



CHNET – NICHE

**CULTURAL HERITAGE NETWORK –
NEUTRON IMAGING FOR CULTURAL
HERITAGE**

SEZIONE DI FIRENZE

N.GELLI, F. GRAZZI - RESP. NAZIONALI

UNITÀ COINVOLTE: FI, PV, BO, MIB, TO

DURATA DELL'ESPERIMENTO: 2 ANNI

Consiglio di Sezione INFN – Firenze
12 luglio 2019

MOTIVAZIONE

Imaging con neutroni: informazioni complementari a quelle che si ottengono con le tecniche più comunemente adottate e diffuse (IBA, XRF, Tomografia X, etc), tramite **analisi diagnostica morfologica non distruttiva**

- **Obiettivo:** sviluppo e ottimizzazione di un sistema per imaging e tomografia con neutroni termici preso il reattore del LENA di Pavia
- valorizzare al massimo la linea di fascio disponibile al reattore TRIGA (attualmente impiegata per la PGNAA dell'esperimento CHNet_TANDEM) realizzando la prima facility di **radiografia e tomografia neutronica** in Italia utilizzabile anche da utenti esterni e dedicata ad analisi nel campo dei beni culturali
- integrare la strumentazione di diagnostica già patrimonio della rete CHNet per i Beni Culturali CHNet, con la nuova facility di *neutron imaging*, ampliando il ventaglio delle tecnologie e delle attrezzature a disposizione



NEUTRON IMAGING

Group →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 0.02																	He 0.02
2	Li 0.06	Be 0.22											B 0.28	C 0.27	N 0.11	O 0.16	F 0.14	Ne 0.17
3	Na 0.13	Mg 0.24											Al 0.38	Si 0.33	P 0.25	S 0.30	Cl 0.23	Ar 0.20
4	K 0.14	Ca 0.26	Sc 0.48	Ti 0.73	V 1.04	Cr 1.29	Mn 1.32	Fe 1.57	Co 1.78	Ni 1.96	Cu 1.97	Zn 1.64	Ga 1.42	Ge 1.33	As 1.50	Se 1.23	Br 0.90	Kr 0.73
5	Rb 0.47	Sr 0.86	Y 1.61	Zr 2.47	Nb 3.43	Mo 4.29	Tc 5.06	Ru 5.71	Rh 6.08	Pd 6.13	Ag 5.67	Cd 4.84	In 4.31	Sn 3.98	Sb 4.28	Te 4.06	I 3.45	Xe 2.53
6	Cs 1.47	Ba 2.73		Hf 19.70	Ta 25.47	W 30.49	Re 34.47	Os 37.92	Ir 39.01	Pt 38.61	Au 35.94	Hg 25.88	Tl 23.23	Pb 22.81	Bi 20.28	Po 20.22	At -	Rn 9.77
7	Fr -	Ra 11.80		Rf -	Db -	Sg -	Bh -	Hs -	Mt -	Ds -	Rg -	Uub -	Uut -	Uuq -	Uup -	Uuh -	Uus -	Uuo -

Lanthanides	La 5.04	Ce 5.79	Pr 6.23	Nd 6.46	Pm 7.33	Sm 7.68	Eu 5.66	Gd 8.69	Tb 9.46	Dy 10.17	Ho 10.17	Er 11.70	Tm 12.49	Yb 9.32	Lu 14.07
Actinides	Ac 24.47	Th 28.95	Pa 39.65	U 49.08	Np -	Pu -	Am -	Cm -	Bk -	Cf -	Es -	Fm -	Md -	No -	Lr -

Group →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 3.44																	He 0.02
2	Li 3.30	Be 0.79											B 101.6	C 0.56	N 0.43	O 0.17	F 0.20	Ne 0.10
3	Na 0.09	Mg 0.15											Al 0.1	Si 0.11	P 0.12	S 0.06	Cl 1.33	Ar 0.03
4	K 0.06	Ca 0.08	Sc 2.00	Ti 0.60	V 0.72	Cr 0.54	Mn 1.21	Fe 1.19	Co 3.92	Ni 2.05	Cu 1.07	Zn 0.35	Ga 0.49	Ge 0.47	As 0.67	Se 0.73	Br 0.24	Kr 0.61
5	Rb 0.08	Sr 0.14	Y 0.27	Zr 0.29	Nb 0.40	Mo 0.52	Tc 1.76	Ru 0.58	Rh 10.88	Pd 0.78	Ag 4.04	Cd 115.1	In 7.58	Sn 0.21	Sb 0.30	Te 0.25	I 0.23	Xe 0.43
6	Cs 0.29	Ba 0.07		Hf 4.99	Ta 1.49	W 1.47	Re 6.85	Os 2.24	Ir 30.46	Pt 1.46	Au 6.23	Hg 16.21	Tl 0.47	Pb 0.38	Bi 0.27	Po -	At -	Rn -
7	Fr -	Ra 0.34		Rf -	Db -	Sg -	Bh -	Hs -	Mt -	Ds -	Rg -	Uub -	Uut -	Uuq -	Uup -	Uuh -	Uus -	Uuo -

Lanthanides	La 0.52	Ce 0.14	Pr 0.41	Nd 1.87	Pm 5.72	Sm 171.47	Eu 94.58	Gd 1479.0	Tb 0.93	Dy 32.42	Ho 2.25	Er 5.48	Tm 3.53	Yb 1.40	Lu 2.75
Actinides	Ac -	Th 0.59	Pa 8.46	U 0.82	Np 9.80	Pu 50.20	Am 2.86	Cm -	Bk -	Cf -	Es -	Fm -	Md -	No -	Lr -

Diverse caratteristiche di penetrazione e di interazione con i materiali tra sonda neutronica e raggi X.

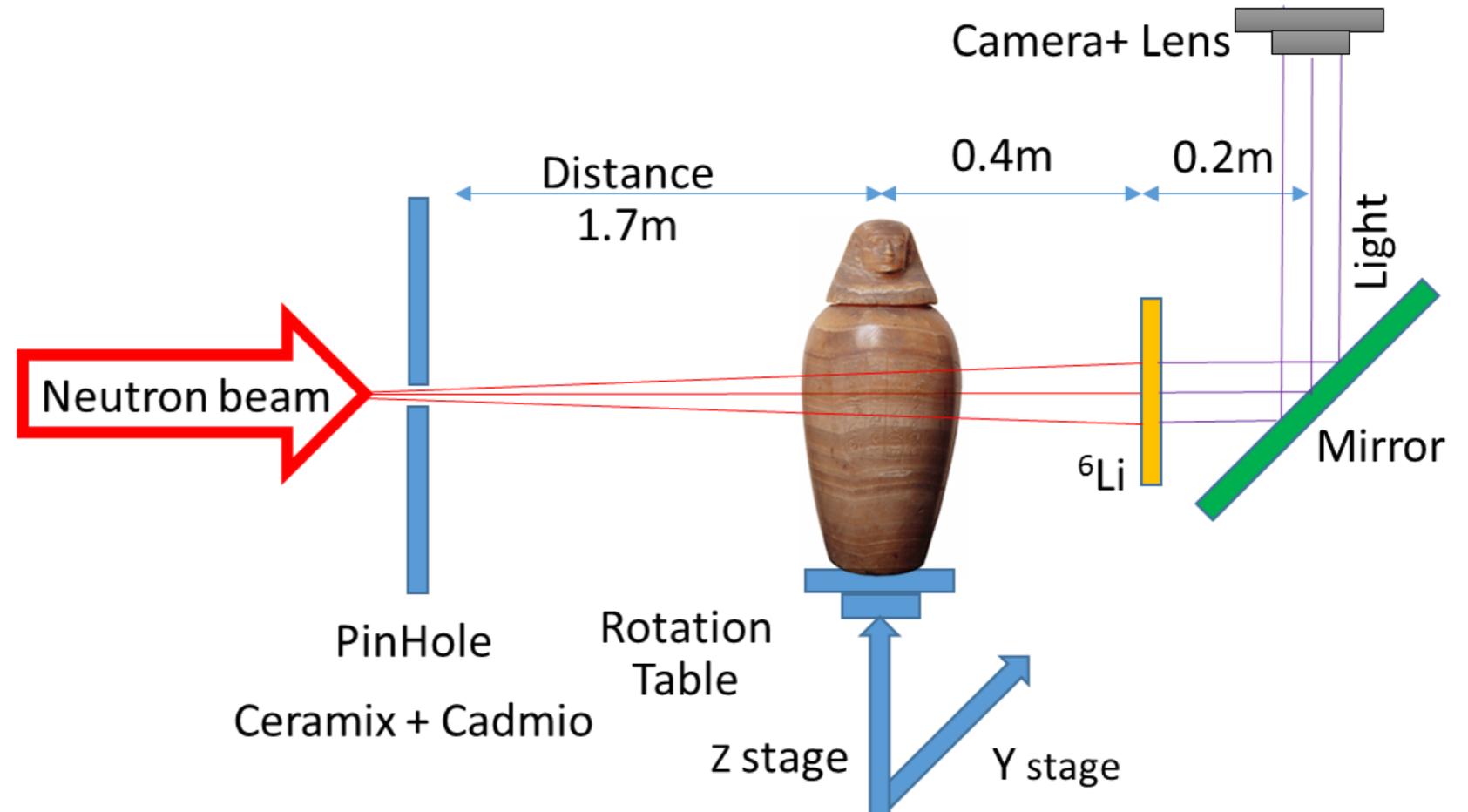
Sopra, mostrato in scale di grigio, il coefficiente di attenuazione di raggi X (150 KeV di energia) per i vari elementi.

Nella seconda tabella, il coefficiente di attenuazione per neutroni (25 meV).



NEUTRON IMAGING

ALLESTIMENTO PER LA CONFIGURAZIONE DI BASE



Geometria variabile: l'accoppiamento ottico tra l'immagine del fascio sullo scintillatore, lo specchio e il sistema obiettivo-telecamera sarà regolabile (es. distanze tra i componenti), per ottenere la migliore illuminanza e la massima risoluzione possibili.



L'ESPERIMENTO: ARTICOLAZIONE E

OBIETTIVI

WP1: valutazione delle caratteristiche del sistema di imaging di base, margini di miglioramento delle performances, standard di procedura consigliati dalla IAEA, per una valutazione certificata della risoluzione [progetto IAEA 08CT14309]

WP2 : caratterizzazione del fascio di neutroni, misure e simulazioni della distribuzione spaziale e in energia

WP3: ottimizzazione dei vari componenti. Realizzazione delle schermature sugli elementi più delicati (ad es. chip telecamera). Realizzazione di schermature a più strati (paraffina, boro, cadmio, piombo) per limitare il danneggiamento da radiazione

WP4: implementazione del sistema con installazione di un *beam limiter* per diminuire l'irraggiamento dell'ambiente e minimizzare il fondo dovuto all'effetto di irraggiamento indiretto del campione

WP5: applicazione su casi di studio che sfruttino le peculiarità della nuova facility per imaging con neutroni.



Milestones:

- **Milestone 1 (mese 6):** simulazioni e messa a punto di un sistema di misura preliminare (FI e PV)
- **Milestone 2 (mese 12):** test sperimentali (FI, TO, PV) e ottimizzazione del sistema di misura, caratterizzazione preliminare della nuova facility e parametrizzazione delle leggi empiriche per l'attenuazione (FI, BO). Prima applicazione su un reperto di interesse artistico/archeologico (FI, BO, TO).
- **Milestone 3 (mese 18):** realizzazione del beam limiter e completamento delle punto misura con schermaggi e motorizzazione (FI, MIB, PV). Definizione delle leggi empiriche per l'attenuazione nella nuova geometria (FI, TO, BO).
- **Milestone 4 (mese 24):** applicazione a campioni reali ed elaborazione digitale dei dati (FI, TO, BO). Confronto con tomografia X (BO).



Richieste:

PREVENTIVI

Consumabili: 7 keuro (assembly camera di alluminio rivelatore specchio - realizzazione custom)

Inventariabile: 10 keuro (4 Keuro motore + controller descrizione)
meccanica 1 keuro telecamere

Viaggi/trasferte 3 Keuro (3 p. x 2turni misura/anno)

Richieste Totali 20 Keuro

Officina: 1/2 mese/uomo

ANAGRAFICA

Nicla Gelli 50% (Resp. locale)

Francesco Grazzi 40%

Caroline Czelusniak 20 %

Lorenzo Giuntini 20 %

Lisa Castelli 20%

Mariaelena Fedi 10%

Marco Manetti 10 %

Francesco Taccetti 10 %

Sezione di Firenze CHNet_NICHE **FTE: 1.8**

