



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di PISA

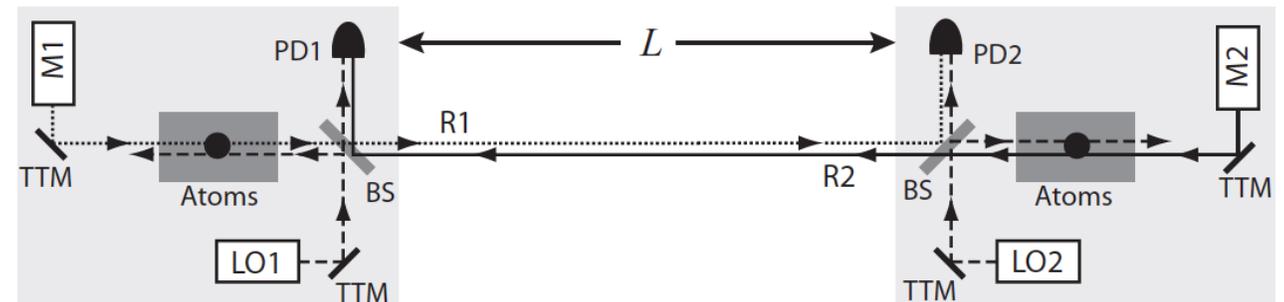
Presentazione in Sezione dei
preventivi 2023 di CSN5
**Optical Links for Atomic Gravity
Sensors**

4 luglio 2022

OLAGS (Optical Links for Atomic Gravity Sensors): breve descrizione ed obiettivi

- **Dimostrare la possibilità di misurare il gradiente gravitazionale con due sensori atomici distanti**
- **Utilizzare lo stesso campo laser per interrogare i due gravimetri, mediante link ottico coerente**
 - Link in vuoto: alto CMRR su ~km; controllo di fronti d'onda laser; link in eterodina [J. M. Hogan and M. A. Kasevich, Phys. Rev. A 94, 033632 (2016)]
 - Link in fibra ottica: metodi di metrologia ottica per cancellazione del rumore di fase indotto dalla fibra tramite link a due vie; metodi interferometrici per trasferimento di un riferimento inerziale ad una massa di test [O. Gerberding, Opt. Expr. 14753, 234267 (2015)]

- **Studiare la scalabilità della rete per:** numero di, distanza tra, e dimensioni (sensibilità) di singoli sensori



- **Studiare le configurazioni ottimali per specifici campi applicativi:**
 - Topologia della rete
 - Trade-off costo/prestazioni

Applicazioni:

- **Fisica terrestre (terra solida, fluida) e dell'ambiente**
- **Rivelazione GW: rumore Newtoniano in bassa frequenza, fondo stocastico tramite modi normali della terra**
- **Fisica fondamentale: DM, DE**

OLAGS: stato di avanzamento e obiettivi 2023

Diversi ritardi accumulati negli anni di pandemia: circa 6-9 mesi. Si chiede estensione

Primo anno (2020)

Progetto e sviluppo del sensore atomico
Definizione e sviluppo del link ottico
Progetto dei sistemi di isolamento sismico ed angolare



Prima versione disponibile, possibili ulteriori modifiche

Secondo anno

Test del link ottico su scala di laboratorio (GE)
Sviluppo dei sistemi di isolamento sismico ed angolare
Test dei componenti critici di ottica atomica (FI)



Vecchio prototipo disponibile, upgrade iniziato. Accelerometro individuate e acquistato.



Fatto 1 di 2 AI su riga di orologio. Da duplicare

Terzo anno

Test del sensore atomico differenziale (FI)
Integrazione del sensore atomico con il link ottico (GE)

PISA 2023

- Studio elementi elastici a bassa frequenza di risonanza per migliorare l'isolamento sismico della piattaforma (sistema isolamento sismico)
- Progettazione meccanica e preparazione dei disegni esecutivi (sistema di smorzamento capacitivo)
- Caratterizzazione del prototipo migliorato
- Realizzazione finale e integrazione con il sistema di controllo (Frascati-Pisa)
- Modelli di ottica atomica per il sistema finale

Genova: Tecnologie per link ottici

Firenze: Tecnologie di ottica atomica

LNF: Elettronica di controllo e altri sviluppi tecnologici

Pisa:

- Isolamento sismico: banda di frequenze di CMRR del noise sismico dipende dall'inverso della distanza tra sensori (velocità propagazione fronte d'onda laser)
- Controllo angolare: traiettorie non verticali, effetto Sagnac, Coriolis
- Modelli per misure di rumore Newtoniano
- Modelli per ottica atomica

OLAGS: personale @ INFN PI

| | | |
|----------------------|------------|----|
| Barsanti Michele | Associato | 30 |
| Boschi Valerio | Dipendente | 10 |
| Carelli Giorgio | Associato | 25 |
| Cella Giancarlo | Dipendente | 10 |
| Chiofalo Maria Luisa | Associata | 20 |
| Fidecaro Francesco | Associato | 10 |
| Morsch Oliver | Associato | 10 |
| Rossini Davide | Associato | 10 |
| Roberto Passaquieti | Associato | 20 |

OLAGS: richieste sui servizi

Finanziarie

- 7,5 k€ per costruzione apparato
- 1,0 k€ per missioni (riunioni di progetto e collaborazioni internazionali)

Servizi

- Nessuna spesa per i servizi, che riguarderanno progettazione (Roberto Passaquieti) e officina

Publicazioni

- A. Bertoldi et al., AEDGE: Atomic experiment for dark matter and gravity exploration in space *Experimental Astronomy*, 51(3), pp. 1417–1426 (2021)
- B. M. Mannarelli, D. Grasso, S. Trabucco, **M. Chiofalo**, Hawking temperature and phonon emission in acoustic holes, *Physical Review D*, 103(7), 076001 (2021)
- C. L. Lepori, A. Trombettoni, D. Giuliano, J. Kombe, J. Yago Malo, A. J. Daley, A. Smerzi, **M. Chiofalo**, Improving producibility estimation for mixed quantum states, <https://arxiv.org/abs/2108.03605> (2021)
- D. I. Alonso et al., Cold Atoms in Space: Community Workshop Summary and Proposed Road-Map, <https://arxiv.org/abs/2201.07789> (2022)
- E. John Drew Wilson, Simon B. Jäger, Jarrod T. Reilly, Athreya Shankar, **Maria Luisa Chiofalo**, Murray J. Holland, Beyond one-axis twisting: Simultaneous spin-momentum squeezing, <https://arxiv.org/abs/2206.12491>

Tesi:

Silvia Trabucco, "Thermal properties of acoustic horizons", MD in Physics, Department of Physics, University of Pisa (2021)

Talks:

- M. L. Chiofalo, "Squeezing Forty Orders of Magnitude in Four Squared Meters", invited physics colloquium, Scuola Normale Superiore, 25 June 2021 (invited)
- M. Chiofalo, Characterizing multipartite entanglement in mixed states via correlations, Many-Body Cavity QED, Aspen Center for Physics, 5-10 December 2021 (invited)
- M. Chiofalo, Characterizing multipartite entanglement in mixed states via correlations, Many-Body Cavity QED, Aspen Center for Physics, 5-10 December 2021 (invited)
- M. Chiofalo, Universality of Free Fall & Einstein Equivalence Principle, STEQUEST Community Workshop, 17-18 May 2022