

Esperimento Nta_SL_LILIA

ex NTA_LILIA

ex LEABI

ex LILIA

ex LEABI

Low Emittance Accelerated Beams of Ions (2010-2012)

LILIA : Laser Induced Light Ions Acceleration (2010-2013)

Accelerazione di protoni e ioni leggeri

Emissione di protoni da target sottili a seguito interazione laser FLAME

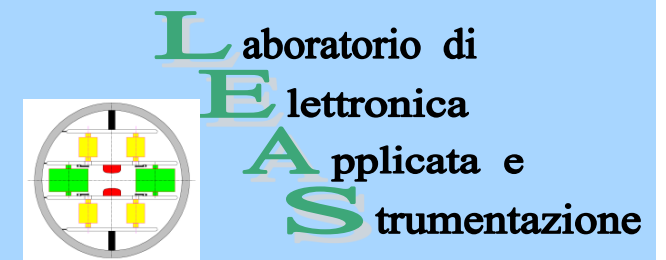
-Adroterapia

-Fusione inerziale (fast ignition indotta da fasci di protoni)

-Positron Emission Tomography, PET

-Ecc.

BO, LNS, MI, MI Bic, LE



LEAS

Laboratorio di Elettronica
Applicata e Strumentazione
Lecce

L'esperimento è l'evoluzione di Plaia e Platone nella direzione dell'accelerazione per ottenere acceleratori compatti utili per applicazioni mediche e nucleari

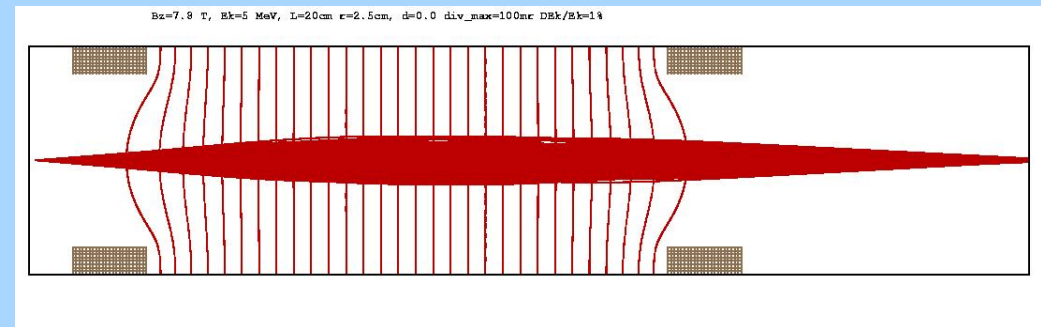
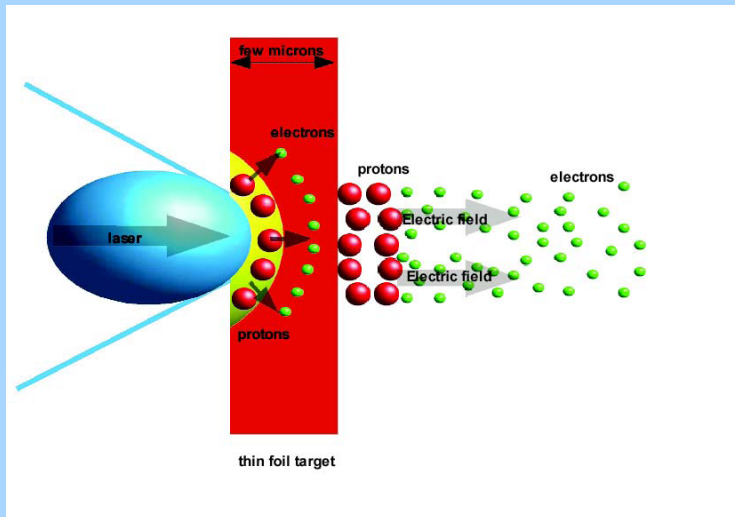
Sfocerà in: FLAME e HIPER.

LILIA LE

- **COLLABORAZIONI:**
- **Laboratorio Nazionale del Sud, Catania**
- **Dipartimento di Matematica e Fisica, Lecce**
- **Laboratorio LASA, Segrate Milano**
- **-L. Laska, J. Krasa:**
- **Institute of Physics of Prague (ASCR) Pals, Czech Rep.**
- **-M. Rosinski, J. Wolowski:**
- **Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion (IPPLM), Varsaw, Poland**
- **-B. Foldes: Res. Inst. Nucl. Phy. HUNGARY**
- **Laboratorio di spettroscopia a fluorescenza EDXRF, ex Dipartimento di Scienza dei Materiali**
- **-D. Bleiner**
- **University of Antwerp, Dept. of Chemistry, Belgium:**
- **-F. Belloni Institute Transuranium Elements, Dept. SIMS, Karlsruhe, Germany**

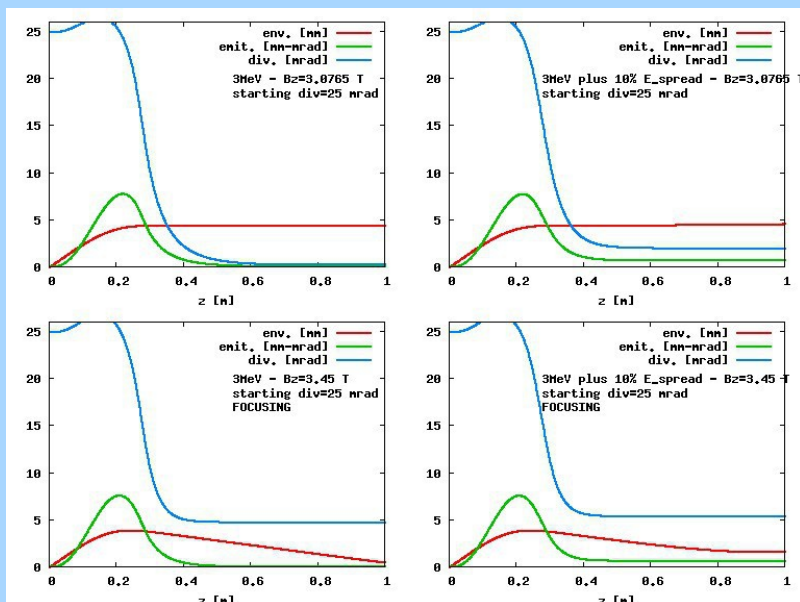
LILIA

Laser Induced Light Ions Acceleration



Simulazioni del trasporto:

- Aladyn
- Simion
- calcoli di massima



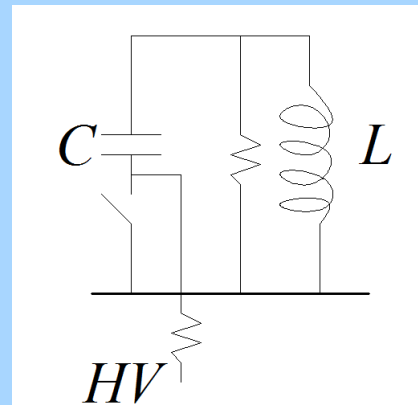
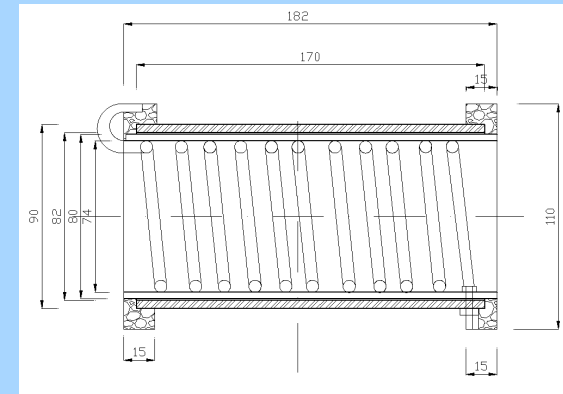
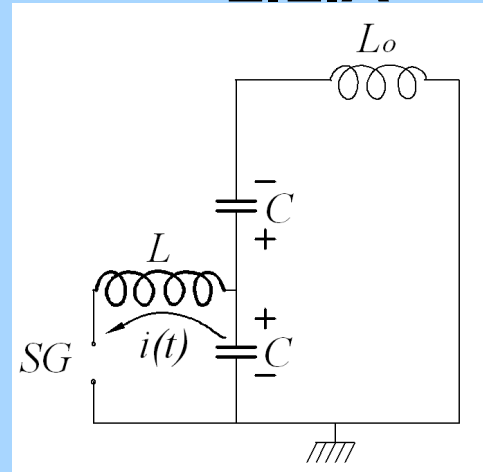
-I° Il laser incidendo sulla superficie della targhetta , esercita una pressione che risulta in un campo elettrico FSA (Front Surface Acceleration).

-II° l'interazione alla superficie produce una popolazione di elettroni relativistici in grado di propagarsi all'interno del bersaglio ed espandersi nel vuoto, oltre la seconda superficie. TNSA (Target Normal Sheath Acceleration)

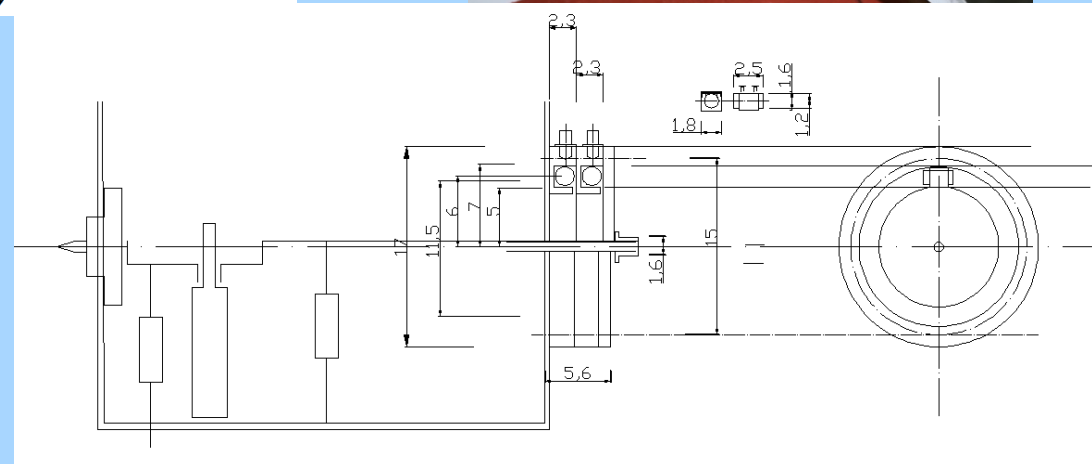
-III° Per target bulk gli elettroni accelerati formano un campo accelerante per gli ioni (Larmor)

LILIA

- $I_0 = V_0/Z$
- $Z = \text{RAD}(L/C)$
- $V_0 = 5000-10000V$
- $B = 2-5 \text{ T}$



- $I_0 = V_0/Z$
- $Z = \text{RAD}(L/C)$
- $V_0 = 10000 - 40000V$
- $I = 2300 - 9300 \text{ A}$
- $B = 0.2-1 \text{ T}$
- $T = 4 \cdot 10^{-6} \text{ s}$



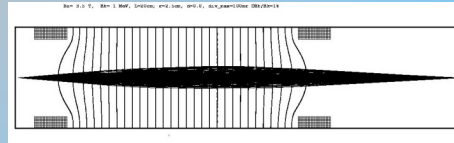
LILIA



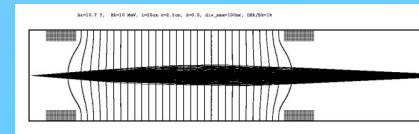
INFN
NTA
LILIA



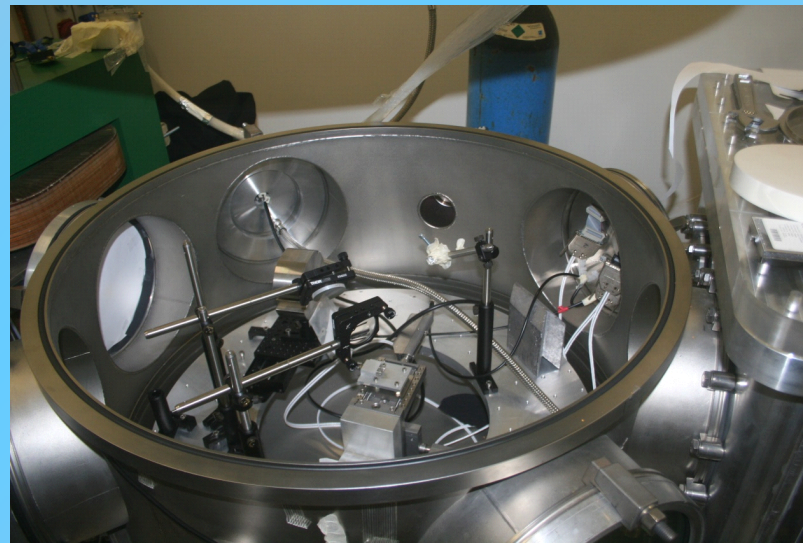
Solenioide di focalizzazione



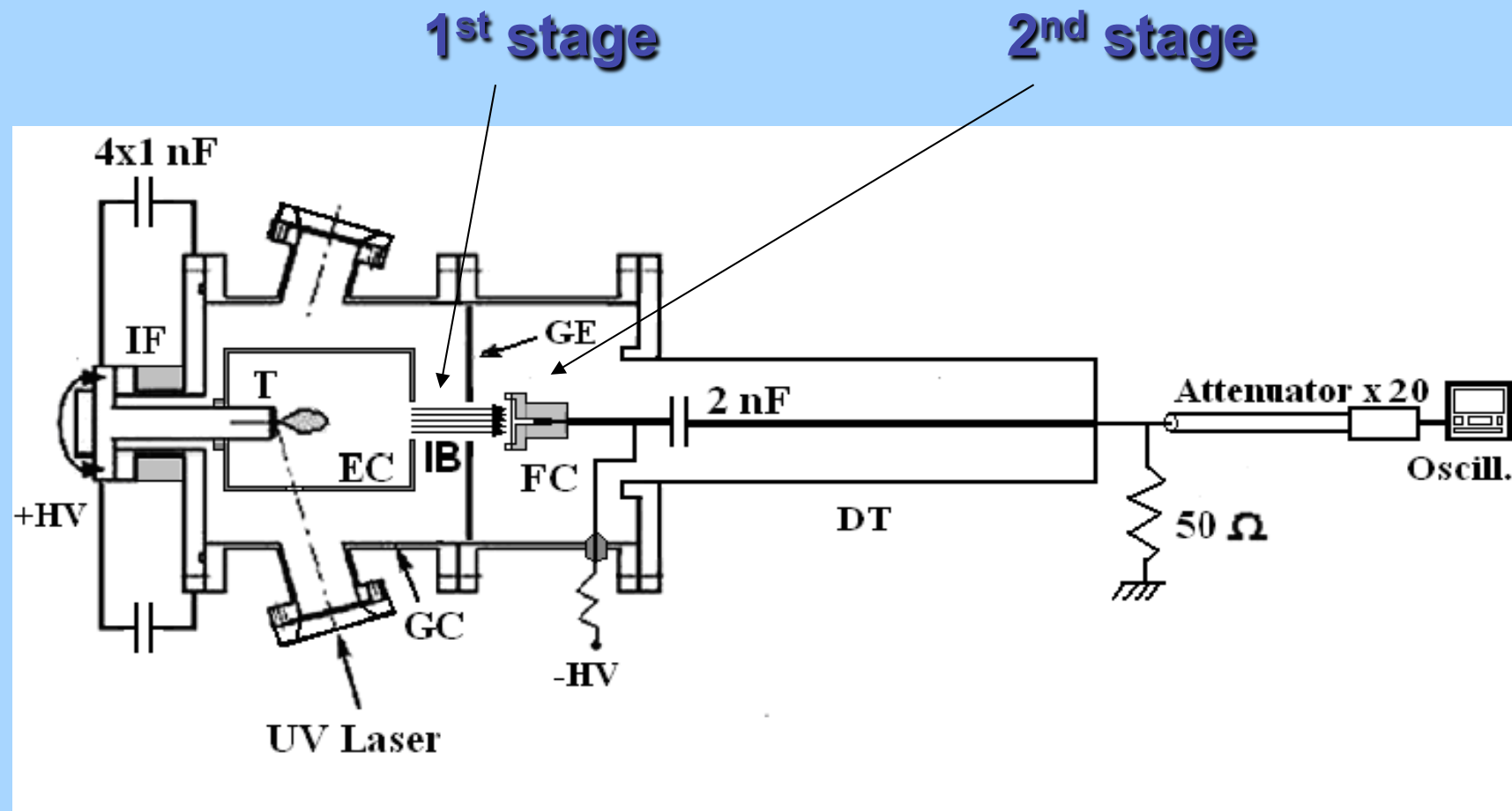
$B_z=3.5 \text{ T}$, $E=1 \text{ MeV}$



$B_z=10.7 \text{ T}$, $E=10 \text{ MeV}$

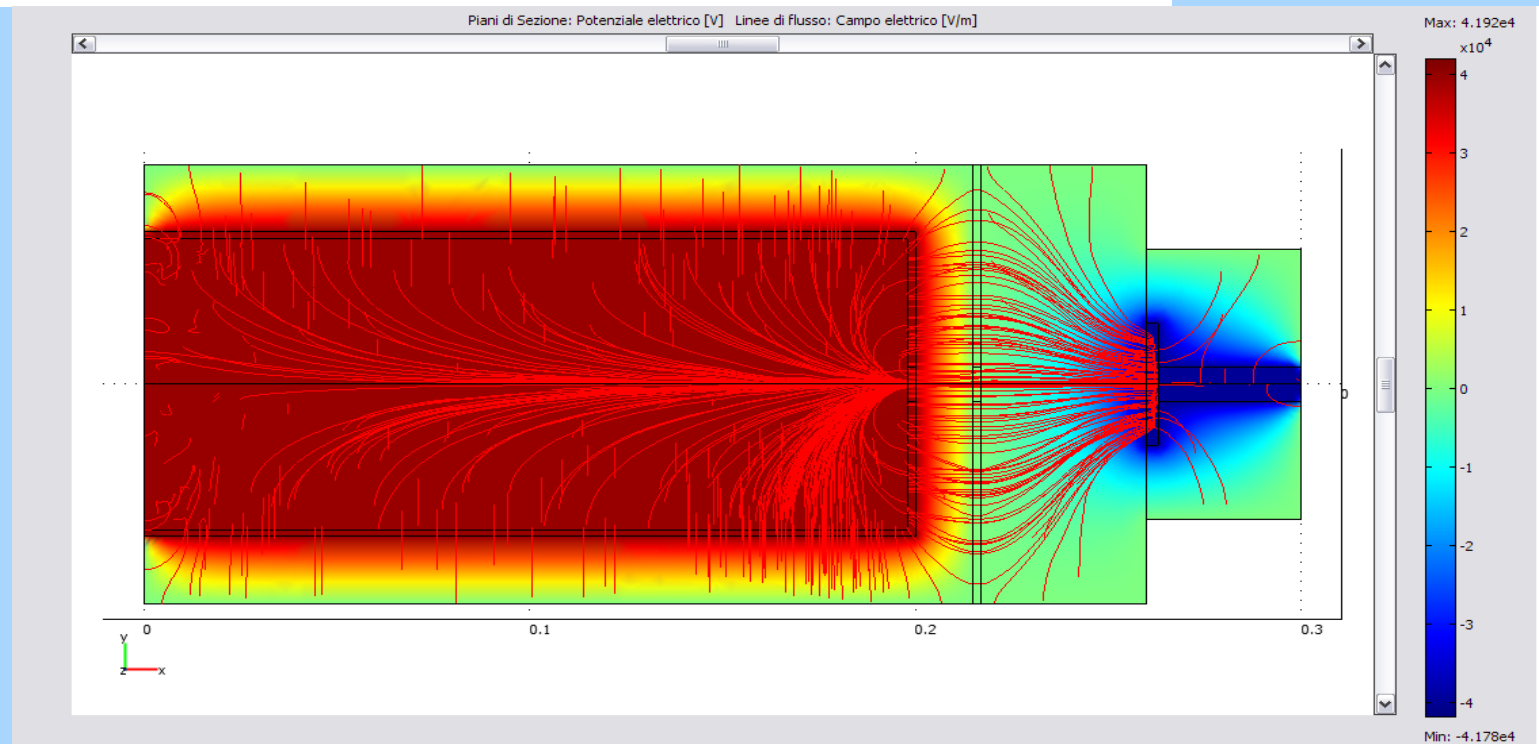
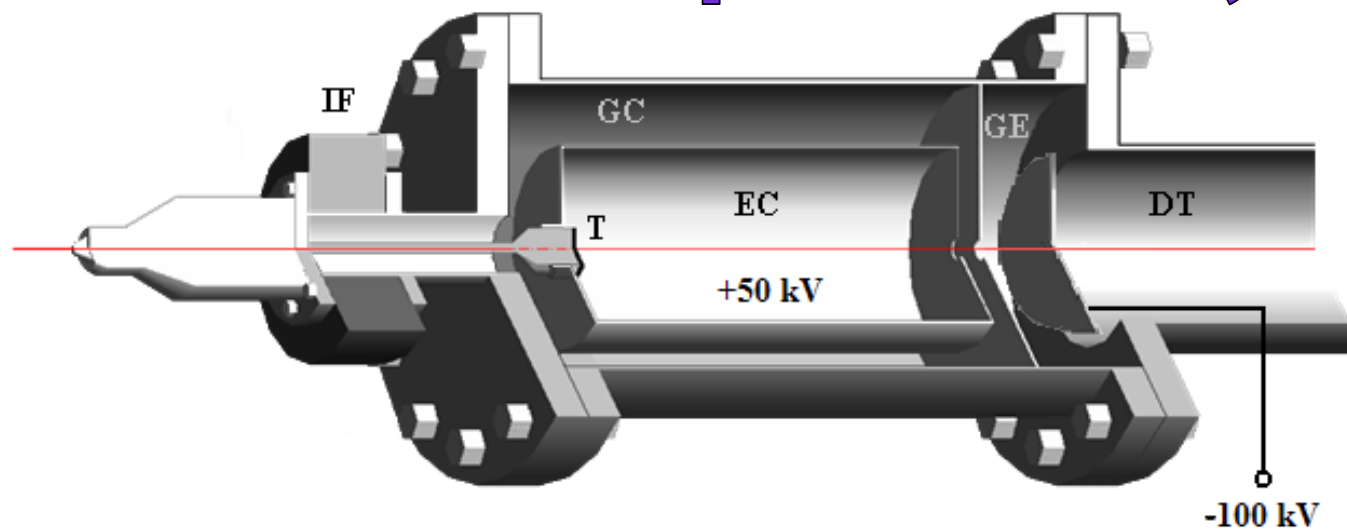


DOUBLE ACCELERATION



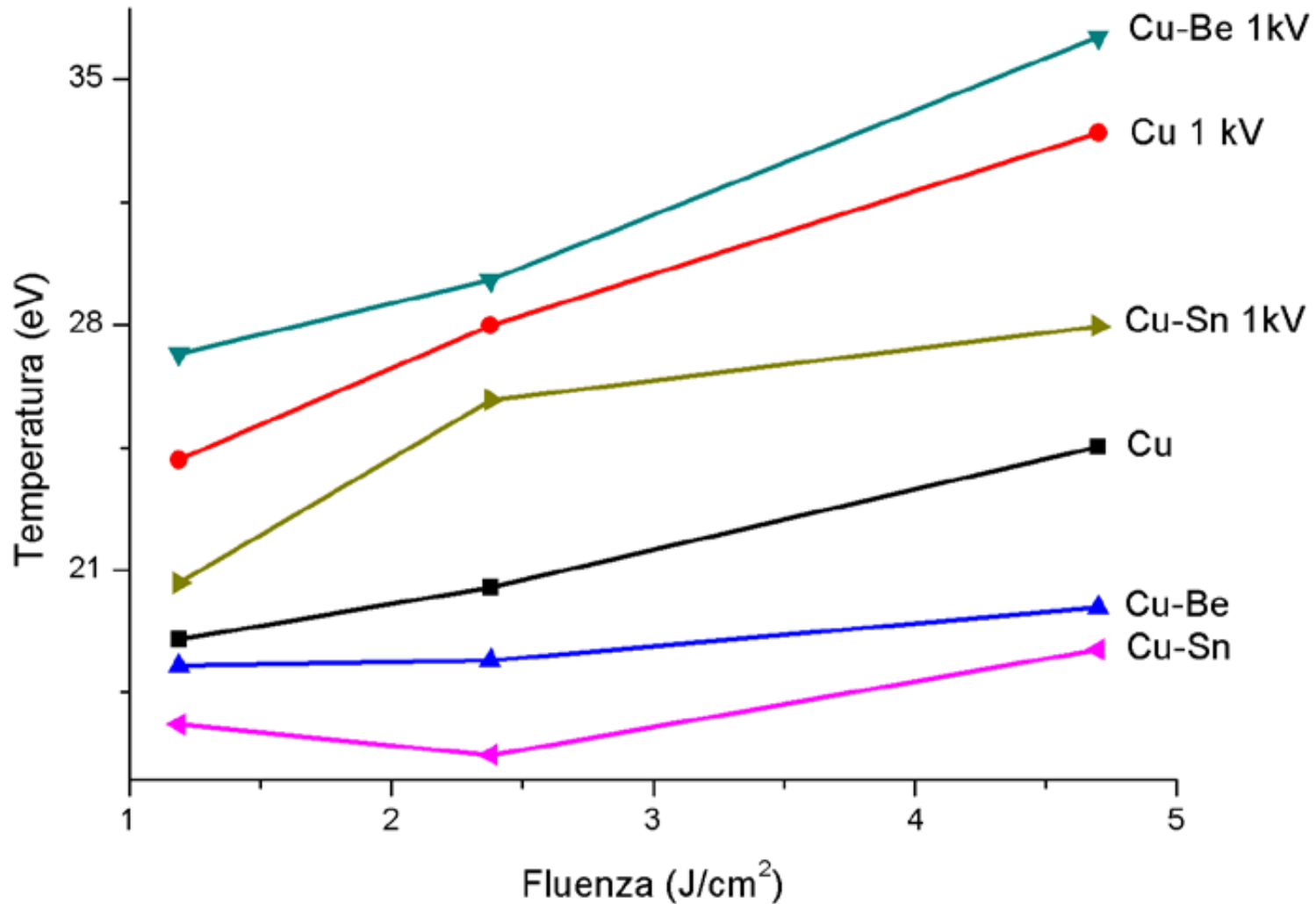
Accelerating voltage up to 150 kV

Acceleration up to 150 keV, 300 keV ecc.



Forma della Piuma di Plasma

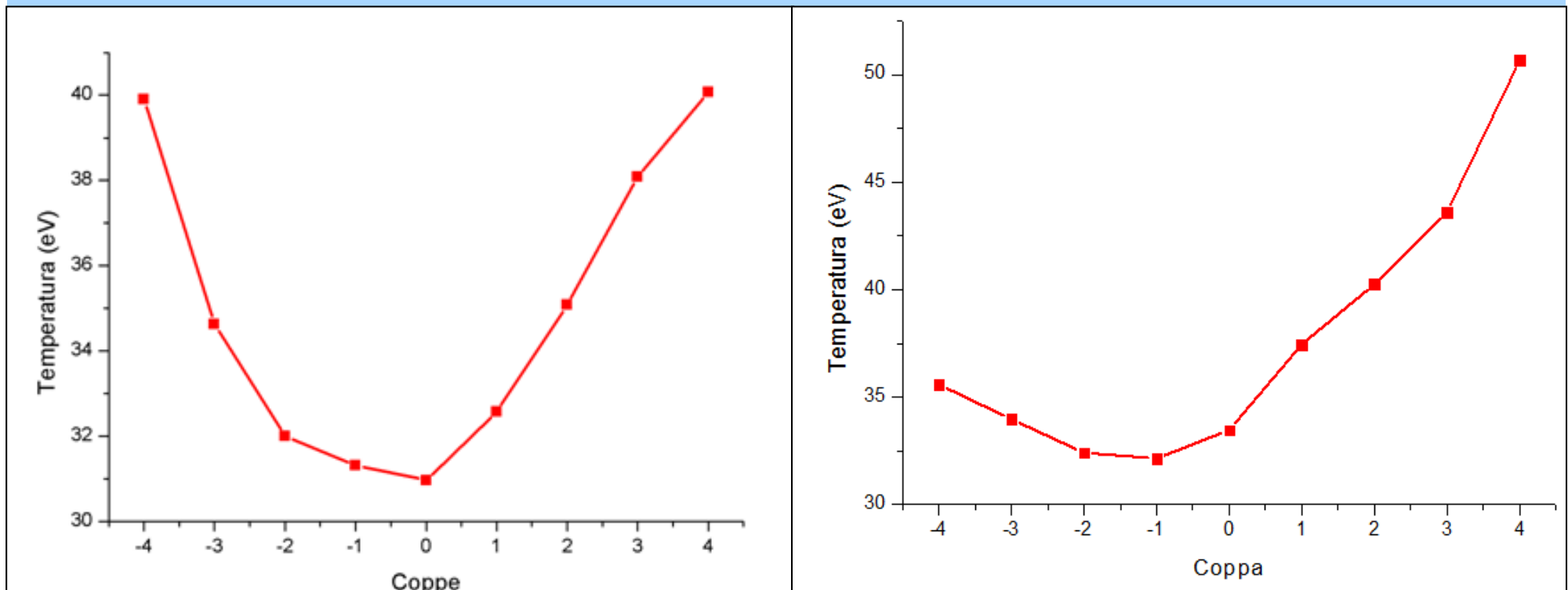
La distribuzione di deposizione del plasma può essere descritta abbastanza bene della seguente formula*:



* D. B. Chrisey and G. K. Hubler, "Pulsed laser deposition of thin films" Wiley & Sons – Inc. (1994)

Andamento angolare della temperatura

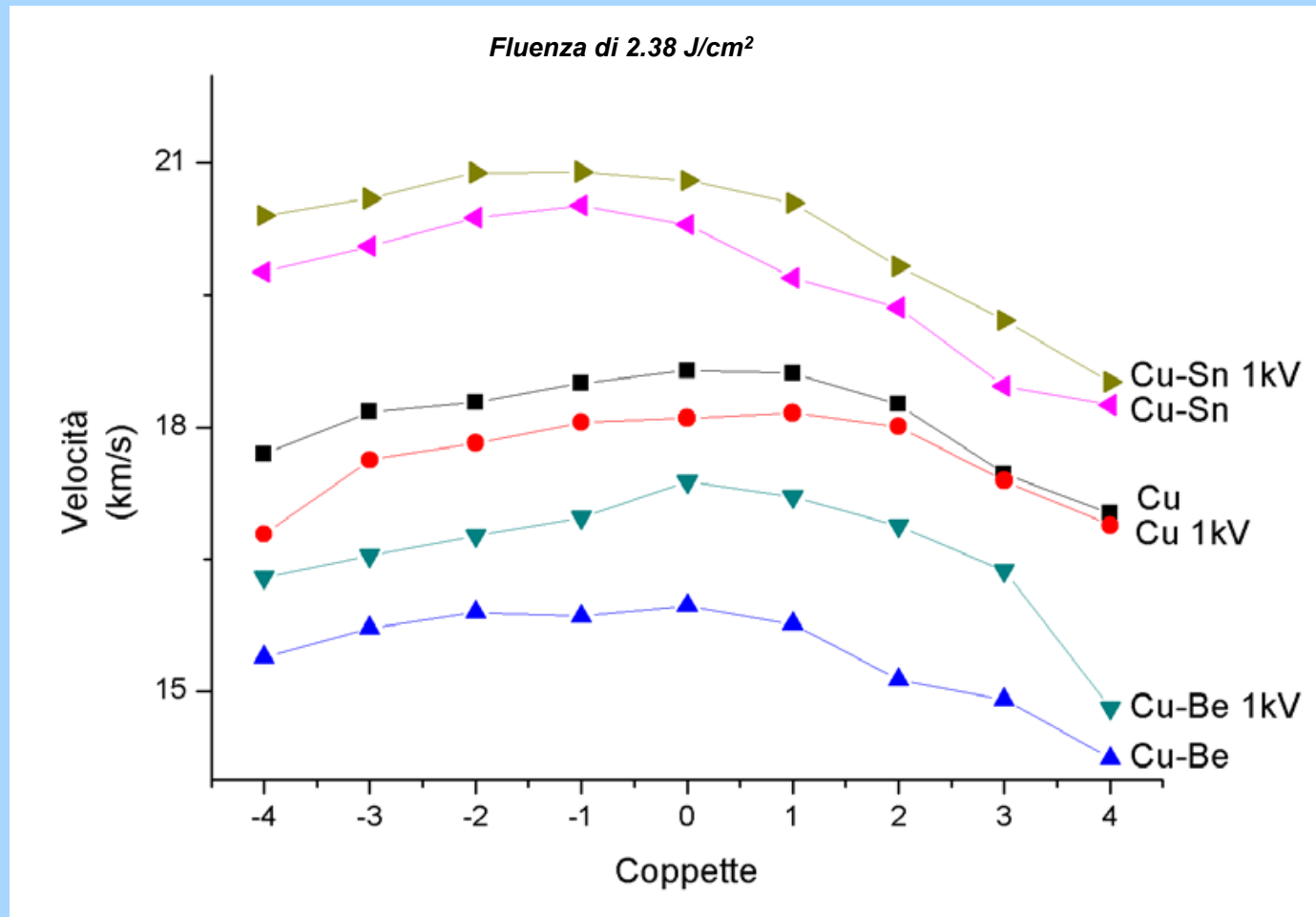
Cu puro alla fluenza di 4.70 J/cm²



a) in espansione libera;

b) soggetto ad 1kV

Andamento angolare della velocità



Emittance measurement

The area in the PP is

$$A_x^o = \int \int_{f_2^o \neq 0} dx dp_x = p_z A_x$$

where p_z is invariable and A_x is the area in the trace plane

The emittance is

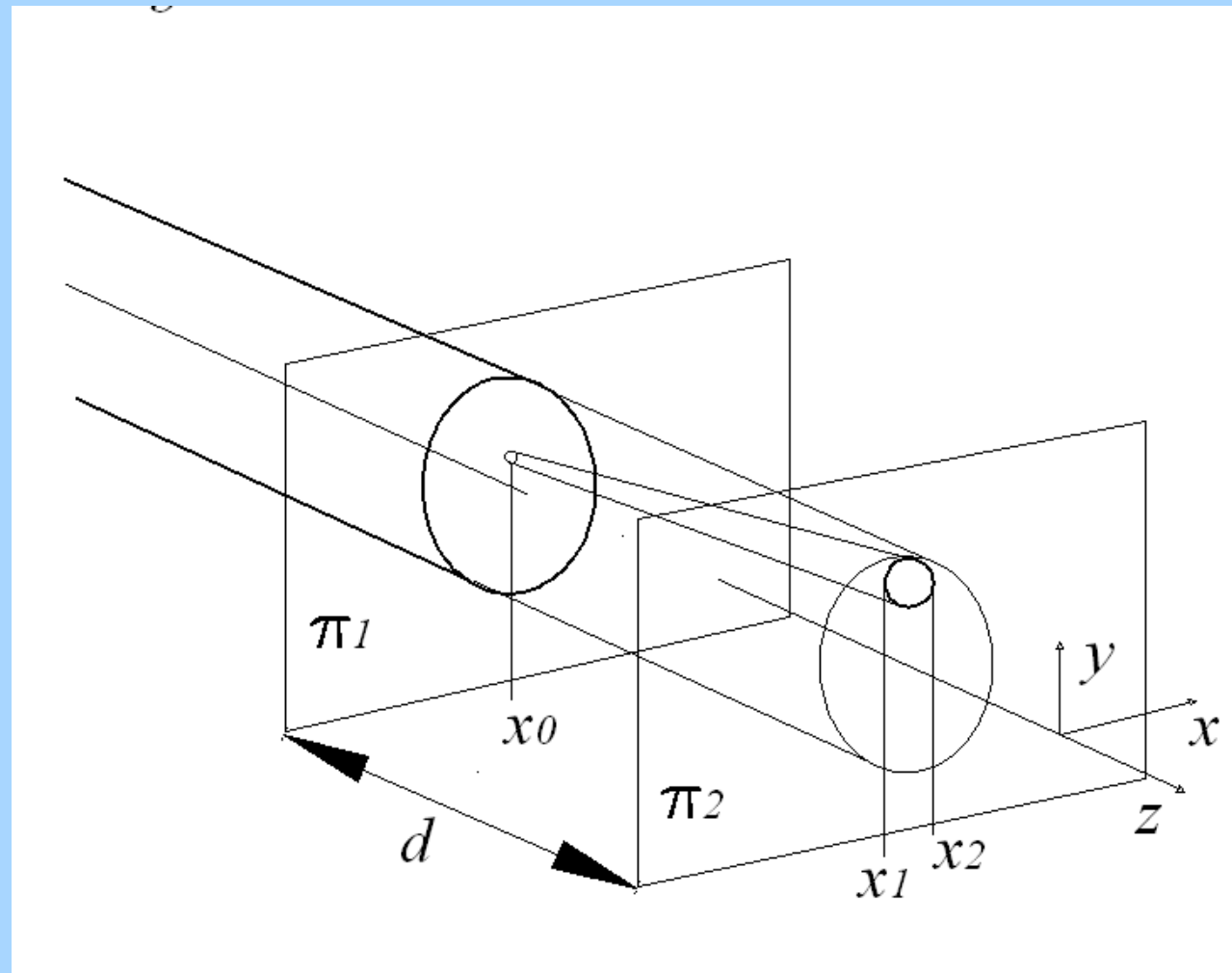
$$\varepsilon_x = \frac{A_x}{\pi}$$

With A_x the area in the trace plane: $(x, x'(z) = \frac{dx}{dz})$

$$A_x^o = m_o c \beta \gamma A_x$$

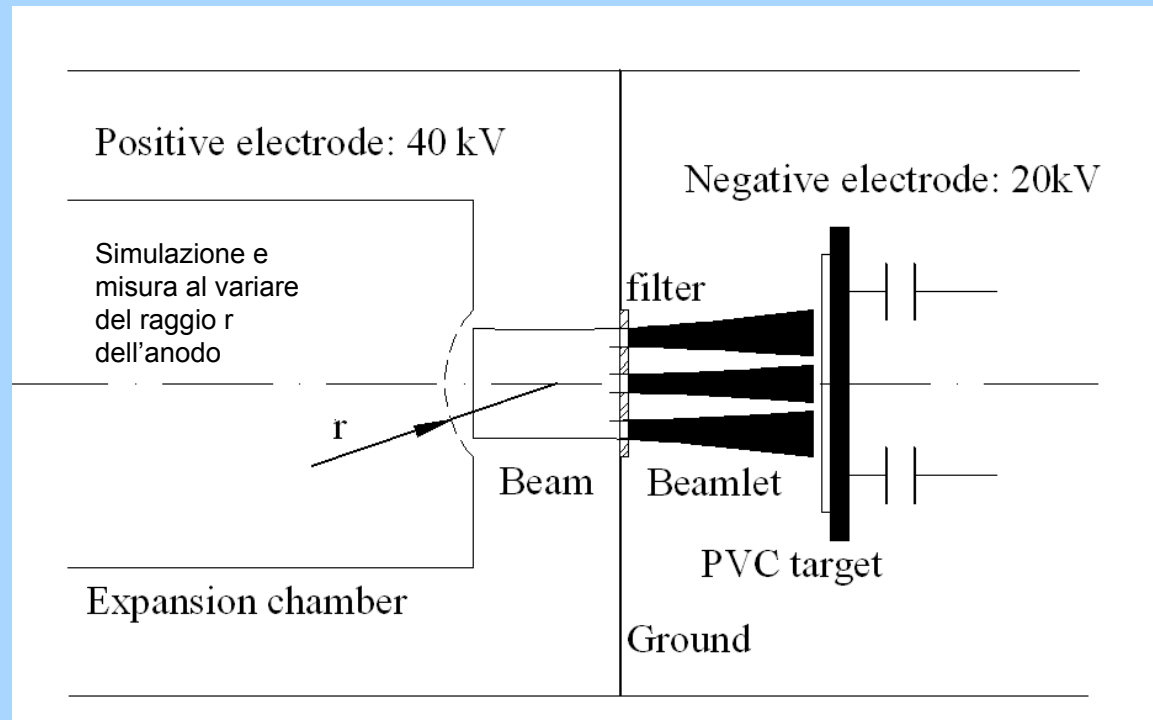
And A_x^o is the area in the phase space

Emittance measurement by pepper pot method

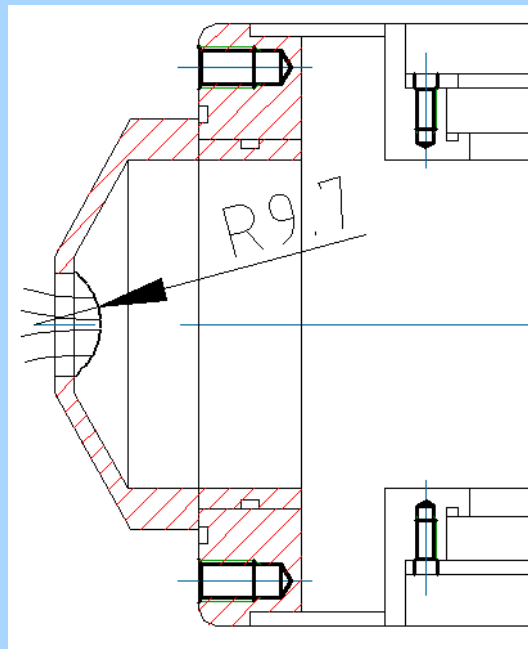
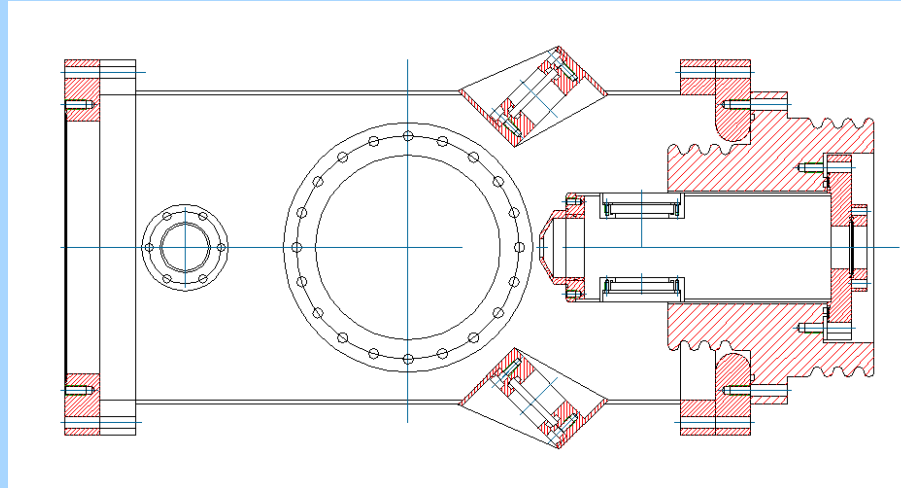


Emittance measurement

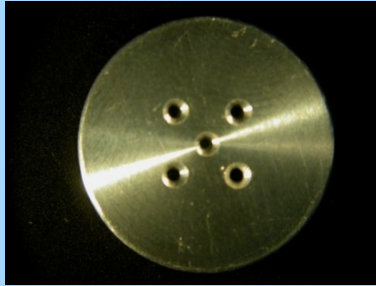
$$\varepsilon_{nx} = \beta \gamma \varepsilon_x$$



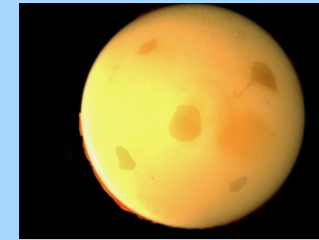
LILIA 2012



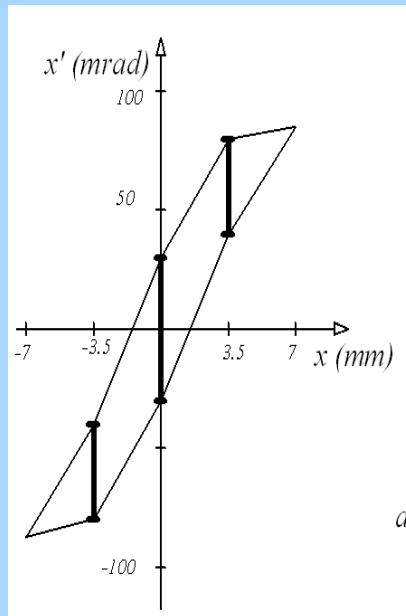
Emittance measurement



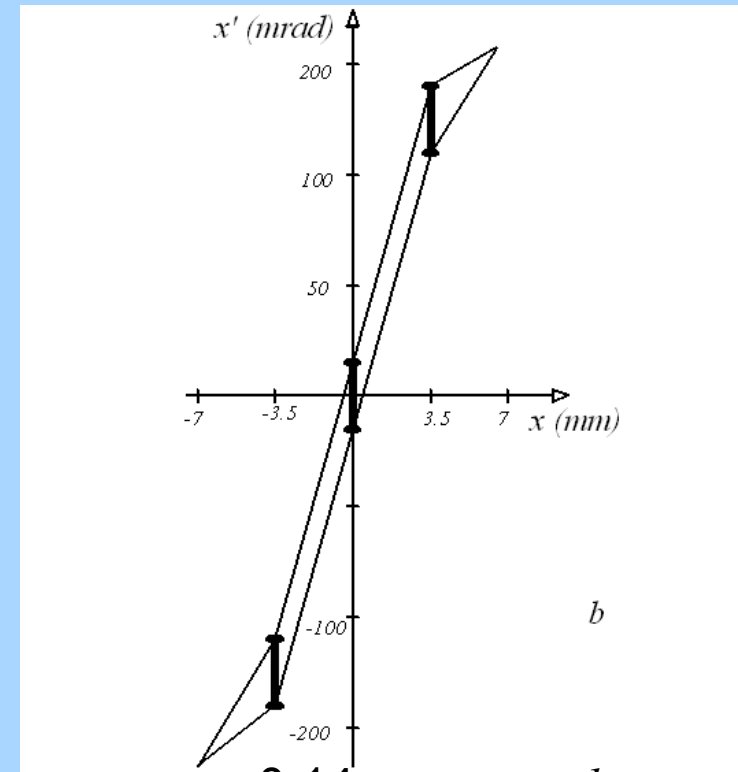
Cu



Y



$\epsilon n = 0.22 \pi \text{ mm mrad}$
for 15 mm, 60 kV
 $I = 5.5 \text{ mA}$



$\epsilon n = 0.14 \pi \text{ mm mrad}$
for 15 mm, 60 kV
 $I = 7.4 \text{ mA}$

Emittance measurement

FORMALISM

The function

$$f_6^o = f_6^o(x, y, z, p_x, p_y, p_z)$$

is the density distribution in the phase space

The area occupied in the phase plane of the following function

$$f_2^o = \int \int \int f_6^o(x, y, z, p_x, p_y, p_z) dy dz dp_y dp_z$$

appears as the projection of the hyper volume occupied by the particles

This area is:

$$A_x^o = \int \int dx dp_x = p_z A_x$$

where p_z is invariable and A_x is the area in the trace plane
The emittance is

With A_x the area in the trace plane: (,)

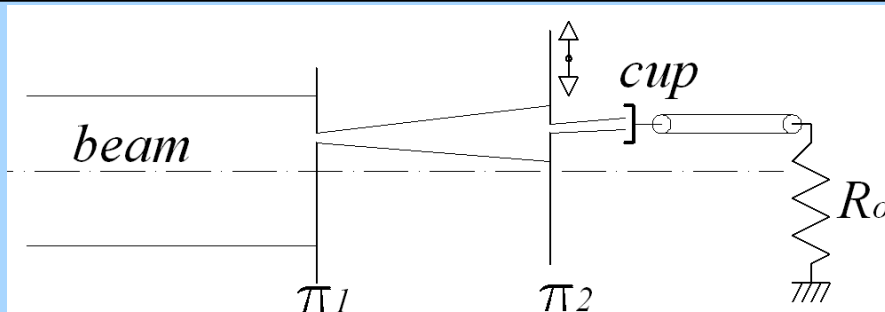
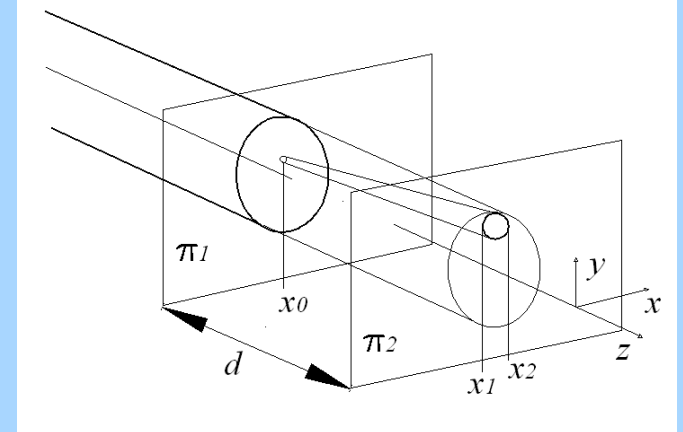
$$\varepsilon = \frac{A_x}{\pi}$$

And A_x^o is the area in the phase space.

$$x' = \frac{dx}{dz}$$

$$A_x^o = m_o c \beta \gamma A_x$$

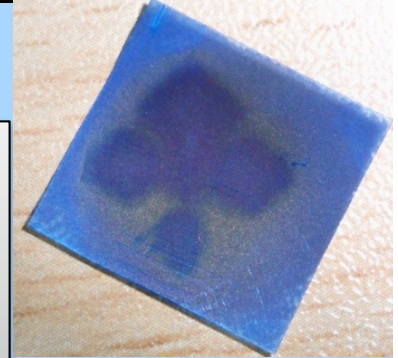
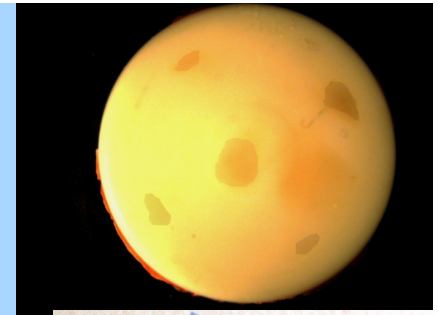
Emittance measurement by pepper pot method



Emittance measurement by double slit

Emittance Measurements

$$\varepsilon = \frac{1}{\pi} \int_{\Gamma} dr dp$$



$\varepsilon = 0.22 \pi \text{ mm mrad}$ (Cu)
 $\varepsilon = 0.12 \pi \text{ mm mrad}$ (Y)
 $\varepsilon = 0.09 \pi \text{ mm mrad}$ (Ag)

Positive electrode: 40 kV

Negative electrode: 20kV

filter

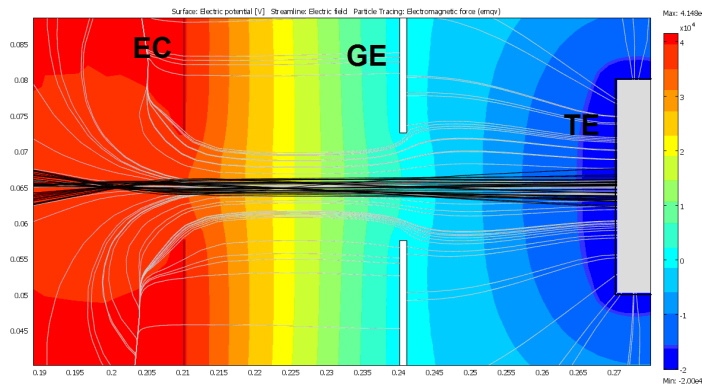
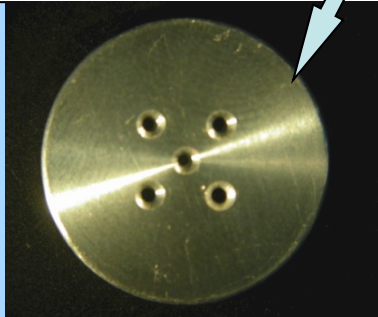
Beam

Beamlet

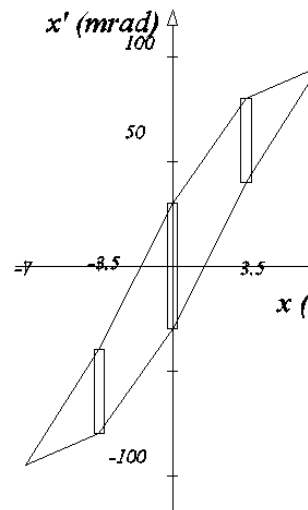
PVC target

Ground

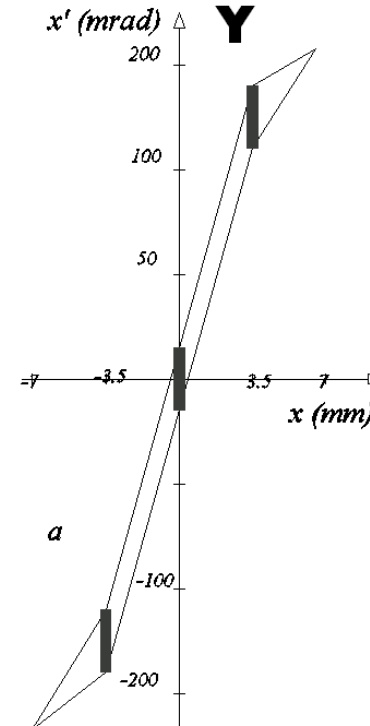
Expansion chamber



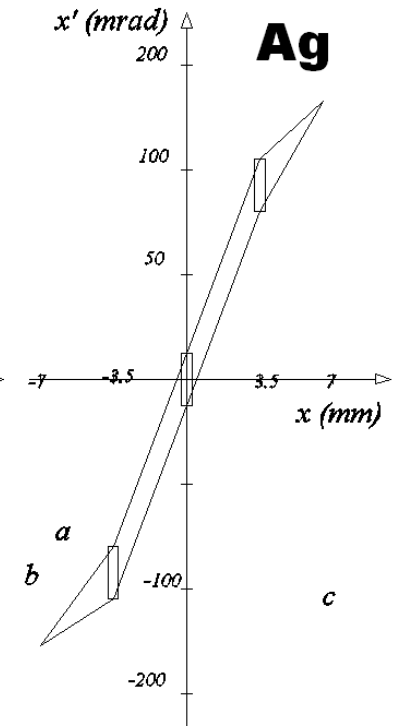
Cu



Y



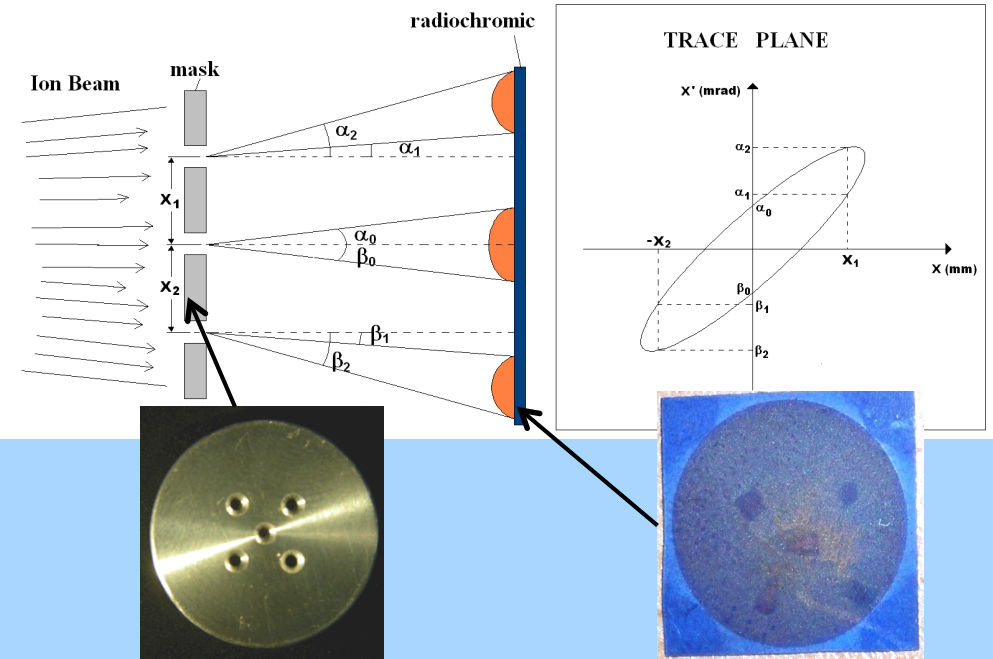
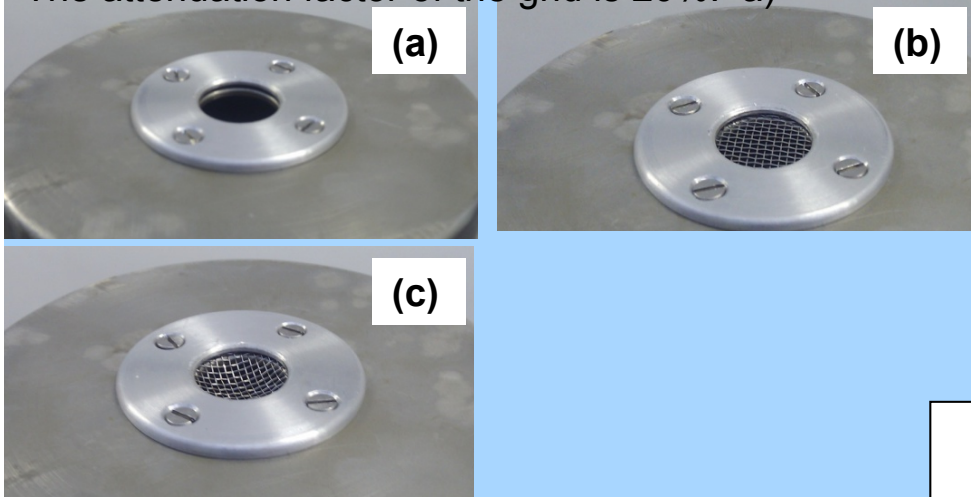
Ag



Modification of the hole of the extraction electrode (EC):

- extraction hole without grid (a),
- extraction hole with a plane grid (b),
- extraction hole with a curved grid, radius 0.8 cm (c).

The attenuation factor of the grid is 20%. a)



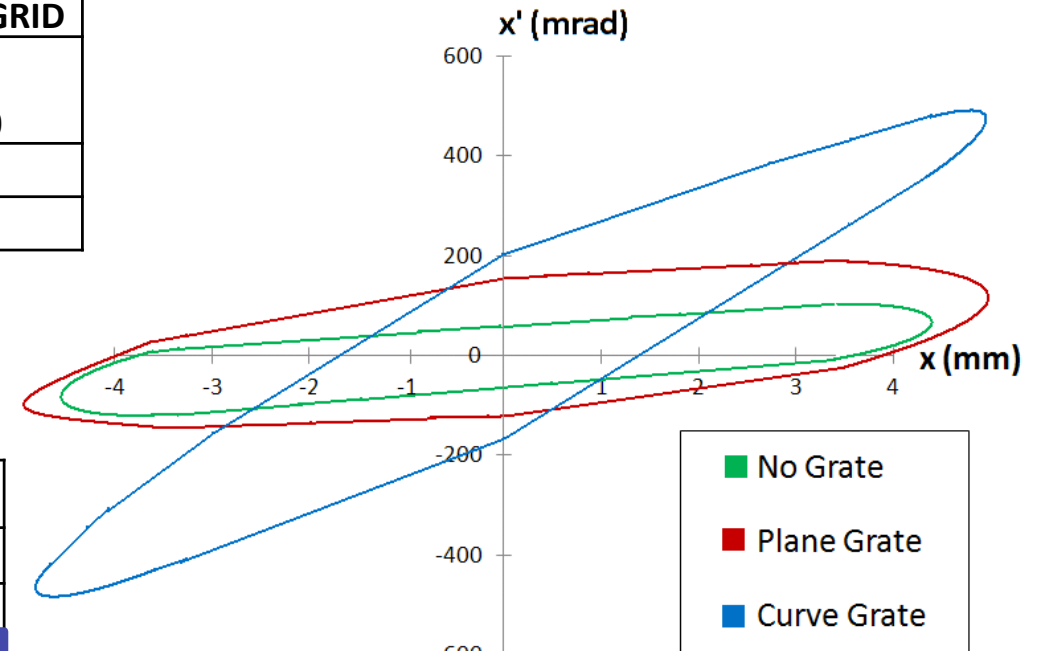
Trace Plane - Emittance

	NO GRID	PLANE GRID	CURVED GRID
Acceler. Voltage (kV)	40+20	40+20	40+20
ϵ_x (mm mrad)	435	795	1316
ϵ_{nx} (π mm mrad)	0.20	0.36	0.60

Generally the beam is accelerated and p_z is not constant, then it is necessary to define an invariant quantity called *normalized emittance*, which not depends on the acceleration. The formula is:

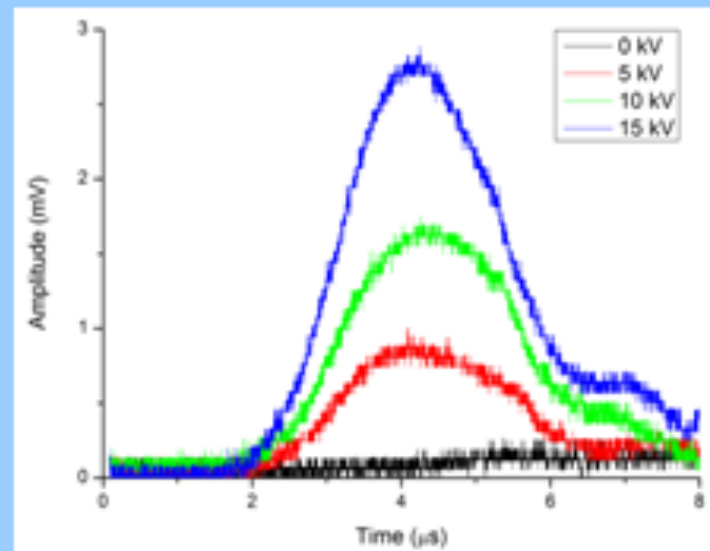
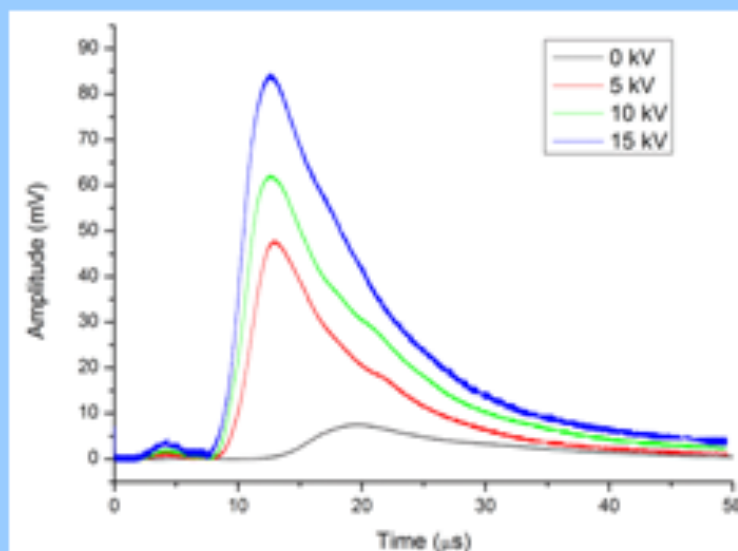
$$\epsilon_{nx} = \beta \gamma \frac{\epsilon_x}{\epsilon_x}$$

	NO GRID			
Acceler. Voltage (kV)	40+20	30+20	20+20	10+20
ϵ_x (mm mrad)	435	525	545	612
ϵ_{nx} (π mm mrad)	0.20	0.20	0.20	0.20



Produzione di protoni

- Target in atmosfera di H_2
- Target idrogenati (TiH_2 , CaH_2)



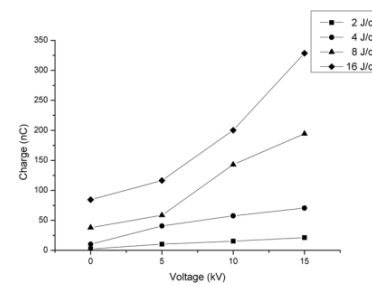
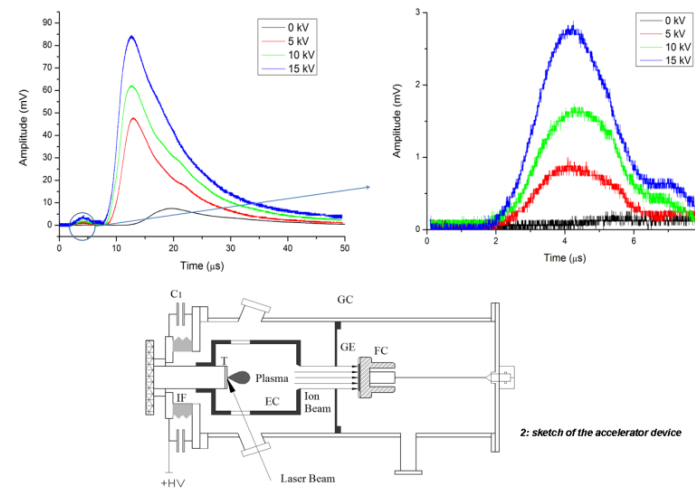


Fig. 4: total extracted charge

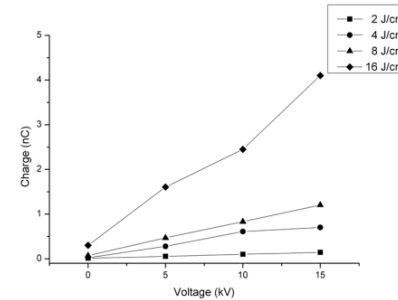


Fig. 5: extracted proton charge

CONCLUSIONS

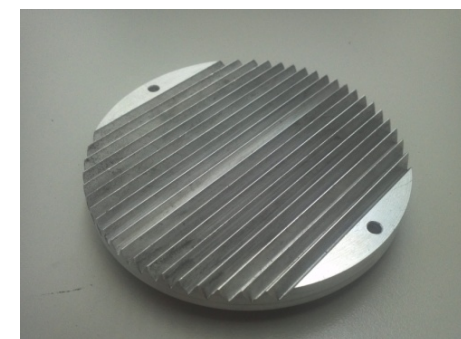
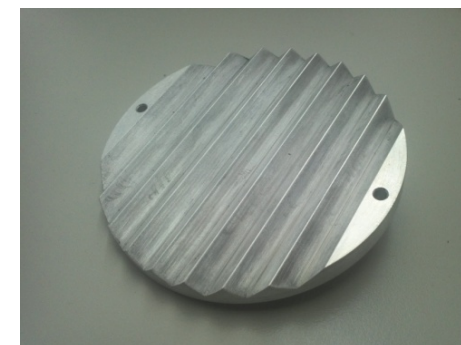
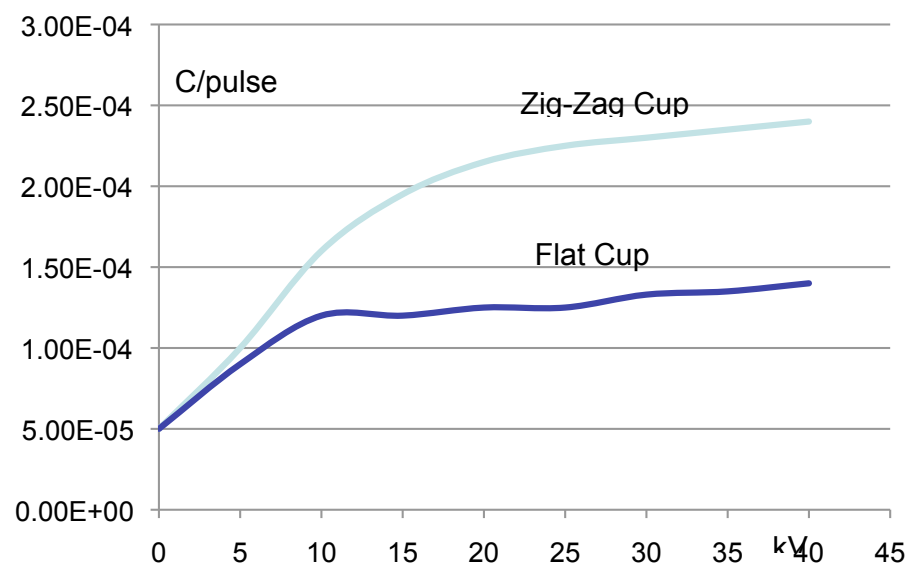
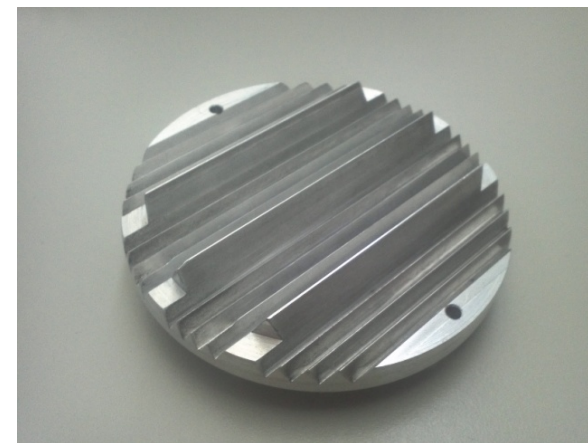
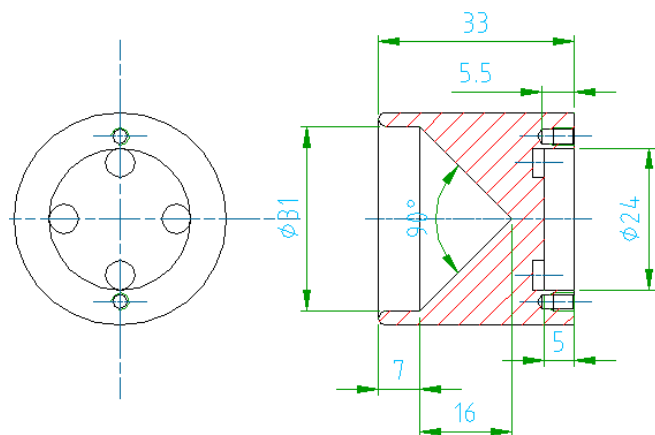
TiH_2 targets are a promising source of ions via laser ablation.

Their use is very interesting since it is very easy to obtain them via compression of the TiH_2 powder.

The study of the products of the laser ablation deserves more attention, since the spectra obtained from FC reveal peaks of difficult interpretation.

The use of mass spectrometry could shed light on the signals collected by FC.

Diagnostica elettromagnetica

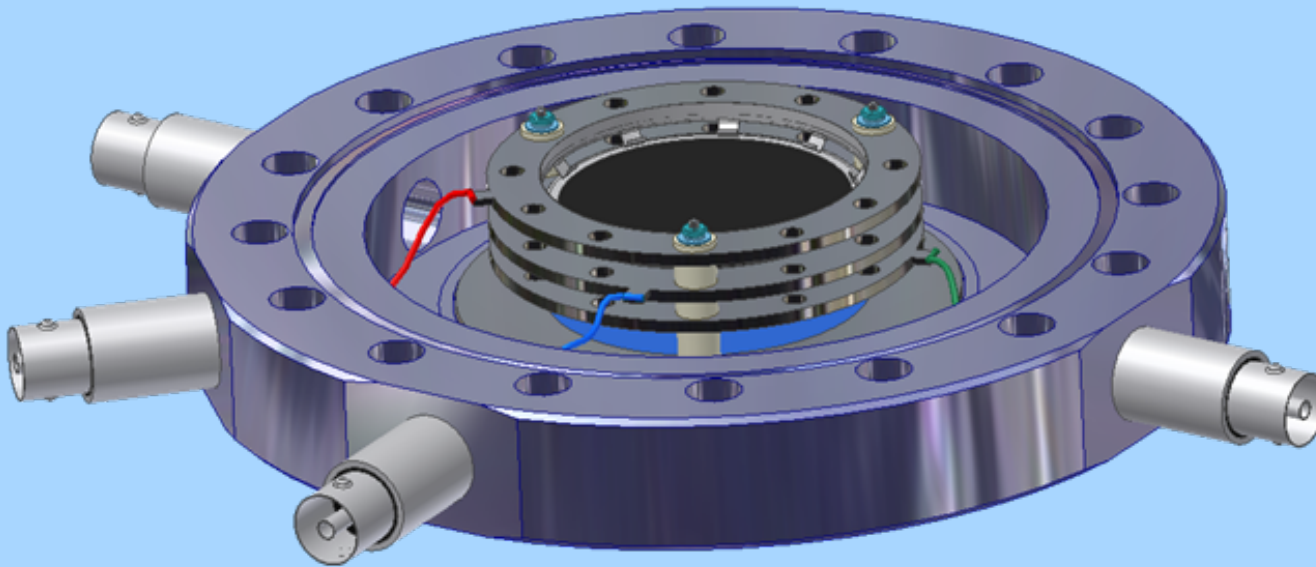


LILIA 2012

**Accelerazione fino a 150 keV/amu
e misura dell'emittanza.**

Foto di un MCP

Radiocromic film dosimetric



MCP-Open Image Intensifier
MCP-GPS46/2CF6

Pubblicazioni del gruppo 2011/12

1. J. Krása, A. Lorusso, V. Nassisi, L. Velardi and A. Velyhan, "Relevating of hydrodynamic and electrostatic factors in the center-of mass velocity on an expanding plasma generated by pulsed laser ablation" ***Laser and Particle Beams* 29, 113-119 (2011)**
2. V. Nassisi, G. Caretto, A. Lorusso, D. Manno, L. Famà, G. Buccolieri, A. Buccolieri, U. Mastromatteo, "Modifacation of Pd-H₂ and Pd-D₂ Thin Films processed by HeNe Laser" ***J. Condensed Matter Nucl. Sci.* 5, 1-6 (2011)**
3. V. Nassisi, M.V. Siciliano, "Low emittance ion beams by laser interaction", ***Nucl. Instrum. Meth. A* 635, 25-29 (2011)**
4. P. Alifano, V. Nassisi, M.V. Siciliano, A. Talà and S.M. Tredici, "Unexpected photoreactivation of *Vibrio harveyi* bacteria living in ionization enviroment" ***J. ppl. Phy.* 109, 104703 (2011)**
5. V. Nassisi, M.V. Siciliano, "Cu and Y ion beams by a new LIS generator", ***Nucl. Instrum. Meth. B* 269, 2919-23 (2011)**
6. V. Nassisi, D. Delle Side, R. Longo, F. Paladini, S. Rizzato, M.V. Siciliano, L. Velardi, P. Alifano, A. Talà, S.M. Tredici, G. Buccolieri, G. Palamà, "Studio innovativo sugli effetti della radiofrequenza utilizzando vibroni bioluminescenti" **Atti del II Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2011)**
7. M.V. Siciliano, P. Alifano, M. Di Giulio, V. Nassisi, F. Paladini, A. Talà, L. Velardi, "Sorgenti laser per biomateriali" **Atti del II Workshop Plami, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2011)**
8. P. Alifano, G. Ciccarese, G. Buccolieri, V. Nassisi, F. Paladini, S. Rizzato, M.V. Siciliano, A. Talà and S.M. Tredici "Caratterizzazione di Batteri *Vibrio harveyi* irradiati con luce UV e raggi X" **Atti del II Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2011)**
9. L. Velardi, M.V. Siciliano, D. Delle Side and V. Nassisi, Production and Acceleration of Ion beams by Laser Ablation, ***Rev. Sci. Instrum.* 83, 02B717 (2012)**
10. L. Velardi, [J. Krása](#), [A. Velyhan](#) and V. Nassisi, "Study of laser Plasma emission from doped targets, ***Rev. Sci. Instrum.* 83, 02B911 (2012)**
11. M.V. Siciliano, A. Talà, M.S. Tredici, L. Velardi, P. Alifano, and V. Nassisi "Modifica di materiali biomedici tramite impiantazione ionica da LIS "X Giornata di studio di Bioingegneria, Catania, 1 luglio 2011, ISBN: 978-88-96398-03-6
12. M.V. Siciliano, S. Rizzato, R. Longo, A. Talà, M.S. Tredici, L. Velardi, P. Alifano, and V. Nassisi, "STUDI DI BIOLUMINESCENZA IN *VIBRIO PS. SOTTOPOSTI A RF*", X Giornata di Studio BIOINGEGNERIA, Catania, 1luglio 2011, ISBN: 978-88-96398-03-6
13. G. Buccolieri, F. Adduci, A. Buccolieri, A. Castellano, V. Nassisi, F. Vona " Effetti fotochimici nell'UV Laser clearing di Manufatti in Argento e sue Leghe, **Atti del II Workshop Alpae 3, Bari 2010 (2011)**
14. L. Velardi, [J. Krása](#), [A. Velyhan](#) and V. Nassisi, "Characterization of laser plasma by Cu, Cu/Be and Cu/Sn alloy targets, ***Appl. Surf. Sci.* 00, 0002B911 (2012)**

Pubblicazioni del gruppo 2011/12

- 15. V. Nassisi, L. Velardi, D. Delle Side, “Electromagnetic and geometric characterization of accelerated ion beams by laser ablation”, *Appl. Surf. Sci.* 00, 00000911 (2012)**
- 16. L. Velardi*, G. De Pascali¹, P. Dicarolo¹, M.V. Siciliano¹, V. Nassisi, J. Krása² and A. Velyhan, “Plasmi laser prodotti da target drogati” *Atti del II Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2012)***
- 17. V. Nassisi, D. Delle Side, M. De Marco and L. Velardi, F. Paladini, G. Buccolieri, “Ion beams delivered by two accelerating gaps for industrial and therapeutic applications “*Atti del II Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2012)***
- 18. E. Talà, M.V. Siciliano, G. Buccolieri, S.M. Tredici, F. Paladini, M. De Stefano, V. Nassisi, and P. Alifano, “Bioluminescence of marine vibrios is sensitive to magnetic field “, *Atti del II Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2012)***
- 19. A. Buccolieri, F. Adduci, G. Buccolieri, A. Castellano, N. Ciccarese, V. Nassisi, “Determinazione del livello di radon nella grotta della Zinzulusa, Castro (LE)”, *Atti del II Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2012)***
- 20. V. Specchia, L. Giordano, M.P. Bozzetti, V. Nassisi, D. Delle Side, “Effetti della radiazione RF a 900 MHz sulla regolazione di elementi ripetuti in *Drosophila melanogaster*” *Atti del II Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2012)***
- 21. V. Nassisi, D. Delle Side, C. Troisio, L. Velardi, P. Alifano, A. Talà, S.M. Tredici “Influenza della radiofrequenza sulla crescita e sulla bioluminescenza di vibrioni marini”, *Atti del II Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2012)***
- 22. M. Abbracciavento, P. Alifano, D. Delle Side, V. Nassisi, F. Paladini, M. Tredici, L. Velardi, “Controllo di Biodeteriogeni via Laser Cleaning colonizzanti Volumi di Interesse Archeologico” *Atti del II Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2012)***
- 23. A. Bacci, D. Batani, G.P. Cirrone, C. De Martinis, D. Delle Side, A. Fazzi, D. Giove, D. Giulietti, L. Gizzi, L. Labate, T. Levato, P. Londrillo, M. Maggiore, L. Martina, V. Nassisi, M. Passoni, A. Sgattoni, L. Serafini, S. Sinigardi, G. Turchetti, L. Velardi, “Laser induced proton acceleration at the FLAME facility in Frascati: LILIA experiment”, *Atti del II Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 26 Ottobre 2010, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-087-9 (print version), (2012)***
- 24. M. Abbracciavento, P. Alifano, D. Delle Side, V. Nassisi, F. Paladini, M. Tredici, L. Velardi, “Controllo di Biodeteriogeni via Laser Cleaning colonizzanti Volumi di Interesse Archeologico” *Atti del Biologi italiani (in press), (2012)***
- 25. V. Nassisi P. Alifano, D. Delle Side, A. Talà, M. Tredici, L. Velardi, “Enhancing antibacterial properties of UHMWPE via ion implantation” *Atti del Congresso nazionale della Società Italiana di Biomateriali, Lecce 18-20 giugno, pag. 53 (2012)***

Pubblicazioni del gruppo 2011/12

- 26. V. Nassisi, P. Alifano, A. Talà and L. Velardi, “RF transmission line for bioluminescent Vibrio ps irradiation” *J. Appl. Phy.* 10 in pressss (2012)**
- 27. Luciano Velardi, Domenico Delle Side, Massimo De Marco and Vincenzo Nassisi, “Emittance characterization of ion beams provided by laser plasma”, *25th Symposium on Plasma Physics and Technology*, 18-21 June, Prague, Czech Republic, ISBN: 978-80-01-05047-7.**
- 28. Domenico Delle Side, Vincenzo Nassisi and Luciano Velardi, “Protons production by solid hydrogenated targets via excimer laser ablation”, *25th Symposium on Plasma Physics and Technology*, 18-21 June, Prague, Czech Republic, ISBN: 978-80-01-05047-7.**

LILIA/LEABI

Proposta Lecce 2010:

- La produzione di plasma con laser UV
- La messa a punto della camera nuova che permette di salire in frequenza di ripetizione
- Utilizzare target di Cu, C e plastiche (soddisfare le condizioni per l'adroterapia)-

Proposta Lecce 2011:

- Misurare l'emittanza normalizzata per fascio di ioni e lo stato di carica
- Studio del plasma da Cu e leghe Cu/Be preparate a Warsavia
- Caratterizzazione del fascio al variare della geometria della sorgente (anodo a rete curva o doppia anodo)
- Modulazione del fascio da campi acceleranti impulsati (1° stadio) e caratterizzazione.

Proposta Lecce 2013:

- Completamento impulsatore con tryatron e diagnostica
- Caratterizzazione del fascio di protoni da HTiH2
- Generazione di protoni da film (1-5 micron metallici; 50-100 nm plastico)
- Misura dell'emittanza con pepper pot (MCP e radiocromic)
- Misura di dose mediante radiocromic

Partecipanti:

Vincenzo	Nassisi	P.O	100	% Responsabile Nazionale
Alfredo	Castellano	P.O.	100	% S. dei materiali
Massimo	Di Giulio	P. A.	50	% S. dei materiali
Antonio	Tepore	P.O.	50	% S. dei materiali
Gianfranco	Palamà	Ric.	50	% S. dei materiali
Giovanni	Buccolieri	Ric	70	% S. dei materiali
Domenico	Delle Side	Dott	100	% Dottorando
Luciano	Velardi	Assegn.	100	% Dottorando
Totale			.00	unità

Fabio	Paladini	Tecn. Laureat.	40%
Tecnici:			
Romualdo Gerardi	T. Universit. Elettr.		20%
Giorgio Accoto	T. Universit. Mecc.		30%
Pasquale Esposito	T. Universit. Mecc.		20%

Totale tecnici: 1.10 unità

PLEADI 2012

Accelerazione fino a 150 KeV/amu
e misura dell'emittanza

- MI 8 k€ Contatti con Laboratori Nazionali Università, Congressi nazionali
- ME 8 k€ Presentazione dei risultati a conferenze internazionali e contatti con CERN e PALS e IPPM Warsav.
- CONS. 14 k€: Materiale meccanico, per l'adattabilità della strumentazione esistente. Materiale elettrico per la diagnostica. Materiale di consumo per laser: gas e ottiche
- INV: 16.5 k€: *Scientific Camera (10000 €)*
Microdensidometro(10000 €)
- *Richiesta da progetto 50 k€:*