

Long Gamma-Ray Burst Model

(Modello dei GRB Lunghi)

Definizione e caratteristiche

- **Durata:** GRB con prompt emission che dura più di 2 secondi, spesso da 2 a centinaia di secondi.
- **Origine astrofisica:** I GRB lunghi sono associati al collasso catastrofico di stelle massicce (massa > 20–30 masse solari), un processo noto come collapsar o ipernova. Queste stelle, spesso di tipo Wolf-Rayet, esauriscono il loro combustibile nucleare, collassano sotto la propria gravità e formano un buco nero o, in rari casi, una magnetar (stella di neutroni altamente magnetizzata).
- **Ambiente:** Si verificano tipicamente in regioni di formazione stellare (star-forming regions) all'interno di galassie giovani e lontane (redshift $z > 0.1$), dove le stelle massicce sono abbondanti.
- La **durata** lunga della **prompt** emission riflette la **complessità del collasso stellare e la quantità di materia nel disco di accrescimento**, che alimenta il getto per un tempo prolungato.
- **Afterglow:** Persiste da ore a giorni, con una durata tipica di diverse ore (es. 6-24 ore) nelle bande ottiche e X, e potenzialmente fino a un giorno o più nelle energie TeV rilevabili dagli SST del CTA, a seconda dell'intensità e dell'ambiente circostante.

Short Gamma-Ray Burst Model (Modello dei GRB Brevi)

Definizione e caratteristiche

- **Durata:** GRB con prompt emission che dura meno di 2 secondi, tipicamente da millisecondi a ~2 secondi.
- **Origine astrofisica:** I GRB brevi sono associati alla fusione di due oggetti compatti, come due stelle di neutroni o una stella di neutroni e un buco nero. Questi eventi sono il risultato della perdita di energia orbitale tramite l'emissione di onde gravitazionali.
- **Ambiente:** Si verificano spesso in regioni con bassa densità di materia, come le regioni esterne delle galassie o galassie ellittiche con poca formazione stellare, poiché le stelle di neutroni hanno bisogno di milioni o miliardi di anni per spiraleggiare e fondersi.
- La **prompt emission** (keV-MeV) è prodotta da shock interni nel getto, simili a quelli dei GRB lunghi, ma la **durata è più breve a causa della quantità limitata di materia nel disco di accrescimento e della rapidità dell'evento di fusione**.
- Lo spettro è generalmente più duro (con un picco a energie più alte, ~1 MeV) rispetto ai GRB lunghi.
- **Afterglow:** Dura da pochi minuti a poche ore, con una rapida diminuzione di intensità. In casi eccezionali (es. GRB associati a kilonove), l'afterglow può estendersi per qualche ora in più, ma rimane generalmente più debole e breve rispetto ai long GRB.

Ecco i dati temporali relativi alla prompt emission e all'afterglow per i long GRB e i short GRB, per completezza:

- Long GRB:
 - Prompt emission: Dura più di 2 secondi, tipicamente da pochi secondi a qualche minuto (fino a 100-1000 secondi nei casi più estremi).
 - Afterglow: Persiste da ore a giorni, con una durata tipica di diverse ore (es. 6-24 ore) nelle bande ottiche e X, e potenzialmente fino a un giorno o più nelle energie TeV rilevabili dagli SST del CTA, a seconda dell'intensità e dell'ambiente circostante.
- Short GRB:
 - Prompt emission: Dura meno di 2 secondi, spesso nell'ordine di millisecondi fino a un massimo di 2 secondi.
 - Afterglow: Dura da pochi minuti a poche ore, con una rapida diminuzione di intensità. In casi eccezionali (es. GRB associati a kilonove), l'afterglow può estendersi per qualche ora in più, ma rimane generalmente più debole e breve rispetto ai long GRB.

Note:

- La durata della prompt emission è misurata principalmente da satelliti come Fermi (GBM) o Swift (BAT) nelle bande keV-MeV.
- L'afterglow, rilevabile dagli SST del CTA nelle energie TeV, dipende dalla sensibilità dello strumento, dalla distanza del GRB e dall'assorbimento da parte della radiazione di fondo extragalattica (EBL).
- Questi valori sono indicativi e possono variare in base alle proprietà specifiche del GRB, come l'energia totale, il redshift e l'ambiente circostante.

Gamma-ray bursts (GRBs) are brief and extremely powerful cosmic explosions. They are thought to result from the collapse of massive stars or the merging of neutron stars in distant galaxies. They commence with an initial, very bright flash, called the prompt emission, with a duration ranging from a fraction of a second to hundreds of seconds. The prompt emission is accompanied by the so-called afterglow, a less brighter but longer-lasting emission over a broad range of wavelengths that fades with time. The first GRB detected by the MAGIC telescopes, known as GRB 190114C, reveals for the first time the highest energy photons measured from these objects. On January 14, 2019, after an external alert triggered by Swift and Fermi, the MAGIC telescopes detected for the first time in history, the most energetic component of a GRB. This discovery provide the first unambiguous detection of teraelectronvolt (TeV) photons from a GRB. The TeV emission detected by MAGIC is due to an additional component which appears during the afterglow: the gamma rays discovered by MAGIC are generated by an Inverse Compton mechanism, a process which differs from the synchrotron radiation which generates the emission seen at larger wavelengths. The discovery of gamma-ray emission from GRB 190114C in the new, TeV window of the electromagnetic spectrum shows that the GRB explosions are even more powerful than thought before. The wealth of new data on GRB 190114C acquired by MAGIC and the extensive MWL follow-up observations now offer important clues to unravel some of the mysteries concerning the physical processes at work in GRBs.