

RAGGI COSMICI E MATERIA OSCURA

INDAGINI INDIRETTE DI UN MISTERO NELLA FISICA

**FEDERICA GIACCHINO
INTERNATIONAL COSMIC DAY
21 NOVEMBRE 2023**

PERCHÈ LA MATERIA OSCURA

INDIZI INDIRETTI PROVENIENTI DALL' ASTRONOMIA: UN MISTERO CHE DURA DA QUASI 100 ANNI.

COME SAPPIAMO CHE LA
MATERIA OSCURA ESISTE? 🤔

WHY DO WE KNOW DARK MATTER EXISTS?

PERCHÈ LA MATERIA OSCURA

INDIZI INDIRETTI PROVENIENTI DALL' ASTRONOMIA: UN MISTERO CHE DURA DA QUASI 100 ANNI.

COME SAPPIAMO CHE LA
MATERIA OSCURA ESISTE? 🤔

GRAZIE ALLA GRAVITÀ

PERCHÈ LA MATERIA OSCURA

INDIZI INDIRETTI PROVENIENTI DALL' ASTRONOMIA: UN MISTERO CHE DURA DA QUASI 100 ANNI.

COME SAPPIAMO CHE LA
MATERIA OSCURA ESISTE? 🤔

GRAZIE ALLA GRAVITÀ

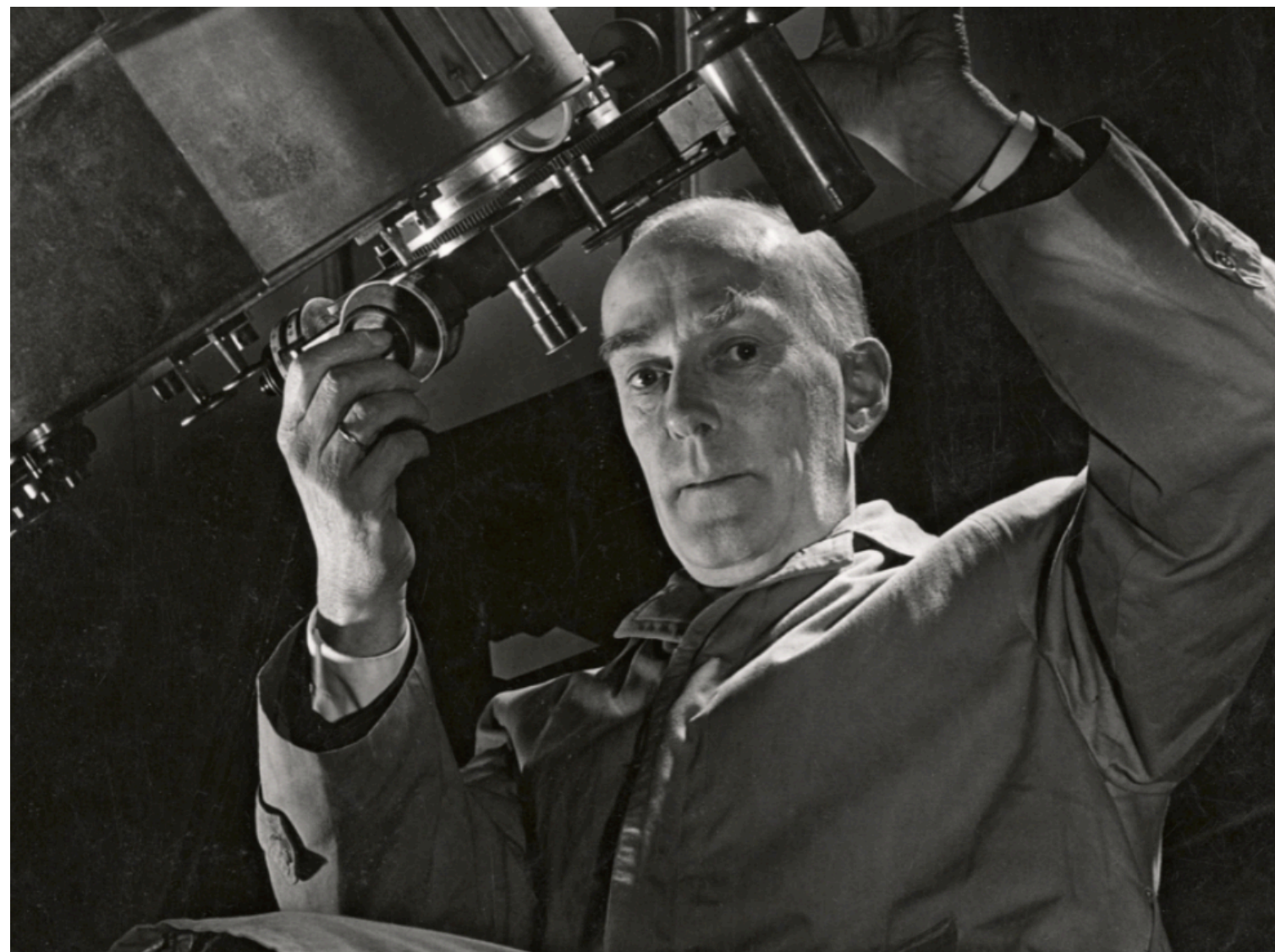
CONCETTO PILLOLA:
LA FORZA DI GRAVITÀ AGISCE TRA DUE CORPI ED È ATTRATTIVA

$$F_{grav} = (GM_1M_2)/r^2$$

PERCHÈ LA MATERIA OSCURA

INDIZI INDIRETTI PROVENIENTI DALL' ASTRONOMIA: UN MISTERO CHE DURA DA QUASI 100 ANNI.

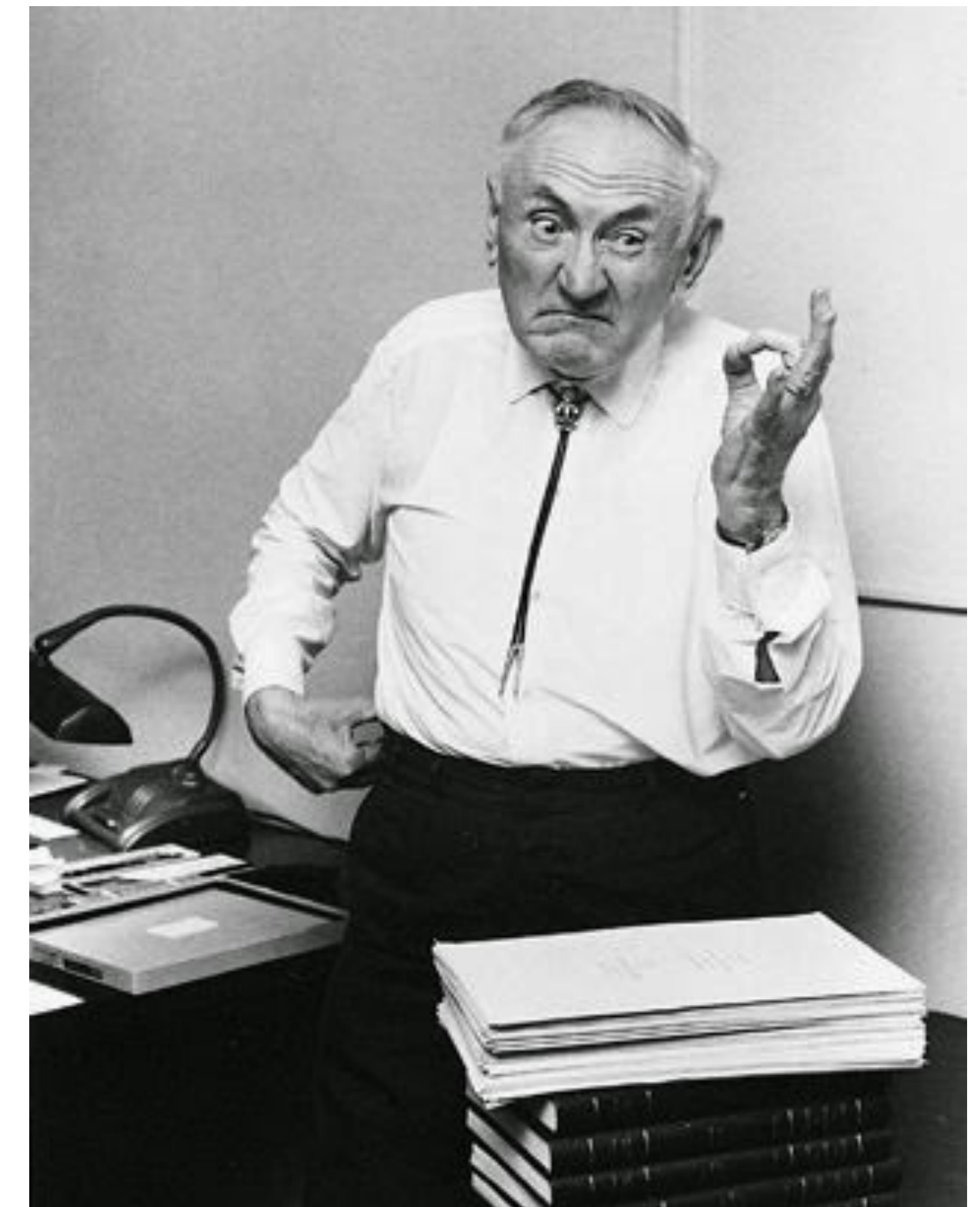
Oort 1932



TEOREMA VIRIALE PER
STUDIARE LE VELOCITÀ DELLE
GALASSIE ALL'INTERNO DI UN
CLUSTER DI GALASSIE

$$2E_{cin} = -E_{grav}$$

Fritz Zwicky 1933



PERCHÈ LA MATERIA OSCURA

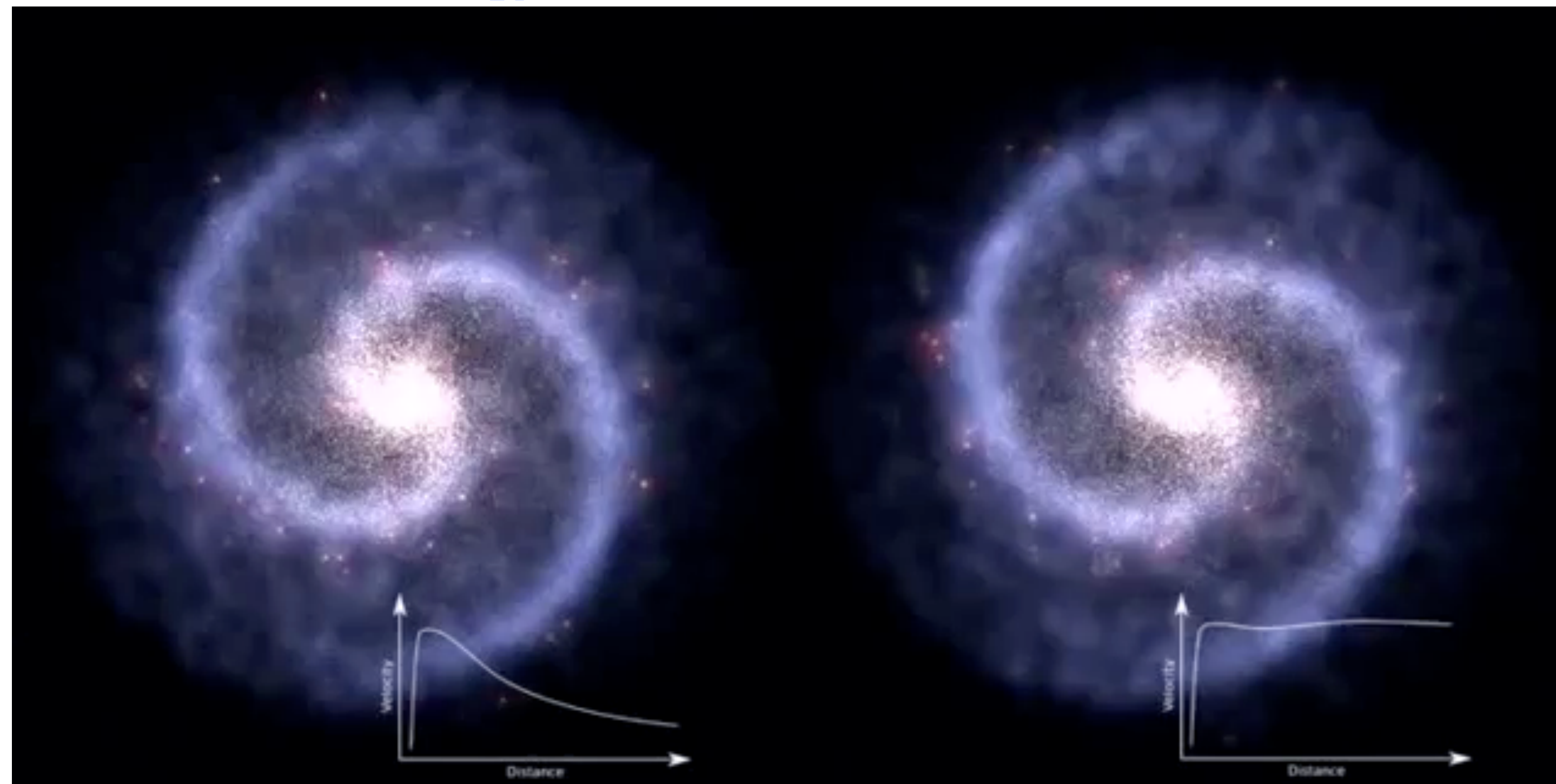
INDIZI INDIRETTI PROVENIENTI DALL' ASTRONOMIA: UN MISTERO CHE DURA DA QUASI 100 ANNI.



Vera Rubin 1970

predetta: $v_{rot}^2 \propto \frac{1}{R}$

osservata: $v_{rot}^2 \sim \text{costante}$



$$v_{rot}^2 = \frac{GM(R)}{R} \sim \text{cost.}$$

$$\rightarrow M(R) \sim R$$

Quindi una componente di materia addizionale non visibile influenza la rotazione.

Questo alone di **materia oscura** si estende a grandi distanze, con una densità di profilo

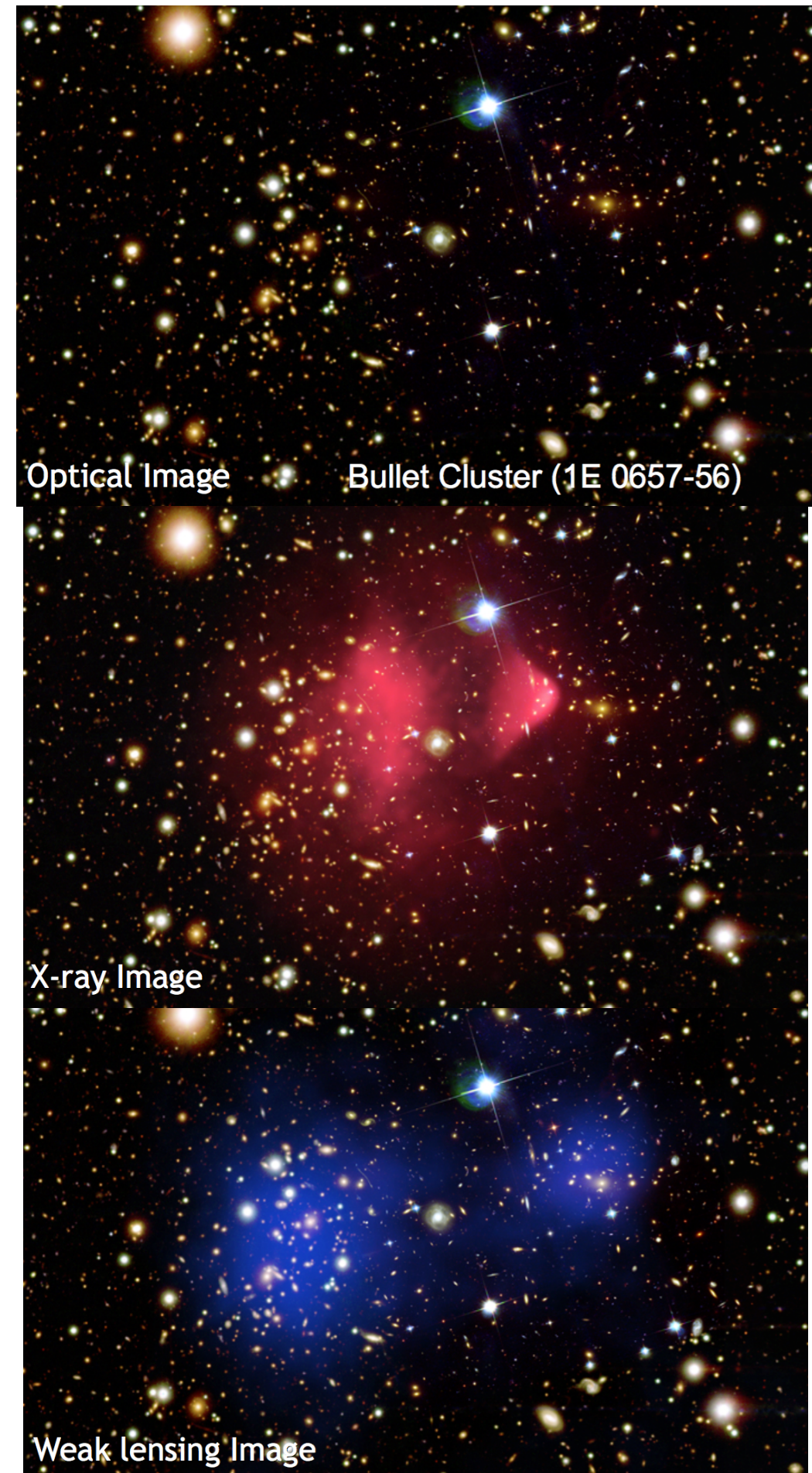
$$\rho(r) \propto r^{-2}$$

PERCHÉ LA MATERIA OSCURA

INDIZI INDIRETTI PROVENIENTI DALL' ASTRONOMIA: UN MISTERO CHE DURA DA QUASI 100 ANNI.



$$M_{\text{baryonic}} \sim 10^{15} M_{\odot}$$



$$M_{\text{tot}} \sim 10^{16} M_{\odot}$$

COSA E' LA MATERIA OSCURA

EFFETTI GRAVITAZIONALI SULL UNIVERSO VISIBILE SEMBRANO CONVINCENTI A SPINGERE LA RICERCA



SI MA COSA E'?

IPOTESI: SIA UNA PARTICELLA

CONCETTO PILLOLA:

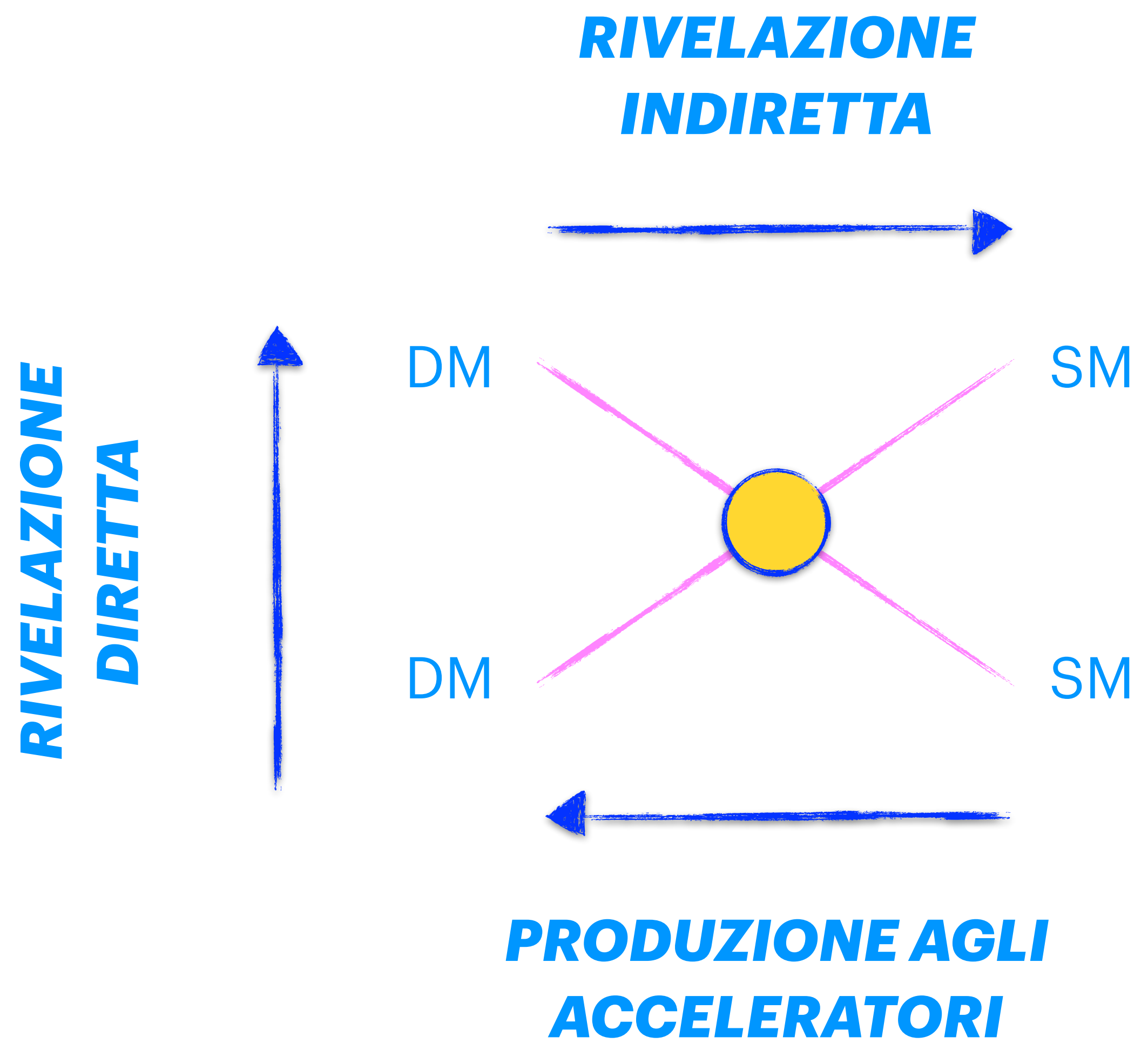
Costituente microscopico della materia, divise in elementari (non divisibili come elettrone, quarks, ..) e non-elementari (aggregati delle elementari come gli atomi)

NE CONOSCIAMO SOLO DELLE PROPRIETÀ CHE SI DEDUCONO DAGLI INDIZI GRAVITAZIONALI:

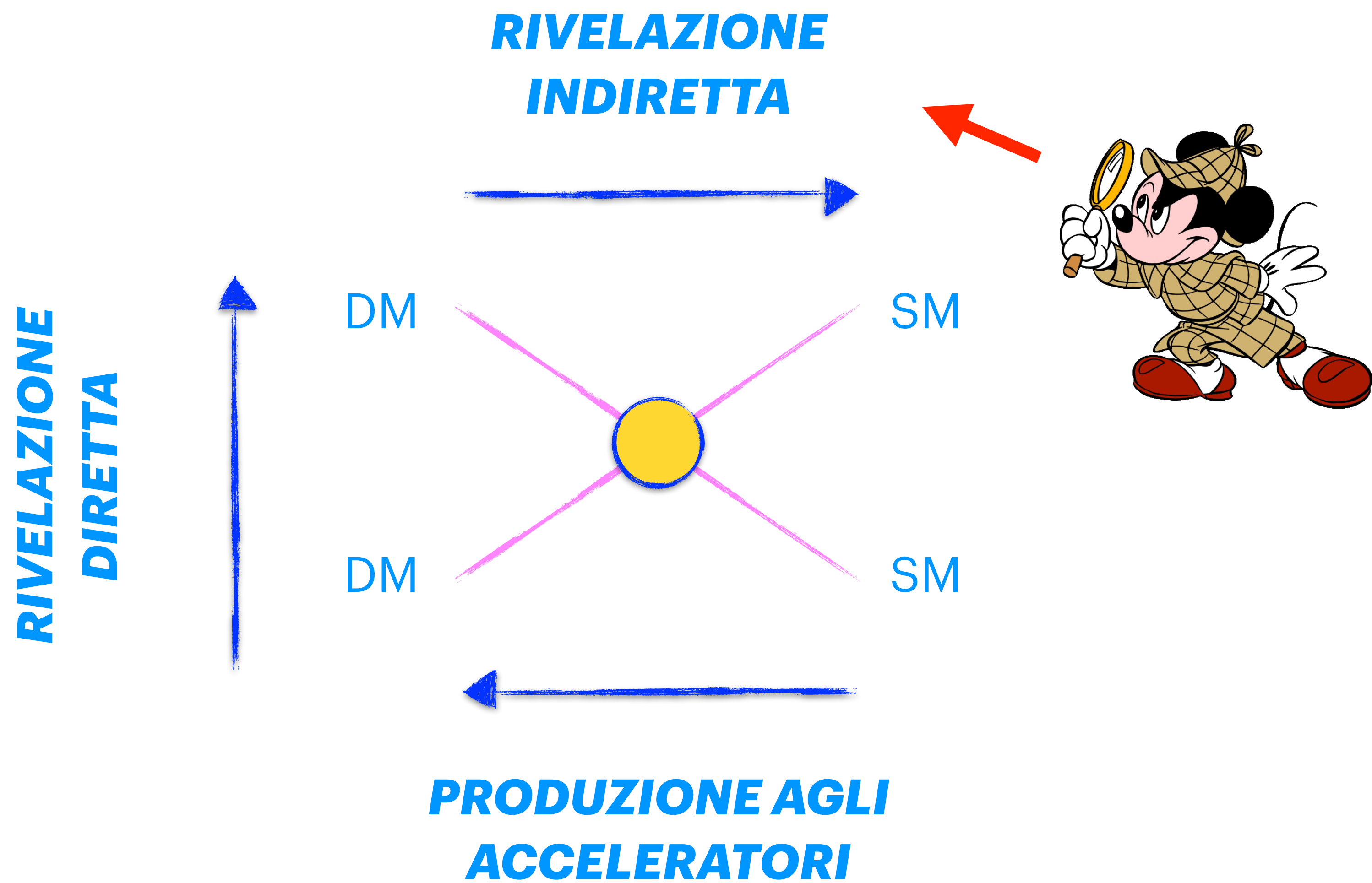
- E' STABILE
- NON EMETTE ALCUN TIPO DI RADIAZIONE
- NON E' COME I QUARK
- NON E' VELOCE COME I NEUTRINI = NON RELATIVISTICA
- CONOSCIAMO **SOLO** LA SUA QUANTITÀ NELL'UNIVERSO



COME SI CERCA LA MATERIA OSCURA

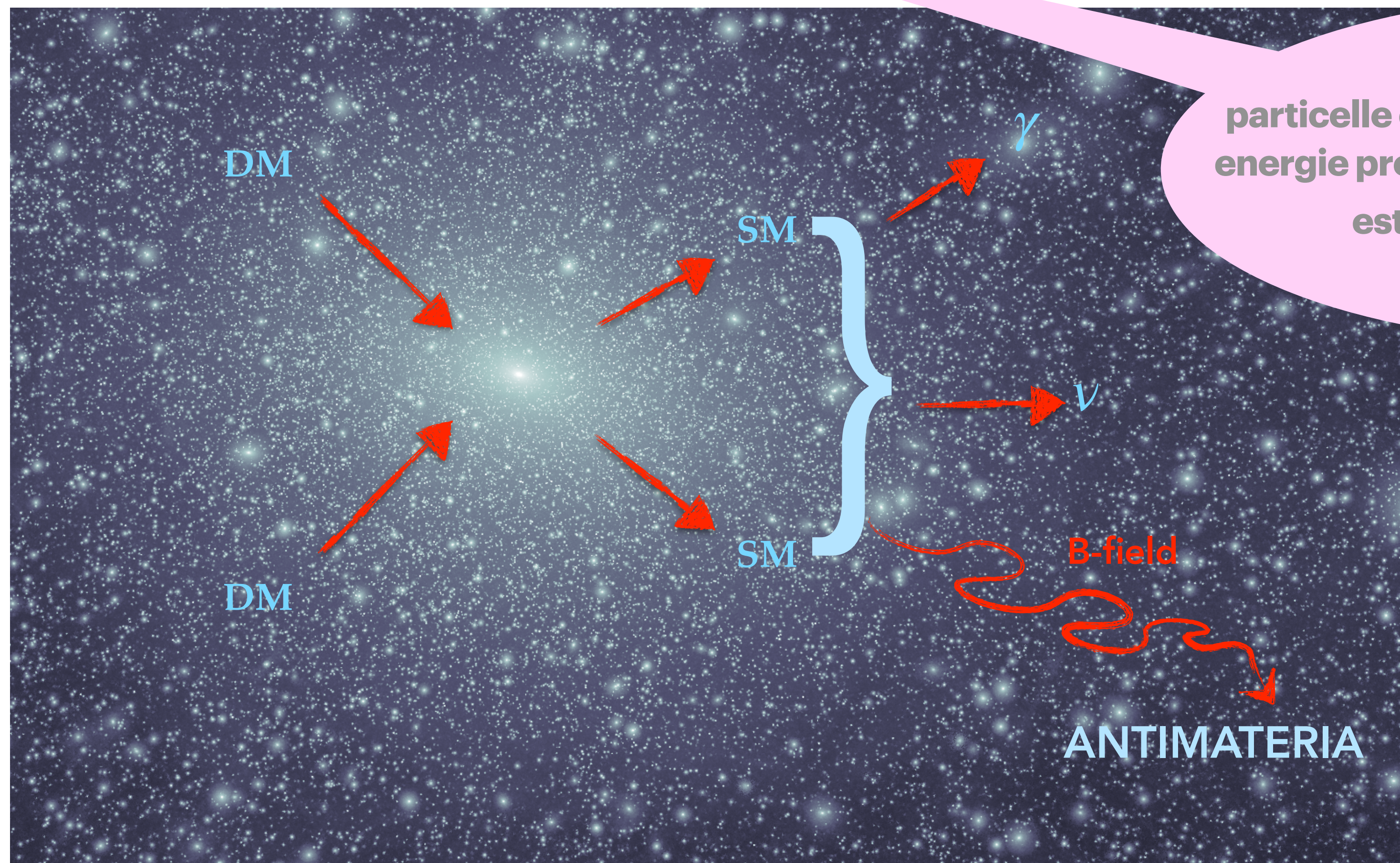


COME SI CERCA LA MATERIA OSCURA



RAGGI COSMICI E MATERIA OSCURA

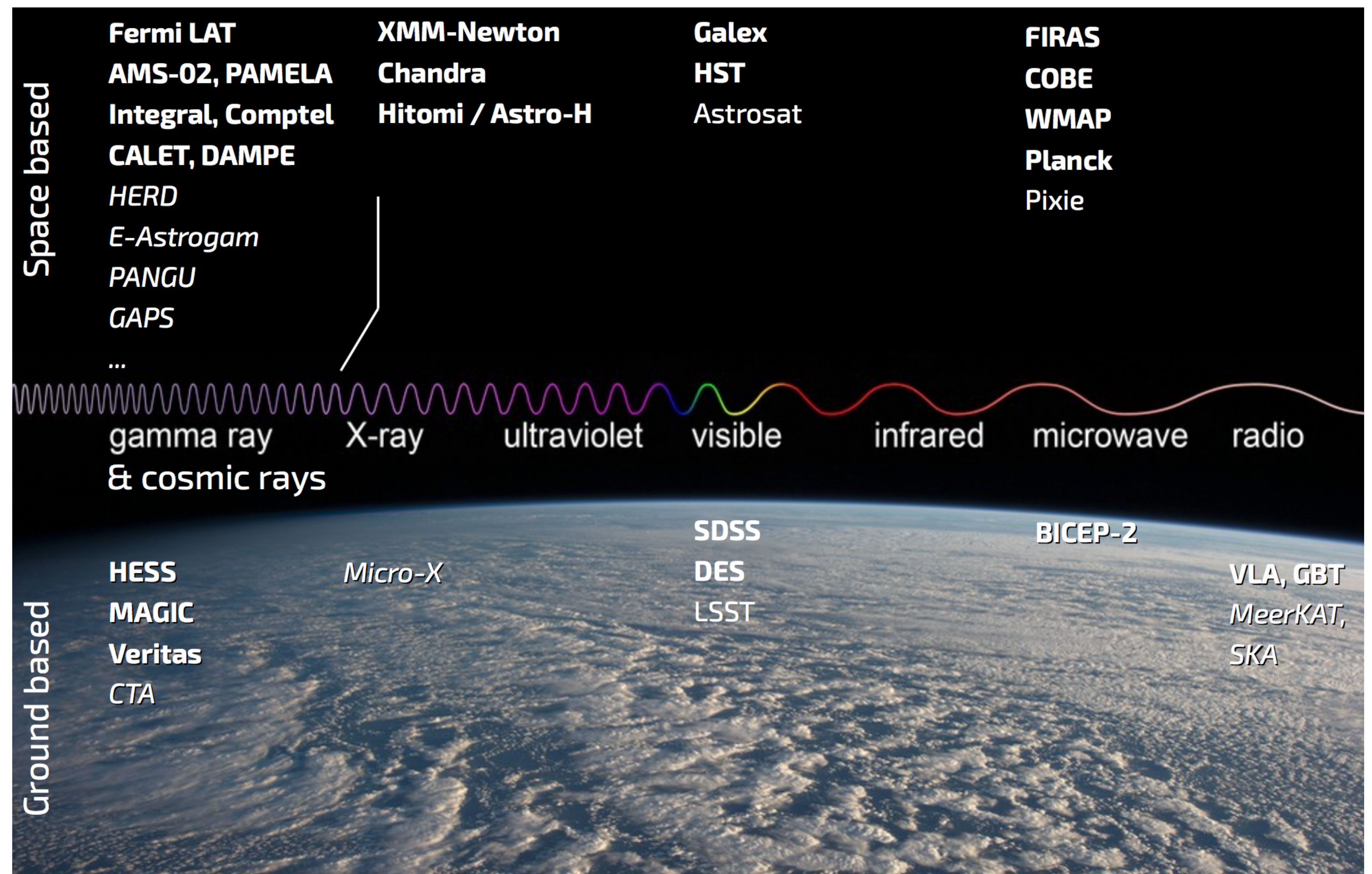
RIVELAZIONE INDIRETTA



CONCETTO PILLOLA:
particelle elementari e nuclei atomici ad alte energie provenienti dallo spazio. Le energie si estendono da $10^9 eV$ a $10^{20} eV$

RAGGI COSMICI E MATERIA OSCURA

RIVELAZIONE INDIRETTA



RAGGI COSMICI E MATERIA OSCURA

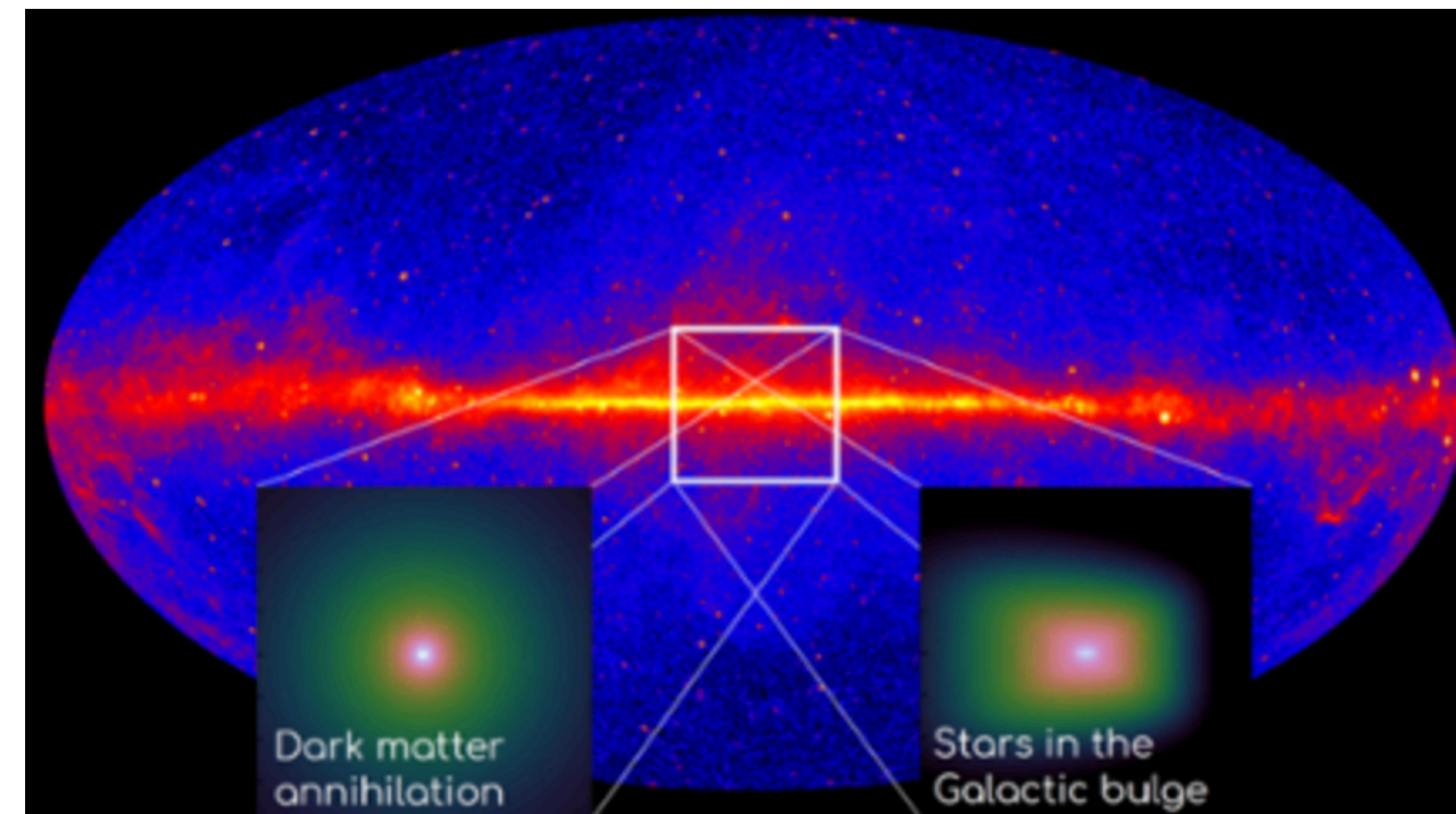
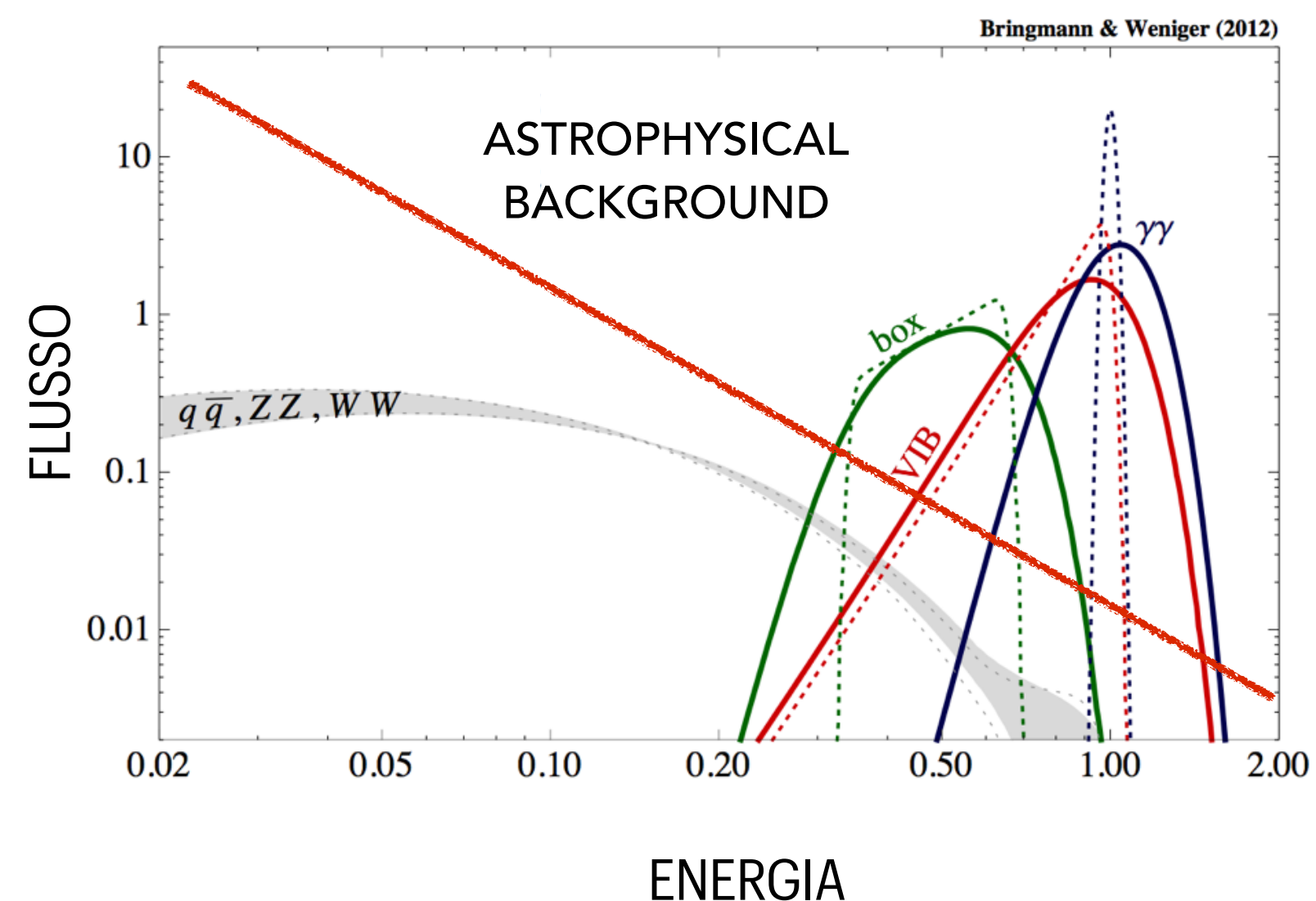
RIVELAZIONE INDIRECTA

**SI CERCANO DEI RISULTATI STRANI (ANOMALIE) NEI FLUSSI DI PARTICELLE
PROVENIENTI DALLO SPAZIO RISPETTO A CIÒ CHE CONOSCIAMO**

RAGGI COSMICI E MATERIA OSCURA

RIVELAZIONE INDIRECTA

SI CERCANO DEI RISULTATI STRANI (ANOMALIE) NEI FLUSSI DI PARTICELLE PROVENIENTI DALLO SPAZIO RISPETTO A CIÒ CHE CONOSCIAMO: **FOTONI**



RAGGI COSMICI E MATERIA OSCURA

RIVELAZIONE INDIRECTA

SI CERCANO DEI RISULTATI STRANI (ANOMALIE) NEI FLUSSI DI PARTICELLE
PROVENIENTI DALLO SPAZIO RISPETTO A CIÒ CHE CONOSCIAMO: **ANTIMATERIA**

CONCETTO PILLOLA:

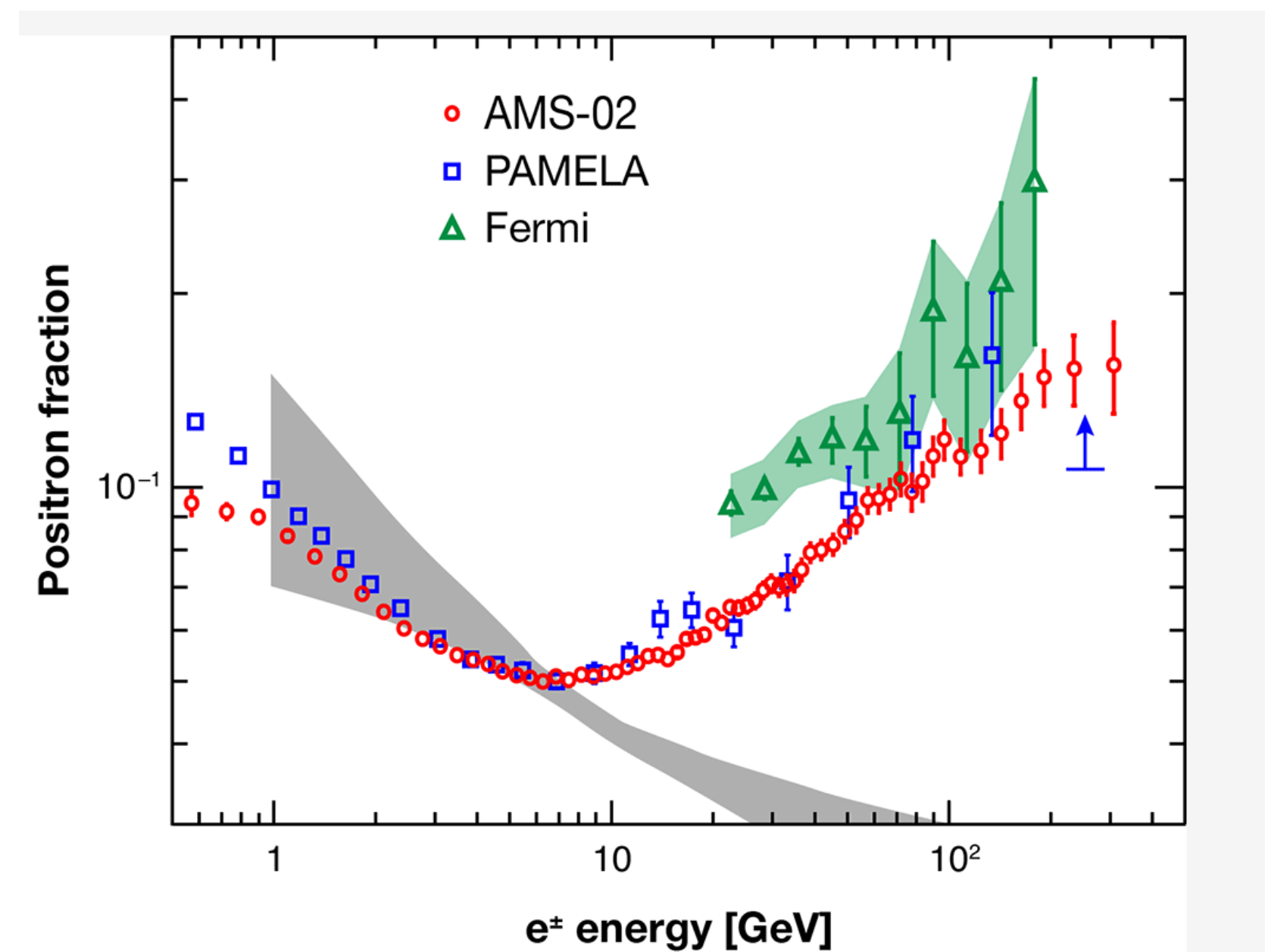
ogni particella elementare ha un suo gemello con dei parametri caratteristici inversi: l'elettrone, che ha una carica elettrica negativa, ha un gemello chiamato positrone che ha carica elettrica positiva...

RAGGI COSMICI E MATERIA OSCURA

RIVELAZIONE INDIRETTA

SI CERCANO DEI RISULTATI STRANI (ANOMALIE) NEI FLUSSI DI PARTICELLE PROVENIENTI DALLO SPAZIO RISPETTO A CIÒ CHE CONOSCIAMO: **ANTIMATERIA**

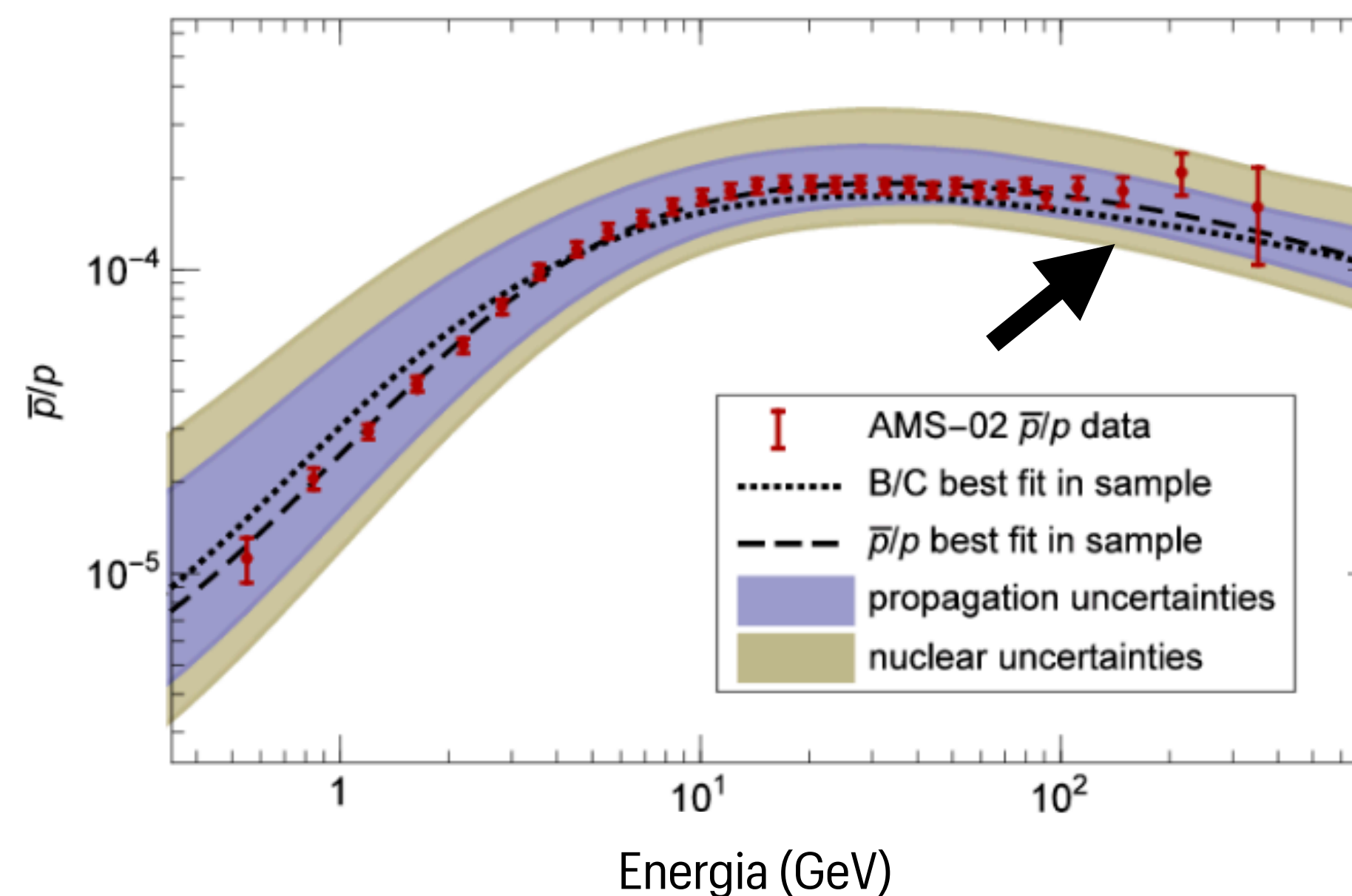
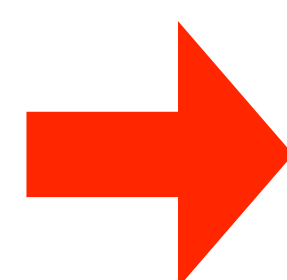
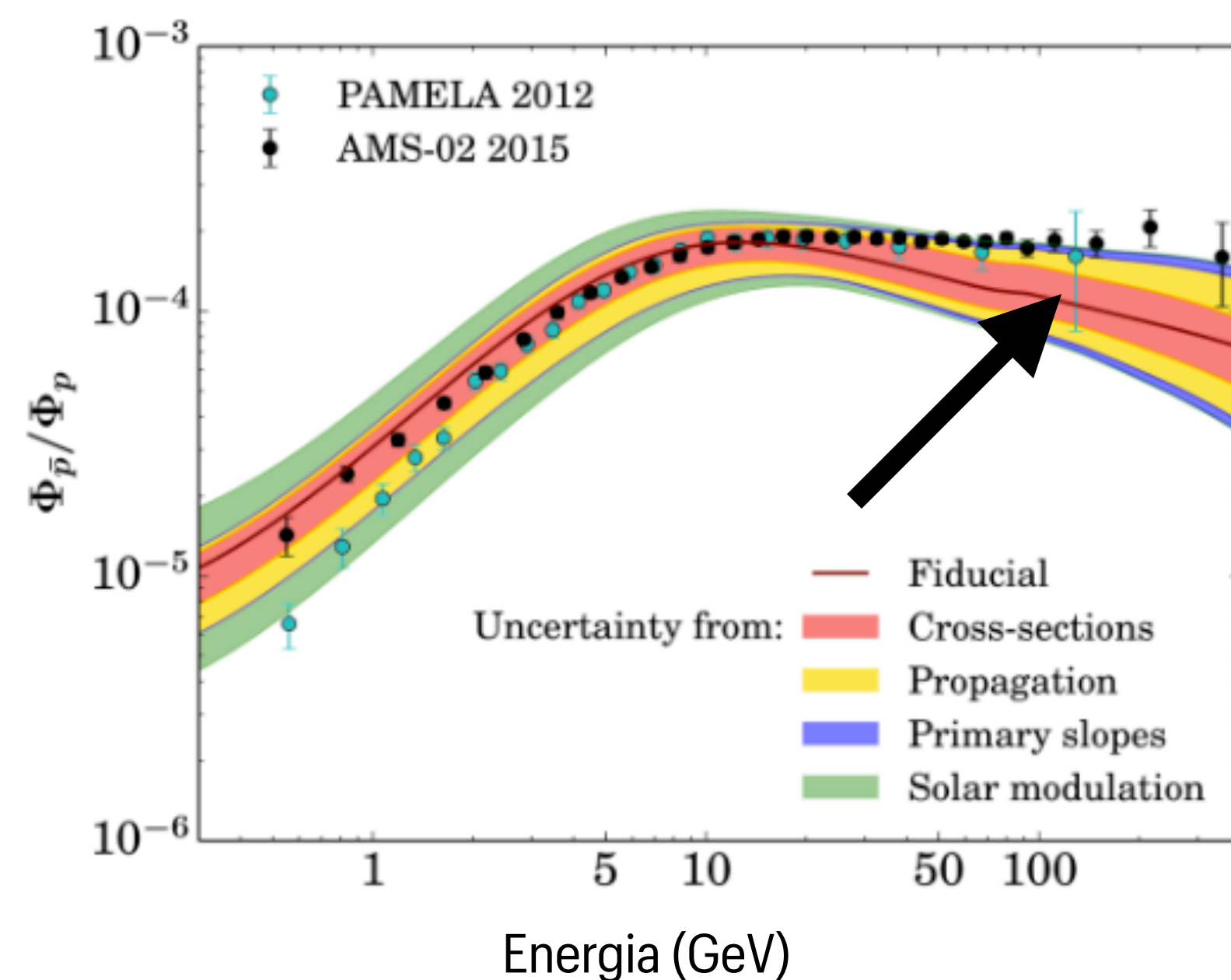
PREMESSA: I RAGGI COSMICI SONO COSTITUITI PRINCIPALMENTE DA PROTONI, NUCLEI DI ELIO, IONI PESANTI ED ELETTRONI, SOLO ~ 0.1% È ANTIMATERIA. **OSSERVAZIONE DI SOVRABBONDANZA DI PARTICELLE DI ANTIMATERIA SAREBBE UN INDIZIO DI MATERIA OSCURA**



RAGGI COSMICI E MATERIA OSCURA

RIVELAZIONE INDIRECTA

SI CERCANO DEI RISULTATI STRANI (ANOMALIE) NEI FLUSSI DI PARTICELLE PROVENIENTI DALLO SPAZIO RISPETTO A CIÒ CHE CONOSCIAMO: **ANTIMATERIA**



CONCLUSIONI

La natura dell'esistenza della materia oscura può essere investigata attraverso la ricerca di un eccesso, anomalia, risultato strano rispetto al fondo astrofisico nei raggi cosmici, fotoni e neutrini dallo spazio.

Ad oggi le ricerche e le misure sperimentali non hanno prodotto una CHIARA e UNIVOCA evidenza di un segnale ma solo effetti gravitazionali nell'Universo visibile

Migliorare gli errori sistematici sperimentali, migliorare modelli del fondo astrofisico, migliorare i modelli di materia oscura

