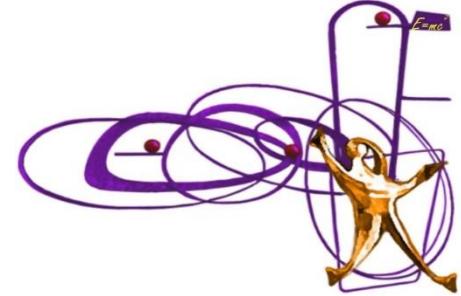




Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare



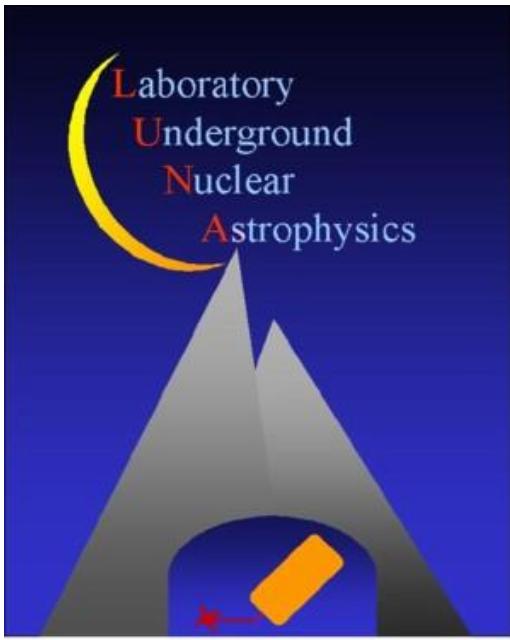
Dottorato di Ricerca in Fisica XXX ciclo

Programma di Ricerca

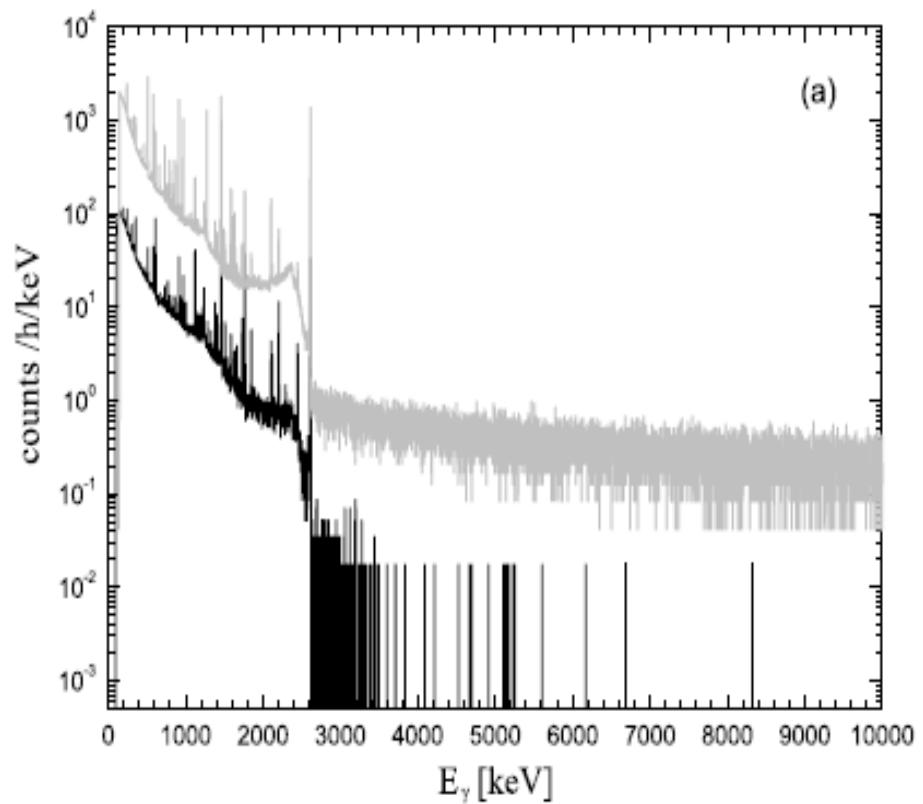
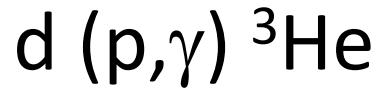
Misura della sezione d'urto della reazione nucleare ^2H (p,γ) ^3He di interesse per la Big Bang Nucleosynthesis a LUNA

Dottoranda: Viviana Mossa

Proposta tutore: Dott. Vincenzo Paticchio



Misura della $\sigma(E)$ della reazione

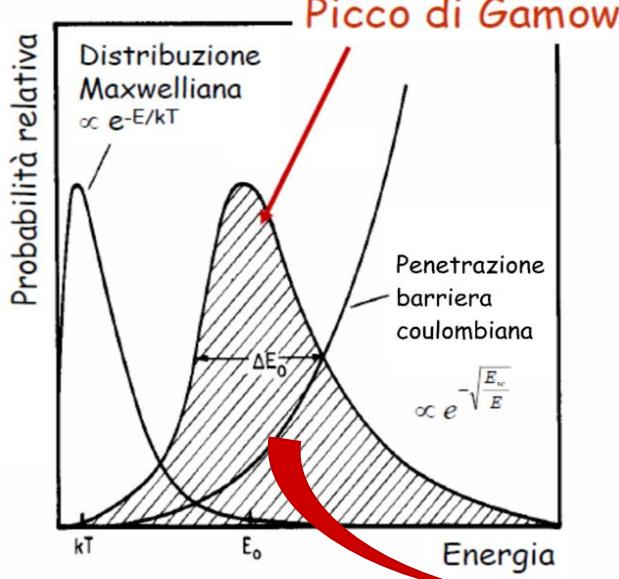
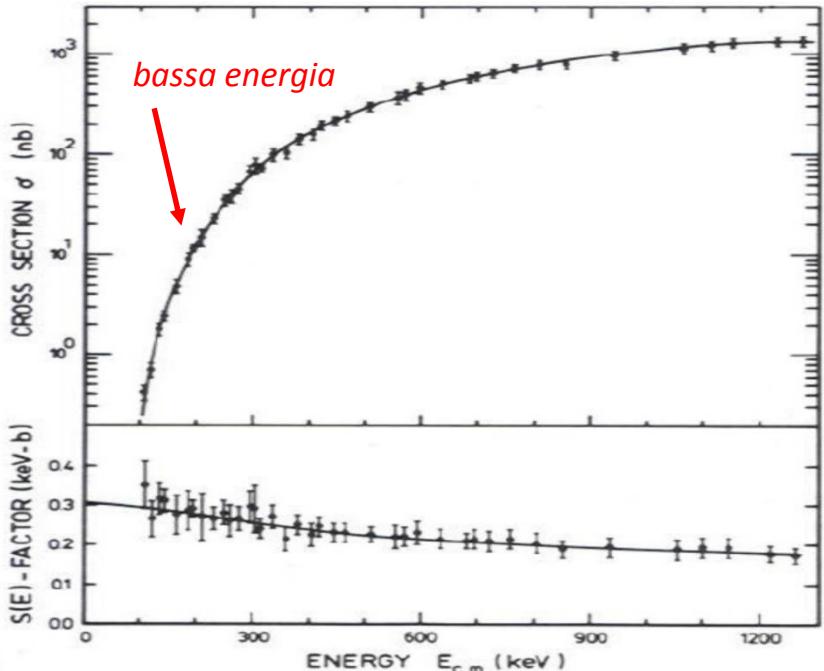


Spettro del fondo ambientale osservato con un rivelatore al Ge posto in "superficie" (spettro grigio) e all'interno dei LNGS (spettro nero).

LNGS: riduzione del fondo cosmico

- μ $\rightarrow 10^6$
- n $\rightarrow 10^3$
- γ $\rightarrow 10$

SEZIONE D'URTO E FATTORE ASTROFISICO



PROBABILITA' DI PENETRAZIONE DELLA BARRIERA COULOMBIANA

The equation for the transmission probability is:

$$\sigma(E) = \frac{S(E)}{E} e^{-\sqrt{E_{BC}/E}}$$

Annotations explain the components:

- A yellow oval encloses $S(E)$.
- A blue oval encloses E .
- A green oval encloses $e^{-\sqrt{E_{BC}/E}}$.

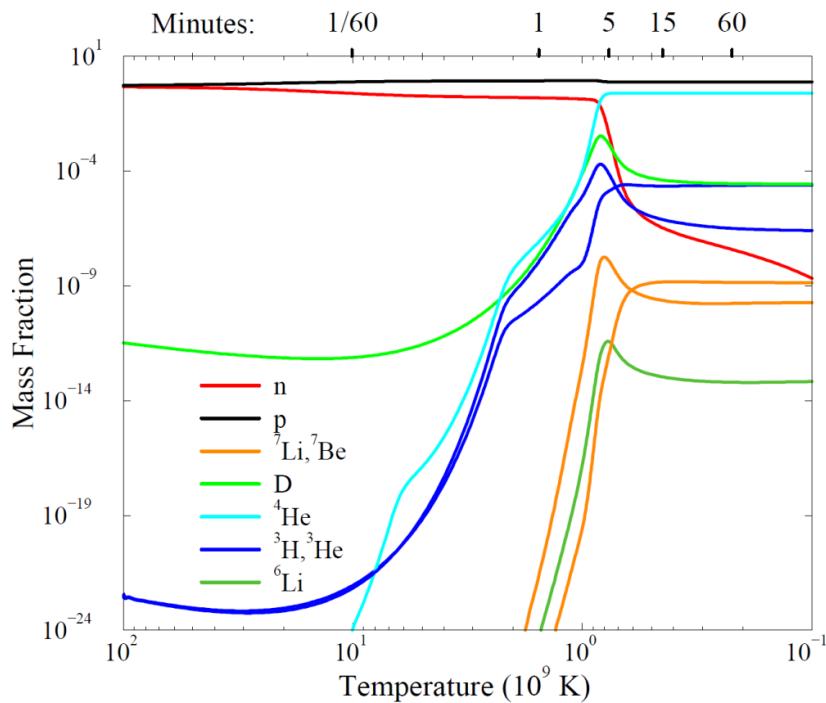
 A green arrow points from the text above to the green oval.

PROBABILITA' DI INTERAZIONE NUCLEARE (FATTORE ASTROFISICO)

$$\sigma(E) \leq pb$$

Impossibile esplorare la regione del picco di Gamow in un laboratorio posto sulla superficie terrestre dove gli eventi di fondo sono dominanti. → LUNA

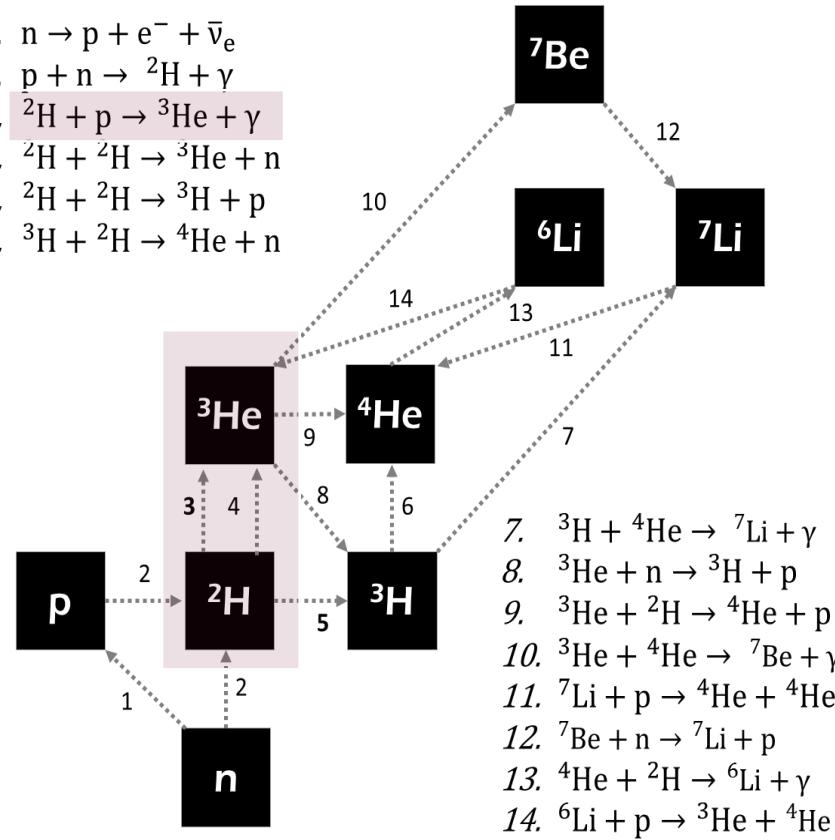
BIG BANG NUCLEOSYNTHESIS: sintesi degli elementi primordiali



- $d(p, \gamma) {}^3\text{He}$

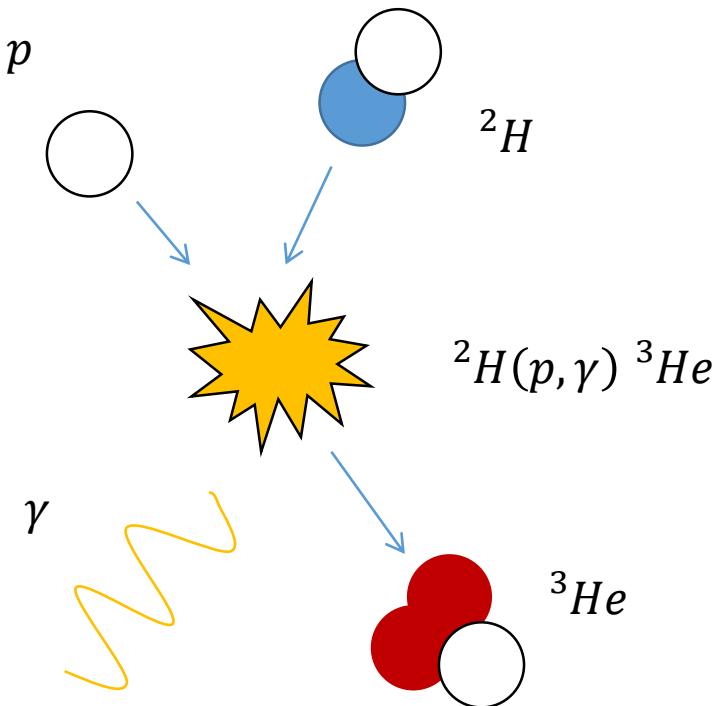
Nucleosintesi stellare
 Nucleosintesi primordiale

1. $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$
2. $p + n \rightarrow {}^2\text{H} + \gamma$
3. ${}^2\text{H} + p \rightarrow {}^3\text{He} + \gamma$
4. ${}^2\text{H} + {}^2\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + n$
5. ${}^2\text{H} + {}^2\text{H} \rightarrow {}^3\text{H} + p$
6. ${}^3\text{H} + {}^2\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + n$



- La BBN ha avuto luogo durante i primi minuti dell'universo attraverso la catena di reazioni mostrata in figura
- $T \approx 1\text{GK}$ ($E_{\text{univ}} < E_{\text{legame}}$) \rightarrow fusione degli elementi leggeri

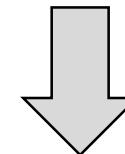
PERCHÉ STUDIARE QUESTA REAZIONE



- Nota la densità primordiale e l'evoluzione dell'Universo,
- Nota la sezione d'urto dei processi di fusione che creano/distruggono il deuterio,

Reaction	$\varepsilon_{^2H/H} \times 10^5$
$p(n, \gamma)^2H$	± 0.002
$d(p, \gamma)^3He$	± 0.062
$d(d, n)^3He$	± 0.020
$d(d, p)^3H$	± 0.013

Con $\varepsilon_{^2H/H}$ errore sull'abbondanza di 2H



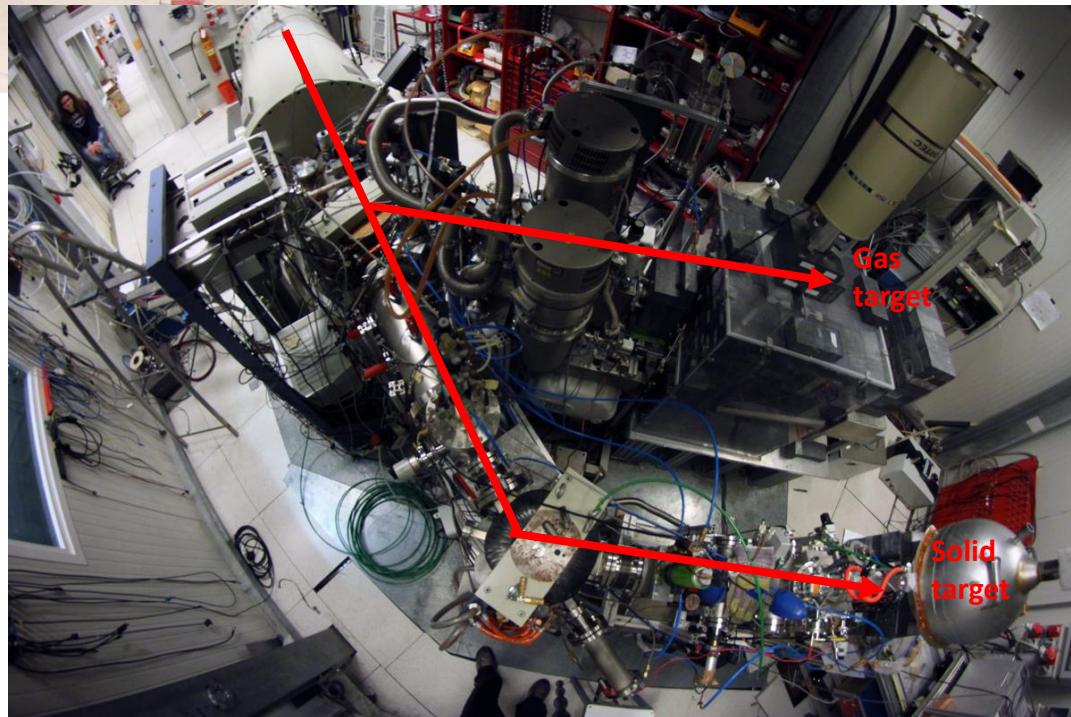
Calcolo dell'ABBONDANZA DI DEUTERIO PRIMORDIALE

APPARATO Sperimentale: 1) Acceleratore



Acceleratore LUNA 400 kV

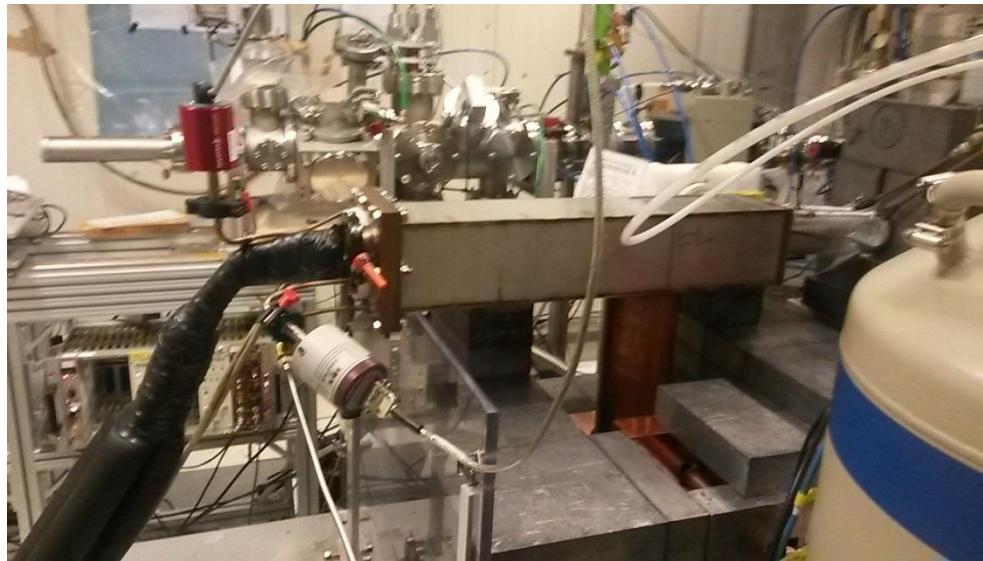
- Alte correnti ($\cong 200 \mu\text{A}$).
- Ottima risoluzione energetica ($\cong 0.5 \text{ keV}$).
- Corrente stabile nel tempo
- Energia: [50 – 400] keV



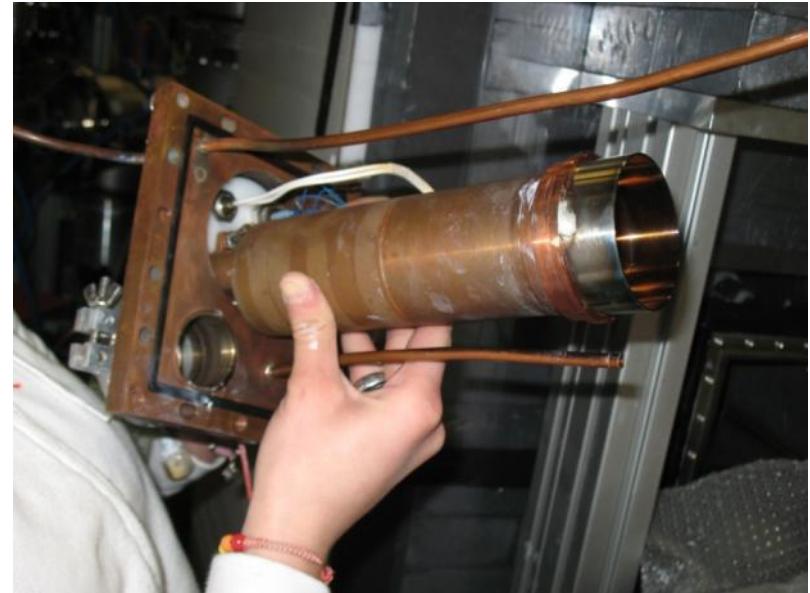
Particelle: PROTONI, ELIO-3 ED ELIO-4

- Prima linea di fascio:
windowless gas target
- Seconda linea di fascio:
solid target

APPARATO Sperimentale: 2) Bersaglio

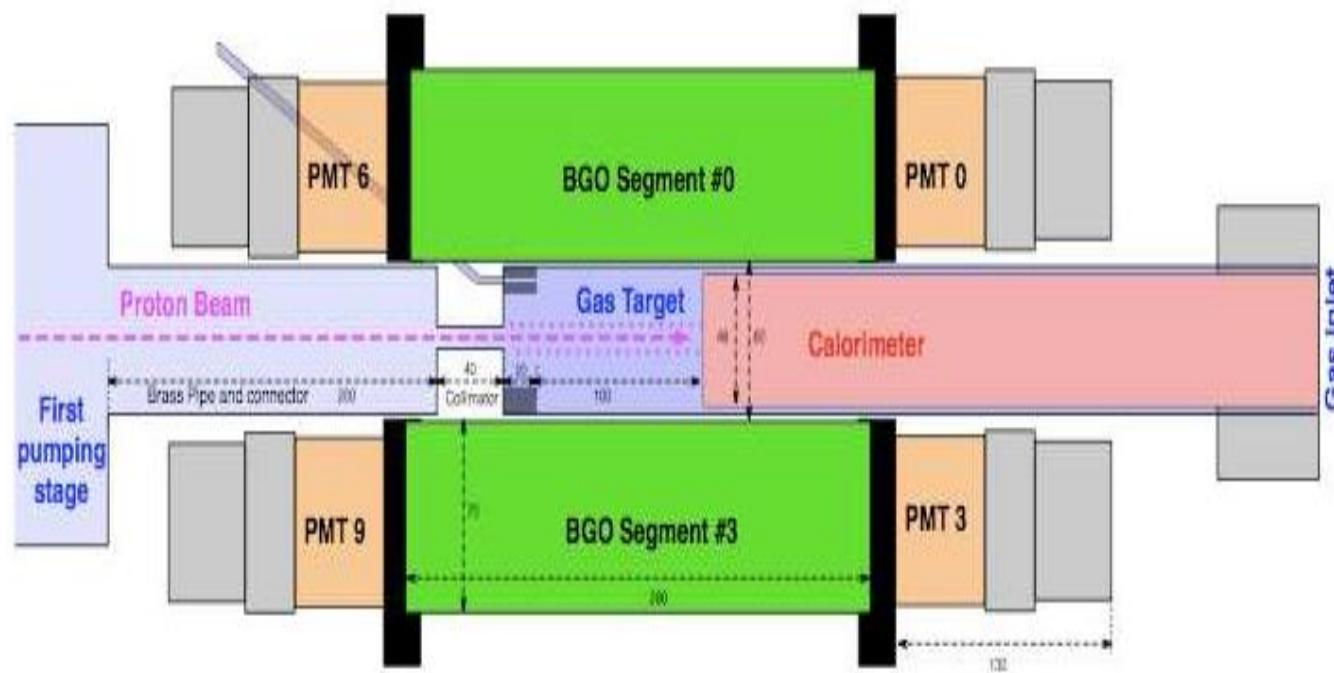
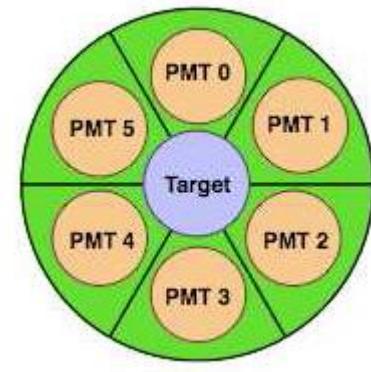


- Windowless gas target di ^2H a p controllata
- Misura di corrente effettuata con *calorimetro a gradiente di temperatura costante* (70°C)



APPARATO SPERIMENTALE: 3) Rivelatore

- Scintillatore inorganico BGO (Germanato di bismuto)
- Struttura cilindrica con cavità coassiale (angolo solido di 4π)
- Efficienza di rivelazione (5,5 MeV) $\sim 70\%$
- Risoluzione energetica $\sim 8\%$



ATTIVITÀ DI RICERCA I ANNO

Il primo anno sarà impiegato per l'approfondimento della tematica scientifica frequentando i corsi predisposti, lavorando attivamente all'interno dell'esperimento, partecipando alla presa dati opportunamente programmata per realizzare una precisa conoscenza dell'apparato sperimentale e raggiungere completa autonomia nel suo utilizzo.

In particolare si procederà a:

- caratterizzare il rivelatore gamma
- preparare il set up sperimentale (elettronica, sistemi di controlli lenti, DAQ)
- avviare la presa dati su fascio per lo studio della reazione $^2\text{H}(\text{p},\gamma)^3\text{He}$.

ATTIVITÀ DI RICERCA II E III ANNO

Secondo e terzo anno saranno impiegati per:

- completamento della presa dati (entro II anno)
- sviluppo e utilizzo di tecniche Monte Carlo necessarie per la stima dell'efficienza e della risoluzione energetica dell'apparato sperimentale (fascio, bersaglio gassoso, BGO)
- determinazione e sottrazione delle varie componenti del background
- analisi dei dati raccolti e interpretazione degli stessi
- confronto con modelli teorici e studio delle implicazioni astrofisiche.