

# Blazar, il faro cosmico dell'universo estremo

**Marco Matarazzo, Salvatore Puglia, Manuel Magliulo**

Liceo Scientifico, Telesi@, Telese Terme, Italy

matarazzo.ma.studente@iistelese.it

**ESTRATTO:** *Analisi del blazar OJ 287 tramite lo studio della SED e del grafico di luce, in seguito al PCTO svolto presso l'INFN di Napoli, dove abbiamo studiato il flusso di muoni e i raggi gamma con le rispettive analisi delle sorgenti.*

## 1. Introduzione

### 1.1

*Il giorno 26 novembre 2024 abbiamo partecipato ad un concorso sul flusso dei muoni condotto all'Università Federico II in sede Monte Sant'Angelo, alla facoltà di fisica. Divisi in gruppi, ci siamo divisi i compiti per squadra, dove alcuni utilizzavano il rilevatore CRC ed altri usavano l'app "Cosmic Rays Live" in modo da monitorare in rate di muoni in tempo reale. Abbiamo notato un flusso maggiore di muoni a  $0^\circ$  e un flusso minore a  $90^\circ$ . In seguito il giorno 5 dicembre, abbiamo studiato dei blazar, divisi in gruppi con la ricerca di informazioni su siti come: Tevcat e Firmamento. Il nostro blazar, OJ 287, è situato a cinque miliardi di anni luce dalla Terra, nella costellazione del Cancro, e rappresenta l'unico blazar conosciuto nel nostro vicinato cosmico con un sistema binario di buchi neri supermassicci al suo centro. Ogni dodici anni, emette bagliori visibili e plasma che fuoriesce dal nucleo della galassia sotto forma di un getto ben collimato. A differenza di altri nuclei galattici attivi, nei blazar parte della materia viene espulsa grazie a un intenso campo magnetico. Un team internazionale di astronomi ha mappato in dettaglio il getto di OJ 287 utilizzando interferometria a lunga base e misurazioni polarimetriche, con dati provenienti da dodici radiotelescopi globali e il telescopio spaziale RadioAstron. Le osservazioni hanno rivelato una curvatura nel getto che suggerisce la presenza di due buchi neri supermassicci, come previsto teoricamente.*

## 2. Metodi di ricerca

*Abbiamo ottenuto informazioni sulle sorgenti tramite i cataloghi Tevcat e Fermi. Utilizzando il programma Colab e seguendo le istruzioni Python, abbiamo generato il grafico della distribuzione dell'energia spettrale (SED). La SED descrive la distribuzione dell'energia emessa da un oggetto astronomico, come un blazar, in funzione della frequenza. La sua analisi è cruciale per comprendere i meccanismi di emissione dell'oggetto e la loro evoluzione nell'universo.*

```
import pandas as pd
```

```
pd.read_csv("/content/_1230874307_Sed.csv")
```

	freq.	flux	err_flux	MJD_start	MJD_end	flag	catalog	reference
0	8.870000e+08	1.805000e-14	1.265000e-15	55000.0000	55000.0000		RACS	Hale et al. 2021 PASA 38 e058
1	2.418000e+17	1.629000e-12	6.000000e-15	55000.0000	55000.0000		4XMM-DR13	Webb et al. 2020 A&A 641 A136
2	2.418000e+17	9.778000e-13	7.950000e-15	55000.0000	55000.0000		4XMM-DR13	Webb et al. 2020 A&A 641 A136
3	2.418000e+17	2.789000e-12	1.450000e-14	55000.0000	55000.0000		4XMM-DR13	Webb et al. 2020 A&A 641 A136
4	2.418000e+17	8.346000e-13	5.650000e-15	55000.0000	55000.0000		4XMM-DR13	Webb et al. 2020 A&A 641 A136
...	...	...	...	...	...	...	...	...
22874	1.209000e+17	2.623000e-12	2.620000e-13	59251.5409	59251.5549		SUFST	Casotto et al. 2024
22875	2.418000e+17	2.568000e-12	2.660000e-13	59251.5409	59251.5549		SUFST	Casotto et al. 2024
22876	3.627000e+17	2.513000e-12	2.700000e-13	59251.5409	59251.5549		SUFST	Casotto et al. 2024
22877	7.254000e+17	2.648000e-12	1.620000e-13	59251.5409	59251.5549		SUFST	Casotto et al. 2024
22878	1.088000e+18	2.730000e-12	3.630000e-13	59251.5409	59251.5549		SUFST	Casotto et al. 2024

22879 rows × 8 columns

```
df = pd.read_csv("/content/_1230874307_Sed.csv")
```

```
df.head()
```

	freq.	flux	err_flux	MJD_start	MJD_end	flag	catalog	reference
0	8.870000e+08	1.805000e-14	1.265000e-15	55000.0	55000.0		RACS	Hale et al. 2021 PASA 38 e058
1	2.418000e+17	1.629000e-12	6.000000e-15	55000.0	55000.0		4XMM-DR13	Webb et al. 2020 A&A 641 A136
2	2.418000e+17	9.778000e-13	7.950000e-15	55000.0	55000.0		4XMM-DR13	Webb et al. 2020 A&A 641 A136
3	2.418000e+17	2.789000e-12	1.450000e-14	55000.0	55000.0		4XMM-DR13	Webb et al. 2020 A&A 641 A136
4	2.418000e+17	8.346000e-13	5.650000e-15	55000.0	55000.0		4XMM-DR13	Webb et al. 2020 A&A 641 A136

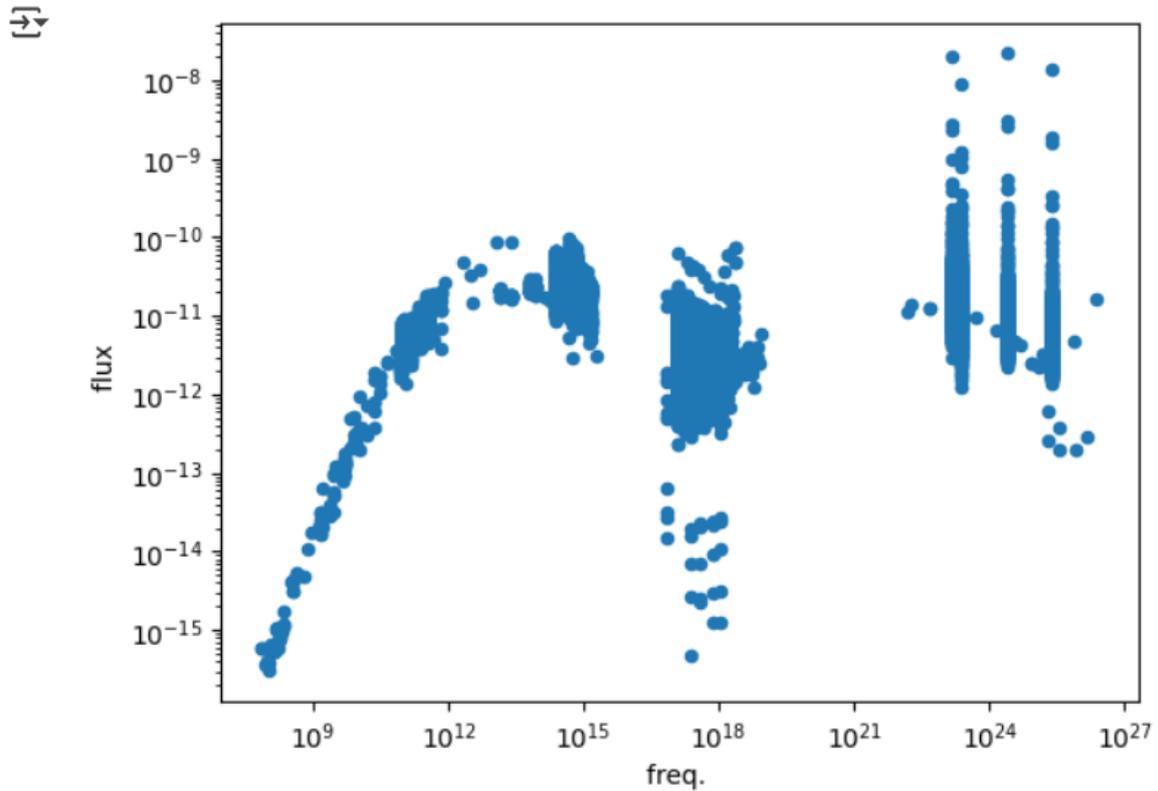
```
df.plot("freq. ", "flux ", "scatter")
```

```
<Axes: xlabel='freq. ', ylabel='flux '>
```

```
100
```

```
[ ] import matplotlib.pyplot as plt
```

```
df.plot("freq. ", "flux ", "scatter")  
plt.xscale("log")  
plt.yscale("log")
```



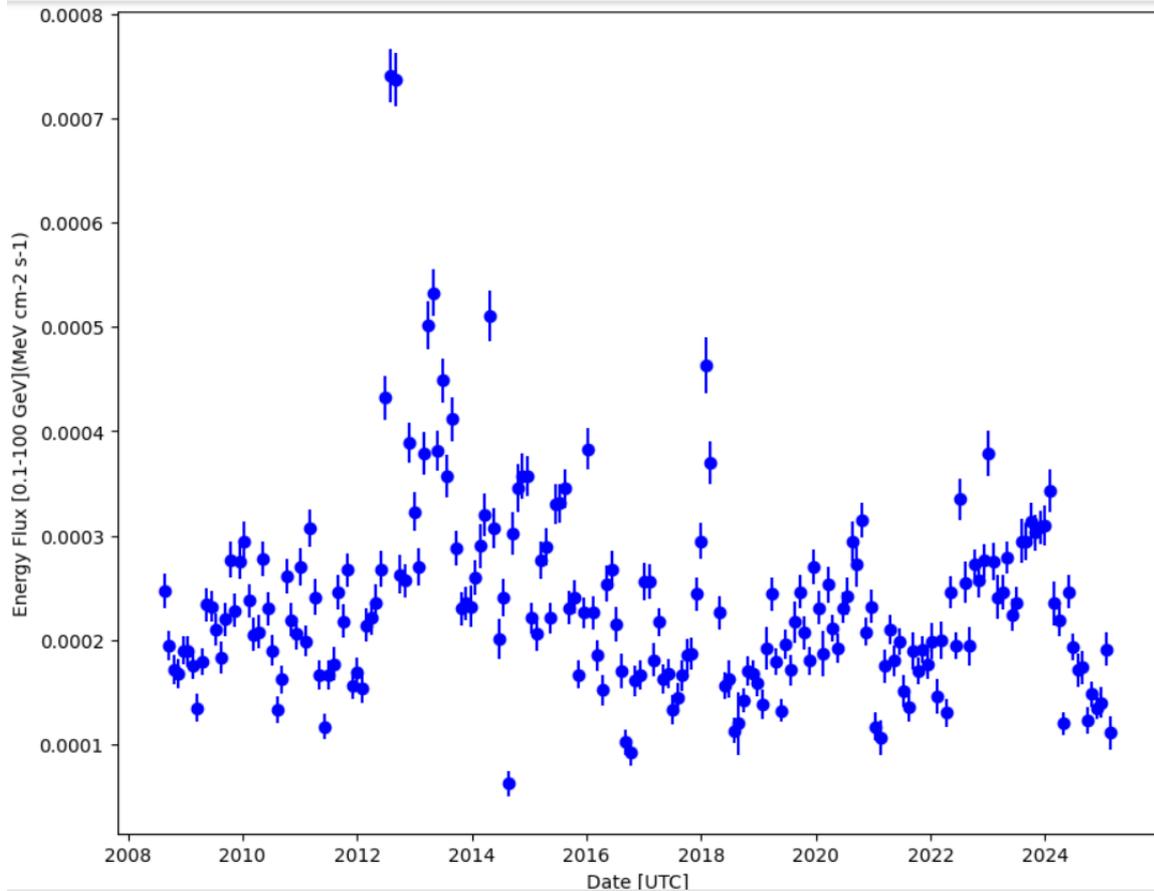
*Il primo picco, dovuto alla radiazione di Sincrotrone, presenta una frequenza intorno a  $10^{13}$  Hz.*

*Il secondo picco, noto come picco leptonic, si colloca nel dominio dei raggi gamma; è prodotto dall'emissione tramite Compton inversa, con frequenze che vanno da  $10^{24}$  a  $10^{27}$ , e si trova nella banda dell'ultravioletto o dei raggi X.*

```

fig = plt.figure(figsize=(10,8))
plt.errorbar(lcdf_nouplims["Date(UTC)"],lcdf_nouplims["Energy Flux [0.1-100 GeV](MeV cm-2 s-1)"],lcdf_nouplims["Energy Flux Error"],fmt="bo")
plt.xlabel("Date [UTC]")
plt.ylabel("Energy Flux [0.1-100 GeV](MeV cm-2 s-1)")
plt.show()

```



*Il flusso di energia ha avuto un picco nel 2012, successivamente ha mantenuto un livello di energia compreso tra 0.0001 e 0.0005.*

### 3. Risultati

*Dal confronto dei grafici sono emersi dati molto simili con picchi su frequenze di  $10^{13}$  e tra  $10^{22}$  e  $10^{27}$*

### 4. Conclusioni

Dall'esperimento eseguito è emerso che calcolando dal grafico, le frequenze e la luminosità del blazar sono risultati dati simili a quelli visionati su TeVcat e Fermi, possiamo così dire che l'esperimento compiuto è riuscito.

### Bibliografia

No missing flare in OJ 287

Valtonen, Mauri J. arXiv-prints, parXiv:2411.00908 (2024) [LINK]

Simultaneous Optical to X-ray Spectra of OJ 287: Insights into X-ray spectral changes and particle spectra Kushwaha, Pankaj arXiv e-prints, parXiv:2410.05783 (2024) [LINK]

Dust enrichment in the circum-galactic medium

Otsuki, Mau and Hirashita, Hiroyuki MNRAS 528, p5008-5018 (2024) [LINK]

Black hole mass estimate in OJ 287 based on the bulk-motion comptonization model Kuznetsov, Sergey and Titarchuk, Lev arXiv e-prints, parXiv:2403.17267 (2024) [LINK]