
WP5

Piano irraggiamenti

Serena Mattiazzo

General Meeting 12/10/2022

Irraggiamenti nel 2022

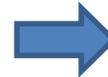
- Test di **Total Ionizing Dose**

- Finora non è stato fatto nessun irraggiamento

- TID test previsti sulla parte digitale del chip elettronico (SERDES e driver) programmati a fine 2021 ma saltati per problemi alla facility a Padova

- Test di **Single Event Effect**

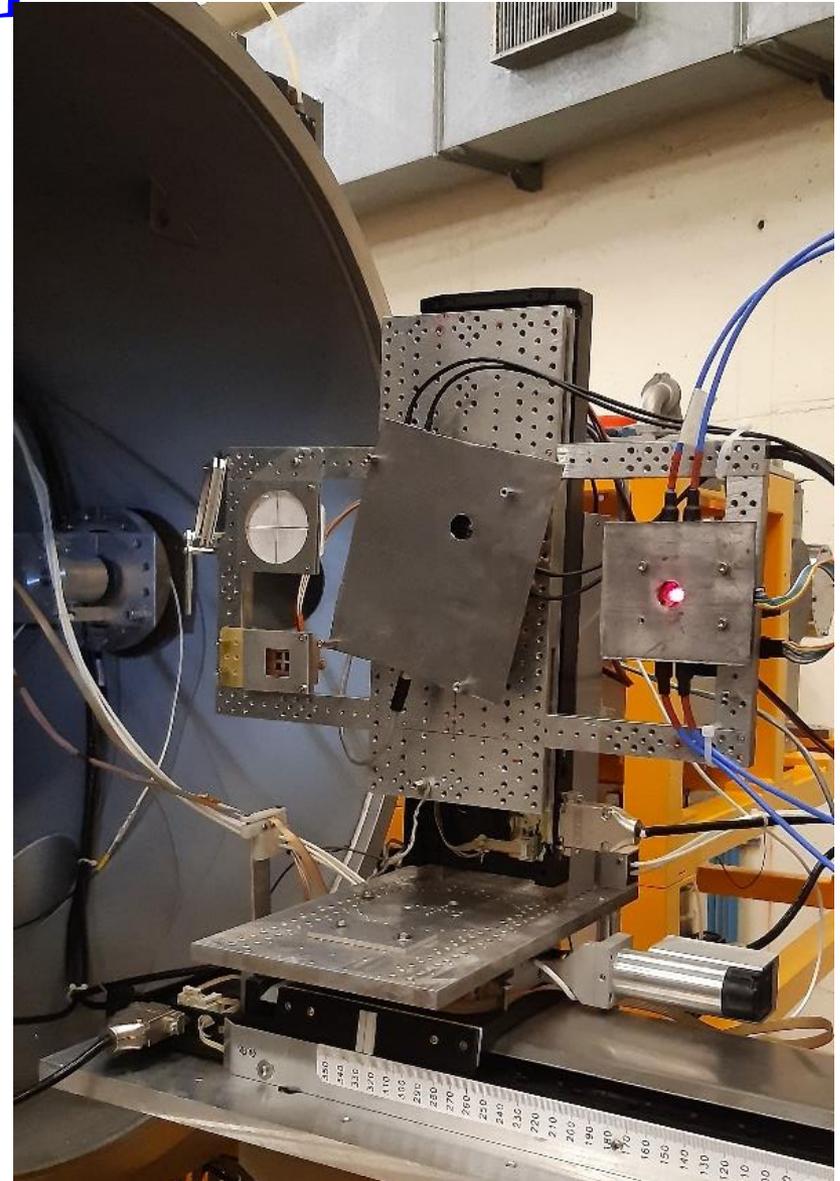
- Chip elettronico (parti digitali)



Prossime slide

SEE test nel 2022 ai LNI

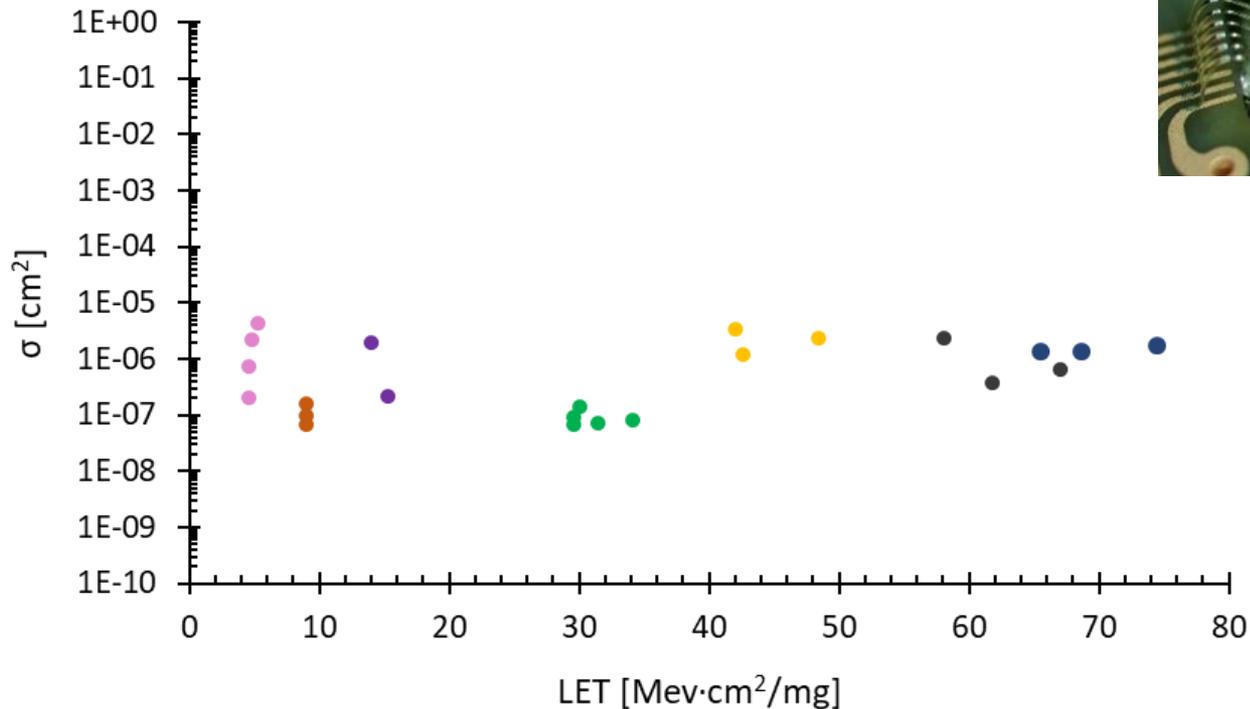
- **25-26 luglio 2022**
 - 8 specie ioniche (O, F, Si, Cl, Ni, Br, Ag, I)
 - 4 angoli per ione



SEE test nel 2022 ai LNL

- **Driver in 28 nm**

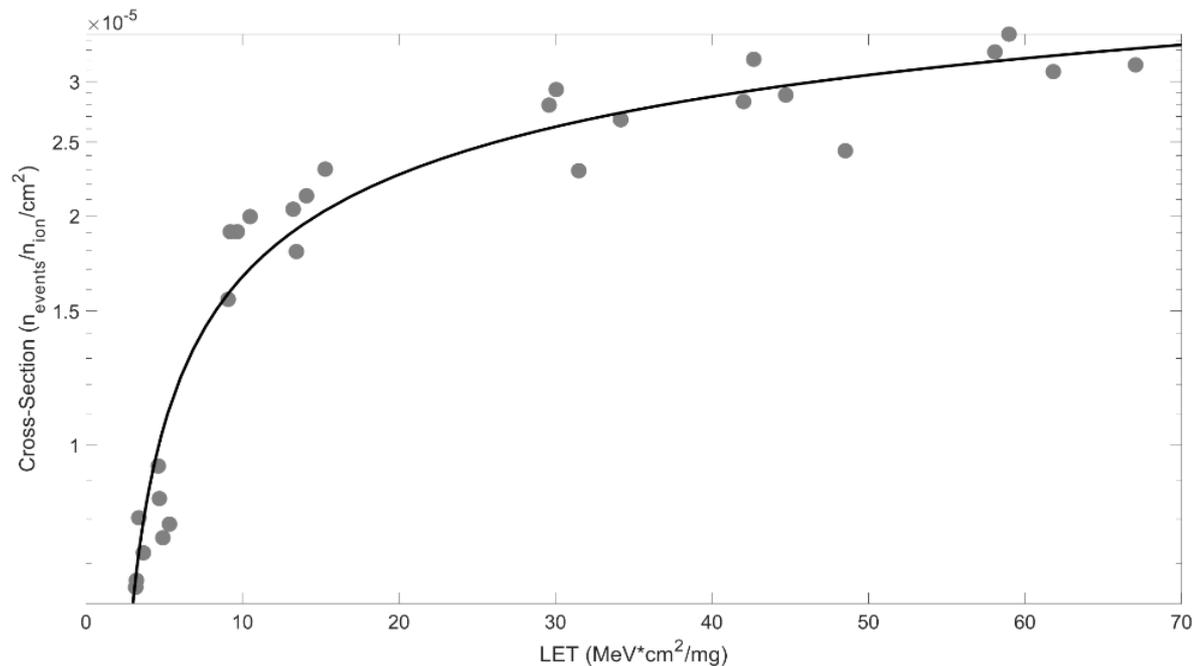
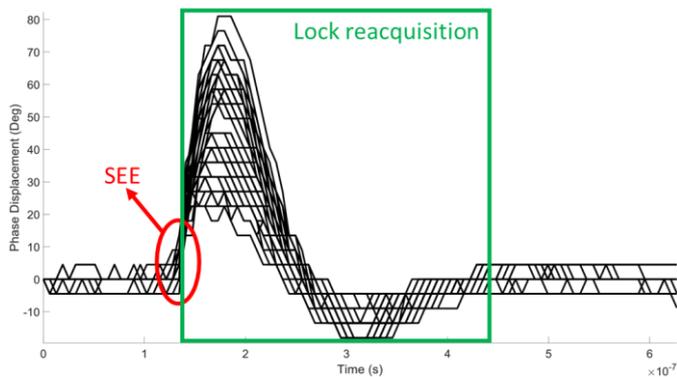
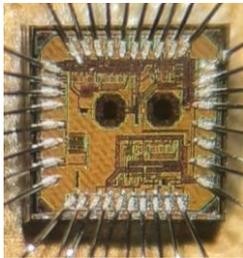
- The driver was tested comparing the bit sequence transmitted and that received looking for flip bits (BERT).
- 25 Gb/s a 2 m



SEE test nel 2022 ai LNL

- **PLL in 65 nm**

- The 65 nm PLL was successfully tested with the developed setup that allowed to detect each phase-shift on the PLL generated output signal
- The PLL is able to relock in less than 400 ns.



SEE cross section

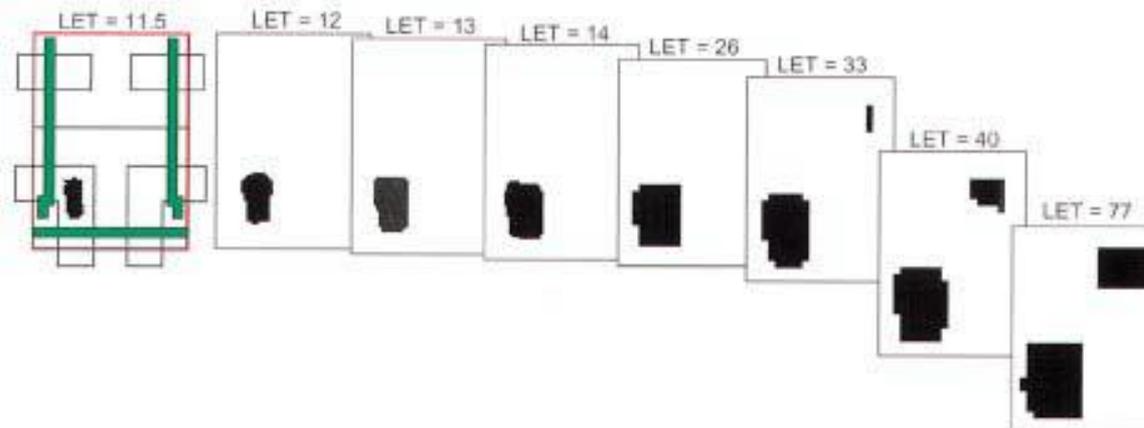
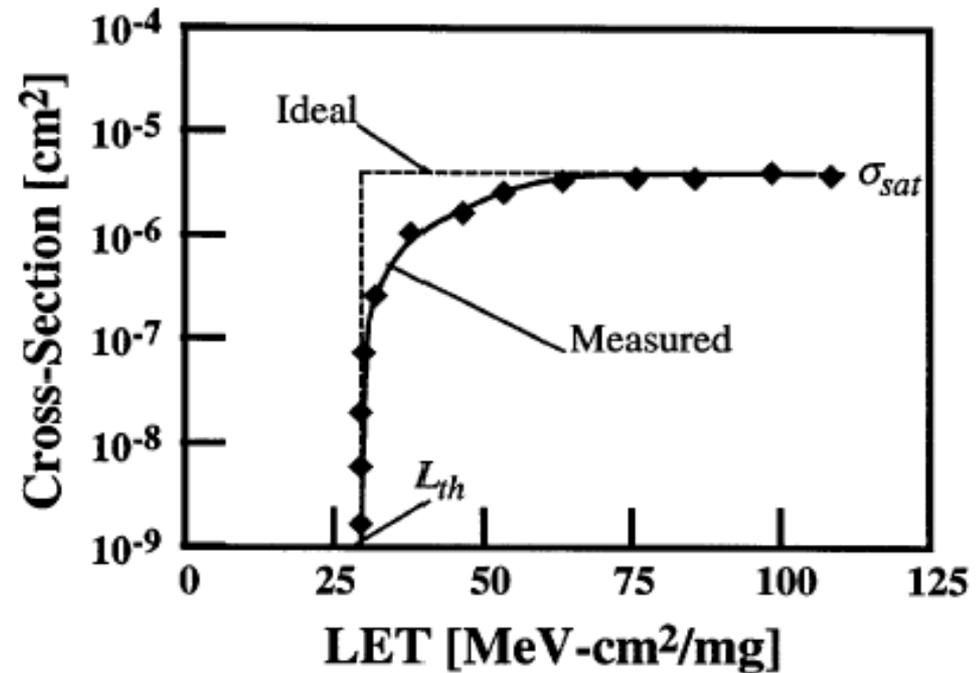
WEIBULL FIT of threshold curve

$$\sigma = \sigma_{sat} \times \{1 - \exp[-(L - L_{th})/W]^s\}$$

σ_{sat} : saturation value

L_{th} : threshold LET value

W and s are fitting parameters



SEE test nel 2023

- **LNL:**
 - Turno 1-2 novembre: da cancellare
 - Deadline per la richiesta di tempo fascio per il 2023: **4 novembre**
 - Il fascio sarà disponibile da **Febbraio a Luglio 2023**
 - Stessa procedura dello scorso anno:
<https://www1.lnl.infn.it/~tandem/TACall.html>
 - Questo è il link del Proposal dello scorso anno in Overleaf:
<https://www.overleaf.com/1833736351zkwjcwtyjwjz>
 - Lascerei inalterata la parte introduttiva («Scientific Motivation»)
 - Aggiornare «Proposed experiment»
 - Togliere/aggiornare quanto riferito ai chip già testati
 - Aggiornare coi chip nuovi
 - Aggiungere un breve paragrafo coi risultati dei test già fatti
 - Aggiustare di conseguenza i numeri «Rate estimate and beam time request»

SEE test nel 2023

- **UCL:**
 - 32 ore: ioni pesanti
 - Erano state chieste a fine 2022/inizio 2023; io le ho messe in stand-by ma dovremmo decidere come usarle e quindi anche quando allocarle
 - Non ci sono constrain temporali forti, ma chiedono, una volta assegnato lo slot, di non cancellarlo (o chiederne lo spostamento) all'ultimo momento
 - In addition, we would like to draw your attention to the very negative impact that late (i.e. within 2-3 weeks of the scheduled beamtime) cancellations/postponing requests have on the project. Indeed, even if the beam time is free of cost for users, it still comes at a significant cost for the European Commission and the facilities, which is still incurred in the case non-performed tests that are cancelled with no margin for scheduling alternative users.

Test plan nel 2023

- **SEE:**

- **Dobbiamo decidere cosa irraggiare a LNL e cosa a UCL (?)**

- Disponibilità di tempo ai LNL: lo sapremo a fine anno
 - Limiti sul setup:
 - flangia realizzata ad hoc (per LNL) con connettori per segnali veloci e per passanti per la fibra ottica
 - Adattatore per SERDES (per LNL)

- **TID:**

- **Facility sia a PD che a PI**

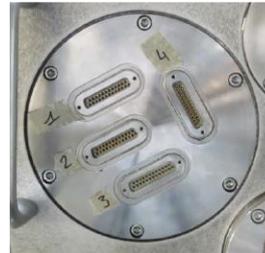
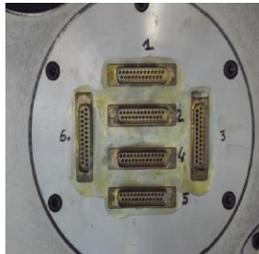
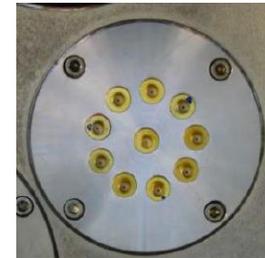
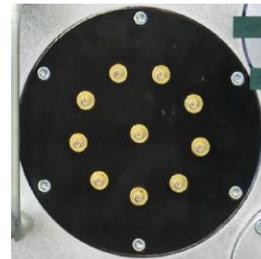
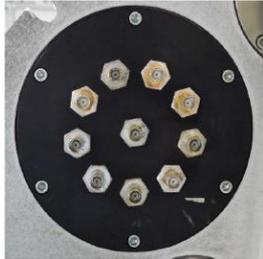
- Parte analogica del chip elettronico
 - Parte digitale del chip elettronico
 - Chip fotonico
 - Integrazione

Altro da INFN-PD

- **Disegno**
 - Attività di Daniele
- **AdR**
 - il bando per l'assegno junior (1 anno) esce l'1 dicembre ma non abbiamo un vero candidato

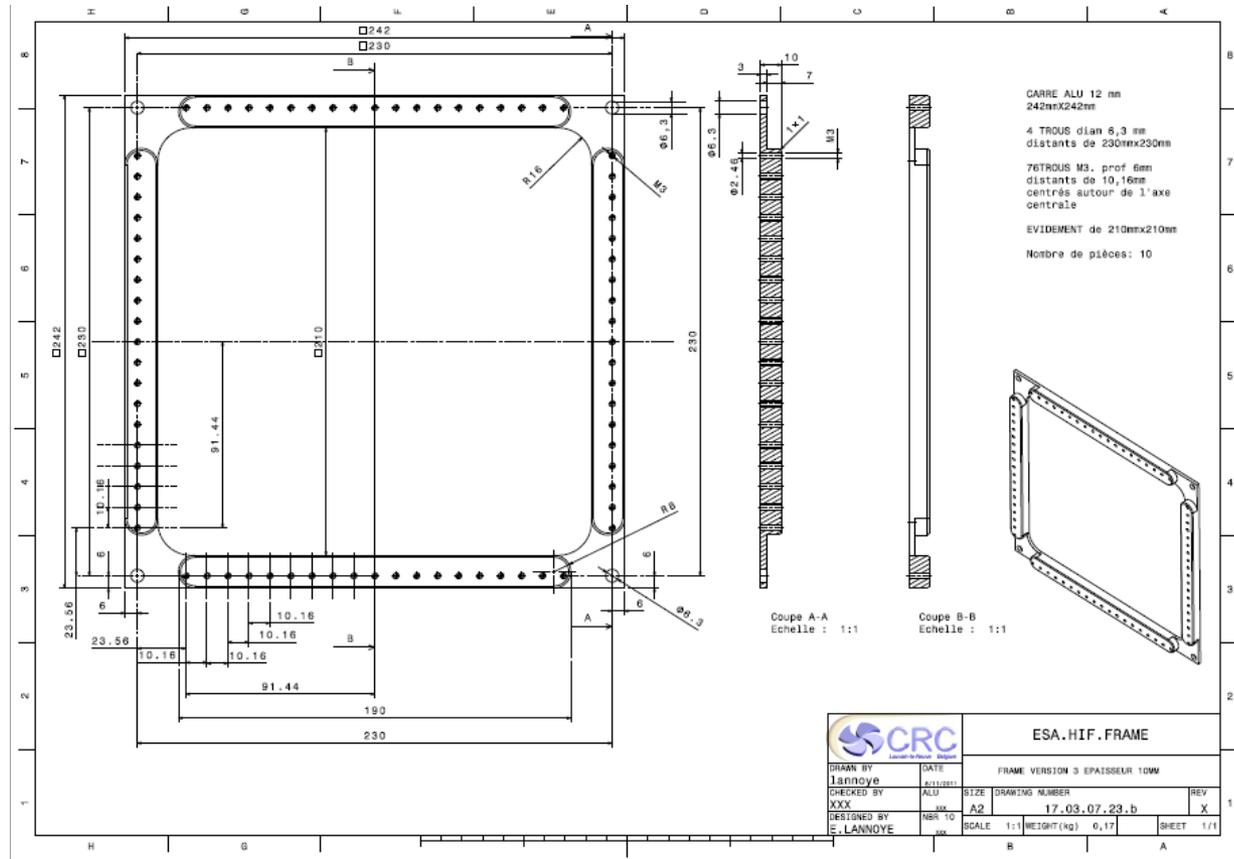
UCL: test con ioni pesanti

- Flange disponibili
 - Quella riportata è solo una selezione



UCL: test con ioni pesanti

- Portacampioni



UCL: test con ioni pesanti

- Fasce disponibili

M/Q	Ion	DUT energy [MeV]	Range [$\mu\text{m Si}$]	LET [MeV/(mg/cm ²)]
3.25	¹³ C ⁴⁺	131	269.3	1.3
3.14	²² Ne ⁷⁺	238	202.0	3.3
3.37	²⁷ Al ⁸⁺	250	131.2	5.7
3.27	³⁶ Ar ¹¹⁺	353	114.0	9.9
3.31	⁵³ Cr ¹⁶⁺	505	105.5	16.1
3.22	⁵⁸ Ni ¹⁸⁺	582	100.5	20.4
3.35	⁸⁴ Kr ²⁵⁺	769	94.2	32.4
3.32	¹⁰³ Rh ³¹⁺	957	87.3	46.1
3.54	¹²⁴ Xe ³⁵⁺	995	73.1	62.5

La facility SIRAD LNL

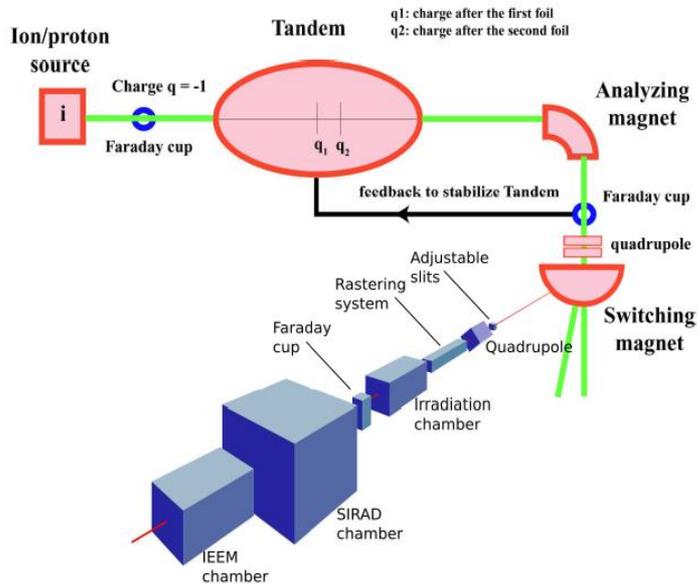
- Questa è la lista degli ioni che possono essere accelerati a SIRAD
- Le energie riportate si riferiscono al Tandem operativo alla massima tensione (14 MV) e allo stato più probabile di carica con 2 stripper
- Il range e la LET superficiale sono calcolati in Si con SRIM

1st multi-source
(¹⁹F, ³⁵Cl, ⁷⁹Br, ¹²⁷I)

2nd multi-source
(¹⁶O, ²⁸Si, ⁵⁸Ni, ¹⁰⁷Ag)

Ion Species	Energy [MeV]	q ₁	q ₂	Rigidity [T·m]	Range in Si [μm]	Surface LET in Si [MeV×cm ² /mg]
¹ H	28	1	1	0.77	4340	0.02
⁷ Li	56	3	3	0.95	376	0.37
¹¹ B	80	4	5	0.86	185	1.13
¹² C	94	5	6	0.81	164	1.53
¹⁶ O	108	6	7	0.86	107	2.95
¹⁹ F	122	7	8	0.87	95	3.90
²⁸ Si	157	8	11	0.87	61	8.58
³² S	171	9	12	0.89	54	11.1
³⁵ Cl	171	9	12	0.93	50	12.7
⁴⁸ Ti	196	10	14	1.00	40	20.9
⁵¹ V	196	10	14	1.03	38	22.6
⁵⁸ Ni	220	11	16	1.02	37	29.4
⁶³ Cu	220	11	16	1.06	34	31.9
⁷⁴ Ge	231	11	17	1.11	33	36.9
⁷⁹ Br	241	11	18	1.10	33	41.8
¹⁰⁷ Ag	266	12	20	1.21	29	58.4
¹²⁷ I	276	12	21	1.28	30	65.4
¹⁹⁷ Au	275	13	26	1.52	26	79.1

Single Event Effect a LNL

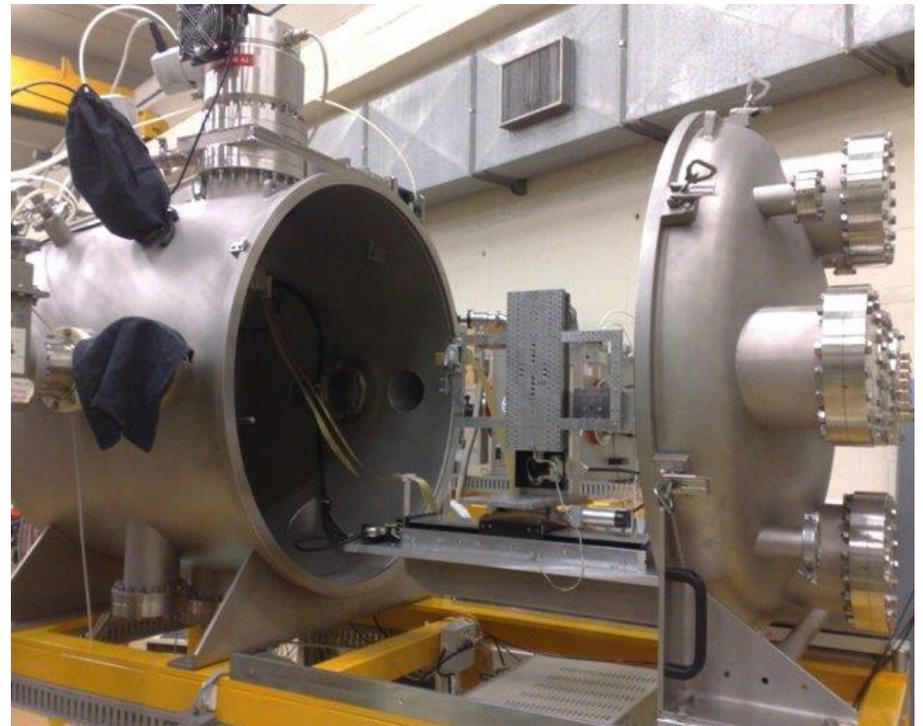


- Gli irraggiamenti si svolgono presso la facility SIRAD installata al Tandem dei LNL
- Linea è nella sala sperimentale 1, a $+70^\circ$
- Irraggiamenti in vuoto (10^{-4} , 10^{-5} mbar)

Caratteristiche tecniche: la camera



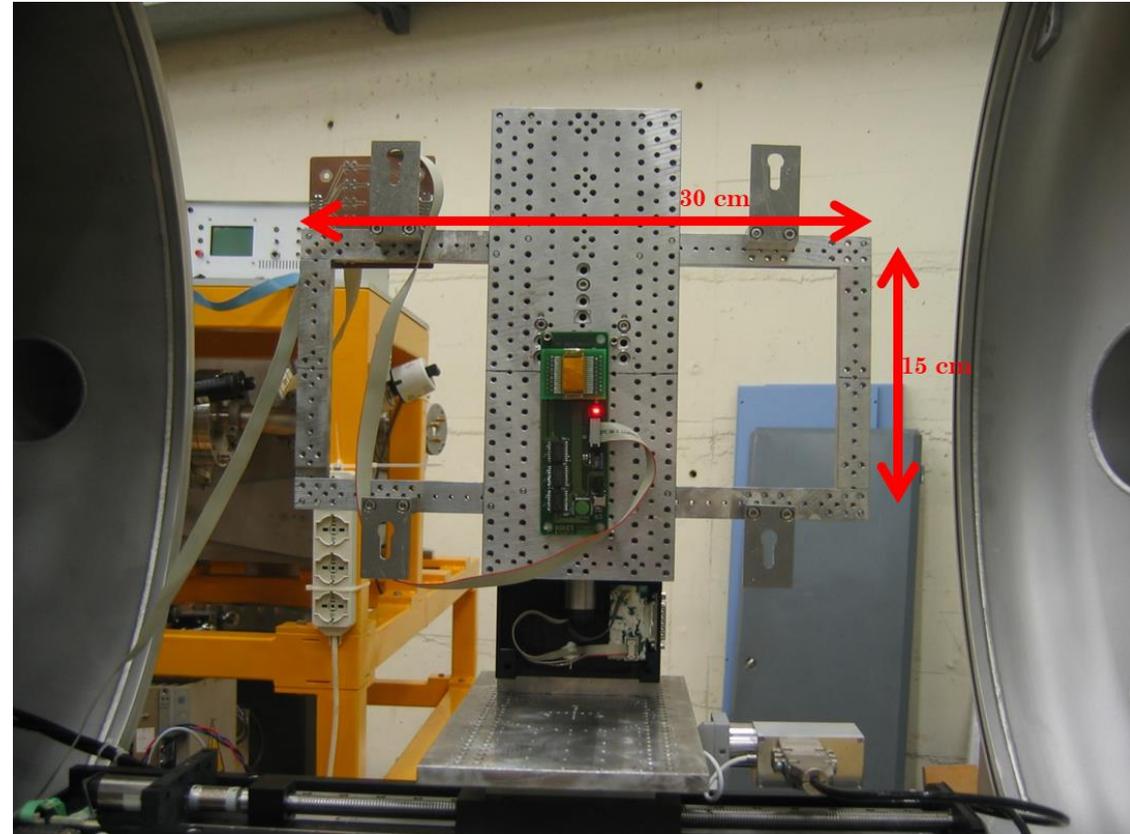
- Diameter 80 cm
- Depth: 80 cm



Caratteristiche tecniche: il portacampioni

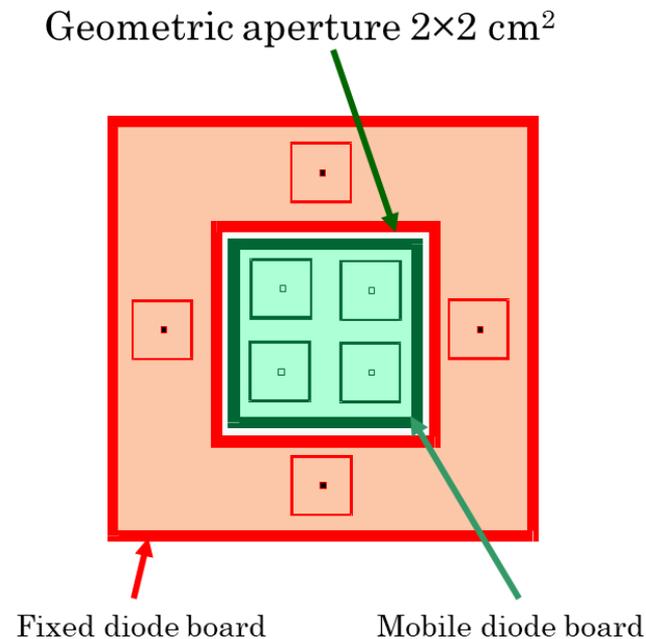
Motorized sample holder

Horizontal transl.	30 cm
Vertical transl.	15 cm
Resolution	10 μm
Rotation axis	+/-80° (1° steps)

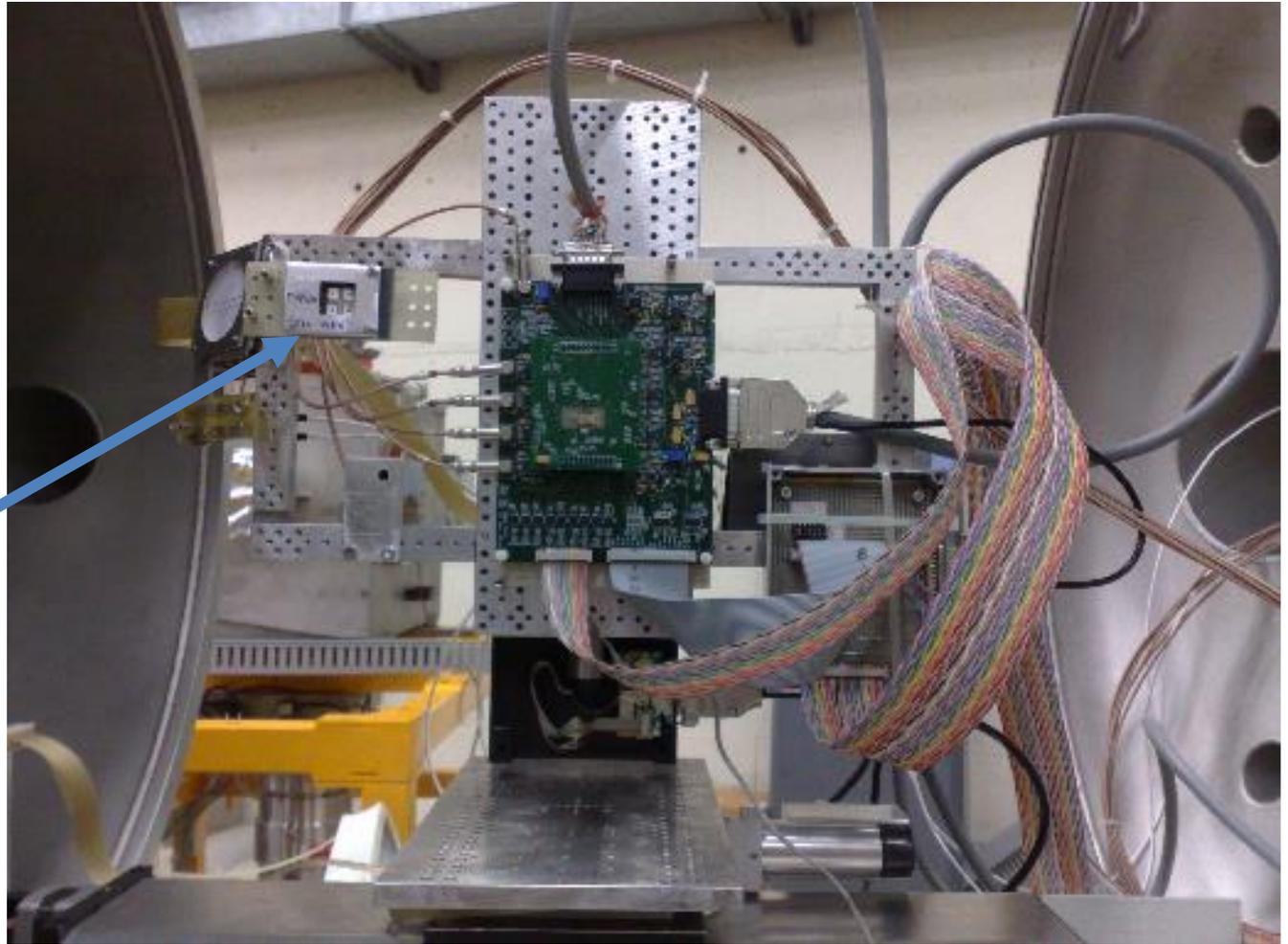


Caratteristiche tecniche: la dosimetria

- A low ion beam flux is measured by 8 **silicon diodes** with $0.5 \times 0.5 \text{ cm}^2$ area and $300 \text{ }\mu\text{m}$ thickness, connected to a dedicated read-out electronic and computer-controlled data acquisition system:
- Beam flux
 - uniformity: better than 10% on the device under test area;
 - range: $10 - 5 \times 10^5 \text{ ions/cm}^2 \times \text{s}$.

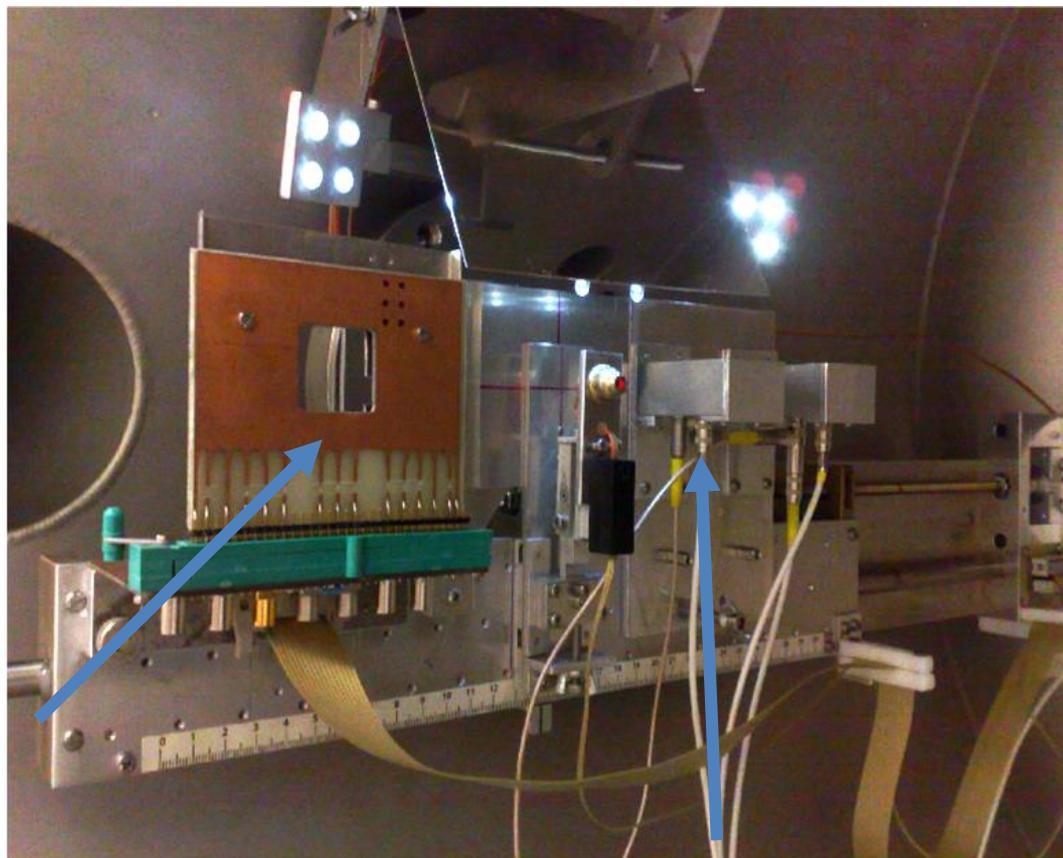


Caratteristiche tecniche: la dosimetria



Mobile PIN Silicon
diodes board

Caratteristiche tecniche: la dosimetria



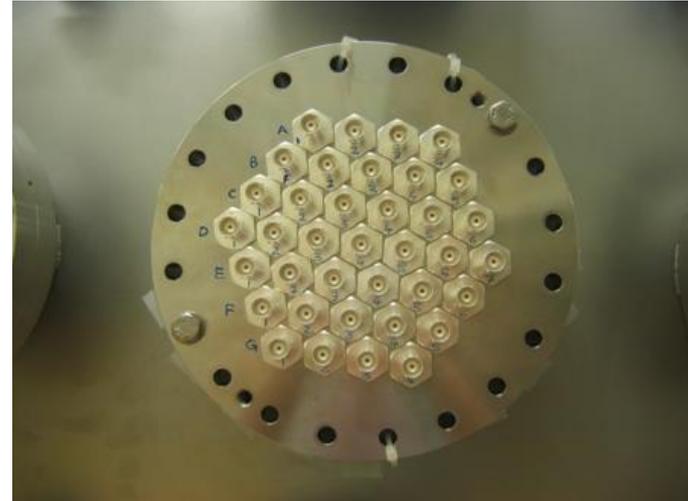
Fixed PIN Silicon
diodes board

Faraday cup

Caratteristiche tecniche: le flange



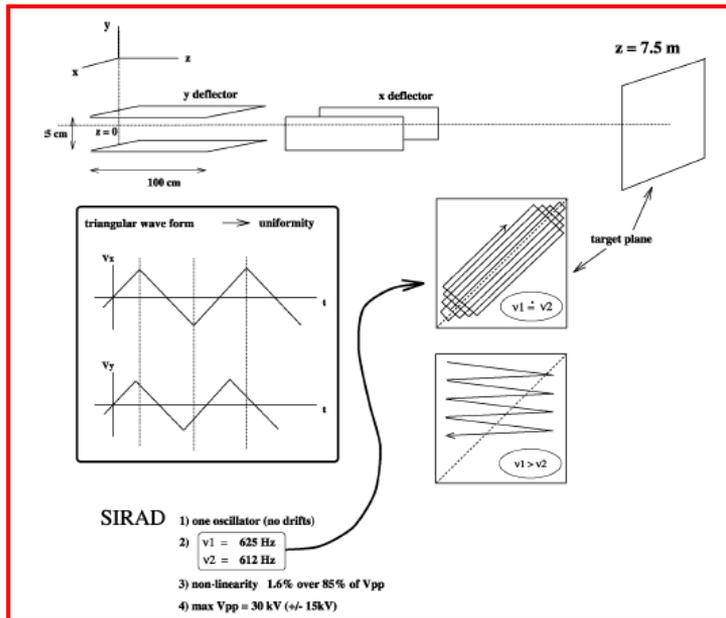
2 connectors D-sub
with 50 pins



38 BNC connectors
(testati fino a 3.125 Gb/s con
adattatore BNC-SMA da ambo i lati)

Caratteristiche tecniche: il sistema di rastering

- A x, y rastering system is used to irradiate large targets (bulk damage and TID studies)



Proposal

- Il proposal è composto da:
 - un **abstract** (max 1 pagina) con
 - Titolo del Proposal
 - Setup sperimentale da usare
 - Spokeperson(s)
 - Autori
 - Breve descrizione dell'esperimento
 - Un **body** (max 5 pagine) con
 - Le motivazioni scientifiche dell'esperimento
 - La descrizione dell'esperimento che vogliamo fare a Legnaro
 - I dettagli tecnici della richiesta di fascio (tensione della macchina, energia e specie ioniche, tipo di fascio, correnti, etc)
- E' disponibile un Template in LATEX che ho reso disponibile in Overleaf così possiamo metterci mano tutti:
<https://it.overleaf.com/8185135283hcvpvbtwxskb>

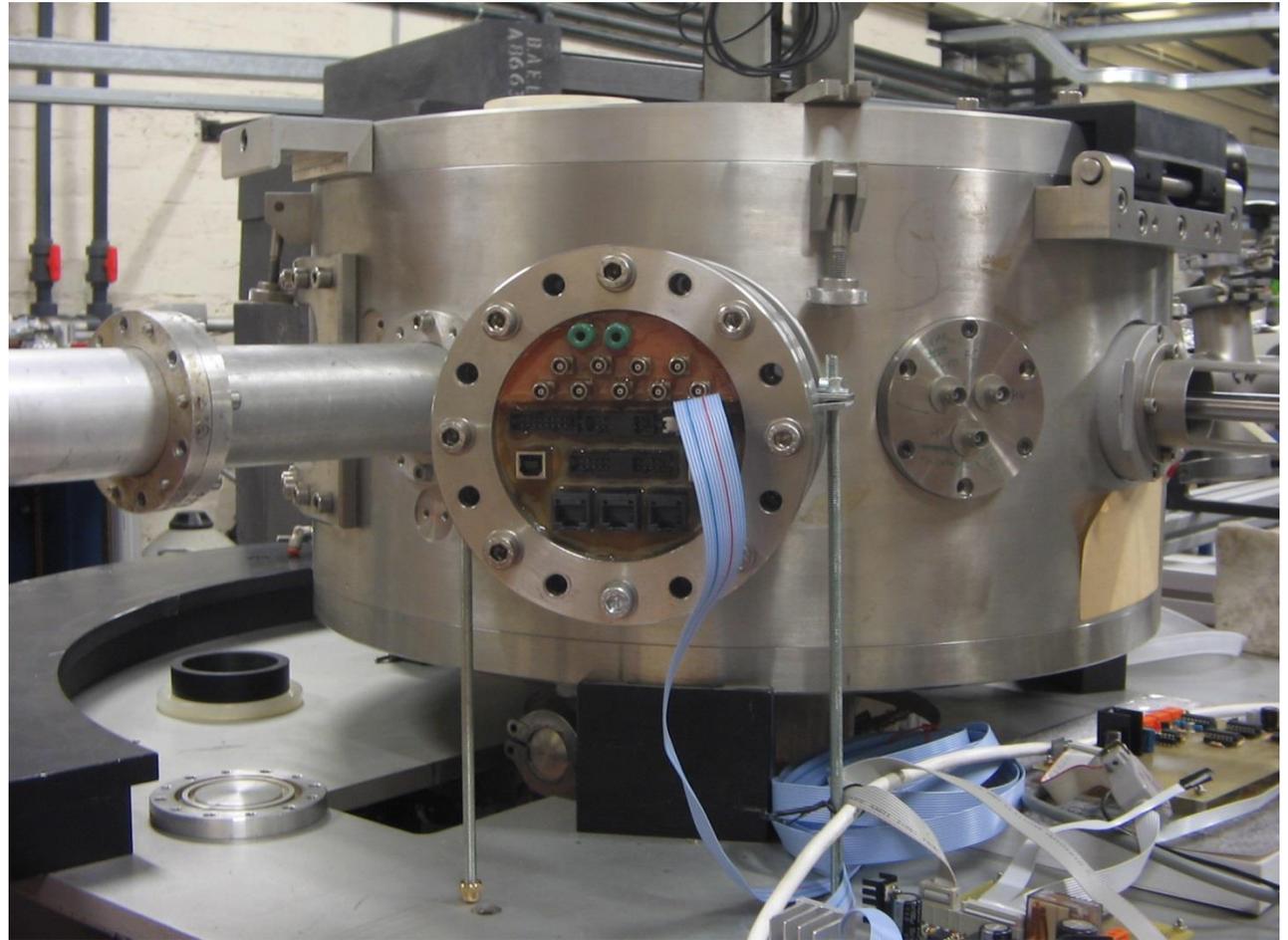
Accesso ai LNL

- Vi lascio qui (per riferimento futuro) il link da seguire per ottenere l'accesso ai LNL: <https://www.lnl.infn.it/en/access-to-lnl/>
- Servono
 - Il registration form
 - L'autorizzazione dell'Istituzione di appartenenza
 - Copia della scheda di Radioprotezione
 - Aver seguito il corso COVID
 - Un'autodichiarazione legata al COVID (non essere in quarantena, non avere sintomi, etc)

**DA MANDARE AI LNL ALMENO
15 GIORNI PRIMA DEL TESTBEAM**

Flangia

- 2 boccole per cavi a banana
- 8 (in realtà 9, ma uno non funziona) connettori LEMO;
- 3 connettori a 16 poli
- 1 connettore a 24 poli
- 3 connettori Ethernet
- 2 connettori USB



SEE con protoni

Radiation	TID	Displacement (NIEL)	SEE
X-rays ^{60}Co γ	Expressed in SiO_2 Almost identical in Si or SiO_2	No	No
p	Equivalences in $\text{Si}^{\text{S}^{\dagger}}$ @60MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=13.8\text{krd}$ @100MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=9.4\text{krd}$ @150MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=7.0\text{krd}$ @200MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=5.8\text{krd}$ @250MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=5.1\text{krd}$ @300MeV $10^{11}\text{p/cm}^2=4.6\text{krd}$ @23GeV $10^{11}\text{p/cm}^2=3.2\text{krd}$	Equivalences in $\text{Si}^{\text{S}^{\dagger}}$ @53MeV $1\text{p/cm}^2 = 1.25\text{ n/cm}^2$ @98MeV $1\text{p/cm}^2 = 0.92\text{ n/cm}^2$ @154MeV $1\text{p/cm}^2 = 0.74\text{ n/cm}^2$ @197MeV $1\text{p/cm}^2 = 0.66\text{ n/cm}^2$ @244MeV $1\text{p/cm}^2 = 0.63\text{ n/cm}^2$ @294MeV $1\text{p/cm}^2 = 0.61\text{ n/cm}^2$ @23GeV $1\text{p/cm}^2 = 0.50\text{ n/cm}^2$	Only via nuclear interaction. Max LET of recoil in Silicon = $15\text{MeVcm}^2\text{mg}^{-1}$
n	Negligible	Equivalences in $\text{Si}^{\text{S}^{\dagger}}$ @1MeV $1\text{ n/cm}^2 = 0.81\text{ n/cm}^2$ @2MeV $1\text{ n/cm}^2 = 0.74\text{ n/cm}^2$ @14MeV $1\text{ n/cm}^2 = 1.50\text{ n/cm}^2$	As for protons, actually above 20MeV p and n can roughly be considered to have the same effect for SEEs
Heavy Ions	Negligible for practical purposes (example: 10^6 HI with $\text{LET}=50\text{MeVcm}^2\text{mg}^{-1}$ deposit about 800 rd)	Negligible	Yes

[†] Energy here is only kinetic (for total particle energy, add the rest energy mc^2)
 The equivalence is referred to "equivalent 1MeV neutrons", where the NIEL of "1MeV neutrons" is DEFINED to be 95 MeVmb. This explains why for 1MeV neutrons the equivalence is different than 1

