

Volume 8

IL COLLE
di GALILEO

1 · 2019

IL COLLE di GALILEO



ISSN
2281-7727



Il Colle di Galileo

Volume 8, 1, 2019



Il Colle di Galileo

Direttore

Daniele Dominici, *Dipartimento di Fisica e Astronomia*
email: dominici@fi.infn.it

Vice-Direttori Scientifici

Roberto Casalbuoni, *Dipartimento di Fisica e Astronomia*
email: casalbuoni@fi.infn.it

Stefania De Curtis, *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Firenze*
email: decurtis@fi.infn.it

Comitato Scientifico

Oscar Adriani, *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Firenze, Direttore*
email: oscar.adriani@unifi.it

Roberto Casalbuoni, *Dipartimento di Fisica e Astronomia*
email: casalbuoni@fi.infn.it

Francesco Saverio Cataliotti, *Dipartimento di Fisica e Astronomia*
email: francescosaverio.cataliotti@unifi.it

Stefania De Curtis, *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Firenze*
email: decurtis@fi.infn.it

Paolo De Natale, *Istituto Nazionale di Ottica*
email: paolo.denatale@ino.it

Daniele Dominici, *Dipartimento di Fisica e Astronomia*
email: dominici@fi.infn.it

Pier Andrea Mandò, *Dipartimento di Fisica e Astronomia*
email: mando@fi.infn.it

Maria Sofia Randich, *Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Direttore*
email: randich@arcetri.inaf.it

Giuseppe Pelosi, *Università di Firenze*
email: giuseppe.pelosi@unifi.it

Giacomo Poggi, *Dipartimento di Fisica e Astronomia*
email: poggi@fi.infn.it

Presidente del Sistema Museale d'Ateneo

Marco Benvenuti, *Dipartimento di Scienze della Terra*
email: m.benvenuti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare



CNR-INO
ISTITUTO NAZIONALE DI OTTICA
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE



Versione elettronica / Online version: <http://www.fupress.com/cdg>
ISSN (print) 2281-7727; ISSN (online) 2281-9711

© 2019 Firenze University Press
Università degli Studi di Firenze
Firenze University Press
via Cittadella, 7, 50144 Firenze, Italy
www.fupress.com/
Printed in Italy



Il Colle di
Galileo

Sommario

Table of contents

PILLOLE DI STORIA / HISTORICAL PILLS

- 5 Antonio Ròiti
Antonio Ròiti
Stefano Selleri

RAPPORTI DI ATTIVITÀ / ACTIVITY REPORTS

- 21 The INO 2018 Annual Symposium: Extreme Light-Matter Interactions
- 27 Beyond Standard Model: Where do we go from here? Johns Hopkins Workshop Series
- 31 Supersymmetric Quantum Field Theories in the Non-perturbative Regime
- 35 Cosmic Rays: the salt of the star formation recipe
- 37 Teaching through research: remembering Raoul Gatto

IN EVIDENZA / HIGHLIGHTS

- 41 La caccia al fosforo interstellare, l'elemento pre-biotico dimenticato
The hunt for interstellar phosphorus, the forgotten pre-biotic element
Francesco Fontani, Victor M. Rivilla, Chiara Mininni

NOVITÀ / NEWS

- 47 Alternanza Scuola Lavoro: un investimento per il futuro
Alternating School Work: an investment for the future
Carlo Baffa
- 51 Un micro-oscillatore optomeccanico in una goccia
A micro-opto-mechanical oscillator in a droplet
Gianluca Gagliardi
- 57 Il progetto di Astro-turismo a Firenze
The astro-tourism project in Florence
Alessandra Zanazzi, Francesca Bacciotti

Stefano Selleri

Antonio Ròiti

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Firenze, Via di S. Marta, 3, 50139, Firenze

Il Colle di
Galileo

Riassunto. Un recente articolo apparso su questa rivista e dedicato al progetto di un “Istituto di Misure Elettriche” ad Arcetri, là dove poi nascerà l’Istituto di Fisica, cita il Professor Antonio Ròiti; uno studioso poco conosciuto a causa della propria riservatezza ma non di secondo piano nel panorama italiano del Risorgimento. In questo contributo se ne ripercorrono brevemente la vita e le opere.

Parole chiave. Antonio Ròiti, Vincenzo Rosa, Guglielmo Marconi, Misure Elettriche.

Introduzione

Recentemente è apparso su questa rivista un articolo dedicato alla storia del “Podere della Cappella,” prima che in esso venisse costruito l’Istituto di Fisica (BIANCHI, 2017). Una parte di tale articolo è dedicata alla figura di Antonio Ròiti, figura importante ma poco conosciuta nel panorama scientifico dell’Italia del Risorgimento. Avendo già scritto del Ròiti in altra occasione (SELLERI, 2012), mi è parso opportuno riproporre su queste pagine una versione riveduta e ampliata di tale scritto.

Antonio Ròiti, La Formazione

Antonio Ròiti nacque ad Argenta, una piccola città della provincia di Ferrara sulla sponda sinistra del Reno, il 26 maggio 1843. Argenta all’epoca faceva par-

Abstract. A recent article published in this magazine and dedicated to the project of an “Institute of Electrical Measurements” in Arcetri, where the Institute of Physics was later to be founded, mentions Professor Antonio Ròiti; a little known scholar due to the fact that he was extremely reserved but not because he was of secondary importance in the Italian panorama of the Risorgimento. In this contribution, we briefly retrace his life and works.

Keywords. Antonio Ròiti, Vincenzo Rosa, Guglielmo Marconi, Electrical Measurements.

Introduction

Recently, an article dedicated to the history of the “Podere della Cappella” appeared in this magazine, before the Physics institute was built there (BIANCHI, 2017). Part of this article is dedicated to Antonio Ròiti, an important but little known figure in the scientific panorama of

te della Legazione Apostolica di Ferrara, e quindi dello Stato Pontificio. Era un uomo molto riservato, la sua biografia più particolareggiata disponibile, sebbene non accurata, è un breve dattiloscritto di neanche una pagina e mezzo, senza indicazione dell'autore, che riuscii a trovare mentre preparavo il lavoro su Antonio Ròiti già citato¹. Una sola foto certa del Ròiti, di cattiva qualità, è arrivata fino a noi ed è riportata in Figura 1.

Ròiti trascorse la sua prima giovinezza ad Argenta, iniziò i suoi studi a Venezia e li proseguì a Lubiana, allora entrambe città appartenenti all'impero Austro-Ungarico. Successivamente fu assunto al Ministero delle finanze del neonato Regno d'Italia nella sua prima capitale: Torino. Emigrò quindi in Germania, per insegnare italiano, fu poi precettore in un collegio Milanese.

Nel 1864 decise di concentrarsi sulle scienze e si iscrisse alla Facoltà di Matematica della Scuola Normale Superiore di Pisa. Studente brillante, già l'anno successivo era assistente di Chimica Generale. Interrotti gli studi durante la terza Gurerra d'Indipendenza, tornò poi a Pisa, dove gli fu anche assegnata una posizione di assistente per la Cattedra di Fisica (1869) tenuta in quel periodo da Riccardo Felici (1819-1902) (Figura 2). Felici era un rinomato fisico, che effettuò importanti indagini sulle leggi dell'induzione elettromagnetica parallelamente a Neumann e Weber². Antonio Ròiti si laureò in matematica nel 1869 sotto la direzione del Prof. Enrico Betti (1823-1892) (Figura 3) noto matematico attivo nei campi dell'algebra, della topologia, dell'elasticità e dei potenziali.

Italy during the Risorgimento. Having already written about Ròiti on another occasion (SELLERI, 2012), it seemed appropriate to propose a revised and expanded version of that article on these pages.

Antonio Ròiti, Education

Antonio Ròiti was born in Argenta, a small town in the province of Ferrara on the left bank of the Reno, on the 26th of May 1843. At the time Argenta was part of the Apostolic Legation of Ferrara, and therefore of the Papal State. He was a very reserved man, his most detailed biography available, although not accurate, is a short typewritten account of not quite one and a half pages, without indication of the author, which I was able to find while I was preparing the work on Antonio Ròiti already mentioned¹. We have only one certain but poor quality photo of Ròiti and it is shown in Figure 1.

Ròiti spent his early youth in Argenta, began his studies in Venice and continued them in Ljubljana, both cities belonging to the Austro-Hungarian Empire at that time. He was later hired by the Ministry of Finance of the newborn Kingdom of Italy in its first capital: Turin. He then emigrated to Germany, to teach Italian, and later became tutor at a Milanese college.

In 1864 he decided to concentrate on the sciences and enrolled in the Faculty of Mathematics of the Scuola Normale Superiore of Pisa. A brilliant student, he was already General Chemistry assistant the following year. After interrupting his studies during the third War of



Figura 1. L'unica fotografia certa di Antonio Ròiti (Bersani, 2009).

Figure 1. The only certain photograph of Antonio Ròiti (Bersani, 2009).



Figura 2. Riccardo Felici (dall'Archivio Fotografico dell'Università di Pisa).

Figure 2. Riccardo Felici (from the Photographic Archive of Pisa University).

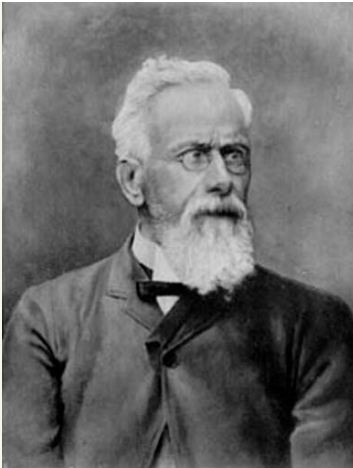


Figura 3. Enrico Betti (da «Mille Anni di Scienza in Italia» Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica).

Figure 3. Enrico Betti (from «Mille Anni di Scienza in Italia» Ministry of University and Scientific and technological Research).

Independence, he returned to Pisa, where he was also assigned an assistant position for the Chair of Physics (1869) held at that time by Riccardo Felici (1819-1902) (Figure 2). Felici was a renowned physicist, who carried out important investigations into the laws of electromagnetic induction in parallel with Neumann and Weber². Antonio Ròiti graduated in mathematics in 1869 under the direction of Prof. Enrico Betti (1823-1892) (Figure 3), a well-known mathematician active in the fields of algebra, topology, elasticity and potentials.

Antonio Ròiti Patriot

Here we have to open a parenthesis on the Italian Wars of Independence. In the First (March 23, 1848 - August 22, 1849), a university brigade from Pisa took part in the famous battle of Curtatone and Montanara (May 29, 1848), and those who shone particularly were physicists and mathematicians: Ottaviano Fabrizio Mosotti, whose interpretation of dielectric phenomena sug-

Antonio Ròiti Patriota

Qui corre l'obbligo di aprire una parentesi sulle Guerre d'Indipendenza Italiane. Nella Prima (23 marzo 1848 - 22 agosto 1849), nella celebre battaglia di Curtatone e Montanara (29 maggio 1848), prese parte anche una brigata Universitaria proveniente da Pisa, e in essa brillarono particolarmente i fisici e i matematici: Ottaviano Fabrizio Mossotti, la cui interpretazione dei fenomeni dielettrici suggerì a James C. Maxwell la corrente di spostamento (PELOSI et al., 2015) ne fu il comandante. I già citati Betti e Felici vi parteciparono, il primo col grado di capitano. Tra i matematici ed i fisici ricordiamo poi Luigi Pacinotti (1807-1889), padre del più celebre Antonio (1841-1912), inventore della dinamo; Gaetano Giorgini (1795-1874); Carlo Matteucci (1811-1868), tra i fondatori del «Nuovo Cimento» e direttore del Reale Museo di fisica e storia naturale di Firenze. È indubbio che, con tali professori, gli studenti si sentissero spinti a seguirne le orme.

Infatti Ròiti interruppe gli studi allo scoppio della terza Guerra d'Indipendenza (20 giugno - 12 agosto 1866) e decise di unirsi al Corpo dei Volontari Italiani di Giuseppe Garibaldi (1807-1882). Combatté a Condino (16 luglio 1866) e a Bezzecca (21 luglio 1866, Figura 4) in Trentino, tra il Lago di Garda ed il Lago d'Idro. Catturato dagli austriaci riuscì a fuggire e venne decorato con medaglia d'argento (Conferita nel 1900³).

gested to James C. Maxwell the current of displacement concept (PELOSI et al., 2015) was the commander. The previously mentioned Betti and Felici participated, the former with the rank of corporal. Among the mathematicians and physicists, we remember Luigi Pacinotti (1807-1889), father of the more famous Antonio (1841-1912), inventor of the dynamo; Gaetano Giorgini (1795-1874); Carlo Matteucci (1811-1868), one of the founders of the "Nuovo Cimento" and director of the Royal Museum of Physics and Natural History in Florence. There is no doubt that, with these professors, the students felt compelled to follow in their footsteps.

In fact, Ròiti interrupted his studies at the outbreak of the Third War of Independence (20 June - 12 August 1866) and decided to join the Italian Volunteer Corps of Giuseppe Garibaldi (1807-1882). He fought at Condino (16 July 1866) and Bezzecca (21 July 1866, Figure 4) in Trentino, between Lake Garda and Lake Idro. Captured by the Austrians, he managed to escape and was decorated with a silver medal (awarded in 1900³).

Antonio Ròiti Professor

Ròiti dedicated his entire life to research and teaching. After having been an assistant at the University of Pisa, as already mentioned, in 1871 he joined the Istituto Tecnico Toscano as a lecturer, remaining there until 1878. This school, founded on the 16th of October 1809 as the "Conservatory of Arts and Crafts" was born as a section of the Academy of Fine Arts of Florence. Courses in chemistry and mechanics were added in 1811, with the further addi-

Antonio Ròiti Docente

Antonio Ròiti dedicò la sua intera esistenza alla ricerca e all'insegnamento. Dopo essere stato assistente presso l'Università di Pisa, come già menzionato, entrò nel 1871 come docente all'Istituto Tecnico Toscano ove rimase fino al 1878. Questa scuola, fondata il 16 ottobre 1809 come «Conservatorio di Arti e Mestieri» nacque come sezione dell'Accademia di Belle Arti di Firenze, con, dal 1811, corsi di chimica e meccanica e, dal 1813, la Classe di «Conservatorio di Arti e Manifatture». È interessante ricordare che Antonio Meucci (1808-1889), l'inventore del telefono, si formò a questa scuola (ANGOTTI et al., 2009). Nel 1850, con decreto Granducale, la Classe si staccò formalmente dall'Accademia andando a formare l'«Istituto Tecnico Toscano». L'Istituto, con l'unità d'Italia, passò sotto il controllo della provincia di Firenze (dal 1870 al 1888, periodo nel quale vi insegnò Ròiti) e venne, nel 1883, intitolato a «Galileo Galilei».

In questa Istituzione Ròiti seguì molti studenti, il più notevole dei quali è probabilmente il grande matematico Vito Volterra, che entrò nell'Istituzione nel 1874 e ottenne la sua laurea nel 1878 (COHEN, 2008; BUNNER, 1997). Volterra diventerà in seguito un pioniere dell'analisi funzionale, della teoria delle equazioni differenziali e della biologia e uno dei più grandi matematici italiani.

Antonio Ròiti fu poi chiamato nel 1879 all'Università di Palermo, dove rimase circa un anno. Già nel 1880 fu richiamato a Firenze, come professore presso il «Regio Istituto di Studi Superiori, Pratici e di Perfezionamento» di Firenze, di cui fu anche Direttore del Gabinetto di Fisica (1880-1914) e Preside della Sezione



Figura 4. La Battaglia di Bezzuca [1866 – Milano, Museo del Risorgimento – olio su tela di Felice Zennaro (1833-1926)].

Figure 4. The Battle of Bezzuca [1866 – Milan, Museo del Risorgimento – oil on canvas by Felice Zennaro (1833-1926)].

di Scienze (1894-1908), Sezione che sarebbe poi diventata la Facoltà di Scienze e l'odierna Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali. Ritiratosi nel 1913, rimase come Professore Emerito fino al 1921.

Tale «Regio Istituto di Studi Superiori, Pratici e di Perfezionamento» nacque nel 1859, alla fine del Gran Ducato di Toscana, come una raccolta di tutte le forme esistenti di istruzione superiore a Firenze, alcune delle quali (diritto civile e canonico, letteratura, medicina) risalivano al 1321. A tale Istituto verrà riconosciuto lo status di «Università» dal neonato Regno d'Italia (1861) ma sarà solo nel 1924 che esso cambierà il suo nome in quello attuale: «Università degli Studi di Firenze».

Nella sua carriera, Antonio Ròiti fu eletto membro di numerose accademie. Nei soli anni 1898-1890 fu eletto Socio dell'Accademia dei Lincei e dell'Accademia dei Georgofili; Socio Corrispondente del Regio Istituto Veneto, della Regia Accademia di Torino, della Regia Accademia di Padova, dell'Accademia Pontiana di Napoli e della Società di Scienze di Palermo; Uno dei XL e Socio Onorario dell'Accademia Gioenia di Catania. sempre nel 1898 divenne Membro Onorario dell'Associazione Elettrotecnica di Liegi. Dal 1905 fu anche Socio Onorario della Regia Accademia di Modena e della Regia Accademia di Acireale, e Membro del Comitato Scientifico Internazionale per le Unità di Misura ed i Campioni Elettrici (1910-1921).

Fu Presidente della Società Italiana di Fisica (1898-membro del Consiglio Superiore della Pubblica Istruzione (1892-1896, 1989-1916). Fu Direttore del Museo degli Antichi Strumenti di Fisica e di Astronomia (1899-1908), importante collezione che confluirà successivamente nell'odierno Istituto e Museo di Storia della Scienza «Museo Galilei» e Direttore della Scuola di Geografia (1903-1908).

tion of the "Conservatory of Arts and Crafts" Class in 1813. It is interesting to remember that Antonio Meucci (1808-1889), the inventor of the telephone, was trained at this school (ANGOTTI et al., 2009). In 1850, by Grand-Ducal decree, the Class formally detached itself from the Academy, forming the "Istituto Tecnico Toscano". With the unification of Italy, the institute passed under the control of the province of Florence (from 1870 to 1888, the period during which Ròiti taught there) and was dedicated to "Galileo Galilei" in 1883.

At this institution Ròiti taught many students, the most remarkable of whom was probably the great mathematician Vito Volterra, who joined the institution in 1874 and obtained his degree in 1878 (COHEN, 2008; BUNNER, 1997). Volterra was later to become a pioneer of functional analysis, theory of differential equations and biology and one of the greatest Italian mathematicians.

Antonio Ròiti was then called in 1879 to the University of Palermo, where he remained for about a year. In 1880 he was called back to Florence as a professor at the "Royal Institute of Higher, Practical and Perfectioning Studies", of which he was also Director of the Physics Cabinet (1880-1914) and Dean of the Science Section (1894-1908), a Section that would later become the Faculty of Science and the current School of Mathematical, Physical and Natural Sciences. He retired in 1913 and remained as Professor Emeritus until 1921.

This "Royal Institute of Higher, Practical and Perfectioning Studies" was founded in 1859, at the end of the Grand Duchy of Tuscany, as a collection of all forms of higher education existing in Florence, some of which (civil and canon law, literature, medicine) date back to 1321. This in-

A tutto questo si aggiungono numerosissime onoreficenze civili e ordini cavallereschi che sarebbe troppo lungo elencare in questa sede.

Estremamente riservato, quando lasciò l'insegnamento (1813) si ritirò completamente dalla vita pubblica. Morì a Roma il 28 giugno 1921.

Antonio Ròiti Scienziato

Gli interessi di ricerca di Ròiti furono principalmente in Ingegneria Elettrica. Pubblicò articoli sulla natura delle correnti elettriche, sulle scariche elettrostatiche, sull'effetto Hall, sui condensatori, sugli elettrocalorimetri, sui trasformatori, sui raggi X e, in altri rami della fisica, sulla velocità del suono e sul movimento dei fluidi.

La ricerca a cui è però principalmente legato è stata quella della determinazione del campione di resistenza elettrica (ohm). L'accurata definizione di resistenza era vitale in quegli anni per progettare correttamente i cavi telegrafici, specialmente quelli transatlantici. Questo in un periodo di tempo in cui inoltre le unità di misura elettriche erano "consuetudinarie" poiché quelle ufficiali, derivate solo da massa lunghezza e tempo, in assenza di una quarta grandezza fondamentale di natura elettrica, erano inutilizzabili in pratica (FREZZA et al., 2015).

La prima definizione di unità di resistenza elettrica, senza un nome preciso, è dovuta a Charles Wheatstone (WHEATSTONE, 1843) che definì tale unità sulla base della resistenza di un filo di rame lungo 1 piede (0,3048 m) del peso di 100

stitution was granted the status of "University" by the newborn Kingdom of Italy (1861) but it was only in 1924 that it changed its name to that by which it is known today: "University of Florence".

During his career, Antonio Ròiti was elected a member of numerous academies. In 1898-1890 alone he was elected a member of the Accademia dei Lincei and the Accademia dei Georgofili; a corresponding member of the Veneto Royal Institute, the Royal Academy of Turin, the Royal Academy of Padova, the Pontiana Academy of Naplesi and the Science Society of Palermo; one of the XL and an honorary member of the Gioenia Academy of Catania. Also in 1898 he became an honorary member of the Electro Technical Association of Liegi. From 1905 he was also Honorary Member of the Royal Academy of Modena and the Royal Academy of Acireale, and Member of the International Scientific Committee for Units of Measurement and Electrical Samples (1910-1921).

He was Chairman of the Italian Physics Society (1898-member of the Higher Council of Education (1892-1896, 1989-1916). He was Director of the Museum of Ancient Instruments of Physics and Astronomy (1899-1908), an important collection that was later to become part of today's "Museo Galilei" Institute and Museum of the History of Science, and Director of the School of Geography (1903-1908).

In addition to all this, there are numerous civil honours and orders of knighthood that would take too long to list here.

He was extremely reserved and when he left teaching (1813) he completely withdrew from public life. He died in Rome on the 28th of June 1921.

grani (6.54 g circa) ovvero di 71 millesimi di pollice di diametro (1.8034 mm). La definizione non era ovviamente soddisfacente per la difficoltà di realizzare campioni riproducibili.

Nel 1860 Werner Siemens (1816-1892) (SIEMENS, 1860) propose come resistenza campione quella di una colonna di mercurio di una data altezza e diametro. I vantaggi per quanto riguarda la riproducibilità, spiegati dallo stesso Siemens, sono nella maggior facilità di ottenere mercurio puro, nella minore conducibilità rispetto al rame ad al suo stato naturale di fluido, tutte caratteristiche che permettono di ridurre il problema delle tolleranze di fabbricazione dei campioni. Siemens definì quindi l'unità di resistenza come quella di una colonna di mercurio alta 1 metro e con una sezione di 1mm^2 a una temperatura di 0°C . Questo dispositivo ha effettivamente una resistenza, con la moderna definizione⁴ pari a $0.9534\ \Omega$. Successivamente viene proposto «Ohmad» come nome dell'unità di resistenza (WILLIAMSON et al., 1864) e infine «ohm» (WILLIAMSON et al., 1867).

La determinazione dell'ohm internazionale si spostò quindi sulla determinazione dell'altezza esatta della colonna di mercurio che realizzasse l'unità di resistenza secondo la definizione moderna⁴. La figura 5 mostra una tabella che riassume i risultati ottenuti da vari ricercatori dal 1882 al 1889. I risultati di Ròiti portano a una lunghezza di 105,89 cm (RÒITI, 1881).

Come esempio della reciproca correttezza e rispetto che talvolta caratterizza i professori universitari ricordiamo che, in uno dei suoi rapporti sull'ohm, Ròiti scrisse “garantisco questi risultati nonostante il malanimo di un collega” (FONTANI et al., 2015, 2007). Ròiti effettuava le proprie misurazioni la notte, per mi-

Antonio Ròiti Scientist

Ròiti's research interests were mainly in Electrical Engineering. He published articles on the nature of electrical currents, electrostatic discharges, the Hall effect, capacitors, electrocalorimeters, transformers, X-rays and, in other branches of physics, the speed of sound and the movement of fluids.

The research to which he is most closely related, however, was that to determine the sample of electrical resistance (ohm). The accurate definition of resistance was vital in those years to correctly design telegraphic cables, especially transatlantic ones. This was at a time when electrical units of measurement were “customary” because the official units, derived only from mass, length and time, in the absence of a fourth fundamental quantity of electrical nature, were unusable in practice (FREZZA et al., 2015).

The first definition of electrical resistance unit, without a precise name, is due to Charles Wheatstone (WHEATSTONE, 1843) who defined this unit on the basis of the resistance of a copper wire measuring one foot long (0.3048m) and 71 thousandths of an inch (1.8034mm) in diameter, and weighing 100 grains (about 6.54g). The definition was obviously not satisfactory due to the difficulty of making reproducible samples.

In 1860, Werner Siemens (1816-1892) (SIEMENS, 1860) proposed a mercury column of a given height and diameter as a sample resistance. The advantages in terms of reproducibility, explained by Siemens himself, were the greater ease of obtaining pure mercury, lower con-

nimizzare le interferenze dei tram e della vita cittadina sui suoi delicatissimi e sensibilissimi galvanometri. Ugo Schiff, professore ordinario di chimica presso la stessa Sezione di Scienze Fisiche e Naturali, e il cui laboratorio era contiguo a quello di Ròiti, pare fosse solito muovere le grandi macchine metalliche che costituivano la propria strumentazione, intenzionalmente, la notte, per interferire in un modo difficile da prevedere con i galvanometri utilizzati da Ròiti.

In (BIANCHI, 2017) si riporta un'altra citazione di Ròiti su questo episodio, così come si sottolinea la cura che Ròiti mise nel dettare le specifiche del progetto di massima dell'“Istituto di Misure Elettriche” da costruirsi sul Podere della Cappella, in modo da evitare ogni possibile ulteriore interferenza con le proprie delicate misure.

Antonio Ròiti Amministratore

Ròiti si dedicò attivamente anche alla pubblica amministrazione e alla crescita del patrimonio immobiliare, sociale e culturale fiorentino.

Firenze lo ebbe Consigliere Comunale (1888-1890) e in tale veste collaborò attivamente alla realizzazione del primo impianto di illuminazione pubblica ad arco voltaico di Firenze.

Sempre a lui si deve la realizzazione, come ricordato in precedenza, dell'“Istituto di Misure Elettriche” ed ebbe probabilmente parte, negli ultimi anni di attività, alla pianificazione dell'Istituto di Fisica ad Arcetri, che sarà poi diretto da Antonio Garbasso, successore di Ròiti, nel 1913, alla cattedra di Fisica dell'Università di Fi-

ductivity than copper and its natural fluid state, all characteristics that reduce the problem of manufacturing tolerances of samples. Siemens then defined the unit of resistance as that of a 1-metre tall mercury column with a section of 1mm^2 at a temperature of 0°C . This device actually had a resistance, with the modern definition of $0.9534\ \Omega$. Then “Ohmad” was proposed as the name of the resistance unit (WILLIAMSON et al., 1864) and finally “ohm” (WILLIAMSON et al., 1867).

The determination of the international ohm then shifted to the determination of the exact height of the mercury column that would realise the unit of resistance according to the modern definition⁴. Figure 5 shows a table summarising the results obtained by various researchers from 1882 to 1889. Ròiti's results led to a length of 105.89 cm (RÒITI, 1881).

As an example of the mutual fairness and respect that sometimes characterises university professors, we remember that, in one of his reports on the ohm, Ròiti wrote “I guarantee these results despite the malice of a colleague” (FONTANI et al., 2015, 2007). Ròiti carried out his measurements at night, to minimise the interference of trams and city life on his delicate and sensitive galvanometers. Ugo Schiff, professor of chemistry at the same Section of Physical and Natural Sciences, whose laboratory was adjacent to that of Ròiti, seems to have been in the habit of moving the large metal machines that made up his instrumentation, intentionally, at night, to interfere in a way difficult to predict with the galvanometers used by Ròiti.

In (BIANCHI, 2017) there is another mention of Ròiti on this episode, and also of the care that Ròiti put into dictating the specifications of the general project of the “Institute of Electrical

TABLE 269.

VARIOUS DETERMINATIONS OF THE VALUE OF THE OHM.

Date.	Observer.	Method.	Value of E. A. unit in ohms.	Value of Siemens unit, E. A. unit.	Value of ohm in cms. of fig.
1882	Lord Rayleigh	Rotating coil	0.98651	0.95412	106.24
1883	Lord Rayleigh	Lorenz method	0.98677	0.95412	106.21
1884	Mascart	Induced current	0.98611	0.95374	106.33
1887	Rowland	Mean of several methods	0.98644	0.95349	106.31
1887	Kohlrausch	Damping of magnets	0.98660	0.95338	106.32
1888	Glazebrook	Induced currents	0.98665	0.95352	106.29
1890	Wuilleumeier	Mean effect of induced currents	0.98686	0.95355	106.31
1890	Duncan and Wilkes	Lorenz method	0.98634	0.95341	106.34
1891	Jones	Lorenz method	-	-	106.31
1894	Jones	Lorenz method	-	-	106.33
1895	Himstedt	Mean effect of induced current	-	-	106.28
1897	Ayrton and Jones	Lorenz method	(0.98634)	-	106.27
1899	Guillet	Mean effect of induced current, using a calibrated 1000-ohm coil	-	-	106.20
		Means	0.98651	0.95366	106.288
1883	Wild	Damping of magnet	-	-	106.03
1884	Wiedemann	Earth inductor	-	-	106.19
1884	H. F. Weber	Induced current	-	-	105.37
1884	H. F. Weber	Rotating coil	-	-	106.16
1884	Ròiti	Mean effect of induced current, using German silver coils certified by makers	-	-	105.89
1885	Himstedt	Mean effect of induced current, using German silver coils certified by makers	-	-	105.98
1885	Lorenz	Lorenz method	-	-	105.93
1889	Dorn	Damping of magnet	-	-	106.24

The legal value of the ohm is the resistance of a column of mercury of uniform cross-section, weighing 14.4521 gms., and having a length of 106.30 cms. This is known as the international ohm. Mercury ohms conforming to these specifications have been prepared in recent years at the Physikalisch-Technische Reichsanstalt and the National Physical Laboratory, and are now being set up at the Bureau of Standards. The wire standards of resistance at the above-named laboratories agree in value to within two parts in 10000. Hence there is a very close agreement in the values of precision resistances calibrated at these laboratories.

Figura 5. Tabella dei valori per l'ohm internazionale (Fowle, 1910).

Figure 5. Table of values for the international ohm (FOWLE 1910).

Measurements" to be built on the Podere della Cappella, so as to avoid any possible further interference with his delicate measures.

Antonio Ròiti Administrator

Ròiti also actively devoted himself to public administration and to the growth of Florence's architectural, social and cultural heritage.

He was Municipal Councillor in Florence (1888-1890) and in this capacity he actively collaborated in the realisation of the first public lighting system in Florence.

He was also responsible for the realisation, as mentioned above, of the "Institute for Electrical Measurements" and probably took part, in his last years of activity, in the planning of the Institute of Physics in Arcetri, which was later directed by Antonio Garbasso, Ròiti's successor, in 1913, to the Chair of Physics at the University of Florence (BIANCHI, 2017). Garbasso also participated actively in public life, becoming mayor of Florence from 1920 to 1927 and senator of the kingdom of Italy from 1926.

Antonio Ròiti and Guglielmo Marconi

Lastly, I would like to recall how Ròiti's work directly and indirectly influenced that of Guglielmo Marconi (1874-1937), Nobel Prize for physics in 1909 (Figure 6).

renze (BIANCHI, 2017). Anche Garbasso partecipò attivamente alla vita pubblica, divenendo sindaco di Firenze dal 1920 al 1927 e senatore del regno d'Italia dal 1926.

Antonio Ròiti e Guglielmo Marconi

Infine desidero ricordare come l'opera di Ròiti influenzò direttamente ed indirettamente quella di Guglielmo Marconi (1874-1937), premio Nobel per la fisica nel 1909 (Figura 6).

Fu infatti Antonio Ròiti che, professore all'Università di Palermo nel 1879, ebbe modo di conoscere ed apprezzare il giovane Vincenzo Rosa (1848-1908), insegnante presso il Liceo Classico "T. Campanella" di Reggio Calabria dal 1878. Ròiti riuscì a portare Rosa a Firenze, e quindi in Toscana, come suo assistente nel 1882 (ALBIS, 1999, 2012).

Vincenzo Rosa (Figura 7), Dopo essere stato assistente di Ròiti insegnò in molte scuole, prima a Massa Carrara (1884), poi a Parma (1885-1886), a Caltanissetta (1887) e successivamente a Livorno (1888-1892) ed infine ad Alessandria (1892-1900).

È ben noto come Guglielmo Marconi fu studente di Vincenzo Rosa a Livorno nell'autunno del 1891, quando Marconi aveva diciassette anni. Marconi fu poi anche assistente di Rosa fino al 1892 e in quel periodo imparò molto sull'elettricità, come ricorda lui stesso, da questo allievo di Ròiti. Marconi ebbe poi ulteriori contatti con Rosa nel 1894-1895 e, più tardi, nel 1897 quando egli, nei suoi esperimenti londinesi, usò un coherer costruito proprio da Vincenzo Rosa (ALBIS, 1999, 2012).

It was in fact Antonio Ròiti who, as professor at the University of Palermo in 1879, had the opportunity to meet and appreciate the young Vincenzo Rosa (1848-1908), teacher at the Liceo Classico "T. Campanella" in Reggio Calabria since 1878. Ròiti managed to bring Rosa to Florence, in Tuscany, as his assistant in 1882 (ALBIS, 1999, 2012).

After being assistant to Ròiti, Vincenzo Rosa (Figure 7) taught in many schools, first in Massa Carrara (1884), then in Parma (1885-1886), in Caltanissetta (1887) and subsequently in Livorno (1888-1892), and finally in Alessandria (1892-1900).

It is well known that Guglielmo Marconi was a student of Vincenzo Rosa in Livorno in the autumn of 1891, when Marconi was seventeen years old. Marconi was also Rosa's assistant until 1892 and during that period he learned a lot about electricity, as he himself recalls, from this pupil of Ròiti. Marconi then had further contacts with Rosa in 1894-1895 and, later, in 1897 when he, in his London experiments, used a coherer built by Vincenzo Rosa himself (ALBIS, 1999, 2012).

Later Ròiti had a direct influence on Guglielmo Marconi in 1903 when, requested by the committee for the award of the Nobel Prize to present a candidacy, he proposed, without any doubt, Guglielmo Marconi.

Unfortunately, as we all know (GRANDIN, 2012), Marconi did not win the Nobel Prize in 1903, just as he did not win it in 1901 and 1902. Marconi would later receive the Nobel Prize in 1909, but the proponents would no longer include Ròiti.

However, it should be noted that, of all the scientists who proposed Guglielmo Marconi for the Nobel Prize, the one closest to him in terms of scientific interests was Antonio Ròiti.

Successivamente Ròiti ebbe influenza diretta su Guglielmo Marconi nel 1903 quando, richiesto dal comitato per l'assegnazione del premio Nobel a presentare una candidatura, propose, senza alcun dubbio, proprio Guglielmo Marconi.

Purtroppo, come è noto (GRANDIN, 2012), Marconi non vinse il premio Nobel nel 1903, come non lo aveva vinto nel 1901 e nel 1902. Marconi avrebbe poi ottenuto il premio Nobel nel 1909, ma fra i proponenti non ci sarebbe più stato il Ròiti.

Si deve però notare come, di tutti gli scienziati che proposero Guglielmo Marconi per il Nobel quello a lui più vicino per interessi scientifici fosse proprio Antonio Ròiti.

La lettera di Ròiti è conservata presso l'archivio Nobel ed è riprodotta in Figura 8. In essa scrive, in francese, tra le altre cose: "Penso anche che, per la notorietà del caso, io possa risparmiare a lor Signori di motivare la mia proposta e non supportarla con alcun documento".

Ringraziamenti

L'autore desidera ringraziare il Prof. Giuseppe Pelosi dell'Università di Firenze per le utili discussioni avute nel corso della stesura di questo lavoro, il Prof. Karl Grandin dell'Accademia delle Scienze di Stoccolma (Svezia) per l'aiuto nel reperimento del materiale proveniente dall'Archivio Nobel, la Prof. Simonetta Soldani dell'Università di Firenze insieme all'Archivio Storico dell'Università di Firenze per l'aiuto nel reperire parte del materiale iconografico e dei dati.



Figura 6. Guglielmo Marconi (public domain).

Figure 6. Guglielmo Marconi (public domain).



Figura 7. Vincenzo Rosa (Albis, 1999).

Figure 7. Vincenzo Rosa (Albis, 1999).

ISTITUTO DI STUDI SUPERIORI. — SCUOLA DI FISICA
5 via Gino Capponi

Firenze, 23 Gennaio 1903

K. Vetenskapsakademiens
Nobelkomitéer
Inkom den 27/1 1903

Messieurs,

Au grand honneur que vous m'avez fait par votre invitation du 20 Sept. 1902 à vous présenter une proposition pour le prix Nobel de physique à décerner en 1903 je me fonde en avouant que rien ne m'est venu qui puisse égaler en importance pratique et bien que scientifique les succès radioélectriques obtenus par Monsieur Guglielmo Marconi, de telle sorte que je crois me devoir de vous proposer que le prix soit décerné. Et je pense même que, par la notoriété du cas, je puisse vous épargner, Messieurs, de motiver ma proposition et de l'appuyer à aucun document, sans transgresser les §§ 7 et 8 du Statut de la Fondation Nobel.

Veuillez agréer, Messieurs, mes remerciements les plus vifs et l'expression de mon profond respect.

Antonio Ròiti

Figura 8. Lettera di Ròiti all'Accademia delle Scienze Svedese in cui propone Guglielmo Marconi per il premio Nobel del 1903 [The Nobel Archives of the Royal Swedish Academy of Sciences, Antonio Ròiti to the Nobel committee, 23/1 1903. © Center for History of Science, Stockholm].

Figure 8. Letter from Ròiti to the Swedish Academy of Sciences, in which he proposes Guglielmo Marconi for the Nobel prize in 1903. [The Nobel Archives of the Royal Swedish Academy of Sciences, Antonio Ròiti to the Nobel committee, 23/1 1903. © Center for History of Science, Stockholm].

Stefano Selleri è professore associato presso la Scuola di Ingegneria dell'Università di Firenze, dove tiene i corsi di «Teoria e Tecnica delle Onde Elettromagnetiche» e di «Compatibilità Elettromagnetica». È Senior Member dell'IEEE. È stato ricercatore e visiting professor presso varie istituzioni estere. Oltre a varie tematiche di ricerca, inerenti all'elettromagnetismo applicato, si dedica anche alla divulgazione scientifica e in particolare alla storia dell'ingegneria delle telecomunicazioni.

Bibliografia

- Albis, G., Leschiutta, S. Montuschi, M., 1999, *Vincenzo Rosa e la formazione culturale di Guglielmo Marconi*, «Automazione, Energia, Informazione», Vol. 86, N. 4, 1999, pp. 46-5.
- Albis, G., Leschiutta, S. Ortolano, M., 2012, *Vincenzo Rosa and the education of Guglielmo Marconi*, in K. Grandin, P. Mazzinghi, N. Olander, G. Pelosi (a cura di) *A Wireless World Contribution to the History of the Royal Swedish Academy of Sciences series*, 42, Florence University Press, Firenze, pp. 138-155.
- Angotti, F., Pelosi, G. (a cura di), 2009, *Antonio Meucci e la Città di Firenze, tra scienza, tecnica e ingegneria*, Firenze University Press, Firenze.
- Bersani, G., 2009, *C'era una Volta Argenta*, Edisai, Ferrara.
- Bianchi S., 2017, *L'Istituto Elettrico nel Podere della Cappella*, «Il Colle di Galileo», Vol. 6, N. 2, pp. 15-31.
- Bunner, H., 1997, *One hundred years of Volterra integral equations of the first kind*, «Applied Numerical Mathematics» Vol. 24, pp. 83-93.

Ròiti's letter is kept in the Nobel archive and is reproduced in Figure 8. In it he writes, in French, among other things: "I also think that, due to the notoriety of the case, I can spare their Lords the task of motivating my proposal and not supporting it with any document".

Thanks

The author would like to thank Prof. Giuseppe Pelosi of the University of Florence for the useful discussions during the writing of this work, Prof. Karl Grandin of the Academy of Sciences in Stockholm (Sweden) for his help in finding material from the Nobel Archives, Prof. Simonetta Soldani of the University of Florence together with the Historical Archives of the University of Florence for her help in finding part of the iconographic material and data.

Stefano Selleri is associate professor at the School of Engineering of the University of Florence, where he teaches courses on "Theory and Technique of Electromagnetic Waves" and "Electromagnetic Compatibility". He is a Senior Member of the IEEE. He has been a researcher and visiting professor at various foreign institutions. In addition to various research topics related to applied electromagnetism, he also works on scientific dissemination and in particular on the history of telecommunications engineering.

- Cohen, S., 2008, *La vita di Vito Volterra vista anche nella varia prospettiva di biografie più o meno recenti*, «La Matematica nella Società e nella Cultura, Rivista dell'Unione Matematica Italiana» Serie I, Vol I, pp. 443-476.
- Fontani, M., Orna, M.V., Costa, M., 2015, *Chimica e Chimici a Firenze*, Firenze University Press, p. 38.
- Fontani, M., Costa, M., 2007, *Il Tedesco Ugo Schiff Padre della Chimica a Firenze*, «MicroStoria», Anno IX, N. 57, Apr.-Giu. 2007, pp.62-63.
- Fowle, F.E., 1910, *Smithsonian Physical Tables*, 5th ed., Smithsonian Institution, Washington D.C., p. 261.
- Frezza, F., Maddio, S., Pelosi, G., Selleri, S., 2015, *The Life and Work of Giovanni Giorgi: The Rationalization of the International System of Units*, «IEEE Antennas & Propagation Magazine» Vol. 57, N. 6, pp. 152-165.
- Grandin, K., 2012, “The Nobel Prize in 1909: the awarding process,” in K. Grandin, P. Mazzinghi, N. Olander, G. Pelosi (a cura di) *A Wireless World Contribution to the History of the Royal Swedish Academy of Sciences series*, 42, Florence University Press, Firenze, pp. 78-91.
- Pelosi, G., Selleri, S., 2015, *The Pavers of Maxwell's Pathway to His Equations: Ottaviano Fabrizio Mossotti*, «Radio Science Bulletin», N. 355, pp. 79-89.
- Ròiti, A., 1902, *Commemorazione del Socio prof. Riccardo Felici, letta dal Socio Ròiti nella seduta del 2 novembre 1902*, «Atti della Reale Accademia dei Lincei» Anno CCXCIX, Ser. V, Vol. XI, 1° Semestre, pp. 285-295.
- Ròiti, A., 1881, *Metodo per determinare l'ohm*, «Atti della Real Accademia delle Scienze di Torino», Vol. 17, pp. 380-384.

Notes

¹ N.A. “Brevi Cenni Storici del Prof. Antonio Ròiti” is undated but the contents reveal that it was written shortly after the Scientific Lyceum in Ferrara, opened in 1923, was officially named after A. Ròiti in 1924.

² We have Riccardo Felici's commemoration from his funeral, held by Antonio Ròiti at the Accademia dei Lincei (Ròiti, 1902)

³ Many of the dates relating to Ròiti's honours and duties of have been assumed here, in the absence of direct sources, from the yearbooks kept at the Historical Archives of the University of Florence, which, however, do not indicate the exact date but refer to the academic year. In case of doubt, therefore, the earliest date has always been chosen. For example, in this case, the silver medal appears in the 1900-1901 yearbook and in the text the year 1900 is mentioned. For long assignments the start date is the lowest, the end date the highest.

⁴ Currently, a resistance of 1Ω is such that a difference in potential of 1V generates a current of 1A (Williamson et al., 1862, pag. 127).

- Selleri S., 2012, *Pietro Blaserna, Stanislao Cannizzaro, Antonio Ròiti and Giovanni Schiaparelli: Marconi's nominators who didn't make it*, in K. Grandin, P. Mazzinghi, N. Olander, G. Pelosi (a cura di) *A Wireless World*. Contribution to the History of the Royal Swedish Academy of Sciences series, 42, Florence University Press, Firenze, pp. 208-224.
- Wheatstone, C., 1843, *The Bakerian Lecture: An Account of Several New Instruments and Processes for Determining the Constants of a Voltaic Circuit*, «Philosophical Transactions of the Royal Society of London» Vol. 133, pp. 303-327.
- Siemens W., 1860, *Vorschlag eines reproducirbaren Widerstandsmaafses*, «Annalen der Physik und Chemie» Vol. 186, N. 5, pp. 1-20.
- Williamson, A., Wheatstone, C., Thomson, W., Miller, W.H., Matthiessen, A., Fleming Jenkin, H.C., 1862, *Provisional Report of the Committee appointed by the British Association on Standards of Electrical Resistance*, in *Thirty-second Meeting of the British Association for the Advancement of Science*, London: John Murray, pp. 125-163.
- Williamson, A., Wheatstone, C., Thomson, W., Miller, W.H., Matthiessen, A., Fleming Jenkin, H.C., Bright, C., Maxwell, J. C., Siemens, C. W., Stewart, B., Joule, J.P., Varley, C.F., 1864, *Report of the Committee on Standards of Electrical Resistance*, in *Thirty-fourth Meeting of the British Association for the Advancement of Science*, London: John Murray. Foldout facing page 349.
- Williamson, A., Wheatstone, C., Thomson, W., Miller, W.H., Matthiessen, A., Fleming Jenkin, H.C., Bright, C., Maxwell, J. C., Siemens, C. W., Stewart, B., Varley, C.F., Foster C.G., Latimer Clark, J., Forbes, D., Hockin, D., Joule, J.P., 1867, *Report of the Committee on Standards of Electrical Resistance*, in *Thirty-seventh Meeting of the British Association for the Advancement of Science*, London: John Murray, p. 488.

Note

¹ N.A. “Brevi Cenni Storici del Prof. Antonio Ròiti” senza data, ma dal testo si evince che lo scritto è di poco successivo all’intitolazione ad A. Ròiti del Liceo Scientifico di Ferrara, costituito nel 1923 e ufficialmente intitolato al nostro nel 1924.

² Di Riccardo Felici abbiamo la commemorazione funebre tenuta proprio da Antonio Ròiti presso l’Accademia dei Lincei (Ròiti, 1902).

³ Molte delle date relative alle onoreficienze e incarichi di Ròiti sono state qui desunte, in mancanza di fonti dirette, dagli annuari conservati presso l’Archivio Storico dell’Università di Firenze i quali però non riportano la data esatta ma si riferiscono all’anno accademico. Nel dubbio si è quindi sempre scelta la data minore. Per esempio, in questo caso, la medaglia d’argento compare nell’annuario 1900-1901 e nel testo è riportato 1900. Per incarichi protratti nel tempo la data di inizio è la minore, quella di fine la maggiore.

⁴ Attualmente una resistenza di 1Ω è tale per cui su di essa una differenza di potenziale di 1V genera una corrente di 1A (WILLIAMSON et al., 1862, pag. 127).



Il Colle di
Galileo

The INO 2018 Annual Symposium: Extreme Light-Matter Interactions

Area della Ricerca CNR, via Moruzzi 1, 56124 Pisa (I)
March, 15th – 16th, 2018

Organizer: National Institute of Optics of the National
Research Council (CNR-INO), Sede Secondaria di Pisa

Abstract. The Annual Symposium of the National Institute of Optics is a two-day meeting that brings together researchers from all the Units of the Institute to present their latest findings and engage new collaborations.

The 2018 INO Symposium had a special focus on extreme light-matter interactions and the European Extreme Light Infrastructure (ELI), a large-scale European Project promoted by Gérard Mourou, 2018 Nobel Laureate in Physics, who was also a special guest of the event, participating in the launch of the new ILIL-PW laser installation at INO-Pisa.

Keywords. Strong field laser physics, Quantum gases, Microscopy, Optics, Metrology, Quantum optics, Sensors and devices, Vision, Health, Spectroscopy, Interferometry.

[General introduction]

Each edition of the INO Symposium is conceived to address an emerging scientific or technological aspect of relevance for the range of activities of the Institute. The 2018 Symposium was focused on the extreme light-matter interaction, a topic that is attracting major attention world-wide due to the great scientific output obtained in the past decades which has brought the EU to engage in the construction of the Extreme Light Infrastructure (ELI). ELI is currently entering the commissioning phase with many European countries involved in operations at the three main sites in the Czech Republic, Romania and Hungary, with a range of user laser installations featuring extremely high peak power lasers for the development of laser-driven radiation sources, attosecond science and nuclear physics.

CNR has been a leading contributor to ELI since the initial concept. INO has been promoting extreme light-matter interaction studies through the ILIL-PW upgrade of the Intense Laser Irradiation Laboratory in Pisa, to expand its capabilities and enter the sub-petawatt level required to access the ultra-relativistic interaction regime and to support the most advanced plasma-based high gradient acceleration schemes. The 2018 INO Symposium gave the opportunity to introduce the new installation to the wider community and to discuss scientific challenges in the field.



Figure 1. Prof. Gérard Mourou, 2018 Nobel Laureate in Physics, during his overview keynote presentation on high-intensity lasers and applications at the 2018 INO Symposium in Pisa.

The 2018 edition had 171 registered participants, 109 of whom from different territorial units of INO and 62 from other research institutions, university and 15 high tech companies, also supporting the Symposium. Welcome addresses were given by **Domenico Laforenza**, President of the Pisa CNR Research Campus, the largest CNR Campus in Italy with over 1000 employees, hosting over 15 CNR institutes and other institutions. **Paolo de Natale**, INO Director, and **Leonida A. Gizzi**, head of the Pisa Unit, gave the introductory address to the Symposium Scientific Programme, presented the main research topics of INO in Pisa, and introduced the new ILIL-PW laser installations. Other key collaborating institutions were also represented, with **Francesco Fuso**, assistant-Director of the Physics Department of the University of Pisa and **Marco Grassi**, Director of the Pisa Section of the National Institute for Nuclear Physics. Other institutions were also

represented and these included the NEST Laboratory of Scuola Normale Superiore (SNS), the Medical Physics and Radioprotection Unit of the S. Chiara Hospital in Pisa and the Italian Navy CISAM Institute. All of them pointed out the many links and collaborations existing with INO, allowing a fruitful sharing of knowledge and merging of abilities that are essential for undertaking successful research projects.

The focus of the Symposium and the launch of the new installation were marked by plenary talks given by two special guests, namely **John Collier**, the Director of the Central Laser Facility at the **Rutherford Appleton Laboratory** in Didcot (UK), and **Gerard Mourou**, father of the ELI project, Director of the IZEST programme at **Ecole Polytechnique** (France) and 2018 Nobel Laureate in Physics. These talks highlighted the technological developments emerging from applications of extreme light-matter interactions and the future perspectives for fundamental science and physics with extreme lasers. This year's Nobel Prize, awarded to Arthur Ashkin for optical tweezers and their application to biological systems, and jointly to Gérard Mourou and Donna Strickland for their method of generating high-intensity, ultra-short optical pulses, is a great acknowledgement of the innovation in laser science, technology and applications. Interestingly, the innovations introduced by Gérard Mourou and Donna Strickland were extensively applied for the development of new particle acceleration concepts like laser-based particle acceleration in plasmas and compact secondary radiation sources. These are the key topics of the Intense Laser Irradiation Laboratory at the National Institute of Optics in Pisa. The participation of Prof. Collier and Prof. Mourou were the perfect prelude to the official launch of a new laser installation developed in Pisa to match the effort of the European ELI infrastructure. The launch was also hosted by **Corrado Spinella**, Director of the SFTM Department of CNR, **Carlo Rizzuto**, ELI General Director, and **Sandro de Silvestri**, Professor at Milan Polytechnic and leading member of the ELI delivery consortium.

The scientific programme of the Symposium was dense and dazzling, with a presentation on ceramic solid-state lasers by Barbara Patrizi, which links with the future of plasma acceleration and controlled injection discussed by Paolo Tomassini and with the generation of quadratic frequency combs by Simona Mosca and frequency combs in the THz region by Saverio Bartalini. The latest scanning ion-conductance microscopy technique to characterize cell-based drug delivery was presented by Elisabetta Tognoni, followed by an update on the recent successful realization of a quantum degenerate Bose gas of Dysprosium atoms, peculiar for their strong magnetic dipolar interactions, by Eleonora Lucioni. More on BEC was presented by Gabriele Ferrari, who reported recent results from the observation of spin superfluidity in a Bose gas mixture, and by Elettra Neri, reporting on a new Chromium-Lithium ultra-cold Fermi mixture.

The recent fruitful investigation into the role of laser-plasma interaction in the shock ignition of laser fusion was discussed by Gabriele Cristoforetti, followed by

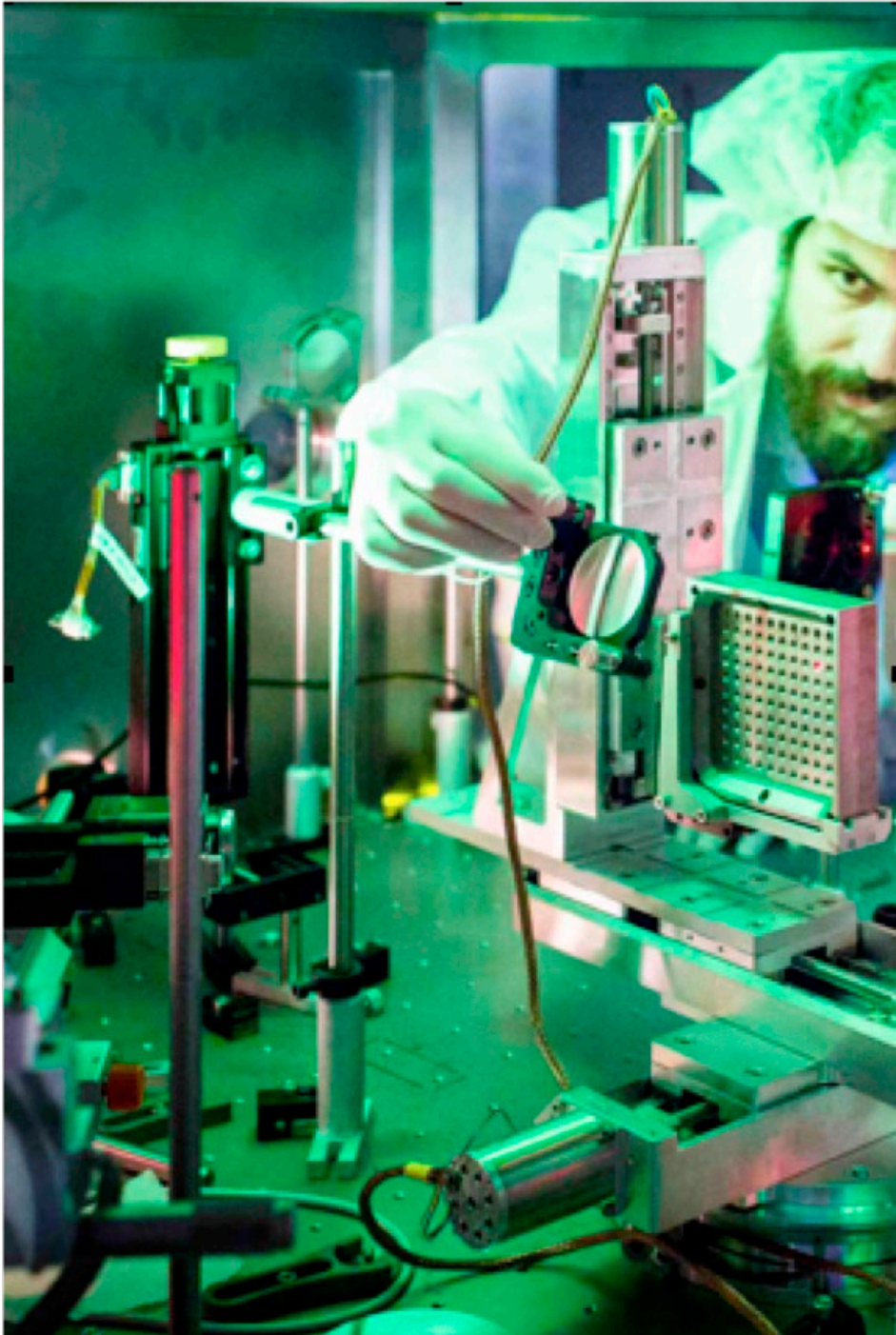


Figure 2. The new ILIL-PW installation at the INO-Pisa. A view of the inside of the vacuum experimental chamber for the high-energy laser-plasma accelerator.



Figure 3. Group photo during the launch of the ILIL-PW installation at INO Pisa. From left, Carlo Rizzuto, Gérard Mourou, John Collier, Domenico Laforenza, Antonio Rizzo, Paolo De Natale, Corrado Spinella and Leonida A. Gizzi.

Daniele Martella, who presented an update on the application of liquid crystalline networks in regenerative medicine.

A highlight of the Symposium was the presentation by Franco Bedeschi of INFN-Pisa who reported on the status of a new experiment, $g-2$, at the Fermi National Accelerator Laboratory (USA) aimed at the high-precision measuring of the anomalous magnetic moment of the muon, where a collaboration with INO researchers is in place for the realization of a laser calibration system. This, along with the long-standing collaboration on laser-plasma acceleration, is a great example of a productive collaboration between the two institutions, which is yielding scientific results and further joint projects.

Another highlight of the Symposium was the presentation by Jacopo Catani of the many examples of successful technological transfer of INO scientific results. In this context, great interest was generated by the presentations of Camilla Baratto on recent results on individual nano and micro ZnO wires for gas sensing applications, Giacomo Inero on high-resolution spectroscopy in the 1-10 microns, Gianluca Gagliardi on progress in liquid droplet whispering-gallery-mode



Figure 4. Group photo of the INO Symposium 2018.

microresonators, Nicole Fabbri on the control of diamond spin-qubits for quantum information and sensing, and Maja Colautti reporting on integrated organic molecules for quantum technologies.

The presentations on multidisciplinary applications given by Jana Striova, who discussed the INO contributions to E-RIHS, the European research infrastructure for heritage science, by Luca Labate, who gave an overview of innovative biomedical applications of high intensity laser-driven particle and radiation sources at the ILIL Laboratory, and by Gianluca di Natale, reporting on the Antarctic far infrared Earth Explorer campaign also had a major impact. Lastly, the European framework of these and other initiatives was reported by Anna Pelagotti, of DG CONNECT in Brussels, who gave a perspective of the opportunities within the Photonics platform and the H2020 programme.

Before the closing remarks, an Award Ceremony took place, to acknowledge the three winners among the young poster first authors. The BEST POSTER award, sponsored by MKS-OPHIR, was assigned to Elettra Neri, INO-Sesto; the TECHNOLOGY BREAKTHROUGH award, sponsored by MKS-OPHIR was awarded to Federica Baffigi and the APPLIED SCIENCES Journal Award was awarded to Michele De Regis.

A final “tasty” note on the Symposium banquet held in the magnificent Villa di Corliano, in the quiet countryside between Pisa and Lucca, was that participants were able to enjoy excellent food and taste local wine while discussing science and conceiving new collaborations!



Il Colle di
Galileo

Beyond Standard Model: Where do we go from here? Johns Hopkins Workshop Series

Galileo Galilei Institute, Arcetri Firenze - Oct, 1-5, 2018

Local Johns Hopkins Workshop organizers:
Stefania De Curtis, Michele Redi, Domenico Seminara
(INFN and University of Florence)

Abstract. The Johns Hopkins Workshops meet annually; they rotate among the participating universities around the world. The purpose of each workshop is to discuss outstanding questions in theoretical physics. The 42nd Johns Hopkins Workshop was held in Florence at the Galileo Galilei Institute. The goal was to gather theorists and experimentalists from various fields to take a fresh new look at physics beyond the Standard Model.

Keywords. Physics Beyond Standard Model, LHC results, Future Accelerators.

The 42nd Johns Hopkins Workshop (JHW) was held in Florence at the Galileo Galilei Institute (GGI). It was organized as the final conference of the two-month program with the same title: “Beyond Standard Model: Where do we go from here?” (see the report in this issue of “Il Colle di Galileo”). The organizing committee of the GGI program was made up of experimentalists and theorists: Patrizia Azzi (INFN Padova), Dmitry Budker (HIM/JGU Mainz / UC Berkeley), Roberto Franceschini (Roma 3), Andreas Hoecker (CERN), Gilad Perez (Weizmann Institute), Michael Peskin (SLAC), Tracy Slatyer (MIT), Andrea Tesi (INFN Florence), Liantao Wang (University of Chicago), Jure Zupan (University of Cincinnati).

The goal of the 2018 JHW was to gather theorists and experimentalists from various fields to take a fresh look at physics beyond the Standard Model (SM). First the status and the challenges of mainstream proposals for physics beyond the SM were reviewed. This was the starting point for discussing what lies ahead, addressing what could be expected by the next round of experiments and what will be needed to make further progress, especially if new physics is not what theorists imagined over the last three decades.

Particle physics is undergoing an era of transition. While the existence of physics beyond the SM is obvious in cosmological data, the theoretical expectations

**The Galileo Galilei Institute
For Theoretical Physics**

Beyond Standard Model: Where do we go from here?

Johns Hopkins Workshop Series
1-5 October 2018 - GGI, Florence

Organizing committee:
Patrizia Azzi (INFN Padova), Dmitry Budker (HIM/JGU Mainz / UC Berkeley), Roberto Franceschini (Roma 3), Andreas Hoecker (CERN), Gilad Perez (Weizmann Institute), Michael Peskin (SLAC), Tracy Slatyer (MIT), Andrea Tesi (INFN Florence), Liantao Wang (University of Chicago), Jure Zupan (University of Cincinnati).

**Johns Hopkins Workshop
Local Organizers :**
Stefania De Curtis, Michele Redi, Domenico Seminara (INFN and Florence University).

The chase for new physics is in full swing. We have several theoretical motivations for the existence of physics beyond the Standard Model of particle physics and a very diverse set of experimental investigations are aimed at finding new physics.

In this workshop, we will bring together experts from theory and from many areas of experimental investigation to discuss the current state of proposals for physics beyond the Standard Model. We will discuss and debate the lessons that we should draw from the results of the LHC run 2, from flavor physics, from searches for dark matter, and from low energy precision measurements.

The workshop will also begin the discussion of the next possibilities for searches for new physics, particularly in anticipation of the next European Strategy for Particle Physics expected in 2019/20.

Web: <https://indico.cern.ch/event/676835>
Contact: Roberto Franceschini - roberto.franceschini@uniroma3.it
Picture: Paul Gauguin - D'ou venons-nous? Que sommes-nous? Ou allons-nous?
Courtesy of Museum of Fine Arts Boston
Graphic design: Roberto Baglioni

Figure 1. The poster of the 42nd Johns Hopkins Workshop.

on where new physics will appear have not been so far confirmed by experiments. Presently it seems quite likely that discovering physics beyond the SM will require new ideas and new methods beyond the traditional toolkit of particle physicists.

The workshop was organized over five full days, with about 50 talks on several topics, both experimental and theoretical, by the world's leading experts, to try to answer the common question; "Where do we go from here?". This is also the title of the famous painting by Paul Gauguin, used for the poster of the workshop (Figure 1).

Each day focused on a different topic ranging from collider physics to cosmology. On Monday, the current status of new physics searches at LHC was reviewed, followed on Tuesday by low energy signals of new physics such as axions. The main focus on Wednesday was dark matter and the early Universe, while Thursday focused on future colliders. A significant part of the workshop was devoted to discussing new experimental facilities in anticipation of the next European Strategy for Particle Physics, expected to take place in 2019/20. On Friday, there were speculative talks on the future of physics beyond the SM by renowned theorists such as Raman Sundrum. The conference ended with the lecture by Prof. Nima Arkani-Hamed "The World is not a crappy Metal".

More information and the slides can be found on the website <https://indico.cern.ch/event/676835/overview>.

The 42nd JHW was participated in by physicists from all over the world (Figure 2) and was a great opportunity to discuss and share ideas and projects for the future.

Johns Hopkins Workshops

(<https://physics-astronomy.jhu.edu/events/workshops/>)

The Johns Hopkins Workshops meet annually; they rotate among the participating universities in America, Europe and Asia. The purpose of each workshop is to discuss outstanding questions in theoretical physics. Topics can range from mathematical physics to cosmology. Typically, each workshop is restricted to one or two topics. Often, two topics to be discussed are chosen in such a way as to stimulate a dialog between two groups of physicists. Currently, the following universities host the workshops: Chalmers University (Göteborg, Sweden), Eötvös Loránd University (Budapest, Hungary), University of Florence (Florence, Italy), University of Heidelberg (Heidelberg, Germany), Johns Hopkins University (Baltimore, MD, USA). (For a certain length of time, the Universities of Bonn (Germany) and Lanzhou (People's Republic of China) also participated in the collaboration.)



Figure 2. Participants of the 42nd Johns Hopkins Workshop at the GGI.

As of 2018, the Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe (IPMU) in Japan has joined the Johns Hopkins Workshop Series. They will organise and host the next edition, which will take place at the beginning of October 2019.



Il Colle di
Galileo

Supersymmetric Quantum Field Theories in the Non-perturbative Regime

This workshop took place at the GGI Institute in Florence from April 2 to May 11, 2018. The organizers were L. F. Alday, Mathematical Institute, Oxford University; M. Billò, Dipartimento di Fisica, Università di Torino; G. Bonelli, SISSA, Trieste; F. Fucito, INFN, Tor Vergata, Rome; A. Hanany, Theoretical Physics Group, The Blackett Laboratory, Imperial College, London; Z. Komargodski, Weizmann Institute of Science, Rehovot, IL; J. F. Morales, INFN Tor Vergata, Rome; J. Russo, Istitucio Catalana de Recerca i Estudis Avancats (ICREA), Barcelona, Spain

Abstract. This workshop focused on the study of non-perturbative aspects and exact results in Supersymmetric Field Theories. It was attended by 101 participants and included a focus week and a final conference. The outcome was successful due to a considerable amount of interaction among the participants, leading to fruitful discussions and actual collaborations, with many papers being started or even completed in this stimulating environment.

Keywords. Quantum Field Theory, Non-perturbative aspects, Supersymmetry.

Introduction

Quantum Field Theory (QFT) represents a successful paradigm for describing the microscopic interactions of elementary particles. While QFTs are substantially under control in the perturbative regime, where the couplings are small, they are extremely hard to study analytically at strong coupling. Devising ideas and techniques to tackle the strong coupling regime, to learn how to deal with non-perturbative corrections and to find exact results is clearly of the utmost importance in Theoretical Physics. A possible strategy is to focus on theories with a high degree of symmetry that helps tame the dynamics, without making them trivial. In this sense, Supersymmetric Quantum Field Theories are an interesting theoretical laboratory for studying generic QFTs; they are central to contemporary Mathematical Physics and have deep connections to String Theory. They allow

us to check standard expectations in such different fields as High Energy Physics, Statistical Mechanics and Condensed Matter Physics against closed, analytic formulae that include perturbative and non-perturbative contributions. In particular, in recent years the study of the non-perturbative regime in such theories has received considerable attention, starting from the seminal work of Seiberg and Witten. This led to various areas of progress that have radically changed the way we look at gauge and gravity theories and have spurred a host of new ideas and methods to investigate gauge theories. These areas of progress include the role of S-dualities, relations to integrable theories, localization techniques for evaluating path integrals; and new connections to String Theory, M-theory and Topological String Theory. Much attention has recently been devoted also to theories which, in addition to supersymmetry, enjoy conformal symmetry.

Scientific motivations

This workshop focused on Supersymmetric and Superconformal Field Theories in different dimensions, viewed as playgrounds for developing non-perturbative techniques that make it possible to obtain exact results in Quantum Field Theories. Its main purposes were the following. First, to review progresses in this field giving participants ample time to illustrate their work and discuss their results. Second, to gather some of the most distinguished researchers in this field to let them discuss and interact with a view to striking up new collaborations and inspiring new developments. Lastly, to contribute to the research training of the younger researchers among the participants.

The workshop

During each “regular” week there were three seminars, in which selected participants presented their most recent work. In addition, every week a “gong show” was held, in which each participant could briefly introduce her/himself and her/his current research. During the focus week, the three Simons fellows of the workshop, G. Korchemsky, K. Zarembo and L. Rastelli, gave three long lectures in which they described in detail an on-going computation, in subjects related directly to the workshop main focuses; this represented an opportunity for the participants to have an almost “hands-on” update on some of the progress at the forefront of the field. The conference which took place in the last week of the workshop comprised twenty-one talks. All in all, almost forty talks were delivered during the workshop, presenting many of the latest results in the main areas of interest for the workshop: localization techniques, exact results in 3D theories (regarding in particular their dual structure, the description of Higgs branches and the properties of Chern-Simons theories), results in 6D theories, connections to brane

systems, to topological string theory and to geometric and non-geometric String Theory backgrounds, applications of holography, relations between correlation functions in supersymmetric theories and integrability, properties of Superconformal Theories, and other innovative and stimulating ideas such as, for instance, the unexpected emergence of free field sectors in strong coupling regimes and the usefulness of studying large charge sectors of certain theories.

Results of the activity

The attendance was very satisfactory, ranging between 20 and 30 participants each week, and was well-distributed between senior scientists and young postdocs or PhD students. In total, there were 101 participants. As the workshop was quite focused, the participants largely shared a common background which made mutual interactions rather easy. There were of course also differences, for instance in being more or less mathematically oriented, which allowed useful contaminations. The atmosphere was positive, with frequent discussions and exchange of ideas among the participants. Many of the participants seized the opportunity offered by the GGI hospitality to pursue pre-existing collaborations and/or start new ones. In fact, at least 20 papers have already been written, and they explicitly acknowledge the support of the GGI in occasion of the workshop itself.



Il Colle di
Galileo

Cosmic Rays: the salt of the star formation recipe

Florence, Department of Physics and Astronomy, May 2-4, 2018

Marco Padovani (INAF-OAA), Víctor M. Rivilla (INAF-OAA)

Abstract. A three-day workshop entitled “Cosmic Rays: the salt of the star formation recipe” was held at the Department of Physics and Astronomy of the University of Florence. The proposed workshop had the goal of bringing together experts in theory and simulations of cosmic-ray propagation, astrochemists, and observers to share ideas, discuss recent and present results, and identify the key challenges regarding the chemistry and physics of cosmic rays in the near future.

Keywords. Cosmic rays, star formation, astrochemistry, magnetic fields, acceleration mechanisms, astrobiology.

Cosmic rays are a key ingredient in many fields of Astrophysics and particularly in Star Formation but, despite their great relevance, our understanding is still relatively incomplete. Thanks to the data delivered by the new generation of radio and (sub)millimeter telescopes, we now have the opportunity to attain a comprehensive knowledge of the role of cosmic rays in the physics and chemistry of the interstellar medium, and consequently of the processes leading to star and planet formation. Observations are needed to constrain the multiple aspects of the theoretical models proposed and models are required to properly interpret observations. Given the multidisciplinary character of cosmic-ray research, we organised a workshop to bring the observational and theoretical communities working on cosmic rays in star-forming environments together for the first time so that they could present their recent results and trigger active discussions, which established a solid basis for the key challenges in cosmic-ray related physics and chemistry for the next decade.

The science topics debated upon were the role of cosmic rays in star and planet formation, cosmic-ray fingerprints in different environments, the impact of cosmic rays on the formation of the interstellar molecules (observations, models, and laboratory experiments), the local acceleration of cosmic rays in protostellar shocks, and the relationship of cosmic rays with the origin of Life (interstellar medium, comets, planets, and the Earth).



Figure 1. Group photograph in the hall of the Department of Physics and Astronomy (courtesy of Luca Carbonaro).

Not only researchers who already work on cosmic rays but also experts on different aspects of star formation joined the meeting with the aim of make everyone aware of the relevance of cosmic rays to their respective research. The discussion that arose from this workshop settled the ground for a more efficient exploitation of current radiotelescopes such as NOEMA, IRAM 30m, APEX, Effelsberg, LOFAR, VLBI, ALMA, and VLA and to prepare ambitious future projects making use of powerful facilities available in the years to come: SKA, ALMA (bands 1-2), and the next generation VLA.

The total number participants was 63 (8 students, 19 postdocs, and 36 staff), from Europe, the United States and Asia. The geographical distribution was the following: Italy (13 participants), UK (10), France (9), USA (7), Germany (5), Japan (4), Spain (3), Poland (3), Russia (3), and one participant each from Taiwan, Czech Republic, Switzerland, Latvia, Netherlands, and South Korea. We had 15 invited experts. The interdisciplinary environment was particularly beneficial for students and young postdocs, who found new directions in their research by linking the different fields coexisting in the workshop.

This event received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 730562 [RadioNet], and from the Italian Premiale Project iALMA. The website of the meeting, including all presentations, is available at this link: <http://www.arcetri.astro.it/cosmicrays>.



Il Colle di
Galileo

Teaching through research: remembering Raoul Gatto

Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics, Arcetri,
Florence, 28 September 2018

Organizers: Roberto Casalbuoni (Florence), Daniele Dominici (Florence), Ferruccio Feruglio (Padua), Gian Giudice (CERN), Michele Maggiore (Geneva), Luciano Maiani (Roma 1), Antonello Polosa (Roma 1), Gabriele Veneziano (CERN and Collège de France), Loc.

Committee: Andrea Barducci (Florence), Stefania de Curtis (Florence-INFN), Giulio Pettini (Florence)

Keywords. Theoretical physics, weak interactions.

On September 28, 2018, the conference “Teaching through research: remembering Raoul Gatto”, was held at the GGI (Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics) located on Arcetri hill near Florence, to commemorate Raoul Gatto a year after his death in Geneva.

The reconstruction of Gatto’s professional and human life was entrusted to a series of interventions, that followed one another throughout the day, by several of his historical collaborators, as well as high-profile theoretical physicists.

The merit of the speeches and the extensive participation of colleagues from outside Florence confirmed that Gatto’s charisma, kindness and very special personality made working with him an experience that went beyond a passion for physics.

In his professional life, Gatto produced an enormous amount of research into high-energy physics, while supervising and partly organizing the work of an impressive number of younger colleagues.

In this regard, the conference venue (the former Aula A of the “A. Garbasso” Institute) had a symbolic and evocative significance for many of the participants, as it was here that Gatto worked as a teacher and researcher in the early 1960s (see Fig. 1), when the first “kittens”, theoretical physicists, many of whom would go on to acquire outstanding scientific importance and an excellent international reputation, were already in training under his supervision.



Figure 1. Gatto in Florence in the sixties.

With the contribution entitled “Gatto and the symmetry way to particle physics”, Luciano Maiani (La Sapienza) opened the conference in the morning in teleconference via Skype, summarizing the era of collaboration with Nicola Cabibbo, from the work on the symmetries of weak interactions to the theorem of Ademollo-Gatto. This was followed by the contribution of Sergio Ferrara (CERN): “Conformal Bootstrap: Then and Now” and then that of Renata Kallosh (Stanford University): “Planck 2018 and de Sitter from 10d”.

In the speech that followed, Antonello Polosa (La Sapienza): “Very interesting – My collaboration with Raoul Gatto”, remembered the atmosphere that surrounded Gatto for young physicists that, having been introduced to him by a senior (in his case Giuseppe Nardulli), began working with him, during the Geneva period. Many of us, in fact, recognized ourselves in Polosa’s memories of long telephone conversations with him, in the language which, at times, had to be decoded and which, in the end, often led us to maintain a certain distance when speaking to him, as one would with a boss, albeit a very polite one. The conference resumed in the afternoon with Riccardo Barbieri (Scuola Normale Superiore) with the contribution: “Beyond the standard model”, followed by D.Risque (Goethe University-Frankfurt): “QCD at high density and the fate of the (tri-)critical point”. Then Roberto Casalbuoni (University of Florence), who worked with Gatto for the longest and with most continuity, concluded the speeches with the contribution: “30 years with Raoul”, In his speech, his strong sense of gratitude and the close connection that he felt during their shared professional history, came across very clearly. In the same vein, in the closing “Personal recollections”, stories of work-related memories and episodes of life were interwoven in interventions by Gabriele Veneziano, Riccardo Barbieri, Roberto Casalbuoni, Sergio Ferrara, Antonello Polosa, Ferruccio Feruglio and others, in memory of a character and a story that seem unlikely to be repeated in the current context.



Il Colle di
Galileo

Francesco Fontani¹, Victor M. Rivilla¹, Chiara Mininni^{1,2}

La caccia al fosforo interstellare, l'elemento pre-biotico dimenticato

The hunt for interstellar phosphorus, the forgotten pre-biotic element

¹INAF--Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Largo E. Fermi 5, Firenze

²Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Firenze, Firenze

Riassunto. Il fosforo è un elemento cruciale per lo sviluppo della vita come la conosciamo, ma a causa della sua bassa abbondanza cosmica, fino a pochi anni fa la sua chimica interstellare era quasi del tutto sconosciuta. Dal 2016, il gruppo di Formazione Stellare di Arcetri ha contribuito in modo fondamentale alla comprensione di alcuni processi astrochimici che coinvolgono questo elemento in regioni della Galassia in cui si formano nuove stelle, aprendo la strada a un numero crescente di studi su questo elemento pre-biotico finora “dimenticato”.

Parole chiave. Formazione stellare, astrochimica, mezzo interstellare.

Insieme a idrogeno, ossigeno, carbonio ed azoto, il fosforo (P) è un elemento fondamentale per lo sviluppo della vita come noi la conosciamo. Infatti, i suoi composti svolgono un ruolo chiave nella struttura a doppia elica del DNA, nelle membrane cellulari, e nella molecola adenosin-trifosfato (ATP), con cui avviene il trasporto di energia nelle cellule [1]. Per questi motivi (e non solo), il premio Nobel per la chimica Sir Alexander Todd ha sottolineato l'importanza del fosfo-

Abstract. Phosphorus is a crucial element for the development of life as we know it, but because of its low cosmic abundance, until recently its interstellar chemistry was almost totally unknown. Since 2016, the star formation group at Arcetri has made a fundamental contribution to our understanding of the astrochemical processes that involve this element in the star-forming regions of the Galaxy, paving the way for a growing number of studies on this pre-biotic element that had been “forgotten” up to now.

Keywords. Star formation. astrochemistry. interstellar medium.

Together with hydrogen, oxygen, carbon and nitrogen, phosphorus (P) is a crucial element for the development of life as we know it. In fact, its compounds play a key role in the double-helix structure of DNA, in the phospholipids that make up cellular membranes, and in the adenosin-tiphosphate (ATP) molecule, with which the energy transfer in cells occurs [1].

ro come elemento biogenico quando ha dichiarato: "Dove c'è vita, c'è fosforo".

Sappiamo che il P è creato da reazioni nucleari all'interno di stelle di alta massa ($M > 8M_{\text{sun}}$), ed espulso durante la loro esplosione come supernovae [2]. Ma la chimica interstellare del fosforo, ovvero i processi che portano il P elementare presente nel mezzo interstellare diffuso, in molecole sempre più complesse nelle parti più dense delle nubi molecolari, è rimasta quasi sconosciuta fino a pochi anni fa. Questo è dovuto in parte alla bassa abbondanza cosmica dell'elemento ($P/H \sim 10^{-7}$, circa 2-3 ordini di grandezza inferiore rispetto alle abbondanze di carbonio, ossigeno ed azoto), che rende l'emissione delle specie chimiche contenenti il P debole, e quindi difficile da rivelare. Infatti, fino al 2015 l'unica molecola rivelata in regioni di formazione stellare era il PN, e in solo 6 sorgenti [3,4]. A causa di questa mancanza di vincoli osservativi, i modelli chimici sviluppati dopo le prime rivelazioni [3,5] che tentano di spiegare la formazione nello spazio di molecole contenenti P, anche semplici, sono rimasti senza confronto osservativo.

Dal 2016, il gruppo di Formazione Stellare di Arcetri ha intrapreso un programma osservativo rivolto a migliorare la comprensione della chimica del fosforo in regioni di formazione stellare, seguendo vari approcci: aumentare in modo significativo il numero di regioni di formazione stellare in cui il PN viene rivelato ([6]) per migliorare l'analisi statistica; rivelare nuove ed importanti molecole contenenti P ([7,8]) per confrontare osservazioni e modelli chimici in modo più completo; per una stessa sorgente, rivelare un numero cospicuo di righe di emissione della stessa molecola ([9]) con diverse condizioni di eccitazione, per ricavarne stime accurate di abbondanza. Per raggiungere i goals descritti sopra, il

For these (and other) reasons, winner of the Nobel prize for chemistry, Sir Alexander Todd, stressed the importance of phosphorus as a biogenic element when he declared: "Where there is life, there is phosphorus".

We know that P is created by nuclear reactions occurring within high-mass stars ($M > 8M_{\text{sun}}$) and is ejected during supernova explosions [2]. But the interstellar chemistry of phosphorus, meaning the processes that bring the elemental P from the diffuse interstellar medium into more and more complex molecules in the densest parts of molecular clouds, was almost totally unknown until a few years ago. This is partly due to the low cosmic abundance of the element ($P/H \sim 10^{-7}$, i.e. about 2-3 times less than carbon, oxygen and nitrogen), which makes the emission of chemical species containing P faint and so difficult to detect.

Until 2015, the only P-bearing molecule detected in star-forming regions was PN, and in only six sources [3,4]. Due to this lack of observational constraints, the chemical models developed after the first findings [3,5], which try to explain the formation in space of even the simplest P-bearing molecules, have remained without any observational comparison.

Since 2016, the Arcetri star formation group has undertaken an observational programme devoted to improve our understanding of the chemistry of phosphorus in star-forming regions, following different approaches: significantly increasing the number of star-forming regions in which PN is detected ([6]) to improve the statistical analysis; to detect new and important P-bearing molecules ([7,8]) in order to compare observations and chemical models in a more complete way; for a given source, detecting a large number of emission lines of the same mol-

gruppo ha fatto uso dei migliori strumenti disponibili che lavorano a frequenze appropriate per osservare l'emissione delle molecole, cioè in banda radio-millimetrica, quali il telescopio di 30m di diametro dell'Institut de Radioastronomie Millimétrique (IRAM), situato sulla Sierra Nevada (Spagna), o l'interferometro Atacama Large Millimeter Array (ALMA), il migliore interferometro millimetrico esistente, operativo sulle Ande cilene.

Uno dei risultati più importanti è stato la prima rivelazione in due regioni di formazione stellare, W51 e W3(OH), della molecola PO ([7]), il legame fondamentale dei fosfati (PO_4^{3-}). Le osservazioni, ottenute con il telescopio IRAM-30m, hanno mostrato che l'abbondanza di P in queste due regioni di formazione stellare è circa dieci volte maggiore rispetto a quanto precedentemente aspettato. Un risultato che indica come il P sia un ingrediente più abbondante di quanto si pensa nello spazio per formare i mattoncini fondamentali della vita.

Un altro risultato importante ottenuto in due lavori indipendenti ([8,9]) è che il PN risulta ben correlato con alcune proprietà osservative dell'ossido di silicio, o SiO, una molecola che si forma in gas investito da onde d'urto. Infatti il silicio è un elemento refrattario che nello spazio interstellare si trova soprattutto in forma solida dentro i grani di polvere, per cui ha bisogno di un'onda d'urto che spacchi i grani per andare abbondantemente nel gas e formare SiO. Questo indicherebbe che, come per SiO, una sorgente importante di PN proviene da grani di polvere colpiti da onde d'urto.

Il nostro gruppo sta continuando la ricerca di molecole contenenti P in un numero sempre maggiore di sorgenti, inclusi oggetti minori del sistema solare.

ecule ([9]) with different excitation conditions, to obtain accurate estimates of abundance. To achieve these goals, the group has used the best observational facilities working at appropriate frequencies to observe the emission of molecules, in the radio-millimetre band, such as the 30m telescope of the Institut de Radioastronomie Millimétrique (IRAM), located in the Sierra Nevada (Spain), or the Atacama Large Millimeter Array (ALMA), the best existing millimetre interferometer, operating on the Chilean Andes.

One of the most important results was the first detection, of the PO molecule ([7]), the basic bond of phosphates (PO_4^{3-}) in two star-forming regions, W51 and W3(OH).

Observations carried out with the IRAM-30m telescope have shown that the abundance of P in these two star-forming regions is about ten times higher than previously expected. These results indicate that phosphorus is an ingredient, available in space in greater quantities than previously thought, for forming the basic bricks of life.

Another important result achieved from two independent works ([8,9]) is that PN is closely correlated with some emission properties of silicon monoxide, or SiO, which is formed in dense gas affected by shock waves. In fact, silicon is a refractory element that is found mostly in solid form in the core of interstellar dust grains in space, so it needs a shock wave to break down the grains to go copiously into the gas and form SiO. This would indicate that, as for SiO, an important source of PN originates from the sputtering of dust grains impacted by shockwaves.

The efforts of our group are ongoing and are devoted mostly to searching for other species containing P, from a growing number of sources, including minor bodies of the solar system. It

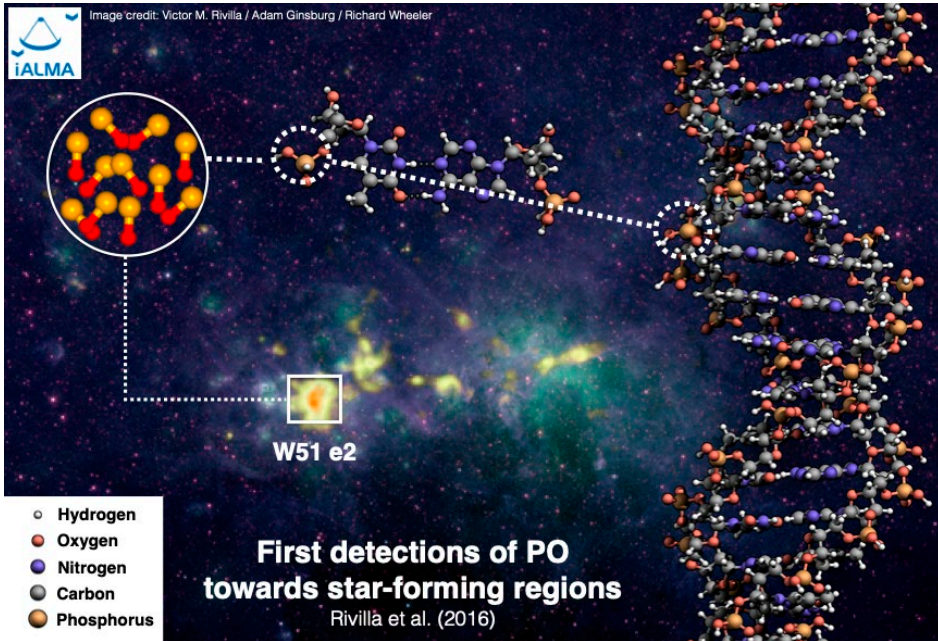


Figura 1. La figura mostra la regione di formazione stellare W51 e2, dove è stata rivelata l'emissione della molecola PO, il legame fondamentale dei fosfati. A destra: filamento di DNA, la cui doppia elica è composta anche di fosfati.

Figure 1. The star-forming region W51 e2, where emission of the PO molecule, the fundamental link of phosphates, has been detected. On the right: a DNA filament, also made up of phosphates.

will be very important to understand how the species containing P that are formed in the first stages of the star-formation process have been conserved and “inherited” from the primitive material of the solar system.

F. Fontani: staff astronomer. Interests: star formation and astrochemistry;
V.M. Rivilla: Marie Curie Postdoc. Interests: star formation and astrochemistry;
C. Mininni: PhD student. Interests: star formation and astrochemistry.

Sarà infatti di grande importanza capire come le specie contenenti P che si sono formate nelle prime fasi della formazione stellare sono state conservate ed “ereditate” dal materiale primordiale del sistema solare.

F. Fontani: astronomo di staff. Interessi: formazione stellare e astrochimica;

V.M. Rivilla: Postdoc Marie Curie. Interessi: formazione stellare e astrochimica;

C. Mininni: studente PhD. Interessi: formazione stellare e astrochimica.

Bibliografia

- [1] Pasek & Lauretta, *Astrobiology* 5, 515 (2005)
- [2] Koo et al., *Science* 342, pp 1346 (2013)
- [3] Turner & Bally, *ApJ*, 321, L75 (1987)
- [4] Turner et al., *ApJ*, 365, 569 (1990)
- [5] Charnely & Millar, *MNRAS*, 270 (1994)
- [6] Fontani et al., *ApJ* 822, L30 (2016)
- [7] Rivilla et al., *ApJ* 826, 161 (2016)
- [8] Rivilla et al., *MNRAS* 475, L30 (2018)
- [9] Mininni et al., *MNRAS*, 476, L39 (2018)

Carlo Baffa

Alternanza Scuola Lavoro: un investimento per il futuro

Alternating School Work: an investment for the future

INAF Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Largo E. Fermi 5, 50125 Firenze

Parole chiave. Scuola, programmi educativi.

La cooperazione tra Scuole secondarie ed enti esterni (sia commerciali che senza fini di lucro) data dai primi anni 2000, ma limitata alle scuole tecniche. Una recente riforma ha regolamentato questa cooperazione per tutti gli istituti secondari nella forma dell'Alternanza Scuola Lavoro (ASL)

Presso l'Osservatorio di Arcetri realizziamo tale attività come un'introduzione a un percorso universitario in scienze fisiche, con particolare enfasi nell'astrofisica. Questo progetto implica l'interazione con piccoli gruppi di studenti motivati. Vengono svolte varie forme di ASL, ad esempio, nell'ambito di una collaborazione con l'Università di Firenze, viene coperta la giornata di astrofisica in un percorso settimanale sui vari aspetti della fisica, o ancora esiste un percorso, in collaborazione con l'istituto d'Arte, per lo sviluppo di materiale illustrativo.

La forma di ASL che richiede il maggior impegno da parte dell'istituto, è il percorso in astrofisica. Questa iniziativa, tutta svolta presso l'Osservatorio, è realizzata come stage di una settimana su differenti aspetti dell'astrofisica. Anche questo percorso richiede un rapporto diretto tra i docenti e gli studenti, limitando

Keywords. school, educational programs.

The cooperation between schools and external entities (both commercial and non-profit) dates back to about the year 2000 and was initially limited to technical schools. A few years ago, this cooperation, in the form of Alternanza Scuola Lavoro (ASL), was extended to all secondary schools.

The Arcetri Observatory implements this activity as an introduction to the practice of training and research in the fields of Physics and Astrophysics. This aim implies interaction with small groups of students. ASL offers a wide range of activities. In a joint project with Università di Firenze, for instance, ASL runs a weekly round-up on different topics on physics and Astrophysics. A collaboration with Artistic High School offers the participation to the development of Astronomy-related visual material.

The form of ASL that requires the greatest effort by the Observatory staff is the course in Astro-



i gruppi a 6-7 studenti ciascuno. I temi sono molteplici e non sono sempre uguali nei vari anni. La lista per l'anno corrente è visibile presso la pagina del sito istituzionale INAF sulla ASL (<https://goo.gl/jkb4v7>).

Queste attività sono pensate come un investimento per il futuro. In particolare i principali obiettivi sono la diffusione della cultura scientifica e l'orientamento verso un possibile percorso universitario nelle scienze fisiche e astrofisiche.

Questa attività è stata possibile grazie al generoso contributo di diversi collaboratori, sia come docenti che come gestori dell'iter burocratico. A loro va il nostro sentito ringraziamento!

Per l'anno 2018 il sommario degli stage in astrofisica è stato:

- 43 Studenti ospitati
- 14 Scuole secondarie coinvolte
- 12 Docenti locali.
- 6 Differenti aree tematiche.
- 30-40% degli studenti hanno espresso l'intenzione di seguire un percorso universitario in fisica o astrofisica

Carlo Baffa è un membro permanente del Gruppo Infrarosso dell'INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri. Ha partecipato allo sviluppo e alla costruzione di diversi strumenti infrarossi sia per telescopi italiani (TNG, TIRGO) che ESO (VLT). Dal 2014 è coinvolto nello sviluppo del radiotelescopio SKA.

physics, implemented as a one-week workshop on different aspects of Astrophysics and managed entirely by our Institution. In order to obtain a close supervision of the students by the teachers, the attendance is limited to groups of 6-7 students. The numerous subjects are different every year and can be found on the INAF web page covering the ASL activities (<https://goo.gl/jkb4v7>).

We planned the ASL as an investment for the future. Our main goals are the dissemination of scientific culture and the orientation of young students towards the study of Physics and Astrophysics at University.

This activity is made possible by the generous collaboration of many people, both scientists and administration staff. We are very grateful to them!

Summary of 2018 Astrophysics workshops:

- 43 Students hosted.
- 14 Secondary schools involved.
- 12 Local tutors.
- 6 Astrophysics areas covered.
- 30-40% of students intend to study physics/astrophysics at University.

Carlo Baffa has been a full-time member of the Arcetri Infrared Group of the INAF-Osservatorio di Arcetri since 1985. He has participated in the development of various infrared instruments for Italian (TIRGO, TNG) and ESO (VLT) telescopes. Since 2014 he has also been involved in the SKA project and development activities.

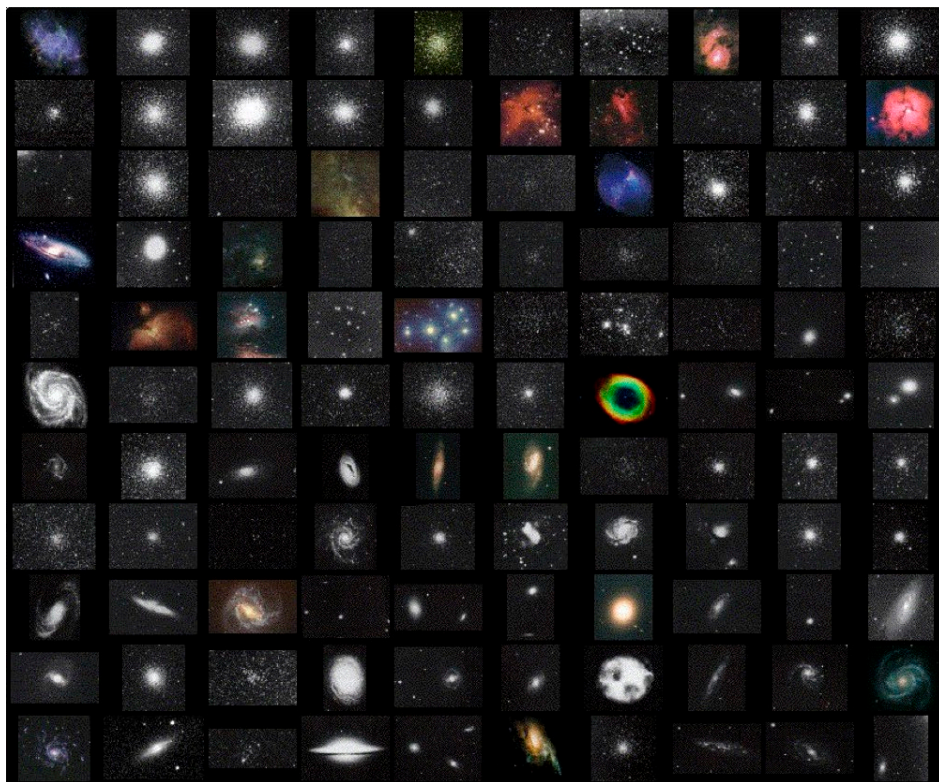


Figura 1. Il catalogo di Messier. Uno degli esercizi proposti è la classificazione visuale di questi oggetti celesti.
Figure 1. Messier Catalogue. One of the exercises proposed is the visual classification of these objects.

Gianluca Gagliardi

Un micro-oscillatore optomeccanico in una goccia

A micro-opto-mechanical oscillator in a droplet

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto Nazionale di Ottica (INO), via Campi Flegrei, 34 - Comprensorio A. Olivetti, 80078 Pozzuoli (Italy)

Sommario. Un esperimento svolto presso la sezione di Napoli dell'Istituto Nazionale di Ottica (INO) del CNR ha mostrato la possibilità di eccitare onde di superficie su piccole gocce liquide per mezzo di un fascio luminoso. Il dispositivo così realizzato si comporta come un vero e proprio micro-oscillatore, costituito però interamente da liquido e mantenuto in forma sferica quasi perfetta dalla sola tensione superficiale.

Parole chiave. Modi ottici di galleria, risonatori liquidi, tensione superficiale, opto-meccanica in cavità, scattering di Brillouin, micro-oscillatore meccanico.

I fenomeni di risonanza in cavità, siano esse ottiche, meccaniche, o di altra natura, sono generalmente legati ad aspetti geometrici specifici della struttura che li supporta. Un esempio tra i più celebri è rappresentato dalle risonanze acustiche osservabili nelle grandi superfici curve, spiegate sin agli inizi del '900 da Lord Rayleigh, che le studiò nella cupola della cattedrale di St Paul a Londra definendole “whispering gallery modes” [1]. Fenomeni simili si osservano anche all'interno di altre strutture concave chiuse, come l'Echo Wall del Tempio del Paradiso di Pechino o la cupola del Battistero di Pisa. Da un punto di vista stretta-

Summary. An experiment performed at the Naples Unit of the National Institute of Optics (INO) of the CNR, has shown the possibility to excite surface waves on tiny liquid droplets using a light beam. The resulting optical device serves as a micro-mechanical oscillator, entirely made of liquid with an almost perfect spherical shape due to natural surface tension.

Keywords. Whispering gallery modes, liquid resonators, surface tension, cavity optomechanics, Brillouin scattering, mechanical micro-oscillator.

Resonant phenomena in cavities, be they optical, mechanical or otherwise, are generally related to specific geometrical features of the supporting structure. Among the most popular examples are the acoustic resonances observable in large curved surfaces, explained in the early 1900s by Lord Rayleigh, who termed them “whispering gallery modes”, studying the reverb of the dome of St Paul's cathedral in London [1]. Similar phenomena are also observed



mente geometrico, tali modi acustici consistono in onde meccaniche viaggianti sulla superficie come risultato di riflessioni interne multiple che possono propagarsi per un tempo virtualmente infinito, in assenza di perdite del materiale. Un fenomeno analogo si osserva anche per la radiazione elettromagnetica all'interno di strutture curve chiuse come sfere, toroidi ecc.

La tensione superficiale di un liquido, la grandezza che in natura conferisce a una gocciolina la sua forma sferica, le garantisce anche una regolarità superficiale quasi perfetta rendendola così un risonatore ottico e meccanico ideale. Quando la quantità di liquido in gioco è piccola, tipicamente inferiore a 1 microlitro, la forza di gravità ha un effetto sostanzialmente trascurabile rispetto alla tensione e, quindi, la goccia può essere tenuta sospesa ad un capillare o poggiata su una superficie e manipolata agevolmente, senza che questo perturbi in modo importante la sua sfericità [2]. In questo modo, un oggetto così semplice e comune in natura può diventare un sofisticato elemento ottico, al pari di un dispositivo convenzionale, come una lente o uno specchio. Infatti, in virtù di questa intrinseca perfezione e della trasparenza di gran parte dei liquidi nell'intervallo visibile dello spettro elettromagnetico, una gocciolina illuminata in modo opportuno consente di mantenere parte della luce intrappolata al suo interno amplificando così enormemente ogni effetto d'interazione radiazione materia [3]. Non solo. La goccia può fungere al tempo stesso anche da risonatore acustico proprio come una struttura solida.

L'esperimento svolto presso l'INO di Napoli si basa su uno schema di eccitazione dei *modi ottici di galleria* di una sfera dielettrica: risonanze per le qua-

in other closed concave structures, such as the Echo Wall of the Temple of Heaven in Beijing or the dome of the Baptistery of Pisa. From a purely geometrical point of view, such modes consist in mechanical waves travelling over the surface as a result of multiple total-internal reflections, which would propagate for a virtually infinite time in the absence of any intrinsic material loss. Analogously, this may be observed for electromagnetic radiation within closed curved dielectric structures like spheres, toroids, etc.

Liquid surface tension, which gives a droplet its spherical shape, also guarantees an almost perfectly smooth surface, thereby making it an ideal mechanical and optical resonator. When the amount of liquid is small enough, i.e. typically less than 1 microlitre, the force of gravity is substantially negligible compared to the tension and thus the drop may be suspended by the tip of a capillary or held on a surface and easily manipulated without significantly perturbing its spherical geometry [2]. In this way, such a simple and ordinary object in nature becomes a sophisticated optical element, just like a lens or a mirror. Indeed, thanks to its intrinsic perfection and the transparency of most liquids in the visible region of the electromagnetic spectrum, a properly illuminated droplet traps part of the incoming light and hugely amplifies any effect of light-matter interaction [3]. In addition, the droplet also serves at the same time as an acoustic resonator just like a solid structure.

The experiment performed at INO-Naples rests on the excitation of the optical *whispering-gallery modes* of a dielectric sphere: resonances corresponding to light propagating along the equatorial trajectory with intensity concentrated near the surface and characterized by an

li la luce si propaga lungo la direzione equatoriale con intensità concentrata in prossimità della superficie e caratterizzate da un tempo medio di permanenza migliaia di volte più lungo che in condizioni normali, grazie alla forte azione di confinamento della struttura. I modi di galleria vengono eccitati da un fascio laser visibile (lunghezza d'onda di 640 nm) focalizzato in direzione tangenziale al bordo di una goccia di olio siliconico (un polimero liquido di ridotta viscosità). La massa ridotta, la bassa perdita meccanica e l'elevato fattore di qualità ottico del risonatore a goccia permettono un significativo trasferimento di energia dalla radiazione elettromagnetica alla superficie liquida per "scattering" di Brillouin stimolato, eccitando onde meccaniche ultrasoniche e ipersoniche amplificate al suo interno come nella cupola di una chiesa. Le onde sulla superficie della goccia presentano una forte analogia con i modi ottici che le generano ("gallery modes") e proprietà simili all'emissione intensa e coerente di un laser, sorgente però, in questo caso, di vibrazioni ad alta frequenza invece che di fotoni. In sostanza, la goccia stimolata dalla luce incidente si attiva come un micro-emettitore meccanico vibrando in maniera stabile a una frequenza che corrisponde proprio a una sua risonanza (circa 100 MHz). Il risonatore opto-meccanico così realizzato si comporta come un vero e proprio micro-oscillatore, con caratteristiche simili a quelle di un cristallo piezoelettrico (e.g. oscillatore al quarzo), costituito però interamente da liquido [4].

Le potenziali ricadute applicative sono molteplici. Ad esempio, il liquido può essere costituito da una soluzione acquosa contenente un fluido biologico, all'interno del quale eseguire un'analisi chimica diretta. Sfruttando l'eccitazione otti-

internal circulation time thousands times longer than usual, thanks to the confinement action of the structure. The gallery modes are excited by a visible laser beam, (640-nm wavelength) focused in a tangential direction to the rim of a droplet of silicon oil (a low-viscosity liquid polymer). The small mass, low mechanical loss and high optical-quality factor of the droplet resonator enable significant energy transfer from electromagnetic radiation to the liquid surface via stimulated Brillouin scattering, thus exciting ultrasound and hypersound mechanical waves that are internally amplified like in the dome of a church. These droplet surface waves are very similar to the optical modes (gallery modes) that generate them and have properties similar to the intense and coherent emission of a laser, being the source in this case, of high-frequency vibrations instead of photons [4]. In other words, the droplet is stimulated by the incident light and is activated as a mechanical micro-emitter that vibrates stably at a frequency corresponding to a specific resonance (~ 100 MHz). This opto-mechanical resonator behaves like a real micro-oscillator with characteristics similar to a piezo-electric crystal (e.g. quartz oscillator) but is entirely made of liquid [5].

The potential impact of this activity is manifold. For instance, the liquid can be an aqueous solution containing a biological fluid that needs to be directly analysed. Thanks to optical interrogation, a small droplet serves both as the sample and the sensor at the same time: from changes in mechanical oscillations and scattered light the presence of cells or specific analytes can be sought and monitored. The implications may be relevant also in other fields, like material science, as a direct, non-invasive characterization of viscous-elastic features of

ca, pertanto, una piccola gocciolina funge così sia da campione sia da sensore al tempo stesso: dai cambiamenti nelle oscillazioni meccaniche e nella luce diffusa è possibile ricercare e monitorare la presenza di cellule o specifici analiti. Le implicazioni possono essere importanti anche in altri ambiti, come la scienza dei materiali, poichè in un campione di poche centinaia di nanolitri è possibile una caratterizzazione diretta e totalmente non invasiva delle proprietà visco-elastiche di un composto senza ricorrere a strumentazione complessa.

Infine, la capacità di sfruttare l'elevatissima trasparenza dell'acqua in alcune finestre spettrali del visibile lascia intravedere nuove interessanti opportunità di esperimenti di natura fondamentale sulle proprietà di diffusione e assorbimento di luce rilevanti per i processi atmosferici.

Gianluca Gagliardi si è laureato in Fisica all'Università "Federico II" di Napoli e ha conseguito il dottorato di ricerca in Fisica presso lo stesso ateneo. Dal 2003, è ricercatore presso il CNR-Istituto Nazionale di Ottica (INO), sezione di Napoli, dove è responsabile scientifico del Laboratorio 'Sensori Ottici'. Le sue attività di ricerca riguardano principalmente la spettroscopia laser ad alta sensibilità e risoluzione di specie gassose e liquide, lo sviluppo di tecniche di interrogazione ad alte prestazioni di sensori in fibra ottica e lo studio delle proprietà e le applicazioni di risonatori ottici solidi e liquidi (gianluca.gagliardi@ino.it).



Figura 1. Dettaglio del sistema ottico per l'accoppiamento a una goccia di olio siliconico (diametro 1 mm) sospesa ad una fibra di silice e illuminata da un laser a 640 nm. Insetto in alto: luce diffusa dalla goccia.

Figure 1. Detail of the optical system devised for optical coupling to a silicon-oil droplet (1-mm diam) suspended by a silica fibre and illuminated by a 640-nm laser. Top inset: light scattered by the drop.

Bibliografia

1. L. Rayleigh, The problem of the whispering gallery, *Philosophical Magazine* Vol. 20, p. 1001 (1910)
2. S. Avino, A. Krause, R. Zullo, A. Giorgini, P. Malara, P. De Natale, H.-P. Loock and G. Gagliardi, Direct sensing in liquids using whispering-gallery-mode droplet resonators, *Adv. Opt. Mat.* Vol. 2, p. 1155 (2014)
3. A. Ashkin, and J. M. Dziedzic, Observation of Resonances in the Radiation Pressure on Dielectric Spheres, *Phys. Rev. Lett.* Vol. 38, p. 1351 (1977)
4. A. Giorgini, S. Avino, P. Malara, P. De Natale, M. Yannai, T. Carmon, and G. Gagliardi, Stimulated Brillouin Cavity Optomechanics in Liquid Droplets, *Phys. Rev. Lett.* Vol. 120, 073902 (2018)

fluid compounds is feasible in nanolitre samples without resorting to complex instrumentation.

Lastly, the ability to harness the very high transparency of water in well-defined visible spectral windows envisages new and interesting opportunities to perform fundamental experiments on light scattering and absorption phenomena that are central to atmospheric processes.

Gianluca Gagliardi obtained his BSc, MSc and PhD in Physics from the “Federico II” University of Naples, Italy. Since 2003, he has worked as research scientist at the Naples Unit of the CNR-National Institute of Optics (INO), where he is head of the “Optical Sensors” Laboratory. His research activities are mainly focused on high-sensitivity and high-resolution laser spectroscopy of gas and liquid species, development of high-performance interrogation techniques for fibre-optic sensors, and investigation on properties and applications of solid and liquid optical resonators. (gianluca.gagliardi@ino.it).

Alessandra Zanazzi, Francesca Bacciotti

Il progetto di Astro-turismo a Firenze

The astro-tourism project in Florence

INAF Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Largo E. Fermi 5, Firenze

Parole chiave. Turismo astronomico, storia dell'astronomia, Firenze.

Presentiamo un progetto pilota dell'Istituto Nazionale di Astrofisica e di INAF-Osservatorio di Arcetri, finalizzato alla promozione di un programma di astro-turismo sul territorio di Firenze. Coniugando arte e scienza vogliamo portare il pubblico ad esplorare in chiave scientifica molti importanti luoghi e monumenti cittadini.

Firenze, patrimonio mondiale UNESCO, culla di arte e letteratura, straordinaria concentrazione di monumenti storici ed artistici, possiede anche una notevole storia scientifica ed astronomica. Firenze ha ospitato illustrissimi scienziati (da Galileo Galilei, ai membri dell'Accademia del Cimento, a Enrico Fermi, per fare alcuni esempi) ed è sede di musei ed istituzioni di cultura e ricerca scientifica di assoluta rilevanza mondiale. È inoltre ricca di monumenti che richiamano la storia dell'Astronomia: ad esempio è la città con il maggior numero di meridiane storiche monumentali in Italia. Da questa consapevolezza, unita all'enorme interesse suscitato dalla città sui turisti di tutto il mondo, nasce il progetto di Astro-turismo a Firenze. Questo progetto si propone di far conoscere e valorizzare

Keywords. Astronomical tourism, history of Astronomy, Florence.

We are presenting a pilot project by INAF and the Arcetri Observatory, aimed at promoting an astro-tourism programme in and around Florence. Combining art and science, we want to take the public on a scientific exploration of many important places and monuments.

Florence, a UNESCO world heritage site, cradle of art and literature, not only has an extraordinary concentration of historical and artistic monuments, but also possesses a remarkable scientific and astronomical history. Florence has been home to very talented scientists (from Galileo Galilei, to the members of the Accademia del Cimento, to Enrico Fermi, to name but a few) and hosts Museums and Institutions at the forefront of scientific research and culture. It is also rich in monuments that recall the history of astronomy: e.g., it is the city with the largest number of monumental historical sundials in Italy. The Astro-tourism project in Florence has been created on the basis of this awareness, combined with the enormous interest aroused by the city in tour-



i numerosi luoghi della storia astronomica in città, attraverso la realizzazione di percorsi sul territorio che portino i visitatori a scoprire il cielo nei luoghi storici e nei monumenti antichi. La scienza infatti, e in particolare l'Astronomia, fanno parte del tessuto artistico e culturale di Firenze: questa consapevolezza può portare da un lato alla promozione di un turismo più attento a diversi aspetti della cultura locale, dall'altro alla promozione di un'inedita esperienza, che ponga in sinergia Istituzioni culturali e scientifiche diverse sul territorio. Il progetto vede la realizzazione di itinerari che offrono una lettura diversa dei monumenti più noti, ma anche percorsi non convenzionali e fuori dagli schemi del turismo di massa. Il visitatore verrà condotto alla scoperta di segni astronomici e scientifici di rilievo, che contribuiranno ad arricchire la conoscenza della ricchissima vita culturale della città nei diversi momenti storici, ed elementi meno noti del panorama cittadino. Il progetto è stato presentato al Comune di Firenze, che lo ha accolto molto favorevolmente e ne supporterà la diffusione.

Più in dettaglio, sono stati selezionati alcuni tra i luoghi fiorentini che insieme parlano di arte, cultura, architettura, astronomia, storia, paesaggio. Nella scelta trovano posto luoghi ben conosciuti, come il Duomo e la basilica di Santa Maria Novella, insieme a luoghi meno turistici ma evocativi di storie di grande rilievo, come il colle di Arcetri. I percorsi studiati, pur essendo facilmente fruibili, spingono ad un turismo di qualità, lento, curioso, attento. Per illustrarli saranno realizzati prodotti a stampa (guide e mappe), con una particolare cura all'aspetto grafico e scritti in un linguaggio accessibile e coinvolgente. Le guide presenteranno una raccolta di luoghi organizzati in itinerari tematici, descritti sia dal punto di

ists from all over the world. This project aims to bring the many places of astronomical history in the city to the attention of the public, enhancing their appeal, by creating trails through the city that take visitors to discover the sky in historic locations and ancient monuments. Science, and in Astronomy in particular, are, in fact, part of the artistic and cultural fabric of Florence: this awareness can lead, on the one hand, to the promotion of tourism that be more attentive to different aspects of local culture and, on the other, to the promotion of an unprecedented experience, creating a synergy of different cultural and scientific institutions in the area. The project foresees the creation of itineraries offering a different interpretation of the most famous monuments, but also unconventional paths too. Visitors will be accompanied on a discovery of important astronomical and scientific signs, which will contribute to enriching their knowledge of the extremely rich cultural life of the city in different historical moments and make them acquainted with lesser known elements of the cityscape. We have presented the project to the Municipality of Florence, which welcomed it very favourably and will be supporting its promotion.

In more detail, we have selected some places in Florence which speak of art, culture, architecture, astronomy, history and landscape. Our choice includes well known places, such as the Duomo and the Basilica of Santa Maria Novella, together with less popular but nevertheless evocative places of outstanding importance, such as Arcetri hill. We are studying itineraries that, while being user-friendly, encourage high-quality, slow, curious and attentive tourism. They will be illustrated in printed guidebooks and maps, written in an accessible and engaging style, and paying particular attention to graphic aspects. The guidebooks will pre-

vista artistico/storico che da quello scientifico e saranno corredate da mappe con le indicazioni puntuali dei percorsi tematici proposti. La diffusione dei risultati del progetto sarà assicurata dalla distribuzione delle guide in punti vendita nevralgici, ma vedrà anche la creazione di percorsi turistici guidati da accompagnatori formati, sugli aspetti scientifici, dagli astronomi dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri. Potranno così essere proposte esperienze come "passeggiate astronomiche" in città e nei dintorni, approfondimenti legati a particolari temi (nel quadro, ad esempio, di convegni ed eventi cittadini) ed anche eventi creati ad hoc.

Riteniamo che l'idea nuova di promuovere un turismo a tema astronomico nelle nostre città d'arte favorisca l'avvicinamento di un pubblico sempre più ampio e variegato al ricco patrimonio culturale e scientifico, rafforzando così la presentazione della nostra identità culturale.

Alessandra Zanazzi da molti anni si occupa di didattica e comunicazione delle scienze, progettando e svolgendo attività (con le scuole, le famiglie, il pubblico generico), eventi e corsi di formazione docenti. Attualmente lavora presso INAF – Osservatorio Astrofisico di Arcetri al progetto pilota di Turismo Astronomico e nel gruppo di outreach dei progetti PRIN-SKA. Fino al 2010 ha lavorato alla Città della Scienza di Napoli, il primo Science Centre italiano, dove era responsabile del Planetario e delle attività di astronomia e di diversi progetti finanziati dall'UE. *Francesca Bacciotti* ha conseguito la laurea in Fisica e il dottorato di ricerca in Astronomia presso l'Università di Firenze, e ha poi lavorato all'estero all'Osservatorio di Nizza e presso il Dublin Institute for Advanced Studies. È ricercatrice

sent a collection of places arranged into thematic itineraries, described both in an artistic/historical context and from a scientific point of view, and will be accompanied by maps with precise indications of the proposed thematic routes. The dissemination of the results of the project will be ensured by the distribution of the guidebooks in bookshops and shops, but also by the creation of guided tours, with guides trained in the scientific aspects by the astronomers of the Arcetri Astrophysical Observatory. We will be offering experiences such as "astronomical walks" in the city and in the surrounding area, also linked to particular topics (e.g.: within the context of conferences and city events) as well as events created *ad hoc*.

We believe that the new idea of promoting astronomy-themed tourism in our art cities fosters the approach of an ever wider and more varied public to our rich cultural and scientific heritage, reinforcing the presentation of our cultural identity.

Alessandra Zanazzi has dedicated many years to education and science outreach, organizing events, designing and carrying out activities with schools, families and the general public, and training courses for school teachers. She has collaborated with many institutions, including Naples's City of Science (until 2010), the first Italian science center, where she was in charge of the Planetarium, astronomy-related activities and the management of several EU-funded projects. She currently works at INAF – Osservatorio Astrofisico di Arcetri, where she is in charge of the Astrotourism project and of the outreach activities connected with science with the SKA (Square Kilometer Array).

all'Osservatorio Astrofisico di Arcetri, e studia le proprietà del gas interstellare nell'ambito della formazione di nuove stelle e pianeti. Collabora da molti anni alle attività di comunicazione della scienza per il pubblico e per le scuole dell'Osservatorio di Arcetri.

Francesca Bacciotti obtained a master in Physics and a PhD in Astronomy from the University of Florence, and then worked as a researcher at the Nice Observatory and at the Dublin Institute for Advanced Studies. She is currently a researcher at INAF – Osservatorio Astrofisico di Arcetri, where she studies the properties of interstellar gas in connection with star and planet formation. She has long been involved in education and outreach activities, both with the general public and schools.

Sommario | Table of contents

Volume 8 – 1 · 2019

PILLOLE DI STORIA / HISTORICAL PILLS

Antonio Ròiti 5
STEFANO SELLERI

RAPPORTI DI ATTIVITÀ / ACTIVITY REPORTS

The INO 2018 Annual Symposium: Extreme Light-Matter Interactions 21
Beyond Standard Model: Where do we go from here? Johns Hopkins Workshop Series 27
Supersymmetric Quantum Field Theories in the Non-perturbative Regime..... 31
Cosmic Rays: the salt of the star formation recipe..... 35
Teaching through research: remembering Raoul Gatto 37

IN EVIDENZA / HIGHLIGHTS

La caccia al fosforo interstellare, l'elemento pre-biotico dimenticato | *The hunt for interstellar phosphorus, the forgotten pre-biotic element*..... 41
FRANCESCO FONTANI, VICTOR M. RIVILLA, CHIARA MININNI

NOVITÀ / NEWS

Alternanza Scuola Lavoro: un investimento per il futuro | *Alternating School Work: an investment for the future* 47
CARLO BAFFA

Un micro-oscillatore optomeccanico in una goccia | *A micro-opto-mechanical oscillator in a droplet* 51
GIANLUCA GAGLIARDI

Il progetto di Astro-turismo a Firenze | *The astro-tourism project in Florence* 57
ALESSANDRA ZANAZZI, FRANCESCA BACCIOTTI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



INO-CNR
ISTITUTO
NAZIONALE DI
OTTICA



Versione elettronica | Online version:

ISSN 2281-9711 (online) <http://www.fupress.com/cdg>

€ 19,00

Poste Italiane spa - Tassa pagata - Piego di libro

Aut. n. 072/DCB/FI1/VF del 31.03.2005