

Report referee LEA

Collegio referale: Angela Badalà, Raffaella De Vita,
Enrico Fragiaco, Giuseppe Verde

Riunione CSN3, Firenze 23-24 Aprile 2026

Sigla LEA

- **LEA (Low Energy Antimatter)** comprende esperimenti coinvolti nello studio di antimateria a bassa energia finalizzati allo studio di simmetrie fondamentali nei settori adronico e leptonic del Modello Standard
- Gli esperimenti nel settore adronico (**AEgIS, ALPHA, ASACUSA**) sono basati al CERN e si avvalgono del nuovo stadio di decelerazione degli antiprotoni, ELENA (fino a 100 keV) aggiunto all'Antiproton Decelerator (AD)
- Gli esperimenti nel settore leptonic si svolgono in Italia:
 - **PSICO** (Positronium Inertial and Correlation Observations) a Antimatter Laboratory di Trento
 - **QUPLAS** (Quantum interferometry and gravitation with Positrons and LASers) a L-NESS (Laboratory for Nanostructure Epitaxy and Spintronics on Silicon) Positron Laboratory di PoliMI a Como
- Sigla partita nel 2022 dopo approvazione Lol e CDR (INFN-CSN3 –QA-LEA-200.00, approvato nel 2021). Upgrade del CDR approvato nel 2025.

Person power

SEZIONE	RICERCATORI		TECNOLOGI	
FI (5 PERSONE - 1.3 FTE)	1.3 fte	5 pers.	0 fte	pers.
	1.30 fte / 5 pers. (media 0.26)			
MI (10 PERSONE - 7.2 FTE)	7 fte	9 pers.	0.2 fte	1 pers.
	7.20 fte / 10 pers. (media 0.72)			
PI (1 PERSONE - 0.5 FTE)	0.5 fte	1 pers.	0 fte	pers.
	0.50 fte / 1 pers. (media 0.50)			
PV (11 PERSONE - 6.3 FTE)	4.5 fte	7 pers.	1.8 fte	4 pers.
	6.30 fte / 11 pers. (media 0.57)			
TIFP (6 PERSONE - 5.9 FTE)	4.9 fte	5 pers.	1 fte	1 pers.
	5.90 fte / 6 pers. (media 0.98)			
TOTALE (33 PERSONE - 21.2 FTE)	18.2 FTE	27 PERS.	3 FTE	6 PERS.

Nel 2025 29 PERSONE, 18.1 FTE

New entries

Borsisti:

F.Mombelli (ASACUSA/QUPLAS, Brescia)

Dottorandi:

A.Galanti (QUPLAS/ASACUSA, Como);

A.Pappalardo (QUPLAS, Firenze);

T.Mariani (ALPHA, Firenze);

P.Conte (AEgIS 20%, Milano);

E.Sokal (Psico, Trento)

Laureandi:

S.Bolzoni (AEgIS, Trento);

F.Pozzi (AEgIS, Trento)

Milestones 2025

2025-12-31	AEgIS: Ottimizzazione fascio positroni, produzione positronio, sincronizzazione lasers, parametri di lancio balistico degli antiprotoni	100%
2025-12-31	AEgIS: Test del deflettometro di Moire' per misure di gravita'	100%
2025-12-31	ALPHA: Improved antihydrogen GS-HFS measurement	100%
2025-12-31	ALPHA: Improved antihydrogen 1S-2S measurement	100%
2025-12-31	ASACUSA: Test nuove tecniche di formazione di fascio di anti-idrogeno	100%
2025-12-31	ASACUSA: Test di prime misure di fisica con nuova linea di fascio secondaria	100%
2025-12-31	PsICO: Production of Ps clouds	100%
2025-12-31	PsICO: Tests of Ps laser excitation to $2^{(3)}S$ state	In completamento! 60%
2025-12-31	QUPLAS: Completamento della cavita' di photodetachment a Firenze	100%
2025-12-31	QUPLAS: Studio della produzione di Ps- a Como	100%

AEgIS

- Improved positronium **laser cooling** (first demonstration published in 2024)
- **Moiré deflectometer** (with detectors) assembled and tested successfully with antiprotons
- Rivelazione di annichilazioni nel deflettometro di moiré (milestone 2026) in corso senza criticità
- First proof-of-concept antihydrogen gravity measurement (previsto nel CDR per il 2026) ancora possibile

ALPHA

- ALPHA-3 upgrade nearing completion with the objective of further improving the 1S–2S spectroscopy measurement.
- **Laser-cooling** of positrons implemented in both ALPHA-2 and ALPHA-g -> significantly increased the achievable production and trapping rates of antihydrogen (milestone 2026)
- Per poter estrarre una nuova misura dell'accelerazione di gravità dell'anti-idrogeno è prevista una estesa campagna di misure di campo magnetico e di simulazione sia per il 2026 che durante l'LS3, ovvero anche in assenza del fascio di antiprotoni.

ASACUSA

- Antihydrogen production increased significantly (milestone 2025)
- **Complete spectroscopy beamline commissioned (milestone 2026)**
- Test di prime misure di fisica con nuova linea di fascio secondaria (milestone 2025) realizzato con l'apparato di AEGLS + strumentazione ASACUSA (**sinergia**)
- **AIABE**: in preparazione, primo test di esposizione di emulsioni previsto per l'estate, utilizzando il fascio di antiprotoni di ELENA in TELMAX.

Ps|CO

- **Production of Ps** observed (milestone 2025)
- Tests of Ps laser excitation to 2^3S state (milestone 2025) in fase di completamento
- Commissioning of the Ps entanglement apparatus (milestone 2026), attività in corso con l'installazione dei detector J-PET attorno alla camera per l'espansione del Ps nello stato 2^3S
- Purchase of the new 50 mCi ^{22}Na radioactive source delayed due to difficulties with iThemba.

QUPLAS

- Completamento della cavità di photodetachment a Firenze (milestone 2025)
- Na-22 source with an activity of 22 mCi has finally arrived in Como. In queste settimane si sta provvedendo a preparare il suo inserimento con alcuni lavori meccanici di montaggio per renderla compatibile con il moderatore e sicura.
- Produzione del Ps- al laboratorio di Como (milestone 2026)
- Misure di interferometria e Aharonov-Bohm (CDR 2025)

Commenti referee

- Tutti gli esperimenti stanno facendo un grande lavoro
- Ragionevole produzione scientifica
- Varie presentazioni a conferenze su invito di persone INFN
- Formazione di giovani (tesi magistrali, PhD)
- Ottimi risultati con le milestones 2025

Backup

Milestones 2026

AEgIS: Rivelazione di annichilazioni nel deflettometro di moiré, definizione della procedura di riferimento e caratterizzazione delle sistematiche per la misura di gravità

AEgIS: Raffreddamento laser del positronio a temperature criogeniche

ALPHA: Ottimizzazione produzione anti-idrogeno in ALPHA-g, mediante le tecniche sviluppate per ALPHA-2 (e⁺ cooling con Be⁺, antihydrogen cooling con laser Lyman- α , antihydrogen adiabatic cooling)

ASACUSA: steering del fascio di anti-idrogeno lungo la linea di spettroscopia

PsICO: Commissioning of the Ps entanglement apparatus

QUPLAS: Produzione del Ps- al laboratorio di Como

Publicazioni 2025

1. 3D simulation studies of mixed plasma confinement at AEgIS(Equation presented)	Rawat B.S. et al.	Proceedings of Science
2. An alexandrite laser system for positronium laser cooling	Gusakova, N. et al.	OPTICS AND LASER TECHNOLOGY
3. Be ⁺ assisted, simultaneous confinement of more than 15000 antihydrogen atoms	Akbari R. et al.	Nature Communications
4. Best Practices for the Manufacture of Antimatter Atoms	Hunter E.D. et al.	Proceedings of Science
5. Developing Si samples with nanochannels connected to buried cavities for positronium collection	Mariazzi S. et al.	Journal of Physics Conference Series
6. Fundamental Experiments with Positronium Confined in Micro-Cavities And Emitted into Vacuum with the New Bunched Positron Beam at the Antimatter Lab of Trento	Mariazzi S. et al.	Solid State Phenomena
7. Laser Cooling Positronium with Broadband Laser Pulses	Caravita R. et al.	Journal of Physics Conference Series
8. Monte Carlo simulations towards the formation of a positronium coherent beam	Sacerdoti, M. et al.	NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A-ACCELERATORS SPECTROMETERS DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT
9. Optical Potential Analysis of Antiproton-Nucleus Data at Low Energy	Bianconi, A. et al.	PoS
10. Pontecorvo Reactions	Venturelli L.	Proceedings of Science
11. Positron-Positronium Converters in Reflection and Transmission Geometry for Gravitational Experiments with Antihydrogen using Moiré Deflectometry	Ferguson R.C. et al.	Journal of Physics Conference Series
12. Positronium laser cooling: results and perspectives	Camper A. et al.	Proceedings of Science
13. Prospects for forward emitted positronium from nanoporous membranes at AEgIS	Rienacker B. et al.	Proceedings of Science
14. Real-time antiproton annihilation vertexing with submicrometer resolution	Berghold, Michael et al.	SCIENCE ADVANCES
15. The AEgIS Experiment: Progress and Future Outlook	Caravita R. et al.	Proceedings of Science
16. The scintillating bar detector of the ASACUSA experiment	Mascagna V. et al.	Proceedings of Science
17. Towards a Study of Low Energy Antiproton Annihilations on Nuclei	Kraxberger V. et al.	Proceedings of Science