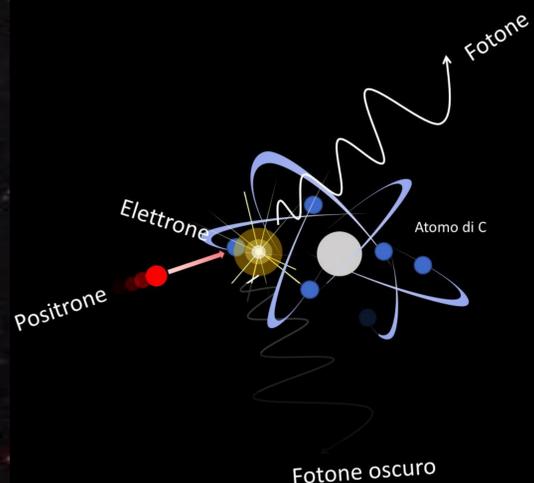




Alla ricerca di nuove forze

La ricerca di evidenze sperimentali della materia oscura è uno dei problemi fondamentali della fisica moderna. Una delle possibili spiegazioni prevede l'esistenza di un «fotone oscuro» legato ad una nuova «quinta forza», che non rientra tra le quattro forze fondamentali che conosciamo (gravitazionale, elettromagnetica, nucleare forte e nucleare debole), in grado di connettere la materia oscura con il nostro mondo. L'esperimento PADME ha lo scopo di studiare con grande precisione i prodotti dell'annichilazione tra materia e antimateria per verificare l'esistenza del «fotone oscuro».



Possibile creazione di un fotone oscuro dall'interazione di un positrone su un atomo di carbonio

PADME in numeri	
10^4	positroni per impulso
49	impulsi al secondo
10^7	secondi in 5 mesi
10^{13}	positroni su bersaglio
550 MeV	energia massima dei positroni
150 ns	durata dell'impulso
24 MeV/c ²	massa del fotone oscuro massima
100 μm	spessore del diamante
3 m	lunghezza della camera da vuoto
10^{-6} mbar	pressione del vuoto
616	cristalli di BGO
4% a 300 MeV	risoluzione energetica
200	barrette di scintillatore
1 GS/s	frequenza di digitalizzazione
1 μs	tempo di registrazione



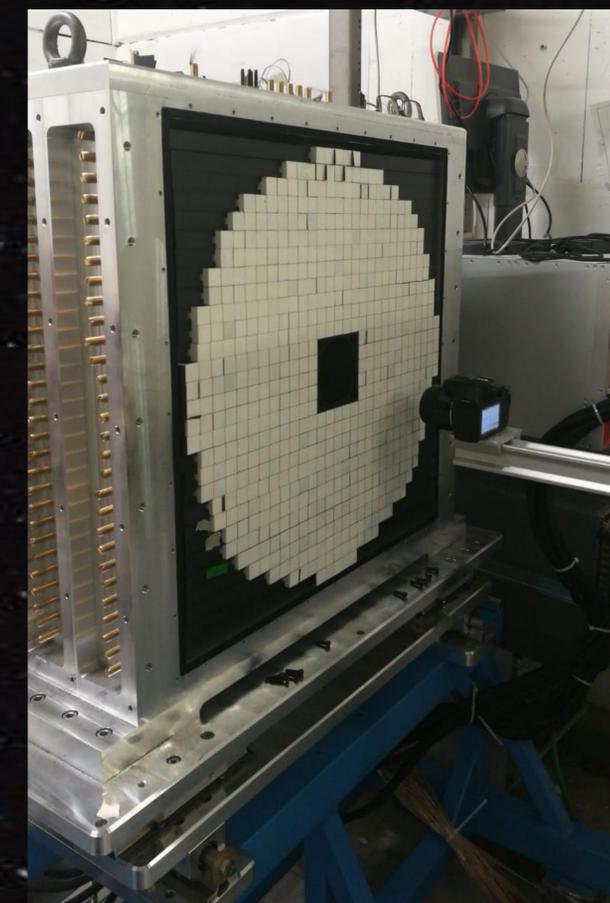
Il bersaglio attivo di diamante



Cristalli scintillanti e fotosensori del calorimetro



La parte centrale del calorimetro elettromagnetico



Il calorimetro elettromagnetico di PADME

L'apparato sperimentale

Il bersaglio di diamante

Un fascio di antimateria (positroni) prodotto dall'acceleratore lineare (LINAC) viene inviato su un sottilissimo strato di diamante poli-cristallino, dove i positroni si annichilano con gli elettroni degli atomi di carbonio. Il diamante è «attivo», cioè in grado di misurare le coordinate del punto di annichilazione.

La camera a vuoto

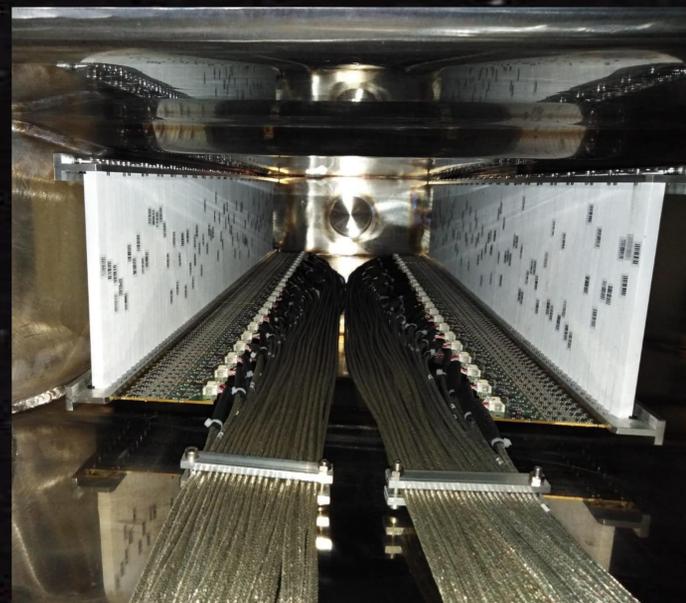
Le particelle prodotte dall'interazione del fascio sul diamante entrano in una regione di vuoto, in modo da non interagire ulteriormente con le molecole dell'atmosfera.

Il calorimetro elettromagnetico

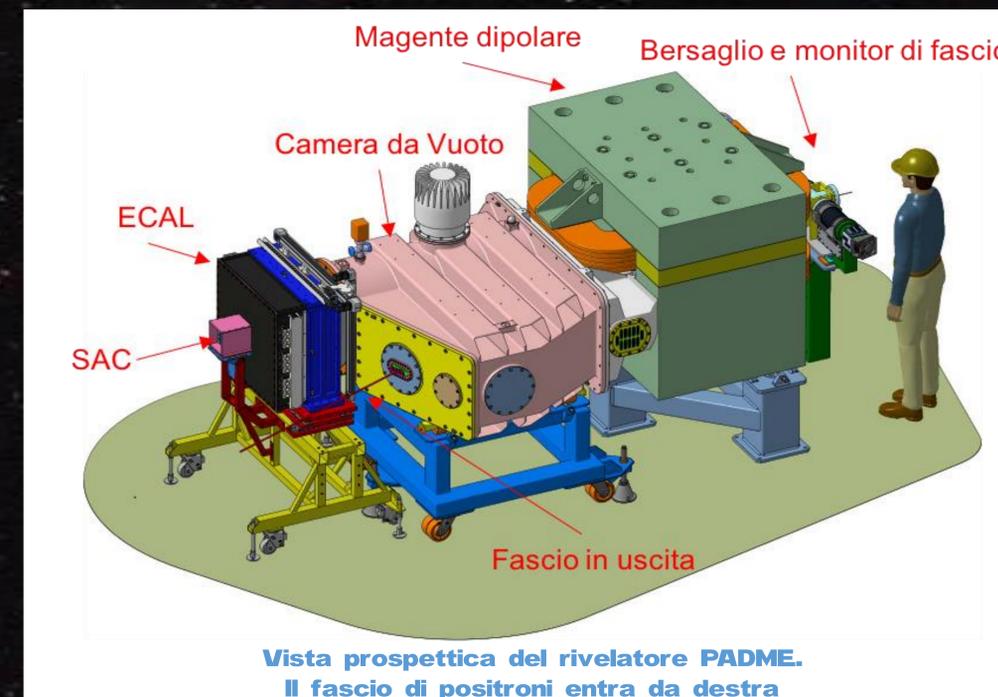
Ha il compito di rivelare con grande precisione i fotoni ordinari che devono essere prodotti insieme al «fotone oscuro». È composto da 616 cristalli di ortogermanato di bismuto (BGO) e per assicurarne un funzionamento uniforme e costante nel tempo viene continuamente calibrato utilizzando i muoni provenienti dai raggi cosmici e i fotoni provenienti dall'annichilazione di elettroni e positroni ($e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$).

Veto per le particelle cariche

Nell'ipotesi che il «fotone oscuro» esista veramente, per riuscire a rivelarlo bisogna filtrare le altre particelle prodotte nelle interazioni del fascio di positroni con il bersaglio. Di questo si occupa il «veto», un rivelatore costituito da due moduli di plastiche scintillanti.



Il rivelatore a plastiche scintillanti all'interno della camera da vuoto



Vista prospettica del rivelatore PADME. Il fascio di positroni entra da destra