

Kozmičke gama-zrake elektromagnetski valovi iz svemira

Dario Hrupec
Institut Ruđer Bošković, Zagreb

Dan za **znanost**, Gimnazija "Fran Galović", Koprivnica
31. svibnja, 2014.

UVOD: što je znanost?

UVOD: što je znanost?

scientia = znanje

sustavna djelatnost prikupljanja i organiziranja znanja u obliku provjerljivih objašnjenja i predviđanja o svijetu

(1) provjerljivost, (2) ponovljivost, (3) predvidljivost

znanstvena metoda je skup postupaka za istraživanje prirodnih pojava i prikupljanje novih znanja te za ispravljanje i povezivanje prethodnih znanja

UVOD: što je teorija/model?

dosljedni skup ideja
koji objašnjava skup činjenica i
koji je izdržao falsifikabilna predviđanja

činjenica – svakome dostupno
empirijsko opažanje

UVOD: veza modela s hipotezom i sa zakonom

hipoteza → teorija/model → zakon

hipoteza – zamišljena ali provjerljiva
spekulacija koja bi mogla objasniti neke
činjenice

zakon – teorija/model koji je izdržao
nebrojene nemilosrdne provjere

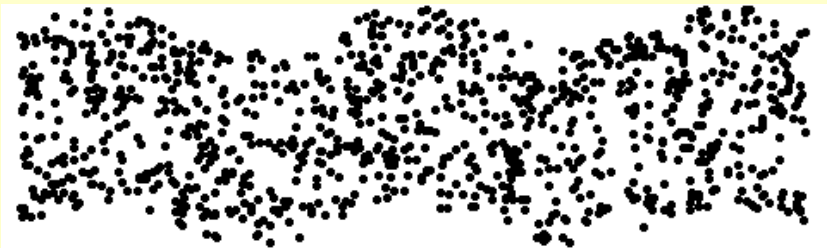
UVOD: kako nastaje znanstveni model?

- (1) postavljanje **pitanja** o nekoj pojavi
- (2) zamišljanje mogućeg objašnjenja
(postavljanje **hipoteze**)
- (3) provjeravanje hipoteze
odgovarajućim **eksperimentom**
- (4) **modificiranje** hipoteze
- (5) **ponovno** provjeravanje
(modificirane) hipoteze

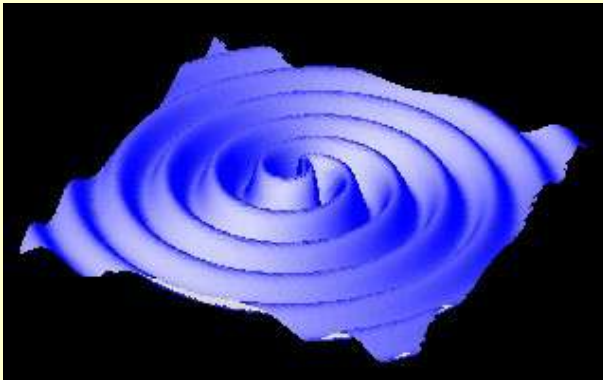
što je val?

poremećaj koji se širi kroz prostor (i prenosi energiju)

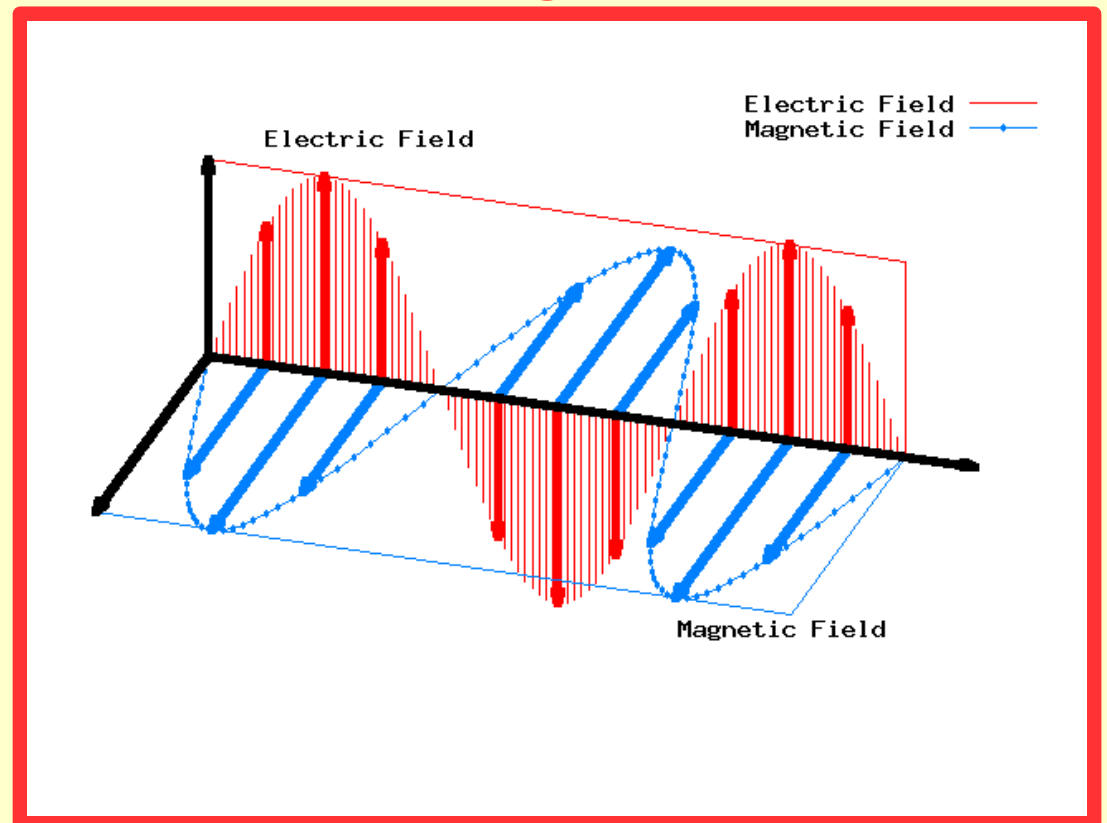
mehanički val



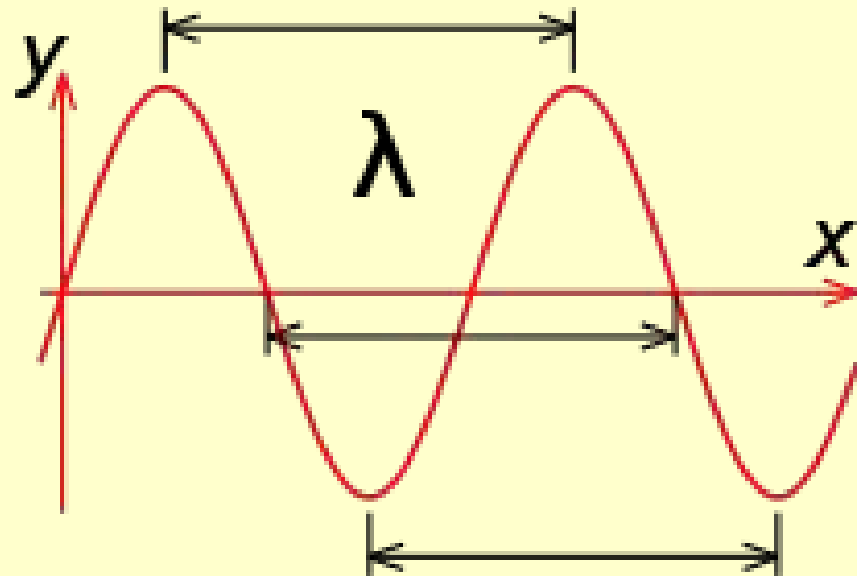
gravitacijski val



elektromagnetski val

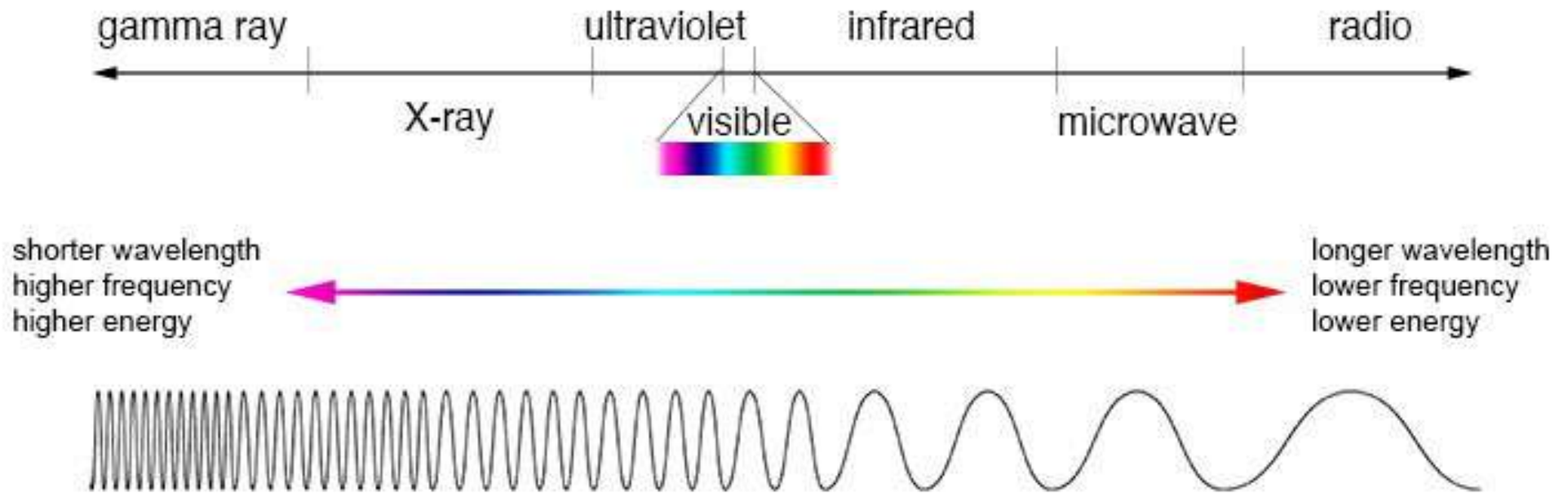


malí matematički opis EM vala



$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

elektromagnetski spektar



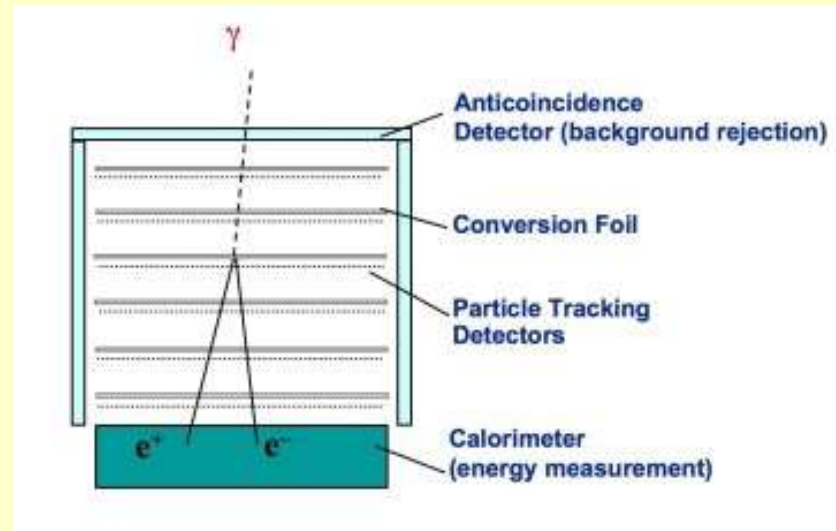
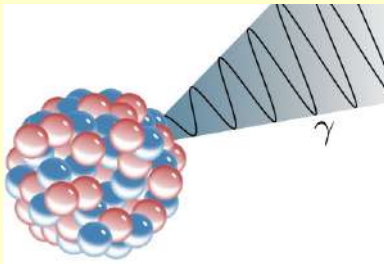
podjela elektromagnetskog spektra

Region	Energy	Wavelength
γ-ray	$E > 100 \text{ keV}$ Precisely, $E > m_e c^2 = 511 \text{ keV}$	$\lambda < 1 \text{ pm}$ Precisely, $\lambda < \lambda_{\text{COMPTON}}^e = 2.43 \text{ pm}$
X-ray	$100 \text{ eV} < E < 100 \text{ keV}$	$1 \text{ pm} < \lambda < 10 \text{ nm}$
ultraviolet	$10 \text{ eV} < E < 100 \text{ eV}$	$10 \text{ nm} < \lambda < 100 \text{ nm}$
visible	$1 \text{ eV} < E < 10 \text{ eV}$ Precisely, $1.7 \text{ eV} < E < 3.2 \text{ eV}$	$100 \text{ nm} < \lambda < 1 \mu\text{m}$ Precisely, $380 \text{ nm} < \lambda < 750 \text{ nm}$
infrared	$1 \text{ meV} < E < 1 \text{ eV}$	$1 \mu\text{m} < \lambda < 1 \text{ mm}$
microwave	$0.1 \mu\text{eV} < E < 1 \text{ meV}$	$1 \text{ mm} < \lambda < 10 \text{ cm}$
radio	$E < 0.1 \mu\text{eV}$	$\lambda > 10 \text{ cm}$

Region	Energy
LE/ME	$100 \text{ keV} < E < 100 \text{ MeV}$
HE	$100 \text{ MeV} < E < 100 \text{ GeV}$
VHE	$100 \text{ GeV} < E < 100 \text{ TeV}$
UHE	$100 \text{ TeV} < E < 100 \text{ PeV}$
EHE	$E > 100 \text{ PeV}$

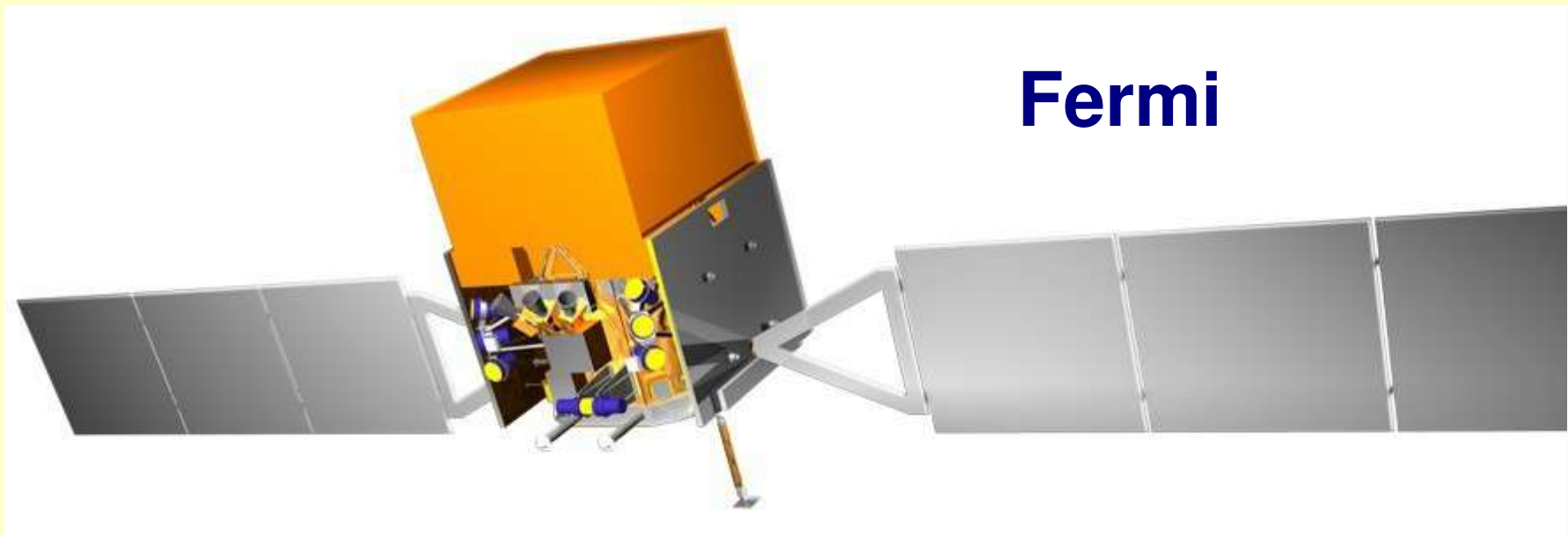
gama-zrake nižih energija

- od 100 keV do 100 MeV
- zemaljski izvori
- laboratorijski detektori



gama-zrake srednjih energija

- od 100 MeV do 100 GeV
- kozmički izvori
- satelitski detektori



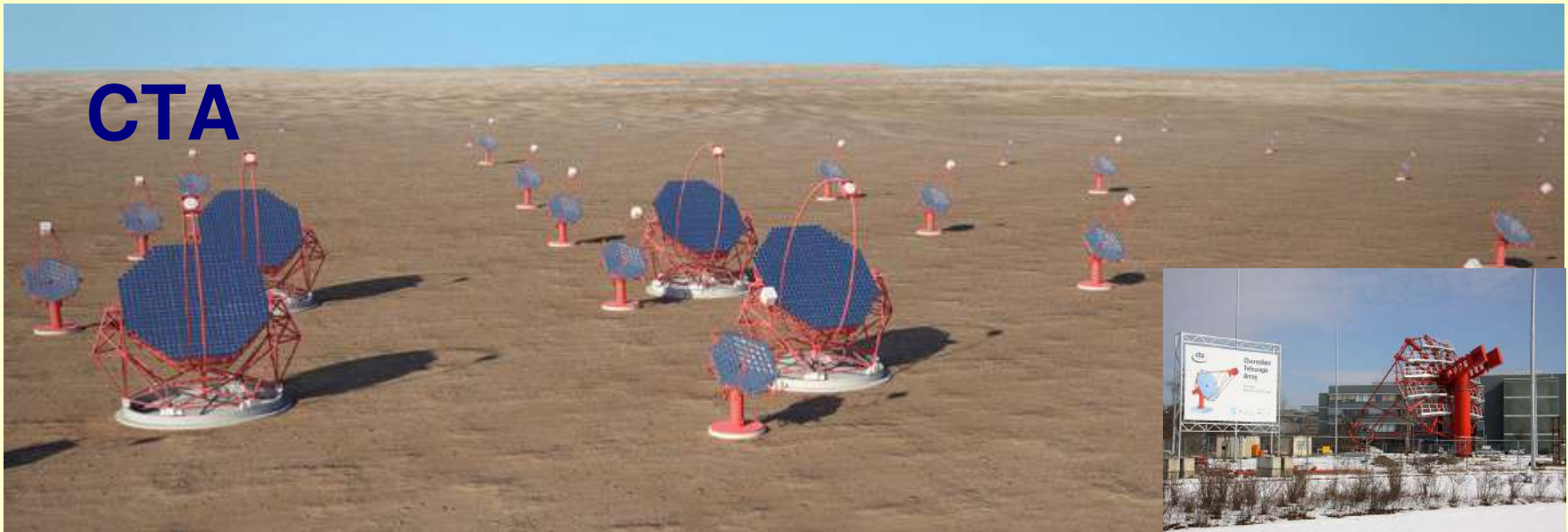
gama-zrake viših energija

- od 100 GeV do 100 TeV
- kozmički izvori
- zemaljski teleskopi

MAGIC



CTA



teleskopi MAGIC: opći podaci

organizacija	kolaboracija MAGIC
mjesto	La Palma, Kanari
visina	2200 m
područje spektra	VHE gama-zrake (indirektno)
početak rada	2004
vrsta teleskopa	reflektor
promjer	17 m
površina zrcala	240 m ²
broj teleskopa	2



teleskopi MAGIC: kolaboracija

Institut de Física d'Altes Energies (IFAE)

Universitat Autònoma de Barcelona, Spain

Universidad Complutense de Madrid, Spain

Max-Planck-Institute for Physics, Munich, Germany

Dipartimento di Fisica and INFN, University of Padua, Italy

Tuorla Observatory, Piikkiö, Finland

Dipartimento di Fisica and INFN, University of Siena, Italy

Dipartimento di Fisica and INFN, University of Udine, Italy

TU Dortmund University, Germany

University of Würzburg, Germany

Institute for Particle Physics, Zürich, Switzerland

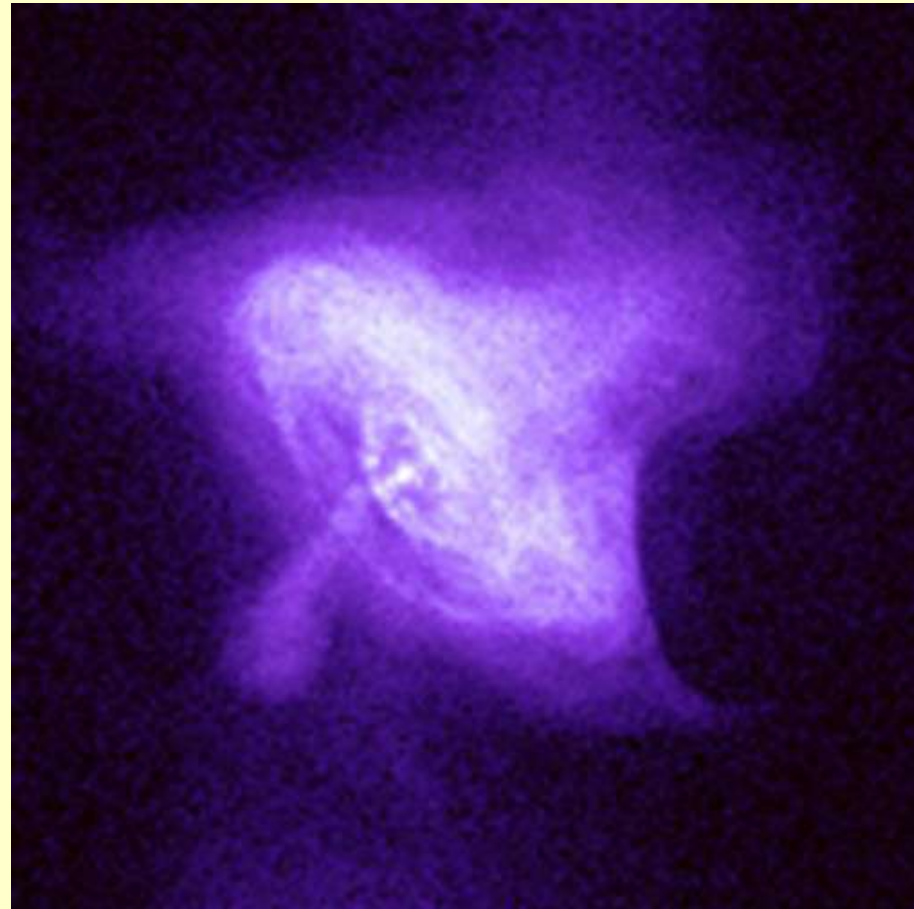
National Institute for Astrophysics (INAF), Italy

Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, Sofia, Bulgaria

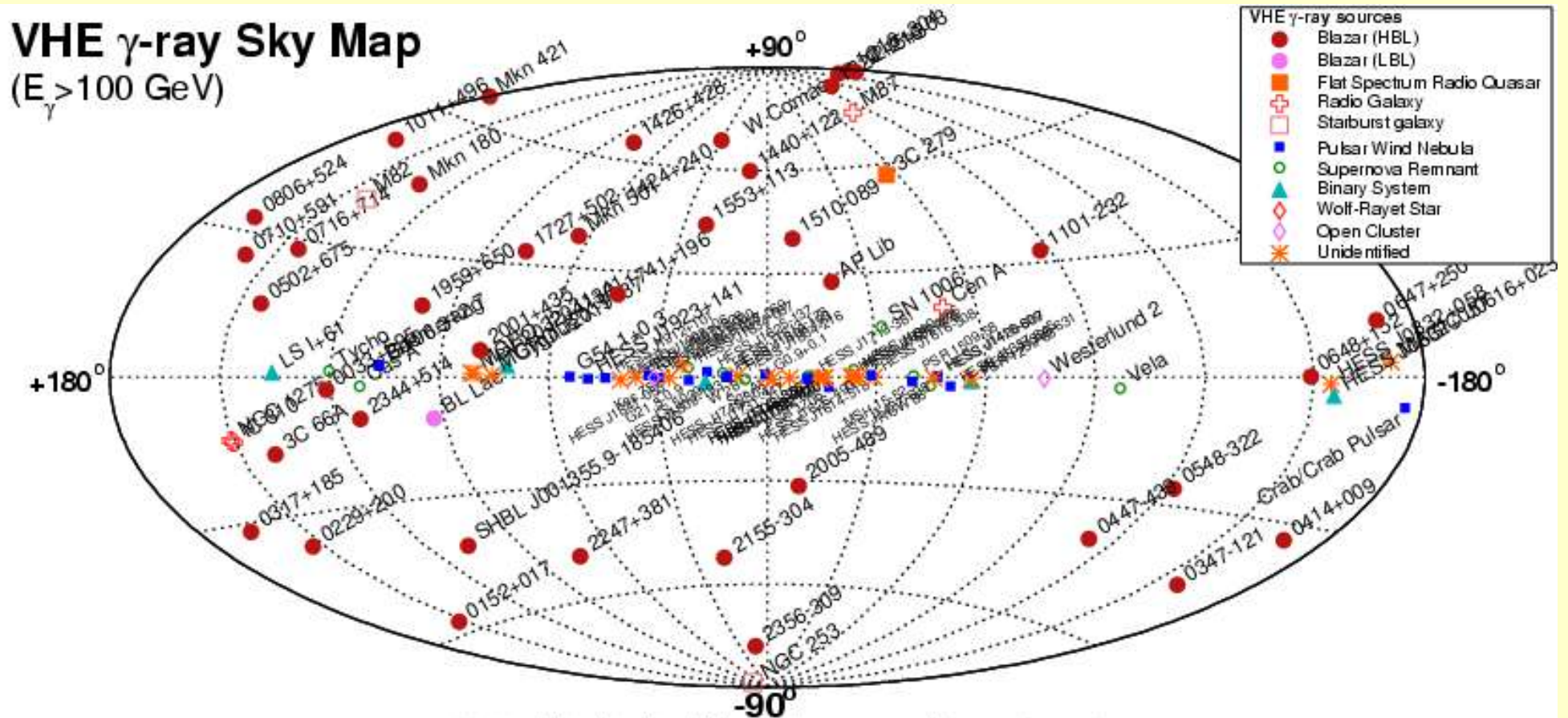
CMC (RBI, University of Split, University of Rijeka), Croatia

teleskopi MAGIC: ciljevi

akrecija na crne rupe u aktivnim galaktičkim jezgrama
ostaci supernova (kao potencijalni izvori kozmičkih zraka)
neidentificirani EGRET-izvori ili Fermi-izvori
pulsari
mikrokvazari
provale gama-zraka
anihilacija tamne tvari



izvori VHE kozmičkih gama-zraka: brojnost i raspodjela na nebu



danias poznato: **148** izvora (galaktičkih i izvangalaktičkih)

primjer nedavnog otkrića
ATel #6062, 11. travnja 2014.

**Discovery of Very High Energy Gamma-Ray
Emission from BL Lac object RX J1136.5+6737
by the MAGIC Telescopes**

ATel #6062; *Razmik Mirzoyan (Max-Planck-Institute for Physics) on
behalf of the MAGIC Collaboration*

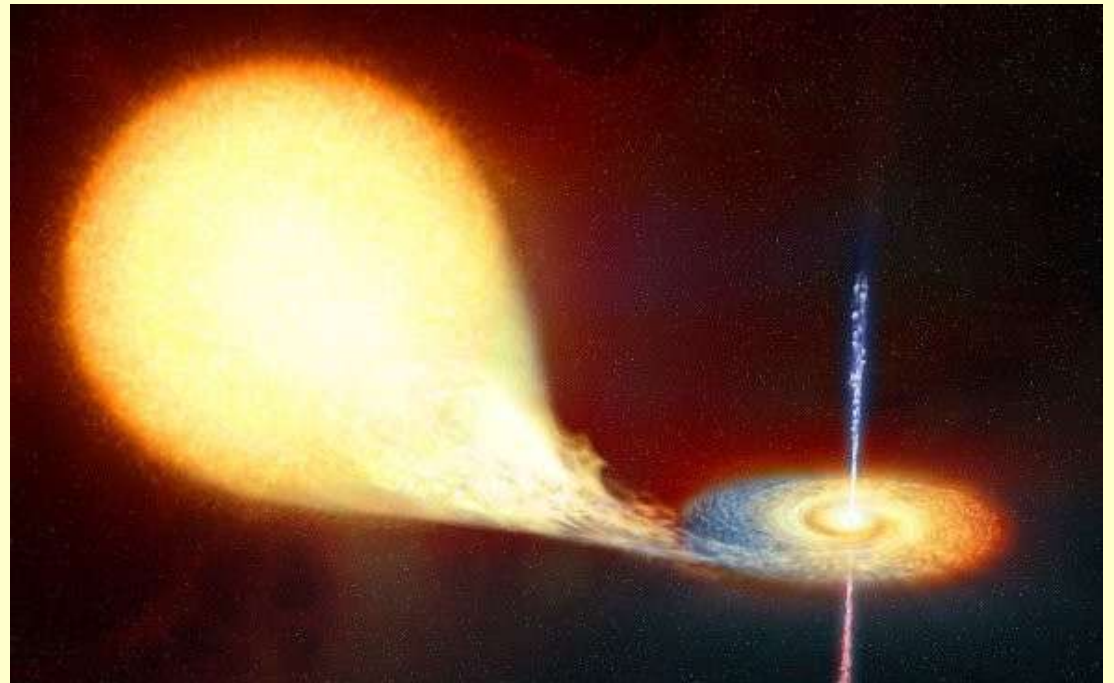
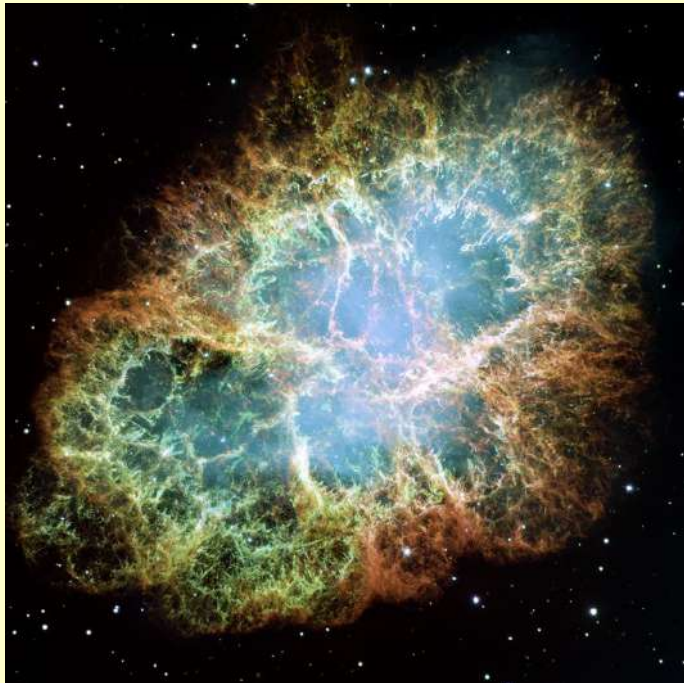
on 11 Apr 2014; 11:11 UT

Credential Certification: Razmik Mirzoyan (Razmik.Mirzoyan@mpp.mpg.de)

Subjects: Gamma Ray, >GeV, TeV, VHE, AGN

izvori kozmičkih gama-zraka: **galaktički**

- ostaci supernova
- mikrokvazari



izvori kozmičkih gama-zraka: **izvangalaktički**

- aktivne galaktičke jezgre (AGN)
- provale gama-zraka (GRB)

