

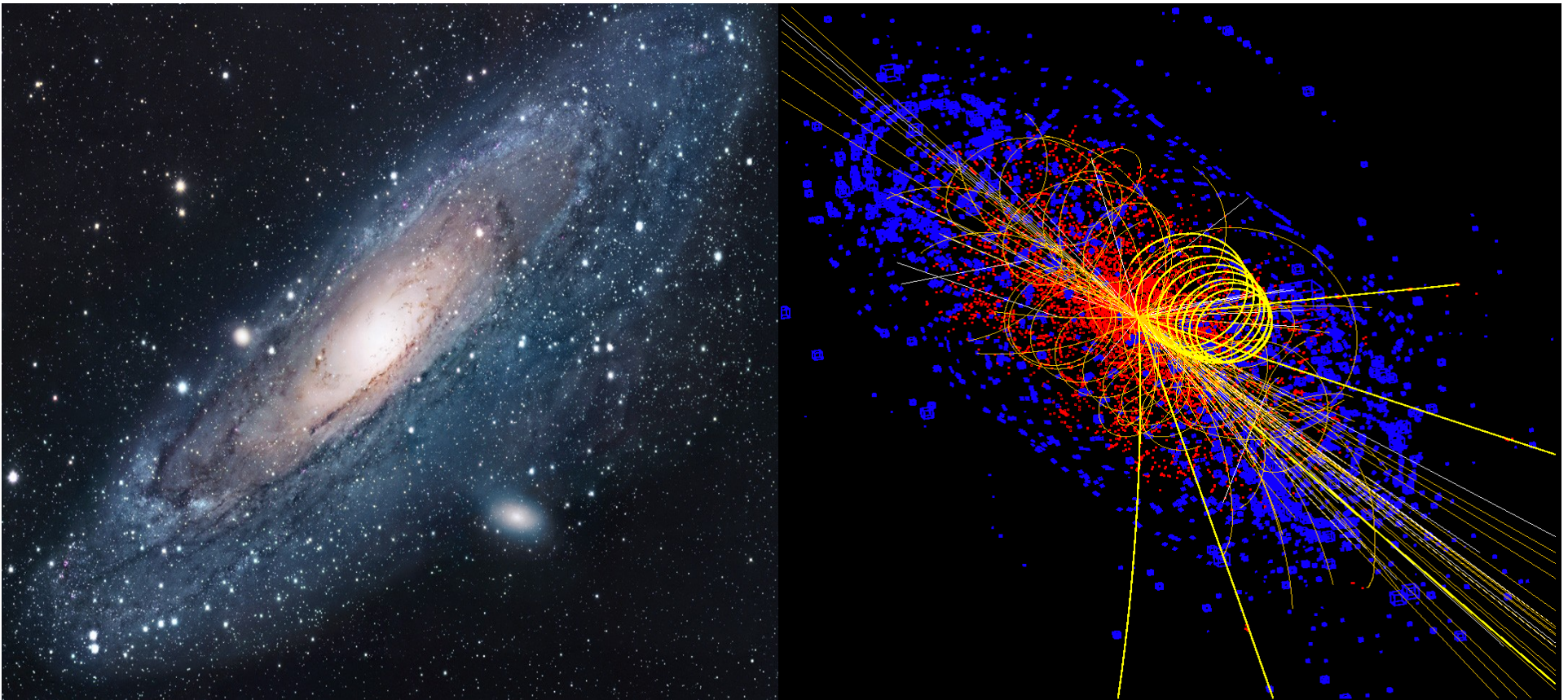
Kosmické záření a Observatoř Pierre Augera

Radomír Šmída

Fyzikální ústav AV ČR

smida@fzu.cz





Kosmické záření (KZ)

Co je to kosmické záření?

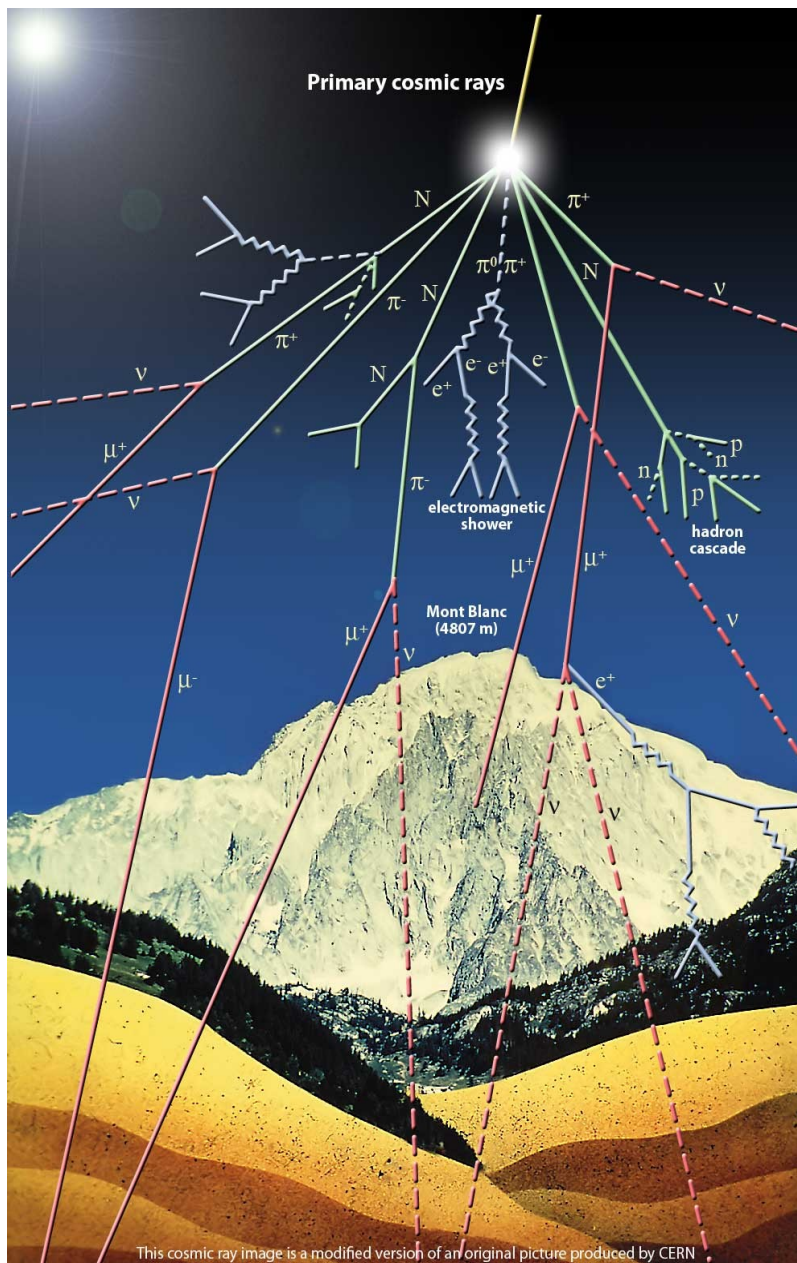
- Nabité částice neustále bombardují Zemi (98% tvoří protony a atomová jádra)
- Dělí se na: **PRIMÁRNÍ** (přilétá z vesmíru)

SEKUNDÁRNÍ
(vzniká až zde
v atmosféře)

- neviditelné ionizující záření
- asi 300 částic prolétne m^2 za jednu vteřinu



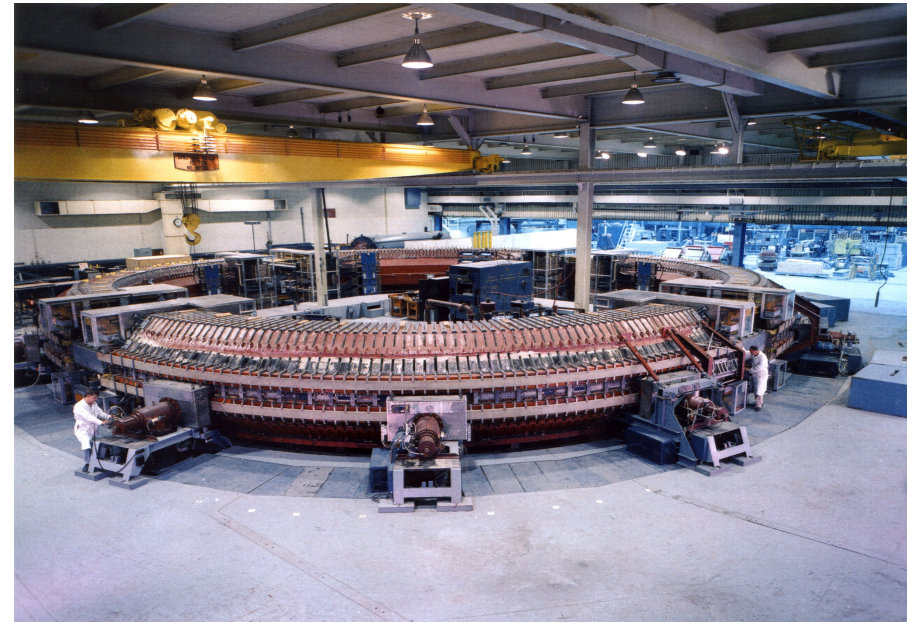
Atmosférické spršky



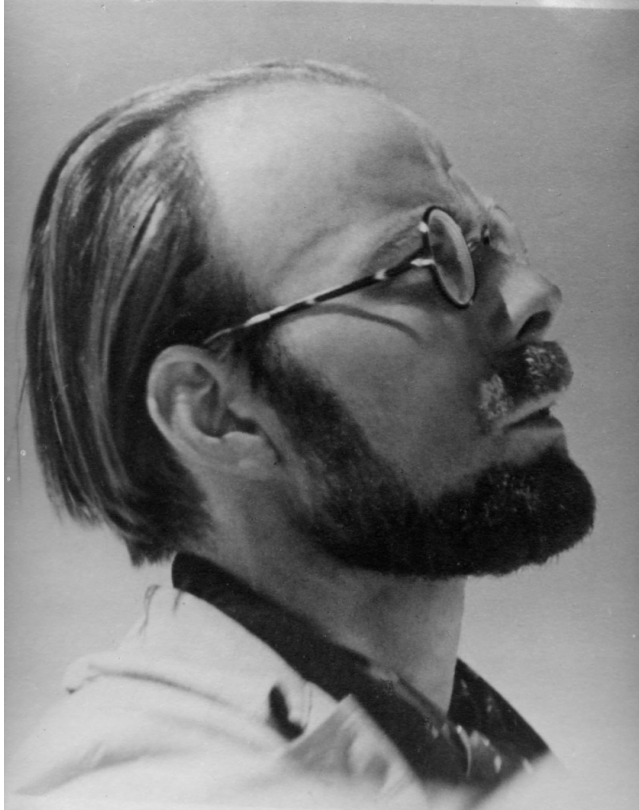
- Primární částice neprojde atmosférou
- Mnohonásobné srážky v atmosféře
- Vzniká až **miliarda** sekundárních částic
- Známé částice (elektrony, nukleony)
- Objev nových částic

Sekundární kosmické záření ^{5/29}

- Důležitá úloha v historii částicové fyziky
- Zdroj vysoceenergetických částic
- 1953 první urychlovač Cosmotron
- Objevy nových částic: miony, piony, kaony...
- Objev **antihmoty** (1932 positron: antičástice elektronu)



Pierre Victor Auger



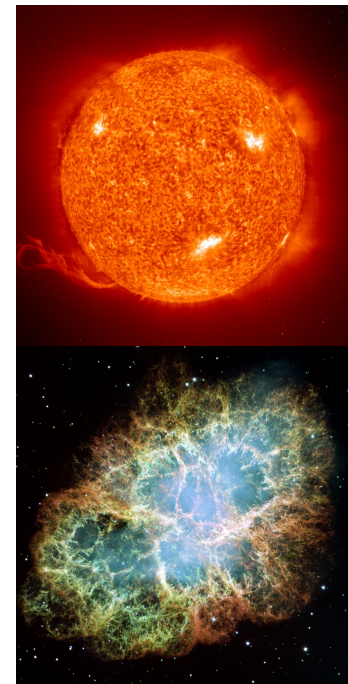
- Francouzský fyzik
- Objev atmosférických spršek v roce 1939
- Primární částice mají energie milión GeV (10^{15} eV)!
- Tehdejší urychlovače 10 MeV (10^7 eV)
- LHC: 7 TeV = 7×10^{12} eV

Energie primárních částic

- částice ze Slunce do 10^{10} eV
- galaktické KZ do 10^{18} eV
- extragalaktické KZ nad 10^{18} eV
- Prudký pokles toku částic kosmického záření s energií:

Desetinásobný nárůst energie vede k tisícinásobnému poklesu toku částic!

Např. 10^{15} eV $1/\text{m}^2/\text{yr}$, 10^{18} eV $1/\text{km}^2/\text{yr}$



Rekordní energie

Americký experiment Fly's Eye
15. 10. 1991 energie 3.2×10^{20} eV

Japonský experiment AGASA
3. 11. 1993 energie 2.1×10^{20} eV

Při těchto energiích dopadá pouze
jedna částice na 1000 km^2 za století!

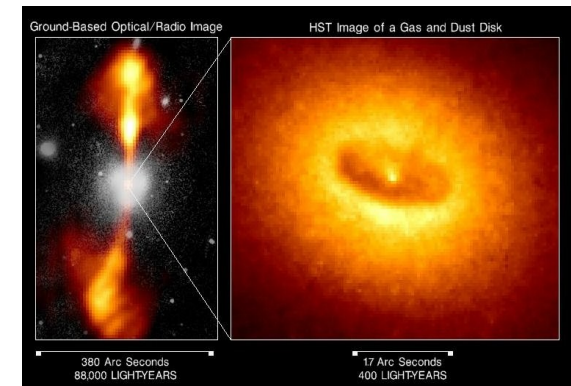
Odkud přicházejí?

➤ Urychlování v astronomických objektech?

→ aktivní galaktická jádra

→ výtrysky rádiových galaxií

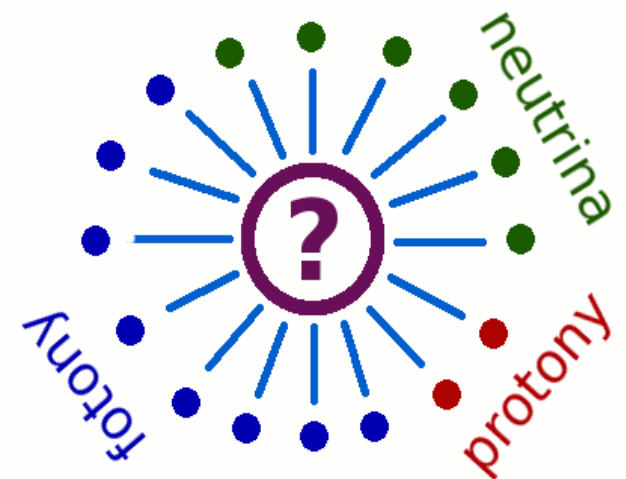
→ magnetary



➤ Anebo rozpady dosud neznámé temné hmoty?

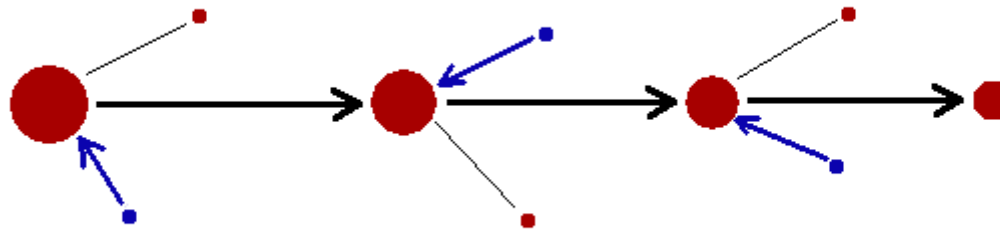
→ pozůstatky Velkého třesku?

→ obrovská hmotnost 10^{24} eV



Z jaké dálky přilétají?

- "moře" reliktního záření (2.7 K)
- pozůstatek Velkého třesku
- Kosmické částice s ním interagují. Každou interakcí ztratí část své energie.



- Po prolétnutí vzdálenosti 100 Mpc klesne energie pod 4×10^{19} eV
- Mohou přilétat jen z "blízkého" okolí!

Není to astronomie :-)

- Astronomie je pozorování zdrojů neutrálních částic

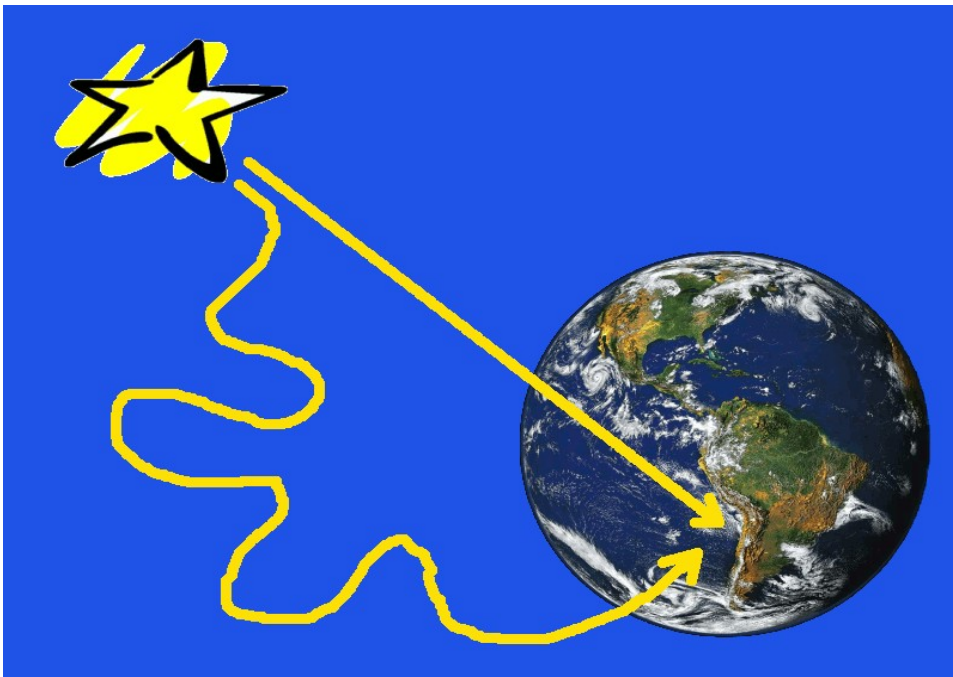


- světlo, rádiové a rentgenové záření (fotony s různými energiemi)

Pohyb nabité částice

- Elektický náboj
- Hybnost částice
- Magnetické pole

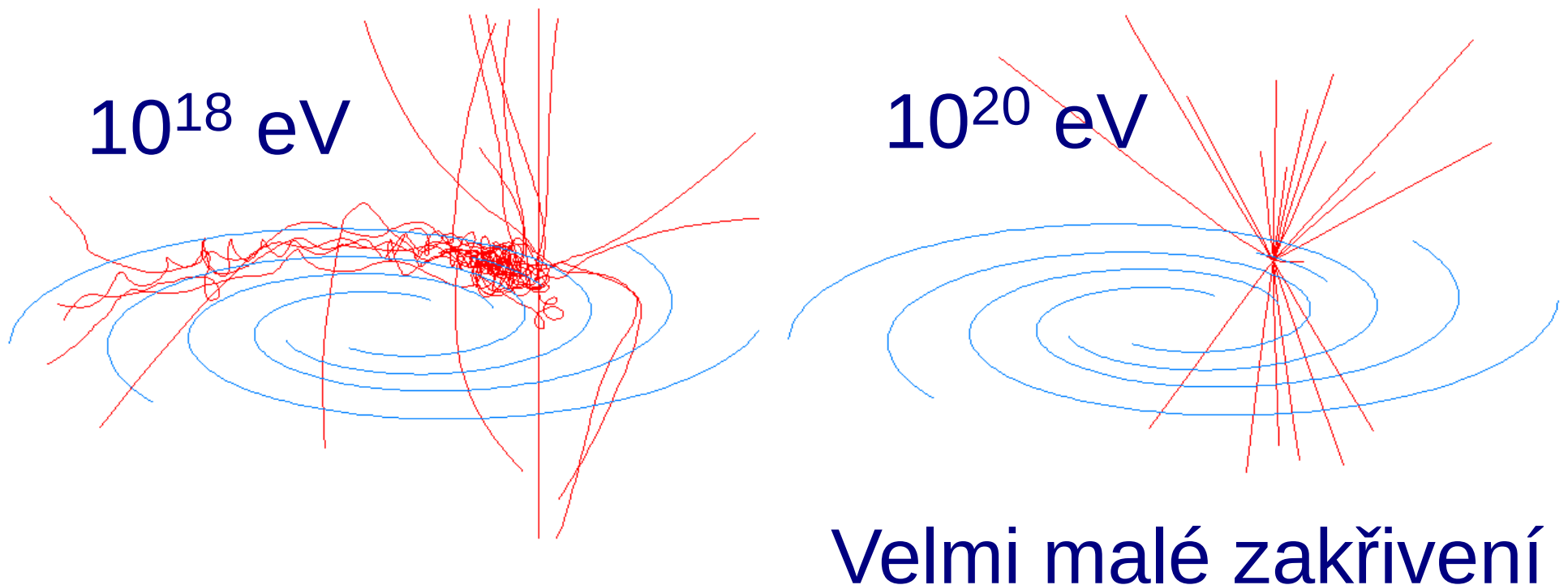
Lorentzova síla



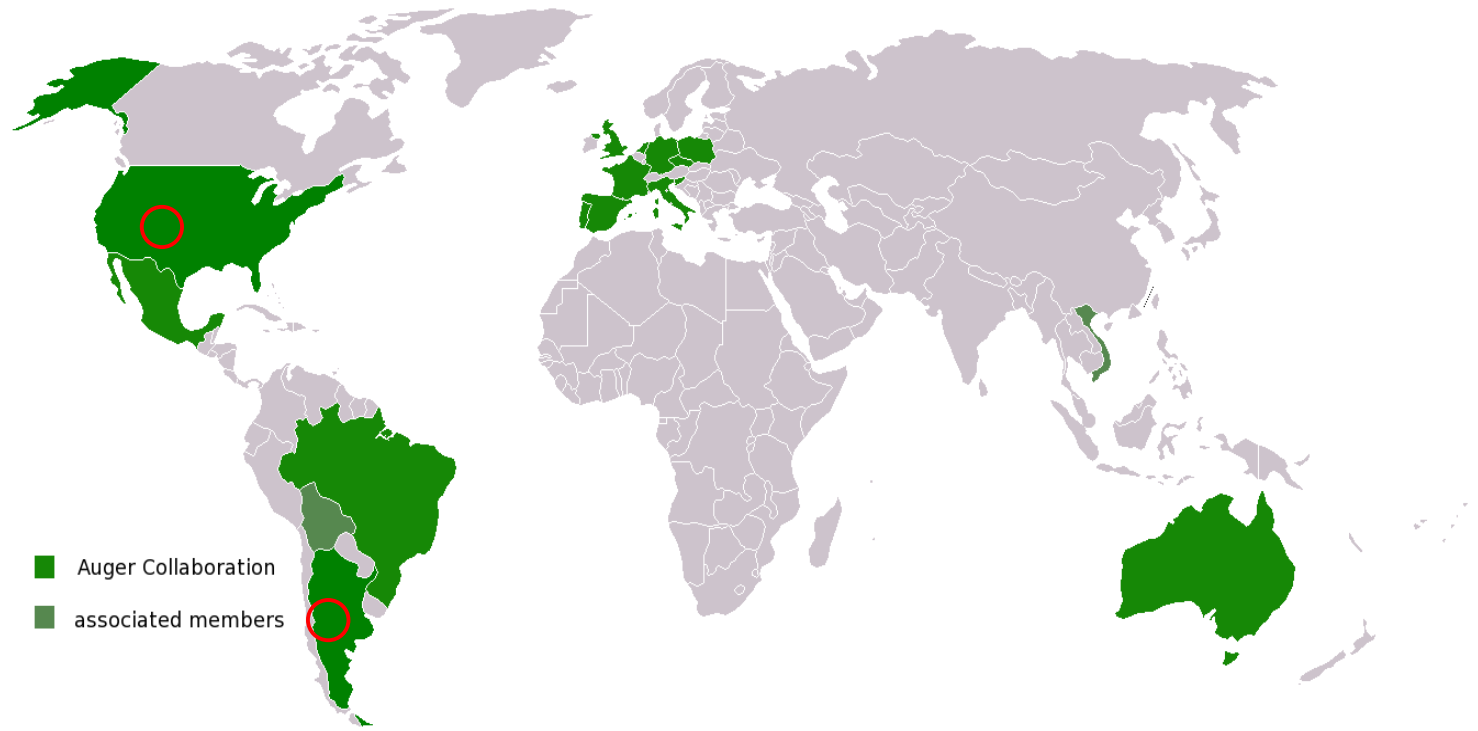
Přilétávající částice
nemíří ke svému
zdroji :-)

Velikost zakřivení klesá

- s nábojem částice
- s její hybností (nebo-li kinetickou energií)

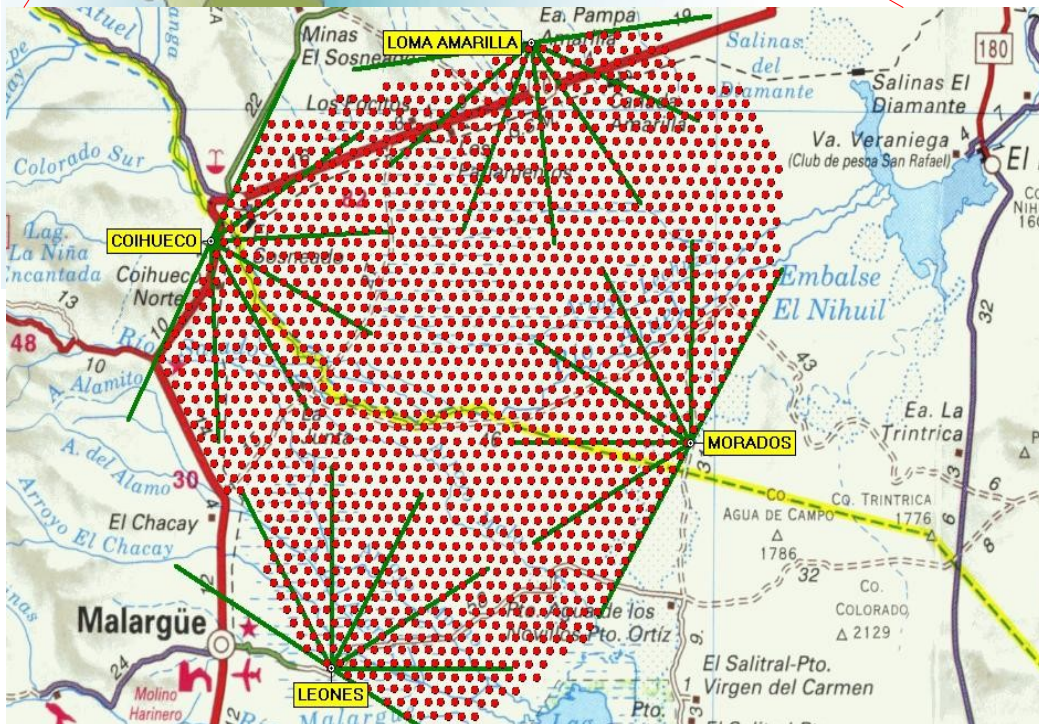


Observatoř Pierra Augera



Argentina

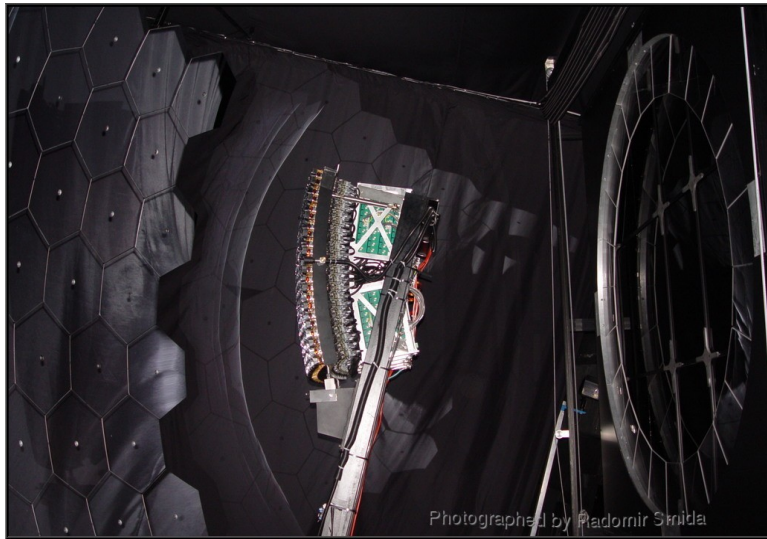
- plocha 3000 km²
- 1400 m. n. m.



Pampa pod Andami



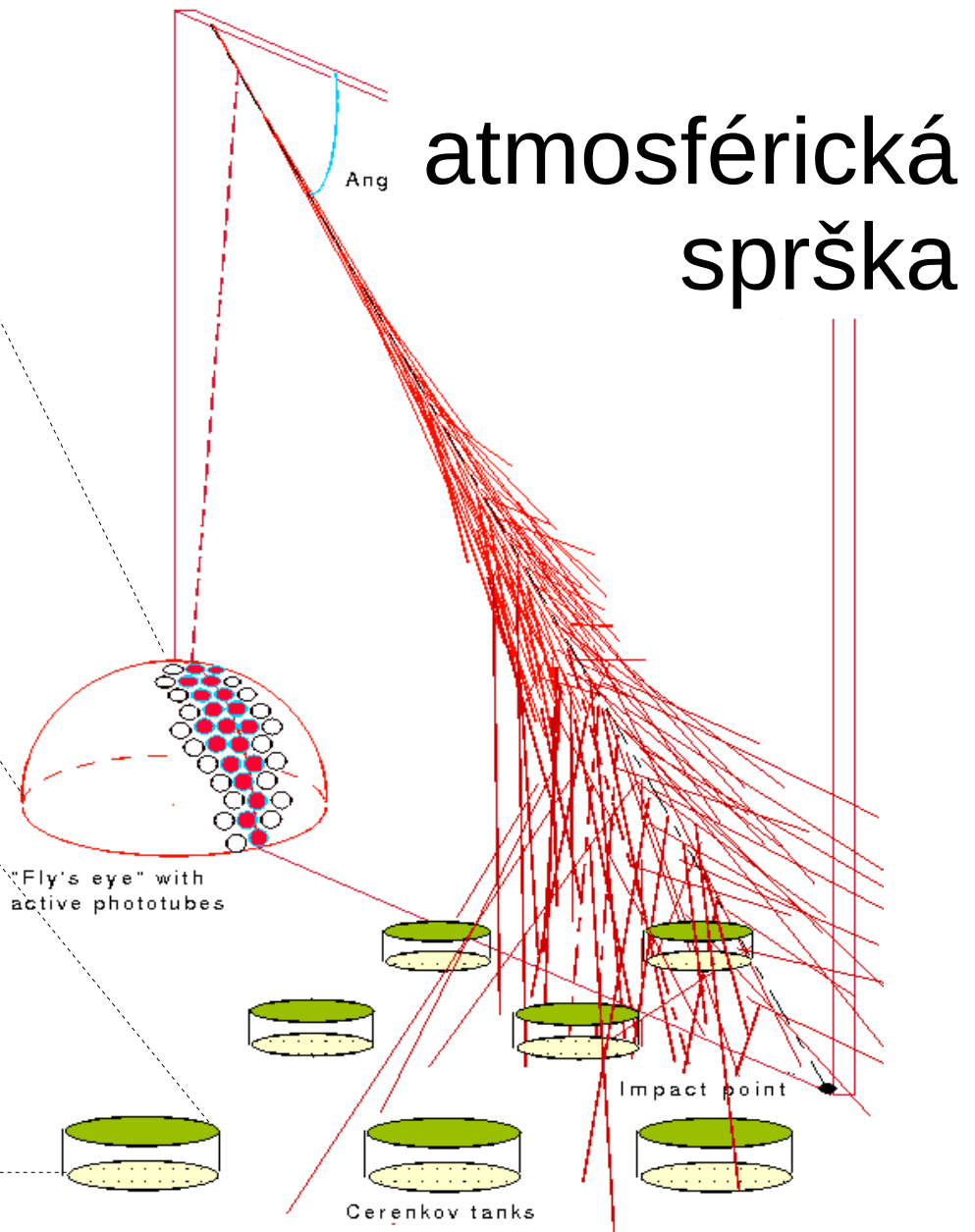
Hybridní detekce



fluorescenční teleskop



povrchový detektor



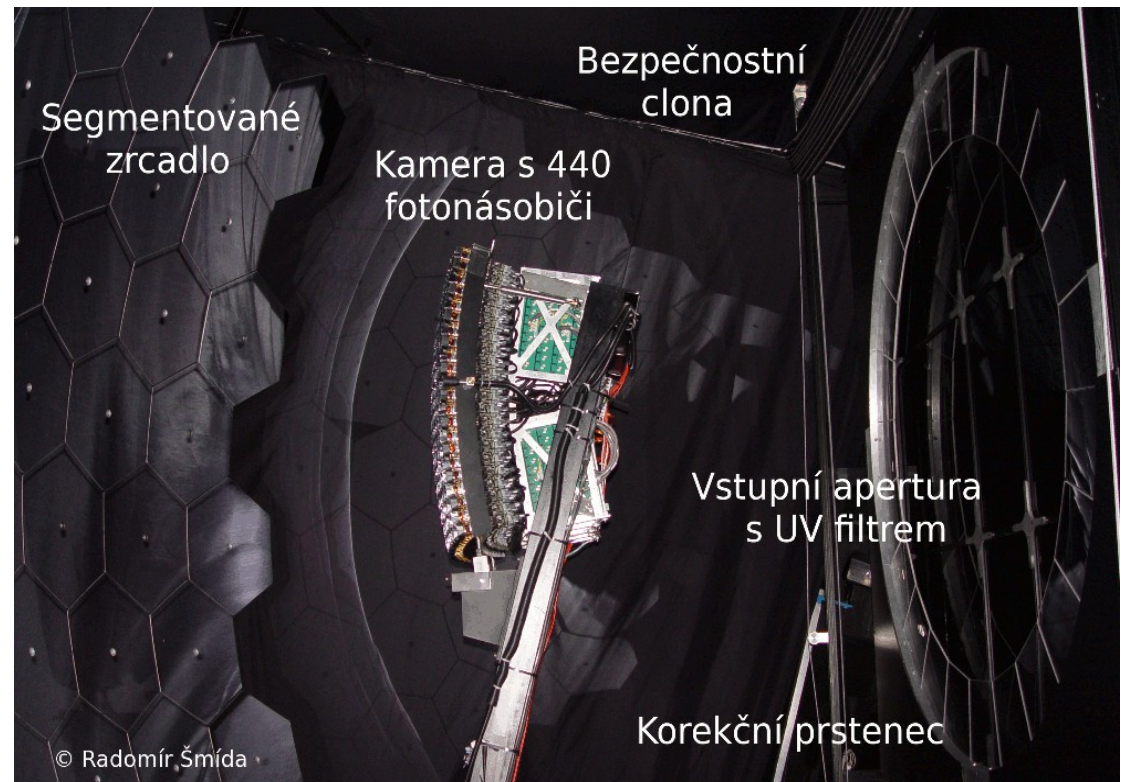
Povrchový detektor

- 1600 plastových sudů naplněných vodou
- rozmístěné pravidelně 1.5 km od sebe
- měří bez přerušení a jsou plně samostatné



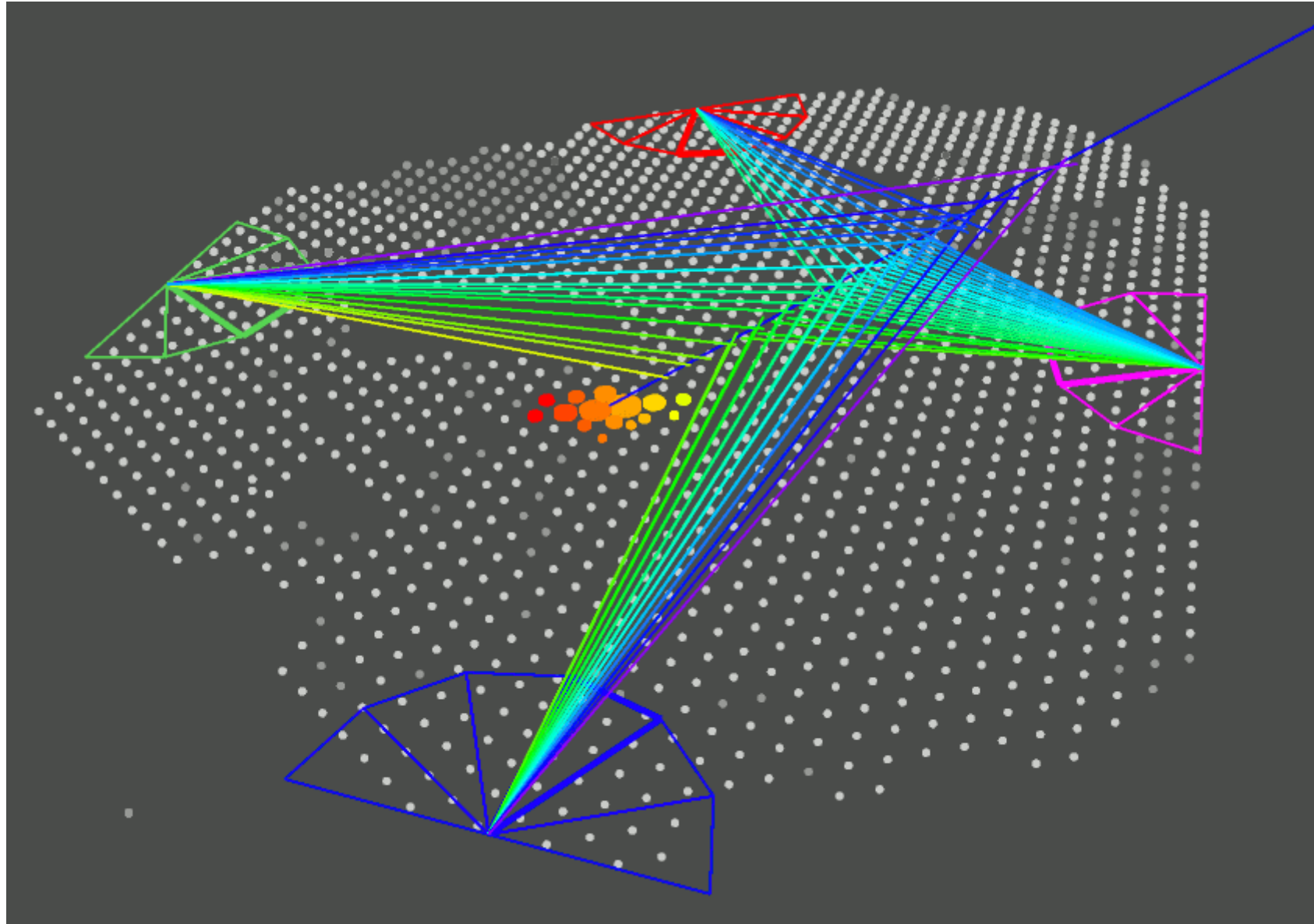
Fluorescenční teleskopy

- pozorování rozvoje spršky během jasných a bezměsíčných nocí
- UV světlo (300 - 400 nm)
- Přesné určení energie



AUGER Quattro

20/29

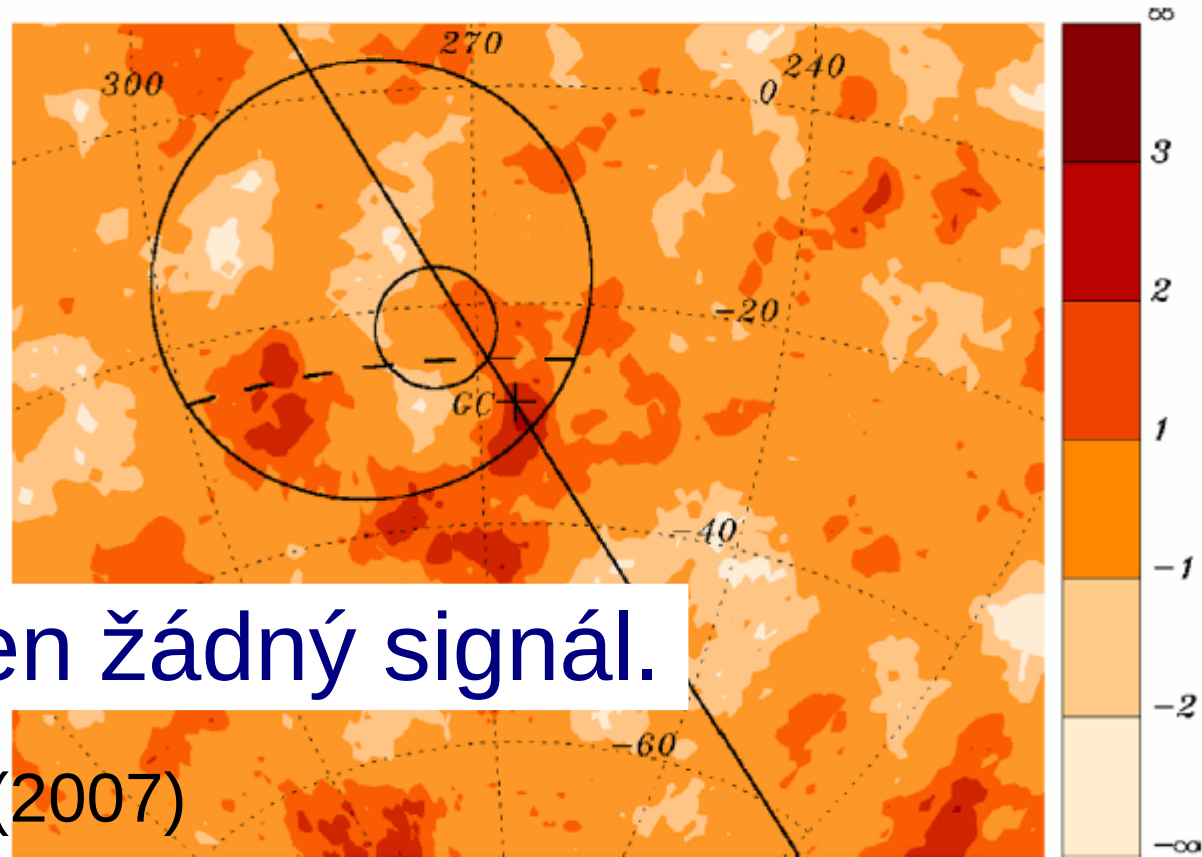


Šťavnaté výsledky

21/29



Galaktické centrum

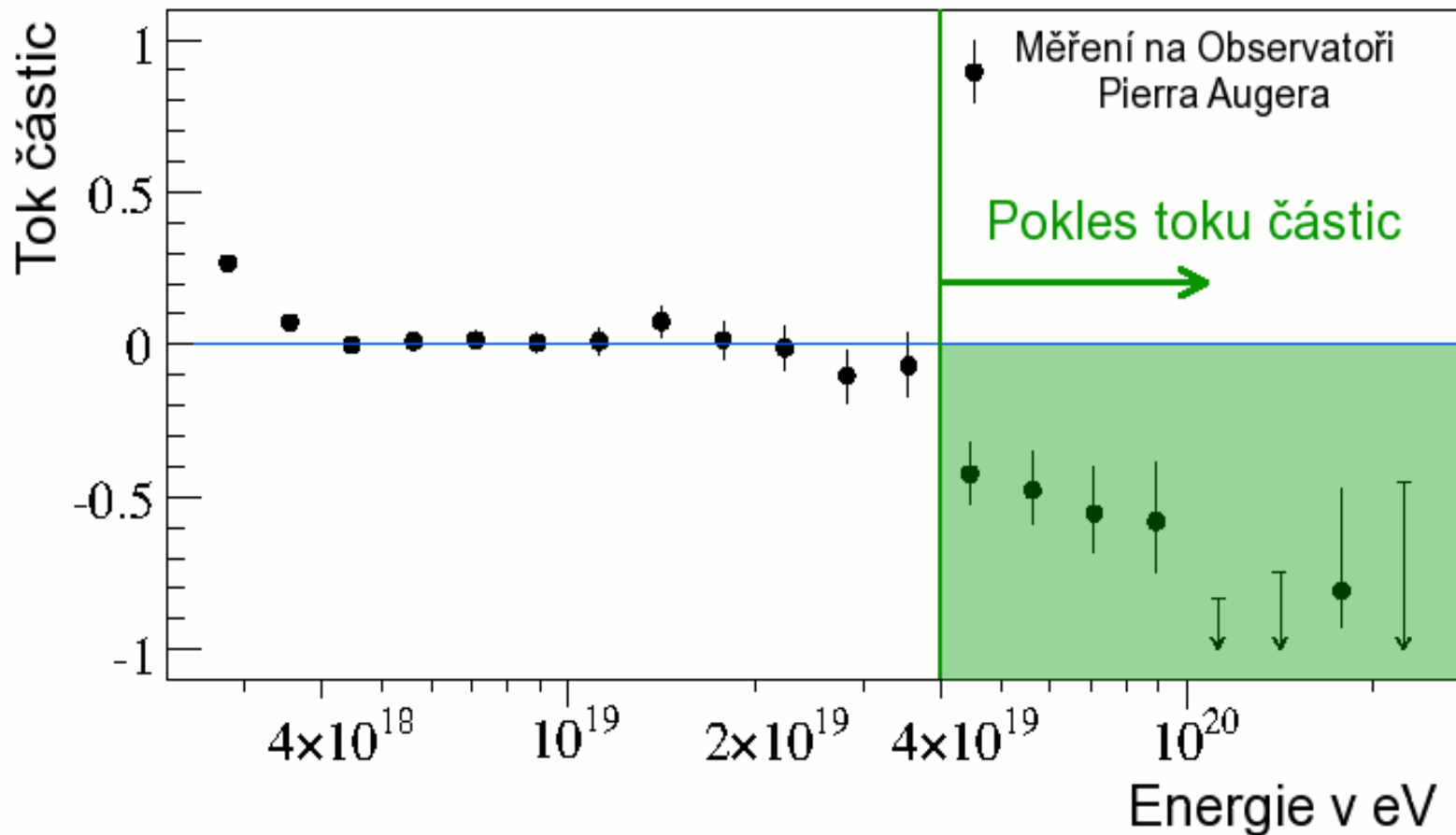


Nepotvrzen žádný signál.

APh 27, 244 (2007)



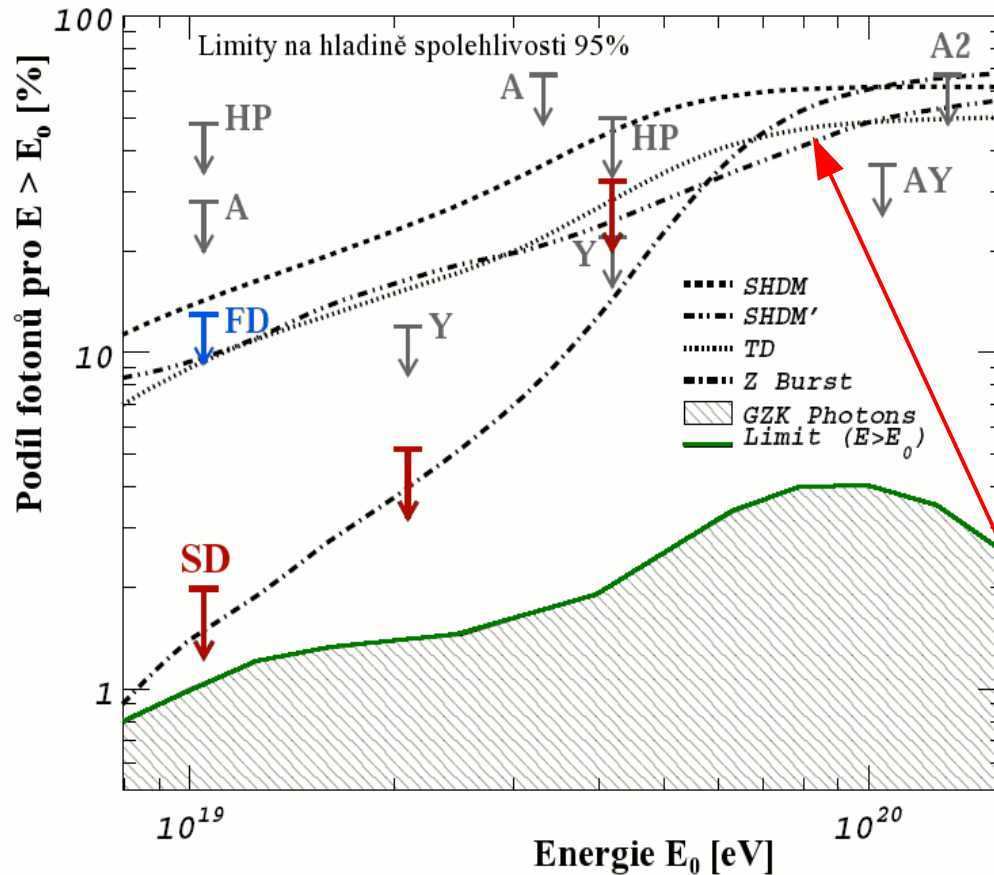
Spektrum kosmického záření 23/29



Pokles toku částic nad 4×10^{19} eV.

Potvrzení fyzikálních předpovědí.

Limit na podíl fotonů



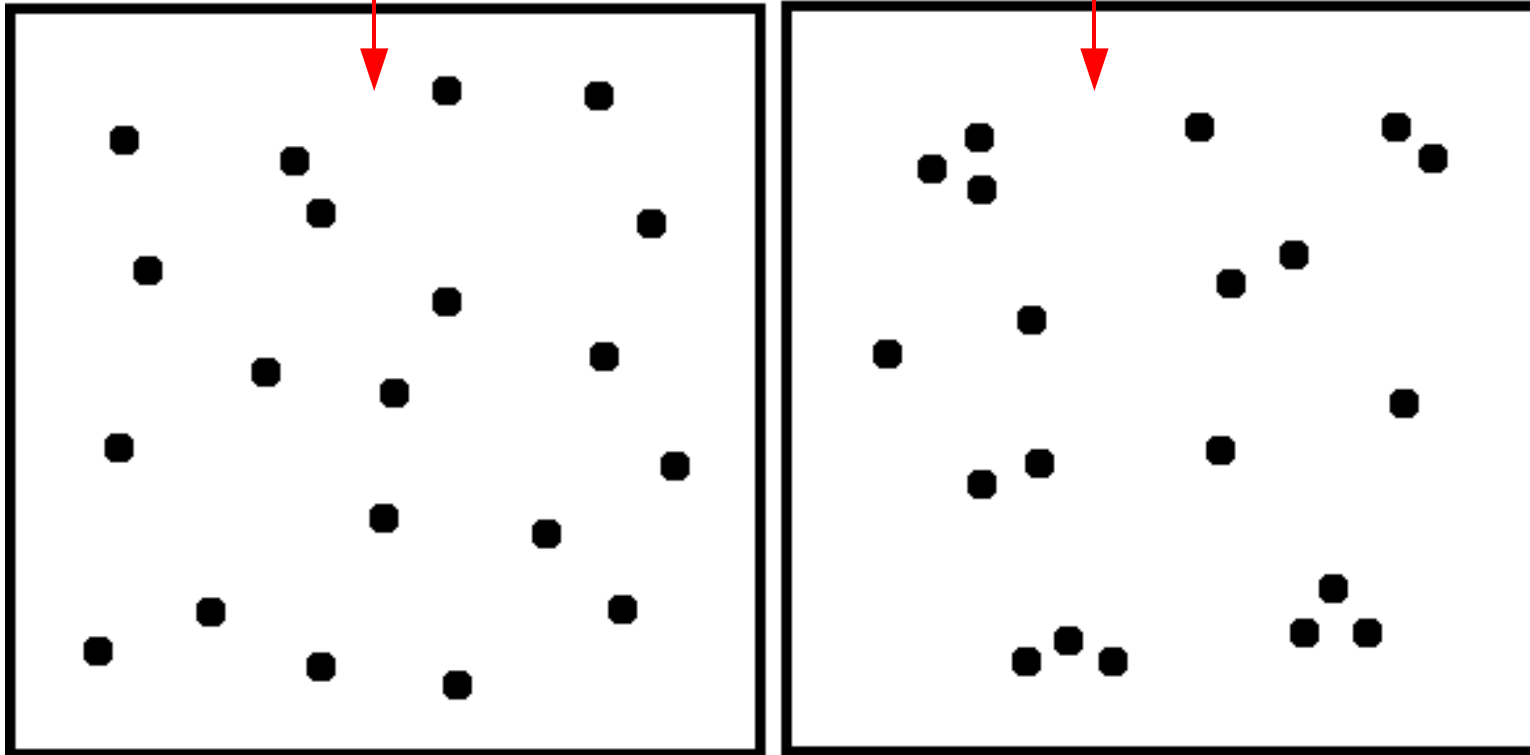
- Zatím nebyl pozorován žádný vysoceenergetický foton.
- Byly vyvráceny předpovědi spousty exotických teorií

Největší výsledek

25/29



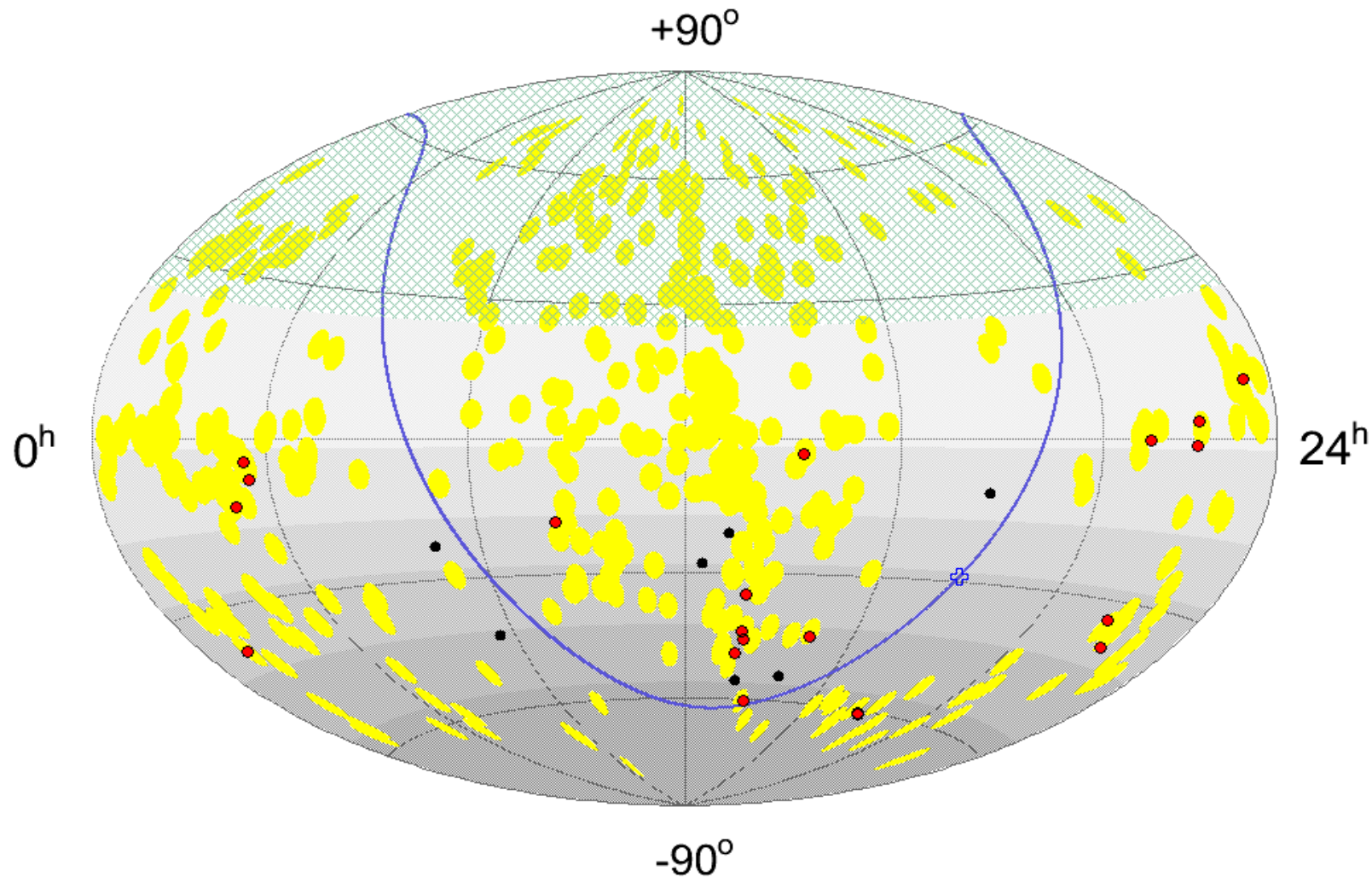
Izotropie a anizotropie



- Jsou body rozmístěny náhodně?
- Pro složitější případy používáme statistické testy.

Pozorované směry příletů

27/29



- 20 z 27 částic s energiemi nad 5.7×10^{19} eV dopadly blíže než 3.1 stupňů od pozice AGN

Science 318, 938 (2007) & APh 29, 188 (2008)

Correo Argentino



Pozorujeme dál...

