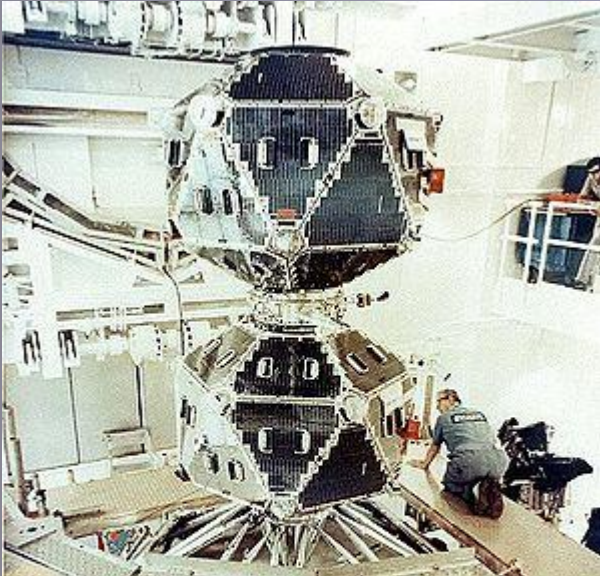


Błyski gamma w atmosferze ziemskiej



Początek astronomii gamma

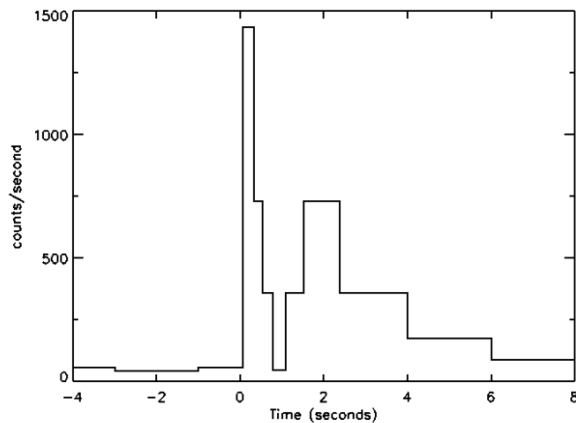


niskobudżetowy program badawczy w 1959 r.

monitorowanie przestrzegania uzgodnień porozumienia dotyczącego zakazu prób nuklearnych z 1963

12 zewnętrznych detektorów promieniowania X oraz 18 wewnętrznych detektorów neutronów i promieniowania gamma

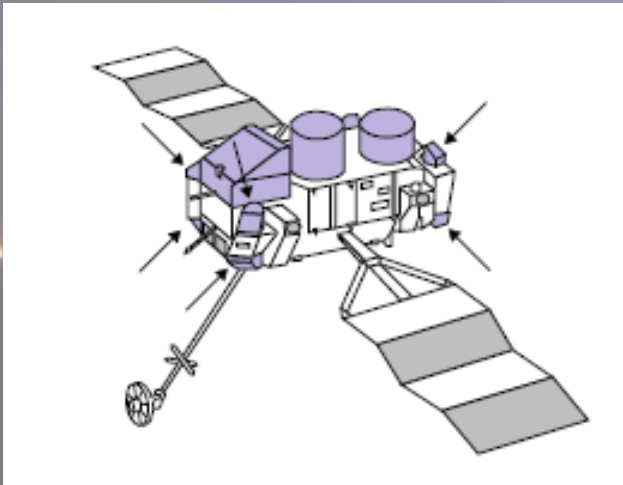
2 lipca 1967, o 14:19 UTC, satelity Vela 4 i Vela 3 rejestrują wybuchy promieniowania gamma...



Compton Gamma Ray Observatory (CGRO)

Burst And Transient Source Experiment
(BATSE, 1991-2000):

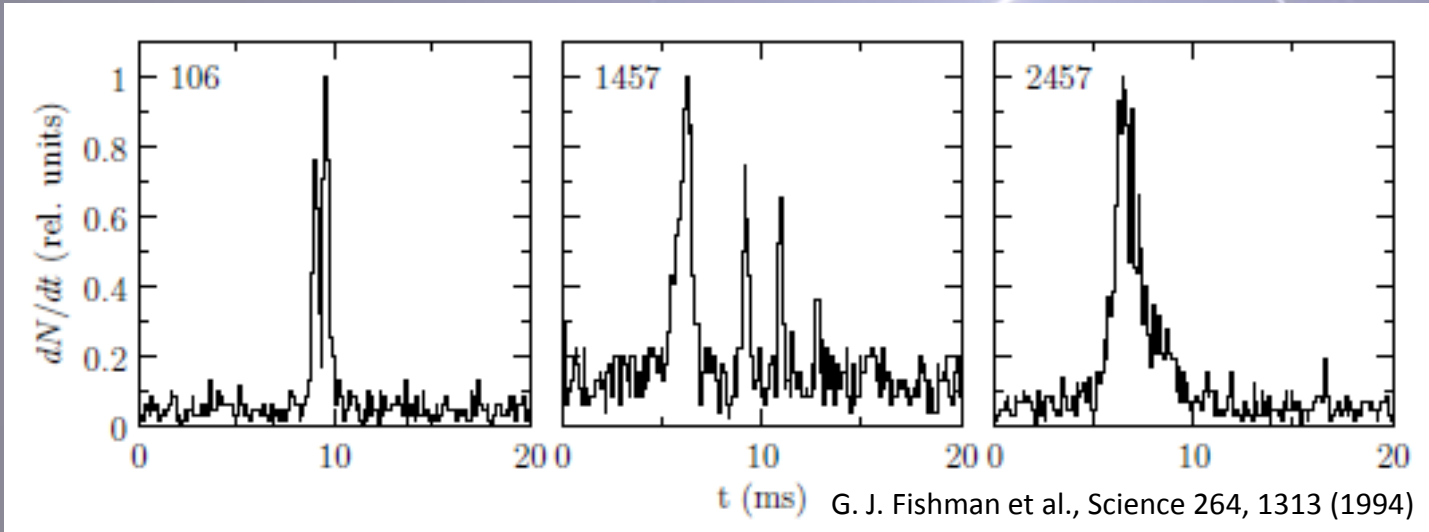
osiem paneli scyntylacyjnych
powierzchnia efektywna 2000 cm^2
energii od 25 keV do ponad 1MeV
umieszczone w narożnikach instrumentu
(informacja przestrzenna)



Nieraz zdarzało się, że wybuchy promieniowania
obserwowano tylko w detektorach zwróconych w
kierunku Ziemi

Były one wyraźnie krótsze niż typowe błyski gamma
pochodzące z Kosmosu

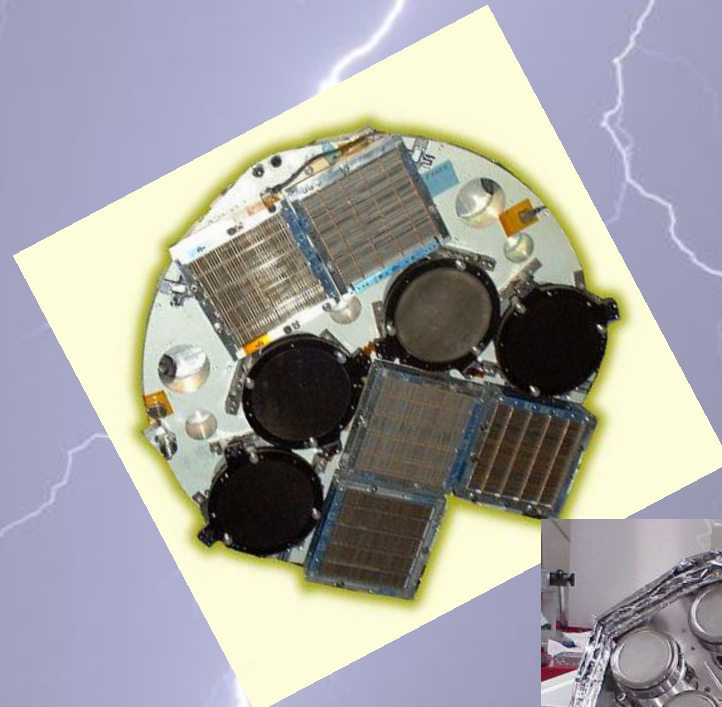
Compton Gamma Ray Observatory (CGRO)



Wybuchy TGF rejestrowane przez BATSE miały postać krótkich impulsów. W czasie kilku milisekund rejestrowano do 1000 fotonów o energiach od 25 keV do 1MeV.

Podczas całej misji zarejestrowano 70 TGF

Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager



Small Explorer (SMEX)

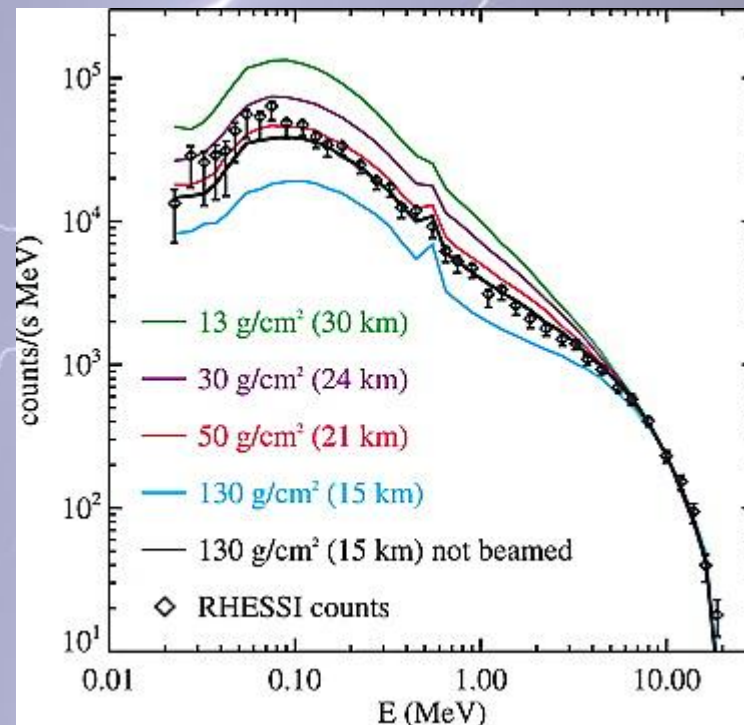
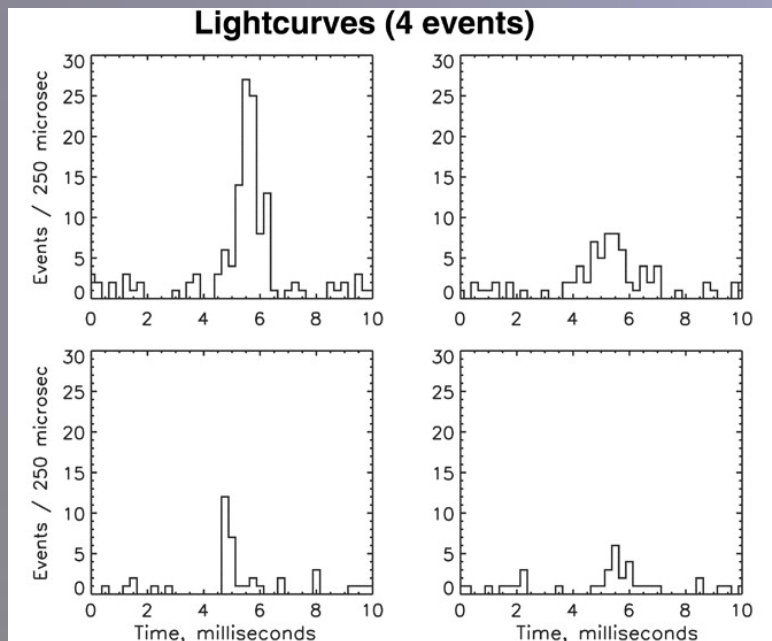
Brak osłon promienistych (dobrze dla TGF, źle dla Słońca)

Każdy foton jest zliczany – pomiar czasu przybycia i energii

TGF są rozpoznawane według charakterystyki czasowej – czas trwania krótszy niż 10 s nie jest spotykany w typowych GRB

RHESSI nie daje informacji o kierunku z jakiego nadbiegają fotony TGF

Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager



W porównaniu z BATSE, RHESSI ma mniejszą czułość (powierzchnia efektywna 200 cm²) ale ma zdecydowanie lepszą rozdzielczość czasową.

Zarejestrowano ponad 800 TGF (lata 2002 - 2008)

Smith et al. Science 307 no. 5712, 1085 (2005)

Sumaryczne widmo 85 RHESSI TGF porównane z teoretycznymi widmami uciekających elektronów

Jedyna różnica wynika z wysokości formowania sygnału

Mechanizm ucieczki elektronów

Gurevich et al., Phys. Letters A 165, 463 (1992)

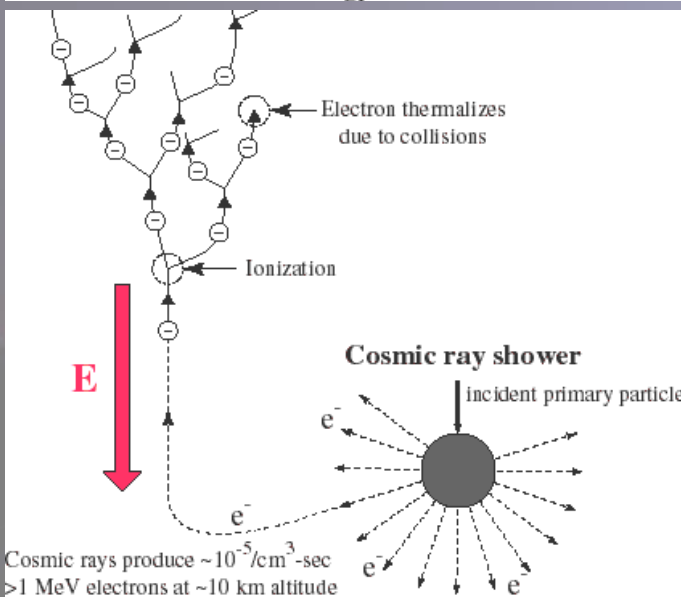
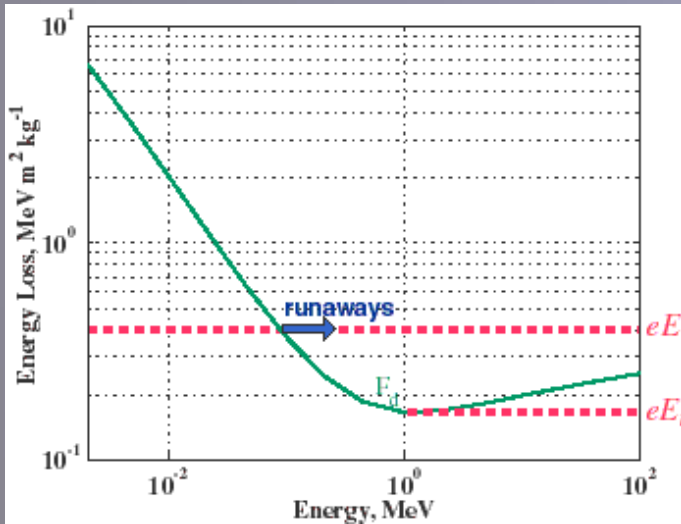
Straty energetyczne (zderzeń) maleją wraz z rosnącą energią elektronu

Elektron o wystarczająco dużej energii początkowej może być przyspieszony w polu elektrycznym

Przyspieszone elektrony zderzają się z atomami gazu atmosferycznego, jonizują go i produkują kolejne relatywistyczne elektrony.

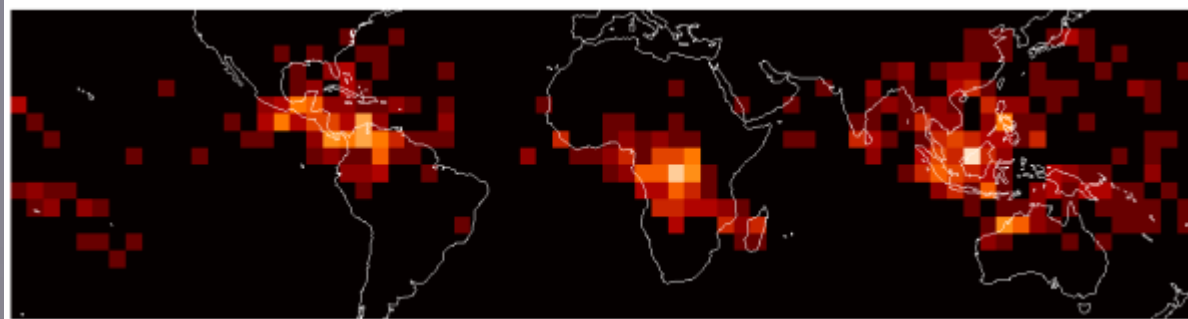
Większość nowych elektronów termalizuje się w wyniku zderzeń (emisja gamma) ale niektóre zostają przyspieszone i produkują lawinę

Zapalnikiem całego procesu jest cząstka promieniowania kosmicznego.



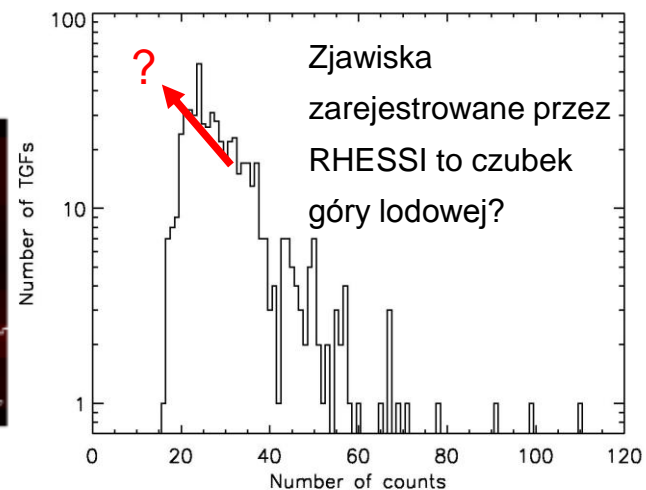
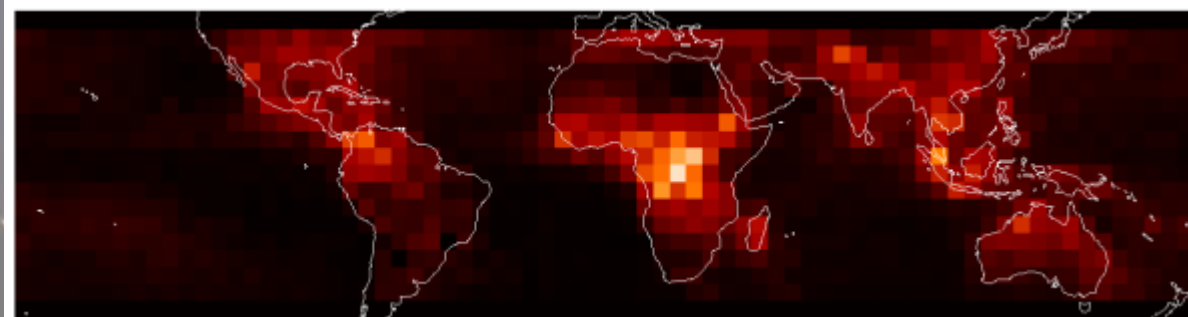
RHESSI TGF i błyskawice

Położenia RHESSI TGF



76 % TGF pojawia się prawie równocześnie z błyskawicą (w ciągu milisekund)

Położenia błyskawic



Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager



Co Ty wiesz o błyskawicach?

Oślepiają

Uderzają w ziemię

Trwają bardzo krótko

Mają stosunkowo prosty kształt

Dodatkowy efekt: grzmot

ooo tak

na pewno?

no tak, ale...

oczywiście nie

nie tylko



Co Ty wiesz o błyskawicach?

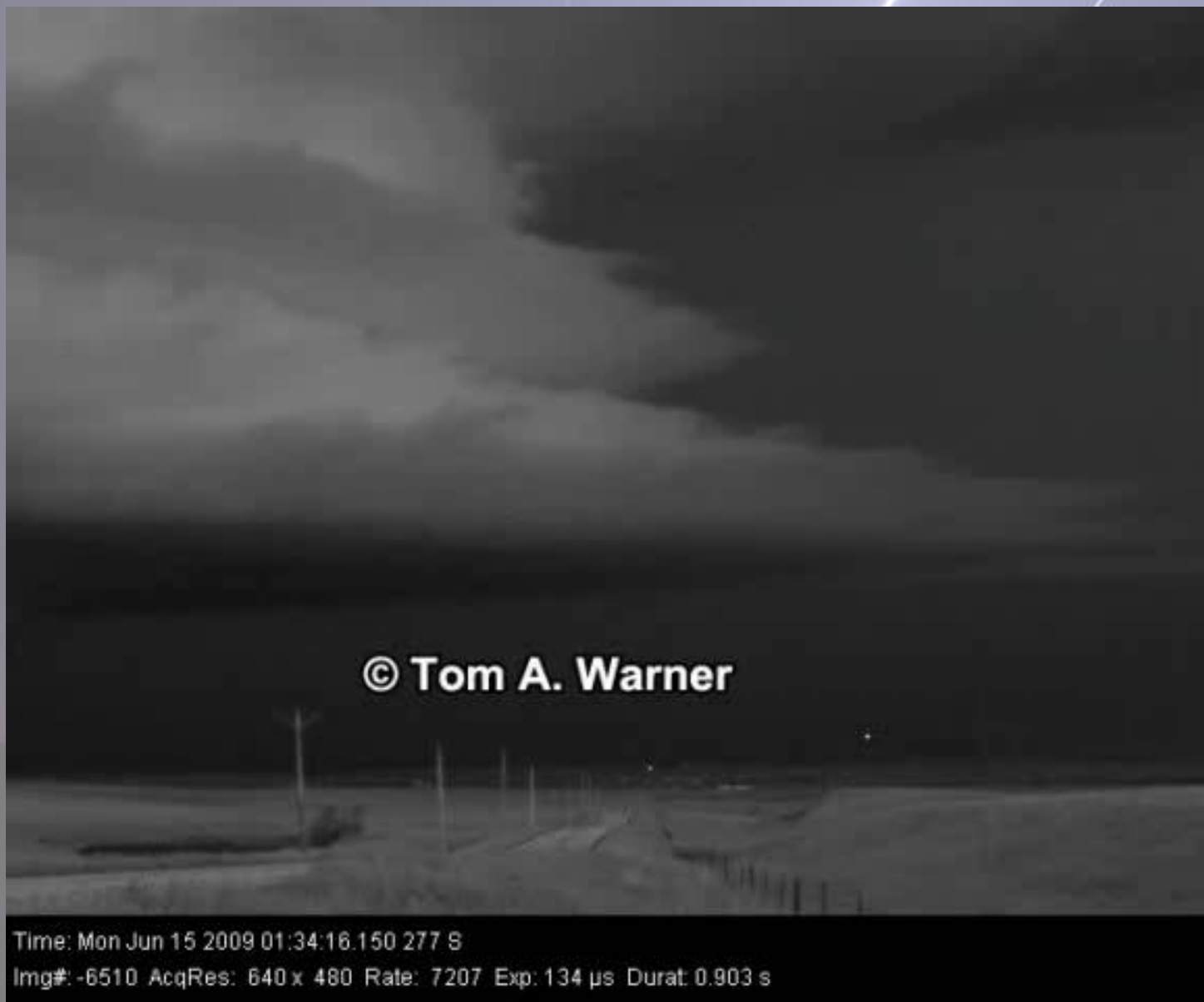


© Tom A. Warner

Time: Wed Jun 23 2010 02:08:45 877 527.00 S

Img#: -742 AcqRes: 640 x 480 Rate: 1000 Exp: 997 μ s Durat: 0.521 s

Co Ty wiesz o błyskawicach?

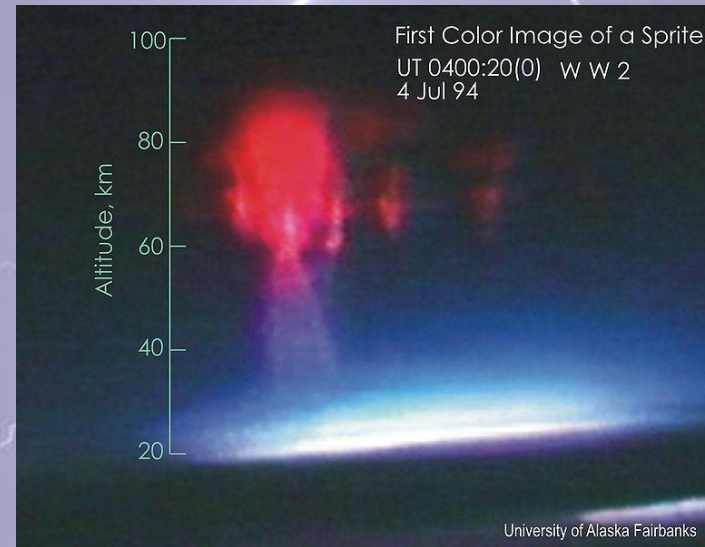
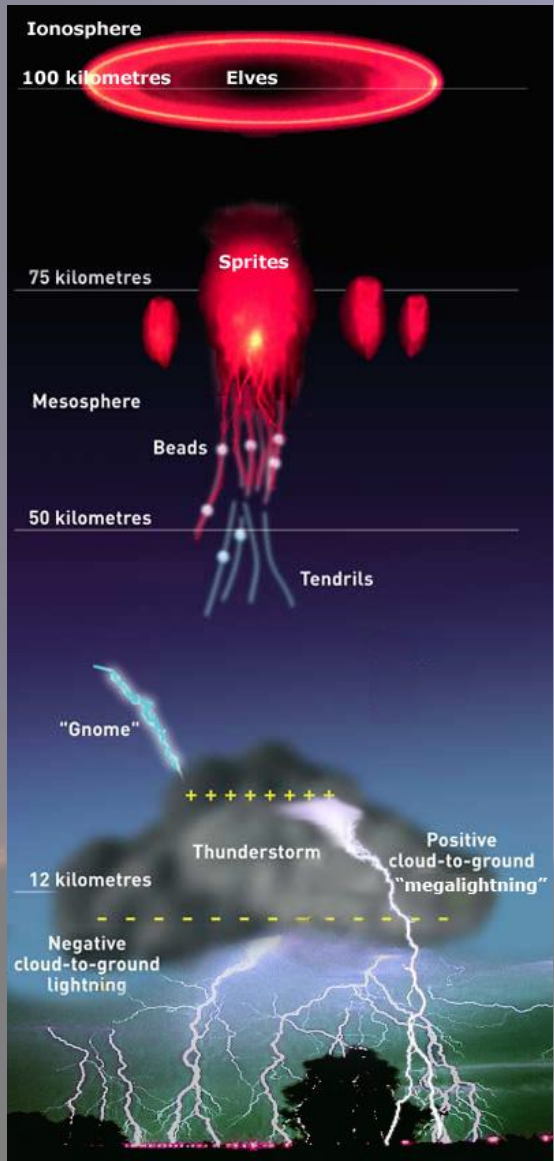


© Tom A. Warner

Time: Mon Jun 15 2009 01:34:16.150 277 S

Img#: -6510 AcqRes: 640 x 480 Rate: 7207 Exp: 134 μ s Durat: 0.903 s

Duchy, Elfy, Gnomy...



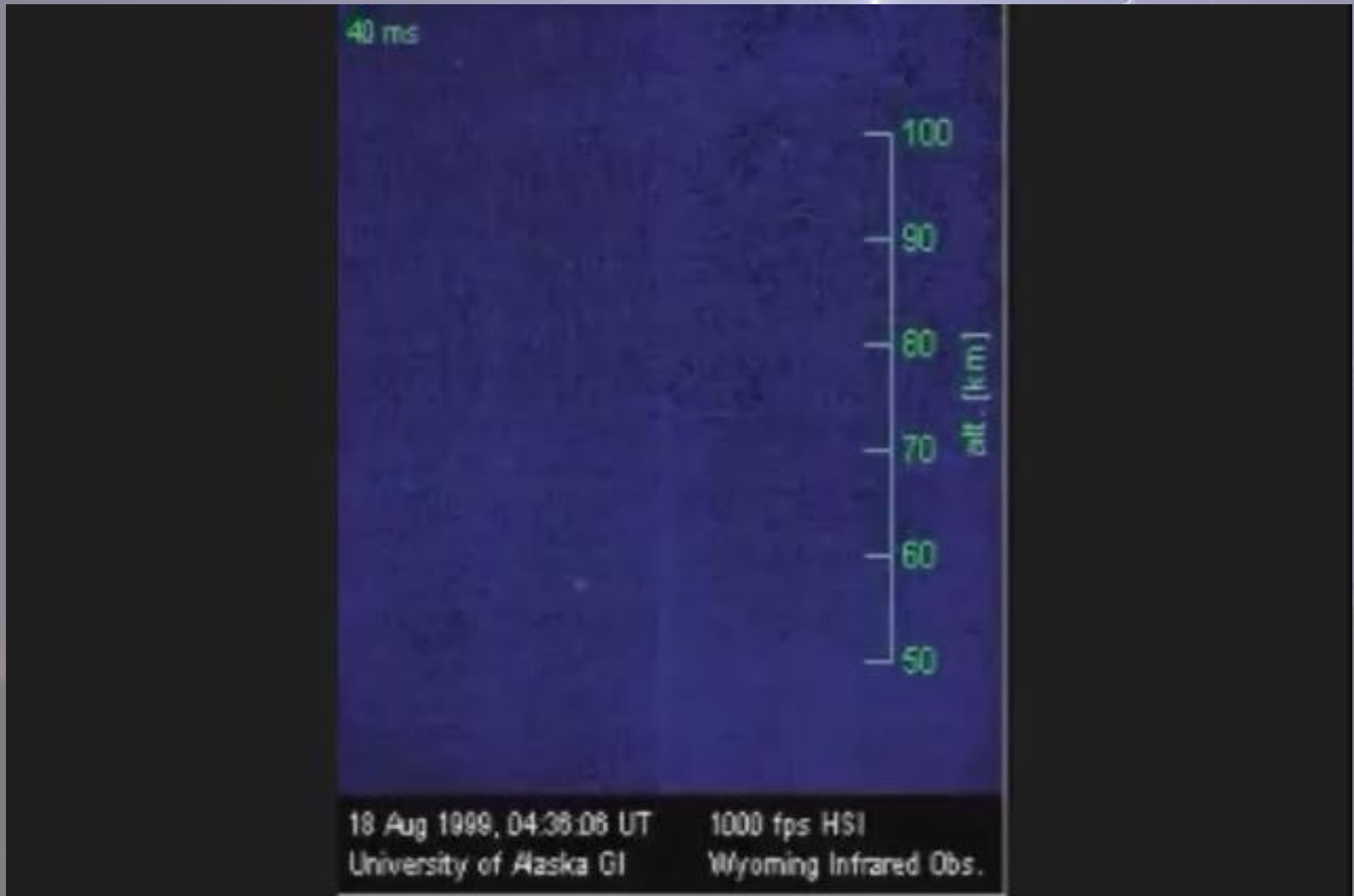
pierwszy został sfotografowany 6 lipca 1989 r.

widoczne ponad chmurami burzowymi

trwają niezwykle krótko

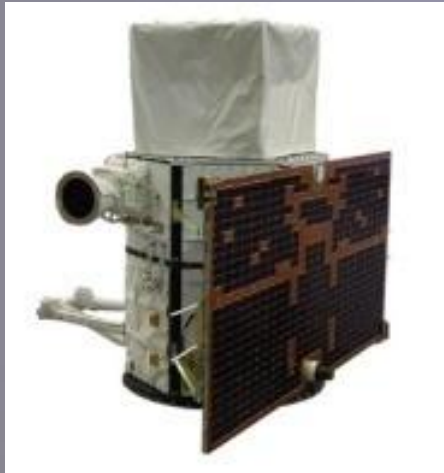
obserwowane parę milisekund po błyskawicy

Duchy



Duchy

Nowe instrumenty



AGILE (Astro-rivelatore Gamma a Immagini LEggero)

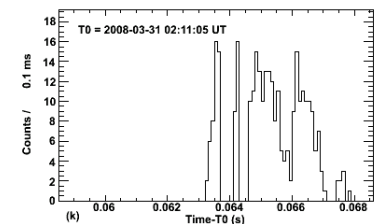
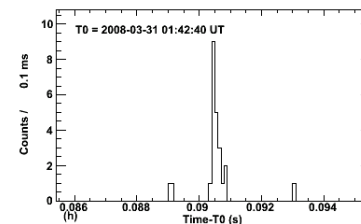
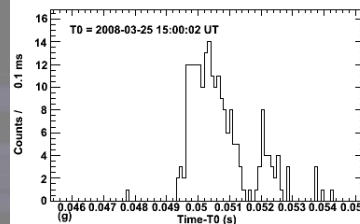
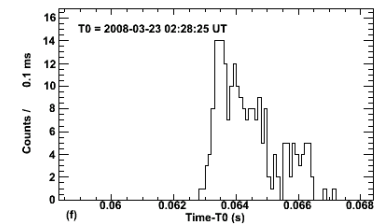
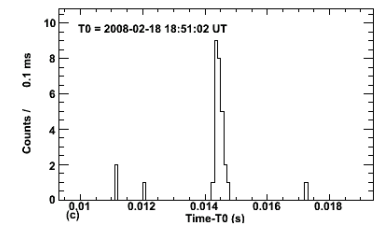
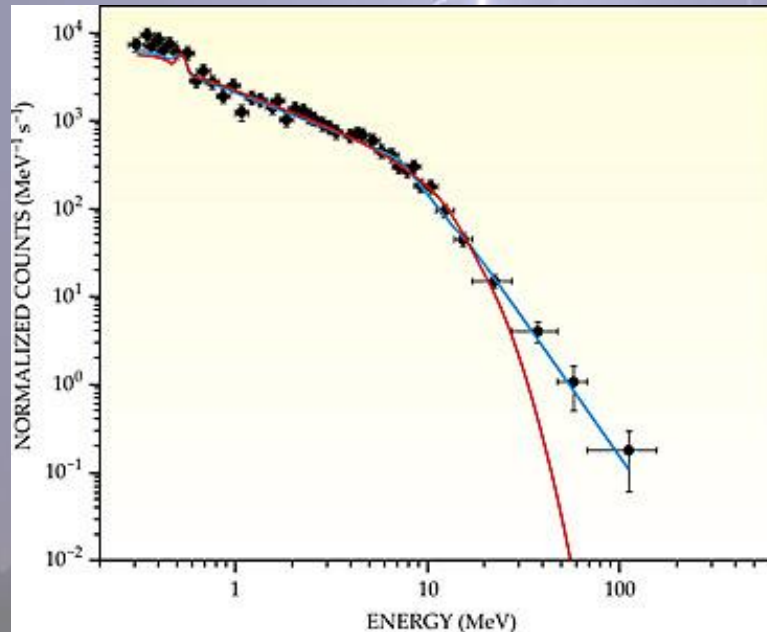
teleskop gamma (30 MeV- 30 GeV)

teleskop twardego promieniowania rentgenowskiego (18-60 keV) o dużym polu widzenia (1-2.5 sr)

rejestruje ~ 10 TGF/miesiąc

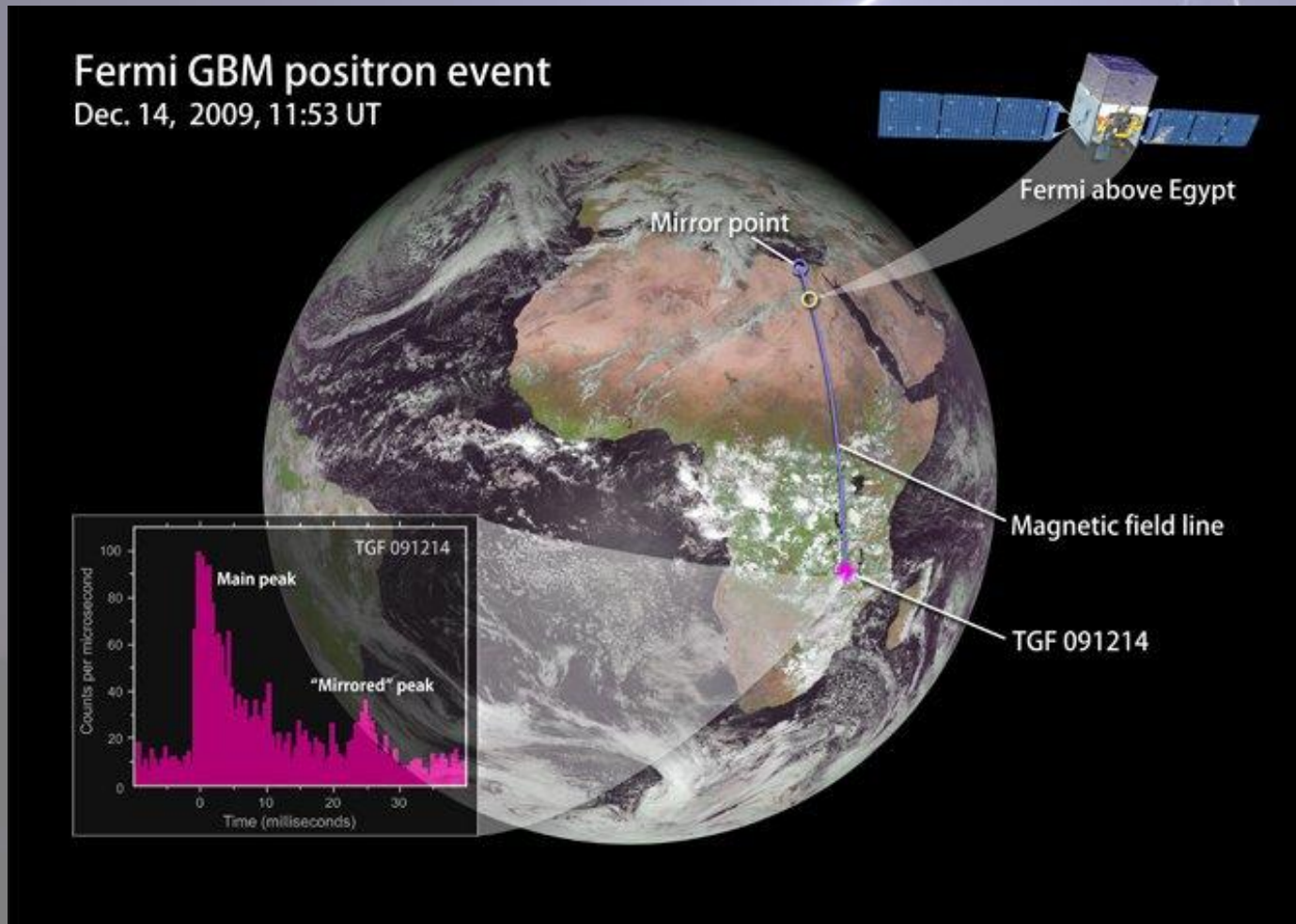
obserwacje AGILE są zgodne ze zjawiskami rejestrowanymi przez RHESSI

widmo wykazuje odstępstwo od widma uciekających elektronów (powyżej 40 MeV)

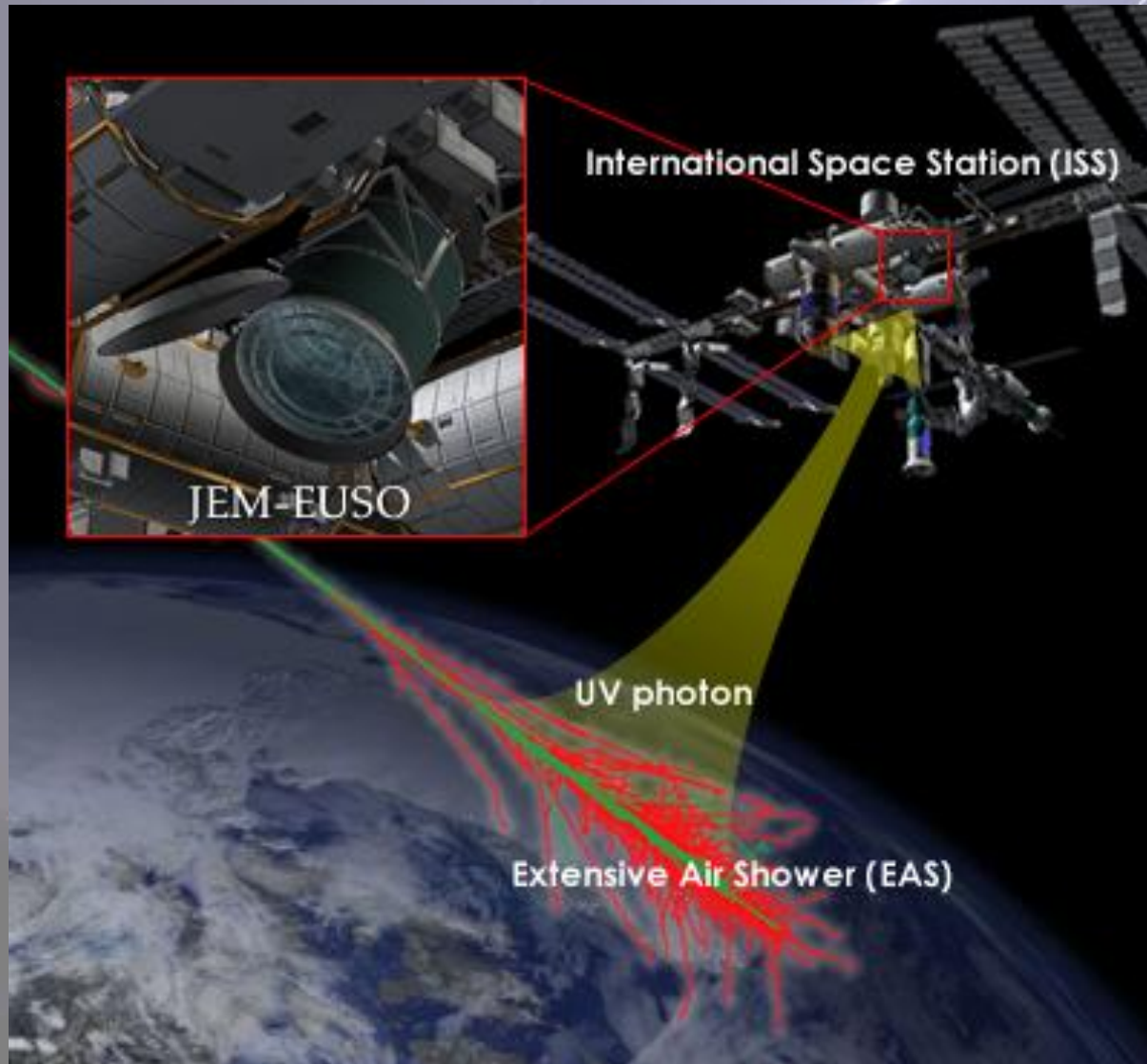


Nowe instrumenty

Fermi Gamma Ray Space Telescope i nowe odkrycie: pozytony



Nowe instrumenty





Wniosek?

Żyjemy w ciekawych czasach...