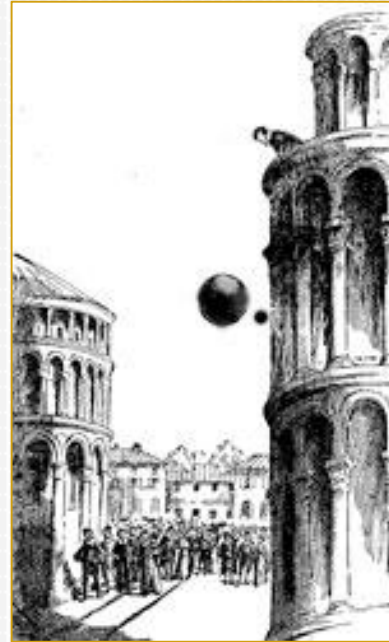


g



AEGIS

ANTIMATTER EXPERIMENT: GRAVITY, INTERFEROMETRY, SPECTROSCOPY

Daniel Krasnický

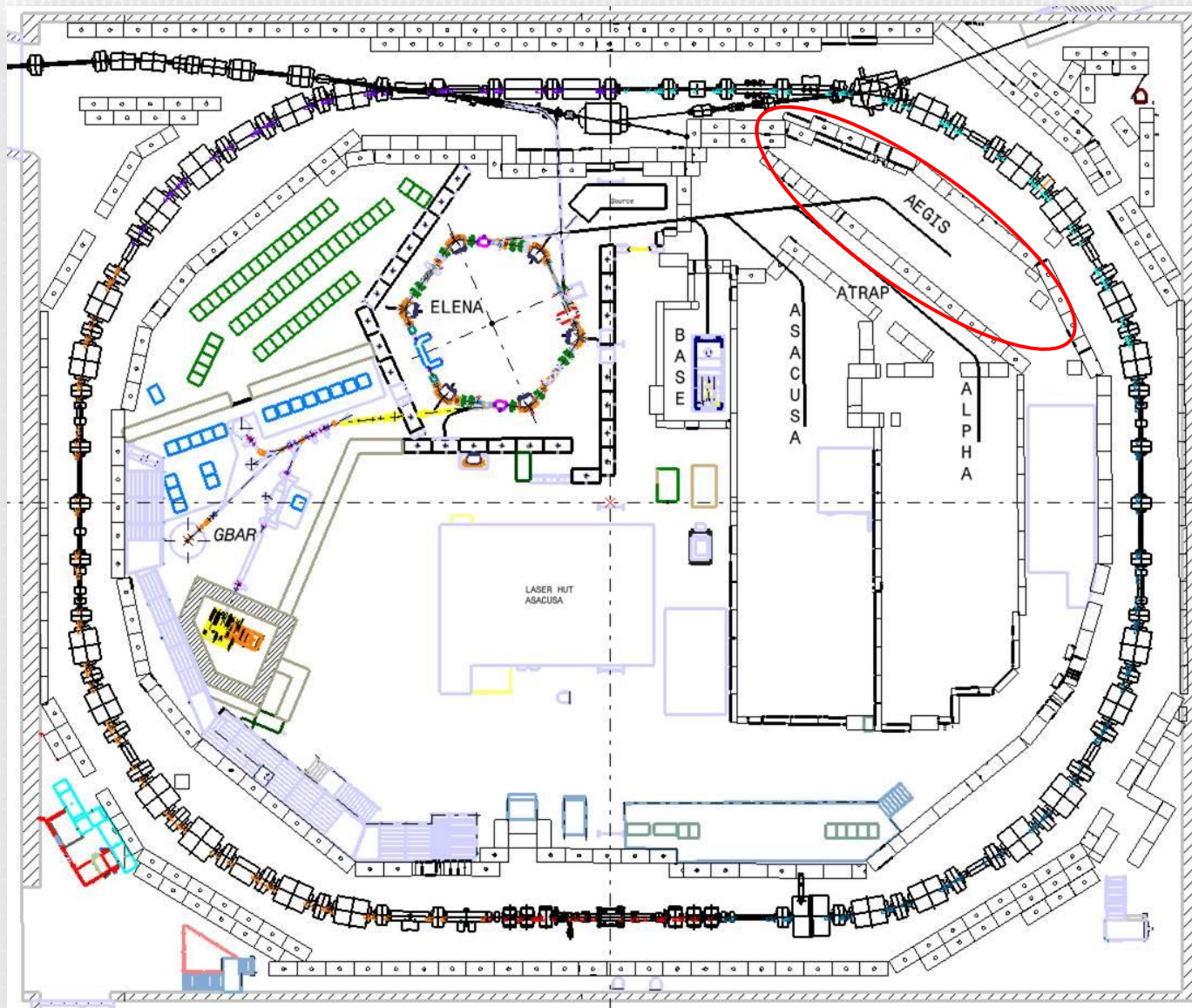
ANTIMATTER EXPERIMENT: GRAVITY, INTERFEROMETRY, SPECTROSCOPY

- ✘ Misurare l'accelerazione gravitazionale \bar{g} ($g_{\bar{H}}$) di antidrogeno nel campo terrestre con una precisione dell' 1%
 - + la prima misura diretta dell'interazione gravitazionale tra materia e antimateria
 - + una verifica del principio di equivalenza debole (WEP) sull'antimateria.

ZONA SPERIMENTALE AEGIS

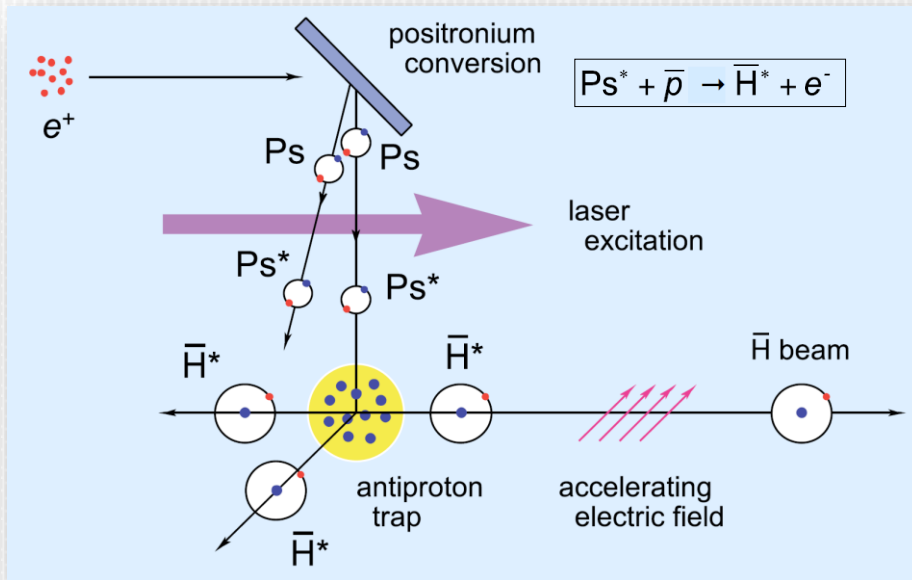


Antiproton
Decelerator
(AD) Hall



PRODUZIONE DI ANTIDROGENO

AEgIS proposal, <http://cdsweb.cern.ch/record/1037532>



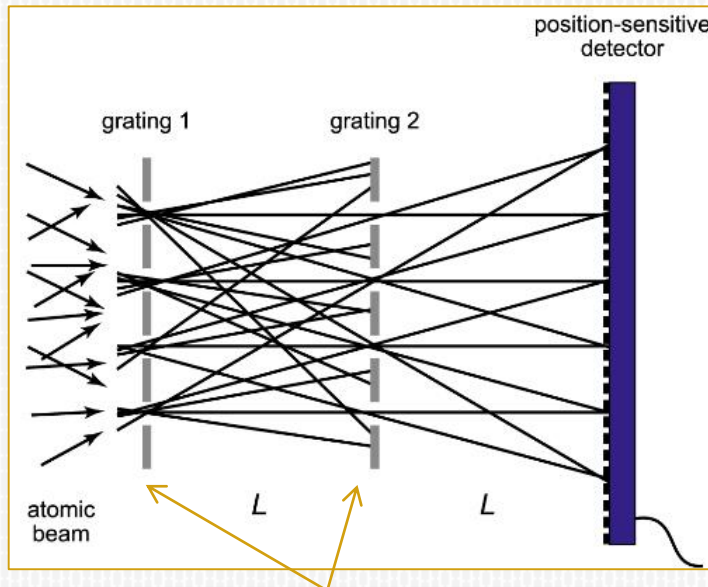
- ✘ Positronio (Ps) prodotto nel bersaglio di SiO_2
- ✘ Eccitazione di Ps nei livelli Rydberg
- ✘ Positronio Rydberg interagisce con antiprotoni freddi intrappolati in trappola di Penning e si forma antidrogeno (\bar{H}) per la reazione di scambio carica

$$\sigma \propto n^4 \quad \sigma(n_{\text{Ps}}=18) \approx 10^{-10} \text{ cm}^2$$

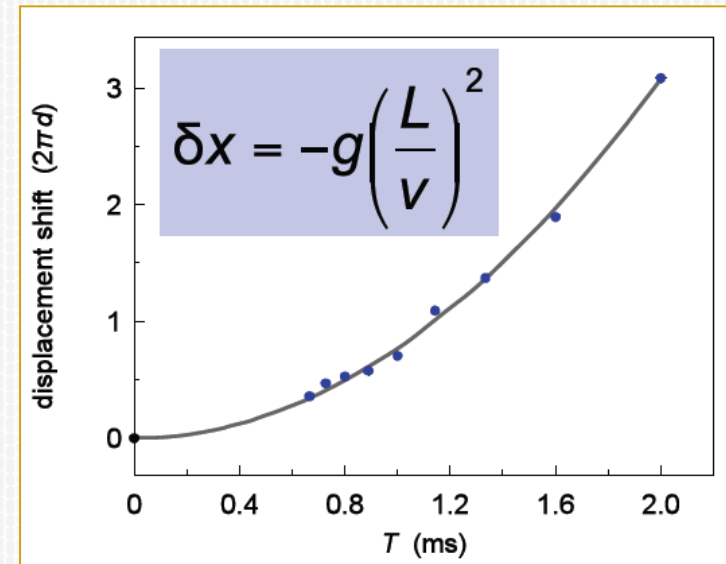
- ✘ Gli stati principali di antidrogeno dipendono dagli stati di Ps.
- ✘ La produzione è impulsata (si può usare TOF)

MISURA DI GRAVITÀ

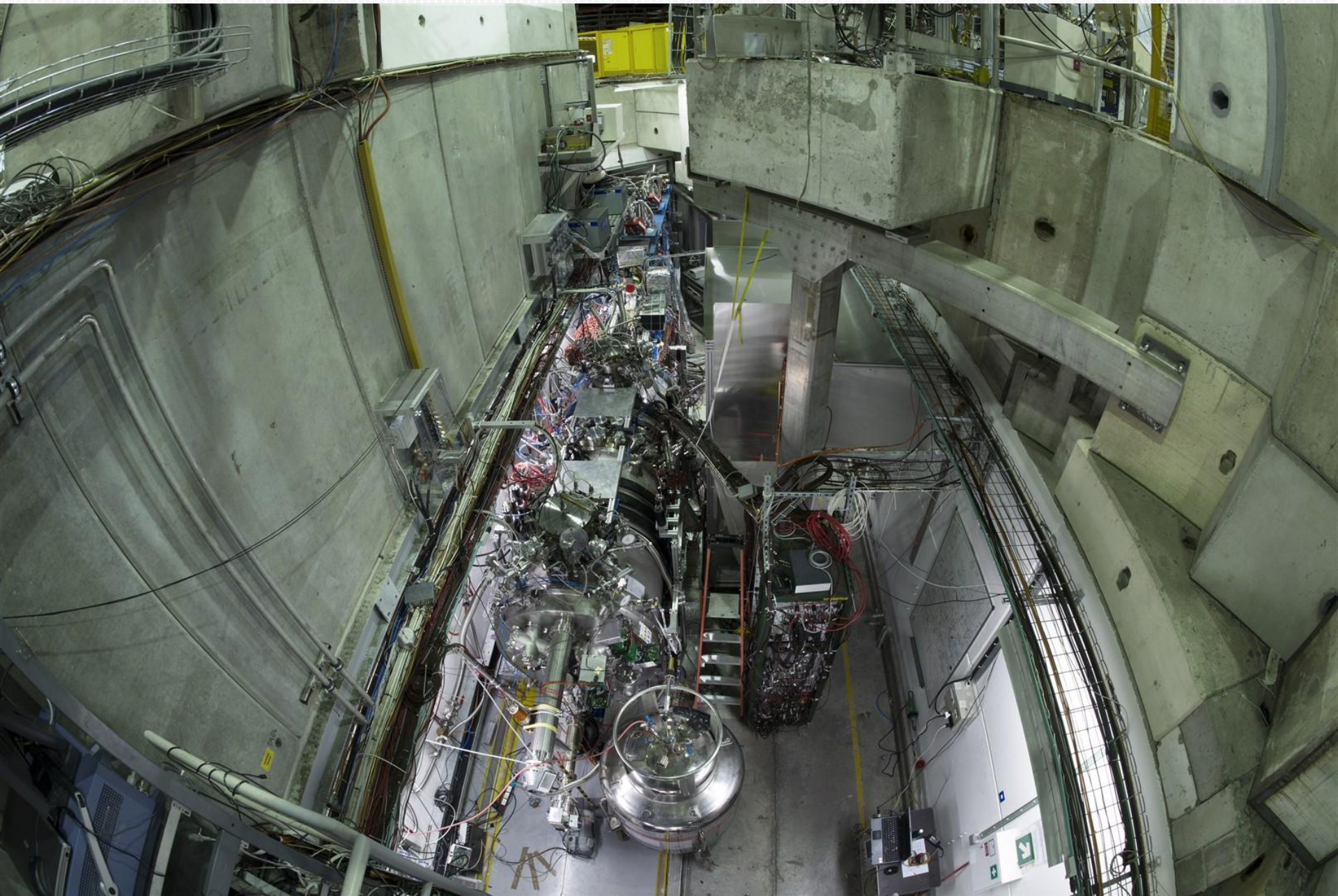
- ✘ moiré deflectometer
 - + 2 grate & rivelatore
 - + fascio atomico collimato monocromatico non necessario
 - + vertical shift δx dipende dalla velocità individuale degli anti-atomi
- ✘ misuriamo la posizione (δx) e ToF per ogni annichilazione di \bar{H}
- ✘ precisione 1% $\rightarrow \sim 10^3 \bar{H}$ (rivelati)



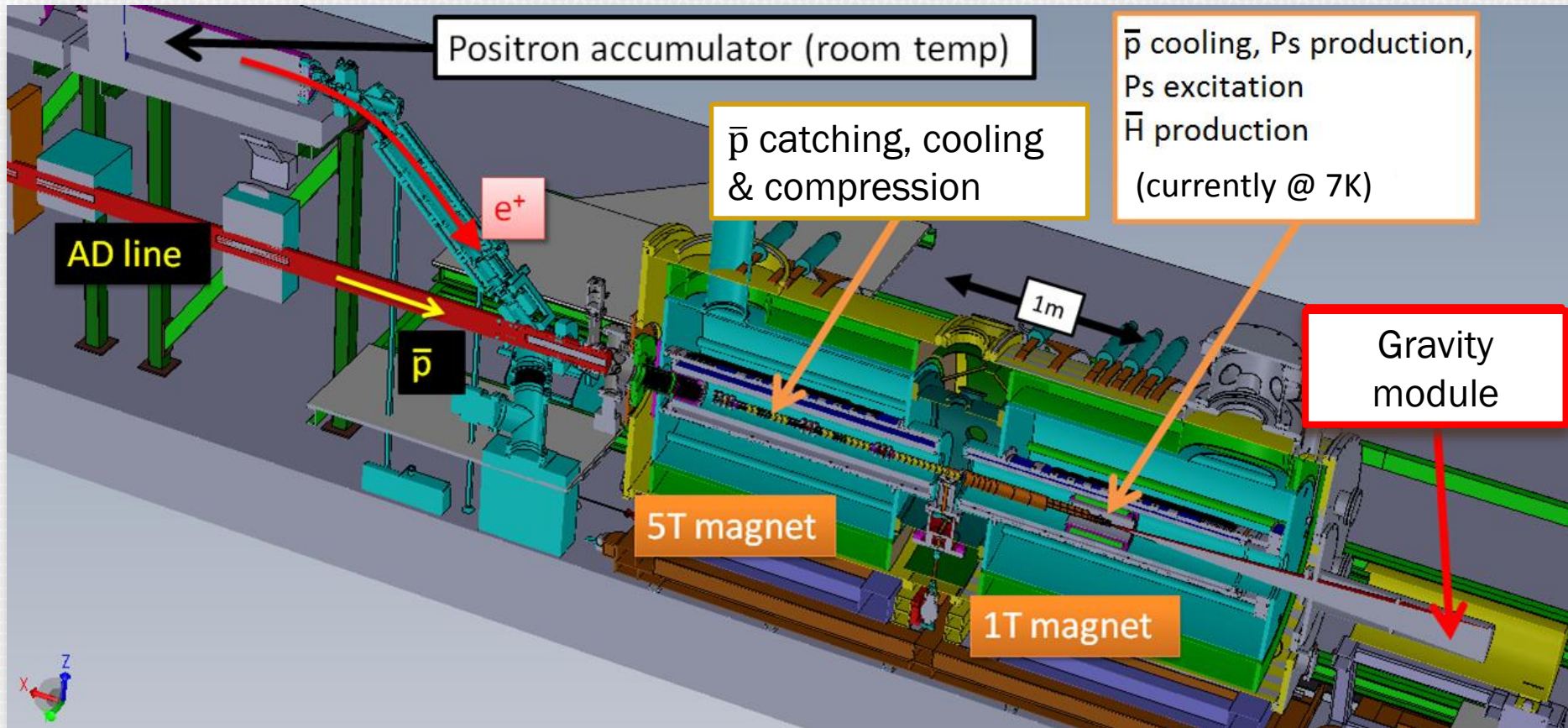
grating period $a = 40\mu\text{m}$ ($12\mu\text{m}$ slits)



AEgIS proposal, <http://cdsweb.cern.ch/record/1037532>



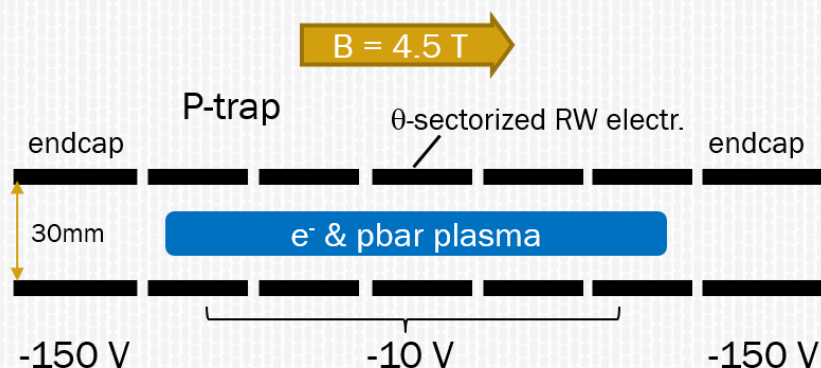
AEGIS EXPERIMENTAL APPARATUS



- ✘ Forte contributo e coinvolgimento di gruppo di Genova nelle attività sperimentali trasversali dell'esperimento AEgIS.
- ✘ Genova è responsabile del sistema di trappole EM che sono il cuore dell'esperimento

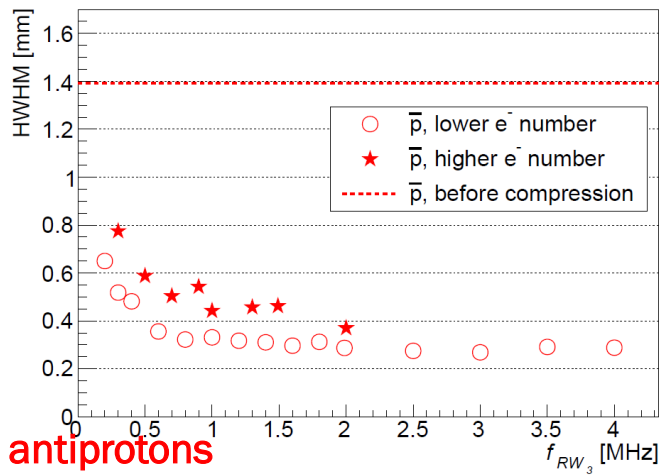
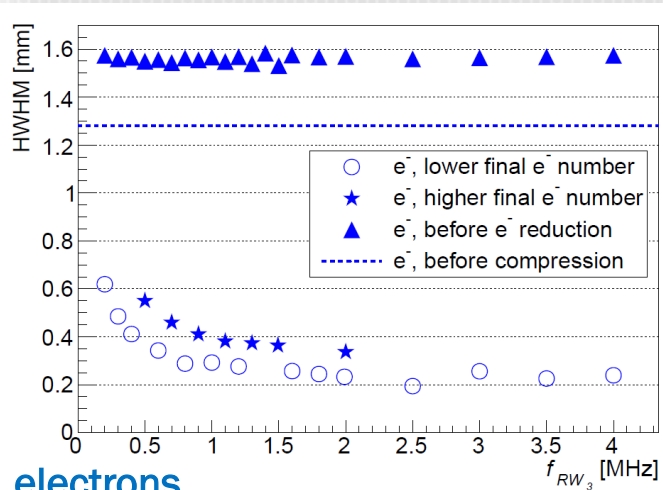
TRAPPOLE PENNING-MALMBERG, CUORE DI AEGIS

- ✘ Campi E e B vengono usati per contenere particelle cariche
 - + Campo B confina radialmente, mentre E assialmente
 - + Quando ci sono tante particelle, la carica spaziale sale e si ha il cosiddetto plasma non-neutro



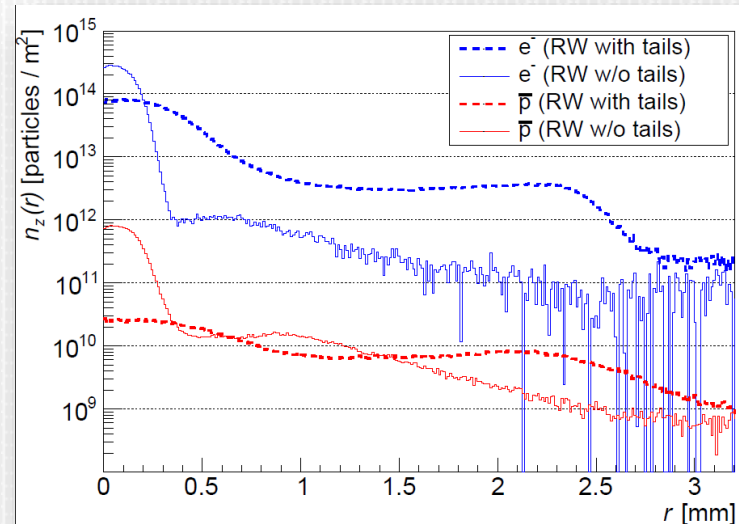
- ✘ Il Gruppo di Genova ha disegnato e costruito le trappole necessarie per le manipolazioni di antiprotoni, elettroni e positroni in AEgIS.
- ✘ Abbiamo sviluppato il sistema di controllo e siamo responsabili di tutte le manipolazioni di particelle cariche in AEgIS che portano fino alla produzione di antidrogeno freddo.

RAFFREDDAMENTO E COMPRESSIONE DI ANTIPROTONI

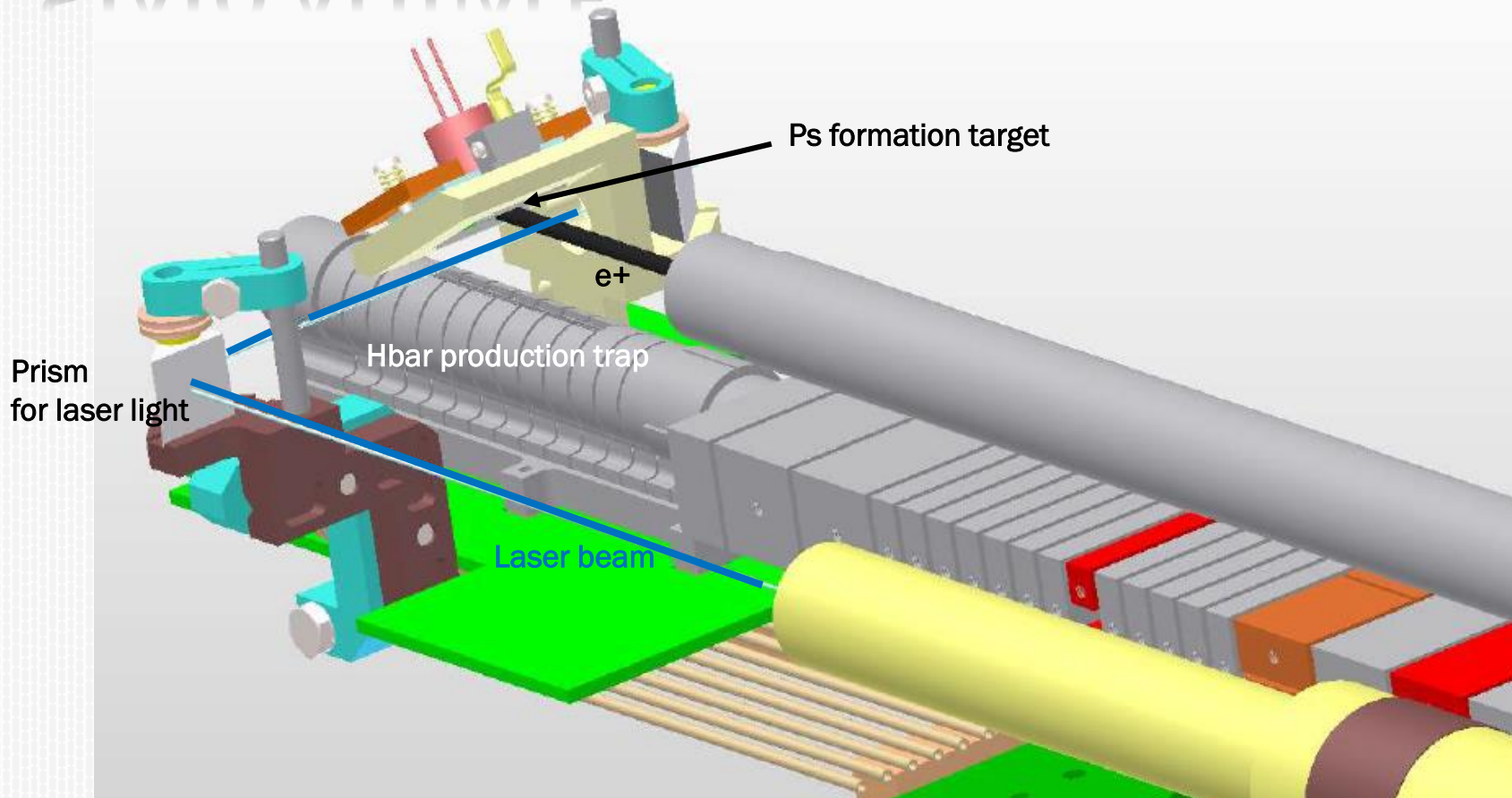


- ✘ Recentemente abbiamo raggiunto risultati record in termini di cattura e compressione di antiprotoni fino al raggiungimento dello stato di plasma non neutro anche per gli antiprotoni.
- ✘ Compressione di un fattore 10 in raggio
 - + $r_{\bar{p}} = 170 \mu\text{m}$, $n_{\bar{p}} \geq 10^{13} \text{ m}^{-3}$

«Compression of a mixed antiproton and electron non-neutral plasma to high densities» S. Aghion et al. (AEgIS), EPJ D 72: 76 (2018)



STATO ATTUALE



La zona di produzione di antidrogeno freddo di AEGIS: i positroni colpiscono il bersaglio per produrre o-Ps che, uscendo nel vuoto, è subito eccitato dai fasci laser, prima di entrare attraverso una griglia in trappola con gli antiprotoni.

STATO ATTUALE

- ✘ L' esperimento è in modalità «produzione antidrogeno»
- ✘ Gli ingredienti per la produzione di antidrogeno freddo sono pronti
 - + Ps è stato eccitato con laser e con la nuova diagnostica si sta attualmente misurando la distribuzione di emissione e la velocità del Ps* in-situ con il microchannel plate freddo.
 - + Il Rivelatore (a fibre scintillanti criogeniche) per il vertexing di annichilazioni di antidrogeno è operativo, utilizzato e in fase finale di calibrazione
 - + $4 \cdot 10^5$ antiprotoni sono stati accumulati nella trappola di produzione
 - + Riusciamo a riutilizzare gli stessi antiprotoni per tempi di oltre 1 ora
 - ✘ Si possono prendere dati fuori dal beam time assegnato...
- ✘ La presa e analisi dati sono in corso...

PROGETTI PER IL 2019

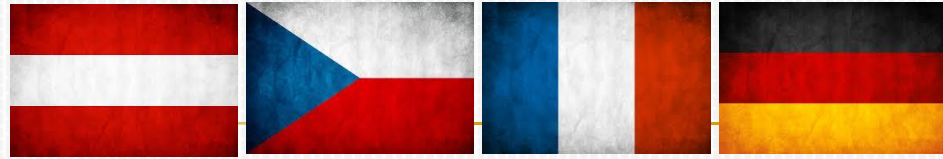
- ✘ 2019-2020 Long shutdown @ CERN – niente fascio
- ✘ In AEgIS si prevedono degli up-grade per poter iniziare con le prime misure di gravità nel 2021-2022.
- ✘ Un up-grade importante per il gruppo di Genova: R&D per una nuova trappola di produzione di \bar{H}
 - + Richiede allineamento angolare criogenico micrometrico e più spazi per futuri laser (geometria di trappola «più aperta»)
 - + @GE: Disegno meccanico, test meccanici (assemblaggio, criogenia), misure con elettroni in campo magnetico

GRUPPO AEGIS-GENOVA + RICHIESTE 2019

- ✘ Gemma Testera 70% (Rap. Naz.)
- ✘ Daniel Krasnický 80% (post-doc)
- ✘ Lea Di Noto 40% (post-doc)
- ✘ Mattia Fanì 100% (dottorando)

- ✘ Richieste:
 - + Giuliano Sobrero 100% (tecnico)
 - + officina meccanica (2 – 3 mesi uomo)
 - + supporto di progettazione meccanica (1 mese uomo)

A E \bar{g} I S collaboration





Stefan Meyer Institute



CERN



University of Genova



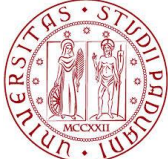
INFN sections of: Genova, Milano, Padova, Pavia, Trento



Czech Technical University



University of Milano



University of Padova



University of Pavia



Institute of Nuclear Research of the Russian Academy of Science



Politecnico di Milano



University of Trento



Max-Planck Institute Heidelberg



University of Paris Sud



University of Bergen



University of Brescia



Heidelberg University



University of Lyon 1



University of Oslo

