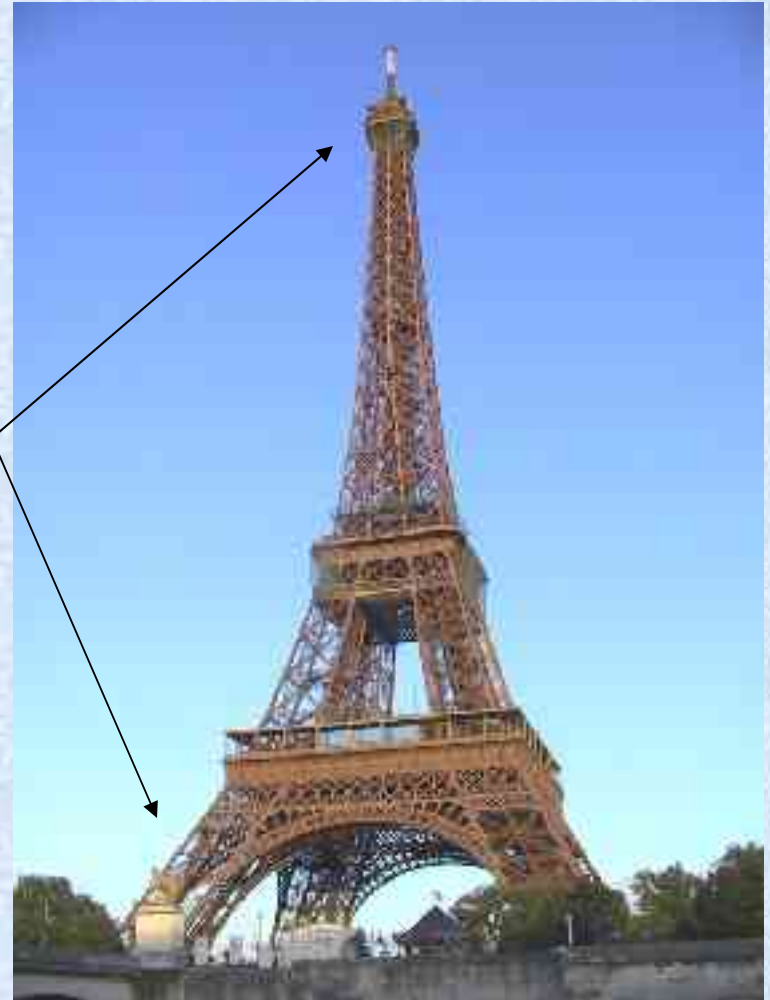


Skąd się bierze to zjawisko?

Odkrycie promieniowania kosmicznego

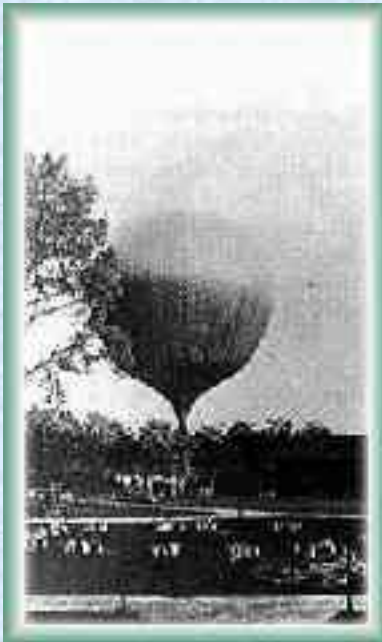
Początek wieku XX – **Theodore Wulf** – pomiar
Promieniowania na szczycie Wieży Eiffla

Na dole powinno być
mniejsze promieniowanie
niż na górze.
A jest **odwrotnie!!!**



Odkrycie promieniowania kosmicznego

Podobny efekt dostrzega **Victor Hess** mierząc promieniowanie na pokładzie balonu (1911-1912)

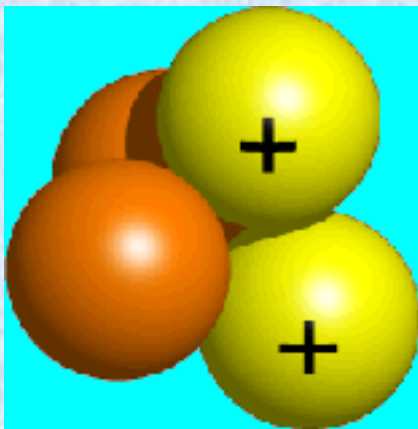


PROMIENIOWANIE ROŚNIE WRAZ Z WYSOKOŚCIĄ NIE POCHODZI WIĘC Z ZIEMI !!!!

Minęło 95 lat...

Z kosmosu dochodzą do górnych warstw atmosfery cząstki materii:

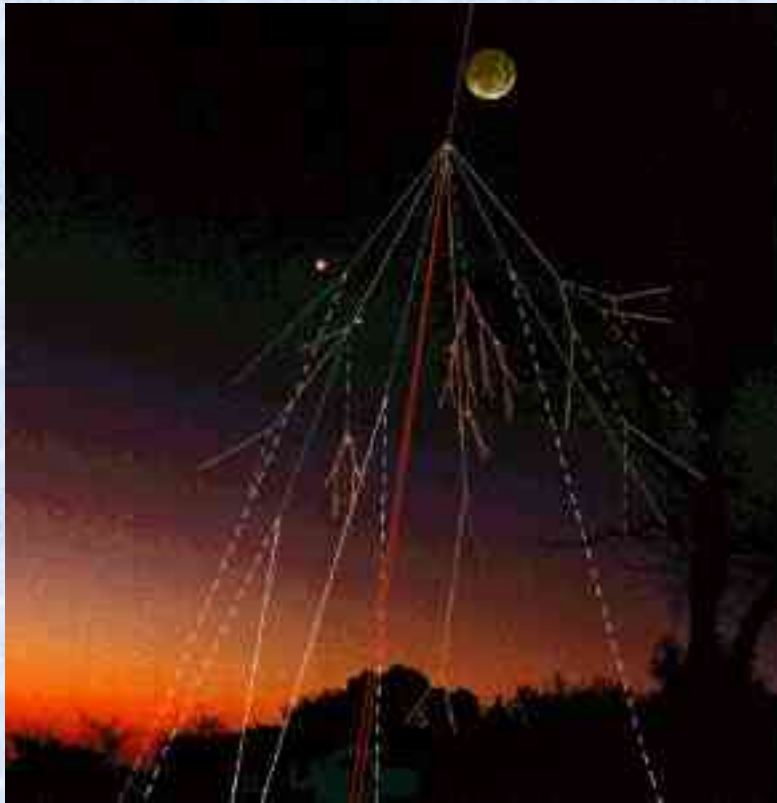
- protony (jądra wodoru)
- cząstki alfa (jądra helu)
- jądra cięższych pierwiastków (do żelaza)
- elektrony



Promieniowanie to nazywamy

pierwotnym promieniowaniem kosmicznym

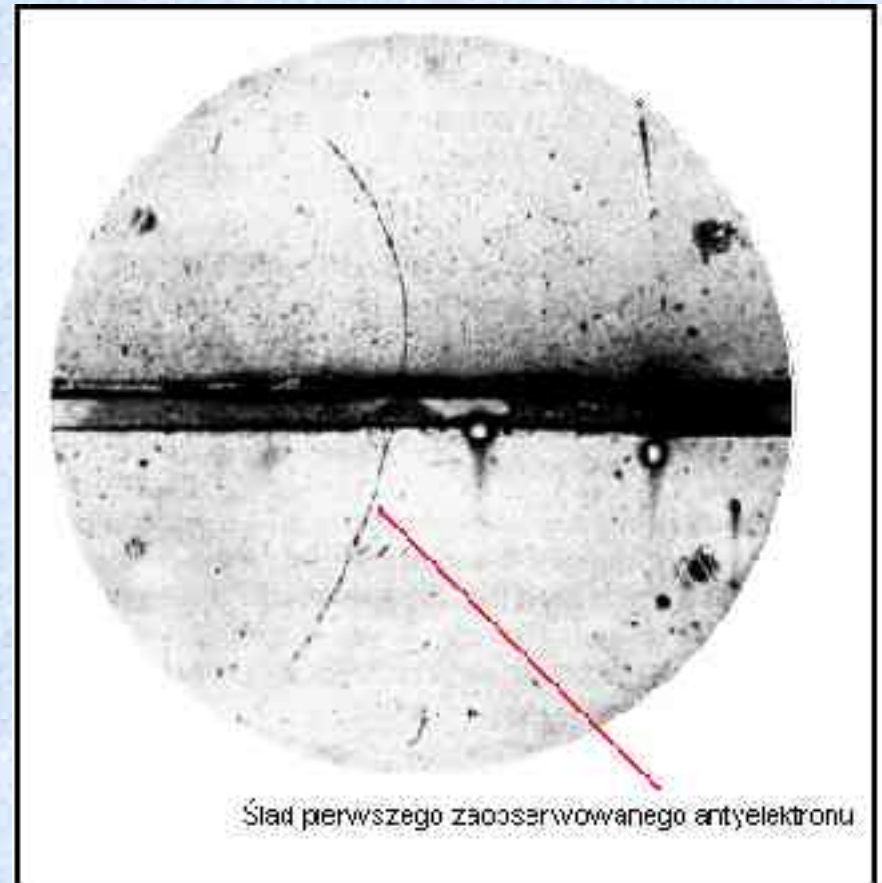
W czasie zderzeń z atomami atmosfery pojawiają się nowe cząstki: **wtórne promieniowanie kosmiczne**



Mogą to być zupełnie nowe cząstki np. **antyelektron, mion**

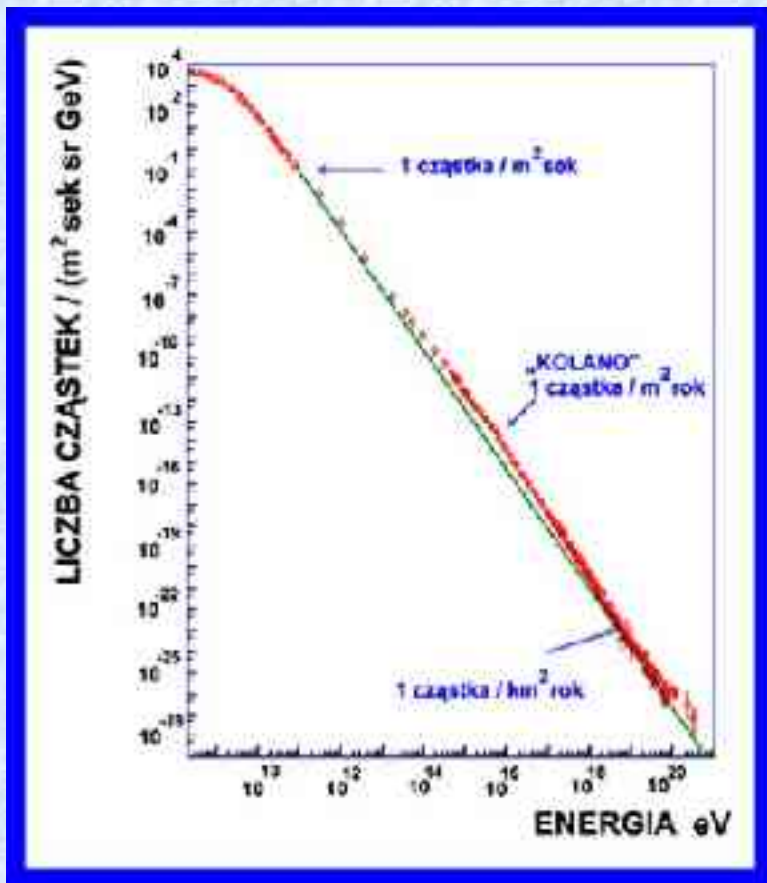
6 mionów/głowę/1s

100 milionów jonizacji



Jakie energie mają cząstki pierwotnego promieniowania kosmicznego?

1eV = energia jaką nabywa elektron przechodząc przez różnicę potencjałów $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ J}$

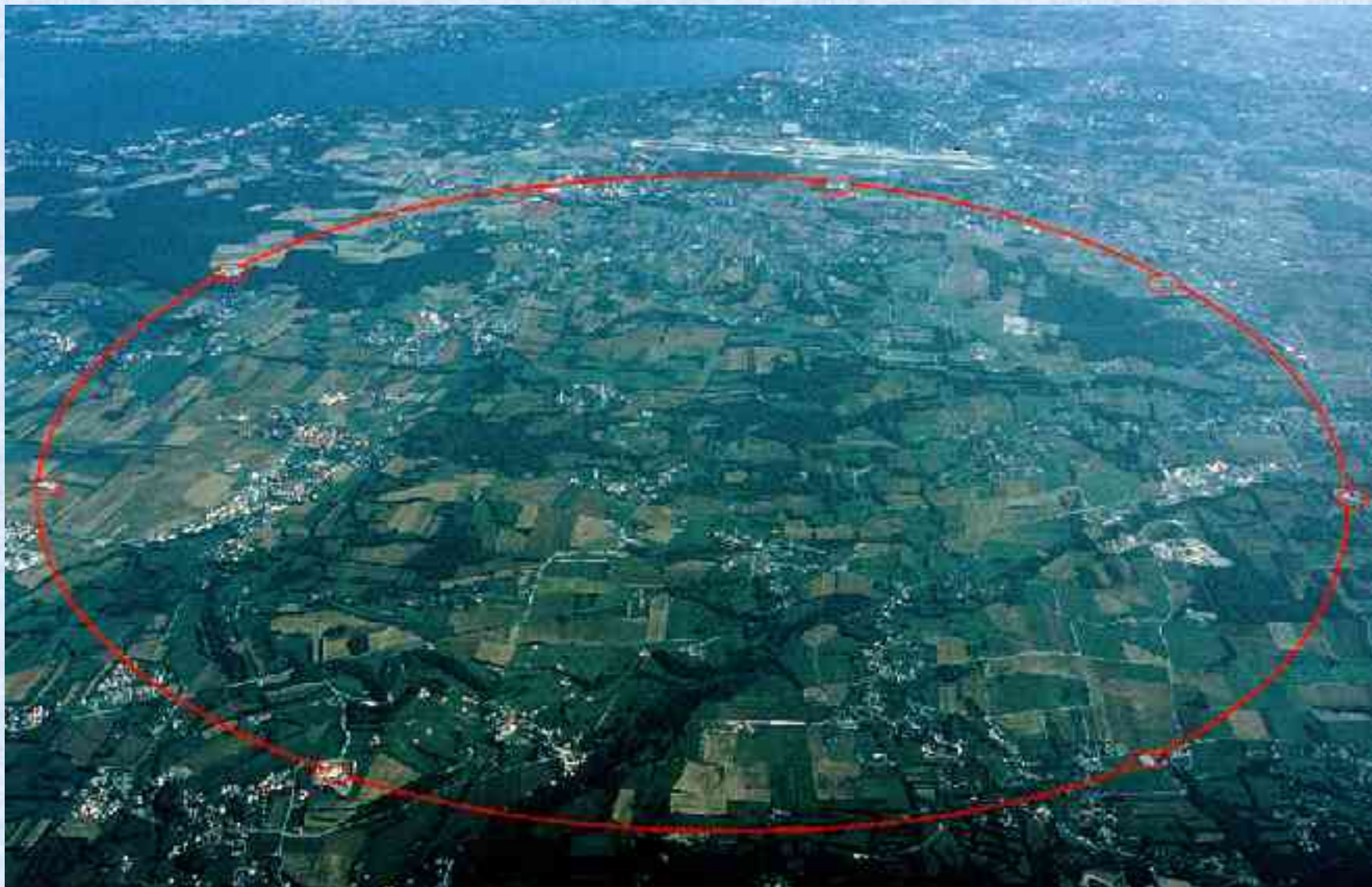


Energie rozciągają się na kilkanaście rzędów wielkości

10^7 - 10^{20} eV

Największe energie uzyskiwane na Ziemi to **10^{12} eV**

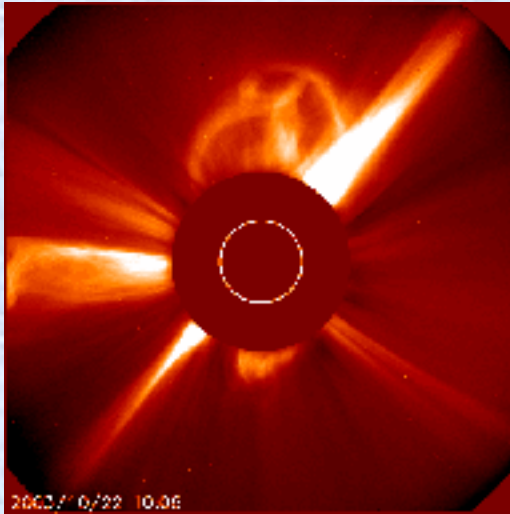
Promieniowanie kosmiczne 100 mln razy potężniejsze!!!



Nie potrafimy takich cząstek wyprodukować na Ziemi

Skąd bierze się pierwotne promieniowanie kosmiczne?

Nasze Słońce jest wydajnym producentem promieniowania kosmicznego
Potężne wyrzuty materii - protuburencje



Burze Słoneczne:

- mogą powodować błędy w nawigacji
- przerwy w łączności radiowej
- zaburzenia w systemie zdalnej lokalizacji (np. samoloty)
- awarie sieci energetycznej (1989 – New Jersey)

ale także najpiękniejsze zjawisko atmosferyczne

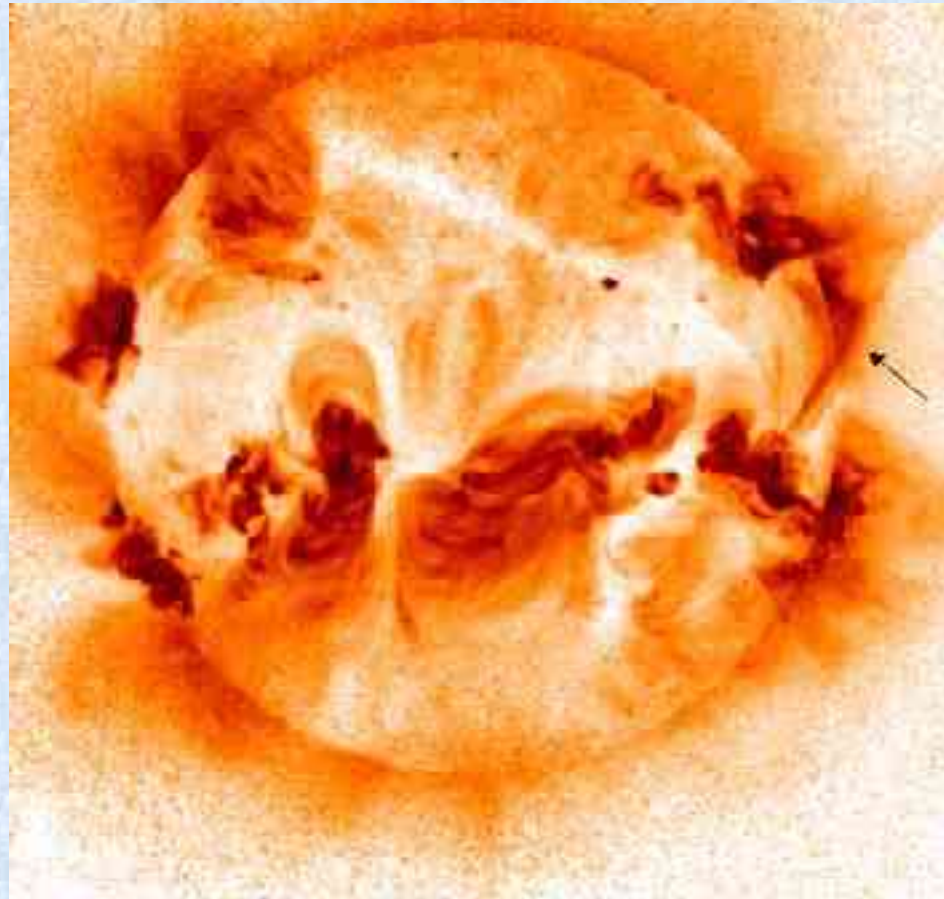
– **zorze polarne**

- bezpieczeństwo astronautów (wyprawa na Marsa)
- trwałość satelitów
- zagrożenie dla ozonosfery Ziemi
(wymieranie gatunków)





Słońce w promieniach X

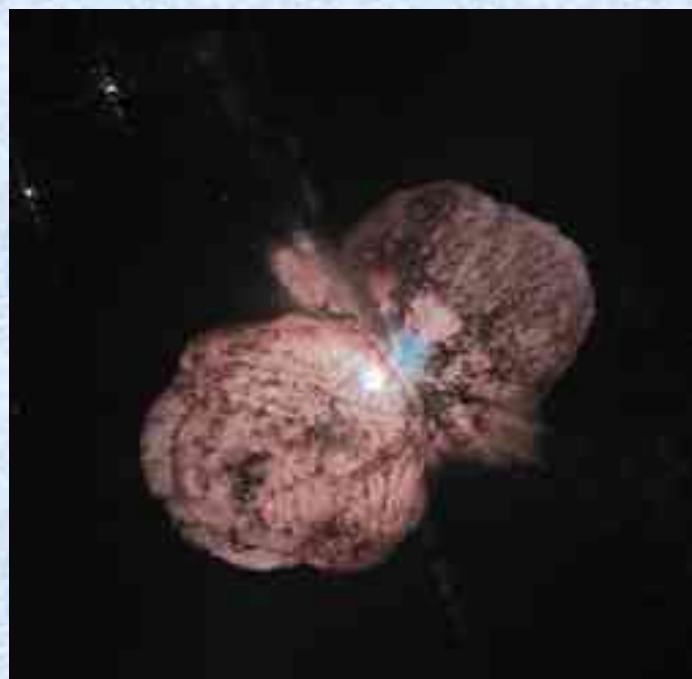


Wiatr gwiazdowy – 100 miliardów gwiazd w Galaktyce
- każda z nich emituje cząstki !!!

Wyższej energii cząstki promieniowania kosmicznego generowane są przez wybuchy supernowych (ostatnie stadium życia masywnych gwiazd).

Supernowe wybuchają w Naszej Galaktyce raz na **30** lat.

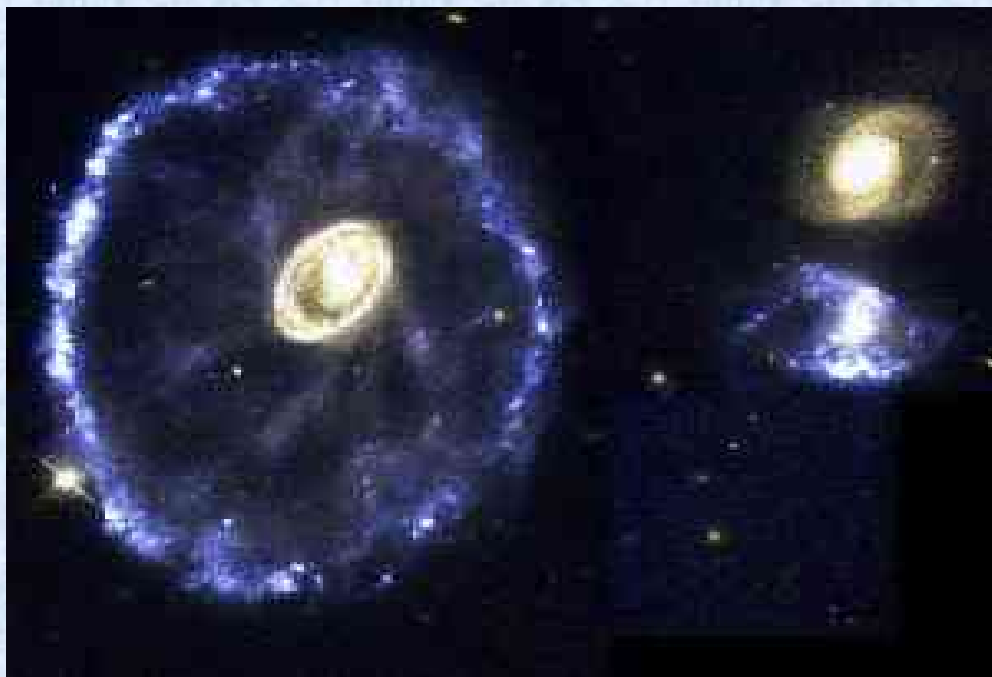
redir



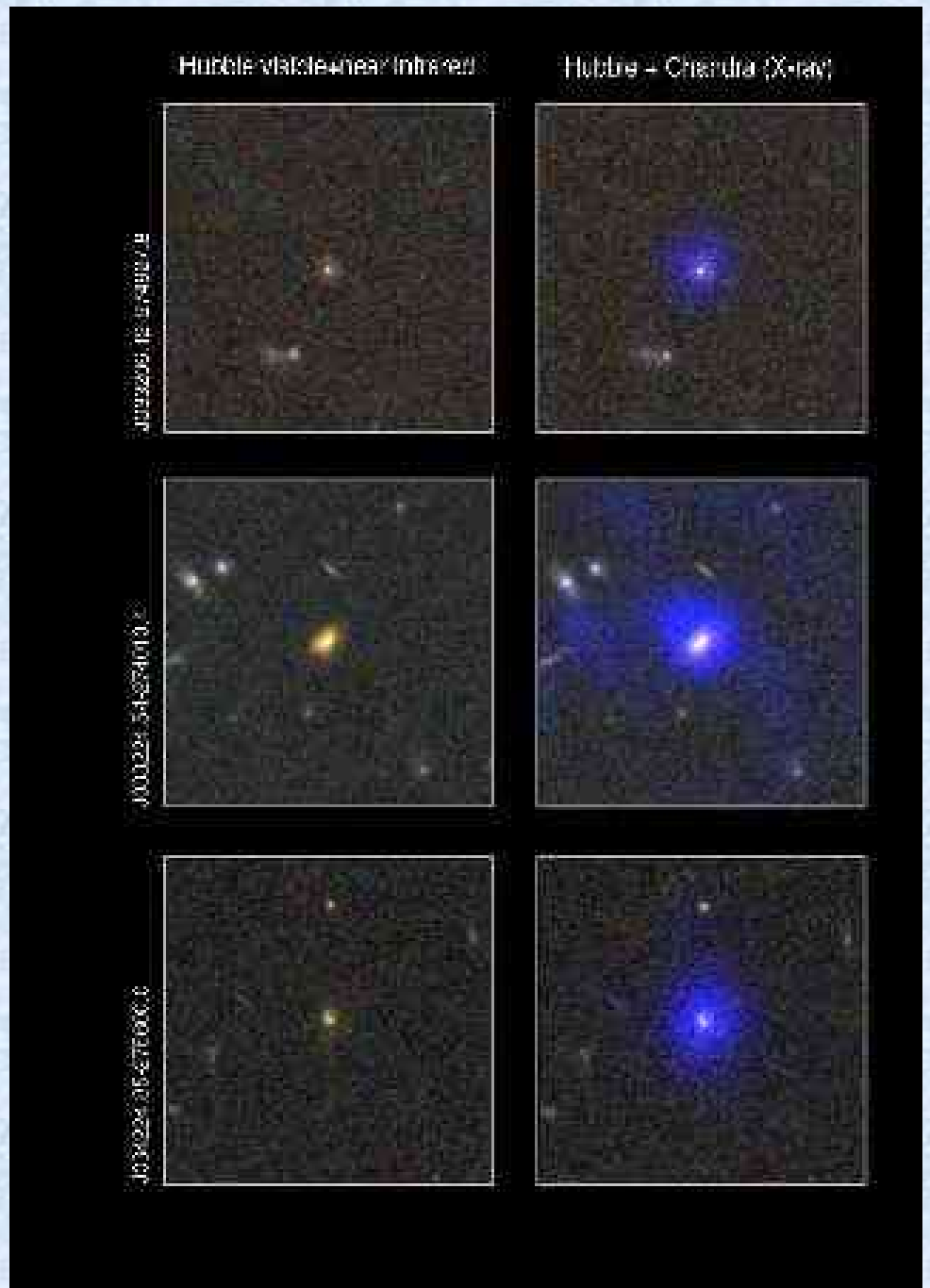
Skąd się biorą cząstki promieniowania o najwyższych energiach?

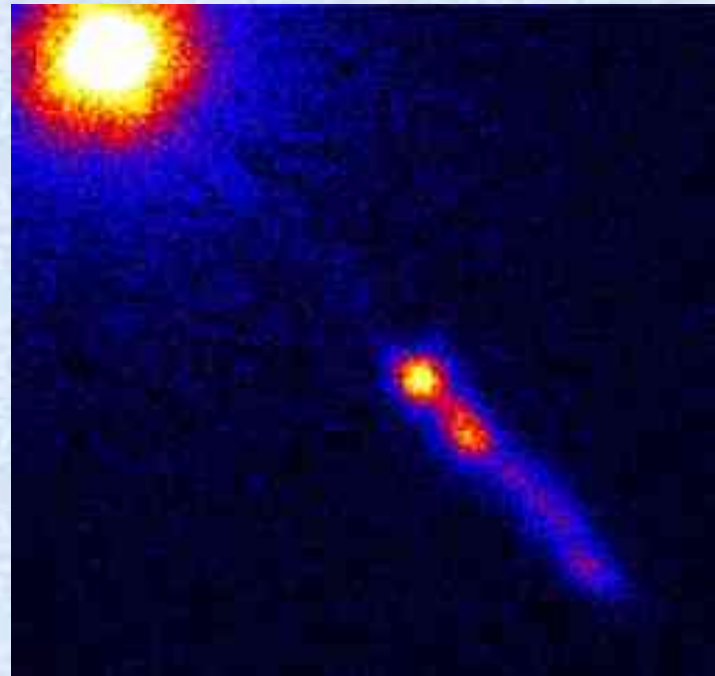
- zderzające się galaktyki
- czarne dziury miotające cząstkami z dysków akrecyjnych
- AGN – aktywne jądra galaktyk
- rozpady reliktyw pochodzących z okresu po Wielkim Wybuchu











The nearby OB star cluster IC 348
(NGC 604, IC 348)

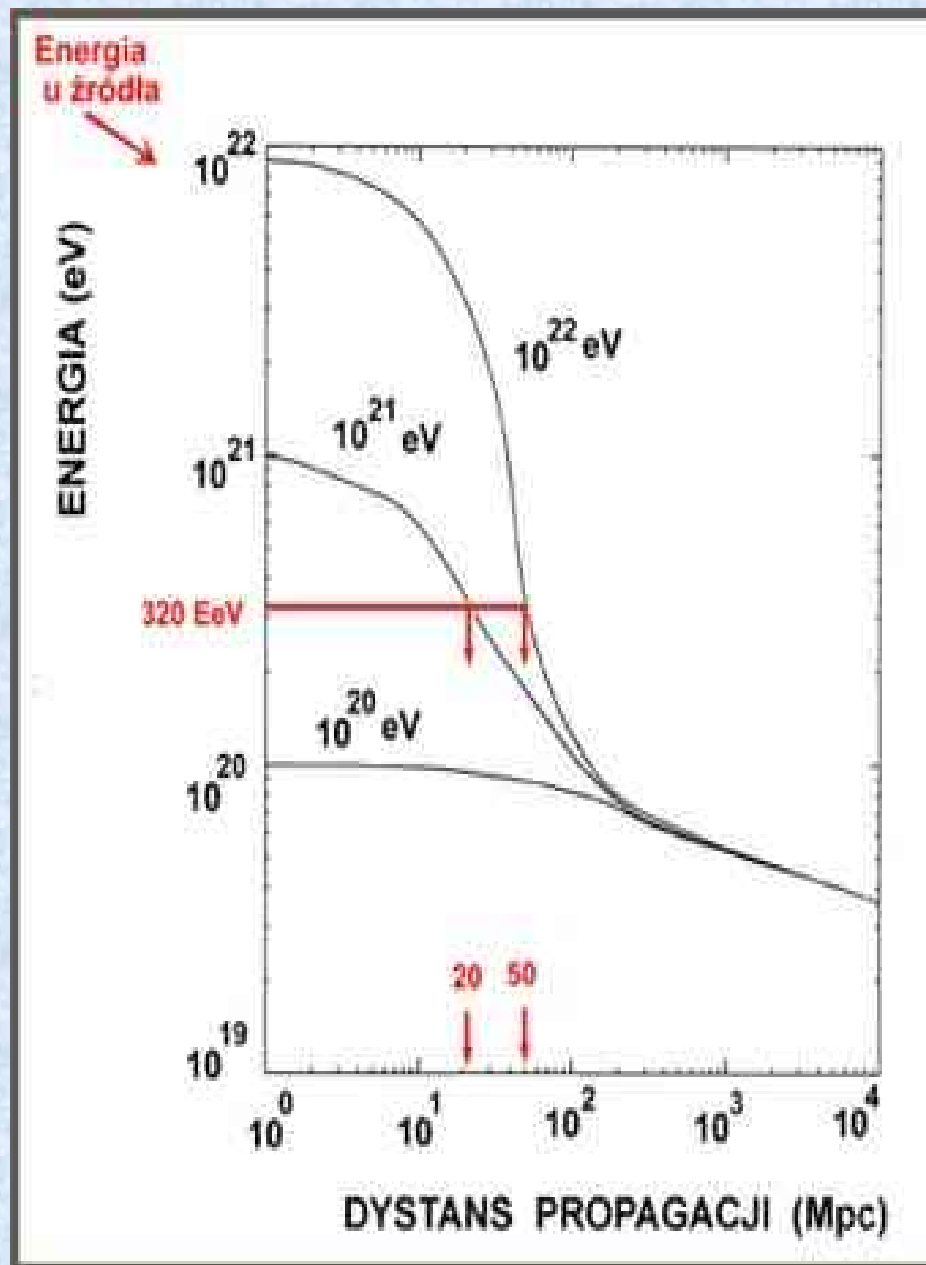
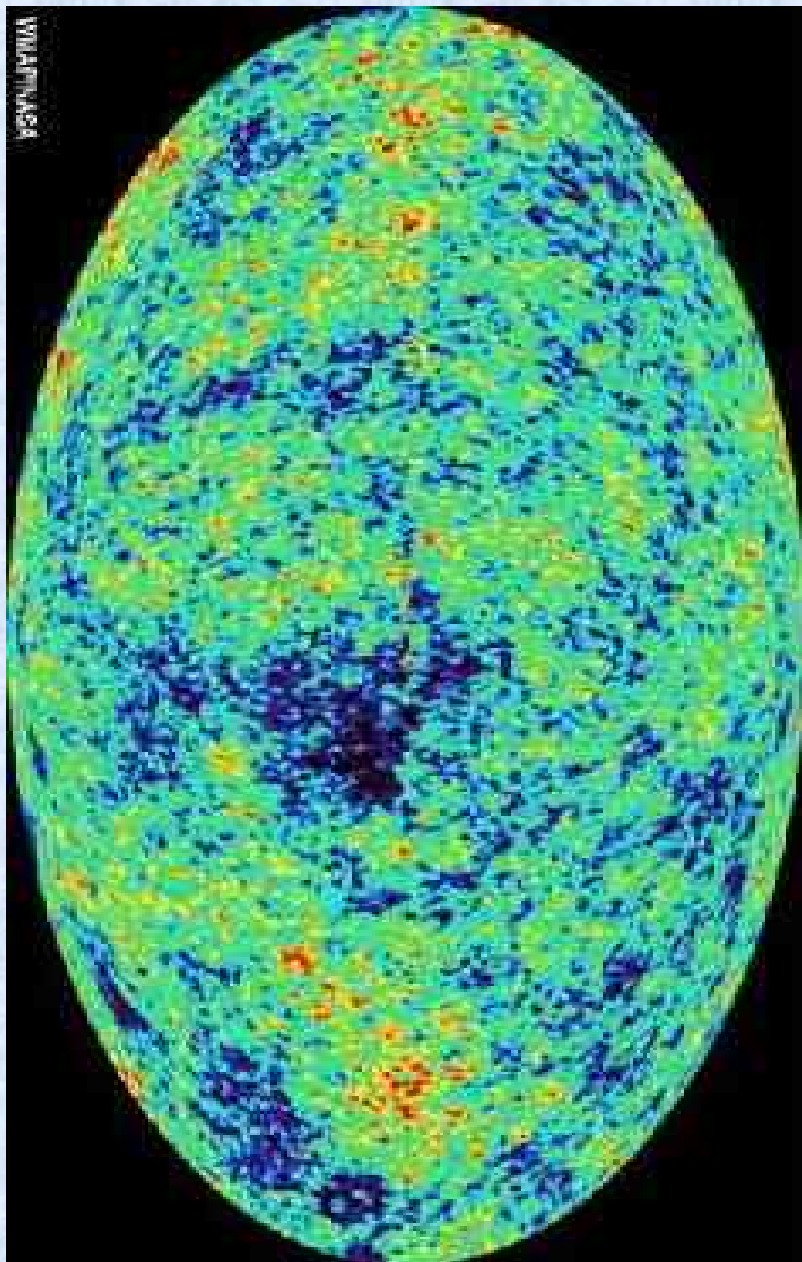
© 2004 by the American Astronomical Society

Czy istnieje górne fizyczne ograniczenie na energii obserwowanych cząstek?

Wysoko energetyczne cząstki mogą zderzać się z cząstkami tzw. promieniowania relikтового wypełniającego cały Wszechświat.

Wtedy energia tych cząstek spada poniżej pewnej wartości, dla której cząstki te nie mogą oddziaływać z promieniowaniem reliktowym.

Ten efekt to tzw. obcięcie GZK.



Niektóre rejestrowane cząstki mają energie wyższe niż energia przy której efekt GZK pojawia się !!!

Powinniśmy widzieć przez teleskopy źródła owych cząstek.

Czy je widzimy?

NIE !!!!!!!!!!!!!!!

Zagadka ta nie została jeszcze rozwiązana...

Naukowcy migrują w góry, aby zmniejszyć „ochronną” warstwę atmosfery nad sobą.

Wysokość	Masa części atmosfery pozostawionej w dole
1 km	11 %
3 km	31 %
5,5 km	50 %
16 km	90 %
50 km	99,9 %

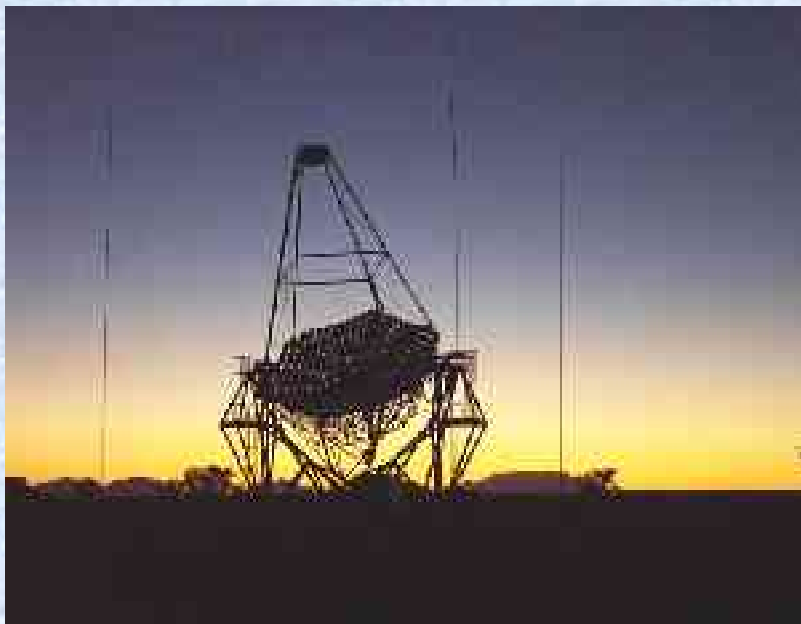
Laboratorium Chacaltaya
– 5220 m npm – Boliwia.

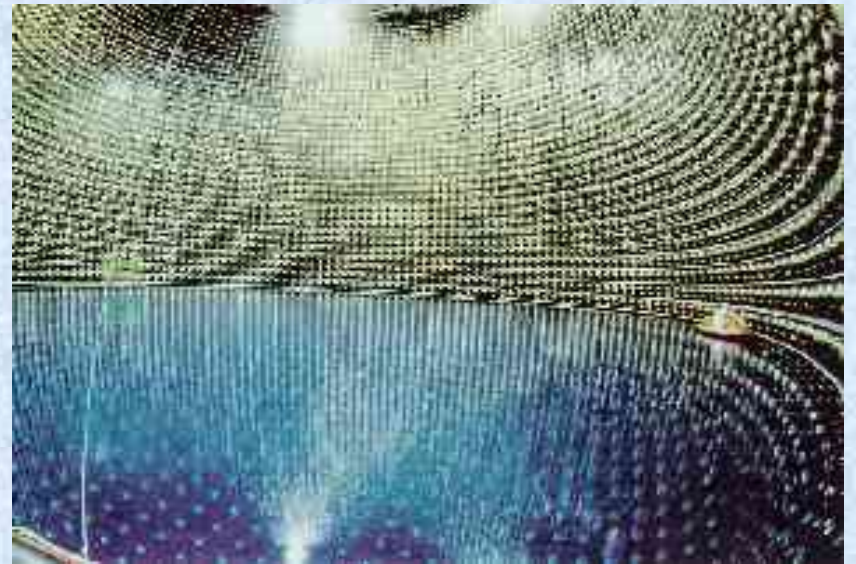
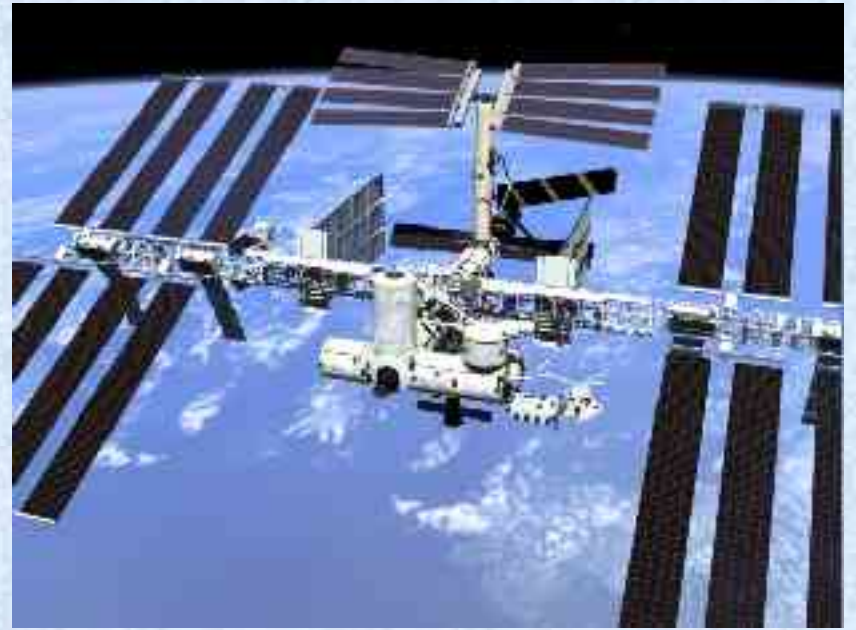
Najwyżej położony stok narciarski na Ziemi!



Różne rodzaje eksperymentów:

- eksperymenty podziemne – np. w kopalniach,
- eksperymenty pod lodem
- eksperymenty pod wodą
- eksperymenty w górach
- eksperymenty balonowe
- obserwacje atmosfery
- detektory na satelitach
- obserwacja atmosfery z satelitów
- detektor na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej





Podsumowanie:

- Atmosfera bombardowana jest cząstkami pochodzącymi z głębi kosmosu
- Powoduje to powstanie wtórnego promieniowania w warstwach atmosfery
- Promieniowanie pochodzi z różnych źródeł (Słońce, gwiazdy, supernowe, czarne dziury itp.)
- Wiele aspektów promieniowania nie zostało jeszcze wyjaśnionych
- Fizycy prowadzą aktualnie liczne eksperymenty, których celem jest lepsze poznanie promieniowania kosmicznego

Supernova 1987A



Hubble
Heritage