

**NEUTARGS**  
NEUtron production TARGetS



**PAVIA – WP4**

# NEUTARGS

## NEUtron production TARGets

PD -LNL - PV

(Res. Naz. J. Wyss - PD)

- **WP1 - SEE** (Single Event Effects)  
Studio di effetti di danneggiamento su elettronica da neutroni atmosferici
- **WP2 - FARETRA** (FAst REactor simulator for TRAnsmutation studies)  
Studi di spettri neutronici utili ai fini dello sviluppo di reattori di Gen. IV
- **WP3 - BNCT** (Boron Neutron Capture Therapy)  
Generazione sorgenti neutroniche ad alto flusso termico **epitermico** per  
terapia oncologica
- **WP4 - PAVIA**
- **Sistema irraggiamento al ciclotrone di PV per test materiali targhette**
- **BSA (Beam Shaping Assembly)**

# Richieste minime per un fascio BNCT



	Epithermal neutron beams	Thermal neutron beams
Energy	$0.4 \text{ eV} < E < 10 \text{ keV}$	$0 < E < 0.4 \text{ eV}$
Intensity	$> 2 \times 10^9 \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$> 0.5 \times 10^9 \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Contamination	$\lesssim 2.8 \times 10^{-13} \text{ RBE Gy cm}^2$ for gamma and fast neutron	$\lesssim 2.8 \times 10^{-13} \text{ RBE Gy cm}^2$ for gamma and fast neutron
Collimation ( $J/\phi$ )	$> 0.75$	—
Advantage depth	$> 9 \text{ cm}$	$> 4 \text{ cm}$
Beam size	0 to $> 16 \text{ cm}$ diameter	0 to $> 16 \text{ cm}$ diameter

Intensities are estimated for one-field irradiations to tolerance, about 12.5 RBE Gy, in 30 min or less using an advanced capture compound.

# REAZIONI PER PRODURRE NEUTRONI

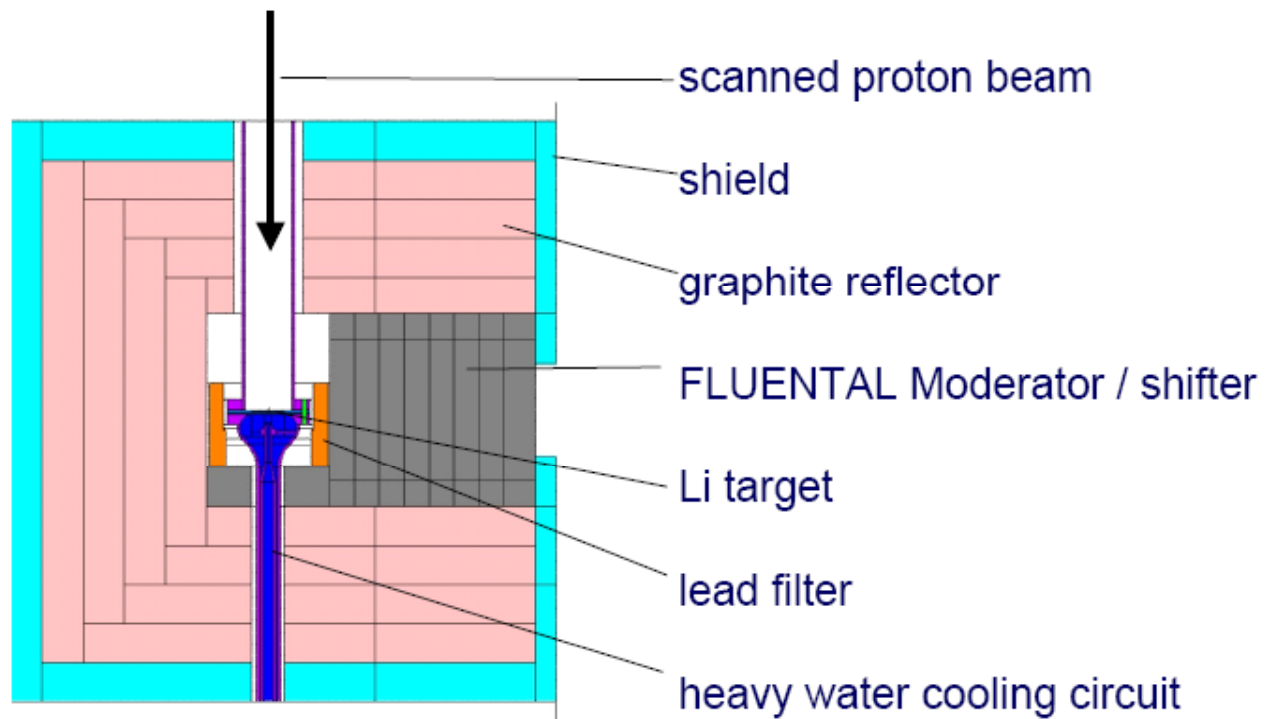


Reaction	Bombarding energy (MeV)	Neutron production rate (n/min-mA)	Calculated average neutron energy at 0° (MeV)	Calculated maximum neutron energy (MeV)	Target melting point (°C)	Target thermal conductivity (W/m-K)
${}^7\text{Li}(p,n)$	2.5	$5.34 \times 10^{13}$	0.55	0.786	181	85
${}^9\text{Be}(p,n)$	4.0	$6.0 \times 10^{13}$	1.06	2.12	1287	201
${}^9\text{Be}(d,n)$	1.5	$1.3 \times 10^{13*}$	2.01	5.81	1287	201
${}^{13}\text{C}(d,n)$	1.5	$1.09 \times 10^{13}$	1.08	6.77	3550	230

*Parametri principali del sistema sorgente-RFQ-convertitore (bassa energia altissima intensità)*

Sorgente di ioni	TRIPS	protoni di energia 80 keV ed intensità 50 mA
Tipo di acceleratore	RFQ	Radio Frequency Quadrupole
Energia finale di accelerazione	5 MeV	
Corrente di fascio accelerato	30 mA	
Ciclo utile	CW	fascio accelerato continuo
Convertitore neutronico	Berillio	potenza incidente sul convertitore: 150 kW
Intensità sorgente neutronica prodotta dal convertitore	$\sim 10^{14} \text{ s}^{-1}$	neutroni di energia media 1.2 MeV emessi, per secondo, su tutto l'angolo solido
Potenza RF	1.3 MW	
Potenza elettrica in esercizio	3.3 MVA	
Potenza termica al sistema di raffreddamento	2.9 MW	Due circuiti chiusi differenti: 1.1 MW con temperatura massima con $T_{\text{max}} 11 \text{ }^\circ\text{C}$ e 1.8 MW con $T_{\text{max}} 20 \text{ }^\circ\text{C}$

# Beam Shaping Assembly (BSA)



# Beam Shaping Assembly (BSA)

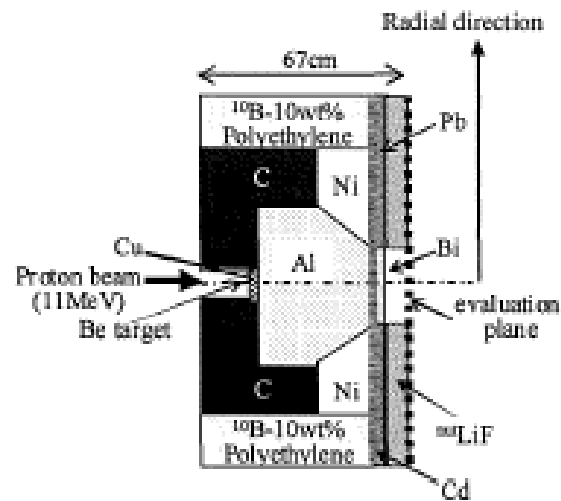


Fig. 3 Cross-sectional view of a moderator geometry for epi-thermal neutrons

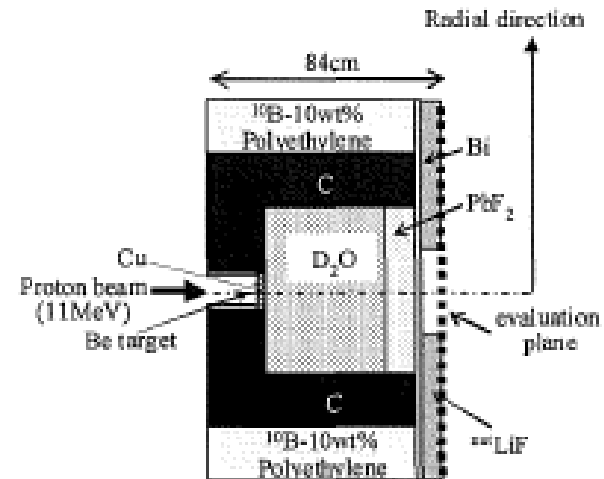


Fig. 4 Cross-sectional view of a moderator geometry for thermal neutrons

# Compiti PV



- Irraggiamento con protoni al ciclotrone di Pavia di campioni dei materiali usati per le targhette (p,n) prodotte a Legnaro
- Progettazione della postazione di irraggiamento presso il ciclotrone con codici di trasporto neutronico MCNP e MCNPX



# Compiti PV



- **Previsti 3 fasci**
- **1 per ricerca**
- **2 per BNCT**
  
- **Progettazione di Beam Shaping Assembly per fasci neutronici da acceleratore per BNCT**  
**con codici di trasporto neutronico MCNP e MCNPX**

# Partecipanti PV



- **Silva Bortolussi (resp.locale) 40%**
- **Nicoletta Protti 30%**
- **Saverio Altieri 30%**

**TOT 1.0 FTE**

# Richieste PV 2013



- 5 kE/anno per irraggiamenti targhette al ciclotrone
- 10 kE per preparazione del set-up per irraggiare le targhette, compresa nicchia per radioprotezione
- 1 kE missioni interne.

# Richieste

## NEUTARGS for SEE, FARETRA, BNCT

### INFN LEGNARO

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| • E. Fagotti (resp. Locale) | 40% |
| • J. Esposito               | 40% |
| • gruppo Andrighetto        | 30% |
| • A. Palmieri               | 30% |
| • M. Comunian               | 30% |
| • C. Roncolato              | 30% |

Totale                      2 FTE

P. Bottin                      30%

#### Tasks:

- progetto bersagli conici di W (SEE, FARETRA)
- progetto bersaglio Be sottile (QMN)
- progetto bersaglio Be/x
- acquisto materiale per bersagli
- ingegnerizzazione dei bersagli
- costruzione dei bersagli
- test termo-meccanici e di integrità

# Richieste

## NEUTARGS for SEE, FARETRA, BNCT

### INFN LEGNARO

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| • E. Fagotti (resp. Locale) | 40% |
| • J. Esposito               | 40% |
| • gruppo Andrighetto        | 30% |
| • A. Palmieri               | 30% |
| • M. Comunian               | 30% |
| • C. Roncolato              | 30% |

Totale                    2 FTE

P. Bottin                    30%

#### Tasks:

- progetto bersagli conici di W (SEE, FARETRA)
- progetto bersaglio Be sottile (QMN)
- progetto bersaglio Be/x
- acquisto materiale per bersagli
- ingegnerizzazione dei bersagli
- costruzione dei bersagli
- test termo-meccanici e di integrità

# Richieste



## NEUTARGS LEGNARO

	2013		2014		2015	
Interno	Analisi metallografiche	2	Analisi metallografiche	2	Irraggiamento campioni	2
		2	Irraggiamento campioni	2		1
Estero		2		2	Presentazione risultati	3
Consumo	Fogli Be, materiali supporto, fili brasante	20	Materiali e brasanti prototipo	30	lavorazioni meccaniche prototipo	20
	Set-up sperimentale CN	10	Set-up sperimentale CN	5	Set-up sperimentale LENA	5
	Materiali test Be sottile	4	Materiale target W	10	Costruzione sistema raffreddamento target W	20
			Costruzione target	20	Test su ciclotrone	20
Inventariabile	mini forno brasatura	30				
<b>Totale</b>		<b>70</b>		<b>71</b>		<b>71</b>