

FA51 – PAVIA

19 giugno 2012

COMPOSIZIONE

Marco Roncadelli, coordinatore locale, Primo Ricercatore INFN, 100 %.

Patrizia Caraveo, Dirigente di Ricerca INAF (Milano), Professore a contratto UNIPV, 30 %.

Andrea De Luca, Ricercatore INAF (Milano), Professore a contratto UNIPV, 30 %.

Andrea Tiengo, Ricercatore IUSS, Professore a contratto UNIPV, 30 %, (futura associazione).

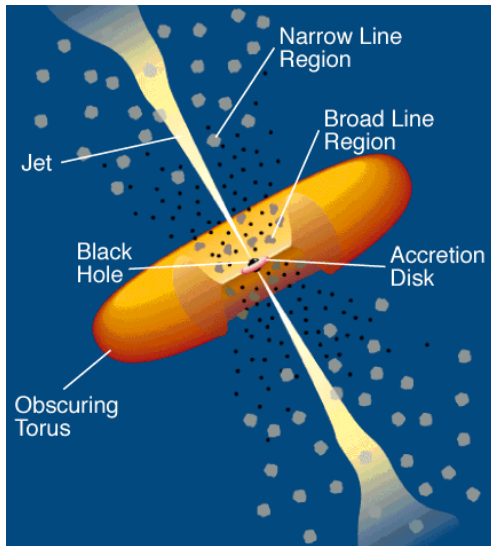
Angelica Sartori, secondo anno 26esimo ciclo di Dottorato in Fisica UNIPV, 100 %.

David Salvetti, secondo anno 26esimo ciclo di Dottorato in Fisica UNIPV, 100 %.

ASTROFISICA DELLE ALTE ENERGIE

- ▶ ASPETTI TEORICI (M. R.)
- ▶ ASPETTI OSSERVATIVI (P. C., A. D. L., A. S. e D. S.)

NUCLEI GALATTICI ATTIVI (AGN)



Due possibili meccanismi di emissione non termici:

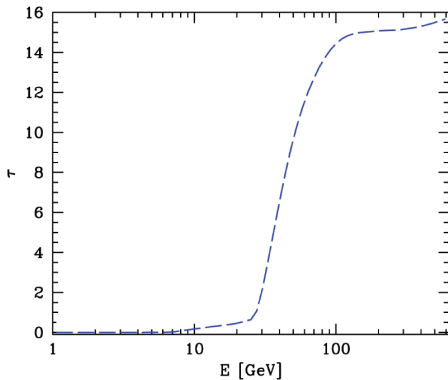
- ▶ meccanismo LEPTONICO (sincro-self Compton): in presenza del campo magnetico gli elettroni relativistici emettono radiazione di sincrotrone ed i fotoni prodotti acquistano energie molto maggiori per inverse Compton urtando gli stessi elettroni che li hanno generati. La SED (spectral energy distribution) $\nu F_\nu \propto E^2 dN/dE$ ha 2 picchi: quello di sincrotrone fra la banda IR e quella X, mentre quello di inverse Compton è nella banda γ intorno a 50 GeV.
- ▶ meccanismo ADRONICO: stessa cosa per l'emissione di sincrotrone ma il picco gamma è prodotto da reazioni adroniche, per cui si ha anche emissione di neutrini.

Quando uno dei jet è diretto verso di noi l'AGN è chiamato BLAZAR.

Esistono 2 tipi di blazar:

- ▶ BL LAC in cui non si hanno righe larghe nella banda ottica, per cui manca la BLR;
- ▶ FLAT SPECTRUM RADIO QUASAR (FSRQ) in cui sono presenti righe larghe nella banda ottica che segnalano l'esistenza della BLR a circa 1 parsec dal centro.

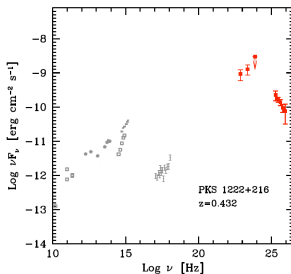
Nella BLR è presente un'alta densità di fotoni ultravioletti, per cui i fotoni VHE ($E > 50 \text{ GeV}$) prodotti alla base del jet subiscono il processo $\gamma\gamma \rightarrow e^+e^-$, cosicché i FSRQ dovrebbero essere INVISIBILI nella banda gamma a energie superiori a 20 – 30 GeV. Essendo $P_{\gamma\rightarrow\gamma}(E) = \exp[-\tau_{\text{eff}}(E)]$ nella BLR si ha infatti



Invece i FSRQ sono stati osservati fino ad energie $E \sim 500$ GeV con flussi simili ai BL LAC!

In particolare, PKS 1222+216 è stato osservato da MAGIC nella banda 70 – 400 GeV simultaneamente a *Fermi*/LAT nella banda 0.3 – 3 GeV per una durata di 10 minuti, quindi la regione emittente ha dimensioni di 10^{14} cm, MOLTO MINORE della regione emittente dei BL LAC, ma il flusso emesso è TIPICO dei BL LAC. Dunque 2 problemi alla volta!

L'unica soluzione nell'ambito della fisica convenzionale è supporre – in modo totalmente *ad hoc* – che esista un blob di dimensioni 10^{14} cm più lontano di 1 parsec dal centro che emette come un intero BL LAC.



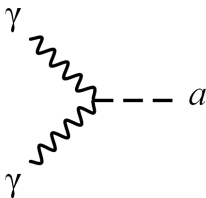
Evidence for an axion-like particle from PKS 1222+216?

in collaboration with F. Tavecchio (INAF Brera), G. Galanti (UNICOMO), G. Bonnoli (INAF Brera), arXiv:1202.6529 (2012).

IDEA: assumiamo che i fotoni vengano prodotti alla base del jet come nei BL LAC, ma che esistano AXION-LIKE PARTICLES (ALPs) a con lagrangiana

$$\mathcal{L}_{\text{ALP}} = \frac{1}{2} \partial^\mu a \partial_\mu a - \frac{1}{2} m^2 a^2 + \frac{1}{M} \mathbf{E} \cdot \mathbf{B} a \quad (1)$$

e quindi accoppiamento



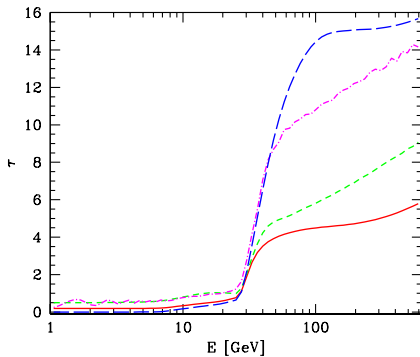
Allora in presenza di un campo magnetico esterno \mathbf{B} si ha



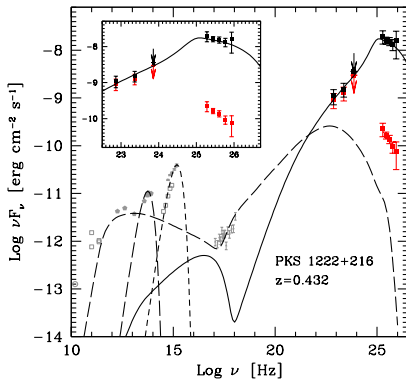
per cui sono possibili conversioni $\gamma \leftrightarrow a$. Dunque possiamo considerare il seguente scenario:

- ▶ I fotoni prodotti nel centro diventano prevalentemente ALPs prima di giungere alla BLR,
- ▶ le ALPs attraversano indisturbate la BLR,
- ▶ all'esterno della BLR le ALPs ridiventano fotoni.

Scegliendo $B = 0.2 \text{ G}$, $M = 7 \cdot 10^{10} \text{ GeV}$ e $m < 10^{-9} \text{ eV}$ otteniamo



Linea rossa: $B = 0.2 \text{ G}$, $M = 7 \cdot 10^{10} \text{ GeV}$.



Spiegazione completamente soddisfacente! Test cruciale:
esperimento ALPS a DESY.

ASPETTI OSSERVATIVI (P. C., A. D. L., A. S. e D. S.)

- ▶ Scoperta della controparte X della γ -only pulsar PSR J0357+3205 (Chandra).
- ▶ Scoperta della controparte ottica della binaria γ 1FGL J1018.6-5856 (*Fermi*/LAT).
- ▶ Studio delle proprietà X della stella di neutroni RX J0822-4300 (XMM-Newton).