



Publication Year	2016
Acceptance in OA	2020-05-20T16:53:08Z
Title	Starlight. La nascita dell'astrofisica in Italia / The origin of astrophysics in Italy
Authors	CHINNICI, Ileana
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/25022

starlight

la nascita dell'astrofisica
in italia / the origins of astrophysics
in Italy

a cura di **ileana chinnici**





starlight

la nascita dell'astrofisica
in italia / the origins of astrophysics
in Italy

21 marzo - 21 giugno 2016
Firenze, Osservatorio Astrofisico di Arcetri
Roma, Osservatorio Astronomico di Roma - Monte Porzio
Napoli, Osservatorio Astronomico di Capodimonte
Palermo, Palazzo dei Normanni, chiesa di Santa Maria delle Grazie, Cappella Palatina
Padova, Osservatorio Astronomico di Padova

mostra e catalogo a cura di
Ileana Chinnici

la mostra e il catalogo sono stati realizzati
grazie al contributo di



comitato scientifico

Aldo Altamore
Simone Bianchi
Ileana Chinnici
Daniele Galli
Mauro Gargano
Antonella Gasperini
Marco Faccini
Emilia Olostro Cirella
Francesco Poppi
Donatella Randazzo
Simone Zaggia
Valeria Zanini

progetto mostra

Simone Bianchi, Daniele Galli, Antonella Gasperini (Arcetri)
Mauro Gargano, Emilia Olostro Cirella (Napoli)
Valeria Zanini, Simone Zaggia (Padova)
Ileana Chinnici (Palermo)
Donatella Randazzo (Palermo)

coordinamento generale

Ileana Chinnici

allestimenti

Simone Bianchi, Daniele Galli, Antonella Gasperini (Arcetri)
Mauro Gargano, Emilia Olostro Cirella (Napoli)
Antonello Satta, Simone Zaggia, Valeria Zanini (Padova)
Science & Joy (Palermo)
Silvia Sucato (Palermo)

collaborazione tecnica

Luca Carbonaro, Gilberto Falcini (Arcetri)
Antonello Satta (Padova)

trasporti

Fine Art Services s.r.l. (Arcetri)
Arteria (Napoli)
Science & Joy (Palermo)

assicurazioni

AXA ART (Arcetri, Napoli, Palermo)

comunicazione

Struttura Relazioni Esterne e Istituzionali dell'INAF
Caterina Boccato (Padova)

sito web a cura di

Wish-Op

visite guidate

Arcetri: Associazione Astronomica Amici di Arcetri
Napoli: Carmen Della Corte, Roberta Malafarina, Anna Rendina, Flavio Terracciano (Servizio Civile Nazionale)
Padova: Associazione La Torlonga
Palermo: Science & Joy
didattica
Napoli: Maurizio Oliviero, Luciano Terranegra

catalogo

artem

prestatori

INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri
INAF-Osservatorio Astrofisico di Catania
Museo Galileo, Firenze
Museo di Storia Naturale - Università degli Studi di Firenze
INAF-Osservatorio Astronomico di Brera, Museo Astronomico e Orto Botanico di Brera, Milano
INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Napoli
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma - Monte Porzio
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova
INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo
Università di Palermo

autori delle schede

Firenze: Antonella Gasperini [a.g.]
Daniele Galli [d.g.]
Simone Bianchi [s.b.]
Napoli: Mauro Gargano [m.g.]
Emilia Olostro Cirella [e.o.c.]
Padova: Valeria Zanini [v.z.]
Simone Zaggia [s.z.]
Palermo: Ileana Chinnici [i.c.]
Donatella Randazzo [d.r.]
Roma: Aldo Altamore [a.a.]
Marco Faccini [m.f.]
Francesco Poppi [f.p.]

coordinamento traduzioni

Donatella Randazzo

le traduzioni dei testi sono state curate dagli autori; la traduzione del saggio della sezione di Napoli è di Anna Rendina; la traduzione del saggio della sezione di Roma è di Colum Fordham

crediti fotografici

INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri
INAF-Osservatorio Astrofisico di Catania
INAF-Osservatorio Astronomico di Brera, Museo Astronomico e Orto Botanico di Brera, Milano
Archivio Fotografico dell'Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Napoli
Archivio Fotografico dell'Osservatorio Astronomico di Roma - Monte Porzio,
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova, Museo La Specola
INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo
Museo Galileo, Firenze
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma
Mario Carpino, Enrico Cascone, Marco Faccini, Mauro Gargano, Angela Mangano, Filippo Mirabello, Francesco Poppi, Donatella Randazzo, Antonello Satta

ringraziamenti

Silvia Alessandri, Francesco Alimandi, Viviana Atzori, Fausto Barbagli, Fabrizio Bocchino, Marinella Calisi, Mario Carpino, Santo Cillaroto, Laura Daricello, Francesco D'Alessio, Marco Di Bella, Annarita Formoso, Giuliana Giobbi, Giuseppe Ingui, Marco Ferrucci, Agnese Mandrino, Gianna Megli, Filippo Mirabello, David Poggi, mons. Michele Polizzi, Luigi Previti, Giorgio Strano, Antonella Tarantino, Zelda-Compagnia Teatrale Professionale



con patrocinio di



www.starlight.inaf.it

arte**m**

coordinamento editoriale
maria sapio

art director
enrica d'aguanno

grafica
vincenzo antonio grillo

in copertina
la classificazione spettrale da *le stelle*
di angelo secchi, e il prisma obiettivo
merz utilizzato da secchi
[fotografia di marinella calisi]

arte'm
è un marchio registrato
prismi
editrice politecnica napoli srl

certificazione
qualità
ISO 9001: 2008
www.arte-m.net

stampato in italia
printed in italy
© copyright 2014 by
prism6
editrice politecnica napoli srl
tutti i diritti riservati
all rights reserved

Contents / Sommario

9	Foreword / Introduzione Nicolò D’Amico
10	<i>Starlight</i>: the origins of Astrophysics in Italy <i>Starlight</i>: la nascita dell’astrofisica in Italia Ileana Chinnici
14	The origins of Astrophysics in Florence
15	Le origini dell’astrofisica a Firenze Antonella Gasperini, Daniele Galli, Simone Bianchi
36	Rome, capital of Astrophysics
37	Roma, capitale dell’astrofisica Aldo Altamore, Marco Faccini, Francesco Poppi
56	The Solar Eclipse of 1870: a new perspective for Italian Astrophysics
57	L’eclisse di Sole del 1870: una nuova prospettiva per l’astrofisica italiana Emilia Olostro Cirella, Mauro Gargano
80	The development of solar physics in 19th century
81	Lo sviluppo della fisica solare nel XIX secolo Ileana Chinnici
104	An italian scientific Society for Astrophysics
105	Una Società scientifica italiana per l’Astrofisica Valeria Zanini, Simone Zaggia
125	Bibliograhay and archival sources / Bibliografia e fonti archivistiche

Foreword / Prefazione

Nicolò D’Amico

The contribution of Italian astronomers to the spectroscopic analysis of starlight is one of the milestones in the birth of astrophysics in the 19th century. Since then, this discipline has taken giant steps, and today the most inspiring astronomical pictures are available to everyone: shots by interplanetary probes regularly visiting the solar system and providing us with spectacular pictures of mysterious landscapes, photographs of remote galaxies offering a perspective view of the immensity of the universe. It is certainly a matter of pride remembering the people and the circumstances originating this cultural revolution in our Country.

However, some “specialized” sides of modern astronomy and especially of its instruments, are still obscure to many of us. Though at first it may seem that in these niches scientists simply enjoy themselves testing increasingly sophisticated devices and carrying out more and more difficult observations, it is just these new frontiers of astrophysics that have changed and are radically changing our lives. With the same passion held by the Italian astronomers of the past, scientists today observe the universe at all wavelengths of the electromagnetic spectrum, discovering more and more complex and intriguing phenomena and developing growingly advanced and innovative techniques. And when ingenuity combines with passion, that very same ingenuity and passion animating the astronomers of the past, it turns out that the techniques devised by scientists to dig up the secrets of Nature end up changing our lifestyle. It’s the case of WI-FI, a device invented and patented by Australian astronomers, which today has literally invaded and changed our lives.

Retracing the steps of the birth of modern astrophysics is not just a fascinating leap into the past, but a real lesson of life. In a more and more hurried society, too much focused on consumer goods, a pause to ponder on the personalities and the circumstances that played a seminal role in the development of our knowledge and lifestyle, can revitalize general interest and focus attention to culture and knowledge. Those who are passionate about our heritage are too often considered as out of fashion nostalgics. On the contrary, these passionate people hold the great baton of life.

Il contributo degli astronomi italiani all’analisi spettroscopica della luce stellare costituisce una delle pietre miliari della nascita dell’astrofisica nel diciannovesimo secolo. Da allora questa disciplina ha fatto passi da gigante, e oggi le immagini astronomiche più suggestive sono ora alla portata di tutti. Dalle riprese delle sonde interplanetarie robotiche che visitano ormai regolarmente il sistema solare e ci forniscono spettacolari immagini di paesaggi misteriosi, alle immagini di galassie lontane che ci danno una visione di quanto sconfinato sia l’Universo. È certamente motivo di orgoglio celebrare i personaggi e le circostanze che nel nostro Paese hanno generato questa rivoluzione culturale. Eppure, alcuni aspetti un po’ “specialistici” dell’astronomia moderna e soprattutto dei suoi strumenti di lavoro, rimangono spesso oscuri a molti di noi. Sebbene a prima vista sembra che si tratti di “nicchie” in cui gli scienziati semplicemente si “divertono” a sperimentare dispositivi sempre più raffinati, e a fare osservazioni sempre più “difficili”, sono proprio le nuove frontiere dell’astrofisica che hanno cambiato e stanno cambiando radicalmente la nostra vita. Con la stessa passione degli astronomi italiani dell’epoca, gli scienziati di oggi osservano l’Universo a tutte le lunghezze d’onda dello spettro elettromagnetico, scoprendo fenomeni sempre più complessi e intriganti, e sviluppando tecniche di misura sempre più avanzate e raffinate. E quando alla passione si unisce l’inventiva, quella stessa passione e inventiva che animava gli astronomi di allora, succede che le tecniche messe a punto dagli scienziati per affondare le mani nei segreti della Natura finiscono poi per cambiare la società. Basti pensare al WI-FI, un dispositivo inventato e brevettato dagli astronomi australiani, che oggi ha letteralmente invaso e cambiato la nostra vita.

Ripercorrere le tappe della nascita dell’astrofisica moderna non costituisce solo un affascinante tuffo nel passato, ma è un’autentica lezione di vita. In una società sempre più frettolosa e troppo attenta ai beni di consumo, indulgiare sui personaggi e le circostanze che hanno avuto un ruolo seminale nello sviluppo del nostro sapere e del nostro stile di vita rivitalizza l’interesse e l’attenzione di tutti noi verso la cultura e la conoscenza. Troppo spesso gli appassionati del nostro patrimonio storico vengono additati come dei nostalgici ormai fuori moda. Non è così, questi appassionati custodiscono un grande testimone di vita.



Starlight: the origins of Astrophysics in Italy *Starlight: la nascita dell'astrofisica in Italia*

Ileana Chinnici

It is almost unknown that Astrophysics was born in Italy and that several Italian astronomers gave a crucial contribution to its development. They were actually among the first ones who applied physics in the astronomical domain, thanks to the use of spectroscopic means and photographic techniques. Spectral lines, obtained by dispersing starlight through glass prisms or diffraction gratings, were firstly observed at the beginnings of 19th century and decoded around the half of that century as “markers” of the chemical and physical composition of stars’ atmospheres. They had an enormous potentiality of investigation since they allowed to know the physics-chemistry of the Universe. Several Italian astronomers first recognized this potentiality and exploited it, inaugurating a “new astronomy” (namely, astrophysics).

This exhibition is aimed at illustrating their contribution, through the remaining material memories: books, papers and instruments, today belonging to the National Institute for Astrophysics (INAF). As well as *AStrum 2009* exhibition, STARLIGHT too originates from the synergy among INAF museums, libraries and archives and from the passion to preserve and make known this heritage. STARLIGHT has been conceived as a “network” exhibition, spread over the entire Italian territory: five sites strongly related to the exhibition theme have been chosen, namely the Observatories of Florence (Arcetri), Rome, Palermo, Naples (Capodimonte) and Padua, and each of them has been charged to host one section of the exhibition, on the base of the historical materials kept there, sometimes enriched by adding a few significant items on loan.

Therefore, in 1860 in Florence for the very first time a spectroscope was used to analyze star light (later also cometary light) by Giovan Battista Donati, who immediately noticed that stars of the same colour showed similar spectra. This communication by Donati drove the attention of father Angelo Secchi, director of Collegio Romano Observatory, who started some studies which led him, between the years 1863 and 1872, to formulate one of the first spectral classifications of stars. Moreover Secchi, together with Lorenzo Respighi, is among the founders of solar physics: the former was the author of one of the main 19th century treatises on the Sun; the latter was an assiduous observer of the chromosphere with the spectroscope and studied

Pochi sanno che l'astrofisica è nata in Italia e che diversi astronomi italiani hanno dato un apporto determinante al suo sviluppo. Furono tra i primi, infatti, ad applicare la fisica in campo astronomico, con l'uso di mezzi spettroscopici e tecniche fotografiche. Le righe spettrali, ottenute disperdendo la luce stellare con prismi di vetro o reticoli di diffrazione, osservate per la prima volta ai primi dell'Ottocento e decodificate intorno alla metà del secolo come “marcatori” della composizione chimica delle atmosfere stellari, contenevano infatti un potenziale investigativo enorme che permetteva finalmente di conoscere la composizione chimico-fisica dell'Universo. Diversi astronomi italiani furono tra i primi a riconoscere questo potenziale e a sfruttarlo, inaugurando una “nuova astronomia” (l'astrofisica, appunto).

L'intento di questa mostra è quello di illustrare il loro contributo, attraverso le testimonianze materiali che di esso rimangono: libri, carte e strumenti, oggi patrimonio dell'Istituto Nazionale di Astrofisica. Come la mostra *AStrum 2009*, anche *Starlight* nasce dalla sinergia tra musei, biblioteche ed archivi dell'INAF, e dalla passione con cui si vuol tutelare e far conoscere questo patrimonio. *Starlight* è stata pensata come mostra “a rete”, diffusa su tutto il territorio italiano: sono state identificate cinque sedi rappresentative del tema della mostra e cioè gli Osservatori di Firenze (Arcetri), Roma, Palermo, Napoli (Capodimonte) e Padova, e ad ognuna di queste sedi è stata affidata la realizzazione di una sezione della mostra, pertinente ai materiali storici ivi conservati, talvolta arricchita da prestiti significativi.

Così, Firenze nel 1860 ha visto la primissima applicazione di uno spettroscopio per analizzare la luce stellare (poi anche cometaria) da parte di Giovan Battista Donati, il quale notò subito che stelle dello stesso colore avevano spettri simili. Questa nota di Donati richiamò l'attenzione di padre Angelo Secchi, direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano, il quale intraprese una serie di studi che lo portarono, tra il 1863 e il 1872, a formulare una delle prime classificazioni spettrali delle stelle. Secchi, insieme a Lorenzo Respighi, è tra i fondatori della fisica solare: il primo, infatti, fu autore di uno dei principali trattati dell'Ottocento sul Sole; il secondo, fu un assiduo osservatore della cromosfera allo spettroscopio e studiò

1 firenze

the correlation among sunspots, faculae and prominences. The same investigations were carried out in Palermo by Pietro Tacchini and, in Padua, by Giuseppe Lorenzoni, both members of the Italian expedition to Sicily for the observation of the total solar eclipse of 1870, together with Arminio Nobile, from Capodimonte Observatory, and Secchi and Donati. Their cooperation paved the way to the establishment of the Società degli Spettroscopisti Italiani in 1871, the first scientific society specialized in astrophysics, which counted among the most active members Tacchini in Palermo (he was President of the society and Editor of the *Memorie*, which are today considered the first astrophysical journal), Secchi in Rome and Lorenzoni in Padua. As it is evident, there is a connection which links each other the sections of the exhibition, as to stress its unity: in the years related to the Unity of Italy, there is somehow an attempt to build also a unity in astronomy – an unsuccessful attempt, due to the resistances opposed to defend the various localisms. In the following decades, especially in the US, George Ellery Hale will recognize openly the cultural and scientific debt of astrophysics with the early Italian spectroscopists.

Current Italian astrophysics – therefore, INAF – has the task to preserve this scientific heritage, keeping a living memory of it, and to maintain this tradition, through new important scientific results.

la correlazione tra macchie, facole e protuberanze. Questi stessi studi vennero ripresi a Palermo da Pietro Tacchini e, a Padova, da Giuseppe Lorenzoni, entrambi membri della spedizione italiana in Sicilia che osservò l'eclisse totale di Sole del 1870, di cui fece parte anche Arminio Nobile, dell'Osservatorio di Capodimonte, insieme a Secchi e Donati. Vennero così poste le basi per la fondazione, nel 1871, della Società degli Spettroscopisti Italiani, la prima società scientifica dedicata all'astrofisica, i cui soci più attivi saranno Tacchini a Palermo (che ne fu Presidente ed editore delle *Memorie*, oggi considerata la prima rivista di astrofisica), Secchi a Roma e Lorenzoni a Padova.

Come si può notare, c'è un filo logico-narrativo che collega, intreccia e rimanda continuamente l'una all'altra le sezioni della mostra, a sottolinearne l'unitarietà: negli anni che segnano l'Unità d'Italia, si assiste infatti al tentativo di costruire anche un'astronomia unitaria – tentativo che tuttavia fallirà, per la resistenza opposta in difesa dei vari localismi. Nei decenni successivi, soprattutto negli Stati Uniti, George Ellery Hale riconoscerà apertamente il debito culturale e scientifico dell'astrofisica nei confronti dei primi spettroscopisti italiani.

All'astrofisica italiana di oggi – e quindi all'Istituto Nazionale di Astrofisica – il compito di conservare questa eredità scientifica, tenendone viva la memoria, e di attualizzarla, con nuovi e importanti risultati scientifici.

The origins of Astrophysics in Florence

Simone Bianchi, Daniele Galli, Antonella Gasperini

Around the middle of the 18th century, the study of astronomy in Tuscany experienced a new flourishing, thanks to the support given by the Grand Duke Pietro Leopoldo (1747-1792) to the diffusion of technical and scientific culture inspired by the Enlightenment values of public education and progress. In 1775 the Grand Duke founded the *Imperial Regio Museo di Fisica e Storia Naturale*, which was to include also an observatory, equipped with meteorological and astronomical instruments, able to compete with similar European institutions. The observatory was built between 1780 and 1789 on the tower (the *Specola*) of the ancient *Palazzo Torrigiani* in Via Romana, home of the Museum (MINIATI 1984). In 1831 the Grand Duke Leopoldo II of Lorraine (1797-1870) appointed the modenese Giovan Battista Amici (1786-1863) as Director of the institute. Upon his arrival in Florence, Amici, an excellent optician, established in the Museum’s ground floor a workshop for the construction of precision instruments, microscopes and astronomical objectives. Since 1852, Amici was assisted by a young apprentice graduated at the University of Pisa, Giovan Battista Donati (1826-1873), who in 1859 became his successor at the Direction of the Observatory (fig. 1). With Donati, astronomy in Florence took a new course in unprecedented directions. In 1858 the name of Donati became worldwide famous following the discovery of one of the most spectacular comets of the 19th century, the great comet Donati, the third of the five discovered by him¹. Thus, *from being a*

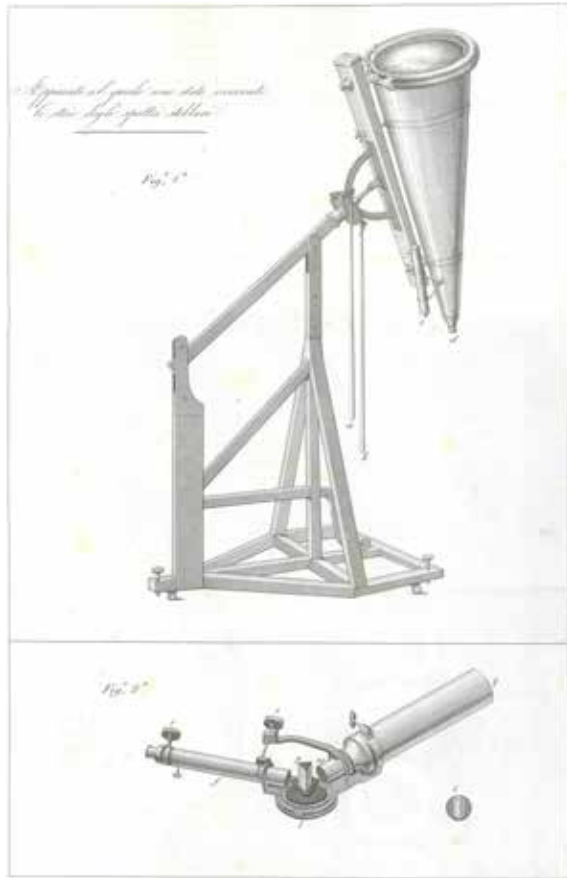
comparatively obscure observer, Donati found himself suddenly the astronomical hero of the day, for his brilliant comet not only formed an interesting subject for intelligent study [...] but it also created for a time a lively taste for astronomy among all classes of the community (DUNKIN 1874). Donati gave a strong impetus to the development of astronomy in Florence, increasing the observations (quite neglected by Amici) and promoting the production of optical and mechanical instruments for astronomical use. In these years around 1860 new observational techniques and new directions of research begin to circulate in the astronomical community, marking the passage from classical astronomy, based on the determination of accurate stellar positions and calculations of orbital elements, to a “physical astronomy” aimed at understanding the physical constitution of the heavenly bodies. In particular, in the years between 1857 and 1860, Donati performed some pioneering experiences of stellar spectroscopy with an instrument assembled adapting a burning lens from 1690, from the Museum’s collections, to a single prism spectroscope built in collaboration with Amici (fig. 2; Fi. 01). The results of this research were described in a memoir dated August 30, 1860 and published in 1862 (DONATI, 1862a; 1862b)². The interest of Donati for spectral analysis originated from problems still rooted into classical astronomy, and in particular from the possibility offered by spectroscopy to obtain a better accuracy in the measurements of stellar positions (see CHINNICI 2000; CHINNICI, GASPERINI 2012). In Donati’s words: *It seems to*

Le origini dell’astrofisica a Firenze

Simone Bianchi, Daniele Galli, Antonella Gasperini

Intorno alla metà del Settecento, gli studi di astronomia in Toscana conobbero una nuova fioritura grazie soprattutto all’opera di promozione della cultura tecnico-scientifica del granduca Pietro Leopoldo (1747-1792), ispirata ai valori illuministici di educazione pubblica e progresso. Nel 1775 il granduca fondò a Firenze l’Imperial Regio Museo di Fisica e Storia Naturale che doveva comprendere anche un osservatorio fornito di strumenti astronomici e meteorologici in grado di competere con le analoghe istituzioni europee. L’osservatorio fu costruito tra il 1780 e il 1789 sulla torre (la *Specola*) dell’antico Palazzo Torrigiani in via Romana, sede del Museo (MINIATI 1984). Nel 1831 il granduca Leopoldo II di Lorena (1797-1870) chiamò il modenese Giovan Battista Amici (1786-1863) a dirigere l’osservatorio fiorentino. Amici era soprattutto un eccellente ottico e, al suo arrivo a Firenze, fece predisporre alcuni ambienti del piano terreno del Museo adattandoli ad officina per la costruzione di strumenti di precisione, microscopi ed obbiettivi astronomici. Dal 1852 Amici fu affiancato da un giovane apprendista, il pisano Giovan Battista Donati (1826-1873), che nel 1859 ne divenne il successore alla direzione della Specola (fig. 1). È con Donati che l’astronomia fiorentina si sviluppa pienamente e in direzioni originali. Il nome dell’astronomo pisano divenne improvvisamente famoso in tutto il mondo nel 1858 grazie alla scoperta di una delle più spettacolari comete del XIX secolo, la grande cometa Donati, terza delle cinque da lui scoperte¹. Così, *da essere un osservatore relativamente sconosciuto, Donati diventò*

improvvisamente l’eroe astronomico del momento, in quanto la sua luminosa cometa non solo costituì un soggetto interessante per studi intelligenti, ma anche produsse in persone di tutte le classi un vivace interesse per l’astronomia (DUNKIN 1874, t.d.a.). Donati dette un forte impulso allo sviluppo dell’astronomia a Firenze, sia dal punto di vista delle osservazioni (abbastanza trascurate da Amici) sia per quanto riguarda la costruzione di strumenti ottici e meccanici di precisione per uso astronomico. In questi anni di metà Ottocento iniziano ad affacciarsi nella comunità astronomica nuove problematiche e nuove tecniche di osservazione, che segneranno il passaggio dall’astronomia classica, basata sulla determinazione di posizioni accurate degli astri e calcolo di orbite, a un’*astronomia fisica* rivolta allo studio della costituzione dei corpi celesti. In particolare, negli anni tra il 1857 e il 1860, Donati compì alcune fondamentali esperienze di spettroscopia stellare con uno strumento da lui costruito, sotto la guida di Amici, adattando una lente ustoria risalente al 1690, conservata presso il Museo, ad uno spettroscopio a prisma singolo (fig. 2; Fi. 01). I risultati di queste ricerche furono descritti in una Memoria datata 30 agosto 1860 e pubblicata nel 1862 (DONATI, 1862a; 1862b)². L’interesse di Donati per l’analisi spettrale nasce da motivazioni ancora legate all’astronomia classica, e in particolare dalla possibilità offerta dalla spettroscopia di ottenere una migliore accuratezza nella misura delle posizioni delle stelle (cfr. CHINNICI 2000; CHINNICI, GASPERINI 2012). Scrive infatti Donati: *Questa determinazione del vario grado di refrangibilità delle diverse luci*



1. Giovan Battista Donati, Fratelli Alinari, Florence, circa 1860 (Biblioteca Malatesta, Fondo Comandini FFC 229) / Giovan Battista Donati, Fratelli Alinari, Firenze, circa 1860 (Biblioteca Malatestiana, Fondo Comandini, FFC 229)

2. The apparatus used by Donati to observe stellar spectra and the spectrum of comet C/1864 N1. Table I in Donati (1866) / L'apparato con cui Donati osservò gli spettri stellari e lo spettro della cometa C/1864 N1, tavola I in Donati (1866)

me that this determination of the various degrees of dispersion of the different lights emanating from each star can lead to the improvement of the corrections of astronomical refraction: they will depend not only on the height of the star, and on all other causes so far known, but they will also depend on the nature of the light that the star emits. Maybe this correction will be marginal; however I cannot know until I have made other observations and the relative calculations³.

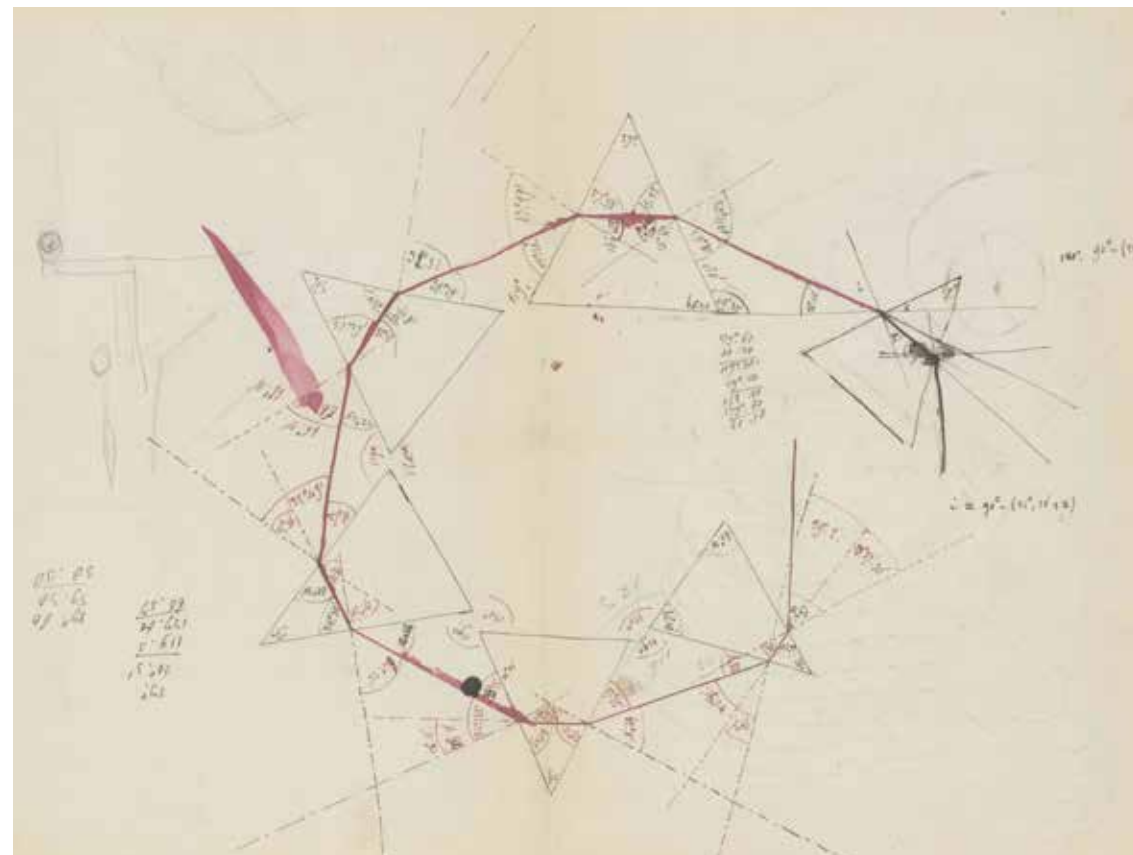
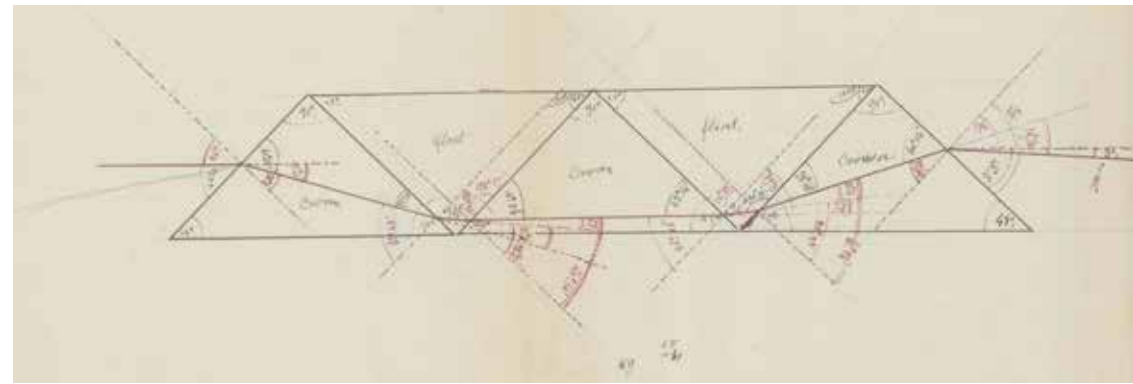
Already since 1856, however, Donati was aware of the importance of establishing a connection between the dark lines observed in stellar spectra (called *striae* at the time) with those observed by Fraunhofer and others in the solar spectrum (see Na. 01, Pa. 06): *I think that perhaps it might be useful to determine the refractive index of the main black or bright striae contained in each particular spectrum; so we would come to know if among those there are some which correspond to striae in the solar spectrum, because I would analyze stellar and solar striae using always the same prism. Physicists say vaguely that stellar striae do not correspond to solar lines; but (to my knowledge) they have not determined exactly the refractive index of the stellar striae*⁴.

In the Memoir of 1862 Donati mentions the unexpected discovery of a close correlation between the spectra and the colors of the stars: *It seems that the striae in stellar spectra are in a certain relationship with the color corresponding to the various stars* (see Fi. 02). In fact, as we know today, the color and the spectrum of a star both depend on its effective temperature (approximately its surface temperature). The experiences of stellar spectroscopy by Donati, carried

on in a more systematic way by Father Angelo Secchi (1818-1878) in the following years at the Osservatorio del Collegio Romano on a larger sample of stars, laid the foundations of spectral classification (see Fi. 03), opening the way to new considerations on the constitution and evolution of stars (see CHINNICI 2005).

In addition to stars, Donati extended its spectroscopic observations to the Sun, to comets and, ultimately, to the aurora borealis (see Pa. 13). In particular, in August 1864, he was the first to observe the spectrum of a comet (see Fi. 04), discovered one month before in Marseille by the German astronomer Ernst Wilhelm Leberecht Tempel (1821-1889). The spectrum of Comet Tempel showed three large bright lines or emission bands, in blue, in blue-green and yellow-green, which we now know to be produced by the molecule of diatomic carbon. Donati concluded that *by comparing the spectra of different comets between them, and to the spectra of other light sources, we will come to know more about the ever mysterious nature of these stars* (DONATI 1864 translated by the author). After just four years from his Memoir on stellar spectra, it had become clear to Donati and his contemporaries, thanks to the fundamental spectroscopy experiments conducted in the laboratory by Kirchhoff and Bunsen in the 1860s (see Pa. 01), that the new technique could open the way to an understanding of the physical nature and chemical composition of the heavenly bodies, a possibility at the time considered remote if not impossible (see Fi. 05, Sect. 3).

In 1863, following Amici's death, Donati participated



3. Drawing of the optical path through a direct-vision prism (top) and the system of six prisms designed by Donati (bottom). Manuscript by Donati, sd. (INAF-Arcetri Astrophysical Observatory, Historical Archive) / Disegno del cammino ottico attraverso un prisma a visione diretta (in alto) e al sistema a sei prismi ideato da Donati (in basso), di mano di Donati, s.d., (INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Archivio Storico)

*emanate da ciascuna stella, mi sembra che possa portare ancora al miglioramento delle correzioni delle rifrazioni astronomiche: le quali non dipenderanno soltanto dall'altezza della stella, e da tutte le altre cause fin ora note, ma dovranno dipendere ancora dalla natura della luce che la stella emana. Forse questa correzione sarà insensibile; ma ciò non posso saperlo finché non avrò fatto altre osservazioni ed i calcoli relativi*⁵.

Già dal 1856 non era però sfuggita a Donati l'importanza di mettere in relazione le righe scure osservate negli spettri stellari (all'epoca chiamate *strie*) con quelle osservate da Fraunhofer e da altri nello spettro solare (cfr. Na. 01, Pa. 06): *[...] credo che forse sarebbe utile il determinare l'indice di rifrazione delle principali strie nere o lucide che saranno contenute in ciascuno spettro particolare; così si verrebbe a conoscere se fra quelle strie ve ne sieno mai alcune che abbiano delle corrispondenti nello spettro solare; poiché io studierei le strie solari e le stellari facendo sempre uso del medesimo prisma. I Fisici dicono vagamente che le strie stellari non corrispondono*

*alle solari; ma non hanno (per quanto ne sappia) determinato esattamente l'indice di rifrazione delle strie stellari*⁶.

Nella Memoria del 1862 Donati accenna anche all'inattesa scoperta di una stretta correlazione tra spettri e colori delle stelle: *[...] sembra risultare che le strie degli spettri stellari siano in una certa relazione col colore corrispondente alle varie stelle* (cfr. Fi. 02). Come sappiamo oggi, sia il colore che lo spettro di una stella dipendono dalla sua temperatura efficace (all'incirca la temperatura superficiale).

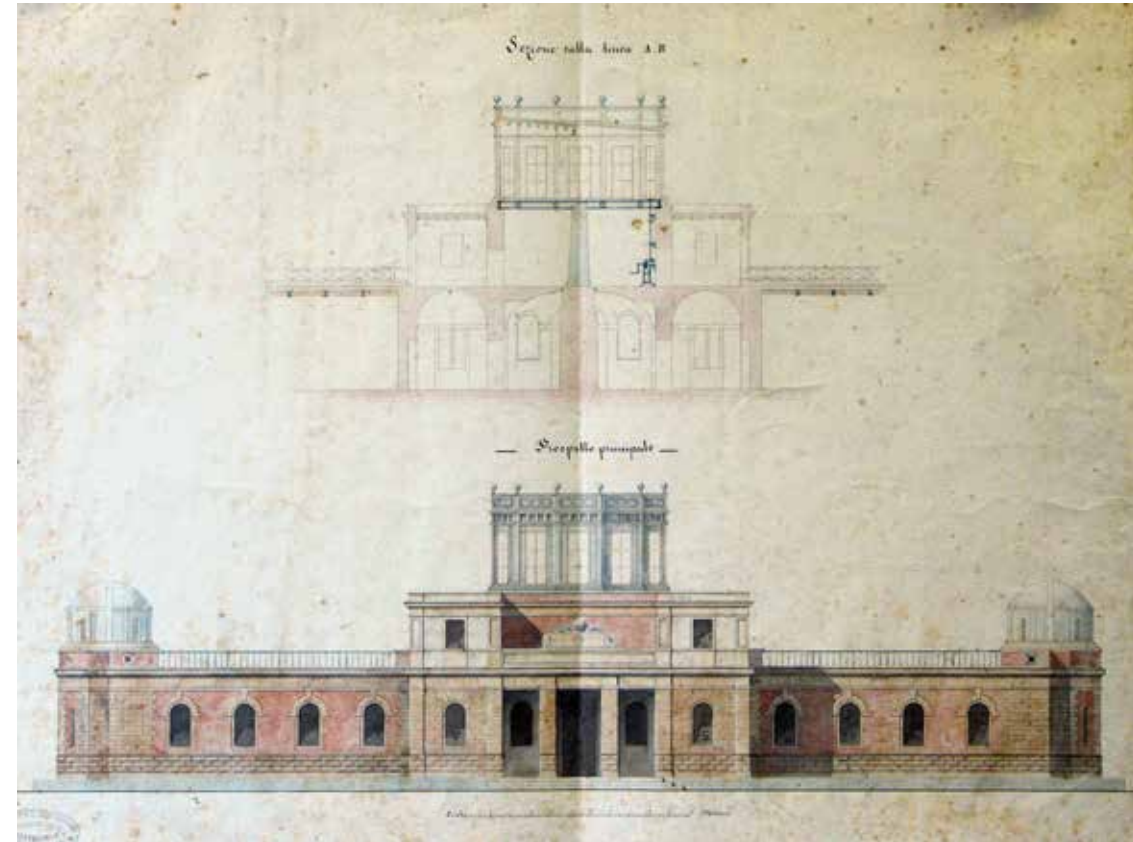
Le esperienze di spettroscopia stellare di Donati, riprese negli anni immediatamente successivi da padre Angelo Secchi (1818-1878) all'Osservatorio del Collegio Romano, ed estese a un campione più ampio di stelle in maniera ben più sistematica, permetteranno a Secchi di gettare le fondamenta della classificazione spettrale (cfr. Fi. 03), aprendo la via a nuove considerazioni sulla costituzione e l'evoluzione delle stelle (cfr. CHINNICI 2005). Oltre alle stelle, Donati estese le sue osservazioni spettroscopiche



4. Giovan Battista Donati, with Gaetano Cacciatore and Paolo Cantoni, during the expedition to Sicily to observe the eclipse of 1870 (INAF-Monte Porzio Astronomical Observatory, Historical Archive, Museo Astronomico e Copernicano) / Giovan Battista Donati, insieme a Gaetano Cacciatore e Paolo Cantoni, in occasione della spedizione in Sicilia per l'osservazione dell'eclisse del 1870 (INAF-Osservatorio Astronomico di Monte Porzio, Archivio Storico Museo Astronomico e Copernicano)

actively to the design and production of spectroscopes for astronomical observations. The astronomer realized the need to have in Italy a manufacture of scientific instruments that could compete with foreign products, and firmly believed that the scientific progress of the Country were to advance in parallel with technological development: *As for me, I think that if an Italian astronomer or physicist came back to life in two or three centuries, and wanted to have an idea whether his science will be more or less advanced and developed than at the present time, he [...] should ask: - "Are there workshops of astronomical or physical instruments?" - If yes, astronomy and physics have progressed in the intervening time; if not, [...] neither astronomy nor physics will have had any real and flourishing development. Mechanical instruments are the scientists' weapons. Woe to the nation that for them must rely on foreigners!* (DONATI 1868, t.d.a.). With these beliefs, starting from 1864 Donati supported, together with other

sponsors, the *Officina* (workshop) of scientific and optical instruments of the mechanic Giuseppe Poggiali (1820-1892), that after a few years changed its name in *Officina Galileo* (MESCHIARI 2005). Already in 1865 Donati had proposed to his colleagues, including Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910), a spectroscope for astronomical use produced by the *Officina Poggiali* (see Fi. 06). The instrument used a direct-vision prism, or a series of prisms arranged in such a way as to disperse the light in the same direction as the telescope's axis, thereby making the pointing easier. Following Amici's design (DONATI 1862a), the direct-vision prism consisted of two prisms of crown glass and one of flint glass. For the spectroscope produced at the *Officina*, however, the adopted solution was a design characterized by a higher dispersive power, proposed by the French astronomer Pierre Jules César Janssen (1824-1907) and produced by the



5. Project of the Arcetri Observatory. Undated, (INAF-Arcetri Astrophysical Observatory, Historical Archive) / Progetto dell'Osservatorio di Arcetri, s.d., Archivio Storico Osservatorio di Arcetri (INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Archivio Storico)

al Sole, alle comete e, in ultimo, alle aurore boreali (cfr. Pa. 13). In particolare, nell'agosto 1864, egli fu il primo a osservare lo spettro di una cometa (cfr. Fi. 04), quella scoperta il mese prima a Marsiglia dall'astronomo tedesco Ernst Wilhelm Leberecht Tempel (1821-1889). Lo spettro della cometa di Tempel presentava tre larghe righe luminose o bande di emissione, nel blu, nel blu-verde e nel giallo-verde, che oggi sappiamo essere prodotte dalla molecola di carbonio biatomico. Donati ne concluse che *confrontando gli spettri di diverse comete tra loro, e agli spettri di altre sorgenti luminose, potremo arrivare a conoscere qualcosa di più sulla natura sempre misteriosa di questi astri* (DONATI 1864, t.d.a.). A distanza di soli quattro anni dalla Memoria sugli spettri stellari, è ormai evidente, grazie soprattutto ai fondamentali esperimenti di spettroscopia condotti in laboratorio da Kirchhoff e Bunsen intorno al 1860 (cfr. Pa. 01), che la nuova tecnica può aprire la strada verso la comprensione della natura fisica e della composizione chimica dei corpi celesti, una possibilità all'epoca ritenuta remota se non impossibile (cfr. Fi. 05, Sez. 2). Nel 1863, in seguito alla morte di Amici, Donati prese parte attiva nella progettazione e costruzione di strumenti per le osservazioni spettroscopiche. L'astronomo sentiva la necessità di avere in Italia una manifattura di strumenti scientifici in grado di rivaleggiare con quelle straniere e credeva fermamente che il progresso scientifico del paese dovesse procedere di pari passo con quello tecnologico: *Per me io penso che se fosse possibile che un astronomo ed un fisico italiano tornasse in vita fra due o tre secoli, e che volesse farsi subito un'idea se la propria scienza sarà allora più o meno progredita*

e sviluppata che ora, esso [...] dovrebbe dimandare: - "Vi sono officine di istrumenti astronomici? Ve ne sono di istrumenti di fisica?" - Se sì, l'astronomia e la fisica avranno nell'intervallo progredito; se no, [...] né l'astronomia, né la fisica vi avranno avuto in quel periodo una vita vera e diffusa. Gli apparecchi meccanici sono le armi degli scienziati. Disgraziata quella nazione che deve ricorrere per essi agli stranieri! (DONATI 1868). Fu con queste convinzioni che, a partire dal 1864, Donati sostenne, insieme ad altri finanziatori, l'*Officina di strumenti ottici e matematici* del meccanico Giuseppe Poggiali (1820-1892), che dopo pochi anni prese il nome di *Officina Galileo* (MESCHIARI 2005). Già nel 1865 Donati aveva proposto ai suoi colleghi, fra cui Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910), uno spettroscopio per uso astronomico prodotto dall'*Officina Poggiali* (cfr. Fi. 06). Lo strumento utilizzava un prisma a visione diretta, ovvero una serie di prismi che permetteva di disperdere la luce nella stessa direzione dell'asse del telescopio, facilitando così il puntamento. Il prisma a visione diretta costituito da due prismi di vetro crown e uno di vetro flint era stato ideato da Amici (DONATI 1862a). Per lo spettroscopio dell'*Officina* venne però preferita la soluzione a più alto potere dispersivo proposta dall'astronomo francese Pierre Jules César Janssen (1824-1907) e prodotta dall'ottico parigino Hoffman (Janssen 1862), costituita da 5 prismi (tre di crown, due di flint; vedi fig. 3). In occasione dell'Eclisse di Sole del 22 dicembre 1870 (fig. 4), l'*Officina* – che già aveva assunto il nome Galileo – realizzò una montatura equatoriale per un telescopio Fraunhofer da 11 cm dell'Osservatorio fiorentino e, presumibilmente,

Parisian optician Hoffman (Janssen 1862), consisting of five prisms (three of crown glass, two of flint glass; see fig. 3). On the occasion of the solar eclipse of December 22, 1870 (fig. 4), the *Officina*, which had already taken the name *Galileo*, realized an equatorial mount for an 11-cm Fraunhofer telescope, and, presumably, a new spectroscope to be used with that telescope. The instrument, devised by Donati, deviated from the previous design, while maintaining an “almost direct” vision, and used a combination of 6 prisms of flint glass (fig. 3) arranged in a spiral to obtain a greater dispersion (see Fi. 07). Following the observing program set by Secchi, Donati was assigned to examine whether the spectroscopic observations of solar prominences made in full light⁵ differed from those obtained during the totality of the eclipse. In the short time allowed by the variable cloud coverage in the station of Augusta, the instrument allowed him to study the considerable extension of the protuberances in the D₃ line of helium, an element at the time still unknown on Earth (CACCIATORE 1872). Another “Great spectroscope with 25 prisms, for solar observations by Professor G.B. Donati” was built around 1872, and later inserted in the catalog of the *Officina Galileo* (OFFICINA GALILEO 1881). The instrument combined three direct-vision prisms (each consisting of five prisms) with a spiral arrangement of 10 prisms of flint glass, to achieve an even greater dispersion than the previous model (see Fi. 08). Donati used it, together with the Fraunhofer telescope, to observe the solar spectrum. Observing the line C (H α) of hydrogen, he noticed the line inversion (i.e. the conversion of an absorption line into an emission line) over a few sunspots (DONATI 1872). He also confirmed the larger extension of the protuberances in the helium line already observed during the eclipse of 1870 (DONATI 1872b).

Donati’s numerous commitments certainly hampered a continuous and systematic activity in astrophysics on his side. In the last years of his life, he addresses the study of terrestrial magnetism and aurorae, which he viewed as manifestations of a *cosmic meteorology*. In particular, he made spectroscopic observations of the great aurora borealis visible in Florence on February 4, 1872, noting the bright green emission line due to atomic oxygen (DONATI 1872c). However, it was especially the effort to design and build a new observatory to occupy the final years of Donati (BIANCHI ET AL. 2013a). The inadequacy of the premises of the Museum was even more evident than before: the building was unstable and its movements undermined the reliability of astronomical measurements. More appropriate sites were considered, including Forte San Giorgio on the Belvedere hill, or the Giardino del Cavaliere in the Boboli Garden. The final choice was the hill of Arcetri (fig. 5), where the construction of the observatory proceeded among the vicissitudes of the newborn Kingdom of Italy and the transfer of the capital to Florence⁶. After the sudden death of Donati by cholera in 1873, the astrophysical research in Florence was long neglected. For years, the only astronomer working in the new Astronomical Observatory was the already mentioned Wilhelm Tempel (Fi. 09), who devoted his activity to visual observations and the discovery of new nebulae (see Fi. 10 and Fi. 11). Astrophysics started again in Arcetri in the 1920’s, with the changing of name to Astrophysical Observatory and the construction of the Solar Tower (GASPERINI ET AL. 2004). Donati was indirectly involved in this new turn: the Solar Tower was in fact partly financed with funds raised for the construction of a bust in his memory (BIANCHI ET AL. 2015; see Fi. 12).

un nuovo spettroscopio da utilizzare con quel telescopio. Lo strumento, ideato da Donati, si discostava dal disegno precedente – pur mantenendo una visione “quasi” diretta – e utilizzava una combinazione di 6 prismi di vetro flint (fig. 3) disposti a spirale per ottenere una maggiore dispersione (cfr. Fi. 07). Seguendo il programma suggerito da Secchi, Donati avrebbe dovuto verificare se le osservazioni spettroscopiche delle protuberanze solari fatte in piena luce⁵ differivano da quelle ottenute durante la totalità dell’eclisse. Nel poco tempo permesso dalla mutevole copertura del cielo nella stazione di Augusta, lo strumento permise di studiare la notevole estensione delle protuberanze nella riga D₃ dell’elio, elemento allora sconosciuto in ambito terrestre (CACCIATORE 1872). Un ulteriore “Grande spettroscopio a 25 prismi, per osservazioni solari del prof. G.B. Donati” fu poi realizzato intorno al 1872, e messo successivamente in catalogo dall’Officina Galileo (OFFICINA GALILEO 1881). Lo strumento combinava tre prismi a visione diretta (ciascuno composto da 5 prismi) con una disposizione a spirale di ben 10 prismi di vetro flint, per raggiungere una dispersione ancor maggiore del modello precedente (cfr. Fi. 08). Donati se ne servì, insieme al telescopio Fraunhofer, per osservare lo spettro solare. Osservando la riga C (H α) dell’idrogeno ne notò l’inversione (ovvero il passaggio da riga di assorbimento a riga di emissione) sopra alcune macchie solari (DONATI 1872a); confermò poi la maggiore estensione delle protuberanze nella riga dell’elio già osservata durante l’eclisse del 1870 (DONATI 1872b). I molteplici impegni di Donati certamente furono di ostacolo a un più continuo e sistematico lavoro nel campo dell’astrofisica. Fra i suoi interessi preminenti dell’ultimo lustro della sua vita possiamo ricordare lo studio

del magnetismo terrestre e delle aurore, da lui viste come manifestazioni di una *meteorologia cosmica*. In particolare, della grande aurora boreale che fu visibile il 4 febbraio 1872 anche a Firenze, Donati fece delle osservazioni spettroscopiche, notando la brillante riga verde in emissione dovuta all’ossigeno atomico (DONATI 1872c). Ma fu essenzialmente l’impegno profuso per la progettazione e la costruzione di un nuovo osservatorio astronomico a occupare gli ultimi anni di vita di Donati (BIANCHI ET AL. 2013a). L’inadeguatezza dei locali del Museo era risultata sempre più evidente: la fabbrica dell’osservatorio era instabile e con i suoi movimenti comprometteva l’attendibilità delle misure astronomiche. Furono allora presi in considerazione alcuni siti più idonei, fra cui il Forte San Giorgio sulla collina del Belvedere o il Giardino del Cavaliere all’interno del Giardino di Boboli. La scelta cadde infine sulla collina di Arcetri (fig. 5) dove la costruzione dell’osservatorio procedette tra le alterne vicende del neonato Regno d’Italia e del trasferimento a Firenze della capitale⁶. Dopo l’improvvisa morte di Donati per colera nel 1873, la ricerca astrofisica a Firenze fu a lungo negletta. Per anni l’unico astronomo al lavoro nel nuovo Osservatorio astronomico di Arcetri fu il già ricordato Wilhelm Tempel (Fi. 09), che si dedicò all’osservazione visuale e alla scoperta di nuove nebulose (cfr. Fi. 10 e Fi. 11). L’astrofisica tornò di nuovo ad Arcetri negli anni ’20 del XX secolo, con il cambio di denominazione in “Osservatorio Astrofisico” e la costruzione della Torre Solare (GASPERINI ET AL. 2004). Donati fu, indirettamente, partecipe di questo sviluppo: la Torre Solare fu infatti in parte finanziata con i fondi raccolti per la realizzazione di un busto alla sua memoria (BIANCHI ET AL. 2015; cfr. Fi. 12).

¹ Donati discovered five comets (in square parenthesis the modern name): on June 3, 1855 (Donati, 1855 II [C/1855 L1]); november 10, 1857 (DONATI, VAN ARSDALE 1857 VI [C/1857 V1]); June 2, 1858 (DONATI 1858 VI [C/1858 L1]); July 23, 1864 (DONATI, TOUSSAINT 1864 III [C/1864 O1]); September 9, 1864 (DONATI 1864 I [C/1864 R1]).
² In addition to the cited Memoir, a testimonial of these early developments of stellar spectroscopy can be found in the contemporary correspondence between Donati and the world-famous physicist Ottaviano Fabrizio Mossotti (1791-1863), since 1841 professor of Mathematical Physics, Celestial Mechanics and Geodesy at the University of Pisa. Donati was a student of Mossotti in Pisa (GALLI ET AL. 2013).
³ Donati to Mossotti, May 31, 1859 (see previous note).
⁴ Donati to Mossotti, July 22, 1856.
⁵ Donati was supposed to apply a

method in use since 1868, which consisted in positioning the spectroscope’s slit tangentially to the solar limb (see Sect. 4).
⁶ The new observatory was inaugurated a first time on September 26, 1869, on the occasion of the annual meeting of the Permanent Commission of the International Geodetic Association for the Measurement of the European Degree (even though only the dome hosting the Amici telescope on its new equatorial mount was completed at the time), and a second time on October 27, 1872 (BIANCHI ET AL. 2013b). Unfortunately Donati could not receive acclaim for his ten-year efforts, having badly broke his leg the day before.

¹ Le comete scoperte da Donati sono cinque (in parentesi quadre la nomenclatura moderna): 3 giugno 1855 (DONATI, 1855 II [C/1855 L1]); 10 novembre 1857 (DONATI, VAN ARSDALE 1857 VI [C/1857 V1]); 2 giugno 1858 (DONATI 1858 VI [C/1858 L1]); 23 luglio 1864 (DONATI, TOUSSAINT 1864 III [C/1864 O1]); 9 settembre 1864 (DONATI 1864 I [C/1864 R1]).
² Oltre alla citata memoria, una testimonianza di questi primissimi sviluppi della spettroscopia stellare ci è offerta dalla coeva corrispondenza tra Donati e il fisico di fama internazionale Ottaviano Fabrizio Mossotti (1791-1863), che dal 1841 ricopriva la cattedra di Fisica Matematica, Meccanica Celeste e Geodesia all’Università di Pisa, e che aveva avuto tra i suoi allievi lo stesso Donati (GALLI ET AL. 2013).
³ Donati a Mossotti, 31 maggio 1859 (cfr. nota precedente).

⁴ Donati a Mossotti, 22 luglio 1856.
⁵ Donati avrebbe applicato il metodo in uso a partire dal 1868 che prevedeva il posizionamento della fenditura dello spettroscopio in posizione tangenziale rispetto al bordo solare (cfr. Sez. 4).
⁶ Il nuovo osservatorio venne inaugurato una prima volta il 26 settembre del 1869, in occasione della riunione annuale della Commissione permanente dell’Associazione Geodetica Internazionale per la Misura del Grado Europeo (anche se in verità vi era solo una cupola che ospitava il cannocchiale di Amici sulla sua nuova montatura equatoriale), e una seconda volta il 27 ottobre 1872 (BIANCHI ET AL. 2013b). Purtroppo Donati non poté raccogliere il plauso ai suoi decennali sforzi, essendosi malamente fratturato una gamba il giorno precedente.

FI. 01. TELESCOPE TUBE
FOR SPECTROSCOPY

Giovan Battista Donati
Firenze 1859 ca.
iron and wood, length 1600 mm
Florence, Museo Galileo, inv. 0582

This conical tube made of metal sheet, mounted on a wooden stand with three wheels and equipped with equatorial movement, was part of an apparatus designed by Donati between 1857 and 1859. The objective was a burning lens of 41 cm diameter and 158 cm focal length, made at the end of the 17th century, and now held in the Museo Galileo in Florence. In the focus of this lens was a single-prism spectroscope made according to the suggestions by Giovan Battista Amici, then director of the *Specola*. With this instrument, Donati examined and compared the spectra of 15 stars by measuring the angle of refraction of the main absorption lines. The results were presented in a Memoir completed in August 30, 1860 and published in Italian in 1862, in French and English in 1863, and later included in the Annals of the Museum of Florence in 1866 (see Fi. 02). With the same apparatus Donati was the first to observe the spectrum of a comet in 1864 (see Fi. 09). [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: DONATI 1866; CHINNICI 1999; MONACO 1994; BROGLIA & D'AVANZO 2007.

FI. 01. TUBO DI TELESCOPIO PER
SPETTROSCOPIA STELLARE

Giovan Battista Donati
Firenze 1859 ca.
metallo e legno, lunghezza 1600 mm
Firenze, Museo Galileo, inv. 0582

Questo tubo conico di lamiera verniciata, montato su un supporto di legno a tre ruote dotato di movimento equatoriale, faceva parte di un apparato ideato da Donati tra il 1857 e il 1859. L'obiettivo era costituito da una lente ustoria di 41 cm di diametro e 158 cm di lunghezza focale, risalente alla fine del Seicento, attualmente conservata al Museo Galileo di Firenze. Nel fuoco della lente si trovava uno spettroscopio a prisma realizzato secondo i suggerimenti di Giovan Battista Amici, allora direttore della Specola fiorentina. Con questo strumento, Donati esaminò e confrontò tra loro gli spettri di 15 stelle misurando l'angolo di rifrazione delle



principali righe di assorbimento. I risultati furono descritti in una memoria completata il 30 agosto 1860 e pubblicata in italiano nel 1862, in francese ed inglese nel 1863, e successivamente inclusa negli Annali del Museo Fiorentino del 1866 (cfr. Fi. 02). Con lo stesso apparato Donati osservò per primo

lo spettro di una cometa nel 1864 (cfr. Fi. 09). [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: DONATI 1866; CHINNICI 1999; MONACO 1994; BROGLIA & D'AVANZO 2007.

FI. 02. GIOVAN BATTISTA DONATI
(1826-1873)

“Intorno alle strie degli spettri stellari” (on lines from stellar spectra)
Annals of the R. Museum of Physics and Natural History of Florence for 1865. New Series, vol. I. Florence, with the types of M. Cellini and C. at the Galileiana, 1866.
1 vol, ill., 310 mm
INAF-Arcetri Astrophysical Observatory

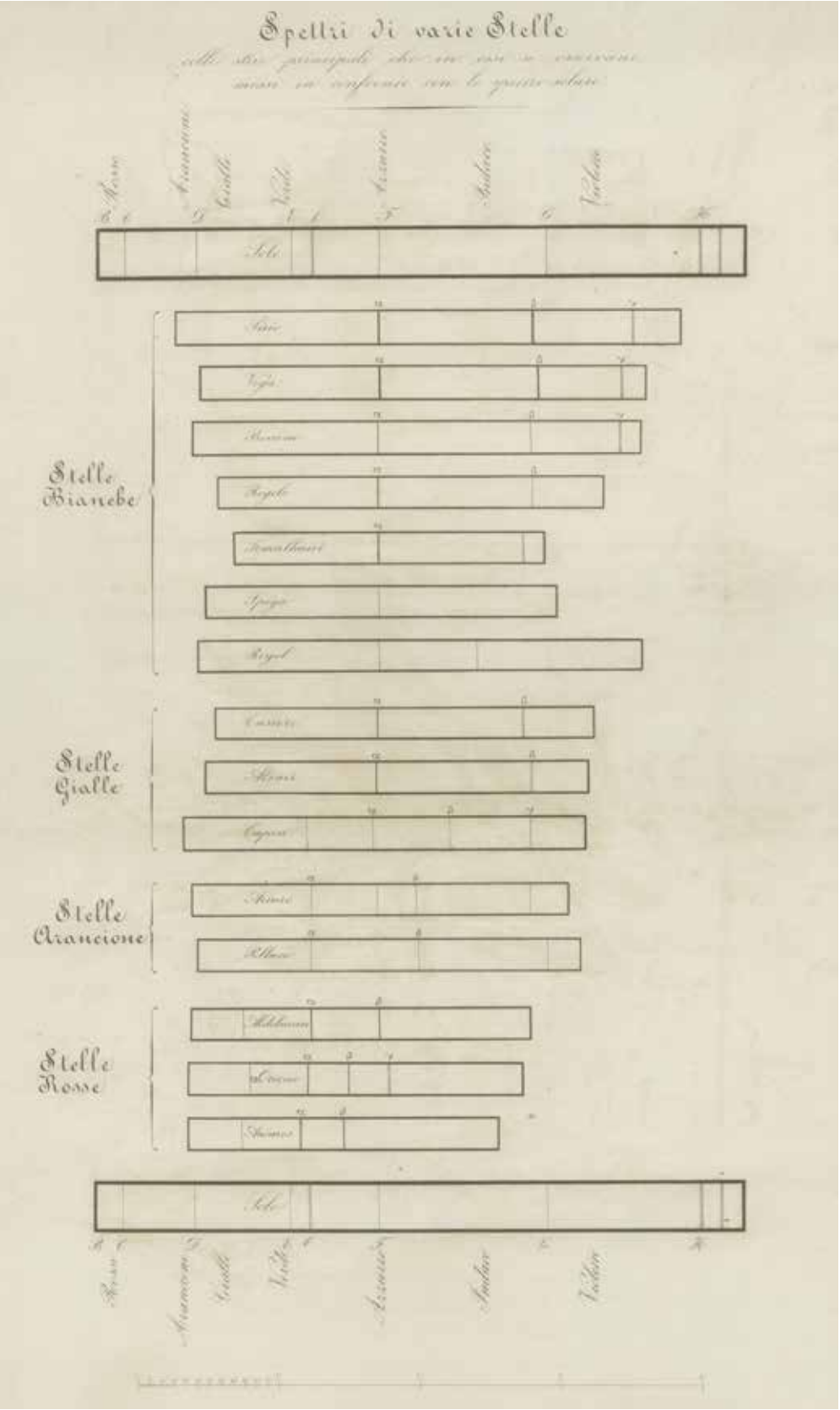
Although Donati never proposed a scheme for the spectral classification of stars, his observations conducted around 1859-1860 (see Fi. 01) led to the unexpected discovery of a correspondence between stellar colours and spectra, which would be later confirmed and extended by Angelo Secchi in the following years (cf. Fi. 03 and Fi. 05). This table shows the absorption lines in the spectra of 15 stars grouped according to their colours. Donati observes: *The white stars have lines that resemble each other, and the same is true for the yellow stars, the orange, and red*. The correlation inferred by Donati is due to the fact that both the spectrum and the colour of a star depend on its effective (photospheric) temperature, a result fully understood only in the 1920's thanks to studies of the English astronomer (working at the Harvard Observatory) Cecilia Payne (1900-1979). [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: DONATI 1866; CHINNICI 1999; HEARNshaw 2014.

FI. 02. GIOVAN BATTISTA DONATI
(1826-1873)

“Intorno alle strie degli spettri stellari”
Annali del R. Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze per il 1865. Nuova serie, vol. I. Firenze, coi tipi di M. Cellini e C. alla Galileiana, 1866
1 vol, ill., 310 mm
INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri

Sebbene Donati non abbia mai proposto uno schema di classificazione spettrale delle stelle, le osservazioni da lui condotte intorno al 1859-1860 (cfr. Fi. 01) lo portarono a scoprire un'inattesa corrispondenza tra i colori e gli spettri stellari, che Angelo Secchi avrebbe ripreso e sviluppato negli anni immediatamente successivi (cfr. Fi. 03 e Fi. 05). Questa Tavola evidenzia le righe di assorbimento presenti negli spettri di 15 stelle raggruppate secondo i loro colori. Osserva



Donati: *Le stelle bianche hanno strie che si rassomigliano tra loro, e lo stesso accade per le stelle gialle, le arancione, e le rosse*. La correlazione intuita da Donati è dovuta al fatto che sia lo spettro che il colore di una stella dipendono dalla sua temperatura fotosferica (o superficiale), un risultato compreso pienamente

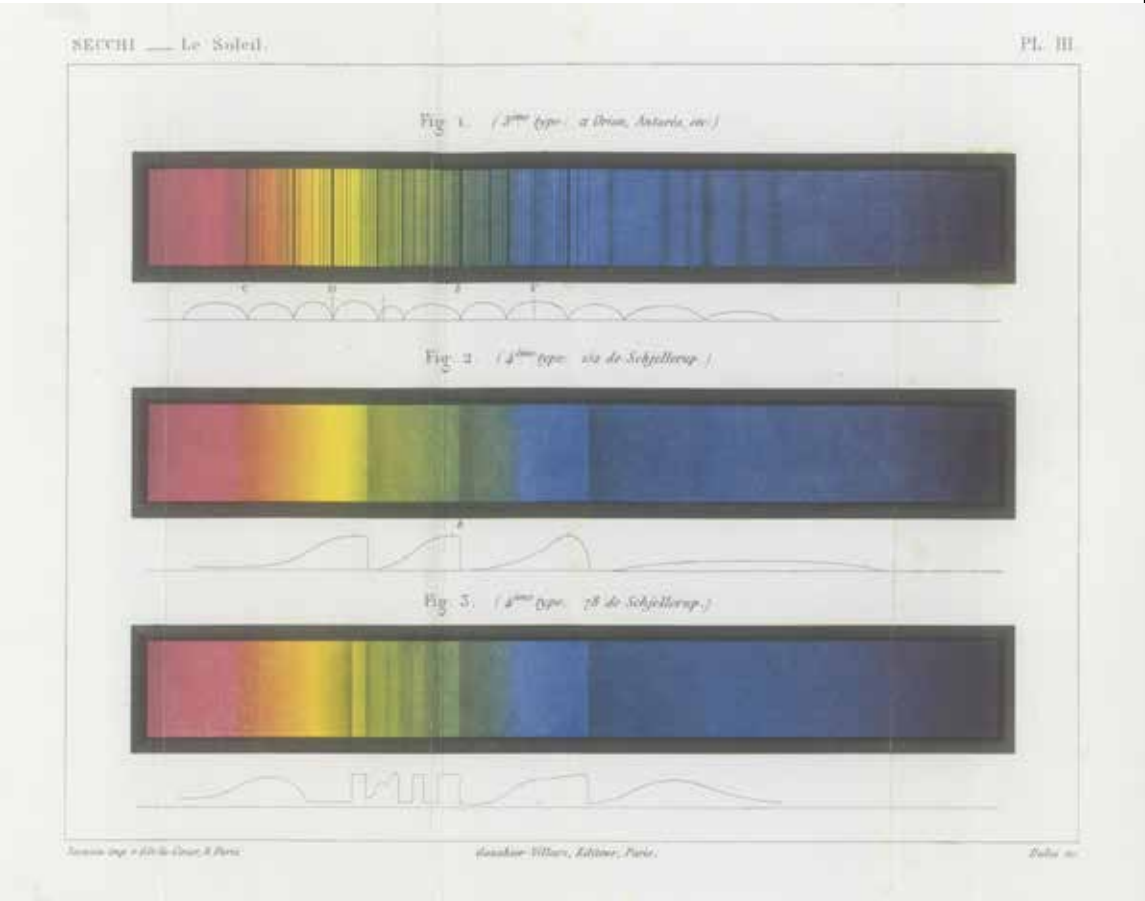
solo negli anni '20 del Novecento grazie agli studi dell'astronoma inglese (in forze all'Osservatorio di Harvard) Cecilia Payne (1900-1979). [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: DONATI 1866; CHINNICI 1999; HEARNshaw 2014.

FI. 03. **ANGELO SECCHI (1818-1878)**
Le Soleil: exposé des principales découvertes modernes sur la structure de cet astre, son influence dans l'univers et ses relations avec les autres corps célestes. Paris, Gauthier-Villars, 1870
xii, 422 p., ill., tav.; 230 mm
INAF-Arcetri Astrophysical Observatory

The Jesuit Father Angelo Secchi resumed and extended Donati’s studies using the 25 cm Merz refractor of the *Collegio Romano* and various types of spectroscopes, including the objective-prism (see Rm 07). Starting from 1862, Secchi began a systematic program of stellar spectroscopy that led him to analyse more than 4,000 stars, and formulate a classification scheme based on fundamental spectral classes called “types”. This scheme, continually revised and updated by Secchi until shortly before his death, was developed starting from the two types of 1863 (white and coloured) to the three types of 1867 (white-blue, yellow, and orange-red), to which Secchi added in 1869 the fourth type of dark-red stars (carbon stars), and finally, in 1877, a fifth type, that of γ Cas (now called Be-stars), characterized by emission rather than absorption lines in their spectra. The first edition of the book *Le Soleil* was published in Paris in 1870 and contains an exposition of Secchi’s spectral classification (see also Pa. 06 for the second edition, revised and expanded). Plate II shows at the top the characteristic spectrum of Type-2 stars, like the Sun and Pollux, with their many absorption lines due to various chemical elements identified by Gustav Kirchhoff (see Pa. 01). Then follows the spectrum of Type-1 stars, like Sirius and Vega, dominated by the presence of hydrogen absorption lines, and that of Type 3 stars, like α Her and β Peg, in which is evident the presence of thick absorption bands. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: SECCHI 1870; HEARNshaw 2014.



FI.03. **ANGELO SECCHI (1818-1878)**
Le Soleil: exposé des principales découvertes modernes sur la structure de cet astre, son influence dans l'univers et ses relations avec les autres corps célestes. Paris, Gauthier-Villars, 1870
xii, 422 p., ill., tav.; 230 mm
INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri

Il gesuita padre Angelo Secchi riprese e ampliò gli studi di Donati utilizzando il rifrattore Merz da 25 cm del Collegio Romano e diversi tipi di spettroscopi, tra cui il prisma-obiettivo (cfr. Rm. 07). A partire dal 1862 Secchi intraprese un programma sistematico di spettroscopia stellare in cui analizzò oltre 4000 stelle, arrivando a formulare uno schema di classificazione basato su alcuni fondamentali “tipi” spettrali. Questo schema, continuamente rivisto e aggiornato fino a poco prima della sua morte, si sviluppò dalle due classi (*bianche* e *colorate*) del 1863 alle tre classi (*bianco-azzurre*, *gialle*, e *arancio-rosse*) del 1867, alle quali avrebbe aggiunto nel 1869 la quarta classe delle *rosso-cupe* (stelle al carbonio), e infine, nel 1877, una quinta classe, quella delle γ Cas, (oggi chiamate stelle di tipo Be, caratterizzate da righe di emissione anziché di assorbimento nei loro spettri). La prima edizione del trattato *Le Soleil* fu

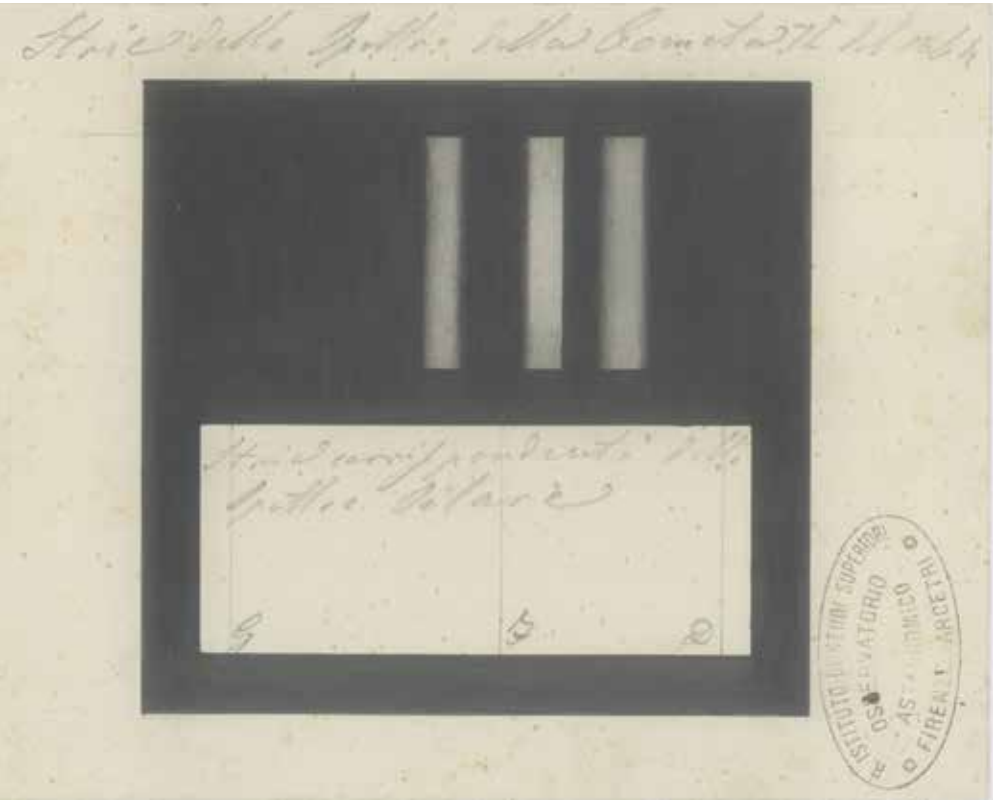
pubblicata a Parigi nel 1870 e contiene un’esposizione di questa classificazione spettrale (per la seconda edizione, riveduta e ampliata, vedi Pa. 06). Nella Tavola II sono riprodotti in alto lo spettro caratteristico delle stelle di tipo 2, come il Sole e Polluce, in cui sono evidenti le numerose righe di assorbimento dovute alla presenza dei vari elementi chimici identificati da Gustav Kirchhoff (cfr. Pa. 01). Segue lo spettro delle stelle di tipo 1, come Sirio e Vega, dominato dalla presenza di righe di assorbimento dell’idrogeno, e quello delle stelle di tipo 3, come α Her e β Peg, in cui si nota la presenza di fitte bande di assorbimento. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: SECCHI 1870; HEARNshaw 2014.

FI. 04. **GIOVAN BATTISTA DONATI (1826-1873)**
Spectral Lines of Comet II of 1864
ink and pencil on paper, 155 x 121 mm
INAF-Arcetri Astrophysical Observatory

In August 1864, Donati observed the comet C/1864 N1 (discovered by Wilhelm Tempel on July 5) with the same apparatus used for stellar spectra (see Fi. 01), succeeding for the first time in analysing spectroscopically the faint light emitted by a comet. Unlike the spectrum of the Sun and the stars, comet Tempel exhibited three bright bands in the blue-green region of the solar spectrum, separated by two dark bands. The original drawing shown here probably served as a model for the illustration accompanying the observations of comet Tempel, published by Donati in the same year in *Astronomische Nachrichten*. In the article, Donati pointed out the similarity between the spectrum of the comet and the *spectra produced by metals* (i.e. in electrical discharges produced between two metal electrodes in the laboratory). Actually the same bright bands had already been observed in 1856 by the Scottish physicist William Swan (1818-1894) in the spectrum of the light emitted by the flame of various hydrocarbons, and are known today as “Swan bands”. The identification of the emission bands observed in comets with the Swan bands was made in 1868 by the British astronomer William Huggins (1824-1910), although the carbon compound responsible for the band emission (the diatomic carbon C₂) was identified only in 1927. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: DONATI 1864; HEARNshaw 2014; CHINNICI 2015b.



FI. 04. **GIOVAN BATTISTA DONATI (1826-1873)**
Strie dello Spettro della Cometa II del 1864
inchiostro e matita su carta, 155 x 121 mm
INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri

Nell’agosto del 1864, Donati riuscì a osservare lo spettro della cometa C/1864 N1 (scoperta da Wilhelm Tempel il 5 luglio dello stesso anno), utilizzando lo stesso apparato da lui costruito per osservare gli spettri stellari (cfr. Fi. 01). Era la prima volta che un astronomo riusciva ad analizzare spettroscopicamente la debole luce emessa da una cometa. A differenza dello spettro solare e di quelli stellari, lo spettro della cometa di Tempel era costituito da tre bande luminose nella regione blu-verde intorno alla riga F (oggi chiamata H β) dello spettro solare, separate da due bande scure. Il disegno originale qui esposto servì probabilmente da modello per l’illustrazione che accompagna le osservazioni della cometa di Tempel pubblicate da Donati sulla rivista *Astronomische Nachrichten* nello stesso anno. Nell’articolo, Donati sottolineò la somiglianza tra spettro della cometa e gli *spettri prodotti dai metalli* (cioè nelle scariche elettriche tra due elettrodi metallici prodotte in laboratorio). In realtà le stesse bande luminose erano state osservate già nel 1856 dal fisico scozzese William Swan (1818-1894) nella luce emessa dalla fiamma di vari idrocarburi, e sono note oggi

come “bande di Swan”. La corrispondenza tra gli spettri cometari e le bande di Swan fu stabilita nel 1868 dall’astronomo inglese William Huggins (1824-1910), anche se il composto del carbonio responsabile dell’emissione delle bande (il carbonio biatomico C₂) fu identificato con certezza solo nel 1927. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: DONATI 1864; HEARNshaw 2014; CHINNICI 2015b.

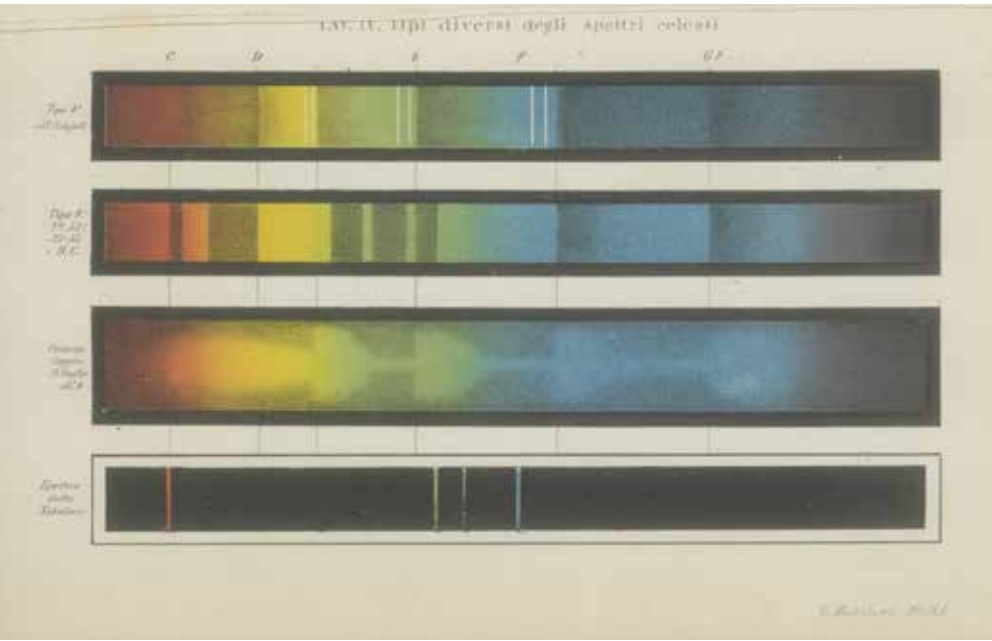
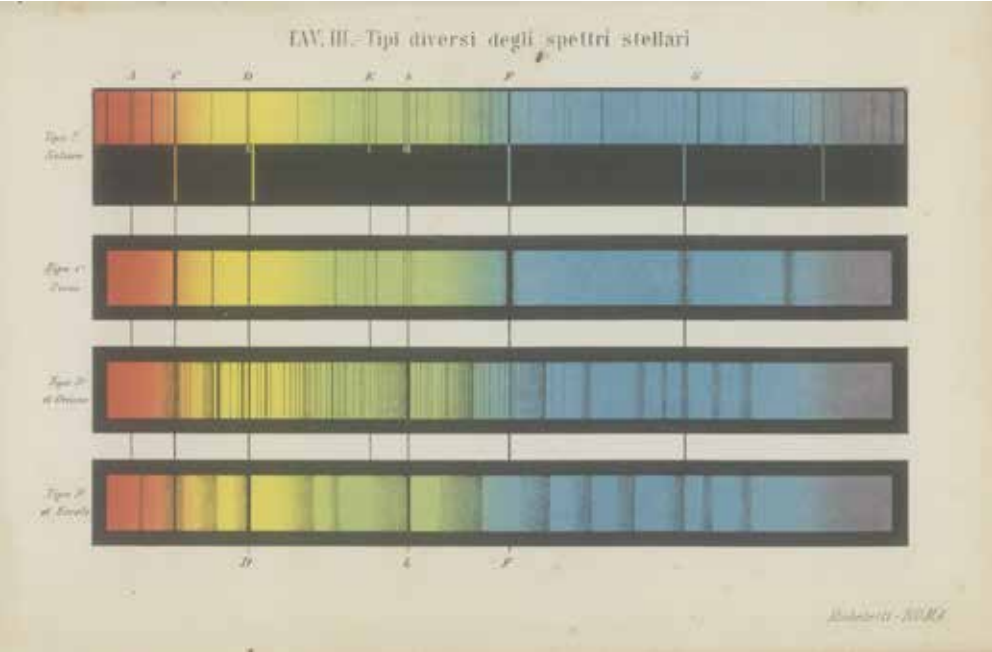
FI. 05. ANGELO SECCHI (1818-1878)
Le Stelle: Saggio di Astronomia Siderale,
Milano, Fratelli Dumolard, 1877
VIII, 425 p., ill., tav.; 210 mm
INAF-Arcetri Astrophysical Observatory

This book, published in 1877 and dedicated to Giovanni Virginio Schiaparelli, is the second work where Secchi presents its stellar classification scheme. It is interesting to compare the spectra of the Plates included in this volume with those from *Le Soleil* (see Fi. 03). In Plate III (*Different types of stellar spectra*) the solar spectrum, typical of Type-2 stars, is now divided into *photosphere* and *chromosphere*: the photospheric spectrum shows the well-known Fraunhofer absorption lines, whereas the chromospheric spectrum presents four emission lines of hydrogen (later called H α , H β , H γ and H δ of the Balmer series) and the yellow line of helium. Plate III then shows the spectrum of the star Sirius, characteristic of Type-1 stars, and that of the stars α Ori and α Her, representative of Type-3. Plate IV (*Different types of celestial spectra*) continues presenting the spectra of two Type-4 red stars. This Plate shows two additional spectra of non-stellar objects: that of Coggia's comet, observed in 1874 and characterized by bright emission bands (see Fi. 04), and the spectrum of a nebula, made only by emission lines. Among these, Secchi identifies the red and the blue lines as emission lines of hydrogen (for comparison with the solar spectrum), whereas the two green lines, attributed in 1864 by the British astronomer William Huggins to an unknown element called *nebulio*, will be identified only in 1927 as emission lines of doubly ionized oxygen (O⁺⁺). [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: SECCHI 1877; HEARNshaw 2014.

FI. 05. ANGELO SECCHI (1818-1878)
Le Stelle: Saggio di Astronomia Siderale,
Milano, Fratelli Dumolard, 1877
VIII, 425 p., ill., tav.; 210 mm
INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri

Il volume, pubblicato nel 1877 e dedicato a Giovanni Virginio Schiaparelli, è il secondo trattato in cui Secchi presenta il suo schema di classificazione stellare. È interessante il confronto tra le tavole di spettri incluse in quest'opera con quelle del testo *Le Soleil* (cfr. Fi. 03). Nella tavola III (*Tipi diversi degli spettri stellari*) lo spettro solare, tipico delle stelle di



secondo tipo, riprodotto in alto, è questa volta distinto tra *fotosfera* e *cromosfera*: in quello della fotosfera sono presenti le note righe di assorbimento di Fraunhofer, nel secondo si riconoscono invece quattro righe di emissione dell'idrogeno (in seguito denominate H α , H β , H γ e H δ e attribuite alla serie di Balmer) e la riga gialla dell'elio. Successivamente la Tavola III mostra lo spettro della stella Sirio, caratteristico delle stelle di primo tipo, e quello delle stelle α Ori e α Her, rappresentative del terzo tipo. La Tavola IV (*Tipi diversi degli spettri celesti*) continua presentando gli spettri di due stelle rosse del quarto tipo. In più, questa Tavola presenta anche due spettri di oggetti non stellari: quello della cometa di Coggia, osservato nel 1874 e caratterizzato da

bande di emissione (cfr. Fi. 04), e lo spettro di una nebulosa, costituito esclusivamente da righe di emissione. Tra queste, Secchi identifica la riga rossa e la riga azzurra come righe di emissione dell'idrogeno (per confronto con lo spettro solare), mentre le due righe verdi, attribuite nel 1864 dall'astronomo inglese William Huggins ad un elemento sconosciuto denominato *nebulio*, saranno identificate soltanto nel 1927 come righe di emissione dell'ossigeno due volte ionizzato (O⁺⁺). [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: SECCHI 1877; HEARNshaw 2014.

FI. 06. DIRECT-VISION SPECTROSCOPE
Giuseppe Poggiali and Giovan Battista
Donati, Florence 1865
burnished brass, glass, length 530 mm
INAF-Brera Astronomical Observatory,
Astronomical Museum and Brera Botanical
Garden, inv. 1921 (7)

Donati recommended the purchase of this instrument to Schiaparelli, director of the Brera Observatory in Milan, where the spectroscope arrived in May 1866. In a letter to Schiaparelli, Donati described the instrument and its working in these terms: *The main part of the spectroscope is a compound prism made of five prisms glued together that disperse the white light without diverting it from its direction. In front of this prism is a slit that can be expanded or tightened as needed [...], in front of which is a cylindrical lens that collects the greatest amount of light on the slit [...]. The spectrum of the light passing through the cylindrical lens and the slit, produced by the compound prism, is observed with a small telescope placed behind the prism. There are two lamps: one, filled with salty alcohol, can project the reference line of sodium in the field of the small telescope by means of a small prism placed in front of the slit; the other, containing lamp oil, illuminates a micrometer scale that appears bright on the dark field of the small telescope used to observe the spectrum. There is a piece [...] to which the entire instrument is connected with a bayonet fitting, when the instrument is attached to the telescope in place of the ordinary eyepieces.* The manufacturer's label inside the wooden case reads: *Workshop of optical and mathematical instruments directed by G. Poggiali under the scientific supervision of Professors G.B. Donati and T. del Beccaro.* Specimens of this instrument were also sold to Otto Wilhelm Struve (1819-1905), Annibale de Gasparis (see Na.07), and Gaetano Cacciato, respectively Directors of the Observatories of Pulkovo, Capodimonte and Palermo. The Palermo specimen it is still preserved; another is at the Museo Galileo in Florence. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: Letter of Donati to Schiaparelli, Firenze, April 13, 1866, Brera Archives, Scientific Correspondence, fasc. 141, n. 39; MIOTTO ET AL. 1989; ABALAKIN 2009; CHINNICI 2000.



FI. 06. SPETTROSCOPIO A VISIONE DIRETTA
Giuseppe Poggiali e Giovan Battista Donati,
Firenze 1865

ottone brunito, vetro, lunghezza 530 mm
INAF-Osservatorio astronomico di Brera,
Museo Astronomico e Orto Botanico di Brera, inv. 1921 (7)
Donati propose l'acquisto di questo strumento a Schiaparelli, direttore dell'Osservatorio di Brera, dove lo spettroscopio arrivò nel maggio 1866. Donati così ne descrisse il funzionamento in una lettera a Schiaparelli: *La parte principale dello Spettroscopio è un prisma composto di cinque prismi incollati insieme che disperdono la luce bianca senza deviarla dalla sua direzione. D'avanti a questo prisma composto è una fenditura che può allargarsi e stringersi a piacere [...], d'avanti poi a questa fenditura vi è una lente cilindrica che raccoglie una maggiore quantità di luce sulla detta fenditura [...]. Lo spettro della luce che è entrata per la lente cilindrica e per la fenditura e che è formato dal prisma composto si osserva con un cannocchialino posto dietro il detto prisma. Vi sono due lanterne, in una nella quale può porsi dell'alcol salato, e per mezzo di un prismettino posto avanti la fenditura fa vedere nel campo del cannocchialino la linea del sodio, alla quale si possono riferire le linee della luce che si analizza; l'altra lanterna deve contenere dell'olio, ed illumina una scala micrometrica che si vede illuminata in campo oscuro nel Cannocchialino con cui si osserva lo spettro. Vi è un pezzo [...] al quale si adatta tutto lo strumento con un movimento a baionetta, quando lo strumento si applica al Cannocchiale invece degli oculari ordinari.* L'etichetta del costruttore,

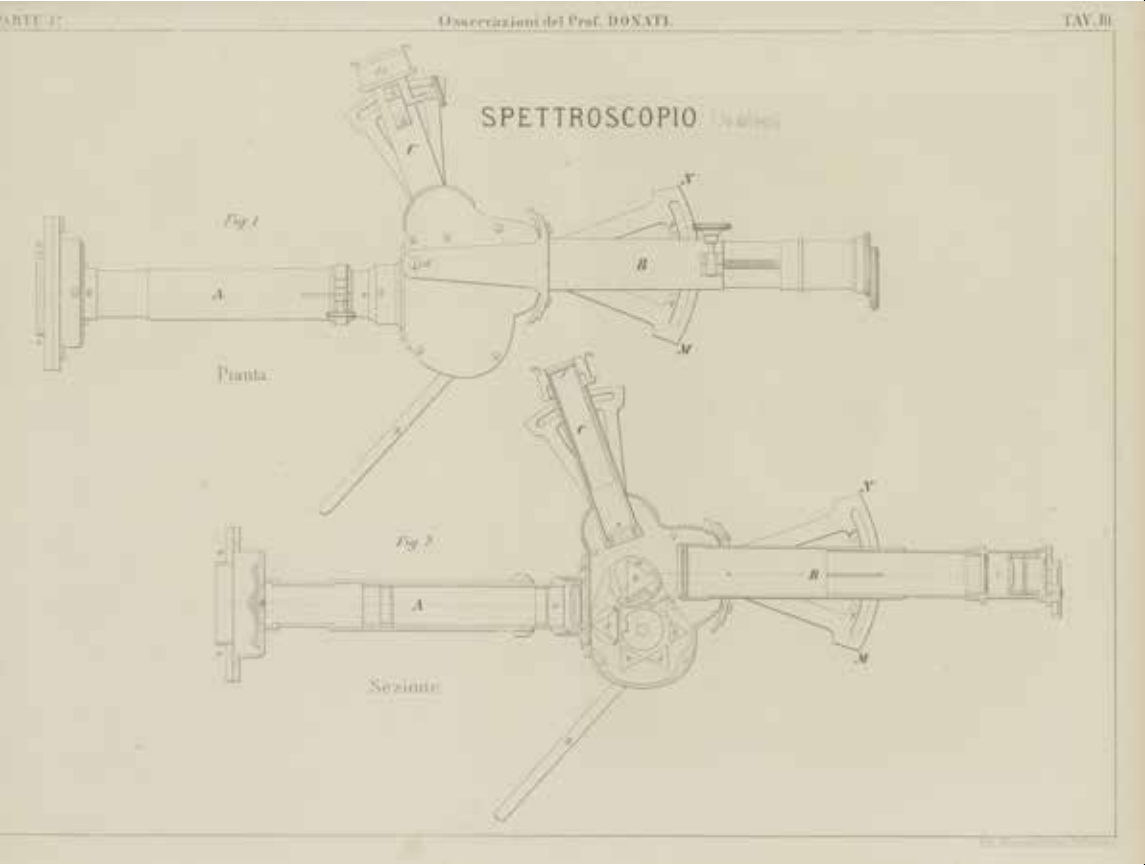
all'interno della custodia in legno, recita: *Officina di strumenti ottici e matematici diretta da G. Poggiali con l'assistenza scientifica dei professori G.B. Donati e T. del Beccaro.* Esemplari di questo strumento furono venduti anche a Otto Wilhelm Struve (1819-1905), Annibale de Gasparis (cfr. Na.07) e Gaetano Cacciato, direttori rispettivamente degli osservatori di Pulkovo, Capodimonte e Palermo. L'esemplare di Palermo si conserva tuttora; un altro si trova al Museo Galileo di Firenze. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: Lettera di Donati a Schiaparelli, Firenze, 13 aprile 1866, Archivio di Brera, Corrispondenza scientifica, fasc. 141, n. 39; MIOTTO ET AL. 1989; ABALAKIN 2009; CHINNICI 2000.

FI. 07. **GIOVAN BATTISTA DONATI (1826-1873)**
“Report of Prof. G.B. Donati, Director of the R. Observatory of Florence”
Published in “Rapporti sulle osservazioni dell’eclisse totale di sole del 22 dicembre 1870 eseguite in Sicilia dalla Commissione Italiana, Palermo: Stabilimento Tipografico Lao, 1872” (see Na. 11). (*Report on the observations of the total solar eclipse of December 22, 1870, made in Sicily by the Italian Committee, chaired by Prof. Giovanni Santini*) 214 p., ill., tav.; 331 mm
tav. III, 331x241 mm
INAF-Library of the Arcetri Astrophysical Observatory

Scheme of a six-prisms spectroscope drawn by Donati and presumably built by the *Officina Galileo* for the observations of the total solar eclipse of Dec. 22, 1870 (see Sect. 3). The spectroscope consists of a collimator (A) to be fixed to the telescope, having a slit at one extreme. On passing through the collimator, the light beam is dispersed by a system of six prisms of flint glass of high refractive index, and is refracted toward the observation telescope (B), which can be rotated perpendicularly to the optical plane of the instrument, but is positioned almost longitudinally to the telescope as in a direct-vision spectroscope. The last prism could be rotated independently or integrally with the telescope to explore various sections of the solar spectrum. An additional tube (C) carried a graduated glass scale that was projected by a lamp on the outer face of the last prism and reflected into the telescope. The spectroscope combined high dispersion with a good extension of the spectrum, being able to cover the range from the Fraunhofer C line in the red to the F line in the blue by simply rotating the observing telescope around its axis. In 1876 the instrument was presented to the “special loan collection of scientific apparatus” at the South Kensington Museum in London. It is currently held in the Museo Galileo in Florence. [*a.g., d.g., s.b.*]

Bibl.: CACCIATORE 1872; SOUTH KENSINGTON MUSEUM 1877.



FI. 07. **GIOVAN BATTISTA DONATI (1826-1873)**
“Rapporto del prof. G.B. Donati, direttore del R. Osservatorio di Firenze”
Rapporti sulle osservazioni dell’eclisse totale di sole del 22 dicembre 1870 eseguite in Sicilia dalla Commissione Italiana, Comm. Prof. Giovanni Santini presidente / pubblicati a spese del R. Governo per cura del Cav. Prof. G. Cacciatore vice-presidente, Palermo, Stabilimento Tipografico Lao, 1872
214 p., ill., tav.; 331 mm
tav. III, 331x241 mm
INAF-Osservatorio astrofisico di Arcetri, Biblioteca

Schema di uno spettroscopio a 6 prismi, ideato da Donati e presumibilmente realizzato dall’Officina Galileo, per le osservazioni dell’eclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870 (cfr. Sez. 3). Lo spettroscopio è costituito da un collimatore (A) da fissare al telescopio recante al suo estremo una fenditura. Uscito dalla lente del collimatore, il raggio di luce passa per un sistema di sei prismi di vetro flint ad alto indice di rifrazione e viene rifratto verso il cannocchiale di osservazione (B) ruotabile perpendicolarmente al piano ottico dello strumento, ma posto quasi longitudinalmente al telescopio, come in uno spettroscopio a visione diretta. L’ultimo prisma poteva essere

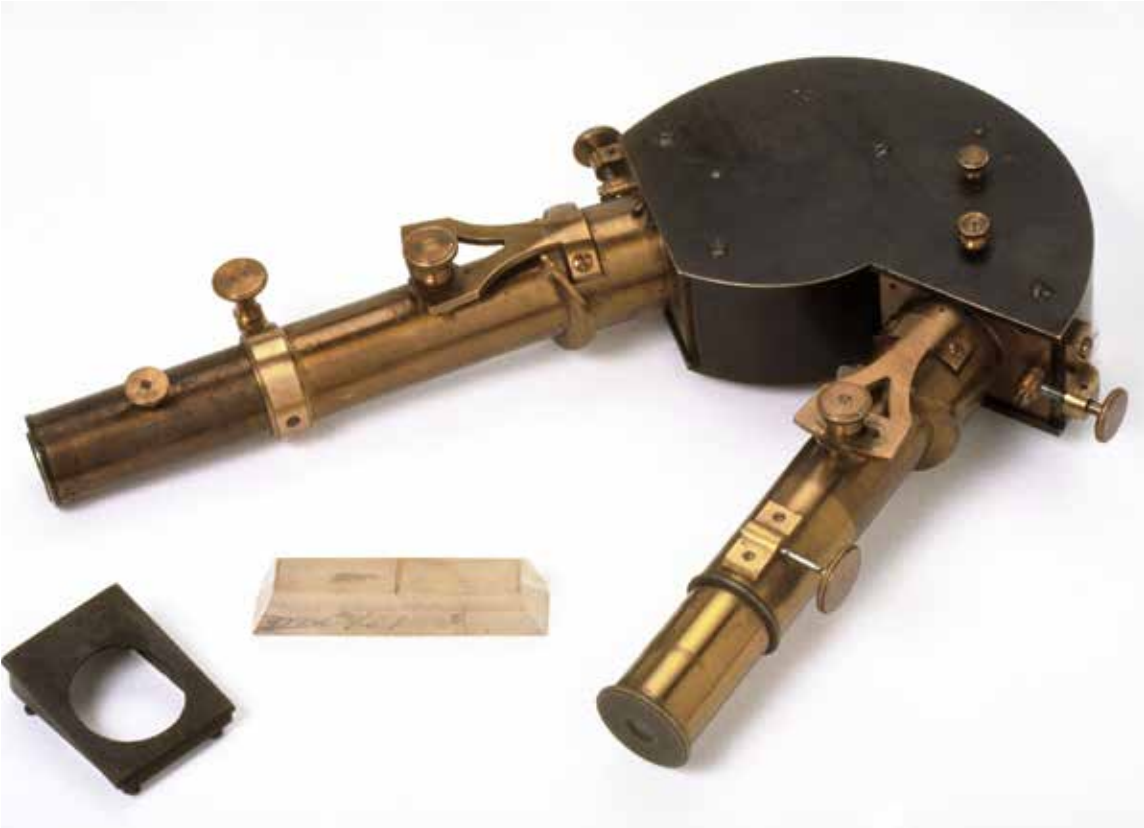
ruotato indipendentemente o solidalmente al cannocchiale per esplorare varie porzioni dello spettro solare. Un ulteriore tubo (C) portava una scala graduata in vetro che, tramite una lampada, veniva proiettata sulla faccia esterna dell’ultimo prisma e riflessa nel cannocchiale. Lo spettroscopio combinava l’alta dispersione con uno spettro relativamente esteso, potendo spaziare dalla riga C di Fraunhofer nel rosso alla F nel blu, ruotando il cannocchialino intorno al suo asse. Nel 1876 lo strumento fu presentato alla *special loan collection of scientific apparatus* al Museo di South Kensington di Londra. Attualmente è conservato al Museo Galileo di Firenze. [*a.g., d.g., s.b.*]

Bibl.: CACCIATORE 1872; SOUTH KENSINGTON MUSEUM 1877.

FI. 08. **TWENTY-FIVE-PRISMS SPECTROSCOPE**
Officina Galileo, Florence 1872
tarnished brass, glass
Florence, Museo Galileo, inv. 1396

This instrument consisted of 25 prisms, 16 of which being made of extra-dense flint glass. It used 3 series of direct-vision prisms (each consisting of 5 prisms), two positioned between the slit and the lens in the collimator (long tube) and one between the lens and the eyepiece of the telescope (short tube); nowadays only one survives. A spiral pattern with 10 flint glass prisms is located inside the main body of the instrument. Due to its high dispersive power, the instrument allowed to observe only a limited portion of the spectrum. Initially it was calibrated to observe the region of the Fraunhofer C line in the red part of the spectrum; after changing the internal layout, in June and July 1872 it was used to observe other lines, such as the D line in the yellow and the E in the green (belonging respectively to the spectrum of sodium and iron). In particular, in July 1872 Donati used a version with 20 prisms, probably obtained by removing one of the three series of direct-vision prisms. Even in this case, despite the reduced dispersion with respect to the full 25 prisms layout, the instrument allowed to observe at once only a portion of 50 Å of the spectrum. This instrument was presented by the *Officina Galileo* to the Universal Exhibition in Vienna in 1873. [*a.g., d.g., s.b.*]

Bibl.: DONATI 1872a, 1872b; G.B. Donati, “Solar spectroscopic observations with the small equatorial, Fraunhofer objective and a 20-prism telescope, July 1872”, manuscript, Historical archives of the Museo Astronomico e Copernicano, Fondo Donati.



FI. 08. **SPETTROSCOPIO A 25 PRISMI**
Officina Galileo, Firenze 1872
ottone brunito, vetro
Firenze, Museo Galileo, inv. 1396.

Lo strumento era costituito in totale da 25 prismi, di cui 16 di vetro “flint extra-denso”. Tre serie di prismi a visione diretta (ciascuno composto da 5 prismi) erano utilizzate nello strumento, due poste fra la fenditura e la lente del collimatore (tubo lungo) ed uno fra la lente e l’oculare del cannocchialino (tubo corto); attualmente se ne conserva una sola. Una serie di 10 prismi flint è disposta a spirale nel corpo centrale dello strumento. Per il suo alto potere dispersivo, lo strumento permetteva di osservare solo una limitata porzione dello spettro. Inizialmente era calibrato per osservare la regione della riga C di Fraunhofer nel rosso; modificandone la configurazione interna, venne utilizzato in giugno e luglio 1872 per osservare altre righe, come la D nel giallo e la E nel verde (appartenenti rispettivamente allo spettro del sodio e del ferro). In particolare, nel luglio 1872 Donati ne utilizzò una versione a 20 prismi, probabilmente ottenuta rimuovendo una delle tre serie di prismi a visione diretta. Anche in questo caso, nonostante la dispersione fosse più ridotta rispetto alla versione a 25 prismi, lo strumento permetteva di osservare simultaneamente

una porzione dello spettro di soli 50Å. Lo strumento fu presentato dall’Officina Galileo all’Esposizione universale di Vienna del 1873. [*a.g., d.g., s.b.*]

Bibl.: DONATI 1872a, 1872b; G.B. Donati, *Osservazioni Spettroscopiche del Sole fatte al piccolo Equatoriale, obiettivo di Fraunhofer, con uno spettroscopio di 20 prismi, luglio 1872*, ms., Archivio Storico del Museo Astronomico e Copernicano, Fondo Donati.



FI. 09. REFRACTING TELESCOPE Steinheil (obiettivo), Munich 1858 brass, wood, glass (objective: 108 mm diameter, 1620 mm focal distance) INAF-Arcetri Astrophysical Observatory, inv. Coll. Scient. e Museali n. 107005001

This telescope was purchased in autumn 1858 by the German lithographer Ernst Wilhelm

Leberecht Tempel; it was initially equipped with a wooden tube and an especially crafted wooden mount, designed by Tempel and made in Venice at the beginning of 1859. From that year, Tempel used the telescope for his astronomical observations in Venice, Marseille and Milan. With it, Tempel discovered the Pleiades nebula, 5 asteroids and 11 comets, among which C/1864 N1, the first comet to have been

observed spectroscopically by Donati (see Fi. 04). Tempel brought this instrument with him when he moved to the Arcetri Observatory in 1875. After his death in 1889 the telescope was bought by the Observatory. The wooden tube was replaced with a brass one, and from the 1920s the instrument was used as a finder and guidance telescope for the Amici Equatorial. The instrument was restored in 2008 and mounted on a wooden tripod kindly provided by the INAF Turin-Astronomical Observatory (the original mount being lost). The optical characteristics of the objective lens are identical to those of the Fraunhofer telescope used by Donati for his solar spectroscopic observations. [a.g., d.g., s.b.]

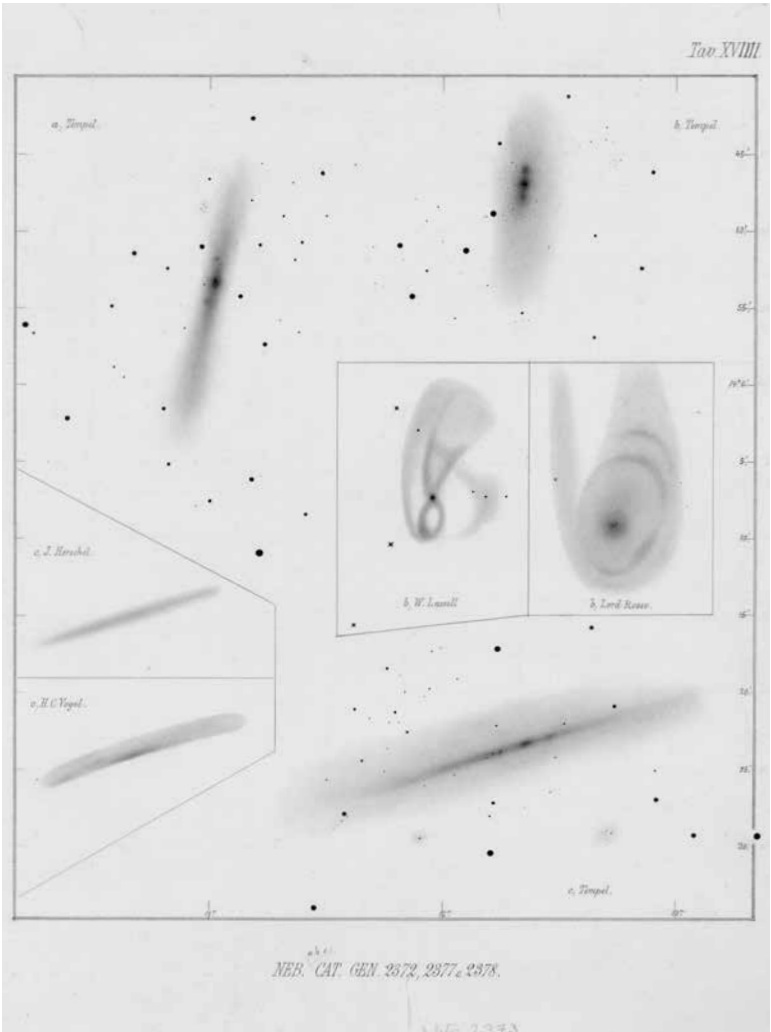
Bibl.: ABETTI 1901; BIANCHI ET AL. 2009, 2010.

FI. 09. TELESCOPIO RIFRATTORE

Steinheil (obiettivo), Monaco di Baviera 1858 ottone, legno, vetro (obiettivo: diametro 108 mm, focale 1620 mm) INAF-Osservatorio astrofisico di Arcetri, inv. Coll. Scient. e Museali n. 107005001

Acquistato dal litografo tedesco Ernst Wilhelm Leberecht Tempel nell'autunno 1858, il telescopio era inizialmente dotato di un tubo in legno, e di una montatura in legno di particolare disegno, ideata da Tempel e realizzata a Venezia all'inizio del 1859. A partire da quell'anno, Tempel utilizzò il telescopio per le sue osservazioni astronomiche a Venezia, Marsiglia e Milano. Con questo strumento Tempel scoprì la nebulosa delle Pleiadi, 5 asteroidi e 11 comete, fra cui la C/1864 N1, la prima cometa di cui fu osservato lo spettro, da Donati (cfr. Fi. 04). Tempel portò con sé lo strumento quando fu assunto all'Osservatorio di Arcetri nel 1875; dopo la sua morte, nel 1889, il telescopio fu acquistato dall'Osservatorio. Il tubo in legno fu poi sostituito con uno in ottone e, a partire dagli anni '20 del XX secolo, il telescopio fu utilizzato come cercatore e guida dell'Equatoriale di Amici. Lo strumento è stato restaurato nel 2008 e montato su un treppiede in legno gentilmente concesso dall'INAF-Osservatorio astronomico di Torino (la montatura originale è dispersa). Le caratteristiche ottiche dell'obiettivo sono identiche a quelle del telescopio Fraunhofer utilizzato da Donati per le sue osservazioni spettroscopiche solari. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: ABETTI 1901; BIANCHI ET AL. 2009, 2010.



FI. 10. ERNST WILHELM LEBERECHE TEMPEL (1821-1889)

Observations and drawings of nebulae manuscript, lithographs and drawings, Arcetri 1875-1880 plate VIII. Neb. Gen. Cat. 138 [NGC253] plate XIX Neb. Gen. Cat. 2372, 2377 e 2378 [Leo triplet: M65, M66 e NGC3628] lithographs, 230 x 300 mm INAF-Arcetri Astrophysical Observatory, Historical Archives, Tempel fond

The two lithographs were realized from drawings made by Wilhelm Tempel using the Amici I equatorial telescope of the Arcetri Observatory. They are part of a collection of 22 plates with which Tempel won in 1880 the H.M. Umberto I Prize for Astronomy of the Royal Academy of the Lincei. The publication of this work was planned but never executed because of the difficulties met in reproducing the fine nuances of the drawings. Only the introductory text was published in 1885 in an expanded form under the title *Über Nebelflecken*. The objects represented in the drawings shown here are galaxies, large systems of stars

which appear to us as a faint nebulosity due to their distance. The first spectroscopic observations of nebulae, made by William Huggins, showed that some of them had spectra similar to the stellar ones; thus, they are made of stars and are called galaxies, to distinguish them from true nebulae (see Fi. 11). [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: TEMPEL 1885; HUGGINS 1864; CHIMIRRI ET AL. 2009.

FI. 10. ERNST WILHELM LEBERECHE TEMPEL (1821-1889)

Osservazioni e disegni di alcune nebule manoscritto, litografie e disegni, Arcetri 1875-1880 tav. VIII. Neb. Gen. Cat. 138 [NGC253] tav. XIX Neb. Gen. Cat. 2372, 2377 e 2378 [Tripletto del Leone: M65, M66 e NGC3628] litografie, 230 x 300 mm INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Archivio Storico, Fondo Tempel

Le litografie qui esposte sono tratte da disegni eseguiti da Wilhelm Tempel con il telescopio



equatoriale Amici I dell'Osservatorio di Arcetri. Fanno parte di una raccolta di 22 tavole con cui Tempel vinse nel 1880 il Premio di S.M. Umberto I per l'Astronomia dell'Accademia Reale dei Lincei. Ne era stata prevista la pubblicazione, che però non fu mai realizzata per la difficoltà di riprodurre le fini sfumature dei disegni. Solo il testo introduttivo, ampliato, fu pubblicato nel 1885 con il titolo *Über Nebelflecken*. Gli oggetti rappresentati nei disegni qui mostrati sono galassie, ovvero grandi insiemi di stelle che ci appaiono come una nebulosità indistinta a causa della loro distanza. Le prime osservazioni spettroscopiche di nebulose, effettuate da William Huggins, mostrarono che alcune nebulose presentano uno spettro simile a quello stellare; esse sono quindi costituite da stelle e denominate galassie, per distinguerle dalle nebulose propriamente dette (cfr. Fi. 11). [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: TEMPEL 1885; HUGGINS 1864; CHIMIRRI ET AL. 2009.

FI. 11. ERNST WILHELM LEBERECHE
TEMPEL (1821-1889)

[Orion Nebula]
Arcetri 1876
pencil drawings, 340x260 mm, 165x125 mm
INAF-Arcetri Astrophysical Observatory,
Historical Archives, Donati fond

The drawings shown here represent two parts of the Orion Nebula observed by Tempel with the Amici-I telescope of the Arcetri Observa-
tory. Before the observations, Tempel had marked on the paper the position of the stars as given by the micrometric measurements of G.P. Bond. Using these stars as reference, he drew the nebula during several nights of ob-
servation, from January to March 1876. The spectroscopic observations of this nebula con-
ducted by Huggins showed the emission line spectrum typical of gases (see Fi. 05); today we call nebulae these large clouds of interstellar gas in our own Galaxy, the Milky Way. Tempel instead shared the traditional view that all nebulae were composed of stars and almost despised spectroscopic works, which he considered a kind of fad. The Irishwoman Agnes Clerke, chronicler of the development of the nascent astrophysics, criticized this attitude of Tempel (defining it “neither philosophic nor just”) in an otherwise benign review of his work on *Nature*. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: BOND 1867; HUGGINS 1865, BRÜCK 2002; CLERKE 1886 (anonymous review, attributed thanks to a letter sent by the writer to Tempel on 11/12/1886; State Archives of Florence, Fondo Nobili, 20/d, n. 570).

FI. 11. ERNST WILHELM LEBERECHE
TEMPEL (1821-1889)

[Nebulosa di Orione]
Arcetri 1876
disegni a matita, 340x260 mm, 165x125 mm
INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri,
Archivio, Fondo Tempel

I disegni qui esposti raffigurano due parti della Nebulosa di Orione osservata da Tempel con il telescopio Amici I dell'Osservatorio di Arcetri. Prima delle osservazioni, Tempel aveva segna-
to sul foglio la posizione delle stelle, indicate dalla misurazioni micrometriche di G.P. Bond. Usando queste stelle come riferimento, aveva poi disegnato la nebulosa durante varie notti di osservazione, dal gennaio al marzo 1876. Le osservazioni spettroscopiche di questa nebulo-
sa condotte da Huggins mostrarono lo spettro



a righe di emissione tipico dei gas (cfr. Fi. 05); oggi chiamiamo nebulose questi oggetti costi-
tuiti da grandi estensioni di gas interstellare nella nostra Galassia, la Via Lattea. Tempel con-
divideva invece l'interpretazione tradizionale che tutte le nebulose fossero composte da stelle e quasi disprezzava i lavori spettroscopici rite-
nuti una sorta di moda passeggera. L'irlandese Agnes Clerke, cronista degli sviluppi della na-
scente astrofisica, criticò questo atteggiamento di Tempel (definendolo *neither philosophic nor just*) in una recensione comunque benigna dei suoi lavori su *Nature*. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: BOND 1867; HUGGINS 1865; BRÜCK 2002; CLERKE 1886 (recensione anonima, attribuita grazie alla lettera inviata dalla scrittrice a Tempel il 12/11/1886; Archivio di Stato di Firenze, Fondo Nobili, 20/d, n. 570).

FI. 12. URBANO LUCCHESI (1844-1906)
Monument to the Astronomer,

Prof. Giovambattista Donati, 1875
Carrara marble, 660x440 mm
INAF-Osservatorio astrofisico di Arcetri,
inv. Coll. Scient. e Museali n. 107005034

This marble bust of Donati was commissioned thanks to a public subscription in which as-
tronomers, university and college professors, politicians and private citizens took part. It is one of the first works of Urbano Lucchesi, then a student of Giovanni Dupré (1817-1882) at the Academy of Fine Arts in Florence. Lucchesi later became artistic director of the Ginori porcelain manufactory at Doccia; he sculpted various statues dedicated to the Italian *Risorgimento*, especially in his native Lucca. Because of the vicissitudes of the Observatory, the bust was placed in Arcetri over 20 years after its completion. In 1899 it was placed over a door in the meridian hall of the Observatory. The remaining funds from the subscription were used for the construction of the Arcetri Solar Tower. In the 1960s it was held in storage at the Museum of the History of Science in Florence, where it was exposed in the telescopes hall. It has finally been brought back to Arcetri in June 2015 on the occasion of the *Starlight* exhibition. It bears the artist's signature and the year of making carved on its back. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: BIANCHI ET AL. 2015.

FI. 12. URBANO LUCCHESI (1844-1906)
Monumento all'Astronomo Prof. Giovambattista

Donati, 1875
marmo di Carrara, 660x640 mm
INAF-Osservatorio astrofisico di Arcetri,
inv. Coll. Scient. e Museali n. 107005034

Il busto marmoreo di Donati fu realizzato gra-
zie ad una sottoscrizione pubblica a cui parte-
ciparono astronomi, professori di università e di istituti superiori, politici e privati cittadini. È una delle prime opere di Urbano Lucchesi, all'epoca allievo di Giovanni Dupré (1817-1882) all'Accademia delle Belle Arti di Firenze. Suc-
cessivamente Lucchesi diventò direttore ar-
tistico della manifattura di ceramiche Ginori di Doccia; realizzò varie statue di tema risor-
gimentale, in particolare nella natia Lucca. A causa delle vicissitudini dell'Osservatorio, il busto fu collocato ad Arcetri oltre 20 anni dopo la sua realizzazione. Nel 1899 fu posto sopra una porta nella sala del meridiano dell'Osser-
vatorio. I fondi rimanenti dalla sottoscrizione



dopo la realizzazione dell'opera furono utiliz-
zati per la costruzione della Torre Solare di Ar-
cetri. Negli anni '60 del XX secolo fu tenuto in deposito al Museo di Storia della Scienza, dove fu esposto nella sala dei telescopi. In occasione della mostra *Starlight* è stato definitivamente riportato ad Arcetri nel giugno 2015. Reca sul retro scolpita la firma dell'artista e l'anno di re-
alizzazione. [a.g., d.g., s.b.]

Bibl.: BIANCHI ET AL. 2015.

roma

Rome, capital of Astrophysics

Aldo Altamore, Marco Faccini, Francesco Poppi

During the second half of the 19th century the formulation of the kinetic theory of gases, the second law of thermodynamics and the formalisation of the laws of the electromagnetic field marked the culmination of classical physics which had begun with Galileo and Newton. Simultaneously, experiments were being carried out which were soon to lead to the new scientific revolution marked by the advent of quantum mechanics and relativity. This era witnessed the rapid evolution of applications of scientific knowledge and the introduction of new technologies both in daily life and in the research field. It is worth underlining the progress made in the fields of energy resources and materials, telecommunications and transport, machine tools and precision instruments. In terms of astronomy, a particularly important role was played by the development and spread of photography which made it possible to obtain images of celestial objects using a technique that presented an alternative to traditional drawing. This extremely lively scientific and technological milieu led to what was described by Samuel P. Langley (1834-1906)¹ as the *new astronomy* or *physical astronomy*, otherwise known as astrophysics. The emergence of astrophysics was the direct consequence of the pioneering research of Gustav Kirchhoff (1824-1887) and Robert Bunsen (1811-1899) who, during the 1850s, had paved the way for the investigation of the physical and chemical properties of materials through laboratory analyses of the light emitted or absorbed by various

chemical elements using spectroscopy (see Pa. 01). These spectroscopic studies had been pioneered several decades previously by the German physicist Joseph von Fraunhofer (1787-1826) who discovered the absorption lines in the solar spectrum which now bear his name (see Na. 01). The new science emerged within a very different context from that of classical astronomy. Traditional astronomy had been restricted to compiling catalogues of the positions and brightness of celestial bodies, calculating the orbits and predicting the motion of planets and comets using the methods of calculation provided by Newtonian physics, as well as morphological studies of the surfaces of planets and other celestial bodies whose images could be detected by telescopes, such as nebulae and star clusters. In order to appreciate the extent of the change, it is worth recalling that Auguste Comte (1798-1857), the founder of Positivism, had categorically excluded the possibility of measuring the temperature and chemical composition of celestial bodies in *Cours de la Philosophie Positive* published in 1835. However, only a few decades after Comte's assertion, the Jesuit Angelo Secchi (1818-1878) developed the first spectral classification of the stars which made it possible to evaluate their physical and chemical properties. While the new approach to astrophysics struggled to gain ground in "classical" observatories in the rest of Europe, intensive astrophysical research was carried out in Italian observatories as a result of the ingenuity of astronomers such as Giovanni Battista Donati (1826-1873) in Florence, Angelo Secchi himself and Lorenzo Respighi (1824-1889) in

Roma, capitale dell'astrofisica

Aldo Altamore, Marco Faccini, Francesco Poppi

Nella seconda metà del XIX secolo, con la definizione della teoria cinetica dei gas, del secondo principio della termodinamica e la formalizzazione delle equazioni dell'elettromagnetismo, si concluse il processo scientifico della fisica classica che aveva avuto inizio con Galileo e Newton. Nello stesso periodo furono intraprese quelle ricerche sperimentali che nel volgere di pochi anni produssero la nuova rivoluzione scientifica rappresentata dall'avvento della meccanica quantistica e della relatività. Quest'epoca fu caratterizzata anche da una rapida evoluzione delle applicazioni delle conoscenze scientifiche e dall'introduzione di nuove tecnologie sia nella vita quotidiana che nell'ambito della ricerca. Ricordiamo, per esempio, i progressi nei campi delle fonti energetiche e dei materiali, delle telecomunicazioni e dei trasporti, delle macchine utensili e degli strumenti di precisione. Per quanto riguarda l'astronomia, di particolare importanza fu lo sviluppo e la diffusione della fotografia, che permetteva di ottenere immagini degli oggetti celesti attraverso una tecnica diversa dal tradizionale disegno. In questo clima di grande vitalità scientifica e tecnologica nacque quella che Samuel P. Langley (1834-1906)¹ definì la *nuova astronomia* o *astronomia fisica*, ovvero l'astrofisica. La nascita dell'astrofisica era la diretta conseguenza delle ricerche pionieristiche di Gustav Kirchhoff (1824-1887) e Robert Bunsen (1811-1899) che, poco dopo la metà del secolo, avevano aperto la possibilità di conoscere la natura fisica e chimica della materia analizzando in laboratorio, per mezzo dello spettroscopio, la luce emessa o assorbita

dai vari elementi chimici (cfr. Pa. 01). Tali studi spettroscopici erano stati avviati, alcuni decenni prima, dal fisico tedesco Joseph von Fraunhofer (1787-1826), al quale si deve la scoperta delle righe di assorbimento nello spettro solare che oggi portano il suo nome (cfr. Na. 01). La nuova scienza si collocava in una prospettiva molto differente da quella dell'astronomia classica, scienza che fino ad allora si era limitata alla compilazione dei cataloghi di posizioni e luminosità degli astri, alla determinazione delle orbite e alla previsione dei moti dei pianeti e delle comete attraverso i metodi di calcolo offerti dalla meccanica newtoniana, nonché agli studi morfologici delle superfici planetarie e degli altri oggetti celesti le cui immagini potevano essere risolte dai telescopi, come per esempio le nebulose e gli ammassi stellari. Per inquadrare la portata del cambiamento ricordiamo che, nel 1835, il fondatore del Positivismo, Auguste Comte (1798-1857), nel suo *Cours de la Philosophie Positive* aveva escluso categoricamente la possibilità di misurare temperatura e composizione chimica dei corpi celesti. Tuttavia, dopo qualche decennio da quest'affermazione, il gesuita Angelo Secchi (1818-1878) sviluppò la prima classificazione spettrale delle stelle che permetteva invece di valutare proprio queste caratteristiche fisiche e chimiche. Mentre nel resto d'Europa il nuovo approccio astrofisico fece fatica ad affermarsi negli osservatori astronomici "classici", negli osservatori italiani furono intraprese molte ricerche di astrofisica grazie all'ingegno di astronomi come Giovanni Battista Donati (1826-1873) a Firenze,



1. The Collegio Romano
Astronomical Observatory in a
photo of 1901 / L'Osservatorio
astronomico del Collegio Romano
in una foto del 1901

Rome, Pietro Tacchini (1838-1905) in Palermo and Giuseppe Lorenzoni in Padua.

In this scientific environment, the formulation of Secchi's spectral classification (fig. 2) undoubtedly marked one of the crucial contributions of Roman astronomy to astrophysics. Secchi became director of the Collegio Romano Observatory (fig. 1) in 1849, succeeding his teacher and fellow member Francesco De Vico (1805-1848). As from 1852, he began a major reorganisation of this old observatory by building what can rightly be regarded as the first astrophysical observatory in the world on top of the roof of the church of Sant'Ignazio. He had equipment installed in the premises of the new observatory designed to carry out systematic observations of the earth's magnetic field and to study atmospheric electricity following a uniform approach that combined astronomy with terrestrial physics. In this context, he always tried to identify possible correlations between magnetic, electrical, meteorological and astronomical phenomena.

Secchi was in close correspondence with all the leading scientists of his day and helped to promote the latest scientific theories. He was also the author of two of the main 19th century treatises on astronomy, *Le Soleil* (see Fi. 03; Pa. 06) and *Le Stelle* (see Fi. 05). which underwent many translations and editions. As a result of his keen interest in new techniques, Secchi was one of the first people in Italy to apply photography and spectroscopy to astronomy, achieving highly significant results in the field of solar physics (see Rm. 09) and stellar astrophysics. Secchi's spectral classification constituted the basis for later classifications, in particular the classification carried out in the late 19th century at Harvard College University in the United States. This paved the way for studies of stellar atmospheres which, thanks to advances made in atomic and nuclear physics during the 20th century, was to further understanding of the structure and evolution of stars and the processes of energy generation and transport within them.

The observations that led to his classification (see Rm. 08), as well as his important studies of the Sun, were made by

Secchi using two achromatic refractors: the Cauchoix refracting telescope (see Rm. 01) and the 24 cm Merz equatorial telescope were bought in 1854 for the foundation of the new observatory with the financial aid of Father Paolo Rosa Antonisi (1825-1874), a colleague of Secchi and also a brother of the Collegio Romano.

These telescopes could be equipped with various types of spectrometer:

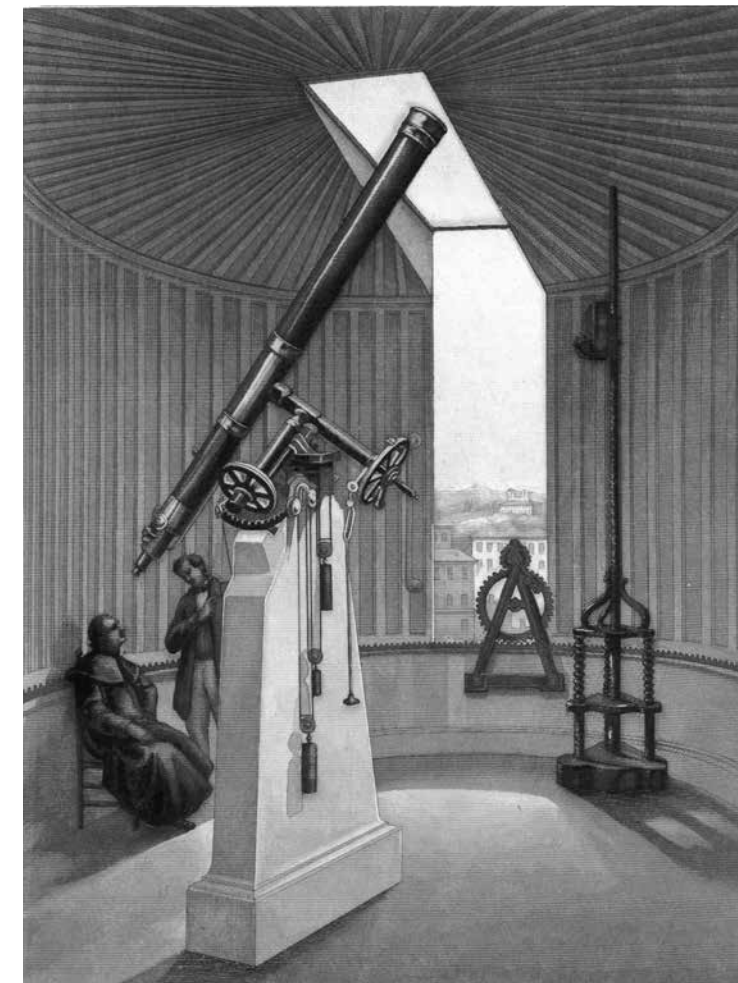
- a glass prism spectrometer, similar to those in use in chemistry and physics laboratories of the period;
- "direct vision" spectrometers with alternate flint and crown glass prisms (see Rm. 04);
- diffraction grating spectrometers which, instead of prisms, used glass or metal gratings with finely engraved vertical lines as a means of dispersing light to observe the spectrum in the different orders of diffraction (see Pa. 04).
- the objective prism, devised by Respighi and later modified by Secchi (see Rm. 05; Rm. 07).

The scientific career of Angelo Secchi was closely intertwined with that of another pioneer of Italian astrophysics: Lorenzo Respighi (1824-1889).

Formerly in charge of the Bologna Observatory, Respighi was summoned in 1865 by Pius IX to be the director of the Campidoglio Observatory which belonged to La Sapienza University in Rome and was situated on the roof of the Senatorial Palace². As a result of his interest in celestial phenomena and the potential offered by the spectrometer, Respighi used his equipment to carry out numerous studies³ related to the emerging subject of stellar astrophysics⁴. From 1876 onwards, he also carried out research in solar physics, making systematic measurements at the Campidoglio Observatory of the variations in the diameter of the Sun. This work continued uninterruptedly at the Rome Astronomical Observatory until the 1950s.

Secchi and Respighi both shared an interest in the aurora borealis. Due to the lack of light pollution at the time, the phenomena were clearly visible not only in the centre of Rome but also in regions of southern Italy. Their studies display an awareness of the correlations of the aurora borealis with variations in the Earth's magnetic field and

2. Old engraving which shows
the Merz telescope at the
Campidoglio Astronomical
Observatory / Incisione d'epoca, il
telescopio Merz dell'Osservatorio
Astronomico del Campidoglio



dello stesso Angelo Secchi e di Lorenzo Respighi (1824-1889) a Roma, di Pietro Tacchini (1838-1905) a Palermo, di Giuseppe Lorenzoni a Padova.

In questo clima scientifico, la formulazione della classificazione spettrale di Secchi fu certamente uno dei contributi fondamentali dati dall'astronomia romana alla nascita dell'astrofisica.

Secchi divenne direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano (fig. 1) nel 1849, succedendo al suo maestro e confratello Francesco De Vico (1805-1848) e, a partire dal 1852, avviò un profondo rinnovamento di questa antica specola, intraprendendo, sul tetto della chiesa di Sant'Ignazio a Roma, la costruzione di quello che, a ragione, può essere ritenuto il primo osservatorio astrofisico del mondo. Nei locali del nuovo osservatorio egli allestì anche degli apparati per l'osservazione sistematica del campo magnetico terrestre e per lo studio dell'elettricità atmosferica, in una visione unitaria che legava astronomia e fisica terrestre. In quest'ambito, infatti, egli cercò sempre di individuare le possibili correlazioni tra fenomeni magnetici, elettrici, meteorologici e astronomici. Secchi tenne una fitta corrispondenza con tutti i principali scienziati della sua epoca e contribuì alla circolazione delle più moderne teorie scientifiche dell'epoca; fu inoltre autore di due dei principali trattati astronomici dell'Ottocento: *Le Soleil* (cfr. Fi. 03; Pa. 06) e *Le Stelle* (cfr. Fi. 05)

che conobbero numerose traduzioni ed edizioni. Attento alle nuove tecniche, Secchi fu tra i primi in Italia ad applicare la fotografia e la spettroscopia in campo astronomico, ottenendo risultati determinanti nel campo della fisica solare (cfr. Rm. 09) e dell'astrofisica stellare. La classificazione spettrale di Secchi, in particolare, costituì la base delle successive classificazioni, specialmente di quella sviluppata sul finire del secolo negli Stati Uniti all'Harvard College University; essa aprì la strada agli studi delle atmosfere stellari che in seguito, grazie ai progressi delle conoscenze di fisica atomica e nucleare del XX secolo, permisero la comprensione della struttura e dell'evoluzione delle stelle e dei processi di generazione e trasporto dell'energia al loro interno.

Le osservazioni su cui si fonda la sua classificazione (cfr. Rm. 08), nonché i suoi importanti studi sul Sole, furono da lui effettuati con due rifrattori acromatici: il telescopio Cauchoix (cfr. Rm. 01) e il telescopio equatoriale Merz da 24 cm di apertura, acquistato nel 1854, al momento della fondazione del nuovo osservatorio, grazie al contributo finanziario del p. Paolo Rosa Antonisi (1825-1874), confratello e collaboratore di Secchi.

Questi telescopi potevano essere equipaggiati con diversi tipi di spettroscopi:

- spettroscopi angolari, con prismi di vetro, simili a quelli in uso nei laboratori di chimica e fisica del tempo;



solar activity. The two scientists can therefore be considered the precursors of the research field now known as *Space Weather*⁵. A crucial contribution made by the two Roman astronomers to the development of stellar astrophysics was undoubtedly the introduction of the objective prism, devised by Respighi (fig. 3) and perfected by Secchi who used it to extend his spectral classification. By virtue of its capacity to cover the visual field, the objective prism played a key role in the development of modern astrophysics. During the second half of the 20th century it was used mainly with Schmidt-type telescopes⁶ which make it possible to conduct observations with a wide visual field and are generally used for photographic mapping, both in visible and other wavelengths⁷. In the field of solar astrophysics, the pioneering work begun by Angelo Secchi and Lorenzo Respighi was later continued by Pietro Tacchini who moved from the Palermo Observatory to Rome in 1879, taking over the directorship



3. Respighi's rectangular objective prism in a photo in the OAR-INAF historical archive / Il prisma obiettivo rettangolare di Respighi in una foto dell'archivio storico dell'OAR-INAF

4. Inscription on the Solar Tower of Monte Mario / Iscrizione sulla torre solare di Monte Mario

of the Collegio Romano Observatory which had been confiscated by the Italian government after Secchi's death. Together with Secchi and Lorenzoni in Padua, Tacchini was one of the leading figures of Società degli Spettroscopisti Italiani (see Sec. 5) and tried to keep up interest in astrophysical research in Italy. Nevertheless, in the early 20th century, the United States became the leading force in these studies due to the extensive private economic resources invested in the sector while Italy and Europe, ravaged by the catastrophic events of the First World War, inevitably fell behind. However, Rome still preserves traces of its role as the cradle of astrophysics: the Solar Tower that now dominates the skyline of Rome, made in the 1950s on Monte Mario on the model of the tower of Arcetri, bears a dedication to Respighi and Secchi, these two *distinguished pioneers* of astrophysics (fig. 4). The legacy of their scientific research is kept alive at the INAF (National Institute for Astrophysics) - Rome Observatory and the universities in the capital.

- spettroscopi a “visione diretta”, con prismi di vetro *flint* e *crown* incollati in sequenza alternata (cfr. Rm. 04);
- spettroscopi a diffrazione, che invece dei prismi utilizzavano, come mezzo disperdente della luce, dei reticoli di vetro o metallo con righe verticali finissimamente incise, per osservare lo spettro in diffrazione nei suoi diversi ordini (cfr. Pa. 04).
- prisma-obiettivo, ideato da Respighi e poi modificato da Secchi (cfr. Rm. 05; Rm. 07).
La vicenda scientifica di Angelo Secchi s'incrociò con quella di un altro pioniere dell'astrofisica italiana: Lorenzo Respighi (1824-1889). Già direttore dell'Osservatorio di Bologna, nel 1865 Respighi era stato chiamato da Pio IX alla direzione dell'Osservatorio del Campidoglio, che apparteneva all'Università La Sapienza di Roma ed era collocato sul tetto del Palazzo Senatorio². Spinto dall'interesse verso la fisica dei fenomeni celesti e dalle possibilità offerte dallo spettroscopio, con i suoi strumenti Respighi condusse numerosi studi³ che riguardarono anche la nascente astrofisica stellare⁴. Quanto alla fisica solare, a partire dal 1876 avviò all'Osservatorio del Campidoglio misure sistematiche delle variazioni del diametro solare che furono proseguite senza interruzione all'Osservatorio Astronomico di Roma fino agli anni Cinquanta del XX secolo. Secchi e Respighi ebbero in comune anche l'interesse per le aurore boreali. Grazie all'assenza di inquinamento luminoso, all'epoca tali fenomeni erano ben visibili non solo dal centro di Roma, ma anche dalle regioni del sud d'Italia. Dai loro studi emerge la consapevolezza delle correlazioni del fenomeno aurorale con le variazioni del campo magnetico terrestre e l'attività solare, per cui i due scienziati possono essere considerati precursori di quelle ricerche che oggi vanno sotto il nome di Meteorologia Spaziale (Space Weather)⁵.

Un contributo decisivo dato dagli astronomi di Roma allo sviluppo dell'astrofisica stellare fu certamente dovuto all'introduzione del prisma-obiettivo, ideato da Respighi (fig. 3) e perfezionato da Secchi, che lo utilizzò per estendere la sua classificazione spettrale. Per le sue proprietà di copertura del campo visivo il prisma obiettivo è stato uno strumento determinante per lo sviluppo della ricerca astrofisica moderna. Nella seconda metà del XX secolo fu soprattutto utilizzato con telescopi di tipo Schmidt⁶, strumenti che permettono di osservare con un ampio campo visivo, generalmente impiegati per mappature fotografiche, sia nel visibile che in altre lunghezze d'onda⁷. Nel campo dell'astrofisica solare, la tradizione avviata da Angelo Secchi e Lorenzo Respighi fu poi continuata da Pietro Tacchini che dall'Osservatorio di Palermo si trasferì a Roma nel 1879, assumendo la direzione dell'Osservatorio del Collegio Romano, confiscato dal Governo italiano dopo la morte di Secchi. Con Secchi e Lorenzoni a Padova, Tacchini fu tra i protagonisti della Società degli Spettroscopisti Italiani (cfr. Sez. 5) e tentò di mantenere viva in Italia l'attenzione per le ricerche astrofisiche. Ai primi del XX secolo, tuttavia, saranno gli Stati Uniti ad assumere la leadership in questo genere di studi, grazie alle risorse economiche investite nel settore da molti privati, mentre l'Italia e il resto d'Europa, investite dalla catastrofica Prima Guerra Mondiale, rimasero inevitabilmente indietro. Roma conserva comunque traccia di essere stata una culla dell'astrofisica: la torre solare che oggi domina il paesaggio di Roma, realizzata negli anni Cinquanta a Monte Mario sul modello di quella di Arcetri, porta la dedica ai due *insigni pionieri* dell'astrofisica (fig. 4) Respighi e Secchi e la loro tradizione scientifica è ancora viva presso l'INAF-Osservatorio di Roma e le università romane.

¹ Samuel P. Langley, an American astronomer and physicist, was the inventor of the bolometer and a pioneer of aviation. *New Astronomy* is the title of a book designed to popularise astronomy published by Langley in 1888.
² By virtue of a decree passed in 1923, the Campidoglio Observatory was merged with the Collegio Romano Observatory to create the new Rome Astronomical Observatory, an idea that had long been cherished by Giuseppe Armellini (1887-1958). The new observatory was set up in Villa Mellini on Monte Mario.

³ Respighi devoted himself to compiling one of the last great stellar catalogues to be made using purely visual techniques. The observations and recordings took 35 years from 1875 to 1910 and were completed by his assistants Alfonso Di Legge (1847-1938) and Francesco Giacomelli (1849-1936). It was an extremely accurate piece of work carried out using a zenith telescope produced by Ertel. In order to reduce the systematic errors of the equipment, each star was observed several times, both directly and by reflection in a mercury bath.

⁴ Respighi also made a contribution to the understanding of the scintillation of stars: by means of several spectroscopic experiments, he demonstrated that the phenomenon was caused by the refraction of light through the various atmospheric layers (see MONACO 1990).
⁵ www.spaceweather.com/
⁶ INAF (National Institute for Astrophysics) has three Schmidt telescopes, all equipped with an objective prism: two are in the Asiago Astrophysical Observatory, i.e. the observation station of the Padua Astronomical Ob-

servatory; the third is in the Campo Imperatore Astrophysical Station of the Rome Astronomical Observatory. Another Schmidt telescope is to be found in the Vatican Observatory in the gardens of Villa Pontificia at Castel Gandolfo.
⁷ The most famous example of mapping visible wavelengths is the *Palomar Sky Survey*, carried out between 1950 and 1958 at the Monte Palomar Observatory in California; the *Objective Prism Surveys* conducted at the Hamburg Observatory in the 1990s are another example.

¹ Samuel P. Langley, astronomo e fisico americano, fu l'inventore del bolometro e uno dei pionieri dell'aeronautica. *New Astronomy* è il titolo di un libro di divulgazione astronomica da lui pubblicato nel 1888.
² L'Osservatorio del Campidoglio, con un decreto del 1923, fu poi unificato con l'Osservatorio del Collegio Romano, per dare origine al nuovo Osservatorio Astronomico di Roma, fortemente voluto da Giuseppe Armellini (1887-1958) e realizzato nella sede di Villa Mellini a Monte Mario.
³ Respighi si dedicò anche alla com-

pilazione di uno degli ultimi grandi cataloghi stellari realizzati con una tecnica puramente visuale; esso richiese ben 35 anni di lavoro dal 1875 al 1910 e fu completato dai suoi assistenti Alfonso Di Legge (1847-1938) e Francesco Giacomelli (1849-1936). Si trattò di un lavoro molto accurato condotto con cannocchiale zenitale realizzato da Ertel; al fine di ridurre gli errori sistematici dello strumento ogni stella veniva osservata più volte, sia direttamente che riflessa in una vasca di mercurio.
⁴ Tra l'altro, Respighi diede un contri-

buto decisivo alla comprensione del fenomeno della scintillazione delle stelle: attraverso diversi esperimenti spettroscopici, dimostrò che essa era dovuta alla rifrazione della luce nei vari strati atmosferici (cfr. MONACO 1990).
⁵ www.spaceweather.com/
⁶ L'INAF ha in dotazione tre telescopi Schmidt, tutti correati di prisma obiettivo: due sono all'Osservatorio Astrofisico di Asiago, stazione osservativa dell'Osservatorio Astronomico di Padova; il terzo è presso la Stazione Astrofisica di Campo

Imperatore dell'Osservatorio Astronomico di Roma. Un altro telescopio Schmidt si trova alla Specola Vaticana, nei giardini della Villa Pontificia di Castel Gandolfo.
⁷ La più famosa delle mappature nel visibile è la *Palomar Sky Survey*, eseguita tra il 1950 e il 1958 all'Osservatorio di Monte Palomar, in California; un altro esempio sono le *Objective Prism Surveys* realizzate dall'Osservatorio di Amburgo negli anni Novanta del secolo scorso.

RM. 01. **ACHROMATIC REFRACTOR**
Robert-Aglaré Cauchoix, Paris, 1825
glass, metal; aperture $\varnothing$ 16,9 cm; focal length
f=238 cm
INAF-Rome Astronomical Observatory,
n.i. M0011/2494

This telescope originally belonged to the Collegio Romano Astronomical Observatory and is a very important instrument in the history of stellar and solar astrophysics. Acquired in 1824, its initial mounting, a quite sophisticated one, was altazimutal. When Angelo Secchi (1818-1878) renewed the Observatory, he installed the telescope on its current equatorial mounting. It was mainly used for solar observations. In the second half of 19th century, the investigation on the physical and chemical properties of the Sun was one of the main research lines of the infant astrophysics. Secchi gave major contributions to the physical understanding of phenomena such as spots, prominences and flares taking place in the solar photosphere and chromosphere. The observations were registered either with the usual drawing technique, or the innovative technique represented by photography. By adding an objective prism to this instrument or to the large Merz refractor, Secchi collected a great deal of observations on which he based his first star spectral classification, on which lies stellar astrophysics. In 1886, owing to its exceptional optical quality, the objective was mounted on a new tube and provided with a more modern equatorial mounting built by Giuseppe Cavignato (masterful technician at the Padua Observatory) following the instructions of Pietro Tacchini (1838-1905), Director of the Collegio Romano Observatory after Secchi. In 1913 Giorgio Abetti (1882-1982) used the telescope with an objective prism and photographed the spectra of various stars used by Secchi for his classification, also studying the optical characteristics of the instruments utilized by the Jesuit astronomer.

The telescope was later moved to the newly founded Monte Mario Observatory; the last research work it was involved in was the transit of Mercury on the solar disc of May 1970; however, the instrument was still used as a teaching aid until the '80s of the 20th century. Recently the objective has been put back in its original brass tube (see above) built in 1825. [a.a., m.f., f.p.]

Bibl.: CALISI in CHINNICI (ed.) 2009, p. 199;
ABETTI 1920, p. 15.



RM. 01. **RIFRATTORE ACROMATICO**
Robert-Aglaré Cauchoix, Parigi 1825
Vetro, metallo; apertura $\varnothing$ 16,9 cm,
lunghezza focale f=238 cm
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma,
n.i. M0011/2494

Questo telescopio proviene dall'Osservatorio Astronomico del Collegio Romano e riveste una grande importanza nella storia dell'astrofisica stellare e solare. Acquisito nel 1825, era inizialmente installato su una montatura altazimutale, piuttosto sofisticata. Angelo Secchi (1818-1878), nell'opera di rinnovamento dell'Osservatorio, provvide a collocarlo sull'attuale montatura equatoriale. Il telescopio era principalmente utilizzato per le osservazioni solari. Nella seconda metà dell'Ottocento lo studio delle proprietà fisiche e chimiche del Sole rappresentò una delle principali linee della nascente astrofisica. Secchi diede importanti contributi alla comprensione fisica dei fenomeni che si manifestano nella fotosfera e nella cromosfera solari, come le macchie, i brillamenti e le protuberanze. La registrazione delle osservazioni veniva eseguita sia attraverso il tradizionale metodo del disegno, che per mezzo della nuova tecnica della fotografia. Applicando il prisma obiettivo sia a questo strumento sia al grande rifrattore Merz, Secchi

raccolse numerose delle osservazioni su cui fu basata la prima classificazione spettrale delle stelle che è a fondamento dell'astrofisica stellare.

Nel 1886, per la sua eccezionale qualità ottica, l'obiettivo fu montato su un nuovo tubo e installato su una più moderna montatura equatoriale realizzata da Giuseppe Cavignato (abile meccanico dell'Osservatorio di Padova) a cura di Pietro Tacchini (1838-1905), successore di Secchi nella direzione dell'Osservatorio del Collegio Romano. Nel 1913, con questo stesso strumento, accoppiato al prisma obiettivo, Giorgio Abetti (1882-1982) fotografò gli spettri di diverse stelle utilizzate da Secchi per la sua classificazione e studiò le caratteristiche ottiche della strumentazione da lui utilizzata. Lo strumento venne poi trasferito nel nuovo Osservatorio di Monte Mario; l'ultima pubblicazione scientifica prodotta riguardò il transito di Mercurio sul disco solare avvenuto nel maggio 1970, tuttavia il telescopio rimase in servizio a fini didattici fino agli anni '80 del XX secolo. Recentemente l'obiettivo è stato ricollocato nel tubo di ottone originale risalente all'anno 1825, qui esposto. [a.a., m.f., f.p.]

Bibl.: CALISI in CHINNICI (ed.) 2009, p. 199;
ABETTI 1920, p. 15.

RM. 02. **THERMO-HELIOMETER**
Angelo Secchi (1818-1878), Rome 1863
brass, wood; height 60 cm
INAF-Rome Astronomical Observatory,
n.i. M0023/2493

This instrument was invented in 1863 by Angelo Secchi, with the purpose of estimating the energy radiated by the Sun by means of the recorded differences in temperature. This was one of the first attempts to determine the solar constant, i.e. the energy radiated by the Sun in all wavelengths, including those out of the visible spectrum.

Secchi presented the instrument as a modified version of a devise invented by the Scottish physicist John James Waterston (1811-1883): it consisted of an airtight chamber with dark walls which, after the insertion of a thermometer, was rendered airless; the solar radiation entered the chamber via a small hole. In Secchi's thermos-heliometer the sunlight entering through a circular hole of 25 mm diameter, would warm the water placed inside a small boiler, which was thermally insulated from the environment by a wooden layer. By means of two internal thermometers (one being exposed to solar rays, the second one to water) the variation in temperature of the fluid in given time could be determined, thus allowing the amount of energies coming from the Sun, to be estimated.

The instrument leans on a mounting similar to those in use for theodolites, and can be leveled out by means of three adjusting screw and two levels resting on the base. The base also presents a small compass, to help azimuthal orientation. The measurements made with this instrument were also used in meteorology and were part of the research correlating solar phenomena with atmospheric ones, typical of Secchi's scientific approach. The solar constant was eventually determined by Samuel Langley, who studied especially the infrared region of the solar spectrum. [a.a., m.f., f.p.]

Bibl.: CALISI in CHINNICI (ed.) 2009, p. 200;
SECCHI 1863, p. 105; ALTAMORE 2012, pp. 138 sgg.

RM. 02. **TERMOELIOMETRO**
Angelo Secchi (1818-1878), Roma 1863
ottone, legno; altezza 60 cm
INAF- Osservatorio Astronomico di Roma,
n.i. M0023/2493

Con questo strumento, ideato da Angelo Secchi nel 1863, lo scienziato gesuita tentò di stimare



l'energia irradiata dal Sole attraverso una misura differenziale di temperatura. Esso rappresenta uno dei primi tentativi di determinare la costante solare, cioè l'energia emessa dal Sole in tutte le lunghezze d'onda, anche quelle al di fuori dello spettro visibile. Secchi presenta lo strumento come una modificazione di un dispositivo ideato dal fisico scozzese John James Waterston (1811-1883), costituito da una camera ermetica con pareti annerite nella quale, dopo aver inserito un termometro, veniva praticato il vuoto; la radiazione solare entrava in essa attraverso un piccolo foro. Nel termoelemento di Secchi la luce del Sole entrava attraverso un foro circolare di 25 mm di diametro e andava a riscaldare l'acqua posta nella caldaietta termicamente isolata dall'ambiente circostante per mezzo di una camicia di legno. Attraverso i due termometri interni (uno esposto ai raggi solari, l'altro a contatto con l'acqua) veniva misurata la variazione di

temperatura del liquido in un certo intervallo di tempo, dalla quale si poteva risalire alla quantità di energia ricevuta dal Sole. Lo strumento è sostenuto da una montatura del tipo di quelle in uso per i teodoliti, ed è livellabile per mezzo delle tre viti calanti e delle due livelle poste alla base. Sulla base è anche inserita una piccola bussola utile per l'orientamento in azimuth. Le misure effettuate con questo strumento erano finalizzate anche agli studi di meteorologia e rientravano nella ricerca di correlazioni tra i fenomeni solari e quelli atmosferici che caratterizzava l'approccio scientifico di Secchi. La costante solare fu poi determinata nel 1881 da Samuel Langley, che studiò in modo particolare la regione infrarossa dello spettro solare. [a.a., m.f., f.p.]

Bibl.: CALISI in CHINNICI (ed.) 2009, p. 200;
SECCHI 1863, p. 105; ALTAMORE 2012, pp. 138 sgg.

RM. 03. ACHROMATIC REFRACTOR
Merz, Munich, ca. 1850
brass, glass; aperture $\varnothing$ 11,5 cm, focal length
f= 190 cm
INAF-Rome Astronomical Observatory, n.i.
M0080

This refracting telescope, built in the Merz workshop, was donated to the Campidoglio Observatory, directed by Ignazio Calandrelli (1792-1866), by the marquis Giuseppe Ferrajoli (1798-1870), a well-known financier, businessman and politician living in Rome during Pio IX's papacy.

The telescope was first used by the astronomer Caterina Scarpellini (1808-1873) during the solar eclipse of 18 July 1860. However, it was Lorenzo Respighi who made an intense use of this instrument for his studies of stellar and solar astrophysics, starting from 1865, when Pio IX nominated him director of the Observatory. By adapting the objective prism he had previously invented to this telescope, he succeeded in demonstrating that the star scintillation phenomenon was due to turbulence of the Earth's atmosphere. With this telescope Respighi also did research work on the solar chromosphere: by placing the spectroscope slit tangentially to the photosphere limb, he could obtain the prominences profiles and follow their chronologic evolution on various timescales.

When the new Rome Astronomical Observatory (OAR) was established, the telescope was transferred to its new location at Villa Mellini, on Monte Mario where it was used until the '70s of the 20th century. On the occasion of the total solar eclipse of 15 February 1961 it was moved to Imperia and placed at the astronomical camp arranged by Rome Observatory staff. After its dismissal, the telescope was included in the collection of historical instruments on exhibition at Monte Porzio Catone Observatory, i.e. the current venue of the Rome Observatory, whereas the marble stand on which the equatorial mounting rested, is still visible at Monte Mario, in the garden of Villa Mellini, which currently hosts the Presidency of INAF. [a.a., m.f., f.p.]

Bibl.: SCARPELLINI 1860; MONACO 2000.

RM. 03. RIFRATTORE ACROMATICO
Merz, Monaco, metà XIX secolo
ottone, vetro; Apertura $\varnothing$ 11,5 cm, lunghezza
focale f= 190 cm
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma,
n.i. M0080



Questo telescopio rifrattore, prodotto dalla ditta Merz di Monaco, fu donato all'Osservatorio Universitario del Campidoglio nel 1860, durante la direzione di Ignazio Calandrelli (1792-1866), da parte del marchese Giuseppe Ferrajoli (1798-1870) importante finanziere, imprenditore e politico della Roma di Pio IX. Lo strumento fu utilizzato per la prima volta in occasione dell'eclisse solare del 18 luglio 1860 dall'astronoma Caterina Scarpellini (1808-1873). Fu però soprattutto Lorenzo Respighi ad utilizzare intensamente questo telescopio per i suoi studi di astrofisica stellare e solare, a partire dal 1865, anno in cui fu nominato da Pio IX direttore dell'Osservatorio. A questo strumento egli adattò il prisma obiettivo da lui ideato e riuscì, tra l'altro, a dimostrare che il fenomeno della scintillazione delle stelle è dovuto alla turbolenza dell'atmosfera terrestre. Respighi investigò con questo telescopio anche la cromosfera solare: ponendo la fenditura dello spettroscopio tangente al bordo della fotosfera egli riusciva ad ottenere i profili delle protuberanze e a seguirne l'evoluzione temporale su diversi tempi scala.

All'epoca della fondazione del nuovo Osservatorio Astronomico di Roma (OAR), il telescopio fu trasferito nella nuova sede di Villa Mellini a Monte Mario, ove rimase operativo fino agli anni '70 del XX secolo. In occasione dell'eclisse totale di Sole del 15 febbraio 1961 lo strumento fu portato ad Imperia presso l'apposita stazione astronomica allestita dal personale dell'Osservatorio di Roma. Infine, una volta dismesso, il telescopio fu inserito nella collezione di strumenti storici esposta presso l'Osservatorio di Monte Porzio Catone, attuale sede dell'Osservatorio di Roma, mentre il pilone marmoreo che sosteneva la montatura equatoriale è ancora visibile nel giardino della Villa Mellini a Monte Mario, che oggi ospita la Presidenza dell'Istituto Nazionale di Astrofisica. [a.a., m.f., f.p.]

Bibl.: SCARPELLINI 1860; MONACO 2000.

RM. 04. DIRECT VISION SPECTROSCOPE
J. Hofmann, Paris 1862
brass, glass
INAF-Rome Astronomical Observatory

By means of this direct vision spectroscope, (see Fi. 02) built by the Parisian optician Hoffman, Secchi observed his first solar spectra, on which he published an article in 1863. He had been able to test the instrument in 1862 during the visit in Rome of Jules Janssen, who was using a similar one for his studies of the solar spectrum. Later Secchi acquired from Merz a new direct vision spectroscope, of a better quality, which he used in 1867 to make his first spectral classification of stars, consisting of three star types:

Type I - white-blue stars such as α Lyrae and Sirius;

Type II - yellow giant stars such as the Sun and Pollux;

Type III - orange and red stars such as α Orionis and Antares.

Secchi's spectral classification represented the base for later spectral classifications. Thanks to these studies it has been possible to determine the physical parameters and the chemical composition of stellar atmospheres; together with stellar photometry, they have been the observational basis for models describing the structure and evolution of stars and stellar systems.

[a.a., m.f., f.p.]

Bibl.: CALISI 1991, p. 41; SECCHI 1877;
ALTAMORE 2012.



RM. 04. SPETTROSCOPIO A VISIONE DIRETTA

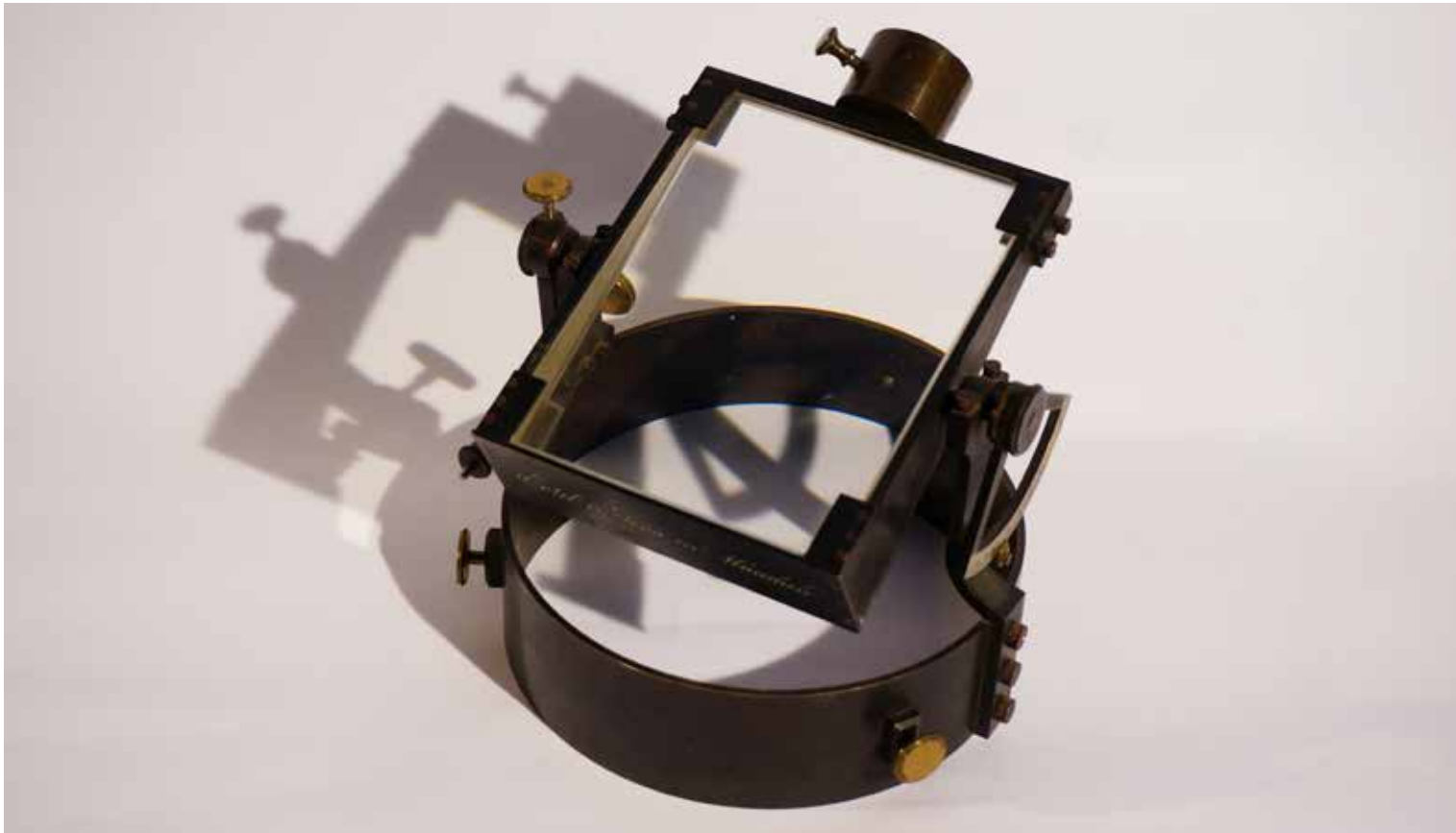
J. Hofmann, Parigi 1862
ottone, vetro
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma

Secchi utilizzò questo spettroscopio a visione diretta (cfr. Fi. 02) realizzato dall'ottico parigino Hoffman per le prime osservazioni di spettri stellari che pubblicò nel 1863. Aveva avuto modo di testare questo strumento nel 1862 durante il soggiorno a Roma di Jules Janssen, che ne utilizzava uno simile per i suoi studi sullo spettro solare. In seguito Secchi commissionò a Merz un altro spettroscopio a visione diretta, di migliore qualità, col quale nel 1867 eseguì una prima classificazione spettrale delle stelle, raggruppandole secondo tre tipi:

Tipo I - stelle *bianco-azzurre* come α Lyrae e Sirius;
Tipo II - stelle *gialle* come il Sole e Polluce;
Tipo III - stelle *aranciate e rosse* come α Orionis e Antares.

La classificazione spettrale di Secchi costituì la base delle successive classificazioni spettrali, che hanno permesso di determinare i parametri fisici e la composizione chimica delle atmosfere stellari e, insieme alla fotometria stellare, hanno rappresentato la base osservativa dei modelli che descrivono la struttura e l'evoluzione delle stelle e dei sistemi stellari. [a.a., m.f., f.p.]

Bibl.: CALISI 1991, p. 41; SECCHI 1877;
ALTAMORE 2012.



RM. 05. **OBJECTIVE PRISM**
Ertel, Munich 1862
glass, metal
INAF-Rome Astronomical Observatory

Lorenzo Respighi and Angelo Secchi are indissolubly linked to the invention of the objective prism, a device which allows multiple stellar spectra to be observed at once in the visual area of the telescope. In 1869 Respighi experimented his objective prism, by placing it before the Merz telescope of the Campidoglio Observatory. He must be given the merit of having picked out this research technique from stellar physics. The idea of using an objective prism was in fact first proposed by the German astronomer Joseph von Fraunhofer, who soon abandoned it though, for technical reasons due to the prism characteristics. Respighi realized that the prism used by Franunhofer had too large a refracting angle and he had a rectangular-based prism of only 12° aperture, purpose-built by Ertel in Munich. In the same period Angelo Secchi, as well, had an objective prism built, which he used with the telescopes of the Collegio Romano Observatory, with the Cauchoix refractor (see RM. 01) and the large Merz equatorial telescope (24 cm aperture) which was destroyed by a fire at the Rome Observatory in July 1958.

Secchi and Respighi augmented on who was the inventor of this instrument, as the first observations carried out with the respective prisms, were published almost at the same time. The objective prism has been largely used for astrophysical research throughout the 20th century, especially in conjunction with Schmidt-type telescopes, to make wide field photographs of thousands of stellar spectra. [a.a., m.f., f.p.]

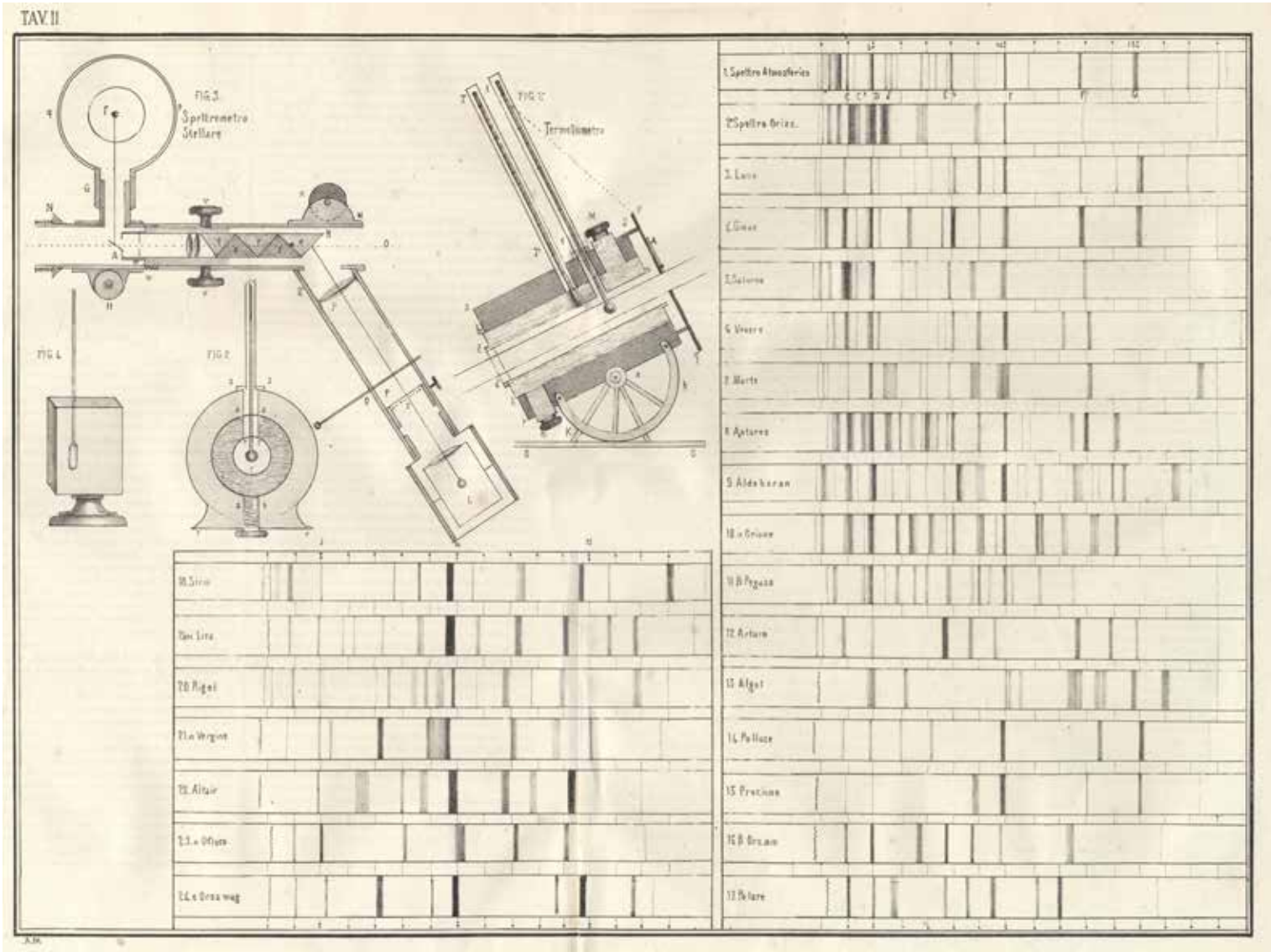
Bibl.: CALISI 1991, p. 41; CHINNICI 2000; ALTAMORE 2012.

RM. 05. **PRISMA OBIETTIVO**
Ertel, Monaco di Baviera 1862
vetro, metallo
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma

I nomi di Lorenzo Respighi e Angelo Secchi sono inscindibilmente legati all'invenzione del prisma obiettivo, dispositivo che consente di osservare contemporaneamente nel campo visivo del telescopio gli spettri di molte stelle. Nel 1869 Respighi sperimentò il suo prisma obiettivo, ponendolo davanti al telescopio Merz dell'Osservatorio Capitolino. A lui va il merito di aver recuperato questa tecnica d'indagine nell'ambito della fisica stellare.

L'idea del prisma obiettivo era stata infatti proposta dal fisico e astronomo tedesco Joseph von Fraunhofer, ma era stata da questi presto abbandonata per problemi tecnici dovuti alle caratteristiche del prisma. Respighi comprese che il prisma usato da Fraunhofer aveva un angolo rifrangente troppo grande e fece costruire dalla ditta Ertel di Monaco un prisma a base rettangolare con un'apertura di soli 12°. Nello stesso periodo anche Angelo Secchi fece costruire un prisma obiettivo che utilizzò con i telescopi dell'Osservatorio del Collegio Romano, il rifrattore Cauchoix (cfr. RM. 01) e il grande equatoriale Merz (apertura 24 cm), andato perduto nel luglio 1958 a causa di un incendio che devastò l'Osservatorio di Roma. Tra Secchi e Respighi scoppiò una polemica sulla paternità dell'invenzione dello strumento, poichè le prime osservazioni eseguite con i rispettivi prismi furono pubblicate quasi contemporaneamente. Il prisma obiettivo è stato uno strumento molto usato nella ricerca astrofisica di tutto il XX secolo, impiegato soprattutto con telescopi di tipo Schmidt per la fotografia ad ampio campo di migliaia di spettri stellari. [a.a., m.f., f.p.]

Bibl.: CALISI 1991, p. 41; CHINNICI 2000; ALTAMORE 2012.



RM. 06. **SECCHI, ANGELO (1818-1878)**
“Sugli spettri prismatici della luce delle stelle fisse” (on prismatic spectra from light and fixed stars)
INAF-Rome Astronomical Observatory

This is the first memoir by Secchi on stellar spectra. On the left-hand corner, the plate shows the scheme of the stellar spectrometer that he used for this type of research and, next to it, the scheme of the thermoheliometer. Also included are the stellar spectra observed by Secchi. Based on his first studies, Secchi formulated his spectral classification, which was published in two memoirs of 1867 and 1869; in the latter he extended his original division into three classes, by adding a fourth class comprising red stars, whose typical spectrum was chosen by Secchi as being that of star n. 152 from the Schjellerup catalogue. In 1872 Secchi summarized his results in a third memoir, in which he also added the

observations carried out with the objective prism. [i.c.]

Bibl.: CHINNICI 1999.

RM. 06. **SECCHI, ANGELO (1818-1878)**
“Sugli spettri prismatici della luce delle stelle fisse”
Bullettino Meteorologico del Collegio Romano
vol. II, 1863
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma

È la prima memoria che Secchi scrive sugli spettri stellari. La tavola in mostra contiene, in alto a sinistra, la raffigurazione in sezione dello spettrometro stellare da lui utilizzato per questo tipo di studi e, accanto, lo schema del termoheliometro. Sono inoltre riprodotti gli spettri delle stelle osservati da Secchi. Sulla base di questi primi studi, Secchi formulerà la sua classificazione spettrale, pubblicata nelle due memorie del 1867 e del

1869; in quest'ultima estenderà l'originaria ripartizione in tre classi (cfr. RM. 04), includendo una quarta classe che comprendeva stelle rosse, per le quali scelse come spettro tipico quello della stella n. 152 del catalogo di Schjellerup. Nel 1872 Secchi riassume i suoi risultati in una terza memoria, completandoli con le osservazioni effettuate grazie al prisma obiettivo. [i.c.]

Bibl.: CHINNICI 1999.



RM. 07. OBJECTIVE PRISM

Merz, Munich 1864
glass, brass; 162 mm diameter, refraction angle 12°
INAF-Rome Astronomical Observatory

Secchi ordered this instrument from Merz in 1864 and used it to deepen his studies on stellar spectra. The prism is described in the two main astronomical treatises by Secchi, *Le Soleil* and *The stars*; it was initially provided with a circular shield which, as a lid, would be accommodated on the objective of the Merz telescope, thus making its placement easier. This original support is now lost; the prism is currently placed inside a brass ring, through which it could be adapted to the Cauchoix telescope. With this instrument Secchi was able to extend even further his spectral classification, by adding a fifth class, which included stars whose spectra present Hydrogen emission lines such as those from γ Cassiopeae. [i.c.]

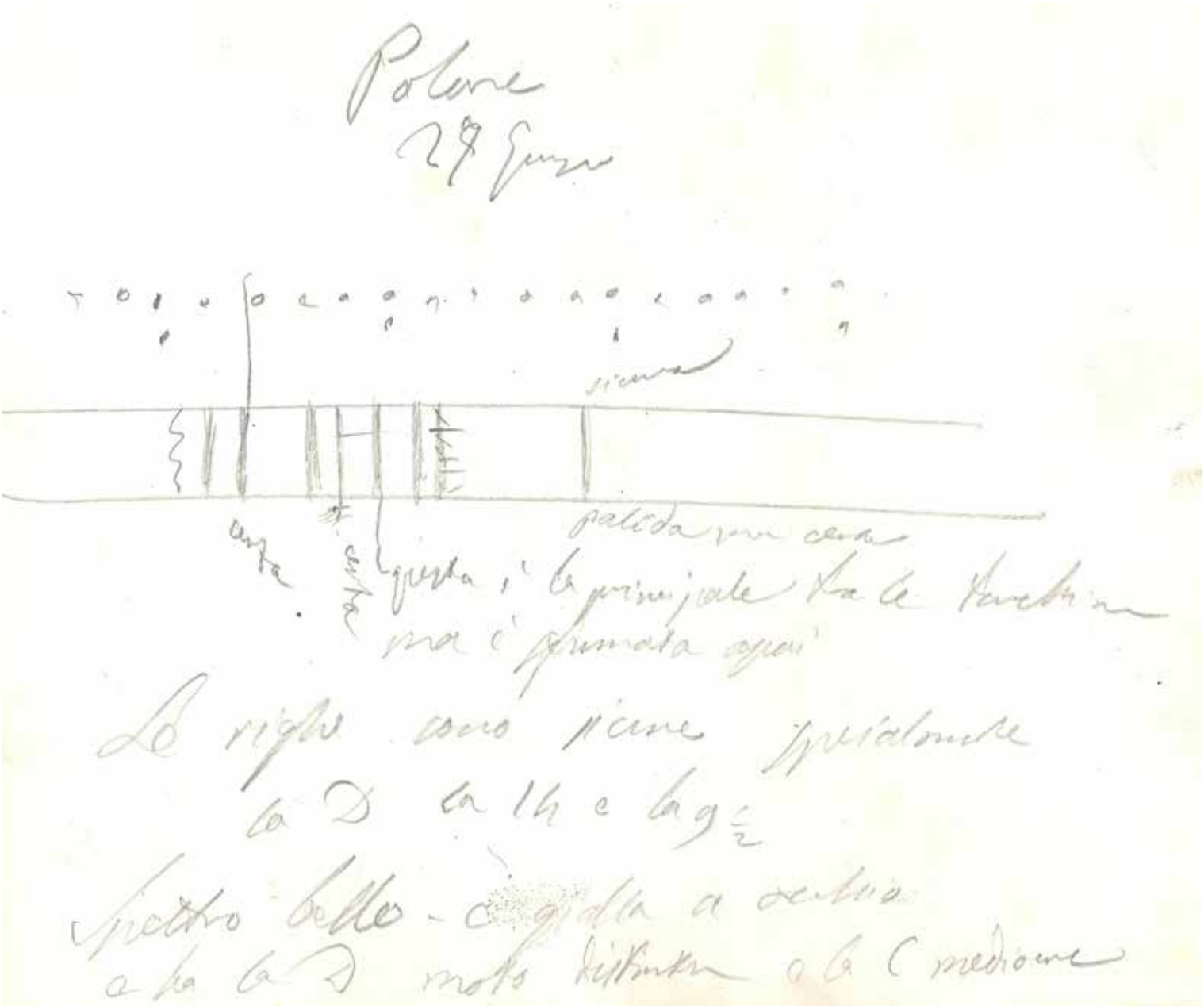
Bibl.: CALISI in CHINNICI (ed.) 2009, p. 200;
SECCHI 1875-77, I, p. 460.

RM. 07. PRISMA OBIETTIVO

Merz, Monaco di Baviera 1864
vetro, ottone; diametro 162 mm, angolo di rifrazione 12°
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma

Secchi commissionò questo strumento a Merz nel 1864 e lo utilizzò per perfezionare i suoi studi sugli spettri stellari. Lo strumento è descritto nei due principali trattati astronomici di Secchi, *Le Soleil* e *Le Stelle*; era inizialmente dotato di un'armatura circolare che veniva inserita come un coperchio sull'obiettivo del telescopio Merz, facilitandone così il posizionamento. Questo supporto originario è andato perduto; il prisma si trova oggi inserito in un anello metallico di ottone, utilizzato per adattarlo al telescopio Cauchoix. Grazie a questo strumento, Secchi fu in grado di estendere la sua classificazione spettrale, introducendo una quinta classe, comprendente stelle i cui spettri presentano righe dell'idrogeno in emissione, come quello di γ Cassiopeae. [i.c.]

Bibl.: CALISI in CHINNICI (ed.) 2009, p. 200;
SECCHI 1875-77, I, p. 460.



RM. 08. SECCHI, ANGELO (1818-1878)
[Notebook of stellar spectra observations]
INAF-Rome Astronomical Observatory,
Hystorical Archive

In 1867 Secchi published a catalogue of the stars whose spectra he had studied; stars where listed alphabetically by constellation and, for each star, the catalogue indicated the spectral type it belonged to and the description of any peculiarities observed in the spectrum. At INAF-Rome Astronomical Observatory are kept many of the original notebooks containing the pencil sketches drawn by Secchi, of the spectra he observed, together with notes of their characteristics: this material has not yet been explored and it certainly deserves further attention. The present notebook shows the

spectrum of the polar star, as well as some notes describing it. [i.c.]

Bibl.: SECCHI 1867.

RM. 08. SECCHI, ANGELO (1818-1878)
[Taccuino di osservazioni di spettri stellari]
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma,
Archivio Storico

Nel 1867 Secchi pubblicò un catalogo delle stelle di cui aveva studiato lo spettro; il catalogo era ordinato alfabeticamente per costellazioni e, per ciascuna stella, era indicato il tipo spettrale a cui apparteneva e veniva data una descrizione delle eventuali peculiarità riscontrate nello spettro. L'INAF-Osservatorio di Roma conserva molti dei taccuini originali

che contengono gli schizzi a matita, di mano di Secchi, degli spettri da lui osservati, insieme ad annotazioni varie sulle loro caratteristiche: è materiale ancora abbastanza inesplorato, che meriterebbe uno studio più approfondito. Il taccuino in mostra è aperto alla pagina che raffigura lo spettro della stella polare, insieme ad alcune annotazioni descrittive dello stesso spettro. [i.c.]

Bibl.: SECCHI 1867.



RM. 09. SECCHI, ANGELO (1818-1878)
[Astronomical camp at Desierto de Las Palmas, Spain photograph, 1860
INAF-Rome Astronomical Observatory, Hystorical Archive

Secchi was one of the first astronomers to make use of photography. In 1860, during the total solar eclipse observed in Spain, he was able to take shots of the totality phase. The comparison between his photographs and those taken by Warren de la Rue at the far away station of Rivabellosa, unequivocally indicated that prominences are solar phenomena and not optical effects. The present photograph shows the astronomical camp at Desierto de Las Palmas, where Secchi worked, the people and instruments involved, as jotted by Secchi himself in his notes. The Jesuit astronomer can be seen in the central position, indicated by the letter c. [i.c.]

Bibl.: SECCHI 1860; CALISI in CHINNICI (ed.) 2009, p. 73.

RM. 09. SECCHI, ANGELO (1818-1878)
[Stazione astronomica al Desierto de Las Palmas, Spagna] fotografia, 1860
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, Archivio Storico

Secchi fu tra i primi in Italia ad utilizzare mezzi fotografici in campo astronomico. Nel 1860, in occasione dell'eclisse totale di Sole osservata dalla Spagna, riuscì a realizzare delle fotografie della fase di totalità. Il confronto tra queste fotografie e quelle ottenute da Warren de la Rue nella lontana stazione di Rivabellosa, mostrò inequivocabilmente che le protuberanze sono fenomeni solari e non effetti ottici. Nella fotografia in mostra è riprodotta la stazione di Secchi al Desierto de Las Palmas, con il personale e gli strumenti utilizzati, indicati nelle annotazioni di mano dello stesso Secchi. L'astronomo gesuita è riconoscibile al centro, indicato dalla lettera c. [i.c.]

Bibl.: SECCHI 1860; CALISI in CHINNICI (ed.) 2009, p. 73.

RM. 10. LETTER OF LORENZO RESPIGHI TO M. ERTEL
Rome, June 211868
INAF- Rome Astronomical Observatory, Hystorical Archive

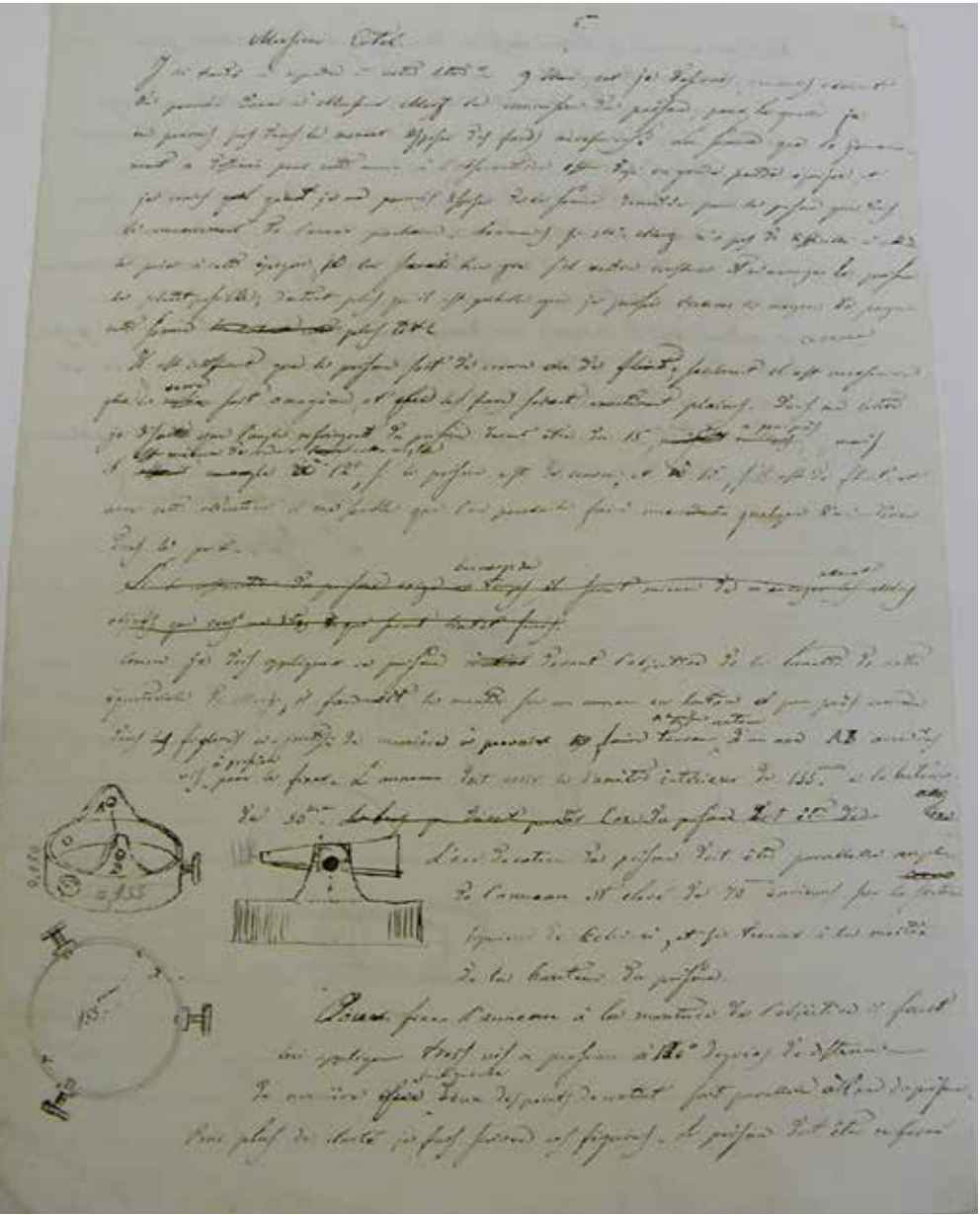
This letter illustrates the exchange between Respighi and the Munich instrument builders Ertel and Merz, regarding the making of a large prism to be placed before the objective of Respighi's telescope. The mechanical part was realized by the Ertel workshops, whereas the optics were assigned to the famous Merz company. In the letter it can be noted the drawing, handmade by Respighi, of the metal stand for the prism. Although priority of invention for the objective prism must be given to Respighi, it was Secchi who made a systematic use of it for his research on spectra. [i.c.]

Bibl.: CHINNICI in ALTAMORE & MAFFEO (eds.) 2012, pp. 71-79.

RM. 10. LETTERA DI LORENZO RESPIGHI A M. ERTEL
Roma, 21 giugno 1868
INAF- Osservatorio Astronomico di Roma, Archivio Storico

La lettera testimonia lo scambio avuto da Respighi con i costruttori Ertel e Merz di Monaco, a proposito della realizzazione di un prisma di grandi dimensioni da porre davanti all'obiettivo del suo telescopio. La parte meccanica venne realizzata dalle officine Ertel, mentre la parte ottica fu da queste commissionata alla celebre ditta Merz. Nella lettera si noti il disegno dello stesso Respighi del supporto metallico da realizzare per il prisma. Benché la priorità nell'invenzione del prisma obiettivo sia da attribuire a Respighi, tuttavia fu Secchi a farne un uso sistematico nelle sue ricerche spettrali. [i.c.]

Bibl.: CHINNICI in ALTAMORE, MAFFEO (eds.) 2012, pp. 71-79.





RM. 11. BALANCE MAGNETOMETER
1858
INAF-Rome Astronomical Observatory

The balance magnetometer, also known as Lloyd's balance, is one of the two instruments left from the Collegio Romano Magnetic Observatory. In the second half of 19th century this type of instruments was used in many geomagnetic observatories, mainly for determining the Z vertical component of the terrestrial magnetic field. The instrument and the method for measuring with it, were invented by the Irish physicist Humphrey Lloyd (1800-1881) around 1842. The magnetometer was mounted on a horizontal pane, adjusted by a level. The steel magnetic bar, 30.5 cm long, suspended like a very delicate balance pole, rested on agate spheres by means of a triangular knife. In order to be protected from air currents and be thermally isolated, the bar was placed inside a box, together with a thermometer. In his publications, Secchi underlined the

stability and the degree of quality obtained with this instrument. He also noted that the major drawbacks were due to the presence of insects that, not caring about scientific research, often would enter inside the balance and affect its mechanism. [*a.a., m.f., f.p.*]

Bibl.: ALTAMORE & PTITSYNA 2012.

RM. 11. MAGNETOMETRO A BILANCIA
1858
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma

Il magnetometro a bilancia, chiamato anche bilancia di Lloyd, è uno dei due strumenti dell'Osservatorio Magnetico del Collegio Romano sopravvissuti fino ad oggi. Nella seconda metà del XIX secolo questo tipo di strumento era utilizzato in numerosi osservatori geomagnetici, soprattutto per determinare la componente verticale Z del campo magnetico terrestre. Lo strumento ed il metodo di misura furono

ideati dal fisico irlandese Humphrey Lloyd (1800-1881) intorno al 1842. Il magnetometro era montato su una lastra orizzontale, rettificata con l'ausilio di una livella. La barra magnetica di acciaio, lunga 30,5 cm, *sospesa come una delicatissima asta da bilancia*, poggiava su cuscinetti di agata mediante un coltello triangolare. Per proteggerla dalle correnti d'aria e isolarla termicamente, la barra era chiusa in una scatola, nella quale era inserito un termometro. Secchi nelle sue pubblicazioni evidenziò la stabilità e la qualità della risposta dello strumento e annotò che i maggiori inconvenienti erano dovuti agli insetti che, poco curanti della ricerca scientifica, spesso si insinuavano dentro la bilancia e ne impedivano il corretto funzionamento. [*a.a., m.f., f.p.*]

Bibl.: ALTAMORE, PTITSYNA 2012.

RM. 12. PHOTOGRAPHIC CAMERA
Mailhat, Paris 1916
9 cm aperture, 2 meters focal length
INAF-Rome Astronomical Observatory, n.i. M0019

Interest in solar physics among the Roman astronomers continued, keeping in the traditions started by Secchi and Respighi and continued by Tacchini, who was the Director of the Collegio Romano Observatory after Secchi, from 1879 to 1902. The present photographic camera was provided with four objectives and filters, which made possible to obtain four images of solar photosphere, in different wavelengths. It was often also used during solar eclipses, including probably the total one of 29 May 1929, which was visible from Africa. On that occasion, in the expedition guided by Arthur Eddington (1882-1944), it was first evidenced deflection of rays from stars, due to gravitational effects by the Sun, caused by their passage near it: it was one of the first experimental proofs of the theory of General Relativity. The Parisian-based Mailhat firm, which operated between the end of 19th century and the first decade of 20th century, produced large refracting telescopes, which were installed in various European and American observatories, but also small portable and amateur-type instruments.

It is worth mentioning the fact that in the second decade of 20th century, the Berlin-based Bamber-Askania firm produced a very sophisticated camera, provided with a coelostat, an objective of 16 cm aperture and a focal distance of almost 5 m, which allowed photographic images to be taken on 13x18 cm plates. Only two specimens of this camera were made, one of which was acquired by the Campidoglio Observatory in about 1920. Moved to the Monte Mario Observatory in 1938, the telescope worked for several decades until the late 60's, and was engaged in taking daily shots of the solar photosphere, which today constitute a huge scientific archives, kept at the Rome Astronomical Observatory. [*a.a., m.f., f.p.*]

Bibl.: HORN D'ARTURO, TAFFARA 1925; WOLFSCHMIDT 2012.



RM. 12. CAMERA FOTOGRAFICA
Mailhat, Parigi 1916
apertura 9 cm, lunghezza focale 2 metri
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, n.i. M0019

L'interesse dell'astronomia romana per la fisica solare continuò, solcando la scia della tradizione iniziata da Secchi e Respighi e proseguita poi da Tacchini, che diresse l'Osservatorio del Collegio Romano dopo la morte di Secchi, dal 1879 al 1902. La camera fotografica qui esposta era munita di quattro obiettivi e filtri per ottenere sulla stessa lastra quattro immagini della fotosfera solare in diverse lunghezze d'onda. Fu spesso utilizzato in occasione delle eclissi di Sole, probabilmente anche per fotografare l'eclisse totale del 29 maggio 1919 visibile in Africa. In quella occasione, la missione guidata da Arthur Eddington (1882-1944) mise in evidenza per la prima volta la deflessione dei raggi luminosi provenienti dalle stelle che, passando vicino al Sole, vengono deviati per gli effetti gravitazionali dovuti alla massa solare: si trattò di una delle prime prove sperimentali della teoria della Relatività Generale. La ditta parigina Mailhat, attiva tra la fine

del XIX e il primo decennio del XX secolo, produceva grandi telescopi rifrattori, che furono installati in diversi osservatori astronomici europei e americani, ma anche piccoli strumenti portatili e di tipo amatoriale. Vale la pena qui menzionare che nel secondo decennio del XX secolo, la ditta Bamberg-Askania di Berlino produsse una camera solare molto più sofisticata, dotata di celostato, con un obiettivo da 16 cm di apertura e una focale di circa 5 m, che permetteva di acquisire immagini fotografiche su lastre 13x18 cm. Quest'ultimo strumento fu prodotto solo in due esemplari, uno dei quali fu acquistato dall'Osservatorio del Campidoglio intorno al 1920. Trasferito nel 1938 all'Osservatorio di Monte Mario, il telescopio è rimasto operativo per molti decenni fino alla fine degli anni '60, acquisendo quotidianamente le immagini della fotosfera solare, che costituiscono un enorme archivio scientifico, ancor oggi custodito presso l'Osservatorio Astronomico di Roma. [*a.a., m.f., f.p.*]

Bibl.: HORN D'ARTURO, TAFFARA 1925; WOLFSCHMIDT 2012.

napoli

The Solar Eclipse of 1870: a new perspective for Italian Astrophysics

Emilia Olostro Cirella, Mauro Gargano

Astrophysics (*Prof. Torelli¹ allow me*) is not a branch of astronomy “now in vogue” ... more or less like the haircut “à la garçonne”; but it is that part of science which tries to deepen knowledge of the composition and “life” of the universe, through investigations on the physical properties of celestial bodies” as the astronomer Azeglio Bemporad (1875-1945) claimed in 1926 (BEMPORAD 1926). This discussion, taking place not just in the Neapolitan context, highlights how strongly astronomers with a mathematical background opposed the development of a new way to investigate the sky. If in the early 20th century scientists and philosophers were still debating on the benefits that “stellar chemistry” could provide to astronomy, in the mid-19th century, a few pioneering studies had already persuaded part of the scientific community on the need to refresh the horizon of their research, which was concentrated exclusively on the ancient celestial mechanics, in favour of the photometric and spectroscopic survey of stars, thus determining the birth of astrophysics. The discovery of spectral lines by Fraunhofer (see Na. 01) and their interpretation by Gustav Kirchhoff (1824-1887) led to *the union of physics and chemistry into astronomy ... as the essential result of a more general approach* (ZÖLLNER 1865), resoundingly disproving the positivists thought, according to which the knowledge of stars was necessarily limited to the geometric properties and the mechanical behaviour we observe (COMTE 1864, p. 9). During its development astrophysics took advantage of the application of two new techniques to astronomical observations: photography first, and then spectroscopy,

which were widely used for total solar eclipse observations and contributed greatly to the further development of solar physics (see Sec. 2). The first photographic image of the totality phase of the solar eclipse of July 28, 1851 taken in Rixhöft (Poland) by the astronomer August Ludwig Busch (1804-1855) and photographer Johann Friedrich Julius Berkowski, provided clear evidence that the corona was part of the Sun rather than the Moon, contrarily to what astronomers had hypothesized until then (fig. 1). In 1860, the excellent photographs taken during the total solar eclipse of July 18 in the two different Spanish stations of *Rivabellosa* and *Desierto de las Palmas* by the British astronomer Warren de la Rue (1815-1889) and the Jesuit Angelo Secchi (1818-1878), director of the *Collegio Romano* Observatory, also proved beyond any doubt that prominences were intrinsic characteristics of the Sun: *Prominences are neither the effect of optical illusion, nor lunar mountains, nor a feature of the Earth’s atmosphere. They are not solid, but gaseous matter, similar to our vapour and clouds [that] cover the entire solar surface* (SECCHI 1860-62, p. 43). Even more surprising results were obtained during the eclipse of August 18, 1868 with the use of the spectroscope. The phenomenon, visible from the Indian peninsula and Malaysia, aroused the interest of European governments that organized expensive scientific expeditions. The efforts made were abundantly rewarded: several astronomers observed the hydrogen lines in the spectrum of solar prominences and found the presence of a yellow

L’eclisse di Sole del 1870: una nuova prospettiva per l’astrofisica italiana

Emilia Olostro Cirella, Mauro Gargano

L’astrofisica, sosteneva l’astronomo Azeglio Bemporad (1875-1945) nel 1926, *non è (mi permetta il prof. Torelli)¹ una parte dell’astronomia “oggi in voga” ... press’a poco come i capelli alla garçonne; ma quella parte della scienza che si sforza di raggiungere le conoscenze sulla costituzione e sulla “vita” dell’universo, attraverso indagini sulle proprietà fisiche degli astri* (BEMPORAD 1926). Questa discussione, non esclusivamente napoletana, evidenzia la tenace resistenza che gli astronomi di formazione matematica opponevano al consolidamento di un nuovo modo di investigare il cielo. Se a inizio Novecento si dibatteva ancora dei vantaggi scientifici che la “chimica stellare” poteva dare all’astronomia, alcuni studi pionieristici avevano convinto una parte della comunità scientifica, già a metà Ottocento, della necessità di aggiornare l’orizzonte delle proprie ricerche, concentrate esclusivamente sull’antica meccanica celeste, a favore dell’indagine fotometrica e spettroscopica degli astri, determinando così la nascita dell’astrofisica. La scoperta delle righe spettrali da parte di Fraunhofer (cfr. Na. 01) e l’interpretazione che ne diede Gustav Kirchhoff (1824-1887) portarono all’unione *della fisica e della chimica con l’astronomia ... come il risultato necessario di uno sviluppo più generale* (ZÖLLNER 1865), smentendo clamorosamente il pensiero positivista, per il quale la conoscenza delle stelle era *inevitabilmente limitata alle proprietà geometriche e al comportamento meccanico che osserviamo* (COMTE 1864, p. 9). Nel suo sviluppo, l’astrofisica beneficiò dell’applicazione di due nuove tecniche osservative, prima la fotografia e poi la spettroscopia, che furono molto utilizzate per lo studio

delle eclissi totali di Sole, contribuendo decisamente al progresso della fisica solare (cfr. Sez. 2). La prima immagine fotografica della fase di totalità dell’eclisse di Sole del 28 luglio 1851, ottenuta a Rixhöft in Polonia dall’astronomo August Ludwig Busch (1804-1855) e dal fotografo Johann Julius Friedrich Berkowski, consentì di dimostrare l’appartenenza della corona al Sole piuttosto che alla Luna, come si era ipotizzato fino ad allora (fig. 1). Nel 1860, le ottime fotografie eseguite in occasione dell’eclisse totale di Sole del 18 luglio dall’astronomo inglese Warren de la Rue (1815-1889) e dal gesuita Angelo Secchi (1818-1878), direttore dell’Osservatorio del Collegio Romano, nelle due differenti stazioni spagnole di Rivabellosa e del Desierto de las Palmas, provarono in maniera definitiva come anche le protuberanze fossero caratteristiche intrinseche del Sole: *Le protuberanze non sono né effetto di illusione ottica, né montagne lunari, né cosa dell’atmosfera terrestre. [Esse] non sono materia solida, ma gassosa analoga a nostri vapori e alle nostre nuvole [che] riveste tutta la superficie solare* (SECCHI 1860-62, p. 43). Risultati ancor più sorprendenti si ottennero durante l’eclisse del 18 agosto 1868, grazie all’impiego dello spettroscopio. Il fenomeno, visibile dalla penisola indiana e dalla Malesia, destò l’interesse dei governi europei che organizzarono costose spedizioni scientifiche. Gli sforzi compiuti furono ampiamente ricompensati: diversi astronomi osservarono le righe dell’idrogeno nello spettro delle protuberanze solari e individuarono la presenza di una riga gialla che successivamente Norman Lockyer (1836-1920) assocerà a un nuovo elemento chimico, l’elio. L’eclisse del 1869 rivelò,



1. Die Totale Sonnenfinsterniss am 28 Juli 1851
Siderography from *Atlas zum Lehrbuch der kosmischen Phiyisik* by Johann Müller (Braunschweig, Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, 1856). The plate portrays the totality phase of the solar eclipse of July 28, 1851 (INAF-Capodimonte Astronomical Observatory, Library) / **Die Totale Sonnenfinsterniss am 28 Juli 1851** Siderografia tratta dall'*Atlas zum Lehrbuch der kosmischen Phiyisik* di Johann Müller (Braunschweig, Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, 1856). È raffigurata la fase di totalità dell'eclisse di Sole del 28 luglio 1851 (INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Biblioteca)

line that Norman Lockyer (1836-1920) would later associate to a new chemical element, Helium. Further, the 1869 eclipse revealed the presence of a green line in the solar corona emission spectrum, whose nature was long debated. Likewise Italian astronomers gave their contribution. Thanks to the first spectroscopic studies undertaken between 1859 and 1860 by Giovanni Battista Donati (1826-1873) on 15 bright stars, in 1866 Secchi formulated a first system to classify stars, which became the foundation of all subsequent stellar classifications. In those years, the organization of scientific expeditions was an important and promising investment that various governments were making, on the occasion of these events. In Italy, however, the endemic lack of economic resources of the unitary Government did not allow national astronomers to take a part in the expedition of 1868. On that decision weighed the words of Donati, director of the Specola del Museo of Florence, published in the newspaper *La Nazione*, revealing his opposition to the mission in India and suggesting it would be more useful

if efforts concentrated in organizing an Italian expedition for the 1870 eclipse. Pietro Tacchini (1838-1905), adjunct astronomer at the Palermo Astronomical observatory, was not even granted permission to join foreign expeditions. Secchi experienced the same fortune; he obtained from the Pope an unexpected denial: *What the ministry replied to you, the Pope said to me. [Now] I shall wait to hear the news like anybody else* (SECCHI 1868, p. 90). Despite his disappointment, Tacchini was already projected forward, towards the total solar eclipse of December 22, 1870, a unique opportunity for the whole Italian astronomical community to finally get involved and take advantage, even from a financial point of view, of the fact that the totality zone would extend over eastern Sicily (see Na. 04): *In 1870 there will be [an eclipse] visible even from Sicily; ... I will prepare what is necessary and a suitable plan in due time ... I shall soon provide the Government with a specific report in order to prevent repeating in December 1870 the same embarrassment experienced just now*" (ivi, p. 91). The request for funds, made in 1869 by Donati along with



2. Astronomical station in Terranova (Sicily), 1870
Wrongly referred to as the astronomical station in Augusta, this photograph portrays the former Capuchin monastery in Terranova with the observational shacks of astronomers (INAF-Rome Astronomical Observatory, Historical Archives) / **Stazione astronomica in Augusta (Sicilia) nel 1870** Erroneamente indicata come la stazione astronomica di Augusta, la fotografia raffigura l'ex convento dei Cappuccini a Terranova con le baracche osservative degli astronomi (INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, Archivio Storico)

poi, la presenza di una riga verde in emissione nello spettro coronale, la cui natura fu a lungo dibattuta. Anche gli astronomi italiani non furono da meno. Sulla scia dei primi studi spettroscopici su 15 stelle brillanti fatti tra il 1859 e il 1860 da Giovanni Battista Donati (1826-1873), Secchi formulò nel 1866 un primo sistema di classificazione delle stelle secondo la loro "aria di famiglia", divenuto il fondamento di tutte le successive classificazioni stellari (cfr. Becker 2003). In quegli anni, l'organizzazione di spedizioni scientifiche era un importante e promettente investimento da parte dei vari governi, che non mancavano a simili appuntamenti. In Italia, invece, l'endemica carenza di risorse economiche del Governo unitario non consentì agli astronomi nazionali di partecipare alla spedizione del 1868. Sulla decisione dovettero pesare le parole di Donati, direttore della Specola del Museo di Firenze, che sul quotidiano *La Nazione* manifestò la sua contrarietà alla missione in India ritenendo più utile concentrare gli sforzi sull'organizzazione di una spedizione, tutta italiana, per l'eclisse del 1870. A Pietro Tacchini (1838-1905), astronomo aggiunto presso l'Osservatorio di Palermo, non fu permesso neppure di unirsi a spedizioni straniere. E medesima sorte toccò a Secchi che ottenne dal Papa un diniego forse inaspettato: *Quello che ha risposto a Lei il suo ministro, ha risposto a me il Papa. [Ora] farò come gli altri, e starò a sentire le notizie* (SECCHI 1868, p. 90). Nonostante la delusione, il pensiero di Tacchini era già rivolto all'eclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870, occasione

irripetibile per l'intera comunità astronomica italiana di mettersi finalmente in gioco, giovandosi, anche dal punto di vista economico, di avere in casa la zona di totalità che avrebbe investito la Sicilia orientale (cfr. Na. 04): *Nel 70 ne abbiamo uno visibile anche dalla Sicilia; ... cercherò per tempo di disporre l'occorrente [e il] meglio da farsi ... penso di inoltrare subito al Governo un rapporto apposito, affinché non si arrivi al Dicembre 70 per fare la figura che abbiamo fatto ora* (ivi, p. 91). La richiesta di finanziamenti, avanzata nel 1869 da Donati e dal direttore dell'Osservatorio di Palermo Gaetano Cacciatore (1814-1889), fu accolta dal ministro della Pubblica istruzione Angelo Bargonì (1829-1901) che ottenne dal Parlamento lo stanziamento di *una somma di lire 30 mila per far fronte alle spese* (BARGONI, 1869) e dal re la nomina di *una Commissione di astronomi ... per prepararsi allo studio dell'importante fenomeno in modo veramente degno e dell'incremento della scienza e dell'onore della nazione* (REGIO DECRETO..., 1869). La Commissione fu composta, oltre che da Donati e Cacciatore, da Annibale De Gasparis (1819-1892), Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910) e Giovanni Santini (1787-1877), rispettivamente direttori degli Osservatori di Napoli, Milano e Padova (cfr. Na. 02). Santini accettò l'incarico di presidente, nonostante l'età avanzata, *per far piacere agli amici colleghi* (TACCHINI 1869b, p. 101). Subito si pose un problema di natura politica: le forti tensioni di quegli anni tra Governo e Papato avrebbero potuto pregiudicare la partecipazione di padre Secchi, l'unico in grado di *gareggiare cogli stranieri in*



the director of the Palermo Observatory Gaetano Cacciato-
tore (1814-1889) was accepted by the Minister of Educa-
tion Angelo Bargoni (1829-1901) who convinced the Par-
liament to allocate a sum of 30,000 lire to meet the expenses
(BARGONI 1869) and the King to appoint a Commission of
astronomers ... to duly study this significant phenomenon and
to advance science and the honour of Italy (REGIO DECRETO...
1869). Besides Donati and Cacciato, the Commission
included Annibale de Gasparis (1819-1892), Giovanni
Virginio Schiaparelli (1835-1910) and Giovanni Santini
(1787-1877), respectively directors of the Naples, Milan
and Padua Observatories (see Na. 02). Santini accepted
his appointment as president, despite his advanced age,
to please his colleague friends (TACCHINI 1869b, p. 101). An
issue of political nature immediately arose: the current
tensions between the Government and the Papacy could
compromise the participation of Father Secchi, the only
one able to compete with foreigners in terms of spectroscopy
(TACCHINI 1869a, p. 99). Tacchini's remark led to Secchi
being officially invited by the Italian Government. The
Papal State authorized his participation as long as the
scientific Commission took charge of all costs, including

those for re-furbishing the instruments of the Collegio Roma-
no Observatory, which would be useful for the expedition
(TACCHINI 1868, p. 120).
In September 1869, the Commission met in Florence, which
in 1865 had become the capital of the Kingdom, to discuss
the selection of the stations, the observation programs, the
purchase of new equipment, the staff to be involved and
the distribution of scientific activities (see Na. 03).
For budgetary reasons, the Commission initially decided
to set up just one observation station on the side facing the
African sea (PROCESSI VERBALI... 1869), and they appointed
Cacciato to carry out an on-site exploratory visit to se-
lect the location. During the inspection of February 1870,
to avoid the risk of coming back empty-handed (TACCHINI
1870a, p. 113), Cacciato and Tacchini decided to set up
two stations on different sides of the island. Having the
Commission been reassured on the small difference in costs
between this option and the construction of a single station
(ibid.), it did not hesitate to approve two locations: Vil-
lasmundo, on the Ionian coast, and the Bethlehem hill,
not far from Terranova (now Gela) on the south coast. Be-
cause of a malaria outbreak, the station of Villasmundo

3. The magnetic pavilion in
Terranova, Sicily
Lithography by Laudi and
Steffen (from DIAMILLA MÜLLER &
SERRA, 1872). The observatory for
magnetic measurements was
set up in a room of the inner

courtyard in the palace of Prince
Pignatelli Aragona Cortés
(INAF-Catania Astrophysical
Observatory, Library) / Padiglione
magnetico in Terranova di Sicilia.
Litografia di Laudi e Steffen
tratta da Eclisse totale del Sole del

22 dicembre 1870. Osservazioni
meteoriche e magnetiche
eseguite in Terranova di Sicilia di
D.E. Diamilla Müller e Luciano
Serra (Milano, E. Treves, 1872).
L'osservatorio per le misure
magnetiche fu stabilito in un

locale della corte interna del
palazzo del principe Pignatelli
Aragona Cortés
(INAF-Osservatorio Astrofisico
di Catania, Biblioteca)

fatto di spettroscopia (TACCHINI 1869a, p. 99). L'intervento
di Tacchini fece sì che Secchi fosse invitato ufficialmente
dal Governo italiano. Lo Stato Pontificio ne autorizzò la
partecipazione purché la Commissione scientifica soste-
nesse tutte le spese, comprese quelle per mettere in ordine
gli strumenti della Specola del Collegio Romano utili alla
spedizione (TACCHINI 1868, p. 120).
Nel settembre 1869, la Commissione si riunì a Firenze, dal
1865 capitale del Regno, per discutere la scelta delle sta-
zioni, il programma delle osservazioni, l'acquisto di nuova
strumentazione, il personale necessario e la ripartizione
dei lavori scientifici (cfr. Na. 03).
Per questioni di budget la Commissione scelse inizialmente
di installare una sola stazione sul versante che guarda il mare
Africano (PROCESSI VERBALI... 1869), e incaricò Cacciato di
effettuare un viaggio di ricognizione per la scelta del luo-
go. Per non rischiare di dovere ritornare tutti colle pive nel sac-
co (TACCHINI 1870a, p. 113), Cacciato e Tacchini, durante il
sopralluogo del febbraio 1870, si convinsero della necessità
di allestire due stazioni su versanti diversi dell'Isola. La
Commissione, rassicurata sulle spese poco differenti da quelle
occorrenti per un sol punto (ibid.), non esitò ad approvare due
località: Villasmundo, sulla costa ionica, e la collinetta di
Betlemme, poco distante da Terranova (l'attuale Gela), sulla
costa meridionale. A causa della malaria, la stazione di Vil-
lasmundo fu poi scartata a favore del castello di Augusta
(fig. 6). Anche la collinetta nei pressi di Terranova, lontana
dagli alloggi per gli astronomi e difficilmente accessibile
in caso di maltempo, fu poi rimpiazzata da una stazione
allestita nell'antico convento dei Cappuccini² (fig. 2).
Per quanto riguarda il programma scientifico, la Com-
missione decise di concentrare le osservazioni sullo stu-
dio spettroscopico di cromosfera, corona e protuberanze
solari. Padre Secchi si impose affinché potesse perso-
nalmente eseguire le operazioni fotografiche dell'intero
fenomeno, sulla base della sua esperienza del 1860. Per
effettuare, poi, le misure sulla polarizzazione della co-
rona solare, la Commissione invitò ai lavori preparatori
e alla successiva spedizione Pietro Blaserna (1836-1918),
professore di Fisica dell'Università di Palermo.

La scelta della strumentazione fu, senza alcun dubbio,
il tema più spinoso a causa dell'esiguità degli stanziamenti
governativi. Scartata l'idea di acquistare due nuo-
vi equatoriali, la Commissione individuò nei rifrattori di
Fraunhofer di 17.5 e 10 cm di Napoli e Firenze gli stru-
menti da riadattare realizzando "soltanto" due nuove
montature equatoriali, e stabili di acquistare un crono-
metro, due spettroscopi e due polariscopi. Secchi inoltre
offrì l'equatoriale di Cauchoix del Collegio Romano per le
osservazioni fotografiche (cfr. Rm. 02). Si trattava comu-
que di una spesa ragguardevole – 23.500 lire – rispetto
alle scarse finanze allocate; fu quindi chiesto al Ministro
un ulteriore stanziamento di 10.000 lire.
L'allestimento di due stazioni consentì di ospitare altri
scienziati che collaborarono alle osservazioni astrono-
miche, meteorologiche e magnetiche. Tra gli altri furono
invitati: il barnabita Francesco Maria Denza (1834-1894),
direttore dell'Osservatorio di Moncalieri, Enrico Nestore
Legnazzi (1826-1901) dell'Università di Padova, l'ingegnere
romano Demetrio Emilio Diamilla Müller (1826-1908) e gli
ufficiali della Marina italiana Luciano Serra (1842-1925) e
Augusto Witting (1846-1924). La Commissione affidò a Dia-
milla Müller, su sua richiesta, la conduzione delle osserva-
zioni magnetiche (fig. 3) per studiare l'azione possibile dell'e-
clisse Solare sugli elementi del magnetismo terrestre (DIAMILLA
MÜLLER, SERRA 1872, p. 6).
L'organizzazione della spedizione fu affidata a Cacciato
che però delegò Tacchini nel delicato compito di pianificare
e coordinare la missione, dalla spedizione degli strumenti
all'allestimento delle due stazioni osservative. L'astronomo
modenese dimostrò doti umane e scientifiche straordina-
rie. L'energia, la capacità e il senso pratico ne fecero il vero
artefice dell'evento, anche se il suo ruolo emerge chiara-
mente solo dalle carte d'archivio (cfr. CHINNICI, GASPERINI
2013). Tacchini era consapevole che un successo dell'im-
presa avrebbe giovato non solo alla sua carriera ma anche
agli sviluppi futuri dell'astronomia italiana. A Genova
l'astronomo modenese ottenne dalla Regia Marina di po-
ter trasportare strumenti e personale con un piroscafo, il
Plebiscito³ (fig. 4), già utilizzato nella spedizione dei Mille.

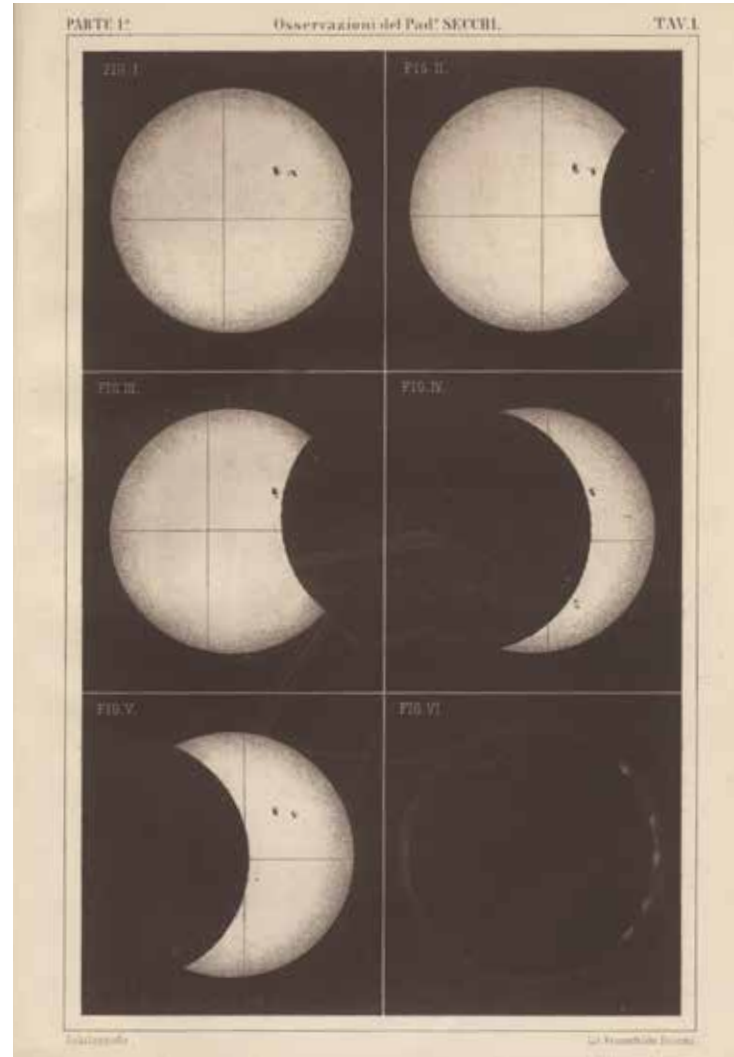


4. Il Plebiscito

A view of the steamer, probably in the bay of Genoa, used to transport the astronomers and their scientific instrumentation to Sicily (INAF-Rome Astronomical Observatory, Historical Archives) **Il Plebiscito** Fotografia del vascello, probabilmente nella rada di Genova, utilizzato per il trasporto in Sicilia della strumentazione scientifica e degli astronomi (INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, Archivio Storico)

was discarded in favour of the castle of Augusta (fig. 6). Later on, the hill near Terranova, far away from the astronomers' accommodation and rather difficult to access in bad weather, was also discarded. The station was set up in the old convent of the Capuchins² instead (fig. 2). As for the scientific program, the Commission decided that the observations should focus on the spectroscopic studies of chromosphere, corona and solar prominences. Father Secchi, based on the experience gained in 1860, insisted on carrying out himself the photographic observations of the entire phenomenon. In order to measure the polarization of the solar corona, the Commission invited Pietro Blaserna (1836-1918), professor of physics at the University of Palermo, to take part in the planning meetings and the subsequent expeditions. Choosing the instruments was by far the most contentious issue, due to the lack of Government funds. The Commission discarded the request for two new equatorial telescopes, considering the Fraunhofer refractors of 17.5 and 10 cm respectively, located in Naples and Florence Observatories, as instruments to be refurbished with "just" two new equatorial mounts, and approved the purchase of one chronometer, two spectroscopes and two polariscopes. From the *Collegio Romano* Secchi also offered the Cauchoix equatorial telescope for photographic observations (see. Rm. 02). It was still a considerable expense – 23,500 lire – compared to the limited finances allocated: the Minister was then asked for a further 10,000 lire contribution. Having set up two stations, it was possible to host more

scientists collaborating in the astronomical, meteorological and magnetic observations. Among others were invited: the Barnabite Francesco Maria Denza (1834-1894), director of the Moncalieri Observatory; Enrico Nestore Legnazzi (1826-1901) from the University of Padua; the roman engineer Demetrio Emilio Diamilla Müller (1826-1908) and two officers of the Italian Royal Navy: Luciano Serra (1842-1925) and Augusto Witting (1846-1924). The Commission charged Diamilla Müller, on his request, with making magnetic measurements (fig. 3) aimed at studying *the likely action of the solar eclipse on the features of terrestrial magnetism* (DIAMILLA MÜLLER, SERRA 1872, p. 6). The organization of the expedition was entrusted to Cacciatore but he decided to delegate Tacchini in the delicate task of planning and coordinating the mission, including the dispatch of the instruments and the construction of the two observation stations. The astronomer from Modena showed extraordinary scientific and human qualities. His energy, skills and practical sense made him the true maker of the event, even though the evidence of his role can only be found in archival documents (see CHINNICI, GASPERINI 2013). Tacchini was aware that a successful outcome would have been useful not only to his career but also to the future development of Italian astronomy. In Genoa, the astronomer obtained from the Italian Royal Navy the permission to transfer instruments and staff with the *Plebiscito*³ steamer (fig. 4), use of which had already been made during the Expedition of the Thousand. With Santini, in Padua, he discussed



Con Santini, a Padova, discusse l'opportunità di portare in Sicilia anche l'equatoriale di Starke (cfr. Pd. 03) e di affidare a Cacciatore la gestione dei fondi. Sulla via del ritorno, si fermò prima a Roma, per esercitarsi con Secchi nelle osservazioni delle *prominenze solari*, e poi a Napoli, per accordarsi con Arminio Nobile (1838-1897), l'astronomo designato da De Gasparis a partecipare alla spedizione. Tornato in Sicilia, si recò quindi nelle due località prescelte, adoperandosi per predisporre quanto era necessario, dalle baracche per gli strumenti agli alloggi per il personale. Tutto sembrava scorrere secondo i piani. Ma la guerra franco-prussiana, scoppiata nel luglio del 1870, bloccò l'arrivo degli spettroscopi Merz dalla Germania e dei cerchi graduati per il rifrattore di Capodimonte da Parigi. Fu necessario, quindi, correre ai ripari. A Napoli, il Fraunhofer fu sostituito dall'equatoriale di Merz (cfr. Na. 06) e il nuovo spettroscopio fu rimpiazzato con uno accomodato per l'occasione (cfr. Na. 07). A Firenze si decise di far costruire la montatura per l'equatoriale alle Officine Galileo. Solo l'Osservatorio di Padova riuscì a ottenere in tempo lo spettroscopio, grazie a una lettera di raccomandazione per signor Hofmann di Secchi (LORENZONI 1872, p. 101; cfr. Pd. 02). Il *Plebiscito* partì da Genova il 10 novembre e giunse a Palermo in quindici giorni, seguendo le tappe indicate da

5. Observations by Father Secchi
Lithography by Georg Frauenfelder (from Cacciatore [ed.], 1872). The plate shows six of the twenty pictures taken by Angelo Secchi and his assistant Tommaso Tagliarini in Augusta (INAF-Capodimonte Astronomical Observatory, Library) / **Osservazioni del Pad. e Secchi**
Litografia di Georg Frauenfelder tratta dai *Rapporti sulle*

Osservazioni dell'eclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870 eseguite in Sicilia dalla Commissione Italiana a cura di Gaetano Cacciatore (Palermo, Stabilimento tipografico Lao, 1872). La stampa riproduce sei delle venti fotografie scattate ad Augusta da Angelo Secchi, assistito da Tommaso Tagliarini (INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Biblioteca)

Cacciatore per il recupero di strumenti e personale; il 27 novembre proseguì alla volta di Augusta e Terranova. Nella stazione di Augusta, decisamente più confortevole, si sistemarono i "senatori" dell'astronomia italiana: Cacciatore, Secchi, Donati e il fisico Blaserna con i rispettivi assistenti (cfr. Na. 05). Quella di Terranova fu riservata ai giovani astronomi e ai loro collaboratori: Tacchini, Lorenzoni, Nobile, Legnazzi, Diamilla Müller, Serra, Witting e il fratello di Tacchini, Agostino⁴. Dall'arrivo alle stazioni fino al giorno dell'eclisse, per la prima volta nella storia del Paese unito, un folto gruppo di scienziati italiani si ritrovava insieme a vivere un'esperienza unica per acquisire nuove conoscenze su un settore, la spettroscopia astronomica, poco noto a gran parte degli astronomi italiani. Sulla scia dei risultati scientifici di questa avventura nascerà, il 5 ottobre 1871, col coinvolgimento di tutti i protagonisti della spedizione in Sicilia, la *Società degli Spettroscopisti Italiani*, la prima organizzazione scientifica al mondo dedicata alla "astronomia fisica" (cfr. TACCHINI 1872; cfr. Sez. 5). Nonostante l'impegno dei "padroni di casa" perché tutto riuscisse secondo i piani, le condizioni meteorologiche non furono per niente favorevoli e gli astronomi poterono raccogliere *il maggior frutto che era possibile* (CACCIATORE

the possibility of taking to Sicily Starke’s equatorial telescope as well (see Pd. 03) and entrusting to Cacciatore the fund management. On his way back, he first stopped in Rome to practice the observation of *solar prominences* with Secchi, and then in Naples, to meet Arminio Nobile (1838-1897), the astronomer designated by De Gasparis to take part in the expedition. Back in Sicily, he visited the two selected locations, making every effort to arrange for whatever was required, from stands for instruments to staff accommodations.

Everything seemed to work as planned. But the Franco-Prussian war, which broke out in July 1870, prevented the delivery of the Merz spectroscopes from Germany and the graduated circles for the Capodimonte refractor from Paris. It was thus necessary to hatch a back-up plan. In Naples, the Fraunhofer telescope was replaced by the Merz equatorial one (see Na. 06) and the new spectroscope was substituted with another one arranged for the occasion (see Na. 07). In Florence the astronomers decided to build the mount for the equatorial telescope at the *Officine Galileo*. Only the Padua Observatory was able to receive the spectroscope in time, thanks to a *letter of recommendation for Mr. Hofmann* written by Secchi (LORENZONI 1872, p. 101; see Pd. 02).

The *Plebiscito* left Genoa on November 10 and arrived in Palermo in a fortnight, following the route outlined by Cacciatore to retrieve instruments and staff. On November 27 it continued on its route to Augusta and Terranova. The “senators” of the Italian astronomy: Cacciatore, Secchi, Donati and the physicist Blaserna with their assistants (see Na. 05) were located at the Augusta station, by far more comfortable; the Terranova station was reserved for the young astronomers and their assistants: Tacchini, Lorenzoni, Nobile, Legnazzi, Diamilla Müller, Serra, Witting and Tacchini’s brother, Agostino⁴. This large group of Italian scientists, in the time between their arrival and the eclipse, had the opportunity to work together for the first time in the history of the united country and to acquire new knowledge in the field of astronomical spectroscopy, of which little was known to most of the Italian astronomers. Following the results of this scientific expedition, on October 5, 1871, all the actors involved in the expedition to Sicily founded the *Società degli Spettroscopisti Italiani*,

the first scientific organization in the world dedicated to “physical astronomy” (see TACCHINI 1872; see Sec. 5). Despite the efforts made by the “hosts” to ensure that everything went according to plans, the weather conditions were all but favourable and the astronomers had to be contented with *the least-worst results* (CACCIATORE 1872b, p. 8). Secchi took 20 *almost all excellent* photographs in Augusta (SECCHI 1872, p. 19) but he failed to capture the total phase of the eclipse (fig. 5). Father Denza in Augusta and Lorenzoni and Nobile in Terranova observed the coronal spectrum, reporting, in addition to the Fraunhofer lines, also the lines *that Kirckhoff and Angström ascribed to iron vapours* (DENZA 1872, p. 63; see Pa. 01). Finally, Agostino Tacchini along with few amateur observers realized some striking drawings of the total eclipse phase, the corona and prominences (see Pa. 11).

The reports written by the astronomers and based on the results obtained from observations were published in 1872, much later than expected. Once again, the decisive involvement of Tacchini triggered the final release of the “Rapporti” (see Na. 11). The volume circulated through Italian and international scientific circles, receiving wide appreciation, and it was also presented to many Italian and international politicians and intellectuals, including Giuseppe Garibaldi. Father Secchi, delighted by the publication, wrote to his friend Tacchini: *Whoever examines the work remains satisfied with its subject and its form* (SECCHI 1872b, p. 214).

Although the scientific results did not have a significant impact on the knowledge of solar physics, for the new Italian astronomical community the Sicilian experience represented an important springboard for the acquisition of new techniques and methods of study. In the effort to compete with foreign astronomers, the main actors of the expedition managed in a short time to implement high quality research programs that led Italy to be the leader in this field until the end of the 19th century. This role is endorsed by subsequent studies by Secchi, Tacchini and the director of the Campidoglio Observatory, Lorenzo Respighi (1824-1889), and also by the establishment of Catania Royal Observatory, the first astrophysical observatory in Italy, and at Catania University the institution of the first academic chair in astrophysics in the world.

1872b, p. 8). Ad Augusta Secchi eseguì 20 fotografie *quasi tutte eccellenti* (SECCHI 1872a, p. 19), ma non riuscì a fissare la fase di totalità (fig. 5). Padre Denza ad Augusta e Lorenzoni e Nobile a Terranova osservarono nello spettro coronale, oltre alle righe di Fraunhofer, anche le righe *che il Kirckhoff e l’Angström ascrivono al vapore del ferro* (DENZA 1872, p. 63; cfr. Pa. 01). Infine, Agostino Tacchini e gli osservatori non professionisti realizzarono disegni, molto suggestivi, della fase di totalità dell’eclisse, della corona e delle protuberanze (cfr. Pa. 11).

Le relazioni degli astronomi sui risultati ottenuti dalle osservazioni furono pubblicate nel 1872, con notevole ritardo rispetto alle aspettative degli astronomi. Ancora una volta, il deciso intervento di Tacchini determinò la definitiva stampa dei Rapporti (cfr. Na. 11). Il volume fu fatto circolare negli ambienti scientifici italiani e internazionali, raccogliendo ampi apprezzamenti, e fu donato anche a molte personalità politiche e intellettuali italiane e straniere, tra cui Giuseppe Garibaldi. Padre

Secchi, rallegrandosi della pubblicazione, scrisse all’amico Tacchini: *Chi vede l’opera ne resta soddisfatto per la materia e per la forma* (SECCHI 1872b, p. 214).

Sebbene i risultati scientifici non ebbero un impatto significativo sulle conoscenze della fisica del Sole, l’esperienza siciliana rappresentò per la comunità astronomica della nuova Italia un importante trampolino di lancio per l’acquisizione di nuove tecniche e metodologie di studio. Nell’intento di competere con i colleghi stranieri, i protagonisti della spedizione riuscirono in breve tempo a realizzare programmi di grande qualità scientifica che portarono l’Italia a primeggiare in questo ambito fino alla fine del XIX secolo. Ne sono testimonianza i successivi studi di Secchi, di Tacchini e del direttore dell’Osservatorio del Campidoglio, Lorenzo Respighi (1824-1889), nonché la fondazione del primo osservatorio astrofisico italiano, il Regio Osservatorio di Catania, e l’istituzione della prima cattedra di Astrofisica al mondo presso l’Università etnea.

¹ Gabriele Torelli (1849-1931), a mathematician from Naples who studied number theory and calculus. In 1883 he married Amalia (ca. 1861-1908), daughter of the astronomer Emanuele Fergola (1830-1915).

² The monastery, built by the Conventual Franciscans in the 13th century, from 1574 hosted the Capuchins. It was confiscated by the Italian Government and in 1867 it was turned

into a *lazaretto*; then, in 1870, it became a city hospital and shelter for foundlings.

³ Built by Robert Steele & Co. for G.&J. Burns of Glasgow, it was launched on September 5, 1856 with the name of *Panther*. Garibaldi acquired it in 1859 and renamed it *Plebiscito*. The master of this 3rd class vessel classified as “trasporto a ruote”, was lieutenant Vincenzo Foscolo (abt. 1825-?),

a protagonist of the Lissa battle of 1866. The crew was composed by the second lieutenant Gaetano Di Palma (1828-?), the second officers Augusto Witting, Gaetano Bonifacio and Ferdinando De Cosa, the midshipman S. De Leva, the chief engineer Giuseppe De Bonis (1827-?), the physician G. D’Orso, the commissioner Ferdinando Galella, the pilot Giacinto Vandersi and the engineer Anto-

nio Izzo (Cfr. SITUAZIONE DEL REGIO NAVIGLIO ARMATO AL 20 DICEMBRE 1870, 1871).

⁴ Agostino Tacchini (1844-1932), engineer from Modena, in 1868 declined the position of “Piazzì assistant” at Palermo Observatory to take up employment at the technical department of Caltanissetta province. In 1900 he became member of Modena Council and town councillor.

¹ Gabriele Torelli (1849-1931), matematico napoletano, si dedicò allo studio della teoria dei numeri e del calcolo infinitesimale. Nel 1883 sposò Amalia (ca. 1861-1908) figlia dell’astronomo Emanuele Fergola (1830-1915).

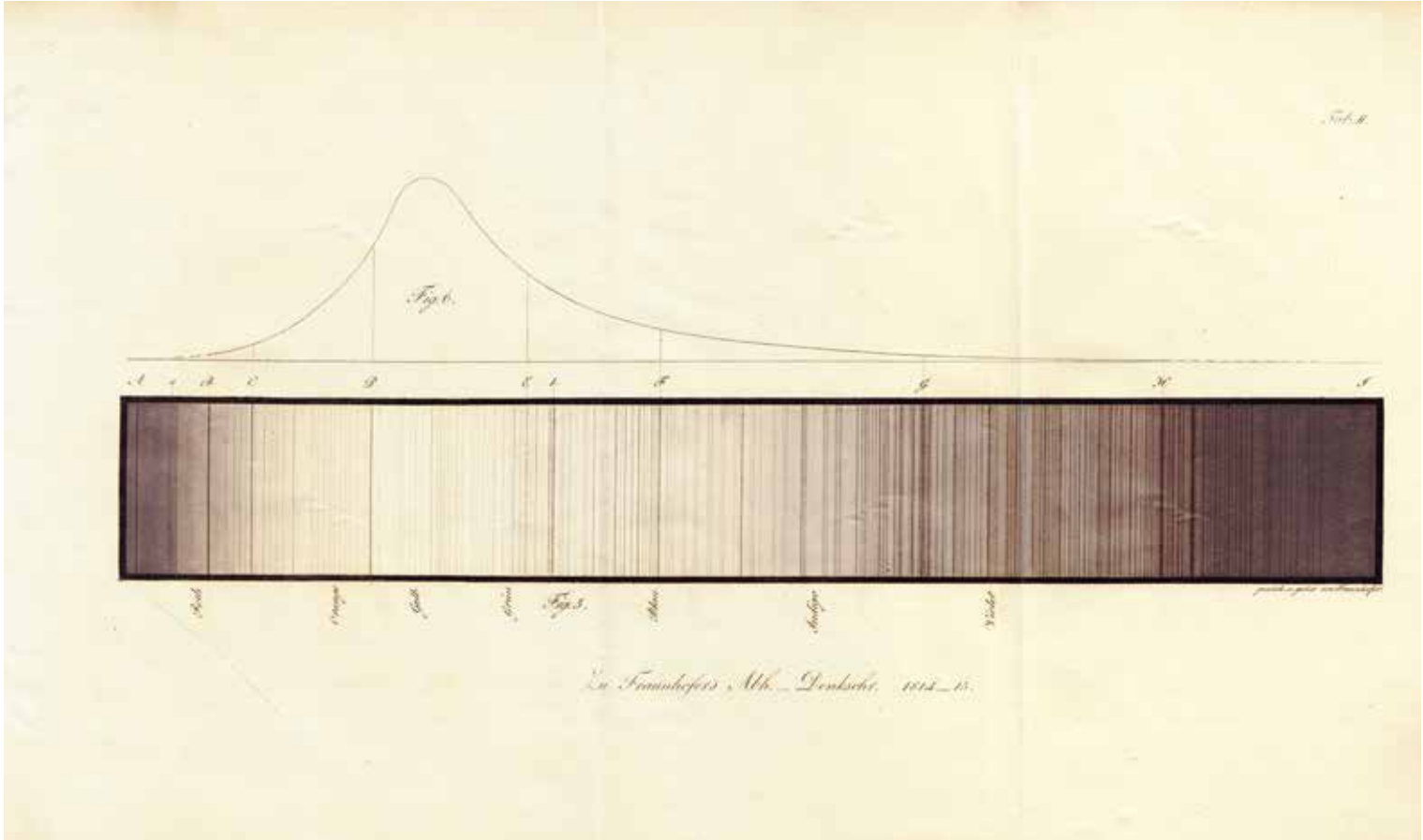
² Il convento, realizzato dai Francescani conventuali nel XIII secolo, dal 1574 aveva ospitato i frati Cappuccini. Fu confiscato dal Governo italiano e trasformato, nel 1867, in un laz-

zaretto e, nel 1870, in ospedale civico e ricovero per i trovatelli.

³ Costruito dalla Robert Steele & Co. per la G.&J. Burns di Glasgow, era stato varato il 5 settembre 1856 con il nome di *Panther*. Garibaldi lo aveva acquistato nel 1859 e lo aveva ribattezzato *Plebiscito*. Al comando del vascello di 3^a classe, inquadrato come trasporto a ruote, vi era il luogotenente di vascello Vincenzo

Foscolo (ca. 1825-?), già protagonista della battaglia di Lissa del 1866. Il personale di bordo era composto dai sottotenenti di vascello Gaetano Di Palma (ca. 1828-?), ufficiale in seconda, Augusto Witting, Gaetano Bonifacio e Ferdinando De Cosa, dal guardiamarina S. De Leva, dal capo macchinista Giuseppe De Bonis (1827-?), dal medico G. D’Orso, dal commissario Ferdinando Galella, e

inoltre dal pilota Giacinto Vandersi e dal macchinista Antonio Izzo (cfr. SITUAZIONE DEL REGIO NAVIGLIO ARMATO AL 20 DICEMBRE 1870, 1871). ⁴ Agostino Tacchini (1844-1932), ingegnere modenese, nel 1868 rifiutò l’incarico di “Assistente Piazzì” all’Osservatorio di Palermo per l’impiego all’ufficio tecnico della Provincia di Caltanissetta. Dal 1900 fu consigliere e assessore del comune di Modena.



NA. 01. FRAUNHOFER, JOSEPH VON (1787-1826)

Bestimmung des Brechungs- und Farbenzerstreuungs- Vermögens verschiedener Glasarten, in Bezug auf die Vervollkommnung achromatischer Fernröhre, [München], [s.n.], [1817]

34 p., 3 carte di tav., ill.; 25 cm

INAF-Brera Astronomical Observatory, Library

Originally published in *Denkschriften der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu München*, this famous work on the solar spectrum by Fraunhofer originated from his studies on optics carried out in the Benediktbeuern Institute, sited near Munich. In 1802 the English physicist William Hyde Wollaston (1766-1828) had already noticed seven dark lines in the spectrum resulting from a light ray passing through a glass prism. Between 1814 and 1815, while observing the behaviour of Crown and Flint glass prisms having different polarization angles, Fraunhofer found out *almost countless vertical lines, both strong and faint*. By associating diffraction reticles with a theodolite, the Bavaria-born optician was able to measure the wavelength of over 600 lines. In plate II herewith exhibited, 374 lines are represented, the nine

strongest ones being indicated with letters A to I; he noticed the occurrence of double (D) or treble (B) or multiple (E, G, H.) lines. [e.o.c.]

Bibl.: RIGUTTI 1999, p. 145; HEARNshaw 1986, pp. 24-38.

NA. 01. FRAUNHOFER, JOSEPH VON (1787-1826)

Bestimmung des Brechungs- und Farbenzerstreuungs- Vermögens verschiedener Glasarten, in Bezug auf die Vervollkommnung achromatischer Fernröhre, [München]: [s.n.], [1817]

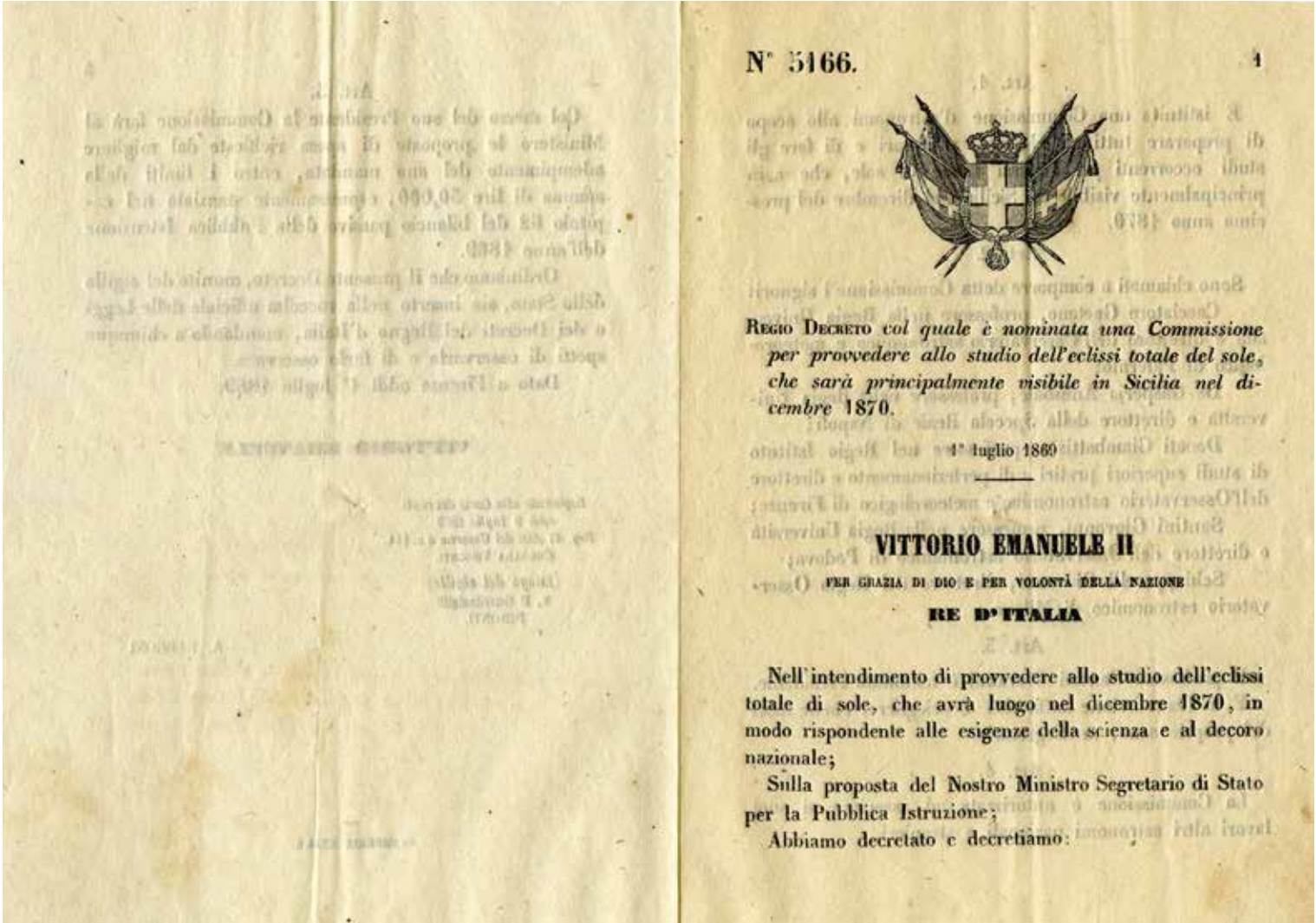
34 p., 3 carte di tav.: ill.; 25 cm

INAF-Osservatorio Astronomico di Brera, Biblioteca

Pubblicato originariamente nelle *Denkschriften der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu München*, questo celebre lavoro di Fraunhofer sullo spettro solare nasce dai suoi studi di ottica condotti nell'Istituto di Benediktbeuern, vicino a Monaco di Baviera. Nel 1802 il fisico inglese William Hyde Wollaston (1766-1828) aveva già notato sette righe scure nello spettro prodotto dalla dispersione della luce solare con un prisma di vetro. Tra il 1814 e il 1815, Fraunhofer, studiando i comportamenti

di alcuni prismi di vetro Crown e Flint con differenti angoli di polarizzazione, trovò *righe verticali sia forti che deboli pressoché innumerabili*. L'ottico bavarese, associando ad un teodolite i reticoli di diffrazione, fu in grado di misurare la lunghezza d'onda di più di 600 righe. Nella tavola II del testo in mostra ne raffigurò ben 374 e indicò le nove più intense con le lettere da A a I, notando che alcune righe erano doppie (come la D) o triple (come la B) o multiple (come le righe E, G, H). [e.o.c.]

Bibl.: RIGUTTI 1999, p. 145; HEARNshaw 1986, pp. 24-38.



NA. 02. ROYAL DECREE RULING THE NOMINATION OF A COMMISSION INSTRUCTED TO STUDY THE SOLAR TOTAL ECLIPSE, which will be mainly visible in sicily in december 1870. July 1, 1869, [Florence], Stamperia Reale, 1869

3 p.; 19 cm

INAF-Padua Astronomical Observatory, Historical Archives

In the Parliamentary sitting of May 29th, 1869, Angelo Bargoni, Ministry of Education during the third Menabrea Government, convinced the Chamber of Deputies to approve the allocation of 30,000 lire to fund studies on the solar eclipse, enabling *Italy to prove itself to be a worthy worshipper of culture, able to host the illustrious guests that undoubtedly will come to study this grand event*. On July 1st the Ministry presented the King a report aimed at the nomination of a scientific Commission in charge of *the noble competition of investigating new physical events, and explain some of the still mysterious ones*. On the same day, Vittorio Emanuele II issued the

nomination Decree which designated the Commission as being made of the Directors of the main Italian Observatories: Gaetano Cacciatore, Annibale De Gasparis, Giovanni Battista Donati, Giovanni Santini, and Giovanni Virginio Schiaparelli. [e.o.c.]

Bibl.: RENDICONTI DEL PARLAMENTO ITALIANO... 1869, p. 10785.

NA. 02. REGIO DECRETO COL QUALE È NOMINATA UNA COMMISSIONE PER PROVVEDERE ALLO STUDIO DELL'ECLISSI TOTALE DEL SOLE,

che sarà principalmente visibile in Sicilia nel dicembre 1870. 1° luglio 1869, [Firenze], Stamperia Reale, 1869

3 p.; 19 cm

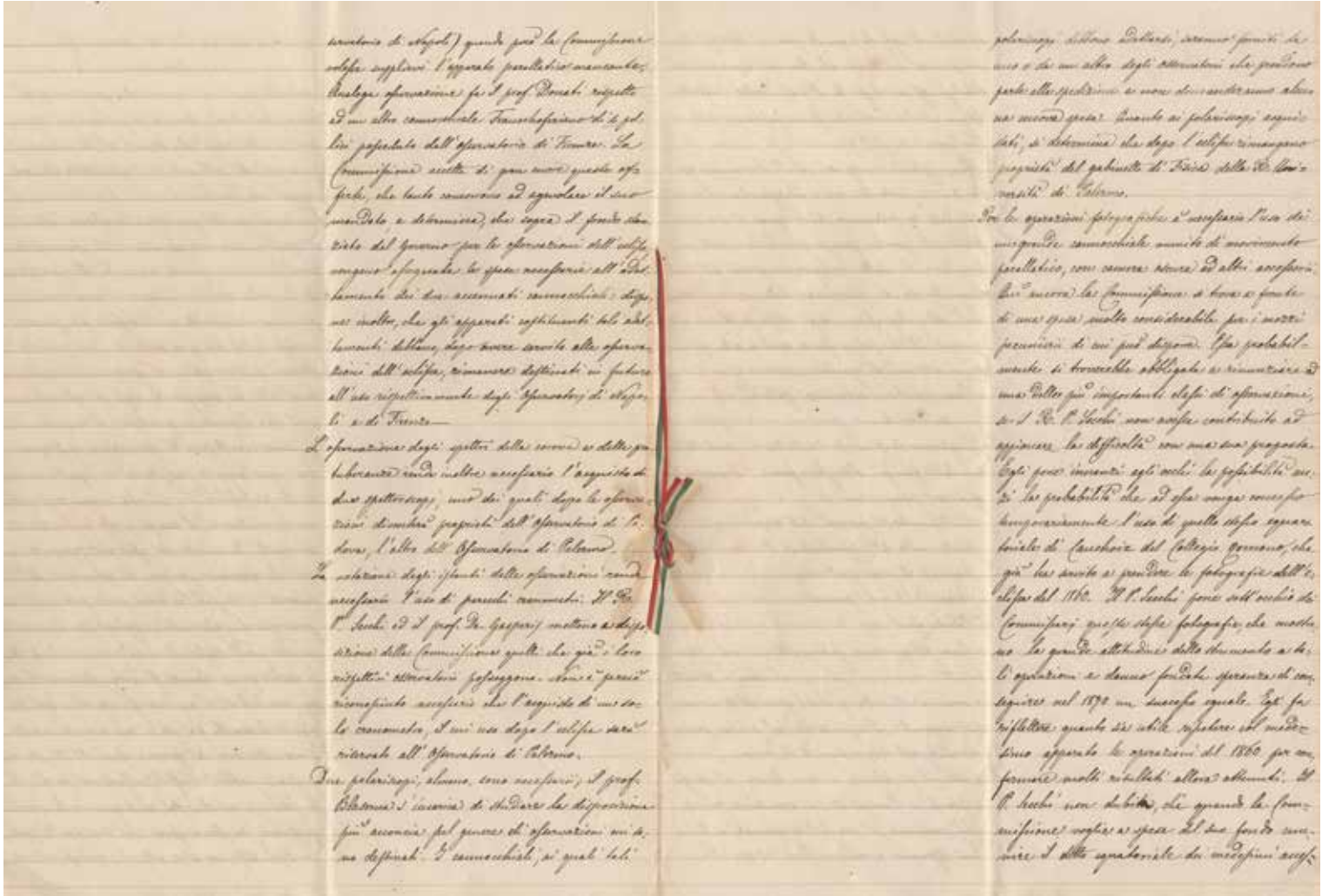
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova, Archivio Storico

Nella seduta del 29 maggio 1869, Angelo Bargoni, ministro dell'Istruzione Pubblica del III Governo Menabrea, aveva fatto approvare

dalla Camera dei Deputati lo stanziamento di 30.000 lire per lo studio dell'eclisse di Sole del 1870 affinché *l'Italia si mostri degna cultrice della scienza, e possa fare ... gli onori di casa agli ospiti illustri che verranno senza dubbio a studiare quel grandioso fenomeno*.

Il 1 luglio il ministro sottopose al re una relazione per la nomina di una Commissione scientifica che provvedesse alla *nobile gara di investigare nuovi fatti fisici, e di spiegare alcuni di quelli tuttora misteriosi*. Lo stesso giorno Vittorio Emanuele II emanò il decreto di nomina designando quali componenti della Commissione i direttori dei principali Osservatori italiani: Gaetano Cacciatore, Annibale De Gasparis, Giovanni Battista Donati, Giovanni Santini e Giovanni Virginio Schiaparelli. [e.o.c.]

Bibl.: RENDICONTI DEL PARLAMENTO ITALIANO... 1869, p. 10785.



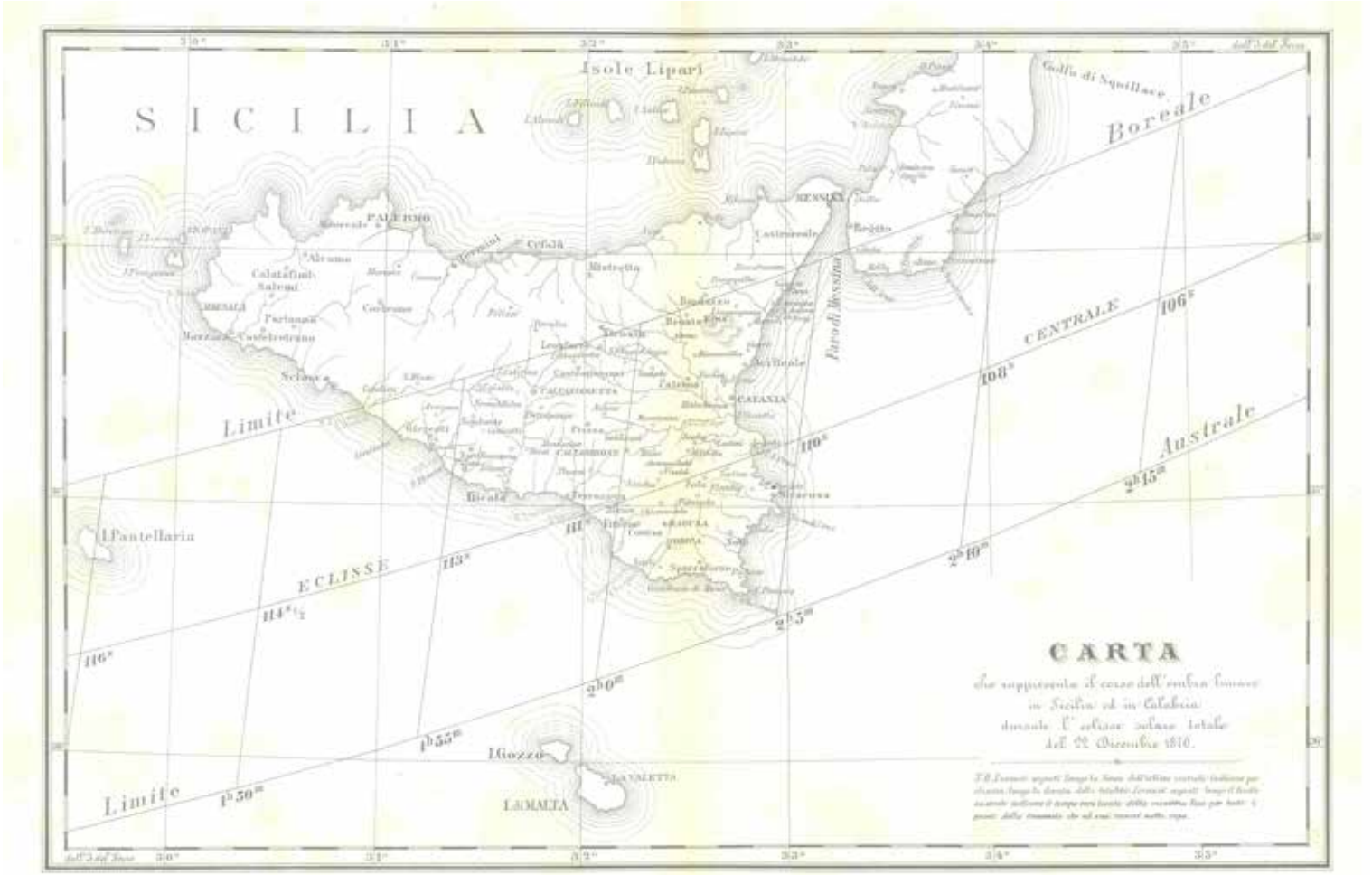
NA. 03. MINUTES OF THE MEETINGS OF THE COMMISSION nominated by His Majesty on proposal of the Ministry of Education, with Royal Decree of July 1st 1869, aimed at the promotion of studies and the arrangement of equipment to fruitfully observe the total solar eclipse, which will be visible in sicily on december 22, 1870, certified copy, 10 unnumbered sheets, 308 x 220 mm
INAF-Capodimonte Astronomical Observatory, Historical Archives

The Commission of astronomers met on three different sessions, held from 22 to 25 September 1869 in the hall of the Lectures of the Royal Museum of Physics and Natural History in Florence, to settle the logistics and the scientific aspects of the expedition. The Commission President, Giovanni Santini, owing to *his advanced age and unstable health conditions* – in fact he was well over eighty – urged for Gaetano Cacciatore to be nominated Vice-president. Giovanni Virginio Schiaparelli held the role of secretary. The main discussion verted on items such

as the calculation of the central line of the eclipse and its duration, the choice of the observations sites, the identification of the scientific equipment and the people involved. The Commission did not neglect any detail, including the study of the *spectrum of the thin solar shell*, i.e. the chromosphere; the spectroscopy and morphology of prominences, and the corona; the photographic operations which *fix in a moment and with high fidelity a thousand details about the event*. [e.o.c.]

NA.03. PROCESSI VERBALI DELLE ADUNANZE DELLA COMMISSIONE nominata da S[ua] M[ajestà] dietro proposta del Ministro della Pubblica Istruzione con R[egio] Decreto del 1° Luglio 1869 onde promuovere gli studi e preparare gli apparati valevoli ad osservare con frutto l'eclisse totale, che sarà visibile in Sicilia il 22 Dicembre 1870
copia conforme all'originale, cc. 10 n.n., 308 x 220 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Archivio Storico

La Commissione di astronomi si riunì, in tre successive sedute, dal 22 al 25 settembre 1869 presso la sala delle Lezioni del Real Museo di Fisica e di Storia Naturale di Firenze per definire gli aspetti organizzativi e scientifici della spedizione. Il presidente della Commissione, Giovanni Santini, a causa della *sua grave età e la vacillante salute* – era infatti ultraottantenne – sollecitò la nomina di Gaetano Cacciatore a vicepresidente. Le funzioni di segretario furono invece svolte da Giovanni Virginio Schiaparelli. I principali punti di discussione furono relativi al calcolo della linea centrale dell'eclisse e della sua durata, alla scelta delle stazioni osservative, all'individuazione degli strumenti scientifici e del personale. Per le *osservazioni da fare*, la Commissione non tralasciò alcun dettaglio: dallo studio dello *spettro di quell'in-fimo inviluppo solare*, cioè la cromosfera, alla spettroscopia e morfologia delle protuberanze e della corona, fino alle operazioni fotografiche *che stabiliscono in un momento e con somma fedeltà mille circostanze dell'evento*. [e.o.c.]



NA. 04. SECCHI, ANGELO (1818-1878) *Sull'eclisse totale del Sole che avrà luogo ai 22 dicembre 1870. Notizie ed istruzioni*, Milano, Vallardi, 1870
(On the total solar eclipse which will take place on December 22, 1870. Information and instructions)
36 p., [3] plates.: ill., 2 geographical charts; 23 cm
INAF-Rome Astronomical Observatory, Historical Library

During their meeting sessions in Florence, the Commission entrusted Father Secchi with the task of writing a memoir to explain *the main circumstances of the phenomenon in a popular language, comprehensible to anyone*, thus allowing whoever wanted to be of use in science, to make good observations despite their insufficient practice in astronomy. The leaflet, besides giving detailed instructions on the procedures to follow for this type of observations, also offers information on previous Sun eclipses, including the 1842 one which *really confirmed the importance of such phenomenon for deepening the study of*

the Sun, and the 1860, 1868 and 1869 eclipses. The memoir is accompanied by two detailed geographical charts illustrating the totality zones of the eclipse: the first one, on show, is relative to Sicily and Calabria, the second one to the Mediterranean states covered by the event. [e.o.c.]

Bibl.: CHINNICI, 2008a, p. 31.

NA. 04. SECCHI, ANGELO (1818-1878) *Sull'eclisse totale del Sole che avrà luogo ai 22 dicembre 1870. Notizie ed istruzioni*, Milano, Vallardi, 1870
36 p., [3] carte di tav.: ill., 2 carte geografiche; 23 cm
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, Biblioteca Antica

Durante le adunanze di Firenze, la Commissione affidò a padre Secchi il compito di scrivere una memoria destinata a spiegare *sotto forma popolare ed accessibile a tutti ... le circostanze principali del fenomeno* e a consentire a tutti coloro che volessero rendersi utili alla

scienza, di fare buone osservazioni pur non avendo particolare attitudine con la pratica astronomica. Nell'opuscolo, insieme alle dettagliate istruzioni sugli accorgimenti da adottare per questo tipo di osservazioni, Secchi riporta alcune notizie sulle precedenti eclissi di Sole a partire da quella del 1842 quando *realmente può dirsi essersi riconosciuta l'importanza delle eclissi per lo studio del Sole* e poi del 1860, 1868 e 1869. Il testo è corredato di due dettagliate carte geografiche per le zone di totalità dell'eclisse: la prima, esposta in mostra, relativa a Sicilia e Calabria, la seconda agli stati del Mediterraneo interessati dal fenomeno. [e.o.c.]

Bibl.: CHINNICI 2008a, p. 31.



NA. 05. [ASTRONOMERS AT THE AUGUSTA SOLAR STATION]
[Tommaso Tagliarini], Augusta 1870
photograph b/w, 310 x 380 mm
INAF-Palermo Astronomical Observatory,
Historical Archives

Group photograph of scientific staff taking part in the observations of the solar eclipse at Augusta. Despite its apparent casualness, testified by the guy on the far right being caught while opening the curtain and bursting into the scene, the group arrangement has been well thought about. The paving stones of the floor, slabs and dots in limestone, indicate that the picture was likely taken in a courtyard, maybe in the Swabian castle where the astronomical station was settled. The first man on the left, sitting out of the table line, seems to be a distinguished guest, perhaps some local authority officer. Sitting on his left are Francesco Denza, then the priest Paolo Cultrera (1805-1884) who,

together with Bonifacio looked after the magnetic observations; Angelo Secchi, Gaetano Cacciatore, probably Giuseppe De Lisa, and Giovanni Battista Donati at the far end. Standing in the second row, from the right, are: Paolo Cantoni (1844-1898), assistant to Donati; the Marine officer Gaetano Bonifacio, identifiable by the rank on his sleeve and his cap placed on Donati's top hat, and Vincenzo Saporito (1849-1930), assistant to Blaserna. The remaining men could be Angelo Agnello (1824-?), assistant at Palermo Observatory, and Giuseppe De Bonis, recognizable by the flange on his shoulder, who was involved in the meteorological observations. Behind Gaetano Cacciatore is probably standing his brother Giuseppe (1823-?), then Pietro Blaserna and his assistant Damiano Macaluso (1845-1932). In addition to Tommaso Tagliarini (1839-1890), a photographer from Palermo, at the Augusta station were also Giuseppe Sanadio from Padua, a mechanic working at Officine Galileo, and, from the morning of December 22nd,

Ferdinando De Cosa, Giacinto Vandersi, and Antonio Izzo, members of the *Plebiscito* ship crew. Close to Angelo Secchi, on the floor, is sitting a cute dog with white nose and paws, probably belonging to Gaetano Cacciatore: he loved to surround himself with pets¹. On the left table are a direct vision spectroscope by Hofmann and a unifilar magnetometer by Jones belonging to Observatory of Collegio Romano, while on the right table are a small altazimuthal telescope with a mahogany tube and a 6-prism spectroscope designed by Donati specifically for these observations. [m.g.]

Bibl.: CHINNICI 2008a p. 160; CHINNICI 2009, p. 208.

¹ Cacciatore was not the only astronomer of the expedition to be interested in pets. In a letter of 1870 from the Palermo Observatory, Donati confides to Cacciatore his worries about his little horse while he was away, regretting to leave it Florence for two months with nobody making any use of it (see Letter from Donati to Cacciatore, 1870, October 10, ASOP, Serie VII, Gaetano Cacciatore, B. 85, f. 28).



NA 05. [GLI ASTRONOMI DELLA STAZIONE DI AUGUSTA]
[Tommaso Tagliarini], Augusta 1870
fotografia b/n, 310 x 380 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di
Palermo, Archivio Storico

Foto dei partecipanti alle osservazioni dell'eclisse di Sole ad Augusta. Nella sua apparente spontaneità, testimoniata dal ragazzo in fondo a destra che apre la tenda irrompendo nella scena, la disposizione del gruppo è invece ben studiata. La pavimentazione in lastre e tozzetti di pietra calcarea lascia pensare che la foto sia stata scattata in un cortile, forse quello del castello svevo dove venne allestita la stazione astronomica. Il primo a sinistra, seduto fuori dalla linea del tavolo, sembra essere un ospite, forse un'autorità locale. A seguire: Francesco Denza, il sacerdote Paolo Cultrera (1805-1884), incaricato delle osservazioni magnetiche insieme a Bonifacio, poi Angelo Secchi, Gaetano Cacciatore, probabilmente Giuseppe De Lisa, assistente all'Osservatorio di Palermo, e infine Giovanni Battista Donati. Nella seconda fila, da destra: Paolo Cantoni (1844-1898), che assisteva Donati, l'ufficiale di Marina Gaetano

Bonifacio, riconoscibile dai gradi sul paramano e sul berretto poggiato sulla tuba di Donati, e Vincenzo Saporito (1849-1930), assistente di Blaserna. I personaggi accanto potrebbero essere Angelo Agnello (1824-?), assistente all'Osservatorio di Palermo e, per la mostrina visibile sulla spalla, il macchinista Giuseppe De Bonis che si occupò delle osservazioni meteorologiche. Alle spalle di Gaetano Cacciatore si trova verosimilmente suo fratello Giuseppe (1823-?); seguono poi Pietro Blaserna e il suo assistente Damiano Macaluso (1845-1932). Oltre al fotografo palermitano Tommaso Tagliarini (1839-1890), ad Augusta c'erano anche il padovano Giuseppe Sanavio, meccanico delle Officine Galileo e, dalla mattina del 22 dicembre, Ferdinando De Cosa, Giacinto Vandersi e Antonio Izzo, personale di bordo del *Plebiscito*. Vicino ad Angelo Secchi, in basso a destra, un simpatico cane con il muso e le zampe bianche, probabilmente appartenuto a Gaetano Cacciatore che amava circondarsi di animali domestici¹. Infine, sul tavolo di sinistra sono esposti lo spettroscopio a visione diretta di Hofmann e il magnetometro unifilare di Jones, strumenti dell'Osservatorio del Collegio Romano,

6. Astronomical expedition to Augusta, 1870
The observation stations of Italian and English astronomers, mounted on the battlement of the Swabian castle
(INAF-Rome Astronomical Observatory, Historical Archives)
/ **Spedizione astronomica in Augusta nel 1870**
Le stazioni osservative italiana e inglese ad Augusta sistemate sugli spalti del castello svevo
(INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, Archivio Storico)

mentre sul tavolo di destra c'è un piccolo telescopio altazimutale con tubo in mogano, e lo spettroscopio a sei prismi progettato da Donati espressamente per queste osservazioni. [m.g.]

Bibl.: CHINNICI 2008a, p. 160; CHINNICI 2009, p. 208.

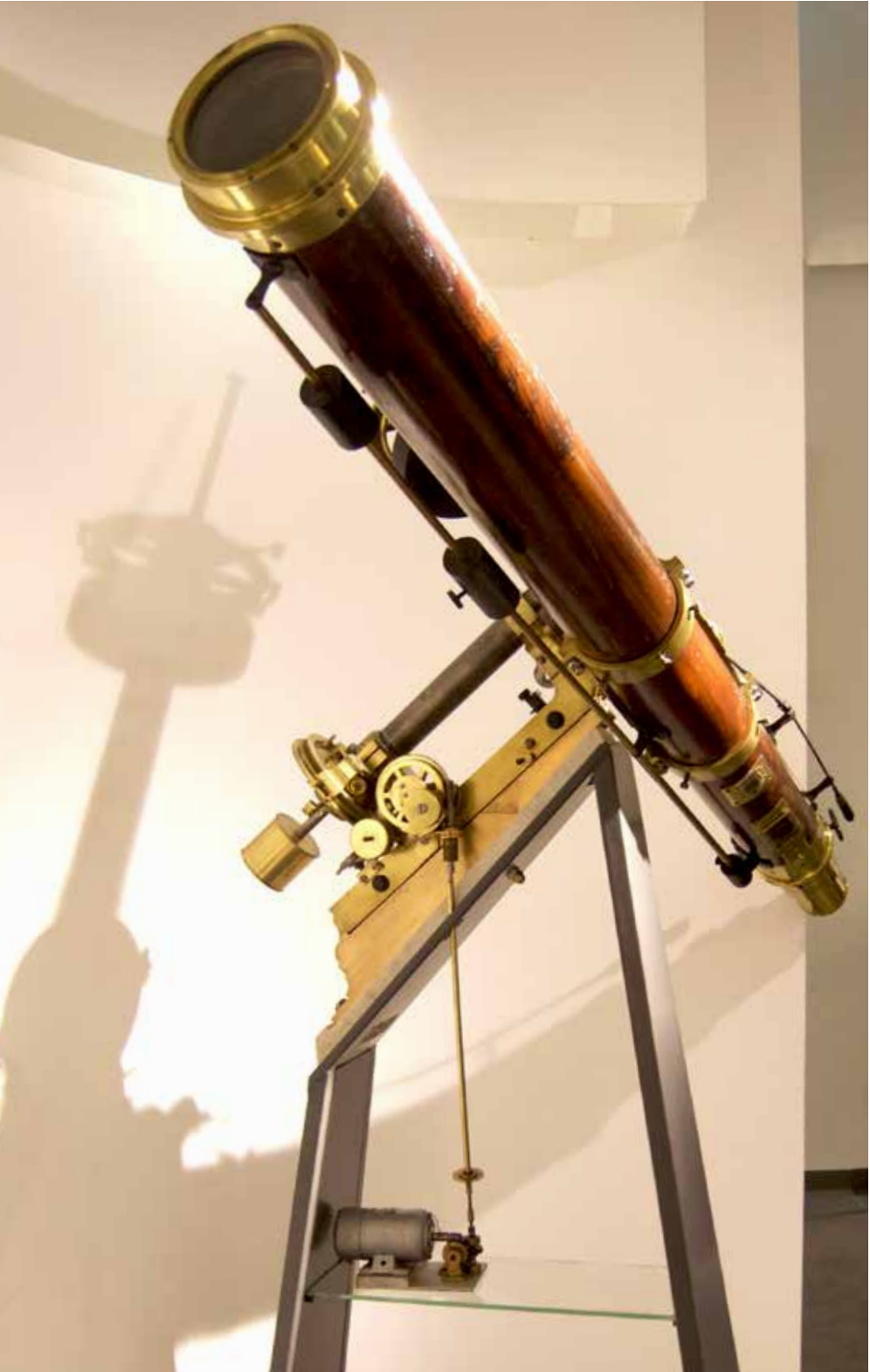
¹ Cacciatore non era il solo astronomo della spedizione ad avere animali da compagnia. In una lettera conservata all'Osservatorio di Palermo, Donati confida a Cacciatore di essere preoccupato per il suo cavallino durante la sua assenza, dispiacendosi di mantenerlo due mesi in Firenze senza che nessuno l'adoperi (cfr. Lettera di Donati a Cacciatore, 1870, 10 ottobre, ASOP, Serie VII, Gaetano Cacciatore, B. 85, f. 28).

NA. 06. **EQUATORIAL TELESCOPE**
Georg & Sigmund Merz, Munich (Germany)
1863
Brass and mahogany; $\varnothing$ 13.5 cm, f 218 cm
INAF-Capodimonte Astronomical
Observatory, Museum of Astronomical
Instruments, inv. 551

It was the first telescope bought with funds from the Government of unified Italy. In a letter dated March 30, 1861, Ernesto Capocci (1798-1864) asked the minister for Public Education, Francesco De Sanctis (1817-1883), for *an achromatic telescope ...to discover new planets and comets*. The Irpinia intellectual did *demonstrate his administration by providing it*. The telescope arrived to Naples in November 1863. It had a conical pendulum clockwork, two micrometers, and a set of six eyepieces. In 1870 the telescope, equipped with a spectroscope purpose-assembled for the occasion, was sent to Sicily, and used by Arminio Nobile for solar corona observations. At Capodimonte the telescope was housed in the eastern dome, and used for studies of multiple stars. Visiting the Observatory in February 1877, the emperor of Brazil, Pedro II (1825-1891), pointed this telescope toward the Naples sky. In 1922 the instrument was moved to the private observatory of Giovanbattista Lacchini (1884-1967) in Faenza, where it remained for 10 years, being used for an intense observing campaign of variable stars. [m.g.]

Bibl.: BIANCHI 2012; CAPOCCI 1861a; CAPOCCI 1861b; GARGANO 2013b.

NA A. 06. **TELESCOPIO EQUATORIALE**
Georg & Sigmund Merz, Monaco di Baviera (Germania), 1863
ottone e mogano; $\varnothing$ 13,5 cm, f 218 cm
INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Museo degli Strumenti Astronomici, inv. 551
È stato il primo telescopio acquistato con fondi del Governo dell'Italia unita. Con una lettera del 30 marzo 1861, Ernesto Capocci (1798-1864) chiese al ministro della Pubblica Istruzione, Francesco de Sanctis (1817-1883), *un cannocchiale acromatico ... per servire alla ricerca di novelli pianeti e comete*. E l'irpino non mancò *d'illustrare la sua amministrazione col procuraglielo*. Il telescopio, giunto a Napoli nel novembre 1863, era dotato di un movimento a orologeria a pendolo conico, di due micrometri e di sei oculari. In occasione



dell'eclisse del 1870, lo strumento fu trasportato in Sicilia e, combinato con uno spettroscopio che era stato assemblato per questa circostanza, fu usato dall'astronomo napoletano Arminio Nobile per le osservazioni della corona solare. Ricollocato nella cupola est a Capodimonte, fu utilizzato per alcuni studi di stelle multiple. Nel febbraio del 1877 l'imperatore del Brasile, Pedro II (1825-1891), visitando l'Osservatorio,

volle puntare questo telescopio verso il cielo napoletano. Nel 1922 lo strumento fu trasportato a Faenza nell'osservatorio privato di Giovanbattista Lacchini (1884-1967). Qui restò per dieci anni per un'intensa campagna osservativa di stelle variabili. [m.g.]

Bibl.: BIANCHI 2012; CAPOCCI 1861a; CAPOCCI 1861b; GARGANO 2013b.

NA. 07. **PRISMATIC SPECTROSCOPE**
Georg & Sigmund Merz, Munich (Germany)
1870
brass and glass
INAF-Capodimonte Astronomical
Observatory, Museum of Astronomical
Instruments, inv. 7078

It is a *direct-vision spectroscope built specifically by Mr. Marz [sic!] on Zöllner's idea*. It is made of a double system of three prisms, a slit of adjustable width, and an eyepiece. Each array consists of two *crown* type glass prisms, and a third *flint* type boron-silicate-lead one. The new instrument, improved by the German physicist Johann Karl Friedrich Zöllner (1834-1882), inexpensive and easily suitable for any type of telescope, represented a true turning point for Italian astronomy in mid-19th century. This spectroscope was purchased by Annibale De Gasparis for the Naples Observatory on the occasion of the expedition to Sicily in December 1870. However, the instrument was not delivered on time due to the burst of the war between France and Germany. For his solar corona observations Arminio Nobile was then forced to use *an old spectroscope* built in 1866 by Giovanni Battista Donati and Giuseppe Poggiali (1820-1892), *equipped with another excellent prism* [provided], *very kindly, by Father Secchi*. The spectroscope, which cost £. 211, arrived to Naples on January 30, 1871. Later in October, Pietro Tacchini having observed in Naples *some prominence* of the Sun, judged it *excellent*. [m.g.]

Bibl.: NOBILE 1872; GARGANO 2013a; TACCHINI 1872b.



NA. 07. **SPETTROSCOPIO PRISMATICO**
Georg & Sigmund Merz, Monaco di Baviera
1870
ottone e vetro
INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Museo degli Strumenti Astronomici, inv. 7078

Si tratta di *uno spettroscopio a visione diretta costruito espressamente dal signor Marz [sic!] sulle idee dello Zöllner*. È composto da un doppio sistema di tre prismi, da una fenditura di ampiezza regolabile e dall'oculare. Ogni batteria è formata da due prismi di vetro tipo *crown* che ne comprendono un terzo di tipo *flint*, ovvero di boro-silicato di piombo. L'utilizzo di questo nuovo tipo di spettroscopio, perfezionato dal fisico tedesco Johann Karl Friedrich Zöllner (1834-1882), strumento poco costoso e facilmente adattabile a ogni tipo di telescopio, rappresentò un punto di svolta per l'astronomia italiana di metà Ottocento. Acquistato da Annibale de Gasparis con fondi dell'Osservatorio di Napoli in occasione della spedizione in Sicilia del dicembre 1870, lo strumento non giunse in tempo a causa della guerra franco-prussiana. Arminio Nobile fu

costretto così a usare per le osservazioni della corona solare *un antico spettroscopio*, costruito nel 1866 da Giovanni Battista Donati e Giuseppe Poggiali (1820-1892), munito di *un altro eccellente prisma gentilissimamente* [prestato] *dal P. Secchi*. Lo spettroscopio, costato £. 211, arrivò a Napoli il 30 gennaio del 1871. Nell'ottobre dello stesso anno, Pietro Tacchini lo giudicò *eccellente* osservando a Napoli *qualche protuberanza* solare. [m.g.]

Bibl.: NOBILE 1872; GARGANO 2013a; TACCHINI 1872b.



NA. 08. **MARINE CHRONOMETER**
Charles Frodsham, London, second quarter of XIX secolo
brass, silver and cherry wood
INAF-Capodimonte Astronomical Observatory, Museum of Astronomical Instruments, inv. 1883

This half second chronometer, which bears a free escapement with a compensation rocker arm, is kept in an Italian cherry wood box locked by a leather belt. The dial shows a double set of numbers: Arabic for minutes and Roman for hours. The seconds are marked on a small eccentric dial, at the bottom, while an upper quadrant indicates its charging status. The invention of the marine chronometer is assigned to John Harrison (1639-1776), a carpenter passionate of watchmaking. The H4 model, realized by Harrison between 1755 and 1759, was tested during a journey to Jamaica; throughout 81 days of navigation, the observed delay amounted to just 8". A clock very similar to H4 was made by Larcum Kendall (1719-1790) for the second circumnavigation journey of James Cook (1728-1779). The chronometer was very much appreciated by Captain Cook who, in his log book,

defined it *our trusty friend the Watch*. These chronometers were very precise, and easily taken away from the astronomical observatories for observation surveys. Chronometers of a similar make were used during the eclipse of 1870: French, Johannsen, Breguet and Wiffin in Augusta, Arnold and Gregor in Terranova. [m.g.]

Bibl.: GARGANO 2012.

NA. 08. **CRONOMETRO DA MARINA**
Charles Frodsham, Londra, secondo quarto XIX secolo
ottone, argento e legno di ciliegio
INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Museo degli Strumenti Astronomici, inv. 1883

Custodito in una cassetta di legno di ciliegio nazionale chiusa da una cintura in cuoio, il cronometro è a mezzi secondi con scappamento libero a bilanciere compensato. Il quadrante ha una doppia numerazione: araba per i minuti e romana per le ore. I secondi sono segnati, in basso, in un piccolo quadrante eccentrico, mentre un secondo

quadrante in alto segnala lo stato di carica del cronometro. L'invenzione del cronometro da marina è attribuita a John Harrison (1639-1776), un carpentiere appassionato di orologeria. Il primo modello, realizzato nel 1735, pesava circa 34 chili e aveva uno scappamento a cavalletta, un sistema energeticamente efficiente e soggetto a poca usura. Il modello H4, realizzato da Harrison tra il 1755 e il 1759, fu testato nel 1761 durante un viaggio in Giamaica; in 81 giorni di navigazione il cronometro accumulò un ritardo di soli 8". Un orologio del tutto analogo ad H4 fu realizzato da Larcum Kendall (1719-1790) per il secondo viaggio di circumnavigazione di James Cook (1728-1779). Il cronometro fu molto apprezzato dal capitano Cook che nel suo diario di bordo lo definì *il nostro fidato amico orologio*. Affidabili e facilmente trasportabili, questi orologi erano ideali per misure eseguite lontano dagli osservatori astronomici, come nel caso di spedizioni scientifiche. In occasione dell'eclisse del 1870 furono impiegati dei cronometri simili, come quelli French, Johannsen, Breguet e Wiffin ad Augusta, Arnold e Gregor a Terranova. [m.g.]

Bibl.: GARGANO 2012.

NA.09. **GAUSS MAGNETOMETER**
[Tecnomasio]
Milan, mid 19th century
brass and glass
INAF-Rome Astronomical Observatory, Astronomical and Copernican Museum, inv. M/113

Known by the name of its inventor, the unifilar magnetometer measures the declination, the horizontal component (H) of Earth's magnetic field and their variations. In this model, sufficiently compact to be transported on a journey, a glass tube contains the 30 cm long and 0.8 cm wide suspension wire of the magnetic needle, that is free to oscillate in the brass cylinder. A mirror mounted on one end of the needle, allows the oscillations to be read from a distance by means of a theodolite. A second telescope is used to check the stability of the first one and of the graded scale, which is positioned vertically below the theodolite, and reflects its division on the mirror. The difference between the measurements of the geographic and magnetic meridians sets the magnetic declination, whereas the H component is obtained by measuring the period of needle oscillation. Despite some bibliographic discrepancies on the area of the cross-section of the magnetic needle, it is reasonable to assume that this magnetometer belonged to Diamilla Müller and was used at Terranova (today Gela) in the magnetic pavilion set up in the palace of Diego Pignatelli Aragona Cortes (1823-1880), prince of Noia and duke of Monteleone. [m.g.]

Bibl.: BASSO RICCI ET. AL. 1997; CHINNICI 2008a, pp. 53, 92, 102n; DIAMILLA MÜLLER, SERRA 1872.

NA. 09. **MAGNETOMETRO DI GAUSS**
[Tecnomasio]
Milano, metà XIX secolo
ottone e vetro
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, Museo Astronomico e Copernicano, inv. M/113

Noto con il nome del suo inventore, il magnetometro unifilare misura la declinazione, la componente orizzontale (H) del campo magnetico terrestre e le loro variazioni. In questo modello, sufficientemente compatto da poter essere trasportato in viaggio, il tubo di vetro contiene il filo di sospensione dell'ago magnetico, lungo 30 cm e con una sezione di 0,8



cm, libero di oscillare nel tamburo di ottone. Su un'estremità dell'ago è montato uno specchio che, mediante un teodolite sistemato a una certa distanza dallo strumento, permette di leggere le oscillazioni dell'ago. Un secondo cannocchiale verifica la stabilità del primo e della scala graduata che, posta verticalmente sotto al teodolite, riflette sullo specchio la sua divisione. La differenza tra le misure di meridiano geografico e magnetico definisce la declinazione magnetica, mentre la componente H si ottiene misurando il periodo di oscillazione dell'ago.

Sebbene vi sia un'incongruenza tra le fonti sulle dimensioni della sezione dell'ago magnetico, si può ragionevolmente supporre che questo magnetometro appartenesse a Diamilla Müller e sia stato usato a Terranova (l'odierna Gela) nel padiglione magnetico allestito nel palazzo di Diego Pignatelli Aragona Cortés (1823-1880), principe di Noia e duca di Monteleone. [m.g.]

Bibl.: BASSO RICCI ET. AL. 1997; CHINNICI 2008a, pp. 53, 92, 102n; DIAMILLA MÜLLER, SERRA 1872.

NA. 10. Observations of solar total eclipse of December 22, 1870
Agostino Tacchini, Palermo, Lit. Frauenfelder, 1871
colour lithographic plate; 245 x 335 mm
INAF-Capodimonte Astronomical Observatory, Museum of Astronomical Instruments, inv. 109100386

This plate was published in *Rapporti* (see Na. 11) as an appendix to the report by Agostino Tacchini on the *physical appearances of the event*. For his observations Tacchini used the Fraunhofer telescope (10 cm aperture) of Palermo Observatory, equipped with a terrestrial eyepiece to enlarge its field of view, and a chronometer by Arnold to measure the contact time. After admiring *in ecstasy for a few seconds the magnificent and surprising phenomenon, which left on him a deep and indelible sensation*, Tacchini sketched the corona, that appeared *so bright and intense*. On its top, in red, he drew *three isolated prominences* having a rather uncertain shape. In the background, toward the horizon the black sky turned into a *dark and hazy yellow*. Tacchini wrote that he had seen Saturn, Venus, Mercury and *a star in the zenith*, i.e. Vega (α Lyrae), but due to their elongation, only Venus ($e = +3^{\circ} 27' 31''$) and Saturn ($e = +0^{\circ} 55' 36''$) were included in the drawing. [m.g.]

Bibl.: TACCHINI 1872.

NA. 10. ECLISSE TOTALE DI SOLE OSSERVATA A TERRANOVA IL 22 DICEMBRE 1870
Agostino Tacchini, Palermo, Lit. Frauenfelder, 1871
Tav. litografata color.; 245 x 335 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Museo degli Strumenti Astronomici, inv. 109100386

La tavola fu pubblicata nei *Rapporti* (cfr. Na. 11) a compendio della relazione di Agostino Tacchini sulle *apparenze fisiche del fenomeno*. Per le sue osservazioni Tacchini usò il cannocchiale di Fraunhofer (apertura di 10 cm) dell'Osservatorio di Palermo, dotato di un oculare terrestre per ottenere un più ampio campo di vista, e il cronometro di Arnold per la misura degli istanti di contatto. Dopo aver ammirato *per pochi secondi estatico il magnifico e sorprendente fenomeno, che lasciò [nell'astronomo] un'impressione profonda incancellabile*, Tacchini abbozzò il disegno della corona, che apparve *così viva ed intensa* e nella



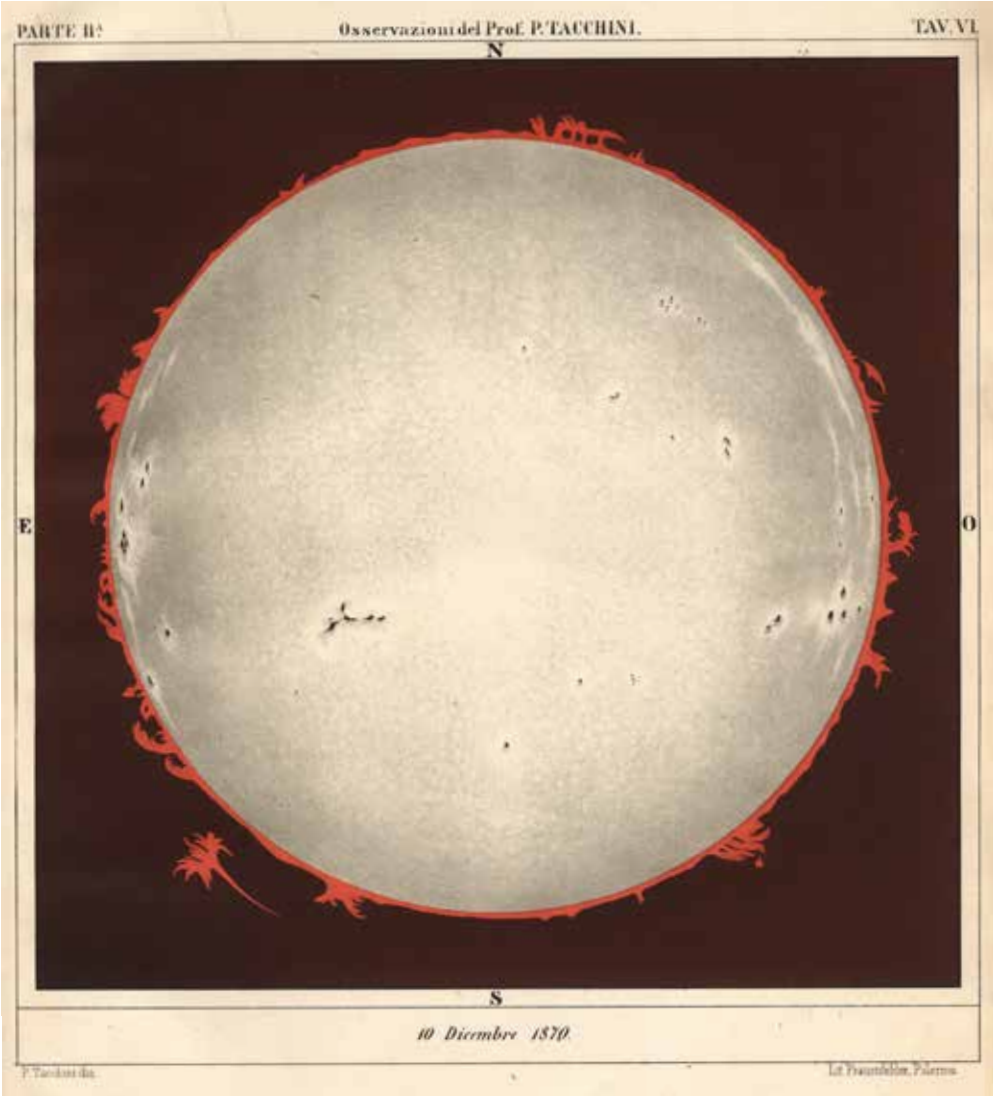
parte superiore, in rosso, tracciò *tre protuberanze isolate* dalla forma alquanto incerta. Sullo sfondo il cielo è nero, degradante in un *giallo scuro caliginoso* verso l'orizzonte. Tacchini scrive di aver visto Saturno, Venere, Mercurio e *una stella al zenit*, ovvero Vega (α Lyrae), ma per la loro elongazione appaiono nel disegno solo Venere ($e = +3^{\circ} 27' 31''$) e Saturno ($e = +0^{\circ} 55' 36''$). [m.g.]

Bibl.: TACCHINI A. 1872.

NA. 11. GAETANO CACCIATORE (edited by)
Rapporti sulle osservazioni dell'eclisse totale di sole del 22 dicembre 1870 eseguite in Sicilia dalla Commissione italiana, Palermo, Stabilimento Tipografico Lao, 1872
(Reports on the observations of the total solar eclipse made in Sicily by the Italian Commission)
VII, 214 p., [16] folded plates: ill.; 35 cm
INAF-Capodimonte Astronomical Observatory, Library

In March 1871 the volume seemed so close to being finished, that Pietro Tacchini started to arrange its distribution. However, late in November the Modena-born astronomer complained about its delayed publication, *due to the usual reason that the Ministry had failed to send the money*. The book, edited by Gaetano Cacciatore with the help of Tacchini, was finally issued in July 1872. To Secchi, who complimented him for the successful publication, Tacchini said: *I managed to do my best to avoid making a poor show of this matter, and I dare state that here in Palermo no better result could have been achieved*. In the two parts of *Rapporti* are gathered the observations made in Augusta and Terranova, together with an appendix which includes the reports from those who, *out of their passion for this type of studies, made observations of a similar kind*. Each part is accompanied by lithographed plates, some in colours, depicting the results. In plate VI, pt. II, on show, are represented the drawings of sunspots, prominences and, on the bottom left, of a giant coronal mass ejection, observed in Terranova by Pietro Tacchini on December 10, 1870, with the Starke equatorial telescope from Padua. [e.o.c.]

Bibl.: TACCHINI 1871a; TACCHINI 1871b; TACCHINI 1872a; TACCHINI 1872c.



NA. 11. GAETANO CACCIATORE (a cura di)
Rapporti sulle osservazioni dell'eclisse totale di sole del 22 dicembre 1870 eseguite in Sicilia dalla Commissione italiana, Palermo, Stabilimento Tipografico Lao, 1872
VII, 214 p., [16] carte di tav. ripiegate: ill.; 35 cm
INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Biblioteca

Nel marzo del 1871 la compilazione del volume sembrava conclusa, tanto che Pietro Tacchini si preoccupava già delle spedizioni. Ma nel novembre dello stesso anno l'astronomo modenese lamentava la lentezza della pubblicazione del volume *per la solita ragione del denaro, che il Ministero non ha ancora spedito*. Il testo, curato da Gaetano Cacciatore con l'assistenza di Tacchini, vide la luce solo nel luglio 1872. A Secchi, che si compiacque della buona riuscita della pubblicazione, Tacchini ebbe a dire: *procurai di cooperarvi quanto più potei, per fare la figura meno magra possibile e posso dirle che qui a Palermo meglio di così non poteva sperarsi*.

I *Rapporti*, che nella prima e seconda parte riuniscono le osservazioni fatte ad Augusta e a Terranova, presentano anche un'appendice dove sono riunite le relazioni di quanti *per amore agli studi si consagrarono alle medesime sperienze*. Ciascuna parte è arricchita da tavole litografate, alcune delle quali colorate, che illustrano i risultati conseguiti. Nella tavola VI, parte II, esposta in mostra, sono disegnate le macchie, le protuberanze nonché, in basso a sinistra, una gigantesca espulsione di massa coronale, osservate da Pietro Tacchini il 10 dicembre 1870 a Terranova con il telescopio equatoriale Starke di Padova. [e.o.c.]

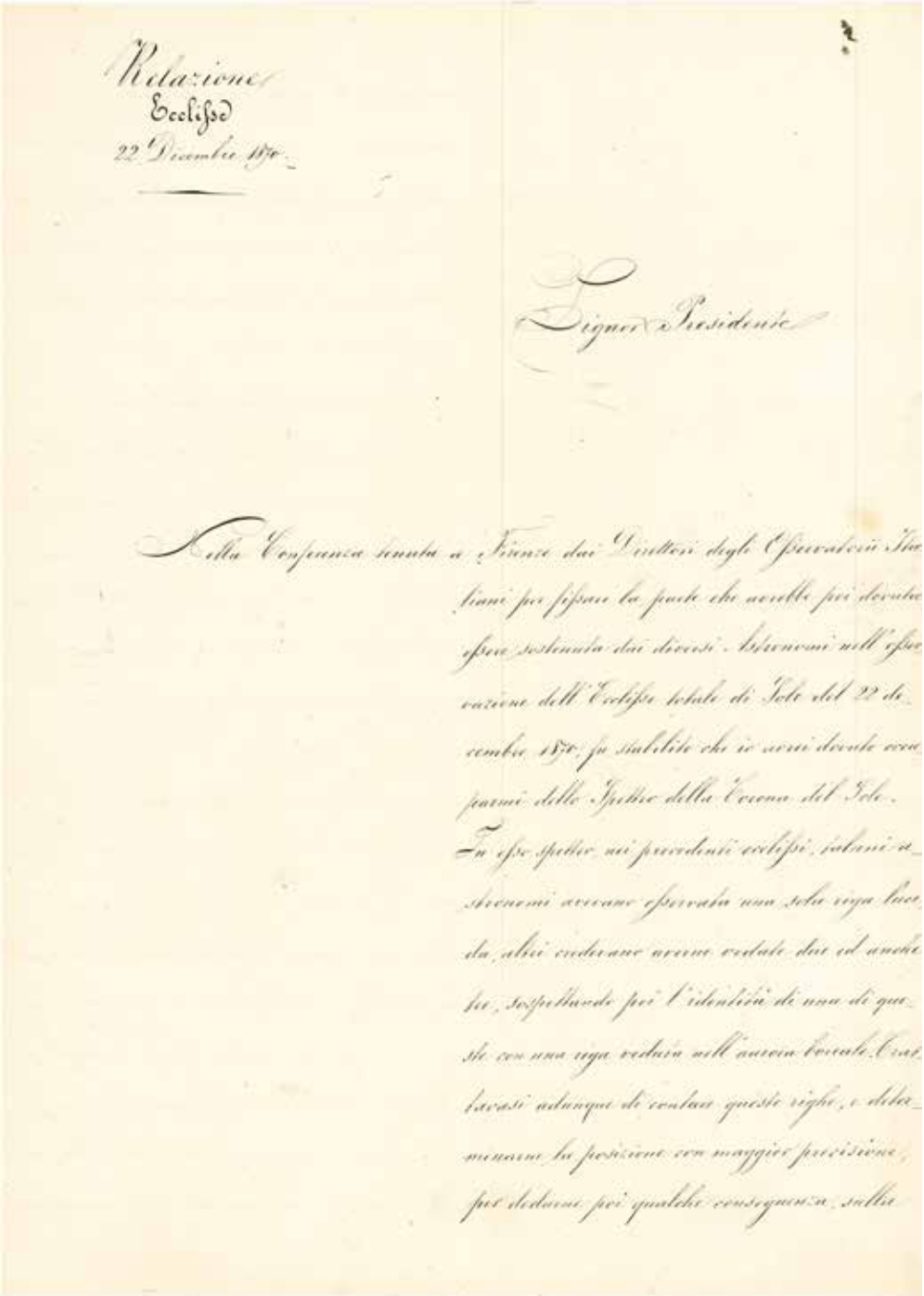
Bibl.: TACCHINI 1871a; TACCHINI 1871b; TACCHINI 1872a; TACCHINI 1872c.

NA. 12. **NOBILE, ARMINIO (1838-1897)**
Report on the eclipse of December 22, 1870,
Naples, February 20, 1871
original manuscript, 4 sheets, 310 x 225 mm
INAF-Palermo Astronomical Observatory,
Historical Archives

This report, which was published in *Rapporti sulle osservazioni dell'eclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870* (see Na. 11), is the summary of the work carried out in Terranova by Arminio Nobile, with the help of Augusto Witting and the technician Floriano Cortese (1837-191[?]). Following the indications given by the scientific Commission, Nobile was in charge of the observations of the *solar coronal spectrum* with the Merz telescope from Capodimonte Observatory, which was equipped with an adapted spectroscope, *unable to give satisfying results concerning the distinct visibility of the spectrum lines*. However, the Neapolitan astronomer did not give in and managed to accomplish his observational program. Besides observing some Fraunhofer lines, in the solar spectrum, Nobile measured *a single green emission line, which probably corresponded to the 1474 Kirchhoff one*, i.e. the line observed during the 1869 eclipse by the American astronomers William Harkness (1837-1903) and Charles Young (1834-1908), whose identification remained uncertain for a long time. [e.o.c.]

NA. 12. **NOBILE, ARMINIO (1838-1897)**
Relazione Ecclisse 22 Dicembre 1870, Napoli 20 febbraio 1871
manoscritto autografo, cc. 4, 310 x 225 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di
Palermo, Archivio Storico

La relazione, pubblicata nei *Rapporti sulle osservazioni dell'eclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870* (cfr. Na. 11), riassume il lavoro svolto a Terranova da Arminio Nobile con la collaborazione di Augusto Witting e del tecnico Floriano Cortese (1837-191[?]). Nobile, seguendo le indicazioni della Commissione scientifica, si occupò delle osservazioni *dello spettro della Corona del Sole* con il telescopio equatoriale Merz di Capodimonte munito di uno spettroscopio adattato che *non dava risultati soddisfacenti, quanto a visione distinta delle righe spettrali*. L'astronomo napoletano non si diede per vinto e riuscì a portare a termine il suo programma di osservazioni. Oltre ad aver osservato alcune righe di Fraunhofer, Nobile misurò nello spettro della corona *una sola riga lucida nel verde che*



corrispondeva probabilmente alla 1474 Kirchhoff, ossia la riga osservata nell'eclisse del 1869 dagli astronomi americani William Harkness (1837-1903) e Charles Young (1834-1908) e la cui identificazione rimase a lungo incerta. [e.o.c.]

The development of solar physics in 19th century

Ileana Chinnici

After the enthusiastic wave that followed the invention of the Galilean telescope, which made it possible to observe sunspots and discover solar rotation, the interest of astronomers in the main star of our sky suffered a decline until the end of the 18th century, when it was raised again by the discovery of the Wilson effect (1774)¹. In the solar model resulting from it, formulated by William Herschel (1738-1822) in 1795, the Sun was described as being cold (and even habitable), surrounded by a warm and bright atmosphere². Throughout the 19th century a renewed interest in the Sun and solar radiation derived from the studies on solar infrared radiation (“heat rays”) carried out in 1800 by Herschel and the discovery of solar ultraviolet emission (“chemical rays”) by Johann Wilhelm Ritter (1776-1810) in 1801. The following year, Thomas Young (1773-1829) demonstrated the wavelike nature of light, thus making a crucial advancement in solar radiation studies. However, the turning point in the development of solar physics was the application of two new techniques which led to the birth of astrophysics: spectroscopy³ and photography (see Pa. 07). The discovery of spectral lines in the sunlight, first observed by William Wollaston (1766-1828) in 1802 and re-observed and classified in 1817 by Joseph von Fraunhofer (1787-1826) (see Na. 01) was a milestone in the history of astrophysics. It opened⁴ a long and controversial debate on the nature of these lines, which ended around the 1860s, thanks to the decisive spectral analysis work carried out in Heidelberg by Gustav R. Kirchhoff (1824-1887) and his

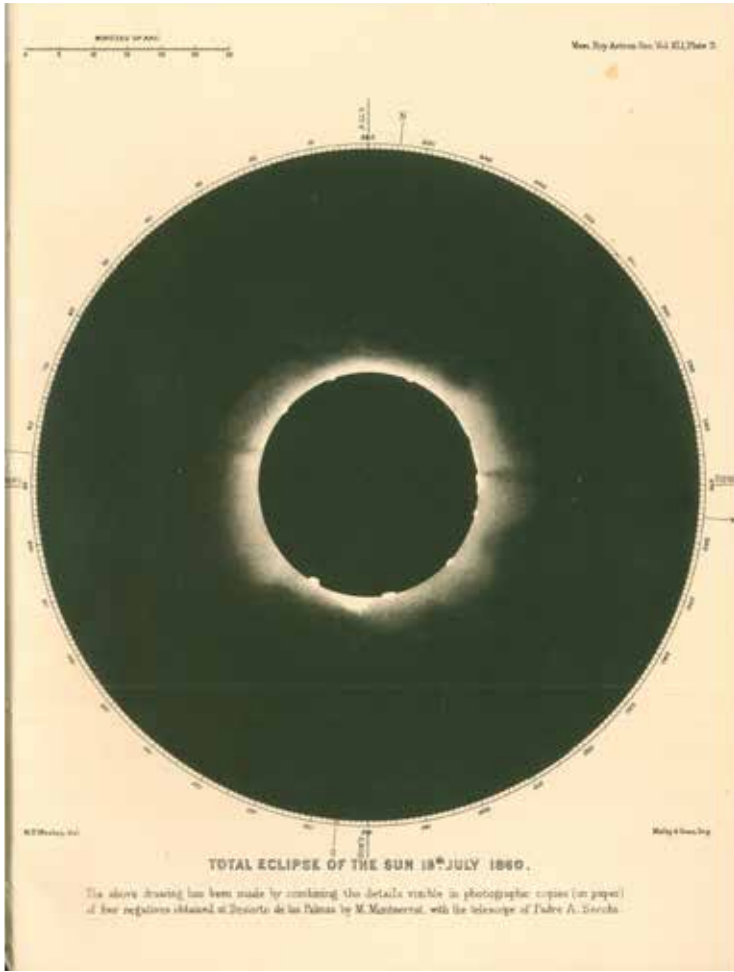
collaborators (see Pa. 01). Firstly, he formulated the radiation laws, published in 1859, in which spectral lines were correctly interpreted as being absorption lines produced by various chemical elements present in the solar atmosphere; afterwards, his team started a massive spectroscopic work in order to produce a detailed map of the solar spectrum⁵. In the meantime, attempts to determine the temperature of the Sun were carried out in the 1840s by John Herschel (1792-1871), who tried to measure the solar constant and discovered some absorption bands in the infrared region of the solar spectrum. Solar thermodynamics was developed in the 1850s, thanks to Hermann von Helmholtz (1821-1894) and William Thomson (1824-1907) – better known as Lord Kelvin – who both proposed hypotheses based on gravitational contraction to explain the huge amount of energy produced by the Sun⁶. Regarding early contributions from photography, Edmond Becquerel (1820-1891) in 1842 and John William Draper (1811-1882) in 1843 succeeded in obtaining a photograph of the complete solar spectrum, from infrared to ultraviolet. Two years later, Armand Hyppolite Fizeau (1819-1896) and Léon Foucault (1819-1868) obtained the first daguerreotype of the Sun, which reproduced the solar photosphere and confirmed the phenomenon of *limb-darkening* (the solar limb appearing less bright than the photosphere), consequently demonstrating the existence of a solar absorbing atmosphere. Towards the end of the century, the combination of spectroscopy and photography led to the invention of the spectroheliograph by George Ellery Hale (1868-1938)

Lo sviluppo della fisica solare nel XIX secolo

Ileana Chinnici

Dopo l’entusiasmo seguito all’invenzione del telescopio galileiano, grazie al quale era stato possibile osservare le macchie solari e scoprire la rotazione del sole, l’interesse degli astronomi verso l’astro principale del nostro cielo conobbe un certo declino fino alla fine del XVIII secolo, quando venne rilanciato dalla scoperta dell’effetto Wilson (1774)¹. Ne seguì la formulazione di un modello solare, proposto da William Herschel (1738-1822) nel 1795, che prevedeva un sole freddo (e persino abitabile) circondato da un’atmosfera calda e luminosa². Nel corso del XIX secolo, assistiamo ad un rinnovato interesse verso il Sole e le sue emissioni: ciò avvenne in conseguenza degli studi sulla radiazione infrarossa (“raggi calorici”) condotti nel 1800 da Herschel e della scoperta della radiazione ultravioletta (“raggi chimici”) da parte di Johann Wilhelm Ritter (1776-1810) nel 1801. L’anno successivo, Thomas Young (1773-1829) dimostrò la natura ondulatoria della luce, segnando un passo importante nello studio della radiazione solare. Tuttavia, la svolta nello sviluppo della fisica solare fu determinata dall’applicazione delle due nuove tecniche che portarono alla nascita dell’astrofisica: la spettroscopia³ e la fotografia (cfr. Pa. 07). La scoperta delle righe spettrali, osservate per la prima volta da William Wollaston (1766-1828) nel 1802 e riosservate e classificate nel 1817 da Joseph von Fraunhofer (1787-1826; cfr. Na. 01) fu una pietra miliare nella storia dell’astrofisica. Seguì un lungo e controverso dibattito sulla natura di queste righe⁴ che ci concluse intorno al 1860, grazie al decisivo lavoro di analisi spettrale condotto all’Università di

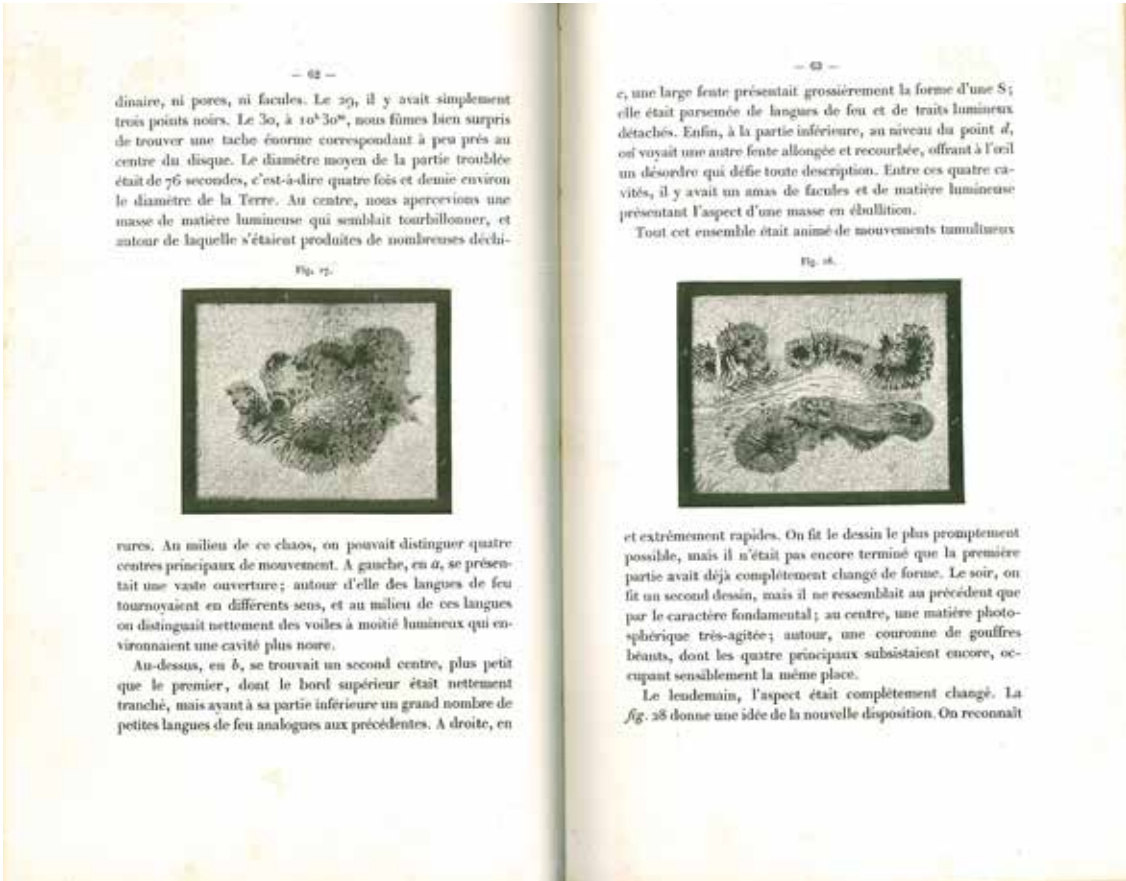
Heidelberg da Gustav R. Kirchhoff (1824-1887) e dai suoi collaboratori (cfr. Pa. 01). Egli formulò dapprima le leggi sulla radiazione, pubblicate nel 1859, grazie alle quali le righe spettrali vennero correttamente interpretate come righe di assorbimento prodotte dai vari elementi chimici presenti nell’atmosfera solare; in seguito, diede inizio ad un imponente programma di ricerche spettroscopiche, per realizzare la mappatura dettagliata e l’identificazione delle righe dello spettro solare⁵. Intanto, alcuni tentativi di determinare la temperatura del Sole vennero eseguiti nel decennio 1840-1850 da John Herschel (1792-1871), che tentò di misurare la costante solare (cfr. Rm. 02) e scoprì alcune bande di assorbimento nell’infrarosso. Il decennio successivo vede invece lo sviluppo della termodinamica solare, grazie agli studi di Hermann von Helmholtz (1821-1894) e William Thomson (1824-1907) – noto come Lord Kelvin – che discussero alcune ipotesi basate sulla contrazione gravitazionale per tentare di spiegare l’enorme quantità di energia prodotta dal sole⁶. Per quanto riguarda il contributo dato dalla fotografia, Edmond Becquerel (1820-1891) nel 1842 e John William Draper (1811-1882) nel 1843 furono i primi a riuscire a fotografare l’intero spettro solare, dall’infrarosso all’ultravioletto. Due anni dopo, Armand Hyppolite Fizeau (1819-1896) e Léon Foucault (1819-1868) ottennero il primo dagherrotipo del sole, che riproduceva la fotosfera solare e confermava il fenomeno del *limb-darkening* (il bordo solare appare meno luminoso della fotosfera), e dimostrava così l’esistenza di un’atmosfera solare assorbente. Verso la fine del secolo, la



1. Totality of solar eclipse of 1860, photographed by Secchi in Spain (from Ranyard 1879) / Fase di totalità dell'eclisse del 1860 fotografata da Secchi in Spagna (da Ranyard 1879)

in the US and, independently, by Henri Deslandres (1853-1948) in France: detailed pictures of the Sun in monochromatic light – usually corresponding to the K line (singly ionized calcium) – could be obtained and studied. Around the middle of the century, important advancements were made concerning solar cycles. In 1843 the amateur astronomer Heinrich Schwabe (1789-1875) published the results of a statistical study on sunspots, remarking a periodicity of about ten in their appearance years. A similar periodicity in the variation of Earth's magnetism was recorded by Edward Sabine (1788-1883) who correlated the two cycles, showing that high frequency and intensity of magnetic storms corresponded with the maximum of sunspots appearance. This coincidence showed that Earth and Sun form an interconnected system whose interaction is manifested through the occurrence of magnetic storms (see Pa. 12) and polar aurorae (see Pa. 13)⁷ As to the nature of sunspots, in 1847 John Herschel formulated his cyclonic theory, based on the analogy between solar and terrestrial meteorology: sunspots were identified as cyclones, associated to whirlwind motions in solar atmosphere. Many astronomers, however, questioned this theory all along the 19th century and rather considered the sunspots as phenomena produced by slow eruptions of photospheric materials. A key role in the birth of modern solar physics was played

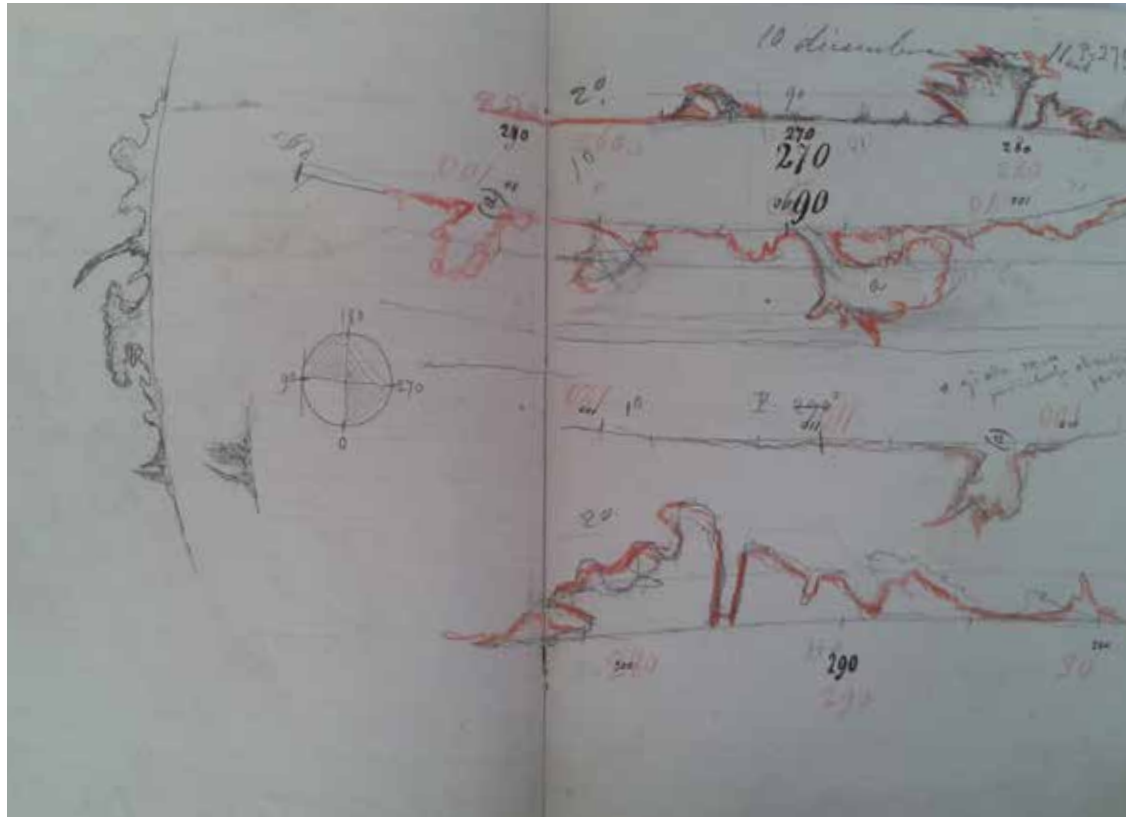
by the observation of total solar eclipses. The magnificent view of the solar corona, and sometimes of the prominences (see Pa. 11), had been observed since antiquity but, in the 1860-1870 decade, the combined use of photographic and spectroscopic means produced a considerable leap forward in the understanding of the physical constitution of the Sun. Thanks to the results gained from eclipse observations (fig. 2), Herschel's solar model was rejected and replaced by Kirchhoff's model: a hot fluid Sun, surrounded by a colder gaseous atmosphere – a model, however, which was soon questioned by some puzzling results, as shown hereinafter. Photography allowed images to be fixed quickly and in a non-subjective way (drawing) and became an indispensable technique during total unlike eclipses, since the whole duration of the totality does not exceed seven minutes. The first daguerreotype of the totality obtained in 1851 and the photographs taken during the eclipse of 1860 in Spain demonstrated unequivocally that the corona and prominences were not the product of optical illusions or atmospheric interference, but phenomena really pertaining to the Sun (see Sec 3). Moreover, during the eclipse of 1860 (fig. 1; see Rm. 08), many astronomers recorded that prominences were joined at their base by a red arc; in 1868 Lockyer argued that prominences were extensions of this layer for which they suggested the name of “chromosphere”. The French astronomer Jules



2. Pages of *Le Soleil* treatise, showing the sunspots and the photospheric granulation (see Pa. 06) / Pagine del trattato *Le Soleil* raffiguranti le macchie e la granulazione della fotosfera solare (cfr. Pa. 06)

combinazione tra spettroscopia e fotografia portò all'invenzione dello spettroeliografo da parte di George Ellery Hale (1868-1938) negli Stati Uniti e, indipendentemente, da parte Henri Deslandres (1853-1948) in Francia: fu così possibile ottenere immagini dettagliate del sole in luce monocromatica – generalmente in corrispondenza della riga K (prodotta dal calcio ionizzato). Intorno alla metà del secolo, vi furono importanti progressi riguardo al ciclo solare. Nel 1843 l'astronomo amatoriale Heinrich Schwabe (1789-1875) pubblicò i risultati di uno studio statistico delle macchie solari, notando una periodicità della loro comparsa ad intervalli di circa dieci anni. Una simile periodicità fu registrata nelle variazioni del magnetismo terrestre da parte di Edward Sabine (1788-1883), che mise in correlazione i due cicli, mostrando come i periodi di alta frequenza ed intensità delle tempeste magnetiche coincidevano con quelli del massimo numero di macchie sul sole. Questa coincidenza mostrava la terra e il sole formano un sistema interconnesso, la cui interazione si manifesta con l'apparire di tempeste magnetiche (cfr. Pa. 12) e aurore polari (cfr. Pa. 13)⁷ Per quanto riguarda la natura delle macchie solari, nel 1847 John Herschel formulò la teoria ciclonica, fondata sull'analogia tra la meteorologia terrestre e quella solare: le macchie venivano infatti identificate come cicloni, associati a moti vorticosi dell'atmosfera solare. Molti astronomi, tuttavia, misero in discussione questa teoria nel corso del XIX secolo e preferirono considerare le macchie come fenomeni prodotti da eruzioni di materiale fotosferico.

Un ruolo chiave nello sviluppo della moderna fisica solare fu giocato dalle eclissi totali di sole. Lo splendido spettacolo della corona solare (cfr. Pa. 11) era stato osservato fin dall'antichità, e così pure alcune protuberanze, ma nel decennio 1860-1870, l'uso combinato di mezzi fotografici e spettroscopici produsse un decisivo salto di qualità nella comprensione della costituzione fisica del sole. Grazie alle osservazioni eseguite durante le eclissi totali (fig. 2), il modello herscheliano del sole fu abbandonato a favore del modello proposto da Kirchhoff: un sole caldo e fluido, circondato da un'atmosfera gassosa più fredda – un modello che, comunque, sarà presto messo in discussione da alcuni risultati contrastanti, come vedremo nel seguito. La fotografia permetteva di fissare le immagini velocemente e in modo non soggettivo (come invece avveniva nel caso dei disegni) e divenne indispensabile durante le eclissi totali, poiché la durata della totalità non supera i sette minuti. Il primo dagherrotipo della totalità, ottenuto nel 1851, e le fotografie realizzate in Spagna durante l'eclisse del 1860 (fig. 1; cfr. Rm. 08) mostrarono inequivocabilmente che le protuberanze sono fenomeni realmente appartenenti al sole e non effetto di illusioni ottiche (vedi Sez. 3). Inoltre, durante la stessa eclisse, molti astronomi osservarono che le protuberanze erano collegate alla base da un arco rosso luminoso, più tardi denominato “cromosfera”. Nel 1868 per la prima volta gli astronomi utilizzarono mezzi spettroscopici per indagare la natura delle protuberanze, che risultarono di natura gassosa, producendo uno spettro con righe in emissione, in particolare quelle



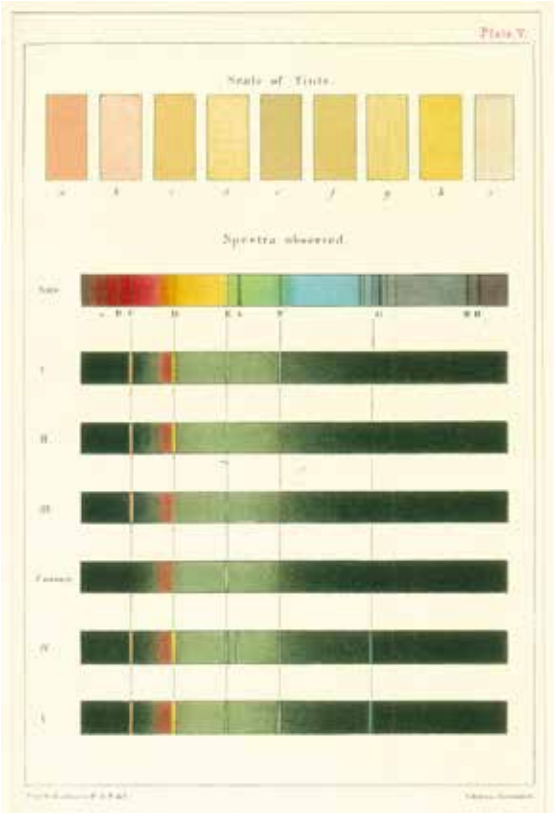
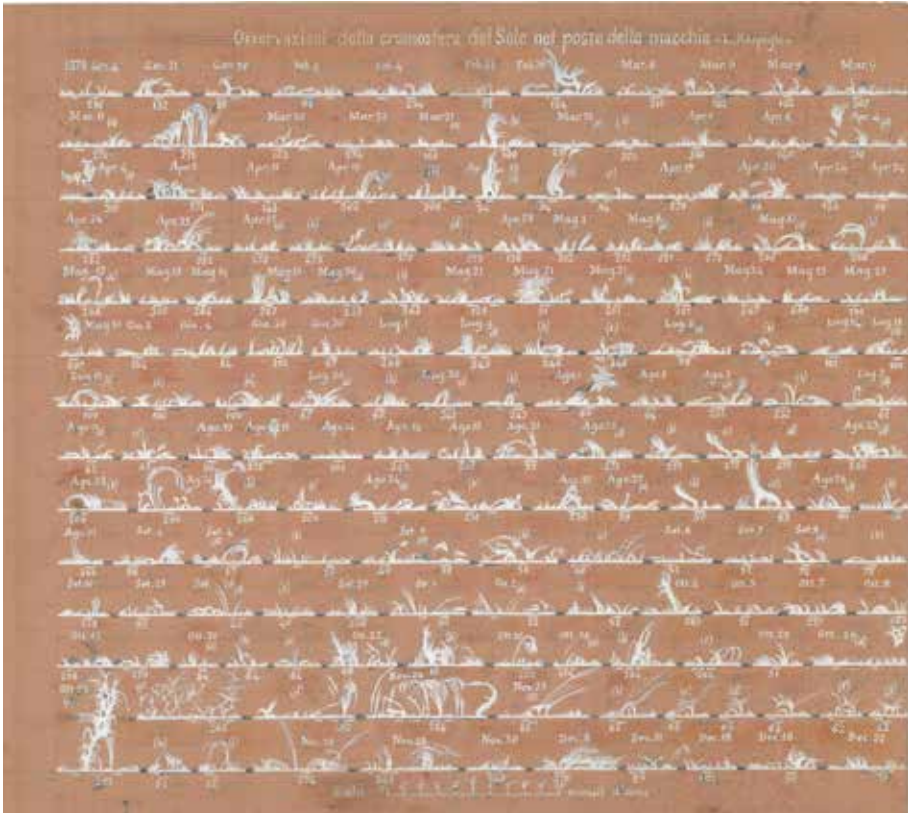
3. Drawings of solar prominences observed during the 1870 eclipse by Tacchini and Lorenzoni in Sicily (see Sec. 3) (INAF-Rome Astronomical Observatory, Historical Archives) / Disegni di protuberanze solari eseguiti durante l'eclisse del 1870 da Tacchini e Lorenzoni in Sicilia (cfr. Sez. 3) (INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, archivio storico)

4. Details of the chromosphere drawn by Respighi in 1870 (see Sec. 2) (INAF-Rome Astronomical Observatory, Historical Archives) / Dettagli della cromosfera disegnati da Respighi nel 1870 (cfr. Sez. 2) (INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, archivio storico)

5. Plate showing the coronal spectrum with the green emission line observed in 1869 (from Harkness 1871) / Tavola dello spettro coronale con la riga verde in emissione osservata nel 1869 (da Harkness 1871)

C. Janssen (1824-1907) was so impressed by the intensity of the hydrogen lines observed in the spectra of prominences during the eclipse of 1868 that he tried to observe them spectroscopically while the Sun was uneclipsed, by positioning the slit of the spectroscope tangentially to the solar limb. Norman Lockyer (1836-1920) in London, independently, applied the same adjustment successfully and both scientists were later accredited with the discovery of the method for observing prominences in the full (uneclipsed) disk⁸. Solar prominences were therefore observed, drawn (fig. 4) and classified (see Pa. 10) all along the last quarter of the 19th century. Eclipses, however, were to reserve further surprises. In 1870, the American astronomer Charles A. Young (1834-1908) observed for the first time the spectrum of the lower chromosphere, also called *flash-spectrum*. In 1872 he compiled a catalogue of flash-spectrum lines, showing that in many cases they differed, for intensity and location, from Fraunhofer spectrum lines. This fact was confirmed later from photographs of the flash-spectrum obtained during an eclipse in 1883. Scientists were puzzled by this result, wondering why some Fraunhofer lines appeared in emission and others did not⁹. The problem of interpreting the flash-spectrum lines was to be solved later, in 1920, thanks to the ionization theory by Megh Nad Saha (1893-1956), after the discovery of the electron and the atomic theory of Niels Bohr (1885-1962) which paved the way to understanding the structure of matter. At the end of the 19th century one of the most controversial points in solar physics was the nature of the corona. In the 18th century various hypotheses had been formulated to

explain the luminous halo surrounding the eclipsed Sun, visible only in the few minutes of totality. What mostly interested 19th century astronomers, once they could rely on spectroscopic means, was to find out if this effect was either due to the presence of the Earth or the Moon, or if it was a solar phenomenon and, if so, whether shining of the corona was caused by emitted or reflected light. Unfortunately, the results of spectroscopic and polariscopic observations carried out during eclipses were often contradictory and could be verified only in the course of the following eclipse, as at that time all attempts to observe the corona out of an eclipse were still unsuccessful¹⁰. A series of confusing results rendered the corona a puzzle which became more and more difficult to solve. The first coronal spectrum observations, for example, made during the eclipse of 1868, gave a weak continuous spectrum, while during the eclipse of 1869 a green emission line (fig. 5) was observed overlaying the continuous spectrum. It was at first identified as a Fraunhofer line, attributed to iron and indicated as 1474 in Kirchhoff's scale (5322Å); later, it was confused with a line usually observed in the spectrum of polar aurorae¹¹. In 1876 Young found that the 1474K line was a double one and attributed its second component to an unknown element, named "coronium". Thanks to the photographs of the coronal spectrum obtained by Alfred Fowler (1868-1940) in 1898 during an eclipse, a dozen new coronal lines were recorded and the position of the main green coronal line (1474K) could be unequivocally measured. The result showed that it did not correspond to any Fraunhofer line and the attribution to coronium, whose nature was to remain unknown



rosse dell'idrogeno e quella gialla di un elemento ancora sconosciuto, denominato "elio". L'astronomo francese Jules C. Janssen (1824-1907) fu talmente colpito dall'intensità di tali righe, che tentò di osservarle spettroscopicamente in pieno sole, posizionando la fenditura tangenzialmente al bordo solare, e riuscì nell'intento. Norman Lockyer (1836-1920) a Londra, indipendentemente, applicò con successo lo stesso sistema ed ad entrambi gli scienziati fu accreditata la scoperta del metodo per osservare le protuberanze in pieno sole⁸. Le protuberanze solari furono quindi osservate, disegnate (fig. 4) e classificate (cfr. Pa. 10) nel corso dell'ultimo quarto del XIX secolo. Le eclissi, tuttavia, avrebbero riservato altre sorprese. Nel 1870, l'astronomo statunitense Charles A. Young (1834-1908) osservò per la prima volta lo spettro della bassa cromosfera, detto *flash-spectrum* (spettro-lampo), in cui le righe compaiono per un qualche istante in emissione (oggi questo strato della cromosfera è infatti denominato *reversing layer*). Nel 1872 compilò quindi un catalogo delle righe del flash-spectrum, notando che in molti casi la posizione e l'intensità di queste righe differiva da quelle di Fraunhofer. Tale risultato fu confermato dalle fotografie del flash-spectrum ottenute durante l'eclisse del 1883. Gli scienziati furono disorientati da questo risultato, che mostrava come solo alcune righe di Fraunhofer apparivano in emissione nel flash-spectrum ed altre no⁹. Il problema dell'interpretazione delle righe del flash-spectrum venne risolto più tardi, nel 1920, grazie alla teoria della ionizzazione di Megh Nad Saha (1893-1956), dopo che la scoperta dell'elettrone e la teoria dell'atomo di Niels Bohr (1885-1962) aprirono la strada alla comprensione della struttura della materia.

Uno dei punti più controversi della fisica solare alla fine del XIX secolo fu la natura della corona. Nel XVIII secolo varie ipotesi erano state formulate per spiegare l'alone luminoso che circonda il sole eclissato, visibile solo nei pochi istanti della totalità. Ciò che interessava gli astronomi del XIX secolo, una volta in possesso di strumenti spettroscopici, era dunque verificare se si trattasse di un effetto ottico dovuto all'atmosfera della terra e/o all'interposizione della luna, oppure se fosse un fenomeno appartenente al sole – ed in tal caso, se la corona splendesse di luce propria o di luce riflessa. Sfortunatamente, i risultati delle osservazioni spettroscopiche e polariscopiche condotte durante le eclissi risultarono spesso contraddittori – peraltro, essi non erano verificabili se non nel corso della successiva eclisse, dal momento che tutti i tentativi di osservare la corona fuori dalle eclissi erano stati fino ad allora infruttuosi¹⁰. Una serie di risultati contrastanti rese a lungo la corona un vero rompicapo, sempre più difficile da risolvere. Le prime osservazioni dello spettro coronale, eseguite durante l'eclisse del 1868, ad esempio, avevano dato come risultato un debole spettro continuo, mentre durante l'eclisse del 1869 era stata osservata una riga di emissione nel verde (fig. 5). Questa fu dapprima identificata con una riga di Fraunhofer, attribuita al ferro e indicata come 1474 nella scala di Kirchhoff (5322Å); in seguito, fu invece confusa con una riga solitamente osservata nello spettro delle aurore polari¹¹. Nel 1876 Young trovò che la riga 1474K line era doppia e attribuì la seconda componente ad un elemento sconosciuto, denominato "coronio". Grazie alle fotografie dello spettro coronale ottenute da

for a long time, was reinforced. Only in 1941, thanks to the development of quantum physics, would the Swedish spectroscopist Bengt Edlén (1906-1993) identify the most intense coronal lines as being produced by highly ionized iron (Fe XIV): the mysterious coronium did not exist at all. At the beginning of the 20th century, Hale discovered the Zeeman effect in sunspots and the complexity of the subject further increased, due to the crucial role of magnetic field in solar physics, which is still being explored today. The development of space astronomy in the 1960s-1970s made it possible to observe solar radiation screened by the Earth's atmosphere: rockets and satellites revealed the existence of a solar flux of particles (solar wind)¹², and provided high-resolution X-ray pictures of the Sun, showing the presence of dark coronal “holes” and the existence of intense emission regions and coronal loops, with ionized gas (plasma) at temperatures of millions of degree¹³. Even if the current continuous monitoring of the Sun by satellites such as SOHO (Solar Heliospheric Observatory, launched in 1995 and still in operation) have considerably improved our knowledge of the Sun, new challenges are

continuously opened and examined. The Sun is the best model for our understanding of stellar physics, but much is still unexplained. For example, what kind of physical-chemical processes are able to heat the corona to millions of degrees, temperatures high enough to ionize iron and make corona a thousand times hotter than the solar photosphere? What is the physical explanation for solar activity cycles? Where do high-energy processes, like plasma ejections, originate from? The answer to these questions lies in the interaction of the corona with the complex structures of the Sun's magnetic field, in the turbulent and convective transport of plasma from the inner layers to the photosphere and in the comprehension of the mechanism of the solar dynamo: these are the main topics in modern solar physics. Only the development of powerful computing devices and new theories in plasma physics, as well as high-resolution space missions aimed at exploring the full range of solar radiation could lead to important advancements in solar physics in the future. Our star has not revealed all its secrets – and probably it will keep them yet for a long time.

Alfred Fowler (1868-1940) durante l'eclisse del 1898, una dozzina di nuove righe coronali vennero registrate e la posizione della riga verde (1474K) misurata inequivocabilmente. Il risultato mostrò che essa non corrispondeva ad alcuna delle righe di Fraunhofer e ciò ne rafforzò l'attribuzione al coronio, la cui natura rimase a lungo sconosciuta. Solo nel 1941, con lo sviluppo della fisica quantistica, lo spettroscopista svedese Bengt Edlén (1906-1993) identificherà le righe coronali più intense come righe prodotte dal ferro altamente ionizzato (Fe XIV): il misterioso coronio non esisteva affatto. Agli inizi del XX secolo, Hale scoprirà l'effetto Zeeman nelle macchie solari e la complessità del quadro risulterà ancor più evidente, perché rivelerà il ruolo cruciale del campo magnetico nei fenomeni solari, un ruolo tuttora in fase di studio. Lo sviluppo dell'astronomia spaziale negli anni Sessanta e Settanta permetterà infine di osservare la radiazione schermata dall'atmosfera terrestre: razzi e satelliti riveleranno l'esistenza di un flusso solare di particelle (vento solare)¹² e forniranno immagini in raggi X del sole ad alta risoluzione, che mostreranno la presenza di scuri “buchi” coronali e l'esistenza di regioni ad intensa emissione e di archi coronali, con gas ionizzato (plasma) a temperature di milioni di gradi¹³.

Anche se l'attuale continuo monitoraggio del sole da parte di satelliti come SOHO (Solar Heliospheric Observatory, lanciato nel 1995 e ancora operativo) hanno migliorato considerevolmente le nostre conoscenze sul sole, sono ancora tante le sfide che in questo ambito rimangono. Il Sole è il modello migliore per la nostra comprensione della fisica stellare, ma c'è ancora molto da scoprire. Per esempio, quali processi chimico-fisici riscaldano la corona a milioni di gradi, tanto da ionizzare il ferro e renderla migliaia di volte più calda della fotosfera, in apparente contrasto coi principi della termodinamica? Come si spiegano i cicli solari, secondo la fisica? Cosa produce i processi ad alta energia, come i getti di plasma? La risposta a queste domande risiede nello studio dell'interazione tra corona e strutture complesse del campo magnetico solare, del trasporto convettivo e turbolento di plasma dagli strati interni della fotosfera a quelli esterni e dei meccanismi fisici della dinamo solare: sono questi, oggi, i principali temi di ricerca della fisica solare. Solo lo sviluppo di supercalcolatori e di nuove teorie di fisica del plasma, nonché missioni spaziali ad alta risoluzione, in grado di esplorare tutto il range della radiazione solare, potranno portare ad importanti progressi in futuro. La nostra stella non ha ancora finito di rivelare i suoi segreti – e forse li conserverà ancora a lungo.

¹ Alexander Wilson (1714-1786), after long studying on sunspots, noticed that they appeared as depressions on the solar surface and concluded that they were neither clouds, as Galileo had stated in 17th century, nor mountains, as his contemporary Jérôme de Lalande (1732-1807) affirmed, but cavities in the solar surface (see MEADOWS 1970, pp. 1-4).

² According to William Herschel (see Herschel 1795) the sunspots were “holes” in the solar atmosphere, which consisted of two gaseous layers; through the hole in the outer layer both the inner layer (less luminous than the outer one) and the cold dark surface of the Sun could be seen: this way Herschel explained the existence of a less bright region (*penumbra*) surrounding the dark central spot (*umbra*); see Pa. 09.

³ In spectroscopic instruments light is dispersed by means of glass prisms or diffraction gratings (see Pa. 03 and Pa. 04), depending on the light of the source (bright or faint, point-

like or diffused) to be examined.

⁴ In 1833 David Brewster (1781-1868) showed that some spectral lines were due to absorption produced by the Earth's atmosphere (telluric lines); see Pa. 06. The debate whether all Fraunhofer lines were telluric animated the scientific community for many years; see Meadows 1970, pp. 27-28.

⁵ Other mapping work was carried out by Volkert van der Willigen (1822-1878) and by Anders J. Ångström (1814-1874); see Pa. 05.

⁶ Bio-geological evidences showed a solar age by far older than expected, with a simple gravitational contraction mechanism (see HUFBAUER 1991, pp. 55-57); this puzzle was solved in the 1930s, when Hans Bethe (1906-2005) theorized that nuclear fusion was the main source of the Sun's energy.

⁷ The first recording of a solar flare by Richard Carrington (1826-1875) in 1859, which was preceded by a strong perturbation of Earth's mag-

netic field, confirmed the existence of such an interconnection. Carrington also proved the differential rotation of the Sun, by studying sunspot migration, whose pattern would be described later in 1904 with Edward Maunder's “butterfly diagram”.

⁸ In 1869 William Huggins (1824-1910) improved this method by widening the slit of the spectroscope so that the entire prominence could be observed, provided that the instrument was powerful enough.

⁹ Lockyer tried to solve the puzzle by hypothesizing that chemical elements in the solar atmosphere were ordered on a radial basis according to their atomic weight: lightest elements were located in the higher layers of the solar atmosphere, while heaviest elements would be found in the lower chromosphere. Lockyer proposed also a theory on the dissociation of chemical elements in proto-elements, which was criticized especially by Huggins. See LEONE, ROBOTTI 2000.

¹⁰ The invention of the coronagraph in 1930 by Bernard Lyot (1897-1852) allowed the solar corona to be studied outside of eclipses.

¹¹ The spectrum of polar aurorae was observed for the first time by Ångström in 1868; he found a single yellow-green emission line at 5579Å. The auroral spectrum was also often confused with that of the zodiacal light: thanks to the spectroscopic observations carried out at Palermo Observatory in 1872, Charles Piazzi Smyth (1819-1900) definitely solved the question, showing that zodiacal light produces a continuum (see PIAZZI SMYTH 1872).

¹² See Hufbauer 1991, pp. 221-252.

¹³ It is worthy mentioning that remarkable contributions were given in this field by Italian AS&E (*American Science & Engineering*) scientists such as Bruno Rossi (1905-1993), Riccardo Giacconi (b 1931) and Giuseppe S. Vaiana (1935-1991), the latter become director of Palermo Observatory. See GIACCONI 1992.

¹ Alexander Wilson (1714-1786), dopo un lungo studio delle macchie solari, notò che esse appaiono come depressioni nella superficie solare e concluse che non si trattava né di nubi, come riteneva Galileo nel XVII secolo, né di montagne, come affermava il contemporaneo Jérôme de Lalande (1732-1807) bensì di cavità nella superficie solare (vedi MEADOWS 1970, pp. 1-4). ² Secondo William Herschel (vedi HERSCHEL 1795) le macchie erano “squarci” nell'atmosfera solare, composta da due strati gassosi; lo squarcio nello strato esterno rendeva visibile sia lo strato interno (meno luminoso di quello esterno) sia la superficie fredda e scura del sole: in tal modo, Herschel spiegava l'esistenza di una regione meno luminosa (*penumbra*) che circonda la macchia centrale scura (*umbra*); vedi Pa. 09.

³ Negli strumenti spettroscopici il mezzo disperdente può essere costituito da prismi di vetro o da reticoli di diffrazione (vedi Pa. 03 e Pa. 04), a seconda dell'intensità della sorgente luminosa da esaminare (brillante o

fioca, puntiforme o estesa, eccetera).

⁴ Nel 1833 David Brewster (1781-1868) mostrò che alcune righe spettrali erano prodotte dall'atmosfera terrestre (righe telluriche); cfr. Pa. 06. Il dibattito se tutte le righe di Fraunhofer fossero righe telluriche animò la comunità scientifica per molti anni; cfr. MEADOWS 1970, pp. 27-28.

⁵ Altre note mappature vennero eseguite da Volkert van der Willigen (1822-1878) e Anders J. Ångström (1814-1874); cfr. Pa. 05.

⁶ Alcune evidenze di carattere biologico e geologico mostravano tuttavia che l'età del sole era di gran lunga maggiore di quella prevista con un semplice meccanismo di contrazione gravitazionale (vedi HUFBAUER 1991, pp. 55-57); il rompicapo fu risolto negli anni Trenta, quando Hans Bethe (1906-2005) teorizzò che la principale fonte di energia del sole fosse la fusione nucleare.

⁷ La prima osservazione di un brillamento solare, registrata da Richard Carrington (1826-1875) nel 1859, che era stata preceduta da una forte

perturbazione del campo magnetico terrestre, confermò l'esistenza di tale correlazione. Carrington dimostrò anche che il sole ha una rotazione differenziale, studiando la migrazione delle macchie solari, il cui comportamento sarà descritto nel 1904 da Edward Maunder con il cosiddetto “diagramma a farfalla”.

⁸ Nel 1869 William Huggins (1824-1910) migliorò questo metodo allargando la fenditura dello spettroscopio, in modo da osservare l'intera protuberanza, purché lo strumento assicurasse un'alta risoluzione.

⁹ Lockyer tentò di risolvere il rompicapo formulando l'ipotesi che gli elementi chimici nell'atmosfera solare fossero ordinati radialmente secondo il loro peso atomico: gli elementi più leggeri si trovavano negli strati più esterni dell'atmosfera solare, mentre i più pesanti si sarebbero trovati nella bassa cromosfera. Lockyer propose anche una teoria della dissociazione degli elementi chimici in proto-elementi, che fu criticata soprattutto da Huggins. Cfr. LEONE, ROBOTTI 2000.

¹⁰ L'invenzione del coronografo nel 1930 da parte di Bernard Lyot (1897-1852) permetterà in seguito di studiare la corona solare anche in pieno sole.

¹¹ Lo spettro delle aurore polari fu osservato per la prima volta da Ångström nel 1868; egli trovò solo una linea gialla in emissione a 5579Å. Lo spettro aurorale venne inoltre spesso confuso con quello della luce zodiacale: grazie ad alcune osservazioni spettroscopiche eseguite all'Osservatorio di Palermo nel 1872, Charles Piazzi Smyth (1819-1900) risolse definitivamente la questione, mostrando che la luce zodiacale produce uno spettro continuo (cfr. PIAZZI SMYTH 1872).

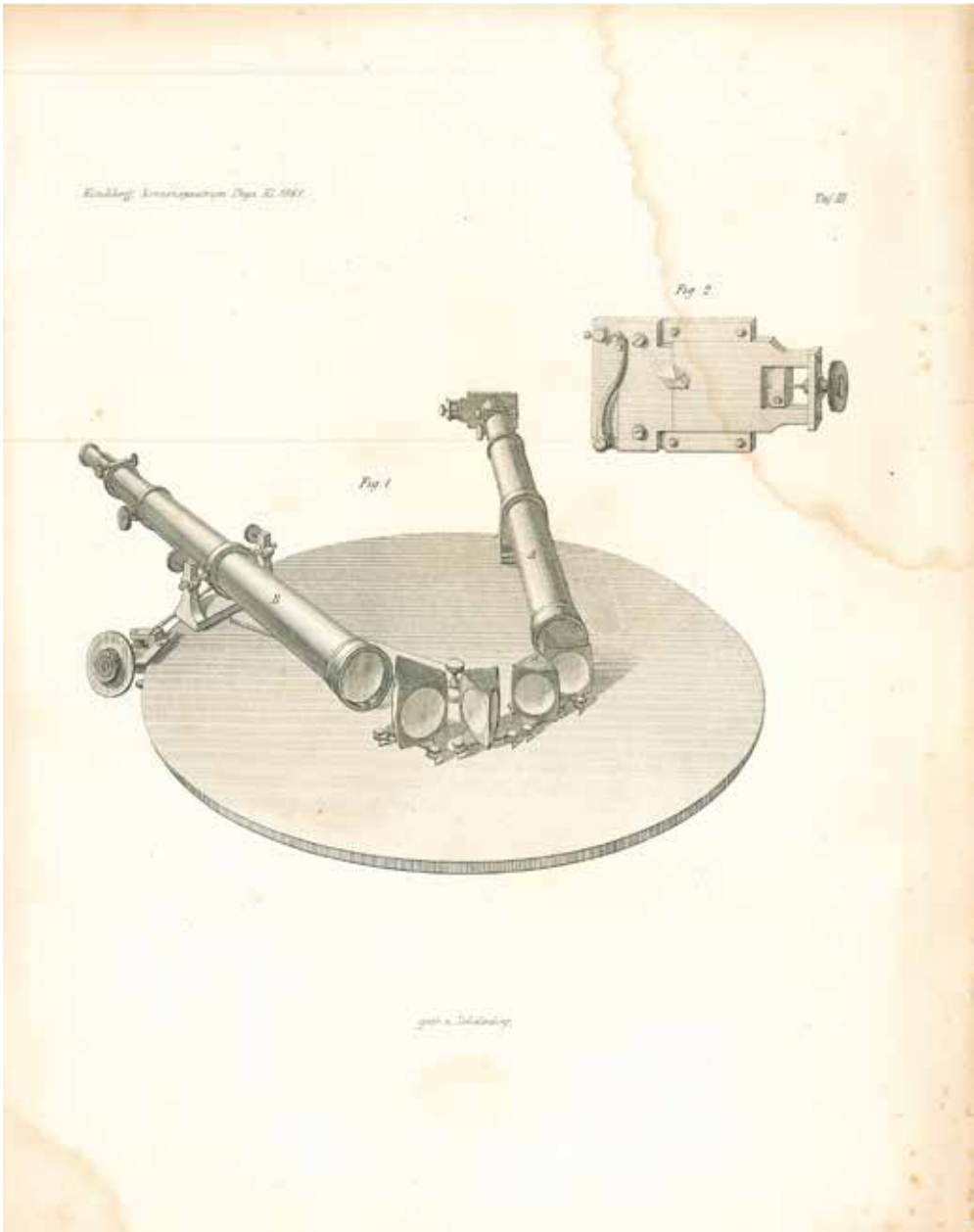
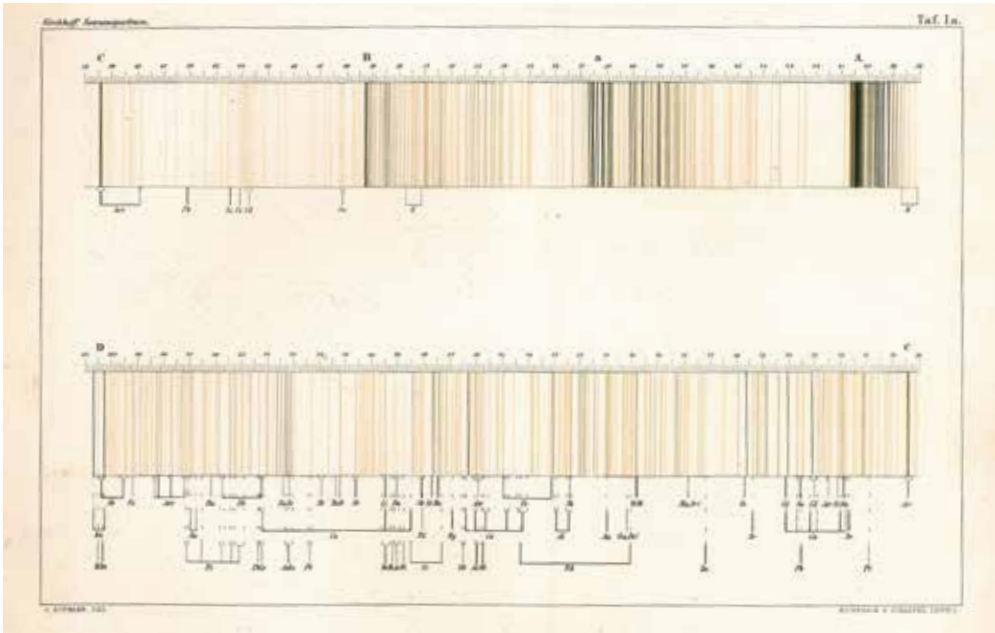
¹² Cfr. HUFBAUER 1991, pp. 221-252.

¹³ Va qui ricordato l'importante contributo dato in questo settore presso l'AS&E (*American Science & Engineering*) da scienziati italiani come Bruno Rossi (1905-1993), Riccardo Giacconi (b 1931) e Giuseppe S. Vaiana (1935-1991), poi divenuto direttore dell'Osservatorio di Palermo. Cfr. GIACCONI 1992.

PA. 01. **KIRCHHOFF, GUSTAV (1824-1887)**
Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente 3. abd.
Berlin: Ferd. Dummler's, 1866-1875
2 v. ([4], 43 p., 3 pl.; 16 p., 2 pl.); 300 mm
on the cover of both volumes is printed
"Società degli Spettroscopisti Italiani"
INAF-Palermo Astronomical Observatory*,
Historical Library

Third edition of the famous work (Research on the solar spectrum and the spectra of chemical elements) by Gustav Kirchhoff, professor of Physics at Heidelberg University. In 1859, he and the chemist Robert Bunsen laid the fundamentals of spectral analysis and explained the mechanisms leading to the formation of the typical absorption and emission lines shown by many chemical elements. The analysis of the lines of stellar spectra allowed astronomers to determine the chemical composition of the Sun and other stars. The present work was presented to the Academy of Science in Berlin by Kirchhoff in 1861 and it was published the following year. The two volumes are endorsed with the stamp of Società degli Spettroscopisti Italiani, whose President was Tacchini, during his stay in Palermo, and it is likely that they were acquired by him. Volume I is open on plate III, which illustrates the prism spectroscope used by Kirchhoff for his spectral studies; volume II is open on plate Ia, which shows the lines of the solar spectrum measured in Heidelberg. Both volumes have recently undergone conservative restauration. [*i.c.*, *d.r.*]

Bibl.: HENTSCHEL 2002, pp. 54, 125;
HEARNshaw 1989, pp. 42-43.



*Owned by Palermo University / *Proprietà dell'Università di Palermo

PA. 01. **KIRCHHOFF, GUSTAV (1824-1887)**
Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente 3. abd.
Berlin: Ferd. Dummler's, 1866-1875
2 v. ([4], 43 p., 3 c. di tav.; 16 p., 2 c. di tav.); 300 mm
sulla coperta di entrambi i volumi è apposto il timbro della Società degli Spettroscopisti Italiani
INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo*,
Biblioteca

Terza edizione del celebre lavoro di Gustav Kirchhoff (titolo tradotto: *Ricerche sullo spettro solare e sugli spettri degli elementi chimici*), professore di Fisica all'Università di Heidelberg. Nel 1859, con il chimico Robert Bunsen, pose le basi dell'analisi spettrale e spiegò i meccanismi che portano alla formazione delle tipiche righe di assorbimento e di emissione da parte di vari elementi chimici. L'analisi delle righe degli spettri stellari consentì agli astronomi di determinare la composizione chimica del sole e delle altre stelle. L'opera qui esposta fu presentata da Kirchhoff all'Accademia delle Scienze di Berlino nel 1861 e pubblicata nel 1862. I due volumi riportano il timbro della Società degli Spettroscopisti Italiani, di cui Pietro Tacchini fu Presidente durante la sua permanenza a Palermo, e furono quindi probabilmente da lui acquisiti. Il primo volume è aperto sulla tavola III, che raffigura lo spettroscopio a prismi utilizzato da Kirchhoff per le sue ricerche spettrali; il secondo volume è aperto sulla tavola Ia, che raffigura le righe dello spettro solare misurate a Heidelberg. Su entrambi i volumi è stato di recente effettuato un intervento di restauro conservativo. [*i.c.*, *d.r.*]

Bibl.: HENTSCHEL 2002, pp. 54, 125;
HEARNshaw 1989, 42-43.



PA. 02. **COLLECTION OF SPECTRAL TUBES**
H. Geissler, Berlin (Germany) 1882
glass, metal; length 250 and 185 mm
INAF-Palermo Astronomical Observatory*

These twelve glass tubes, having different lengths and sections, were purchased by the Palermo Observatory in January 1882. They are common Geissler tubes, used to study electrical discharges in gases at very low pressure. Some tubes are devoid of the metal contacts at both ends, of the almost unreadable labels on which are indicated, in German, the chemicals in question, such as *Sauerstoff*, *Kohlensäure*, *Zinkchlorid*, *Stickstoff*. From the third quarter of the 19th century until 1930, Geissler tubes were produced by various glassblowers such as Franz Müller (Geissler's Nachfolger), Greiner & Friedrichs, Rudolf Pressler and others. [*i.c.*]

Bibl.: FODERÀ SERIO, CHINNICI 1997, pp. 132-33.

PA. 02. **COLLEZIONE DI TUBI SPETTRALI**
H. Geissler, Berlino (Germania), 1882
vetro, metallo; lunghezza 250 e 185 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo*

Questi dodici tubi in vetro, di diversa lunghezza e a varia sezione, furono acquistati dall'Osservatorio di Palermo nel gennaio 1882; si tratta di comuni tubi di Geissler per scariche elettriche in gas a bassissima pressione. Alcuni sono privi dei contatti metallici alle estremità, altri delle etichette, a volte illeggibili, su cui sono indicate, in tedesco, le sostanze chimiche in questione, quali *Sauerstoff*, *Kohlensäure*, *Zinkchlorid*, *Stickstoff*. A partire dall'ultimo quarto del XIX secolo fino al 1930 i tubi Geissler furono prodotti da diverse vetrerie tedesche, come Franz Müller (Geissler's Nachfolger), Greiner & Friedrichs, Rudolf Pressler e altri. [*i.c.*, *d.r.*]

Bibl.: FODERÀ SERIO, CHINNICI 1997, pp. 132-33.

PA.03. ZÖLLNER-TYPE DIRECT-VISION SPECTROSCOPE

M. Tauber, Leipzig (Germany), ca. 1870
brass, steel, glass; total length 550 mm
INAF-Palermo Astronomical Observatory*

This instrument was purchased in 1870 on the occasion of the total eclipse of Sun of December, 22nd (see Sec. 3), but it did not arrive in time to be used in the scientific expedition. It was made in Leipzig by Tauber, on the design of the Austrian spectroscopist J.C.F. Zöllner, famous for having designed spectroscopes and photometers. Starting from March 1871, it was attached to the Merz Equatorial of Palermo Observatory [see Pa. 15] and used by the astronomer Pietro Tacchini (1838-1905) for his studies on solar prominences.

Thanks to the observations made with this instrument, Tacchini was able to make one of the first classifications of solar prominences [see Pa. 12], which was adopted also by Angelo Secchi [see Pa. 07] at Collegio Romano Observatory. In the same year, the two astronomers started a series of simultaneous spectroscopic observations of the solar limb, in view of the start of a program for monitoring solar activity. The idea of extending this program to other astronomers led, in October 1871, to the establishment of Società degli Spettroscopisti Italiani (see Sec. 5), whose *Memorie* (see Pd. 04) represented the first international scientific journal of Astrophysics. It is a direct-vision spectroscope, having two trains of five prisms. The instrument, whose total length is 55 cm, is divided into three sections. The first one includes the slit (whose width can be regulated by a screw) and the collimator (a lens aimed at obtaining a coherent lightbeam). At one end is a flange with an adapter for connection to the telescope a graduated circle in silvered metal, bearing a 0-360 degree division, with numbered 10-degree segments, enabling the angular position of the examined prominence to be measured; the spectroscope can be rotated by a screw, thus allowing the slit to be placed in a tangential or normal position with respect to the solar limb.

The second section includes the prism trains and it is attached to the first one by two small clamps allowing the axis of this section to be inclined with respect to the axis of the first one, by a micrometer screw. The third section, consisting of the eye-piece, is connected to the second one through a system equal to the one described above, which



allows the eye-piece to be inclined, with respect to the prisms. On the silvered metal ring, just under the divisions, it is engraved *M. Tauber, Leipzig. [i.c.]*

Bibl.: FODERÀ SERIO, CHINNICI 1997, pp. 131-32; CHINNICI 2008a, pp. 40-41; 56; CHINNICI 2008b, pp. 396-407; CHINNICI 2000; *The Popular Science* 1882, p. 287.

PA. 03. SPETTROSCOPIO A VISIONE DIRETTA DI TIPO ZÖLLNER

M. Tauber, Lipsia (Germania) ca. 1870
ottone, acciaio e vetro; lunghezza totale 550 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo*

Questo strumento fu acquistato nel 1870, in occasione dell'eclisse totale di sole del 22 dicembre, visibile dalla Sicilia (vedi Sez. 3), ma non giunse in tempo per essere utilizzato dall'apposita spedizione scientifica. Fu costruito a Lipsia dall'officina Tauber, su progetto di Johann Karl Friedrich Zöllner (1834-1882), spettroscopista austriaco celebre per la progettazione di spettroscopi e fotometri. Montato al piano focale dell'equatoriale di Merz dell'Osservatorio di Palermo [cfr. Pa. 15], a partire dal marzo 1871 fu adoperato da Pietro Tacchini per i suoi studi sulle protuberanze solari. Grazie alle osservazioni condotte con questo strumento, Tacchini fu in grado di formulare una delle prime classificazioni delle protuberanze solari [cfr. Pa. 12], che sarà poi ripresa da Angelo Secchi [cfr. Pa. 07], all'Osservatorio del Collegio Romano. Nello stesso anno, in contemporanea con Secchi a Roma, Tacchini eseguì al Merz di Palermo, con questo strumento, una serie di osservazioni spettroscopiche del bordo del sole, in vista di un programma coordinato di monitoraggio dell'attività solare. L'idea di estendere questo programma ad altri osservatori darà luogo, nell'ottobre 1871, alla fondazione della Società degli Spettroscopisti

Italiani (vedi Sez. 5), le cui celebri Memorie (cfr. Pd. 04) costituirono la prima rivista scientifica internazionale di astrofisica.

È uno spettroscopio a visione diretta, composto di un doppio sistema di cinque prismi. Lo strumento, lungo complessivamente 55 cm, è diviso in tre sezioni. La prima contiene la fenditura di ampiezza regolabile mediante una vite ed un collimatore. Ad una estremità si trova una flangia su cui è montato l'adattatore per il telescopio, con filettatura e ghiera. Sulla faccia superiore della flangia, vi è un cerchio graduato in metallo argentato diviso in gradi da 0 a 360, con numerazione ogni 10 gradi, per determinare gli angoli di posizione della protuberanza osservata; mediante una vite, è possibile far ruotare lo spettroscopio in modo da portare la fenditura in posizione tangenziale o normale al bordo solare.

La seconda sezione contiene il sistema di prismi, ed è attaccata alla precedente da due piccole staffe che consentono di inclinare l'asse di questa sezione rispetto a quello della prima mediante una vite micrometrica. Una delle staffe è ricoperta da una piastrina in metallo argentato, con una scala a trenta divisioni ed una piccola alidada per la lettura dell'inclinazione. La terza sezione, costituita dall'oculare, è collegata alla seconda con un sistema identico a quello già descritto, e permette di inclinare l'oculare rispetto alla sezione contenente i prismi. Sul disco in metallo argentato, subito sotto le divisioni, si trova la scritta: *M. Tauber, Leipzig. [i.c.]*

Bibl.: FODERÀ SERIO, CHINNICI 1997, pp. 131-32; CHINNICI 2008a, pp. 40-41; 56; CHINNICI 2008b, pp. 396-407; CHINNICI 2000; *The Popular Science* 1882, p. 287.

PA. 04. DIFFRACTION GRATING SPECTROSCOPE

Brassart Bros., Rome (Italy) 1884
brass, iron; total length 600 mm
INAF-Palermo Astronomical Observatory*

In the inventories of the Observatory it is described as a *Diffraction grating spectroscope with circle, collimator and telescope*; it was bought in February 1884 at a cost of £. 352. In the 1890 inventory it is listed as *Spectroscope mounting - diffraction-grating returned*; a copy of the same inventory bears an annotation in Riccò's handwriting: *The diffraction plate is a gift from Prof. Tacchini*.

The instrument is made of brass with burnished parts; its overall length, including the right-angle telescope, is about 60 cm. The tube bearing the slit and the collimator is 28 cm long, has a 5 cm diameter and is equipped with the usual screw to adjust the width of the slit. On the side of the slit it is connected to a collar, of 15 cm diameter, which rotates by means of a screw. On the collar it is engraved a circular scale, in silvered metal, numbered every 30° segment. Two needles made of burnished metal, diametrically opposed and fixed to the main tube, allow the position of the prominences observed on the solar limb to be determined. The small telescope is approximately 3.5 cm in aperture and its maximum protrusion from the tube is 10.5 cm. A steel burnished armor connects the main tube to a burnished metal cylindrical box, 6 cm high and with a 9 cm diameter, with a screw for sliding the side door. The box housed the diffraction grating, now missing. The small 16-cm long telescope is connected through special supports to a metal plate which rotates, by a screw, around the lateral opening of the box, along a circular track. On the outer rim of the collar, the following inscription is engraved: FLLI BRASSART - ROMA. [i.c.]

Bibl.: FODERÀ SERIO, CHINNICI 1997, p. 133; CHINNICI 2000.



Pa. 04. SPETTROSCOPIO A RETICOLO DI DIFFRAZIONE

Fratelli Brassart, Roma (Italia) 1884
ottone, ferro; lunghezza totale 600 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo*

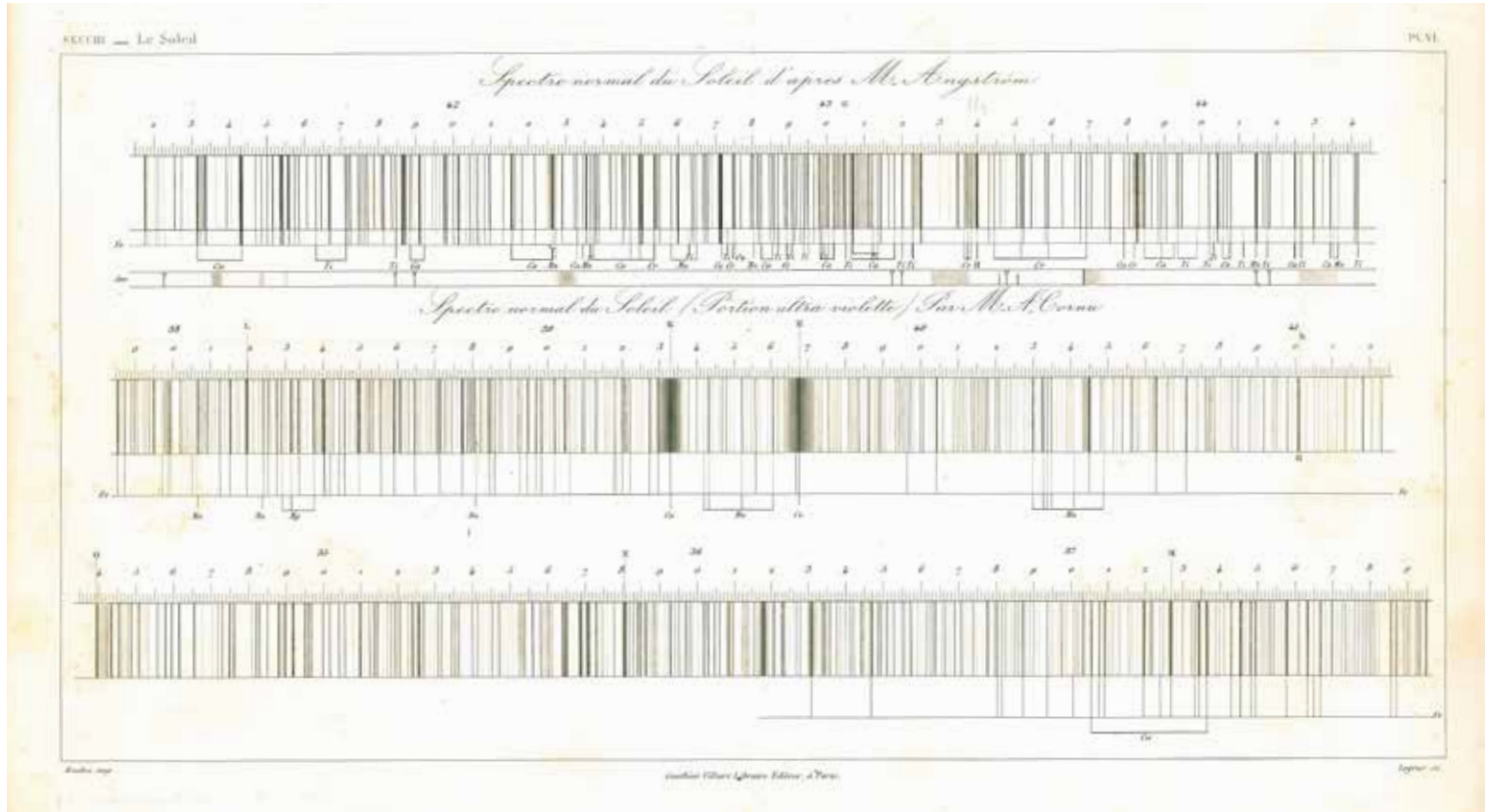
Negli inventari dell'Osservatorio è descritto come *Spettroscopio a lastrine di diffrazione con cerchio di posizione, collimatore e cannocchiale*; venne acquistato nel febbraio 1884 al costo di £. 352. In un inventario del 1890 lo stesso strumento compare con la dicitura *Montatura di spettroscopio a diffrazione - restituito reticolo*; in una copia, con un'annotazione di mano di Riccò, si legge: *La piastra di diffrazione è dono del prof. Tacchini*.

Lo strumento è in ottone con parti brunate; la sua lunghezza complessiva, col cannocchiale ad angolo retto, è di circa 60 cm. Il tubo che alloggia la fenditura e il collimatore è lungo 28 cm, ha un diametro di circa 5 cm ed è dotato della consueta vite per regolare l'ampiezza della fenditura. Dal lato della fenditura è connesso al tubo il cerchio di posizione, del diametro di circa 15 cm, che ruota per mezzo di una vite. Su di esso è inserita una scala graduata circolare, in metallo argentato, con numerazione ogni 30°. Due indici in metallo brunito, diametralmente opposti e fissati al tubo principale, permettono di determinare la posizione della protuberanza osservata sul bordo solare.

Il collimatore ha un'apertura di circa 3,5 cm; la sua sporgenza massima dal tubo principale è

di 10,5 cm. Un'armatura in acciaio brunito connette il tubo principale ad una scatola cilindrica di metallo brunito, alta 6 cm e del diametro di 9 cm, dotata superiormente di una vite che azione uno sportellino laterale scorrevole. La scatola alloggiava il reticolo di diffrazione, oggi mancante. Il cannocchiale infine, lungo circa 16 cm, dall'apertura di 3,5 cm, tramite degli appositi sostegni è connesso ad una piastra metallica che ruota, mediante una vite, intorno all'apertura laterale della scatola, lungo una guida circolare ed essa fissata. Sul cerchio di posizione, nel bordo esterno alla scala, è incisa la scritta: FLLI BRASSART - ROMA. [i.c.]

Bibl.: FODERÀ SERIO, CHINNICI 1997, p. 133; CHINNICI 2000.



PA. 05. SECCHI, ANGELO (1818-1878)

Le soleil: exposé des principales découvertes modernes sur la structure de cet astre, son influence dans l'univers et ses relations avec les autres corps célestes. 2. éd., revue et augmentée

Paris, Gauthier-Villars, 1875-1877

3 v., ill.; 250 mm

P.1, Texte. - 1875. - xx, 428 p.

P.1, Atlas. - 1875. - 6 folded plates

P.2. - 1877. - viii, 484 p., [13] plates

INAF-Palermo Astronomical Observatory*, Historical Library

This text is one of the most important 19th century treatises on the sun. Angelo Secchi presents the results of his contemporary studies which contributed to deepen the knowledge of the chemical-physical nature of the sun. The first edition of *Le Soleil* was published in 1870 and became so successful that the volume was enlarged, revisioned and published again, in several editions and translations.

The volume on show is the second edition of the book, in which are included Secchi's studies on the Sun carried out after 1870, which were initially published in *Memorie della Società degli Spettroscopisti*, the journal edited in Palermo by Pietro Tacchini, starting from 1872. Volume I is open on the pages explaining the Wilson effect (sunspots are represented as cavities); volume II is open on the plate

illustrating the first three types of the classification of star spectra proposed by Secchi. The volumes are accompanied by an atlas of solar spectrum lines, open on the page reporting the atlas of Sun spectrum lines made by Anders Jonas Angström in 1868, where it also appears a handwritten annotation by Tacchini, in correspondence with the 1474K coronal line on table V and some manganese lines on table VI. [i.c., d.r.]

Bibl.: CHINNICI 2014, pp. 80-82; CHINNICI 2009, p. 201.

PA. 05. SECCHI, ANGELO (1818-1878)

Le soleil: exposé des principales découvertes modernes sur la structure de cet astre, son influence dans l'univers et ses relations avec les autres corps célestes. 2. éd., revue et augmentée. Paris, Gauthier-Villars, 1875-1877

3 v., ill. ; 250 mm

P.1, Texte. - 1875. - xx, 428 p.

P.1, Atlas. - 1875. - 6 c. di tav. rip.

P.2. - 1877. - viii, 484 p., [13] c. di tav.

INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo*, Biblioteca

È uno dei principali trattati dell'Ottocento sul Sole. In quest'opera, Angelo Secchi presenta i risultati degli studi dell'epoca che contribuiscono ad approfondire la conoscenza della na-

tura chimico-fisica del Sole. La prima edizione di *Le Soleil* fu pubblicata nel 1870 ed ebbe un tale successo che il volume fu ripubblicato, in versione ampliata e riveduta, in numerose edizioni e traduzioni.

La copia in esposizione è la seconda edizione dell'opera, che integra gli studi sul sole successivi al 1870, già in larga parte pubblicati da Secchi sulle *Memorie della Società degli Spettroscopisti*, edita a Palermo, a cura di Pietro Tacchini, a partire dal 1872.

Il primo volume è aperto alle pagine 70-71, che riportano la descrizione dell'effetto Wilson; il secondo volume è invece aperto alla tavola L (tra le pp. 450-451), che raffigura i primi tre tipi della classificazione spettrale delle stelle proposta da Secchi. L'opera è corredata da un atlante delle righe dello spettro solare, che include l'atlante delle righe telluriche, realizzato da Janssen, lo spettro solare fotografato da Draper e l'atlante delle righe dello spettro solare determinato da van der Willigen nel 1866 e da Angström nel 1868, mostrato nella pagina esposta, alle tavole V-VI: si noti l'annotazione di mano Tacchini che riporta la posizione della riga coronale 1474K nella tavola V e la dicitura *righe sospettate lucide sul sole* in corrispondenza di alcune righe del manganese nella tavola VI. [i.c., d.r.]

Bibl.: CHINNICI 2014, pp. 80-82; CHINNICI 2009, p. 201.



PA. 06. DOMENICO COSTANTINO
(1840-1915)

Angelo Secchi, ca. 1870

Plaster sculpture; height 600 mm

INAF-Palermo Astronomical Observatory*

The Jesuit director of the Collegio Romano Observatory was a pioneer in astrophysics. To him were due important studies on solar physics, as well as one of the first stellar spectra classification schemes. He played a key role for the Palermo Observatory as his collaboration with Pietro Tacchini, with whom he began a fruitful partnership, led to the foundation of Società degli Spettroscopisti Italiani in 1871.

The bust was commissioned to Domenico Costantini, a disciple of the sculptor Valerio Villareale, after Secchi's death, probably around 1870, and was donated to the Palermo Observatory. [i.c.]

Bibl.: CHINNICI 2015, p. 15.

PA. 06. DOMENICO COSTANTINO
(1840-1915)

Angelo Secchi, ca. 1870

gesso; altezza 600 mm

INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo*

L'astronomo gesuita direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano fu uno dei pionieri dell'astrofisica. A lui si devono importanti studi di fisica solare, nonché una delle prime classificazioni spettrali delle stelle. Secchi ebbe un ruolo importante per l'Osservatorio di Palermo per la sua collaborazione con Pietro Tacchini, col quale avviò una proficua collaborazione porterà alla fondazione della Società degli Spettroscopisti Italiani nel 1871. Il busto porta la firma di Domenico Costantino, allievo dello scultore Valerio Villareale (1773-1854); fu probabilmente commissionato alla morte di Secchi e donato all'Osservatorio di Palermo. [i.c.]

Bibl.: CHINNICI 2015, p. 15.



PA. 07. FOLDED CAMERA

[John Piggott & Co.], London, end of 19th - turn of 20th century

brass, mahoganey, glass, leather; box size 38x34x23 cm

INAF-Palermo Astronomical Observatory*

This special type of camera was very popular between the end of the 19th and the 30's of the 20th century. After the invention of the daguerrotype camera, the introduction of the bellows connecting the photosensitive plate to the objective, improved the focus of the picture, thanks to basculing and decentering of the focal plan as well as of the plate. The camera on display is a *Tourist Camera*, designed for travel photographers and therefore suitable for scientific expeditions, as it can be used both outdoor and indoor. It was probably used by the astronomer Temistocle Zona (1848-1910) during the expedition to Sfax, in Tunisia, aimed at observing the total solar eclipse of 1905.

The camera is provided with a stand, about 165 cm high, kept in a leather case; it is equipped with a wooden box for travelling and is accompanied by a another wooden case containing three plate-holders, each one bearing a double plate. It is well known that, at that time, glass plates, about 1 mm thin, were covered with a photosensitive emulsion (generally silver bromide).

On the outer part of the box is a small brass plate where it is engraved the name of the importer: FORNITURA GENERALE per la FOTOGRAFIA ERRICO MELENDEZ Piazza Marina N° 88 PALERMO.

The camera has recently been cleaned and restored: the missing frosted glass for focusing has been put anew and the missing brass screw fixing the camera to its stand has been remade; the stand has been repaired and cleaned, and the original objective has been replaced by a coeval one (Rapid Rectilinear ser. A, made by Manhattan Optical Company N.Y.). [i.c.]

PA. 07. MACCHINA FOTOGRAFICA
A SOFFIETTO

[John Piggott & Co.], Londra, fine XIX-inizi XX secolo

ottone, mogano, vetro, cuoio; dimensioni

cassa 38 x 34 x 23 cm

INAF- Osservatorio Astronomico di Palermo*

Questo particolare tipo di fotocamera conobbe un'ampia diffusione tra la fine dell'Ottocento e gli anni Trenta del Novecento. Dopo l'invenzione della camera dagherrotipica, l'introduzione del soffiutto, che collega la lastra fotosensibile all'obiettivo, permise una migliore messa a fuoco dell'immagine, grazie al basculaggio e al decentramento operabili sia sul piano pellicola che sul piano

ottico. L'esemplare in mostra è una *Tourist Camera*, realizzata per fotografi viaggiatori e quindi ideale per le spedizioni scientifiche; essa ha il doppio vantaggio di poter essere utilizzata sia per fotografie all'aperto che in interni. Fu probabilmente utilizzata dall'astronomo Temistocle Zona (1848-1910) durante la spedizione a Sfax, in Tunisia, per osservare l'eclisse totale di Sole del 1905.

La fotocamera è dotata di un cavalletto a treppiede, alto circa 165 cm, con custodia in cuoio; è alloggiata in una cassetta di legno per il trasporto ed è corredata da una seconda cassetta contenente tre porta-lastre, ognuno con doppia lastra. Come è noto, le lastre dell'epoca erano in vetro, di spessore 1mm circa, ricoperte da emulsione fotosensibile (generalmente bromuro d'argento).

Sull'esterno della cassa è infissa una targhetta in ottone che riporta il nome dell'importatore: FORNITURA GENERALE per la FOTOGRAFIA ERRICO MELENDEZ Piazza Marina N° 88 PALERMO.

La macchina è stata di recente sottoposta a pulitura e restauro: il vetro satinato per la messa a fuoco, mancante, è stato ripristinato e la vite di ottone di fissaggio della macchina al cavalletto, mancante, è stata rifatta; il treppiede è stato riparato e pulito, mentre l'obiettivo originale è stato sostituito con uno coevo (Rapid Rectilinear ser. A, prodotto dalla Manhattan Optical Company N.Y.). [i.c.]

PA. 08. [MERZ EQUATORIAL TELESCOPE OF PALERMO ASTRONOMICAL OBSERVATORY] [F.lli Tagliarini], Palermo, last quarter of 19th century
fotograph; 220x290 mm
INAF-Palermo Astronomical Observatory*, Historical Archives

This telescope, which was bought in Munich by the director Domenico Ragona (1820-1892), arrived to the Palermo Observatory in 1858 but was installed only in 1865 by Pietro Tacchini. The instrument was identical to at one used by Father Angelo Secchi at the Collegio Romano Observatory, and this circumstance allowed the two astronomers to start a coordinated program of spectroscopic observations of the solar chromosphere, which led in October 1871 to the foundation of Società degli Spettroscopisti Italiani. In the 50's of the past century the telescope on undergoing a “modernization” intervention by Officine Salvadori in Florence, was irreversibly changed and lost some original pieces. In 1999 it was restored and brought as close as possible to its original conditions; the unusual marble pillar, in which signs of damage had been recently noticed, was restored in 2013. The photograph shows the telescope as it was around the end of the 19th century, inside its room equipped with a cylindrical dome, which was later deeply modified and renewed. It is quite likely that the photo was made by the brothers Antonino and Tommaso Tagliarini, famous Palermo-based photographers, who often collaborated with the Observatory. [i.c., d.r.]

Bibl.: CHINNICI, BRENNI 2015; CHINNICI 2008a, p. 96.

PA. 08. [EQUATORIALE MERZ DELL'OSSERVATORIO DI PALERMO] [F.lli Tagliarini], Palermo ultimo quarto XIX secolo
fotografia; 220 x 290 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo*, Archivio Storico

Il telescopio, acquistato a Monaco di Baviera dal direttore Domenico Ragona (1820-1892), arrivò all'Osservatorio di Palermo nel 1858 ma fu montato soltanto nel 1865 da Pietro Tacchini. L'esemplare era identico a quello utilizzato da Padre Angelo Secchi al Collegio Romano, circostanza che consentì ai due astronomi di avviare un programma coordinato di osservazioni spettroscopiche della cromosfera solare, dal quale nell'ottobre del 1871 scaturì la fondazione della Società degli Spettroscopisti Italiani. Negli anni '50 dello scorso secolo, lo strumento fu sottoposto ad un intervento di “ammmodernamento” da parte delle Officine Salvadori di Firenze, intervento che operò alcune modifiche irreversibili, nonché la perdita di alcune parti originali dello strumento. Nel 1999 il telescopio è stato restaurato e riportato il più vicino possibile alle sue condizioni originali; l'inusuale pilastro in marmo, nel quale era stata di recente riscontrata una lesione, è stato invece restaurato nel 2013. La fotografia qui esposta mostra il telescopio come appariva intorno alla fine del XIX secolo, all'interno della sala con cupola cilindrica che lo ospitava, oggi profondamente modificata e rinnovata. E' altamente probabile che sia stata realizzata dai fratelli Antonino e Tommaso Tagliarini, celebri fotografi palermitani dell'epoca, che collaborarono con l'Osservatorio. [i.c., d.r.]

Bibl.: CHINNICI, BRENNI 2015; Chinnici 2008a, p. 96.



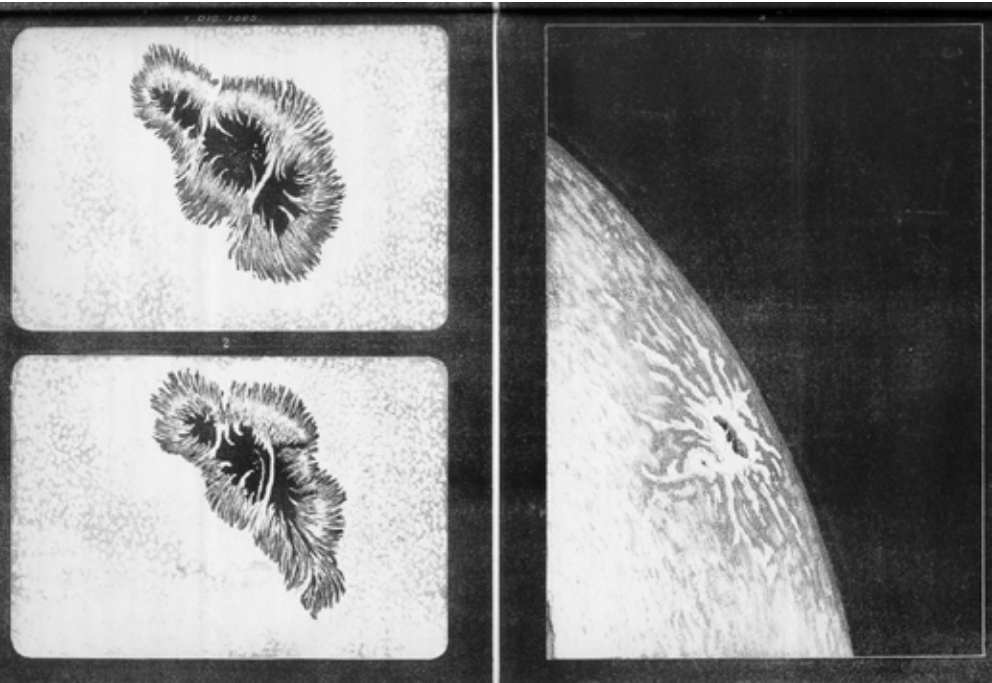
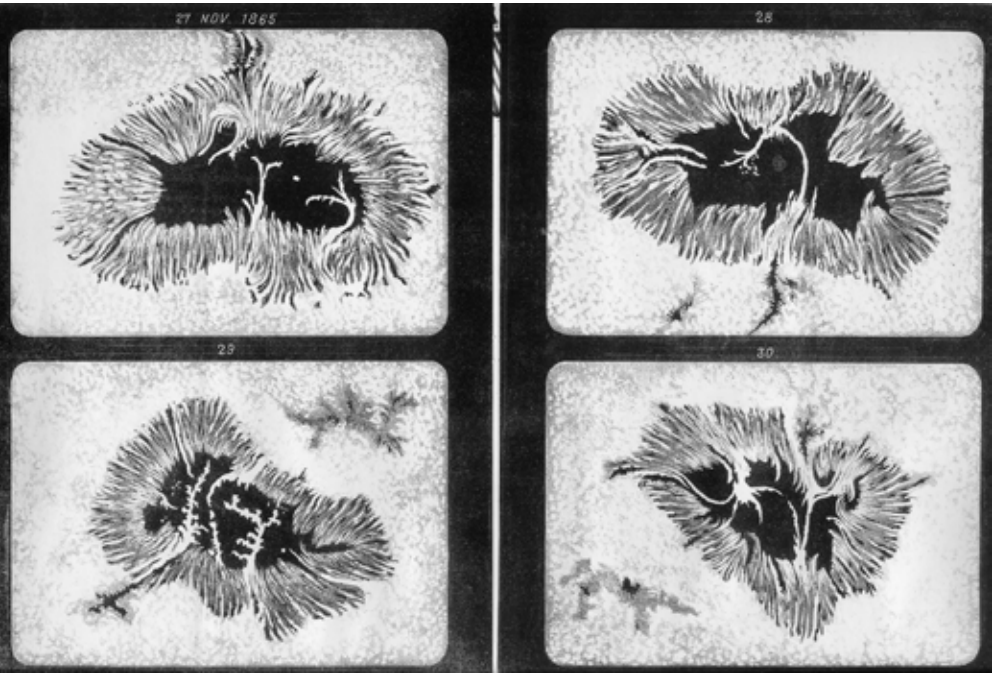
PA. 09. TACCHINI, PIETRO (1838-1905)
“Macchie solari” (sunspots)
Bullettino meteorologico del Reale Osservatorio di Palermo
vol. I, 1865.
134 p., [4] plates, 350 mm
Mimeographed handwritten manuscript
INAF-Palermo Astronomical Observatory*, Historical Library

Although *Bullettino* was devoted to diffusing the meorological data collected at the observatory, its editor, the director Gaetano Cacciato, decided to include in the magazine also those articles *being of major importance in the actuality of science, and which can contribute to its amelioration and development* (CACCIATORE 1871, p. 1). The first solar studies made by Pietro Tacchini with the Merz telescope were thus published in *Bullettino*. However, starting from 1872, this type of articles was no lo longer included, because in the same year the journal *Memorie degli Spettroscopisti Italiani* (see Pd. 04) the official publication of the Society (see Sec. 5), was started, being purposedly made to issue works on solar spectroscopy (CACCIATORE 1872, p. 1). This volume shows the reproduction of Tacchini's first hand drawings of solar spots, which he made in 1865 soon after the installation of the Merz telescope. [i.c., d.r.]

Bibl.: CACCIATORE 1871; CACCIATORE 1872.

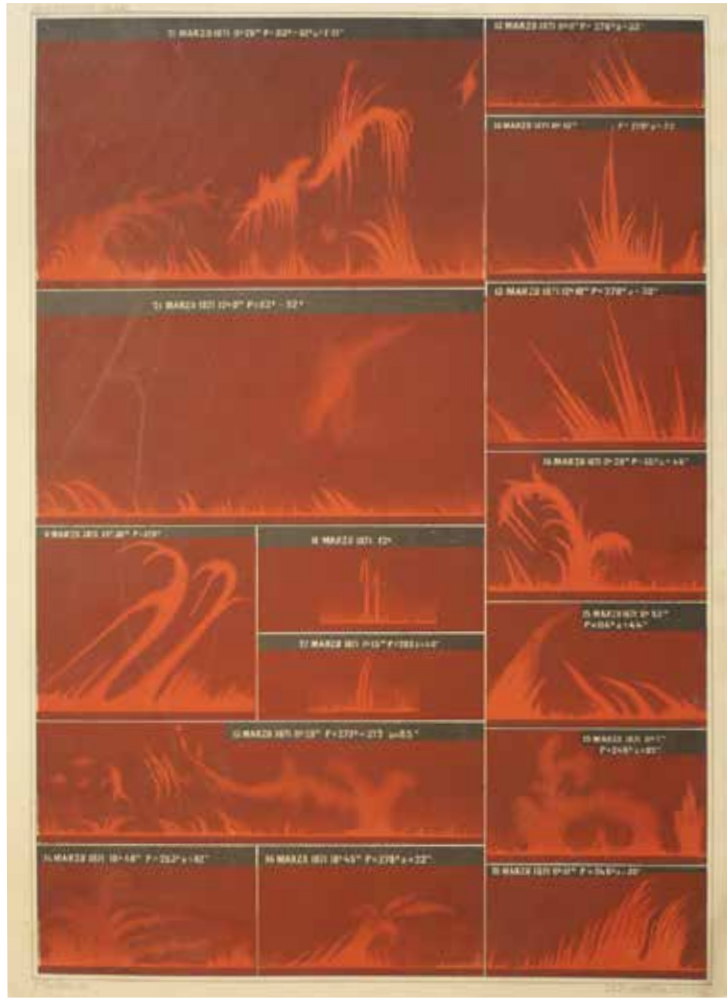
PA. 09. TACCHINI, PIETRO (1838-1905)
“Il Sole veduto con ...”
Bullettino meteorologico del Reale Osservatorio di Palermo
vol. I, 1865
1 vol. 134 p., [4] p. di tav., 350 mm
volume a stampa ciclostilata da manoscritto
INAF- Osservatorio Astronomico di Palermo*, Biblioteca

Pur essendo dedicato alla diffusione dei dati meteorologici raccolti presso l'Osservatorio, per scelta editoriale del direttore di allora, Gaetano Cacciato (1814-1889), il *Bullettino* pubblicava anche quei lavori che *nell'attualità della scienza hanno una maggiore importanza, e che posson concorrere al suo miglioramento ed incremento* (CACCIATORE 1871, p. 1), Furono pertanto qui pubblicati i primi studi solari eseguiti a Palermo con il telescopio Merz da parte di Pietro Tacchini. Dal 1872, tuttavia, tali lavori non furono più



inclusi nel *Bullettino meteorologico*, perché nello stesso anno prese avvio la pubblicazione delle *Memorie degli Spettroscopisti Italiani* (cfr. Pd. 04), l'organo ufficiale della Società (cfr. Sez. 5), appositamente creato per raccogliere i lavori di spettroscopia solare (cfr. CACCIATORE 1872, p. 1). Il volume è aperto alla pagina contenente i primi disegni di macchie solari eseguiti da Tacchini nel 1865 subito dopo l'installazione del telescopio Merz. [i.c., d.r.]

Bibl.: CACCIATORE 1871; CACCIATORE 1872.



PA. 10. **TACCHINI, PIETRO (1838-1905)**
 “Fisica solare” (solar physics)
Bullettino del Reale Osservatorio di Palermo
 vol. VII, 1871
 [2], 164 p., [10] plates, ill., 360 mm
 5 lithographed plates, 1871. Litografia
 Fraunfelder, Palermo
 March (a); 315x230 mm
 March (b); 315x230 mm
 INAF-Palermo Astronomical Observatory*,
 Historical Library

The exhibited plates are the lithographed drawings of solar prominences observed by Pietro Tacchini with the Tauber spectroscope (see Pa. 01) applied to the Merz telescope (see Pa. 15) of Palermo Observatory. The comparison between the simultaneous observations of the solar limb made from Palermo Observatory and Collegio Romano Observatory, later also from Padua Observatory, during the same year led foundation of Società degli Spettroscopisti Italiani (see Sec. 5). Tacchini, who was very clever at observing and drawing the solar limb and the chromosphere structures, in 1871 was among the first astronomers to classify solar protuberances

into *nebulous, filamentous* and *radial* (TACCHINI 1871, pp. 93-94). Recent comparisons with coronagraph images highlight the accuracy and quality of details of these drawings, which show Tacchini’s skills in observing and drawing. [*i.c.*, *d.r.*]

PA.10 TACCHINI, PIETRO (1838-1905)
 “Fisica solare”
Bullettino del Reale Osservatorio di Palermo
 vol. VII, 1871
 [2], 164 p., [10] plates, ill., 360 mm
 5 tavole litografate, 1871. Litografia
 Fraunfelder, Palermo
 Marzo (a); 315 x 230 mm
 Marzo (b); 315 x 230 mm
 INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo*

Le tavole in mostra sono le litografie dei disegni di protuberanze solari osservate da Pietro Tacchini mediante lo spettroscopio Tauber [cfr. Pa. 01] applicato al telescopio Merz [cfr. Pa. 15] dell’Osservatorio di Palermo.

Il confronto delle osservazioni contemporanee del bordo solare tra gli Osservatori di Palermo e del Collegio Romano, poi anche dell’Osservatorio di Padova, porterà in quello stesso anno alla fondazione della Società degli Spettroscopisti Italiani (cfr. Sez. 5). Tacchini, particolarmente abile nell’osservare e disegnare il bordo solare e le strutture della cromosfera, nel 1871 formulò una delle prime classificazioni delle protuberanze solari, distinguendole in *nebulose, filamentose* e *radiate* (TACCHINI 1871, pp. 93-94). Recenti confronti con immagini ottenute al coronografo evidenziano l’accuratezza e la qualità dei dettagli di questi disegni, che mettono in rilievo la straordinaria abilità di Tacchini. [*i.c.*, *d.r.*]

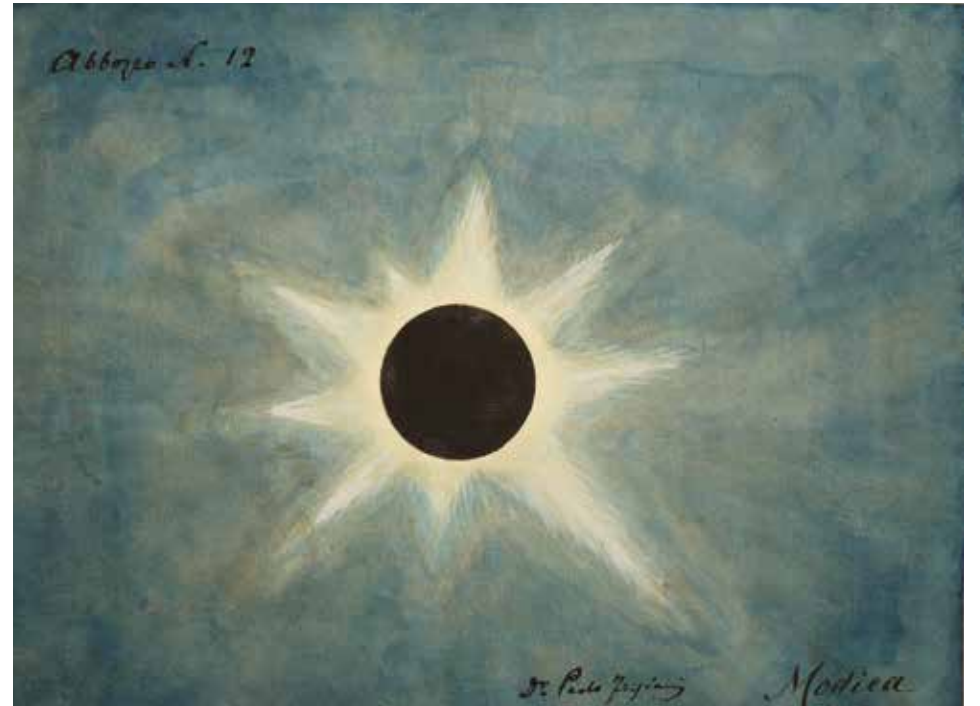
Bibl.: TACCHINI 1871, CHINNICI 2008b,
 CHINNICI 2009, pp. 202-203.



PA. 11. 1. [ABBOZZO N. 5: NOTO /
 PAOLO FRISIANI]; 2. [ABBOZZO N. 12:
 MODICA / PAOLO FRISIANI]
 1. Corrado Cassone, Noto 1870
 2. [Paolo Frisiani], Modica 1870
 watercolours; 350x450 mm
 INAF-Palermo Astronomical Observatory*,
 Historical Archives, Serie III: Eclisse 1870,
 58.5.

The watercolours illustrating the totality of the 1870 eclipse (see Sec. 3) were made in Noto and Modica by amateur astronomers belonging to the task force of volunteers gathered to observe and draw the phenomenon, upon call by Paolo Frisiani, professor of Physics at Modica High School. The watercolours were thus enclosed to the scientific report sent by Frisiani to the state Commission charged with the observation of the event. In cases like this, the contribution given by amateur astronomers was very relevant, as they were distributed over the territory, and called for by professional astronomers (see Na. 04). In the two watercolours the Sun corona, i.e. the light halo appearing around the solar disc during totality, is represented with a different shape. The different appearance of the corona in the various observation sites was one of the elements which made more difficult the understanding of the nature of coronal light. [*i.c.*, *d.r.*]

Bibl.: CHINNICI 2008a; CHINNICI 2009, p. 209.



PA. 11. 1.[ABBOZZO N. 5: NOTO /
 PAOLO FRISIANI]; 2. [ABBOZZO N. 12:
 MODICA / PAOLO FRISIANI]
 1. Corrado Cassone, Noto 1870
 2. [Paolo Frisiani], Modica 1870
 acquerello; 350x450 mm
 INAF-Osservatorio Astronomico di
 Palermo*, Archivio Storico, Serie III: Eclisse
 1870, 58.5

I disegni raffigurano la fase di totalità dell’eclisse del 1870 (cfr. Sez. 3), e furono eseguiti a Noto e a Modica da alcuni osservatori amatoriali della rete di volontari messa in campo da Paolo Frisiani, professore di Fisica presso il liceo di Modica, per osservare e disegnare il fenomeno. Essi furono pertanto allegati alla relazione scientifica che Frisiani inviò all’apposita Commissione governativa italiana incaricata di osservare il fenomeno. Il contributo dato dagli astronomi amatoriali in questi casi era molto importante, perché diffuso sul territorio, ed era richiesto e sollecitato dagli stessi astronomi professionisti (cfr. Na. 04). Nei due acquerelli qui esposti si noti la diversa forma con cui è raffigurata la corona solare, ovvero l’alone luminoso che appare intorno al sole al momento della totalità dell’eclisse. La diversa apparenza della corona in vari luoghi di osservazione della stessa eclisse costituì uno degli elementi che complicarono la comprensione della natura della luce coronale. [*i.c.*, *d.r.*]

Bibl.: CHINNICI 2008a; CHINNICI 2009, p. 209.

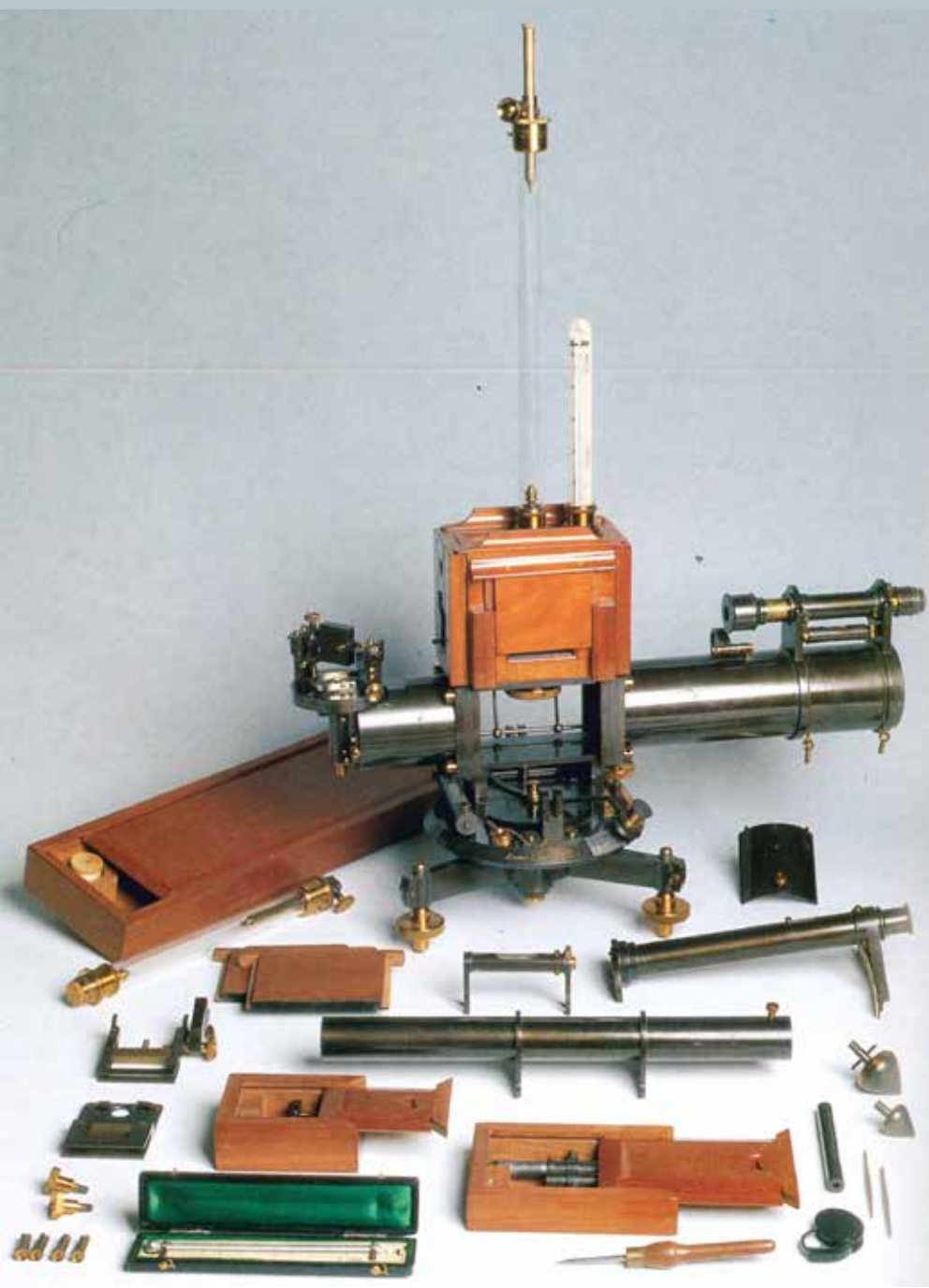
PA. 12. **KEW OBSERVATORY UNIFILAR MAGNETOMETER**
Dover, London (United Kingdom) 1904
steel, brass, iron, glass; size of the box
545x295x300 mm
INAF-Palermo Astronomical Observatory*

The unifilar magnetometer is a standard instrument in the field of geomagnetic measurements; it was built on a standard approved by Kew Observatory in England. Needed for measuring both the variation and the horizontal intensity of a magnetic field, it came either as a fixed or a portable instrument. It was the first of the geomagnetic instruments of which the Observatory came into possession in the early 20th century. It was commissioned in 1904 and arrived in Palermo in May 1905. The magnetometer was tested at the *National Physical Laboratory* of Kew, which also sent the instructions for use and special modules for the observations of oscillation, deviation and absolute declination. Seems that the Director of the time, Filippo Angelitti, intended to use this instrument to determinate the solar azimuth. The instrument is made of burnished brass, and has three legs with adjusting screws. The horizontal circle has a graduated nonius in 20", accommodations for reading microscopes, bolts and a bubble level. Above the chamber for the suspended magnet stands a wooden box for the suspended magnet, with sliding wooden doors, and on the top of it are inserted a glass suspension tube and a thermometer to check the temperature of the magnet room. At the two sides of the box are, respectively, a small telescope, with rack and pinion focusing, bubble level and filters, and the mirror frame for solar observations, with its horizontal axis and screws on a plate. On the horizontal circle it is engraved the inscription: *Dover Charlton Kent N.° 155*. The exceptional state of preservation suggests that it has never been used. It is preserved in its elegant mahogany case, inside its padded transport sleeve. [*i.c.*]

Bibl.: FODERÀ SERIO, CHINNICI 1997, p. 161.

PA. 12. **MAGNETOMETRO UNIFILARE DI KEW**
Dover, Londra (Regno Unito) 1904
acciaio, ottone, ferro, vetro; dimensioni cassa
545 x 295 x 300 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo*

Il magnetometro unifilare costituisce uno stru-



mento campione nel campo delle misure di geomagnetismo; esso veniva costruito su uno standard approvato dall'Osservatorio di Kew, in Inghilterra. Serviva per misure sia di variazione che di intensità orizzontale di campo magnetico ed era utilizzato sia come strumento portatile che da laboratorio. Fu il primo degli strumenti di geomagnetismo di cui l'Osservatorio entrò in possesso, ordinato nel 1904 arrivò a Palermo nel maggio dell'anno successivo. Lo strumento venne testato presso il *National Physical Laboratory* di Kew, da dove vennero inviate le istruzioni per l'uso ed appositi moduli per le osservazioni di oscillazione, di deviazione e di declinazione assoluta. Da una richiesta di appositi moduli da parte del direttore di allora, Filippo Angelitti (1856-1931), pare che egli intendesse utilizzare questo strumento per la determinazione dell'azimut

solare; insieme a tali moduli si conservano in archivio le istruzioni dattiloscritte per l'uso. Lo strumento è in ottone brunito, con tre piedi dotati di viti di regolazione. Il cerchio orizzontale graduato è dotato di nonio ventesimale; è completo di microscopi per la lettura, viti di bloccaggio e livella a bolla. Sull'alloggiamento centrale si innestano il tubo di sospensione del magnete ed il termometro per controllare la temperatura della camera del magnete. È firmato *Dover Charlton Kent N.° 155*. L'eccezionale stato di conservazione fa supporre che non sia stato mai utilizzato. È conservato nella sua elegante cassa in mogano, all'interno della controcassa, imbottita, da trasporto. [*i.c.*]

Bibl.: FODERÀ SERIO, CHINNICI 1997, p. 161.

PA. 13. **[AURORA]: III, IV, V**
G. Montemagno, Caltagirone, 1870
watercolour; 270x340 mm
INAF-Palermo Astronomical Observatory*,
Historical Archives

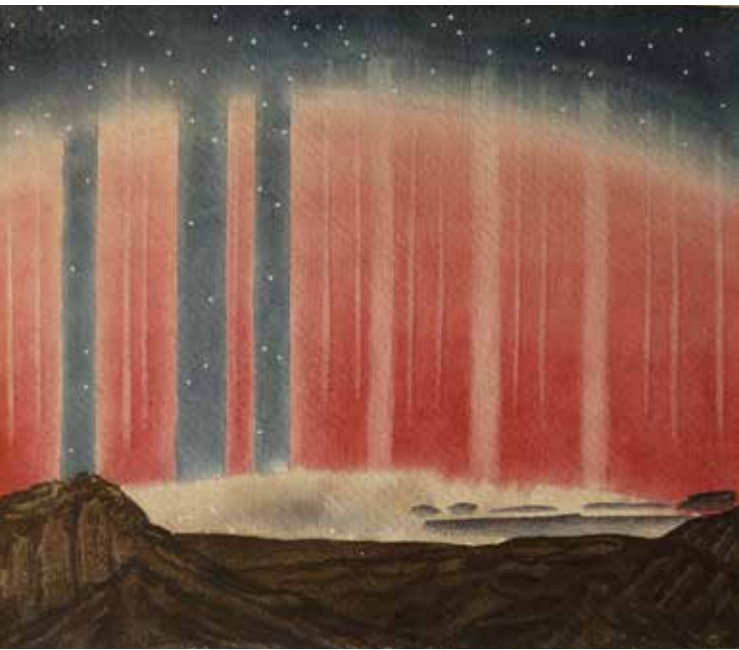
The three plates on show were part of a six-watercolour sequence illustrate the various phases of the aurora which took place in the nights of 24 and 25 October 1870. In was not an unusual occurrence, during the maximum solar activity, to observe auroras at relatively low latitudes, given the purity of the sky at that time. The 1870 auroras were quite spectacular and they were accompanied by the usual geomagnetic perturbations which take place simultaneously. The aurora lights were spectroscopically analyzed in the 19th century, but the wavelength of the aurora spectral lines was difficult to be determine with some precision. Nowadays we know that auroras are produced by charged particle in the solar wind interacting with the ionosphere (upper part of the terrestrial atmosphere) and that they occur more frequently in the periods of maximum solar activity. [*i.c., d.r.*]

Bibl.: TACCHINI 1870; CHINNICI 2009, p. 235.

PA. 13. **[AURORA BOREALE]: III, IV, V**
G. Montemagno, Caltagirone 1870
acquerello; 270 x 340 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di
Palermo*, Archivio Storico

I tre disegni in mostra facevano parte di una sequenza di sei acquerelli che raffigurano varie fasi dell'aurora boreale verificatasi nelle notti del 24 e 25 ottobre 1870. Non era inusuale, a quell'epoca, nei periodi di massima attività solare, osservare aurore boreali anche a latitudini relativamente basse, dato lo scarso inquinamento luminoso. Le aurore del 1870 furono molto spettacolari e le tipiche perturbazioni geomagnetiche che si verificano in concomitanza al loro apparire. Anche le luci aurorali vennero analizzate spettroscopicamente nel XIX secolo, ma la lunghezza d'onda delle righe spettrali dell'aurora boreale risultò difficile da determinare. Oggi sappiamo che le aurore boreali sono prodotte dall'interazione delle particelle cariche presenti nel vento solare con la ionosfera (parte alta dell'atmosfera terrestre) e che sono più frequenti nei periodi di massima attività solare. [*i.c., d.r.*]

BIBL.: TACCHINI 1870; CHINNICI 2009, p. 235.



5

padova

All that can be seen around celestial bodies, on their external appearances, on the features of their surfaces, is certainly worthy of being noticed and carefully contemplated; but in this regard it has no astronomical interest (SANTINI 1853, p. 20). With these words in 1853 the most senior Italian astronomer Giovanni Santini, referring to Bessel’s respected opinion, affirmed that the very reason why astronomy existed lied in the studies of celestial mechanics. Santini was not a good prophet, given that within just two decades this view of astronomical science changed radically. Right in the middle of 19th century a new and revolutionary field of research was started: astronomical spectroscopy, offering for the first time the opportunity to understand the physical nature of celestial objects through the analysis of their light. Soon, the combination of the spectroscope with the telescope brought the physical and chemical sciences to interact with astronomy in a new and unexpected way, generating new research fields and opening the way to the chemical and physical understanding of stars and planets (see Sec. 3). At an international level, astrophysics initially arose as a discipline practiced outside institutional observatories by the efforts of individual scholars who created totally new fields of research. It is the case of Jules Janssen (1824-1907), who set up an observatory in Montmartre (Paris, France) to study the absorption of Earth’s atmosphere on the solar spectrum, which in 1875 would lead to the foundation of Meudon Observatory, South-West of Paris; or the case of Norman Lockyer (1836-1920) in England, who

was appointed director of the observatory of solar physics at South Kensington (London) in 1879 after he demonstrated his brilliant observational abilities in this field; or, finally, Hermann Carl Vogel (1841-1907) who founded the Astrophysical Observatory in Potsdam, Germany in 1874. In Italy, however, astrophysics was able to grow within public institutions thanks to the pioneering work of some astronomers, among whom Giovan Battista Donati (1826-1873) in Florence and Angelo Secchi (1818-1878; fig. 4) in Rome (see Sec. 1 and 2). The latter has also the merit of *having understood that the most important research for the advancement of astrophysics [was] that in solar physics* (ABETTI 1949, p. 182; see Sec. 4). Soon though, in the same years when the whole Italian society was committed to achieving national unity, the interest in the ‘new astronomy’ spread all over the country, from north to south, focusing mainly on studies of solar spectroscopy. For Italian astronomers, even newbies, the event that more than others favoured their approach to the new research topics was the eclipse of the Sun of December 22, 1870 (see Sec. 3), whose totality zone crossed Italy, embracing the south-eastern part of Sicily and giving the opportunity to the young Italian kingdom to organize its first scientific expedition ever. Working in the field stimulated the participants’ curiosity and soon after, some of them began to accompany ordinary activities with solar spectroscopic observations. In particular, during the expedition to Sicily two young astronomers who worked at opposite sides of the Peninsula had the

Tutto ciò che si può rilevare intorno ai corpi celesti, sulle loro esteriori apparenze, sugli accidenti delle loro superfici, è certamente degno di essere notato, attentamente contemplato; ma in riguardo astronomico non ha interesse (SANTINI 1853, p. 20). Così si esprimeva, nel 1853, Giovanni Santini (1787-1877), il decano degli astronomi italiani, muovendosi sull’autorità di Bessel per sostenere come l’astronomia trovasse la sua vera ragion d’essere unicamente negli studi di meccanica celeste. Non fu felice profeta, il Santini, dato che nell’arco di appena vent’anni questa visione della scienza astronomica mutò radicalmente. Proprio a metà dell’Ottocento, infatti, si era aperto un nuovo e rivoluzionario campo d’indagine: la spettroscopia astronomica, che per la prima volta offriva la possibilità di comprendere la natura fisica degli oggetti celesti attraverso l’analisi della loro luce. Ben presto, la combinazione dello spettroscopio con il telescopio portò le scienze chimiche e fisiche a interagire con l’astronomia in un modo nuovo e inaspettato, generando nuovi obiettivi di ricerca e aprendo la via alla comprensione della fisica e della chimica di stelle e pianeti (cfr. Sez. 3). A livello internazionale, l’astrofisica nacque inizialmente come una disciplina praticata al di fuori degli Osservatori tradizionali e per la quale singoli cultori crearono spazi nuovi. È il caso di Jules Janssen (1824-1907), che in Francia, a Montmartre, eresse un osservatorio dedicato allo studio dell’assorbimento dell’atmosfera terrestre sullo spettro solare e che fonderà poi l’Osservatorio di Meudon, a sud-ovest di Parigi, nel 1875. O di Norman Lockyer (1836-1920) in Inghilterra, al quale nel 1879 fu affidata la direzione

dell’osservatorio di fisica solare di South Kensington a Londra dopo che, come astronomo amatore, aveva dimostrato brillanti capacità osservative in questo settore. O ancora di Hermann Carl Vogel (1841-1907) che fondò l’Osservatorio astrofisico di Potsdam, in Germania, nel 1874. In Italia, invece, l’astrofisica riuscì a svilupparsi anche all’interno degli Osservatori astronomici già esistenti, grazie agli studi pionieristici di astronomi come Giovan Battista Donati (1826-1873) a Firenze e Angelo Secchi (1818-1878; fig.4) a Roma (cfr. Sez. 1 e 2). A quest’ultimo va peraltro il merito di *aver compreso che le ricerche più importanti per il progresso dell’astrofisica [erano] quelle di fisica solare* (ABETTI 1949, p. 182; cfr. Sez. 4). Ben presto, però, e proprio negli anni che videro l’intera società italiana impegnata nel raggiungimento dell’unità nazionale, l’interesse per la ‘nuova astronomia’ si diffuse in tutta la penisola, da nord e sud, focalizzandosi per l’appunto sugli studi di spettroscopia solare. Per gli astronomi italiani, l’evento che più di altri favorì l’approccio, anche dei neofiti, a questi nuovi temi di ricerca fu l’eclisse di Sole del 22 dicembre 1870 (cfr. Sez. 3), la cui fascia di totalità attraversò la parte sud-orientale della Sicilia, dando così modo al giovane Regno d’Italia di organizzare la prima spedizione scientifica della sua storia. Il lavoro sul campo sollecitò alcuni dei partecipanti che, successivamente, cominciarono ad affiancare all’ordinaria attività osservativa classica anche le indagini spettroscopiche solari. In particolare, la missione in Sicilia diede modo di conoscersi a due giovani astronomi che operavano ai capi opposti della Penisola: Giuseppe Lorenzoni (1843-1914;



opportunity to meet: Giuseppe Lorenzoni (1843-1914; fig. 1), working as adjunct Astronomer at the Padua Astronomical Observatory under the guidance of Giovanni Santini, and Pietro Tacchini (1838-1905; fig. 2), born in Modena, at that time adjunct Astronomer at the Palermo Observatory, who acted as the real operational arm of the whole eclipse expedition. Tacchini, since the beginning of his career in Palermo, had started a strong scientific relationship with Father Secchi who in Rome owned the same kind of instrumentation, i.e. a 25 cm aperture telescope with Merz optics, the best available at the time. He repeatedly confronted with Secchi on the issues disclosed by the new astronomy, sharing the belief that the alleged contamination of classical astronomy by physics and chemistry would have not distracted it *from its essential bases, made sacred over the centuries* – as the famous astronomer O. Struve (1819-1905) was still arguing in 1886 (CHINNICI, GASPERINI 2013, p. 14) – but, on the contrary, would have led to revolutionary new frontiers. Between these two characters, despite their antithetical personality and formation, a deep scientific connection was soon established, which took them to become the main protagonists of Italian astrophysics in the 19th century.

Giuseppe Lorenzoni, on the contrary, approached the new science for the first time on the occasion of the eclipse of 1870; since he lacked the necessary experience and in Padua there were no astronomers able to offer proper training, in order to educate himself he wrote directly to Father



Secchi, starting a kind of education at a distance. Working alongside Tacchini while in Sicily, Lorenzoni honed his observational techniques and totally immersed himself in the new discipline.

The sincere friendship and professional relationship between Tacchini and Lorenzoni that emerged in the course and after the eclipse experience, together with the influential scientific presence of Secchi, contributed to the germination and growth of the idea, soon materialized by the enterprising and dynamic Tacchini, to gather all Italian lovers of the emerging astrophysics in a scientific society aimed at coordinating a program of solar spectroscopic observations. The first steps of this society are to be found in the observing program that Tacchini planned to implement with Lorenzoni and Secchi from the spring of 1871. In a first phase Tacchini involved his paduan friend by inviting him, as soon as *[his] spectroscope was in order*, to carry out together *the following experiment: draw the edge of the Sun on the same day and at the same time* (TACCHINI 1871a). As Lorenzoni was initially reluctant, unsure about taking charge of such a commitment due to the academic duties in which he was involved and the bad weather that characterized the paduan climate at that time, Tacchini had to recourse to the authority of Father Secchi to convince his friend *to try to do some drawing of the entire edge of the Sun*, since – he informed him – *I hope that even Secchi will join us in this test; I await his answer and if he agrees, he will write to you as well as indicate the days and times of the observations*

1. Giuseppe Lorenzoni (Rolle di Cison di Valmarino [Treviso], 10 July 1843 – Padua, 7 July 1914) / Giuseppe Lorenzoni (Rolle di Cison di Valmarino [Treviso], 10 luglio 1843 - Padova, 7 luglio 1914)

2. Pietro Tacchini (Modena, 21 March 1838 - Spilamberto [Modena], 24 March 1905) / Pietro Tacchini (Modena, 21 marzo 1838 – Spilamberto [Modena], 24 marzo 1905)

3. Comparative observations of solar prominences, made in Palermo, Rome and Padua in July 1871 / Osservazioni comparate di protuberanze solari, osservate da Palermo, Roma e Padova nel luglio del 1871

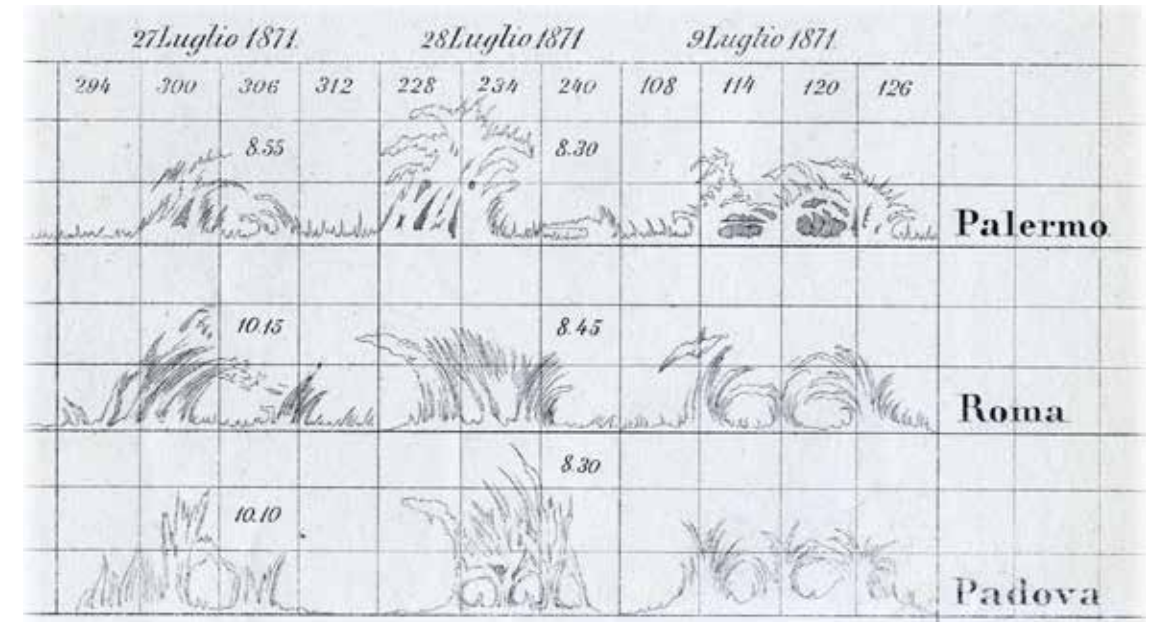


fig. 1), da pochi anni Astronomo aggiunto all'Osservatorio astronomico di Padova sotto la guida di Giovanni Santini, e Pietro Tacchini (1838-1905; fig. 2), modenese di nascita ma all'epoca in carica come Astronomo aggiunto presso l'Osservatorio di Palermo, vero braccio operativo di tutta la missione. Tacchini, sin dall'inizio della sua carriera a Palermo, aveva stretto un saldo legame scientifico con padre Secchi, che a Roma possedeva lo stesso tipo di strumentazione, ovvero un telescopio di 25 cm di apertura, fornito di ottiche Merz, le migliori dell'epoca. Con lui si era più volte confrontato sui temi aperti dalla nuova astronomia, condividendo la consapevolezza che le contaminazioni, che fisica e chimica stavano portando all'astronomia classica non avrebbero allontanato quest'ultima *dalle sue basi essenziali, consacrate da secoli* – come il celebre astronomo Otto W. Struve (1819-1905) sosteneva ancora nel 1886 (CHINNICI, GASPERINI 2013, p. 14) – ma l'avrebbero al contrario condotta verso nuove e rivoluzionarie frontiere. Tra questi due personaggi, pur tra loro antitetici sia come personalità sia come formazione, si era dunque instaurata da tempo una profonda intesa scientifica, che li portò poi ad essere i principali protagonisti dell'astrofisica italiana dell'Ottocento.

Giuseppe Lorenzoni, al contrario, si era avvicinato per la prima volta alla nuova scienza proprio in occasione dell'eclisse del 1870; non avendo egli alcuna esperienza in merito e non potendo contare, a Padova, su maestri a quali rivolgersi per imparare, per istruirsi aveva scritto direttamente a padre Secchi, cimentandosi in una sorta di formazione per corrispondenza. In Sicilia, poi, lavorando al fianco di Tacchini, affinò le tecniche osservative e s'immerse con interesse nella nuova disciplina. Proprio dalla sincera amicizia e dal legame professionale che si consolidò tra Tacchini e Lorenzoni dopo quell'esperienza condivisa, e grazie all'influente autorità scientifica di Secchi, germinò e crebbe l'idea, ben presto concretizzata

dall'intraprendente e dinamico Tacchini, di riunire tutti i cultori italiani della nascente astrofisica in una società scientifica finalizzata a coordinare un programma di osservazioni spettroscopiche solari.

Le prime mosse di questa società sono da ricercarsi nel programma osservativo che Tacchini aveva progettato di attuare con Lorenzoni e Secchi a partire dalla primavera del 1871. In un primo momento l'astronomo modenese aveva coinvolto l'amico padovano esortandolo affinché, non appena fosse stato *all'ordine col [suo] spettroscopio*, conducesse con lui *il seguente esperimento: disegnare il bordo del sole nello stesso giorno e alle stesse ore* (TACCHINI 1871a). Data l'iniziale ritrosia di Lorenzoni che, a causa degli impegni accademici in cui era coinvolto e del maltempo che caratterizzava il clima padano di quel periodo, temeva di non potersi fare carico di un simile impegno, Tacchini fece ricorso all'autorità di padre Secchi per convincere l'amico *a voler tentare di fare qualche disegno dell'intero bordo del sole*, dal momento che – gli comunicava – *anche il Secchi spero si accorderà con noi in questa prova; attendo la sua risposta ed anzi se lui accetta, ti scriverà anche a te indicandoti i giorni e le ore di osservazione* (TACCHINI 1871b). Nello stesso giorno, infatti, Tacchini scriveva anche al Secchi, proponendogli *il seguente esperimento relativo alla forma delle protuberanze [...]: fare il disegno dell'intero bordo per tre o 4 giorni* (TACCHINI 1871c), proposta alla quale Secchi aderì immediatamente. Convinto così anche il Lorenzoni, i tre astronomi diedero avvio a un programma osservativo sincronizzato nelle tre località, Padova, Roma e Palermo, osservando per diversi mesi le protuberanze lungo tutto il bordo solare contemporaneamente – tempo permettendo – negli stessi giorni e nelle stesse ore (fig. 3). Secchi e Tacchini, dotati di telescopi di pari dimensioni e qualità, erano in grado di confrontare direttamente i risultati delle loro osservazioni sulla forma delle protuberanze, verificando l'eventuale presenza di errori dovuti all'interpretazione



(TACCHINI 1871b). On the same day, in fact, Tacchini also wrote to Secchi, proposing *the following experiment regarding the shape of protuberances [...]: design the entire limb over three or 4 days* (TACCHINI 1871c), a proposal to which Secchi agreed immediately. Once Lorenzoni was convinced, the three astronomers gave start to a synchronized observing program from the three locations of Padua, Rome and Palermo, simultaneously observing the protuberances along the solar limb for several months – weather permitting – on the same days and during the same time intervals (fig. 3). Being Secchi and Tacchini both equipped with telescopes of similar quality and aperture, they were directly able to compare the results of their observations on the shape of the prominences, verifying the presence of errors due to their subjective interpretation. The observations of Lorenzoni, who was equipped with a similar though smaller telescope (see Pd. 02), completed the collection of data. This experience soon gave rise to Secchi's idea of *making a small society that could take care of this matter of drawing the protuberances*, although he probably was not thinking in terms of some formalized society, but hypothesized a restricted nucleus of three or four scholars committing themselves *two at a time, one pair per month, so as to avoid leaving gaps due to bad weather* (SECCHI 1871). Tacchini

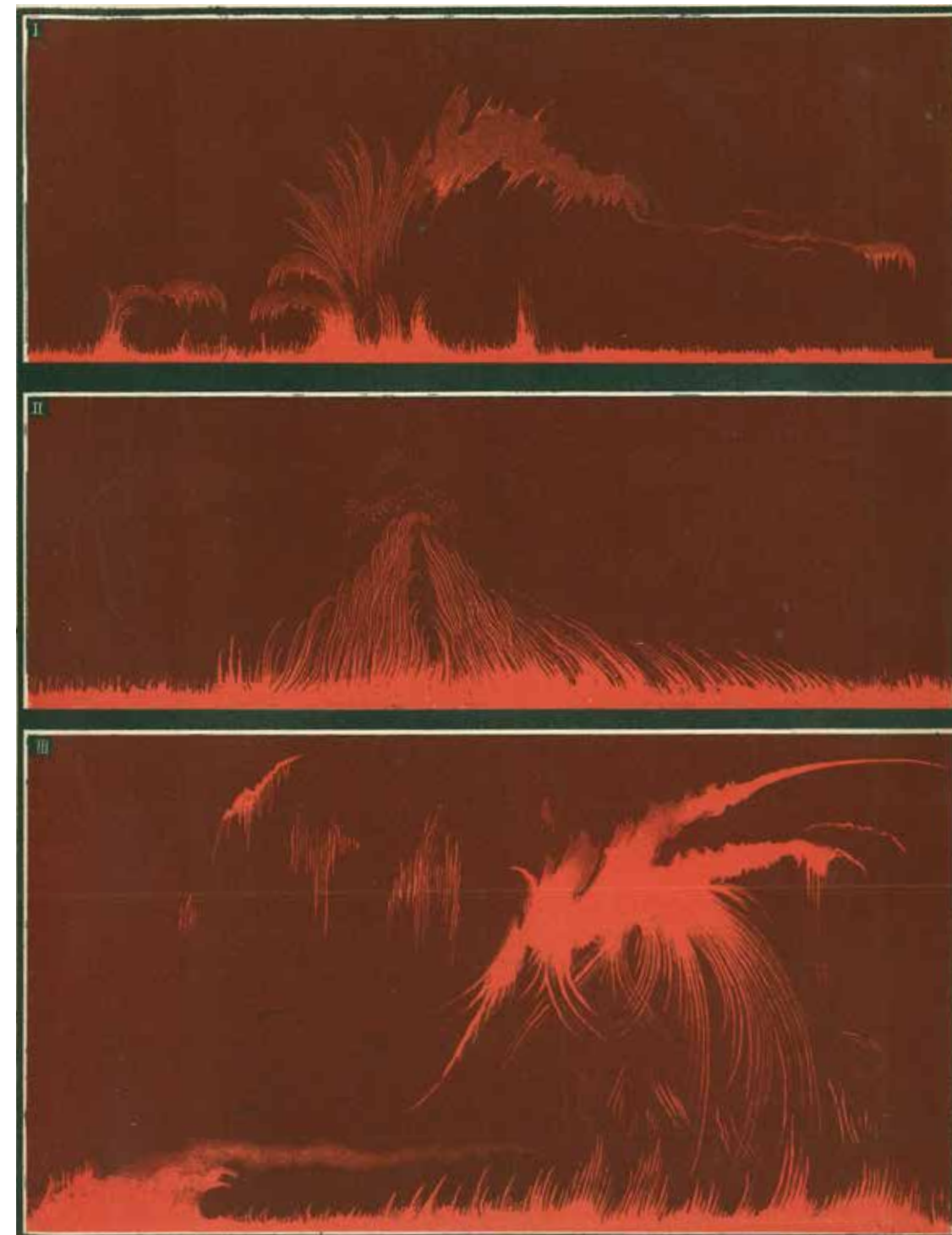


enthusiastically welcomed the proposal, having the intention to structure the society as a proper national scientific body, and, as usual, he made it immediately partaker the paduan friend Lorenzoni, communicating him by mail that he was already enlisted in this new adventure: *the idea is good, you are part of it* (TACCHINI 1871d). However, despite the good intentions of the initial three main characters, it was not easy to overcome the resistance of an academic world still clinging tightly to the old vision of astronomy, seen as the main manifestation of pure mathematics, as well as coagulate the personalities of Italian astrophysicists around a common goal since they were stonewalling the new society in a way that Lorenzoni could justify only by invoking *that invincible repugnance felt by many for playing the role of a satellite, where rightly or wrongly they believed they could play the part of the main star* (Lorenzoni 1871). However, the perseverance and tenacity of Tacchini finally prevailed and the Società degli Spettroscopisti Italiani was founded in October 1871 (TACCHINI 1872), supported by a diplomatic talent that Lorenzoni exerted particularly on Lorenzo Respighi (1824-1889; fig. 5) whose scientific contrasts with Secchi were gradually sharpening (see Sec. 2). The primary purpose of this society was to monitor the solar activity of spots, faculae and protuberances, through

4. Angelo Secchi (Reggio Emilia, 28 June 1818 – Rome, 26 February 1878)
/ Angelo Secchi (Reggio Emilia, 28 giugno 1818 – Roma, 26 febbraio 1878)

5. Lorenzo Respighi (Cortemaggiore [Piacenza], 7 October 1824 - Rome, 20 December 1889) / Lorenzo Respighi (Cortemaggiore [Piacenza], 7 ottobre 1824 - Roma, 20 dicembre 1889)

6. Solar prominences observed in Palermo in 1871 by Pietro Tacchini (from: Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani, vol. I, 1872, plate X). / Protuberanze solari osservate a Palermo nel 1871 da Pietro Tacchini (da: Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani, vol. I, 1872, tavola X)



soggettiva del singolo osservatore. Le osservazioni di Lorenzoni, che era fornito di un analogo telescopio, ma di dimensioni minori (cfr. Pd. 02), completavano il quadro delle informazioni. Ben presto, quest'esperienza fece sorgere in Secchi l'idea di *fare una piccola società che si occupasse di questa faccenda di disegnare le protuberanze*, anche se egli probabilmente non pensava ad una società formalizzata, ma ipotizzava un ristretto nucleo di tre o quattro studiosi che si impegnassero *due alla volta, un mese per ogni paio, acciò non restassero lacune per il tempo cattivo* (SECCHI 1871). Tacchini accolse con entusiasmo la proposta, avendo da subito in animo di strutturare la società in un vero corpo

scientifico nazionale e, come di consueto, ne fece immediatamente partecipe l'amico padovano, comunicandogli a stretto giro di posta che lo riteneva precettato in questa nuova avventura: *l'idea è buona, nel numero sei compreso anche tu* (TACCHINI 1871d). Tuttavia, nonostante i buoni propositi di questi primi tre protagonisti, non fu facile riuscire a vincere le resistenze di un mondo accademico ancora strettamente aggrappato alla vecchia concezione dell'astronomia, intesa come principale estrinsecazione della matematica pura, così come non fu facile coagulare intorno a questo obiettivo comune i personalismi degli astrofisici italiani, giacché questi manifestarono verso la

the simultaneous observations to be made by the participant members from the various observatories distributed over the Italian territory. Among its founders, the Society counted therefore Pietro Tacchini in Palermo, who was the Chairman, Giuseppe Lorenzoni from Padova, Angelo Secchi and Lorenzo Respighi from Rome and Arminio Nobile (1838-1897) from Naples. Tacchini obtained funds from the government to edit the *Memorie della Società degli Spettroscopisti*, the official journal of the Society (fig. 6), to-day considered the first astrophysical journal in the world (see Pd. 04). It seemed that astrophysics would develop so much in the young Italian Kingdom that the same government allowed, in 1872, the foundation of the Arcetri astronomical observatory, which could not, however, become operational in those years due to the untimely death of Giovan Battista Donati, which occurred a year later. In 1880 it was also founded the Catania Observatory, under

the direction of Annibale Riccò (1844-1919), who was also entrusted the first chair of astrophysics of the Peninsula. Unfortunately, despite a well promising start, astrophysics in Italy did not follow a subsequent long-term development: the lack of means and financial funds in the following years, together with the disappearance of the main protagonists, not replaced by new recruits, soon determined the loss of Italian primacy in the field. Astrophysics found a full development, however, in the USA where it could count on robust private investments and was also free from the bonds of classic astronomy in which Europe was trying to harness. Back to Italy, over time the Society itself lost its astrophysical connotation to the point that in 1920 it was finally dissolved, and soon refounded as Società Astronomica Italiana: it was the end of a golden period in which Italy had starred as main actor, making a decisive contribution to the development of the new discipline.

nuova società un ostruzionismo che Lorenzoni riuscì a giustificare solamente *colla invincibile ripugnanza che hanno molti a fare la parte del satellite, dove a torto od a ragione essi credono di poter fare quella dell'astro maggiore* (LORENZONI 1871). Ad ogni modo, la perseveranza e la tenacia di Tacchini, supportate dall'arte diplomatica di Lorenzoni, che egli dovette esercitare in particolare nei confronti di Lorenzo Respighi (1824-1889; fig. 5), i cui contrasti scientifici con Secchi si stavano via via acuendo (cfr. Sez. 2), ebbero infine la meglio e la Società degli Spettroscopisti Italiani fu fondata nell'ottobre del 1871 (TACCHINI 1872). Lo scopo primario di quest'associazione era monitorare l'attività solare di macchie, facole e protuberanze, attraverso l'osservazione contemporanea da eseguirsi, da parte dei vari membri partecipanti, nei vari osservatori distribuiti sul territorio italiano. Fra i suoi soci fondatori la Società annoverava dunque Pietro Tacchini a Palermo, che ne era anche il Presidente, Giuseppe Lorenzoni a Padova, Angelo Secchi e Lorenzo Respighi a Roma e Arminio Nobile (1838-1897) a Napoli. Tacchini ottenne poi dal governo anche i fondi necessari per pubblicare le *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani*, l'organo di stampa ufficiale della Società (fig. 6), oggi considerate la prima rivista di astrofisica al mondo (cfr. Pd. 04). L'astrofisica

sembrava poter avere uno sviluppo importante tanto che lo stesso governo permise, nel 1872, la creazione dell'Osservatorio Astronomico di Arcetri, che non poté però divenire operativo in quegli anni a causa della prematura scomparsa di Giambattista Donati, avvenuta l'anno successivo. Nel 1880 fu poi fondato anche quello di Catania, sotto la direzione di Annibale Riccò (1844-1919), cui venne affidata anche la prima cattedra di astrofisica della Penisola. Purtroppo, nonostante un inizio così promettente, non seguì un successivo duraturo sviluppo dell'astrofisica in Italia: la successiva mancanza dei mezzi e dei finanziamenti necessari, assieme alla scomparsa dei principali protagonisti, non rimpiazzati da nuove leve, determinò ben presto la perdita del primato italiano nel campo. L'astrofisica si sviluppò pienamente, invece, in America dove, libera dai lacci dell'astronomia classica in cui l'Europa cercava di imbrigliarla, poté contare anche su consistenti investimenti privati. In Italia, la stessa Società perse nel tempo la sua connotazione astrofisica, al punto che nel 1920 essa fu definitivamente sciolta per essere rifondata come Società Astronomica Italiana: si chiudeva così un periodo d'oro nel quale l'Italia era stata protagonista nel dare un contributo decisivo allo sviluppo della nuova disciplina.

PD. 01. DIRECT-VISION
SPECTROSCOPE

J.G. Hofmann, Paris 1870

650 x 100 x 100 mm

INAF-Padua Astronomical Observatory,

Museo La Specola

The fundamental component of this spectroscope is represented by its system of five flint and crown glass prisms, placed alternatively side by side in such a way to disperse the incident light beam – and hence generate the spectrum – along the line of the optical axis of the instrument (direct-vision prism, (see Fi. 03). The spectroscope was acquired during the expedition organized by the Italian Government for the observation of the Solar’s total eclipse in Sicily in 1870. Originally, the spectroscope had a total dispersion of 10° and its small telescope provided a low magnification; later, as Giuseppe Lorenzoni, first astronomer and then Director of the Padua Astronomical Observatory, progressed in his theoretical studies of solar spectroscopy, several changes to the instrument were made to obtain a better performance when it was used in combination with the Starke-Merz telescope (see Pd. 02). The resulting combination of telescope and spectroscope, which Lorenzoni considered a single instrument, was given the name of “telespectroscope”; in this configuration it was mainly used for the study of the solar chromosphere within the survey program sponsored by Società degli Spettroscopisti Italiani. In 1874 it was also used by the astronomers of the Italian scientific expedition to India, organized to observe the transit of Venus across the solar disk. [v.z., s.z.]

Bibl.: ZANINI 2007, p. 153; ASTRUM 2009, p. 206.



PD. 01. SPETTROSCOPIO A VISIONE
DIRETTA

J.G. Hofmann, Parigi 1870

650 x 100 x 100 mm

INAF-Osservatorio Astronomico di Padova,

Museo La Specola

In questo spettroscopio l’elemento principale è costituito dal sistema di cinque prismi di vetro flint e crown, affiancati e alternati in modo tale da disperdere il fascio di luce incidente – e generare quindi il relativo spettro – nella stessa direzione dell’asse ottico dello strumento (prisma a visione diretta, cfr. Fi. 03). Lo spettroscopio fu acquistato in occasione della spedizione organizzata dal governo italiano per l’osservazione dell’eclisse totale di Sole in Sicilia del 1870. In origine lo spettroscopio aveva una dispersione di 10° ed era dotato di un cannocchialino associato che forniva un debole ingrandimento; in seguito, tuttavia, man mano che Giuseppe Lorenzoni, astronomo e poi direttore dell’Osservatorio padovano, approfondì gli studi teorici di spettroscopia solare, furono apportate diverse modifiche allo strumento, per ottenerne un migliore rendimento con il cannocchiale di Starke-Merz (cfr. Pd. 02). Alla combinazione risultante da cannocchiale e spettroscopio, che per Lorenzoni costituivano un unico strumento, fu dato il nome di *telespettroscopio*; esso fu utilizzato principalmente per lo studio della cromosfera solare, all’interno del programma di lavori promosso dalla Società degli Spettroscopisti italiani. Nel 1874 fu utilizzato per lo stesso scopo anche dalla spedizione scientifica italiana, guidata da Pietro Tacchini, che si recò in India per l’osservazione del passaggio di Venere sul disco solare. [v.z., s.z.]

Bibl.: ZANINI 2007, p. 153; ASTRUM 2009, p. 206.

PD. 02. REFRACTING TELESCOPE BY
STARKE-MERZ

Politechnic Institute, Vienna - Georg Merz,

Munich 1858

focal distance 1640 mm, aperture 116 mm

INAF-Padua Astronomical Observatory,

Museo La Specola

In this telescope, whose mounting is equatorial, the circles of right ascension and declination for measuring celestial coordinates have a diameter of 27.5 cm and are silver graded. Both circles are equipped with a pair of vernier scales that provide precision in the measurements of the order of half a second and four arcsec respectively. The telescope was provided with a tracking mechanism, now lost, able to give a rotational movement consistent with the diurnal motion of the stars. The entire mechanical structure was built by Christian Starke at the Imperial Royal Polytechnic Institute in Vienna and is supported by a molten iron column with three legs at its base for ground support, whereas the telescope was made by the Munich-based optician Georg Merz. The instrument was acquired by the Padua Astronomical Observatory in 1858. For its installation in 1861, a special cylindrical tower with a rotating dome was built on top of the observatory tower. The telescope was used primarily for observations of comets and asteroids, but from 1870 onwards it was also used for solar physics studies: in fact, upon adaptation of the Hofmann spectroscope (see Pd. 01) adapted to it to obtain direct vision, it became the main research tool in the field of astrophysical studies. Together with the spectroscope, the telescope was part of the scientific instruments used by Italian astronomers both in Sicily in 1870 during the observations of the solar eclipse which run across the southeastern part of the island, and in India in 1874 during the expedition made to observe the transit of Venus across the Sun. [v.z., s.z.]

Bibl.: ZANINI 2007, p. 152.

PD. 02. CANNOCCHIALE RIFRATTORE
DI STARKE-MERZ

Istituto Politecnico, Vienna - Georg Merz,

Monaco 1858

focale 1640 mm, apertura 116 mm

INAF-Osservatorio Astronomico di Padova,

Museo La Specola

In questo cannocchiale, a montatura equatoriale, i cerchi di ascensione retta e declinazione per la misura delle coordinate celesti sono graduati in argento e hanno un diametro di 27,5 cm. Entrambi i cerchi sono dotati di una coppia di nonii che forniscono una precisione nella misura dell’ordine, rispettivamente, del mezzo secondo di tempo e dei quattro secondi d’arco. Il cannocchiale era fornito di un meccanismo d’inseguimento, ora perduto, per imprimergli un movimento rotatorio coerente col moto diurno degli astri. Tutta la struttura meccanica, sorretta da una colonna di ferro fuso alla cui base s’innestano le tre gambe per l’appoggio sul pavimento, fu costruita da Christian Starke, dell’Imperial Regio Istituto Politecnico di Vienna, mentre il cannocchiale fu realizzato dal celebre ottico di Monaco, Georg Merz. Lo strumento fu acquistato dall’Osservatorio Astronomico di Padova nel 1858 e, per la sua sistemazione, nel 1861 fu costruita un’apposita torretta cilindrica, con cupolino rotante, sulla sommità della specola padovana. Esso fu impiegato primariamente per osservazioni di comete e asteroidi, ma dal 1870 in poi fu utilizzato anche per studi di fisica solare: a esso, infatti, fu adattato lo spettroscopio a visione diretta di Hofmann (cfr. Pd. 01), divenendo quindi il principale strumento di ricerca nel settore degli studi di astrofisica solare. Insieme allo spettroscopio, il cannocchiale fece parte della strumentazione scientifica utilizzata dagli astronomi italiani nel 1870 in Sicilia, e di quella utilizzata nel 1874 in India, nel corso della già citata missione per l’osservazione del transito di Venere. [v.z., s.z.]

Bibl.: ZANINI 2007, p. 152.





PD. 03. ‘DEMBOWSKI’ REFRACTING TELESCOPE

George Merz, Munich 1862
focal distance 3200 mm, aperture 187 mm
INAF-Padua Astronomical Observatory,
Museo La Specola

This telescope, whose mounting is equatorial, was originally equipped with different eyepieces (now lost) which provided magnifications from 100 to 720 times and with a poor clockwork mechanism for tracking stars in their nightly motions. The right ascension circle, divided into minutes, allows the single second to be determined by means of a vernier scale, whereas the declination circle, divided in segments of ten arcmins, allows ten arcsecs to be measured by a vernier scale. The telescope was purchased by Baron Ercole Dembowski (1812-1881), an astronomer from Milan, who installed it in his private observatory in Gallarate (Milan) and then used it for his measurements of double stars. After Baron's death, his heirs sold it to the Italian Kingdom, which acquired it for the Padua Astronomical Observatory. Since 1882 and up to the realization of the Asiago Astrophysical Observatory in 1942, although acquired second hand, this telescope became the most important observation tool for the paduan astronomers and was primarily used for ob-

servations of comets and asteroids. With two instruments similar to this but having larger diameters (25 cm aperture instead of 19) in 1871 Pietro Tacchini in Palermo and Angelo Secchi in Rome together with Giuseppe Lorenzoni in Padua (who used the Starke-Merz refractor, see Pd. 02) started a series of simultaneous solar observations from the three towns, thus laying the basis for the establishment of Società degli Spettroscopisti Italiani. [v.z., s.z.]

Bibl.: Zanini 2007, p. 152; Astrum 2009, p. 181.

PD. 03. CANNOCCHIALE RIFRATTORE ‘DEMBOWSKI’

George Merz, Monaco 1862
focale 3200 mm, apertura 187 mm
INAF - Osservatorio Astronomico di
Padova, Museo La Specola

Questo cannocchiale, con montatura equatoriale, era originariamente corredato di diversi oculari, che fornivano da 100 fino a 720 ingrandimenti, ora in gran parte perduti, e di un mediocre movimento d'orologeria, anch'esso perduto, che permetteva l'inseguimento degli astri nel loro moto orario. Il cerchio di ascensione retta, diviso in minuti di tempo, permette di misurare, mediante l'apposito

nonio, il singolo secondo, mentre il cerchio di declinazione, graduato di dieci in dieci minuti primi d'arco, consente il rilevamento dei dieci secondi, sempre tramite il relativo nonio. Il telescopio era stato acquistato dal barone Ercole Dembowski (1812-1881), astronomo milanese che lo aveva installato nel suo osservatorio privato a Gallarate (Milano) e poi utilizzato per le sue celebri misure di stelle doppie. Gli eredi del barone, alla sua morte, lo cedettero allo Stato italiano, che lo acquistò per l'Osservatorio Astronomico di Padova. Dal 1882 e fino alla realizzazione dell'Osservatorio astronomico di Asiago, nel 1942, questo cannocchiale, seppur acquisito di seconda mano, divenne il più importante strumento di osservazione per gli astronomi padovani e fu utilizzato soprattutto per osservazioni di comete e pianetini. Con due strumenti analoghi a questo, ma di dimensioni superiori (25 cm di apertura anziché 19), nel 1871 Pietro Tacchini a Palermo e Angelo Secchi a Roma, assieme a Giuseppe Lorenzoni a Padova, che utilizzava invece il rifrattore di Starke-Merz (cfr. Pd. 02), diedero inizio a una serie di osservazioni solari contemporanee tra le tre città, gettando così le basi per la costituzione della Società degli Spettroscopisti italiani. [v.z., s.z.]

Bibl.: ZANINI 2007, p. 152; ASTRUM 2009, p. 181.

PD. 04. MEMORIE DELLA SOCIETÀ DEGLI SPETTROSCOPISTI ITALIANI
RACCOLTE E PUBBLICATE
per cura del prof. P. Tacchini
(Memories of Società degli Spettroscopisti Italiani, collected and edited by prof. P. Tacchini)
volume I - 1872, Palermo, Stabilimento tipografico Lao; 310 mm
INAF-Padua Astronomical Observatory,
Historical Library

Società degli Spettroscopisti Italiani, whose main promoter was Pietro Tacchini, was established to coordinate a program of solar spectroscopic observations to be carried out from different observatories. It was followed by the publication of *Memorie*, a journal that allowed an efficient, effective and updated exchange of studies and spectroscopic observations among the Italian astronomers. The first volume of *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani* was published in Palermo in 1872, where Tacchini was then an “adjunct” Astronomer, but the journal soon catalyzed international interest: the Society then began to be joined by foreign members, who could publish articles in their mother tongue, and among these figured the most important scholars of astrophysics of the time, i.e. Jules Janssen (1824-1907), Georges Rayet (1839-1906) and Norman Lockyer (1836-1920) and later on George Ellery Hale (1868-1938). *Memorie* were, by far, the very first journal in the world devoted to research in astrophysics, preceeding even the famous *Astrophysical Journal*, today the most prestigious journal in the field, whose foundation was inspired by the high regard that its founder, Hale, had of the Italian *Memorie*. [v.z., s.z.]

Bibl.: ASTRUM 2009, p. 203; CHINNICI 1997.

PD. 04. MEMORIE DELLA SOCIETÀ DEGLI SPETTROSCOPISTI ITALIANI
RACCOLTE E PUBBLICATE

per cura del prof. P. Tacchini
volume I - 1872, Palermo, Stabilimento tipografico Lao; 310 mm
INA-Osservatorio Astronomico di Padova,
Biblioteca Antica

In seguito alla fondazione della Società degli Spettroscopisti italiani, nata per coordinare un programma di osservazioni spettroscopiche solari concordato tra cinque osservatori, vennero stampate anche le relative *Memorie*,



una rivista scientifica che veicolava una comunicazione efficace e aggiornata sugli studi e le osservazioni di tipo spettroscopico che si svolgevano in Italia e non solo. Il primo volume delle *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani* fu pubblicato nel 1872 a Palermo, dove Pietro Tacchini lavorava, e ben presto, proprio per la sua novità, la rivista catalizzò l'interesse internazionale: la Società iniziò quindi ad aggregare anche soci stranieri e a pubblicare articoli in altre lingue; tra i membri della Società figurarono i più importanti astrofisici dell'epoca, come Jules Janssen (1836-1920), Georges Rayet

(1839-1906), Norman Lockyer (1824-1907) e, più tardi, George Ellery Hale (1868-1938). Le *Memorie* furono, in assoluto, il primo giornale al mondo dedicato alle ricerche astrofisiche e in ciò precedettero anche il celeberrimo *The Astrophysical Journal*, tutt'oggi la più prestigiosa rivista del settore, la cui nascita, peraltro, si deve proprio alla grande considerazione che il suo fondatore, Hale, aveva delle *Memorie* italiane. [v.z., s.z.]

Bibl.: ASTRUM 2009, p. 203; CHINNICI 1997.

PD. 05. CERTIFICATE OF MEMBERSHIP
TO SOCIETÀ DEGLI SPETTROSCOPISTI
ITALIANI

R. Stab. Lit. C. Virano e C., Roma 1919
455 x 345 mm
INAF-Padua Astronomical Observatory,
Historical Archives

This document is Antonio Maria Antoniazzi (1872-1925)'s certificate of membership to Società degli Spettroscopisti Italiani. Antoniazzi, fifth director of Padua Astronomical Observatory, was enrolled as national member of the Society in 1919, exactly a year before the Society was dissolved and simultaneously re-founded as Società Astronomica Italiana. The first existing diploma of the Society is the one of Lorenzo Respighi which has the date of 8 December 1888 and is nowadays conserved at INAF-Rome Astronomical Observatory. The diploma of Giuseppe Lorenzoni, conserved at INAF-Arcetri Astrophysical Observatory, has instead the date of 8 January 1889. This suggests that the practice of issuing the registration certificate of the Society was introduced precisely in the course of 1888. The Diploma of Antoniazzi was left essentially unchanged from the ones of Respighi and Lorenzoni: it still presented a floral frieze along its margins. In the central part were included: the coat of arms of the Italian Kingdom on the top, an ornament of astronomical character on the bottom and a solar spectrum in the left side. The only differences with the previous edition were given by the city of the Society headquarters (in 1919 it was no longer Rome, but Catania) and the names of the Society legal representatives signing the document. Originally, the Society was governed by a president, Pietro Tacchini, while later, after his death in 1905, it was administered by a Steering Committee, which in 1919 consisted of Elia Millosevich (1848-1919) and Annibale Riccò, directors respectively of Collegio Romano Observatory and Catania Astrophysical Observatory. [v.z., s.z.]

Bibl.: ASTRUM 2009, p. 204.



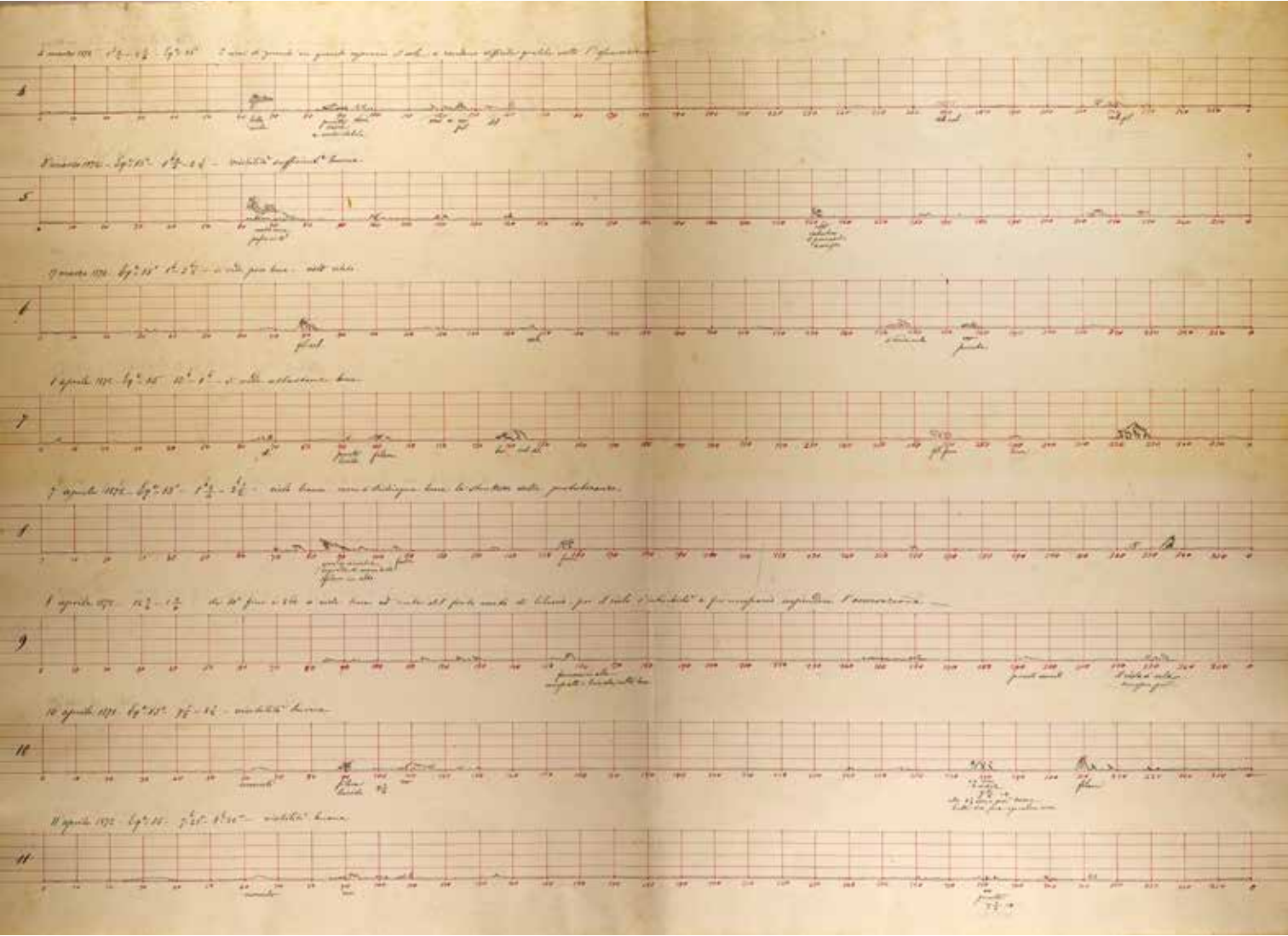
PD. 05. ATTESTATO D'ISCRIZIONE
ALLA SOCIETÀ DEGLI
SPETTROSCOPISTI ITALIANI

R. Stab. Lit. C. Virano e C., Roma 1919
455 x 345 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova,
Archivio Antico

Si tratta dell'attestato d'iscrizione appartenente ad Antonio Maria Antoniazzi (1872-1925), quinto direttore dell'Osservatorio Astronomico di Padova, che fu iscritto tra i membri nazionali della Società nel 1919, esattamente un anno prima che essa venisse sciolta per essere contestualmente rifondata come Società Astronomica Italiana. Il primo diploma della Società di cui si è trovata traccia porta la data dell'8 dicembre 1888 ed è quello appartenente a Lorenzo Respighi, oggi conservato presso l'INAF-Osservatorio Astronomico di Roma. Il diploma intestato a Giuseppe Lorenzoni, conservato presso l'INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, porta invece la data dell'8 gennaio 1889. Ciò fa supporre che la prassi di rilasciare l'attestato d'iscrizione alla Società sia stata introdotta proprio nel corso del 1888. Il diploma di Antoniazzi appare sostanzialmente invariato rispetto a quelli di Respighi e Lorenzoni: anch'esso infatti presenta, lungo tutti i bordi, un fregio di tipo floreale, all'interno del quale sono inseriti lo stemma del Regno d'Italia sul lato superiore, un ornamento di carattere astronomico sul lato inferiore e uno

spettro solare nel bordo sinistro. Le uniche differenze sono costituite dalla località in cui aveva sede la Società (che nel 1919 non era più Roma, dove il Presidente Tacchini si era trasferito nel 1879, bensì Catania) e dai legali rappresentanti firmatari del documento. In origine, infatti, la Società era retta da un Presidente, che era Pietro Tacchini; dopo la sua morte, nel 1905, venne invece istituito un Consiglio di Presidenza, che nel 1919 era formato da Elia Millosevich (1848-1919) e Annibale Riccò, rispettivamente direttori degli osservatori del Collegio Romano e di Catania. [v.z., s.z.]

Bibl.: ASTRUM 2009, p. 204.



PD. 06. GIUSEPPE LORENZONI
(1843-1914)

[Observations of the solar limb], 1872
392 x 450 mm
INAF-Padua Astronomical Observatory,
Historical Archives

In this original hand-drawn table by Giuseppe Lorenzoni are reproduced the spectroscopic observations of solar prominences, carried out between March 4 and April 11, 1872 in the H α line of the wavelength region. These observations were then subject to comparative analysis with those collected in the same days and at the same hours by Angelo Secchi in Rome and Pietro Tacchini in Palermo, and the results published in *Memorie della Società degli Spettroscopisti* (see Pd. 04, and bibliography). The purpose of these methodical observations was firstly to test if different observers obtained agreeable results in outlining the shape of the solar limb and prominences; secondly, to find the relationship among sunspots, maculae and

prominences so as to obtain useful elements helping to determine the physical constitution of the Sun. [v.z., s.z.]

Bibl.: LORENZONI, TACCHINI, SECCHI 1872.

PD.06. GIUSEPPE LORENZONI
(1843-1914)

[Osservazioni di bordi solari], 1872
392 x 450 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova,
Archivio Antico

In questa tavola originale, disegnata a mano da Giuseppe Lorenzoni, sono riprodotte le osservazioni spettroscopiche delle protuberanze solari, eseguite tra il 4 marzo e l'11 aprile 1872 in corrispondenza della lunghezza d'onda della riga H α . Assieme a quelle che erano state compiute contemporaneamente, negli stessi giorni e nelle stesse ore, da Angelo Secchi a Roma e da Pietro Tacchini a Palermo, queste osservazioni furono

poi oggetto di un'analisi comparata, i cui risultati furono pubblicati nelle *Memorie della Società degli Spettroscopisti* (cfr. Pd. 04; vedi bibliografia). Lo scopo di queste metodiche rilevazioni era anzitutto quello di dirimere alcune discordanze sulla forma del bordo solare e delle protuberanze rilevate da osservatori diversi, quindi studiare la correlazione tra macchie, facole e protuberanze, in modo da ricavare elementi utili per lo studio della costituzione fisica del Sole. [v.z., s.z.]

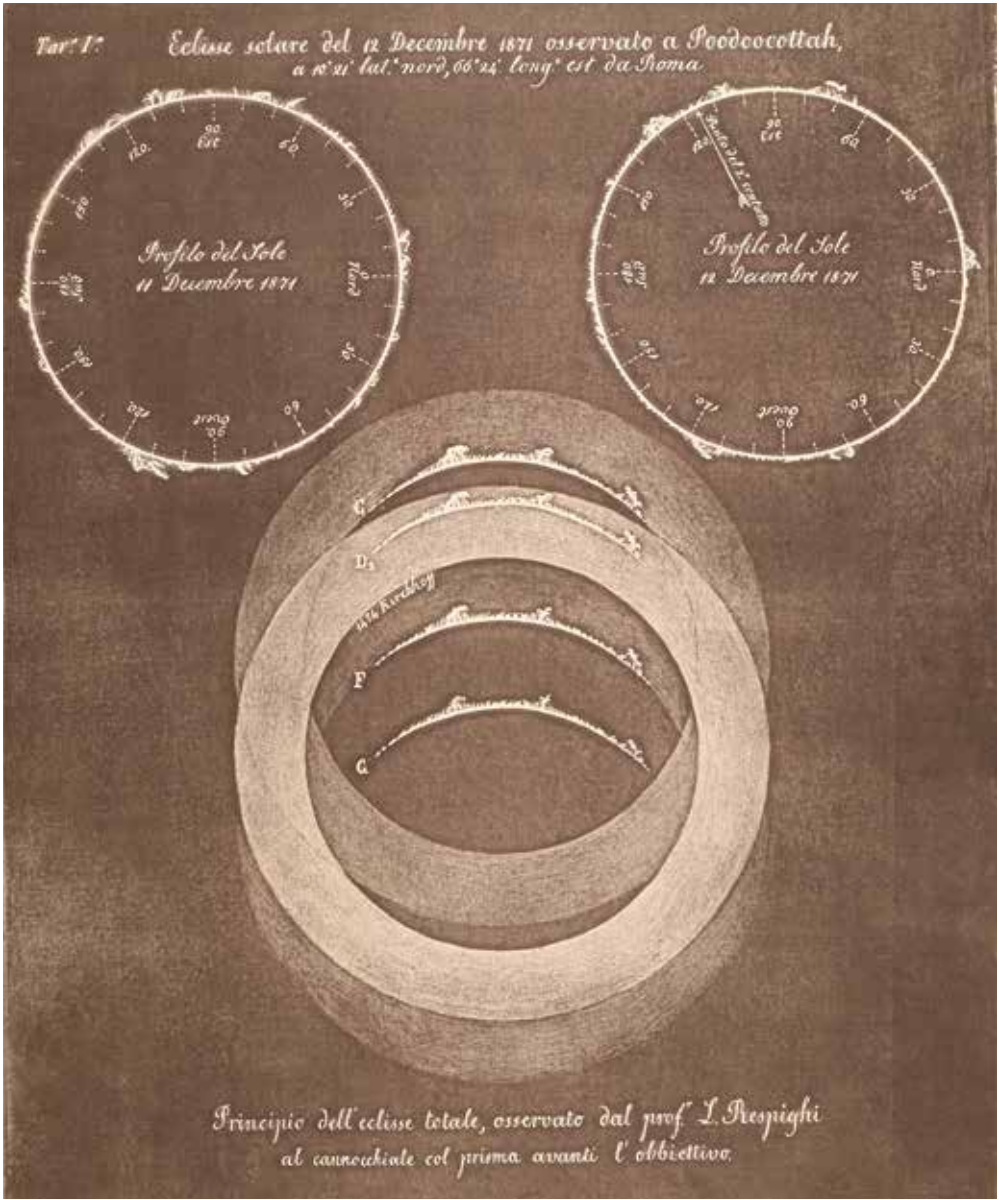
Bibl.: LORENZONI, TACCHINI, SECCHI 1872.

PD. 07. **LORENZO RESPIGHI (1824-1889)**
Osservazione dell'eclisse totale del 12 Dicembre 1871 a Poodocottah nell'Indostan (Atti della Reale Accademia dei Lincei, vol. XXV, pp. 163-183)
(Observations of the total eclipse of December 12, 1871 in Poodocottah, Indonesia)
385 x 310 mm
INAF-Padua Astronomical Observatory, Historical Library

Lorenzo Respighi is considered one of the founding fathers of Italian astrophysics for his pioneering studies on solar physics. He became director of the Bologna Astronomical Observatory in 1852 and in 1864 was dismissed for refusing to swear allegiance to the Savoy kingdom, who took over the papal authority. In 1865 he was appointed Director of the Roman Capitol Astronomical Observatory and in 1871 he was invited by the British government to participate in an expedition organized in Hindustan, south-east of India, to observe the solar eclipse of 12 December with spectroscopic methods. The invitation was an important international scientific recognition and the journey of Respighi was funded directly by the Minister of Education who also accepted the request of the Capitoline astronomer not to be obliged, in return, to take an oath of allegiance to the Italian King. The observational results obtained in the course of that mission, presented graphically in this drawing, did not allow Respighi to confirm, as he had planned, the phenomenon observed in the eclipse of 1870 by the American astronomer Charles Augustus Young (1834-1908) who pointed out for the first time how the spectral lines, which were seen as dark lines on the solar disk, in the chromosphere became rather bright (the inversion phenomenon). Respighi instead could show that over the chromosphere there was another layer of gas, which he called the upper chromosphere, regularly placed all around the Sun and much more rarefied and extended than the chromosphere hitherto known. [v.z., s.z.]

Bibl.: RESPIGHI 1872; BÒNOLI, PILIARVU 2001, pp. 214-216.

PD. 07. **LORENZO RESPIGHI (1824-1889)**
Osservazione dell'eclisse totale del 12 Dicembre 1871 a Poodocottah nell'Indostan (Atti della Reale Accademia dei Lincei, vol. XXV, pp. 163-183)



385 x 310 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova, Biblioteca Antica

Respighi è considerato uno dei padri fondatori dell'astrofisica italiana per i suoi studi pioneristici sulla fisica solare. Divenuto direttore dell'Osservatorio astronomico di Bologna nel 1852, nel 1864 fu destituito per essersi rifiutato di giurare fedeltà al governo sabaudo, subentrato all'autorità pontificia. Nel 1865 fu nominato direttore dell'Osservatorio romano del Campidoglio e nel 1871 partecipò, su invito del governo britannico, a una spedizione nel sud-est dell'India per osservare, con metodi spettroscopici, l'eclisse solare prevista per il 12 dicembre. L'invito costituiva un importante riconoscimento scientifico internazionale e per questo il viaggio di Respighi fu sovvenzionato direttamente dal Ministro della Pubblica Istruzione, il quale accettò pure la richiesta

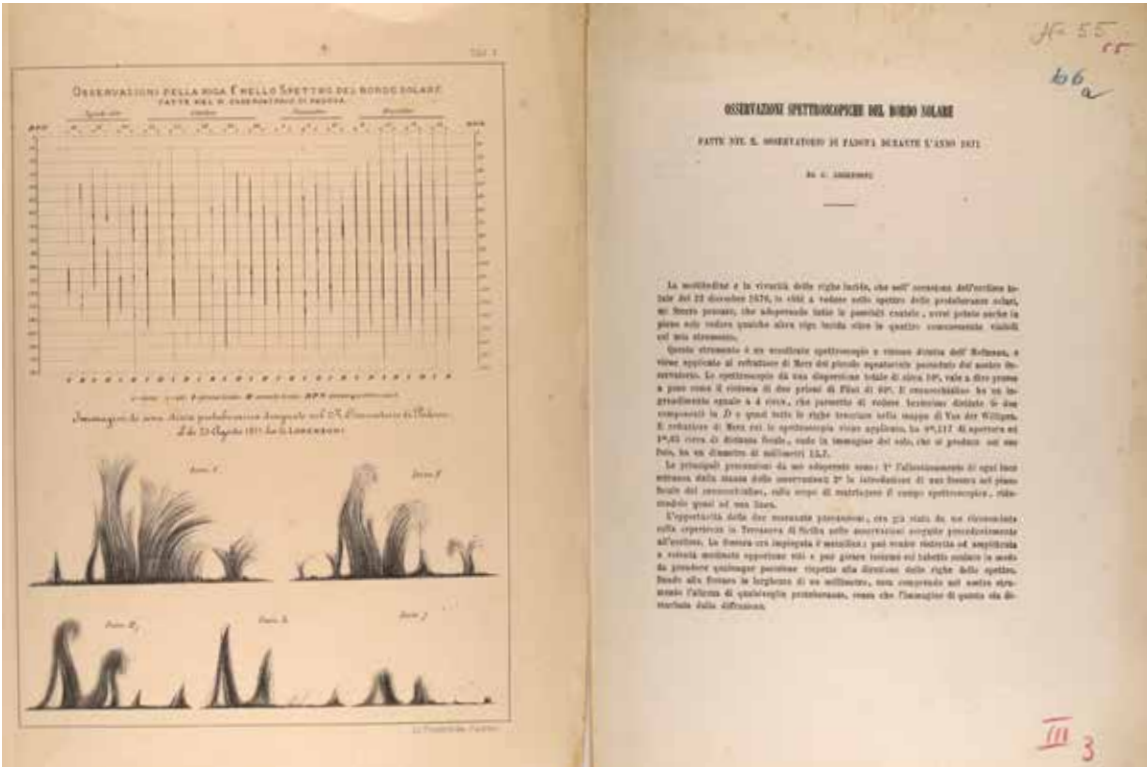
dell'astronomo capitolino di non essere obbligato a prestare giuramento di fedeltà al re, dopo la risoluzione della questione romana. I risultati osservativi ricavati nel corso di quella missione, riprodotti graficamente in questa tavola, non permisero a Respighi di confermare, come si era prefissato, il fenomeno detto *flash-spectrum*, osservato nell'eclisse del 1870 dall'astronomo americano Charles Augustus Young (1834-1908), il quale per primo fece notare come le righe spettrali, che sul disco solare si vedono scure, nella cromosfera appaiono invece luminose (per *inversione*). Respighi invece poté dimostrare l'esistenza di uno strato gassoso, che egli definì *cromosfera superiore*, disposto regolarmente tutt'attorno al Sole e molto più rarefatto ed esteso della cromosfera fino ad allora nota. [v.z., s.z.]

Bibl.: RESPIGHI 1872; BÒNOLI, PILIARVU 2001, p. 214-216.

PD. 08. **GIUSEPPE LORENZONI (1843-1913)**
Osservazioni spettroscopiche sul bordo solare (Spectroscopic observations of the solar limb) reprinted from: *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, vol. I, pp. 7-16
320 x 440 mm
INAF-Padua Astronomical Observatory, Historical Library

This is the first scientific article published in *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*: it is signed by Giuseppe Lorenzoni, the fourth director of the Astronomical Observatory of Padua, at the time in the role of “adjunct” Astronomer at the Observatory. In this article Lorenzoni confirmed what he had already observed in the previous year, namely the existence of a line in the solar spectrum, which he had named “f” for its position between the F and G Fraunhofer lines of the solar spectrum, and had initially estimated to be in the position 4484 of the normal spectrum of Ångström, but subsequently had repositioned to 4471.61 Å. The line corresponded to neutral helium, a chemical element yet unknown on Earth and which had already been observed in 1869 - with Lorenzoni being unaware of it - both by John Herschel, son of the famous William, and by Charles Augustus Young. While he could not claim the credit for the discovery, he was acknowledged with the merit, as he wrote, *of having constantly seen, before anyone else, line f in full Sun, of having studied it with care, and of having used for this purpose a tool which would allow others to study it with ease and confidence*. The observation of line f, according to the methodology described by Lorenzoni in this article, became one of the statutory duties that the members of the newly formed Società degli Spettroscopisti Italiani had to perform with the greatest possible care. [v.z., s.z.]

Bibl.: LORENZONI 1872.



PD. 08. **GIUSEPPE LORENZONI (1843-1913)**
Osservazioni spettroscopiche sul bordo solare estratto da: *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, vol. I, pp. 7-16
320 x 440 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova, Biblioteca Antica

È questo il primo articolo scientifico pubblicato nelle *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani*: esso porta la firma di Giuseppe Lorenzoni, quarto direttore dell'Osservatorio Astronomico di Padova che all'epoca ricopriva nell'istituto il ruolo di Astronomo aggiunto. In quest'articolo Lorenzoni confermava quanto da lui già osservato l'anno precedente, e cioè l'esistenza nello spettro solare di una riga, che egli aveva denominato f, dato che era collocata tra le righe dello spettro solare che Joseph von Fraunhofer aveva classificato con le lettere F e G, da lui inizialmente stimata nella posizione 4484 dello spettro normale di Ångström, ma che successivamente riposizionò a 4471,61 Å. Era questa una delle righe dello spettro dell'elio, un elemento chimico allora sconosciuto sulla Terra, già osservata nelle protuberanze solari nell'eclisse del 1868 e nello spettro solare nel 1869 – senza che Lorenzoni ne fosse a conoscenza – da John Herschel (1792-1871) e da Charles Augustus Young. Pur non potendo vantare il merito della scoperta, a Lorenzoni restò il merito, come egli stesso scrisse, *di aver prima d'ogni altro veduto costantemente la riga f in pieno sole, di averla studiata con*

qualche diligenza, e di aver a tal uopo impiegato un mezzo che permetterà ad ogni altro di studiarla con facilità e sicurezza. L'osservazione della riga f, secondo la metodologia descritta da Lorenzoni in quest'articolo, divenne uno dei compiti statutari che i soci della neonata Società degli Spettroscopisti italiani dovevano svolgere con la maggior diligenza possibile. [v.z., s.z.]

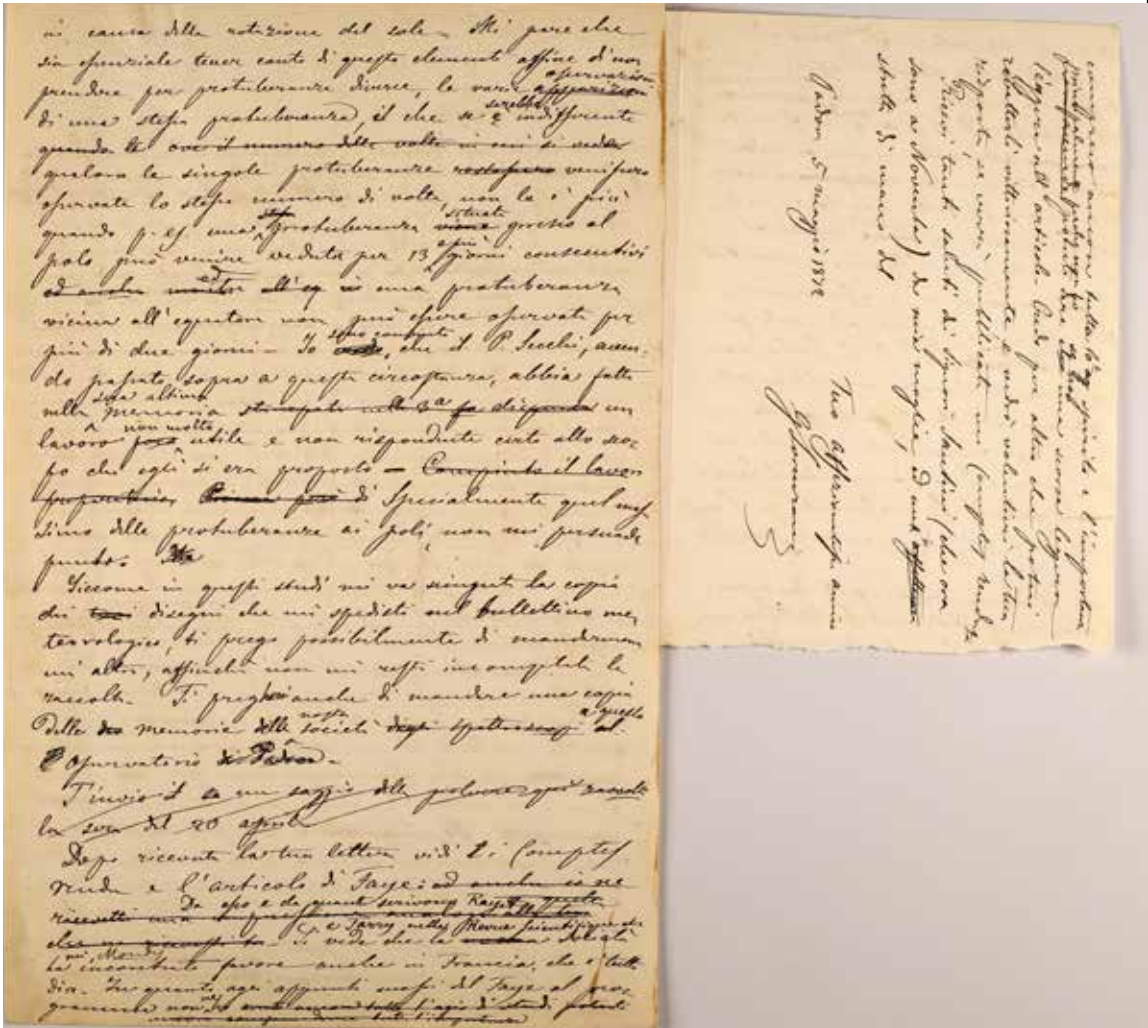
Bibl.: LORENZONI 1872.

PD. 09. **PIETRO TACCHINI (1838-1905) AND GIUSEPPE LORENZONI (1843-1913)**
Letter of Tacchini, 21 July 1871 (273x210 mm)
Draft letter of Lorenzoni, August 1871 (165 x 230 mm)
Letter of Tacchini, December 13, 1871 (273 x 215 mm)
Letter of Tacchini, January 6, 1872 (273 x 215 mm)
Draft letter of Lorenzoni, May 5, 1872 (133 x 210 mm)
INAF-Padua Astronomical Observatory, Historical Archives

The long-time friendship between Giuseppe Lorenzoni and Piero Tacchini began in December 1870, during the Italian expedition organized to observe the eclipse of the Sun that took place in Sicily that year. This occasion also sparked a scientific connection that characterized all the Italian astronomical and scientific events of the last three decades of the 19th century. This relationship is demonstrated by the robust correspondence – almost 500 letters – which is preserved in the Historical Archives of the Padua Observatory and coves a time span ranging from 1870 to 1904. The five selected letters show the main stages of the development of Società degli Spettroscopisti: the initial embryonic idea of Angelo Secchi to set up a society for the continuous observation of the Sun was, in fact, communicated by Tacchini to Lorenzoni in the letter of 21 July 1871. While welcoming the proposal, Lorenzoni was initially doubtful of his active involvement in the project (Lorenzoni’s letter of August 13, 1871). Finally, when the Tacchini’s project to give to the press *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani* took shape, thanks to the contribution allocated by the Ministry (Tacchini’s letter of December 13, 1871), the Paduan astronomer was the first to provide a scientific contribution, which appeared in print in the first issue of the *Memorie* (Tacchini’s letter of January 6, 1872). The international success obtained by the Società and his *Memorie* is finally testified in the Lorenzoni’s letter of May 5, 1872. [v.z., s.z.]

Bibl.: PIGATTO, SALMASO, ZANINI 2004.

PD. 09. **PIETRO TACCHINI (1838-1905) E GIUSEPPE LORENZONI (1843-1913)**
lettera di Tacchini, 21 luglio 1871 (273 x 210 mm)
minuta di Lorenzoni, 13 agosto 1871



(165 x 230 mm)
lettera di Tacchini, 13 dicembre 1871 (273 x 215 mm)
lettera di Tacchini, 6 gennaio 1872 (273 x 215 mm)
minuta di Lorenzoni, 5 maggio 1872 (133 x 210 mm)
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova, Archivio Antico

La pluriennale amicizia tra Giuseppe Lorenzoni e Pietro Tacchini iniziò nel dicembre 1870, durante lo svolgimento della spedizione italiana per l’osservazione dell’eclisse di Sole che ebbe luogo in Sicilia quell’anno. Oltre all’amicizia, prese avvio in quell’occasione anche un legame scientifico che coinvolse tutte le vicende astronomico-scientifiche italiane dell’ultimo trentennio dell’Ottocento. Questo legame è testimoniato dal corposo carteggio – quasi 500 lettere – che si conserva presso l’Archivio Storico dell’Osservatorio di Padova e che copre un arco temporale che va dal 1870 al 1904. Le cinque lettere selezionate evidenziano proprio le principali fasi dello sviluppo della Società degli Spettroscopisti: la prima

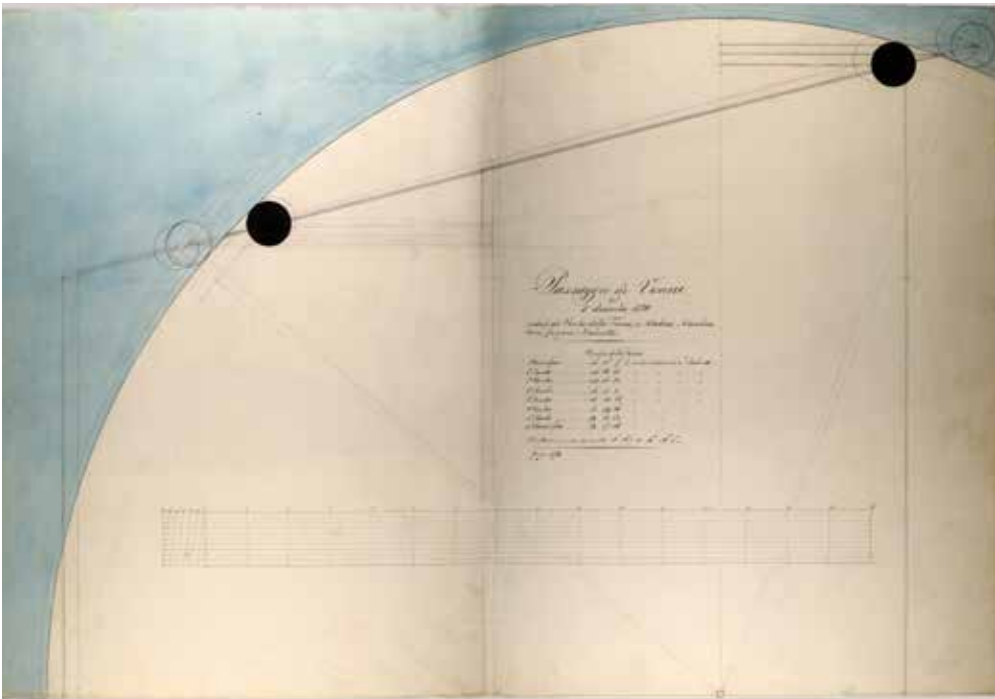
idea embrionale di Angelo Secchi di costituire una società *per osservare a turno il sole*, infatti, fu comunicata da Tacchini a Lorenzoni nella lettera del 21 luglio 1871. Se inizialmente Lorenzoni, pur rallegrandosi per la proposta, si dimostrò dubbioso di potervi partecipare in maniera attiva (lettera di Lorenzoni del 13 agosto 1871) in seguito, quando grazie al contributo stanziato dal Ministero prese finalmente corpo il progetto di Tacchini di dare alle stampe le *Memorie* della Società (lettera di Tacchini del 13 dicembre 1871), proprio l’astronomo padovano fu il primo a fornire il proprio contributo scientifico, che apparì a stampa nel primo numero delle *Memorie* (lettera di Tacchini del 6 gennaio 1872). Il successo internazionale riscosso dalla Società e dalle sue *Memorie* è infine testimoniato nella lettera di Lorenzoni del 5 maggio 1872. [v.z., s.z.]

Bibl.: PIGATTO, SALMASO, ZANINI 2004.

PD. 10. **GIUSEPPE LORENZONI (1843-1913)**
[Preliminary drawings for the observations of the Venus transit across the solar disc]
430 x 590 and 400 x 575 mm
INAF-Padua Astronomical Observatory, Historical Archives

Among the scientific activities carried out by members of Società degli Spettroscopisti Italiani there was the organization of an expedition to India in 1874 to observe the rare astronomical phenomenon of the transit of Venus across the solar disk. The event could provide, in fact, a unique opportunity for measuring with great precision the solar parallax, value from which one could then derive the distance of Earth from the Sun, i.e. the fundamental unit of distance to determine galactic astronomical distances. The limited funds allocated by the Italian Government, however, did not allow the astronomers to aim to this end, as it would have required the organizations of various observing camps throughout the globe. Therefore, all the organizational efforts of the Italian astronomers focused in particular on planning the spectroscopic observations of the phenomenon, according to an innovative methodology developed by them with the aim of comparing the measure of the solar diameter obtained with visual and spectroscopic means. The expedition was led by Pietro Tacchini, who worked closely with Lorenzoni, although the latter did not take part directly in the mission. However, he oversaw the various operations of selection and arrangement of the instruments and their packaging, as well as their shipment to India. In addition, he devoted himself to all the theoretical studies needed to carefully plan the observations; in particular, in the documents are also visible the calculations made to find the time of the contacts between the shadow of Venus and the solar disk, as they would appear from the four villages of the east coast of India, between Madras (currently Chennai) and Calcutta, so as to choose the most suitable observational location. In the end, the chosen place was Muddapur (today Madhapur) near Calcutta, where Italian astronomers arrived on November 15 1874, well in time to take care of the logistics needed to observe the phenomenon which took place on December 9. [v.z., s.z.]

Bibl.: PIGATTO, ZANINI 2001; CHINNICI 2003.



PD. 10. **GIUSEPPE LORENZONI (1843-1913)**
[Disegni preparatori per l’osservazione del passaggio di Venere sul disco solare]
430 x 590 e 400 x 575 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova, Archivio Antico

Tra le attività scientifiche svolte dai membri della Società degli Spettroscopisti Italiani, vi fu anche l’organizzazione della spedizione in India per l’osservazione del raro fenomeno astronomico del passaggio di Venere sul disco solare. Esso forniva, infatti, l’occasione di misurare con grande precisione la parallasse solare, dalla quale si poteva poi ricavare la distanza Terra-Sole, ovvero l’unità di misura fondamentale per determinare le distanze astronomiche galattiche. Le scarse risorse allocate dal Governo italiano non permisero, tuttavia, di mirare a questo obiettivo, il cui conseguimento richiedeva l’allestimento di diverse stazioni astronomiche in più punti del globo terrestre. Tutti gli sforzi organizzativi degli astronomi italiani si concentrarono quindi sulla pianificazione di osservazioni spettroscopiche del fenomeno, secondo una metodologia innovativa da loro elaborata, al fine di confrontare la misura del diametro solare ottenuta con mezzi visuali e spettroscopici. La missione era diretta da Pietro Tacchini, che operò in stretta collaborazione con Lorenzoni. Anche se quest’ultimo non prese parte in prima persona alla spedizione, egli tuttavia sovrintese alle varie operazioni di preparazione,

di stoccaggio e d’imbarco degli strumenti verso l’India. Inoltre, si occupò degli studi teorici necessari per pianificare accuratamente le osservazioni; in particolare, i disegni esposti mostrano i calcoli degli istanti dei diversi contatti tra l’ombra di Venere e il disco solare, così come si sarebbero visti da quattro località della costa est dell’India, comprese tra Madras (l’odierna Chennai) e Calcutta, per selezionare la postazione osservativa più idonea. Alla fine il luogo prescelto fu Muddapur (l’odierna Madhapur), vicino a Calcutta, dove gli astronomi italiani giunsero il 15 novembre 1874, in tempo per tutti gli allestimenti necessari all’osservazione del fenomeno, che ebbe luogo il 9 dicembre. [v.z., s.z.]

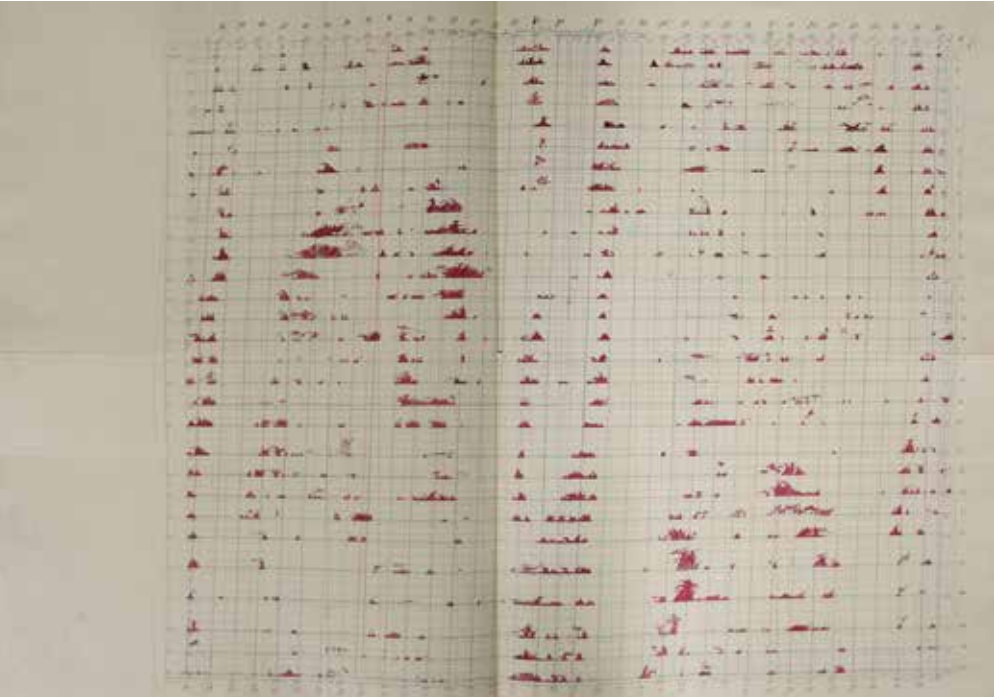
Bibl.: PIGATTO, ZANINI 2001, CHINNICI 2003.

PD. 11. OSSERVAZIONI DI
PROTUBERANZE SOLARI FATTE AL
R. OSSERVATORIO DI PALERMO DA P.
TACCHINI. 1871

Lit. Fraunfelder, Palermo
(Observations of solar prominences made
at Palermo Astronomical Observatory by P.
Tacchini)
lithographed plate; 542 x 760 mm
INAF-Padua Astronomical Observatory,
Historical Archives

This table presents the observations made by Tacchini in July 1871 and published in “Bullettino dell’Osservatorio di Palermo” Sostituire con testo in corsivo: “Bullettino Meteorologico del R. Osservatorio di Palermo” (see Pa. 07) in the same year. The plate, originally in black and white, was hand- coloured by Lorenzoni who used it for a number of theoretical studies on solar prominences and their observability. Lorenzoni was urged to do this work by Tacchini himself who asked him to carry out a statistical study of the heliocentric positions, heights and widths of the different prominences observed, similar to what was done by Secchi (see SECCHI 1872). The efforts spent on the study lasted several months and opened a new front in Lorenzoni’s research. He had found difficulties – given the imperfect achromatism of telescopes objectives – in quickly focusing the line in which he wanted to perform the observation of a protuberance at a given instant. He thus devised a mathematical and observational procedure which allowed an easier and quicker focusing operation to be carried out, that he described in LORENZONI 1873. From this study it became clear that, in astrophysical observations the telescope and spectroscope depended strictly one from another and therefore they had to be adapted to the observational needs of each other. It is for this reason that for the “unicum” constituted by the Merz equatorial telescope (see Pd. 02) and the Hofmann spectroscope (see Pd. 01 and Pd. 02) he coined the word *telespectroscope*. [v.z., s.z.]

Bibl.: ZANINI 2010.



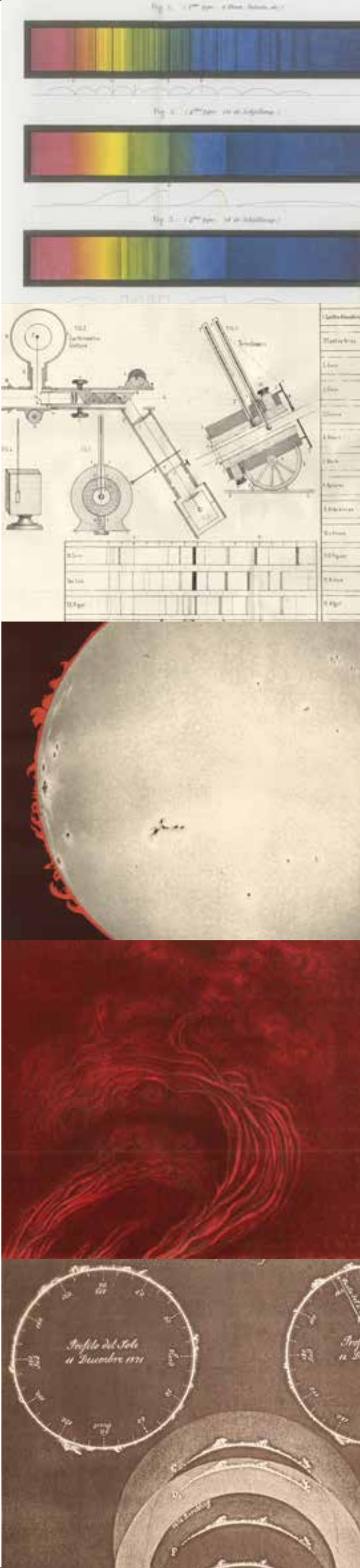
PA. 11. OSSERVAZIONI DI
PROTUBERANZE SOLARI FATTE AL
R. OSSERVATORIO DI PALERMO DA P.
TACCHINI. 1871

Lit. Fraunfelder, Palermo
tav. litografata; 542 x 760 mm
INAF-Osservatorio Astronomico di Padova,
Archivio Antico

Questa tavola rappresenta le osservazioni solari compiute da Tacchini nel mese di luglio 1871 e da lui pubblicate nel *Bullettino Meteorologico del R. Osservatorio di Palermo* di quell’anno (cfr. Pa. 07). La tavola, originalmente in bianco e nero, venne colorata manualmente da Lorenzoni, che la utilizzò per una serie di studi teorici sulle protuberanze solari e la loro osservabilità. Originariamente Lorenzoni fu sollecitato a compiere questo lavoro dallo stesso Tacchini, che gli chiese di portare a termine uno studio statistico sulle posizioni eliocentriche, le altezze e le larghezze delle diverse protuberanze osservate, sul modello di quanto già fatto da Secchi (cfr. SECCHI 1872). L’applicazione a questo studio, che durò diversi mesi, aprì a Lorenzoni un nuovo fronte di ricerca. Egli aveva riscontrato, infatti, la difficoltà – determinata dall’imperfetto acromatismo degli obiettivi dei telescopi – di mettere rapidamente a fuoco la riga con la quale si voleva a un dato istante eseguire l’osservazione della protuberanza. Escogitò quindi una procedura matematica e osservativa per rendere più agevole e spedita l’operazione di messa a fuoco (cfr. LORENZONI 1873). Da questo studio Lorenzoni

dedusse che cannocchiale e spettroscopio dovevano essere reciprocamente adattati alle esigenze osservative e per questo motivo conìò il nome di *telespettoscopio* (cfr. Pd. 01 e Pd. 02). [v.z., s.z.]

Bibl.: ZANINI 2010.



Bibliography and archival sources
Bibliografia e fonti archivistiche

Abbreviations / Abbreviazioni
ACS Archivio Centrale dello Stato
AOP Archivio dell'Osservatorio Astronomico di Palermo
ASOC Archivio Storico dell'Osservatorio Astronomico di Capodimonte
ASOP Archivio Storico dell'Osservatorio Astronomico di Padova
ABALAKIN VIKTOR K. 2009
"The Pulkovo Observatory on the Centuries' Borderline", in Cultural Heritage of Astronomical Observatories. From Classical Astronomy to Modern Astrophysics, Gudrun Wolfschmidt (ed.), Monuments and Sites, 18, pp. 60-75.
ABETTI Antonio 1901
"Piccolo Equatoriale di Fraunhofer", Pubblicazioni del R. Istituto Superiori pratici e di perfezionamento in Firenze. Sezione di Scienze Fisiche e Naturali. R. Osservatorio di Arcetri, 15, pp. 63-65.
ABETTI Giorgio 1949
Storia dell'astronomia, Firenze, Vallecchi Ed.
ABETTI Giorgio 1920
Mem. S.A.It. 1, 15
ALTAMORE A. 2012
La nascita della Nuova Astronomia, in Angelo Secchi- L'Avventura Scientifica de Collegio Romano, a cura di A. Altamore e S. Maffeo, Ed. Quater, Foligno 2012, p. 138 sgg.
ALTAMORE A., PTITSYNA N. 2012
Il primo osservatorio geomagnetico d'Italia, in Angelo Secchi- L'Avventura Scientifica del Collegio Romano, a cura di A. Altamore e S. Maffeo, Ed. Quater, Foligno 2012, p. 178 sgg.
BAGONI Angelo 1869
Relazione del ministro della Pubblica Istruzione a Sua Maestà in udienza il 1° luglio 1869, Firenze, tip. Eredi Botta, ASOP, Osservatorio Astronomico, Archivio antico, B. xxi, f. 1.
BASSO RICCI Maria ET. AL. 1997
Due secoli di strumenti geomagnetici in Italia, Bologna, Editrice Compositori, pp. 133-186
BECKER B.J. 2003
La spettroscopia e la nascita dell'astrofisica, Storia della scienza, vol. 7, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, pp. 265-281.
BEMPORAD Azeglio 1926
Ancora la Specola, "Il Roma della domenica", A. vi, n. 20.
BIANCHI Simone 2012
Un imperatore ad Arcetri, "Giornale di Astronomia", 38, 2, pp. 2-12.
BIANCHI Simone, GASPERINI Antonella, GALLI Daniele, PALLA Francesco 2009
Wilhelm Tempel e la scoperta della nebulosa delle Pleiadi, "Giornale di Astronomia", 35, 3, pp. 29-33.
BIANCHI Simone, GASPERINI Aantonella, GALLI Daniele, PALLA Francesco, BRENNI Paolo, GIATTI Anna 2010
"Wilhelm Tempel and his 10.8 cm Steinheil telescope", Journal of Astronomical History and Heritage, 13, 1, p. 43-58.
BIANCHI Simone, GALLI Daniele, GASPERINI Antonella 2013a
"Il primo Osservatorio Astronomico d'Italia". La nascita dell'Osservatorio di Arcetri (1861-1873), "Il Colle di Arcetri", 1, 1-2, p. 55-70.
BIANCHI Simone, GALLI Daniele, GASPERINI Antonella 2013b
Le due inaugurazioni dell'Osservatorio di Arcetri, "Giornale di Astronomia", 39, 3, p.19-30.
BIANCHI Simone, GALLI Daniele, GASPERINI Antonella 2015
In morte di un astronomo: il monumento a G.B. Donati, "Giornale di Astronomia", 41, 4.
BOND G.P. 1867
"Observations upon the great nebula of Orion", Cambridge: Riverside press.
BONOLI F., PILARVU D. 2001
I lettori di Astronomia presso lo studio di Bologna dal XII al XX secolo, Bologna, ed. CLUEB.
BROGLIA P., D'AVANZO P. 2007
Le origini della spettroscopia astronomica in Italia dai documenti conservati nell'Archivio Storico dell'Osservatorio Astronomico di Brera, "Giornale di Astronomia", 33, 4, pp. 16.
BRÜCK Mary 2002
Agnes Mary Clerke & the rise of Astrophysics, Cambridge University Press, Cambridge.
CACCIAIORE Gaetano 1871
"Prefazione", Bollettino Meteorologico del R. Osservatorio di Palermo, VII, 1.
CACCIAIORE Gaetano 1872
"Prefazione", Bollettino Meteorologico del R. Osservatorio di Palermo, VIII, 1.
CACCIAIORE Gaetano (ed.) 1872a
Rapporti sulle osservazioni dell'eclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870 eseguite in Sicilia dalla Commissione italiana, Palermo, Stabilimento Tipografico Lao.
CACCIAIORE Gaetano 1872b, Relazione del prof. G. Cacciatore dirett[ore] del R. Osservatorio di Palermo vice-presidente della Commissione all'Ill[ustriss]mo Commendatore Professore Giovanni Santini Presidente", in CACCIAIORE (ed.) 1872a, pp. 1-10.
CALISI MARINELLA 2009
La nascita dell'Astrofisica, in CHINNICI 2009, pp. 70-75.
CAPACCIOLI Massimo, GALANO Silvia 2012
Arminio Nobile e la misura del cielo, Milano, Springer-Verlag Italia.
CAPOCCI Ernesto 1861a
Lettera a Francesco De Sanctis, Torino, 30 marzo, ASNA, Ministero Istruzione, B. 753, f. 19.
CAPOCCI Ernesto 1861b
Lettera a Francesco De Sanctis, Napoli, 3 dicembre, ACS, Ministero della Pubblica Istruzione, Ernesto Capocci.
CHIMIRRI L., MAZZONI Massimo, BIANCHI Simone, GASPERINI Antonella (eds.) 2009
L'esercizio illegale dell'astronomia: Max Ernst, Iliadz, Wilhelm Tempel, Firenze, Centro Di.
CHINNICI Ileana 1997
La Società degli spettroscopisti italiani e la fondazione dell'"Astrophysical Journal" nelle lettere di G.E. Hale a P. Tacchini, in Atti del XVI Congresso di Storia della Fisica e dell'Astronomia. (Como 24 - 25 maggio 1996), ed. P. Tucci, Como, pp. 299-321.
CHINNICI Ileana 1999
Nascita e sviluppo dell'Astrofisica in Italia nella seconda metà dell'Ottocento, in Atti del XVIII Congresso di Storia della Fisica e dell'Astronomia (Como, 15-16 maggio 1998), Milano, pp. 51-63.
CHINNICI Ileana 2000
"XIX Century Spectroscopic Instruments in Italian Astronomical Observatories", Nuncius, XV-2, 671-680.
CHINNICI Ileana 2003
Transito di Venere 1874: una spedizione italiana in Bengala, "Giornale di Astronomia", 4, 45-53.
CHINNICI Ileana 2005
Angelo Secchi S.J. (1818-1878): a scientific and biographical profile, in Cento anni di astronomia in Italia 1860-1960, Atti dei Convegni Lincei 217 (Roma, 26 - 28 marzo 2003), Roma, Bardi Editore, p. 87.
CHINNICI Ileana 2008a (ed.)
L'eclisse totale di sole del 1870 in Sicilia. Lettere di Pietro Tacchini a Gaetano Cacciatore, INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo, Palermo.
CHINNICI Ileana 2008b
"The Società degli Spettroscopisti Italiani: birth and evolution", Annals of Science, 65, 3 (July 2008), 393-438.
CHINNICI Ileana (ed.) 2009
Astrum 2009. Astronomia e Strumenti. Il patrimonio storico italiano quattrocento anni dopo Galileo, Città del Vaticano, Edizioni Musei Vaticani, Livorno, Sillabe.
CHINNICI Ileana 2014
"Angelo Secchi. Copia originale dell'opera Le Soleil ... / Original copy of Le Soleil ..." (scheda n. 13); "Angelo Secchi. Le Soleil: exposé des principales découvertes ... / idem (in inglese)" (scheda n. 14), in Magistri astronomiae dal XVI al XIX secolo: Cristoforo Clavio, Galileo Galilei e Angelo Secchi, Fondazione Sorgente Group, De Luca Editori d'Arte, Roma.
CHINNICI Ileana 2015a
I dipinti dell'Osservatorio Astronomico di Palermo: un primo studio, INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo, Palermo.
CHINNICI Ileana 2015b
"19th-century comets: studies and observations in Sicily", Journal for the History of Astronomy, 46(2), 130-158.
CHINNICI Ileana, BRENNI Paolo 2015
"The Palermo Merz Equatorial Telescope: an instrument, a manuscript, some drawings", Nuncius, 30, 228-279.
CHINNICI Ileana, GASPERINI Antonella (eds.) 2013
Alle origini dell'astrofisica italiana. Il carteggio Secchi-Tacchini 1861-1877, Firenze, Fondazione Giorgio Ronchi.
[CLERKE Agnes] 1886
"Observations of Nebulae at Arcetri", Nature, 35, pp. 198-199.
COMTE Auguste 1864
Philosophie positive, vol. 2. La philosophie astronomique et la philosophie de la physique, Paris, Bachelier.
DENZA Francesco 1872
"Rapporto del p. Francesco Denza direttore dell'Osservatorio del Real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri" in CACCIAIORE (ed.) 1872a, pp. 53-90.
DIAMILLA-MÜLLER Demetrio Emilio, SERRA Luciano 1872
Eclisse totale del sole del 22 dicembre 1870. Osservazioni meteoriche e magnetiche eseguite in Terranova di Sicilia, Milano, Treves.
DONATI Giovanni Battista 1862a
Memorie Astronomiche del Prof. G. B. Donati, estratte dagli annali del R. Museo Fiorentino, Firenze, Cellini.
DONATI Giovanni Battista 1862b
Intorno alle strie degli spettri stellari, "Nuovo Cimento", XV, pp. 292-304, 366-376.
DONATI Giovanni Battista 1863a
Mémoire sur les rayes des spectres stellaires (revue), «Annales de chimie et de physique» (Serie III), LXVII, pp. 247-256.
DONATI Giovanni Battista 1863b
"Memorie Astronomiche del Prof. Donati (abstract by S.M. Drach)", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 23, pp. 100-107.
DONATI Giovanni Battista 1864
Schreiben des Herrn Professors Donati, Directors der Sternwarte in Florenz, an der Herausgeber, "Astronomische Nachrichten", LXII, pp. 375-378.
DONATI Giovanni Battista 1866
Intorno alle strie degli spettri stellari, "Annali del R. Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze per il 1865", Vol. I (nuova serie), Firenze, coi tipi di M. Cellini e C. alla Galileiana, pp. 1-20.
DONATI Giovanni Battista 1868
Il Sole. I. Dei metodi per determinarne la distanza dalla Terra, "Nuova Antologia di Scienze, Lettere e Arti", 8, pp. 334-353.
DONATI Giovanni Battista 1872a
"Osservazioni spettroscopiche di macchie solari fatte a Firenze", Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani, 1, pp. 52-56.
DONATI Giovanni Battista 1872b
Sulle righe spettrali, "Bollettino Meteorologico dell'Osservatorio del Collegio Romano", X, 5 (31 maggio 1872).
DONATI Giovanni Battista 1872c
La grande aurora boreale del 4 febbraio 1872, "La Nazione", 37 (6 febbraio 1872).
D[UNKIN] E. 1874
"Associates deceased: Prof. G.B. Donati", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 34, pp.v153-155.
GALLI Daniele, GASPERINI Antonella, BIANCHI Simone 2013
Dalla meccanica celeste alla spettroscopia stellare. Corrispondenza tra Giovanni Battista Donati e Ottaviano Fabrizio Mossotti, "Atti della Fondazione Giorgio Ronchi", A. LXVIII, 1, p.15.
GASPERINI Antonella, MAZZONI Massimo, RIGHINI Alberto 2004
La costruzione della Torre Solare di Arcetri nel carteggio Hale-Abetti, "Giornale di Astronomia", 30, 3, pp. 23-30.
FODERÀ SERIO Giorgia, CHINNICI Ileana 1997
L'Osservatorio Astronomico di Palermo, Flaccovio, Palermo.
FRAUNHOFER Joseph von 1814-1815
Bestimmung des Brechungs- und Farbenzerstreuungs-Vermögens verschiedener Glasarten, 1814-1815.
GARGANO Mauro 2010
Cannocchiale di Nairne & Blunt, www.beniculturali.inaf.it, scheda n. 367.
GARGANO Mauro 2012
Cronometro da marina di Frodsham, www.beniculturali.inaf.it, scheda n. 379.
GARGANO Mauro 2013a
Spettroscopio prismatico di Merz, www.beniculturali.inaf.it, scheda n. 396
GARGANO Mauro 2013b
Telescopio equatoriale di Merz, www.beniculturali.inaf.it, scheda n. 408
GIACCONI Riccardo 1992
G.S. Vaiana Memorial Lecture, in Physics of Solar and Stellar Coronae (Jeffrey F. Linsky & Salvatore Serio, Eds.), pp. 3-18.
HARKNESS, William 1869
"Reports on observations of the total solar eclipse of August 7, 1869", Washington Observations for 1867, Appendix II, pp. 25-96.
HEARNSHAW John B. 1986
The analysis of starlight, Cambridge, Cambridge University Press.
HEARNSHAW John B. 2014
The Analysis of Starlight. Two centuries of astronomical spectroscopy, Cambridge, Cambridge University Press.
HENTSCHEL Klaus, 2002
Mapping the spectrum, New York, Oxford University Press.
HERSCHEL Friedrick Willam 1795
"On the Nature and Construction of the Sun and fixed Stars", Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 85, pp. 46-72.
HORN D'ARTURO G., TAFFARRA L. 1925, Mem. S.A.It. 3, p. 484
HUGGINS William 1864
"On the Spectra of Some of the Nebulae", Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 154, pp. 437-444.
HUGGINS William 1865
"On the Spectrum of the Great Nebula in the Sword-Handle of Orion", Proceedings of the Royal Society of London, 14, pp. 39-42.
HUFBAUER Karl 1991
Exploring the Sun, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
JANSSEN Pierre Jules César 1862
Note sur trois spectroscopes présentés par M. Janssen, "Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences", 55, pp. 576-578.
LEONE Matteo, ROBOTTI Nadia, 2000
"Stellar, Solar and Laboratory Spectra. The History of Lockyer's Proto-elements", Annals of Science, 57 (3), 241-266.
LORENZONI Giuseppe 1871
Lettera a Pietro Tacchini, 19 settembre. ASOP, Fondo Lorenzoni, Corrispondenza Lorenzoni Tacchini.
LORENZONI Giuseppe 1872
"Rapporto del dott. G. Lorenzoni", in CACCIAIORE (ed.) 1872a, pp. 99-106.

LORENZONI Giuseppe 1872
“Osservazioni spettroscopiche sul bordo solare fatte nel R. Osservatorio di Padova durante l’anno 1871”, *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, I, 7-16.

LORENZONI Giuseppe 1873
“Osservazioni sulle righe lucide f e b dello spettro cromosferico solare, e riflessioni sulla visibilità spettroscopica delle immagini monocromatiche quando queste appaariscono progettate sopra uno spettro continuo”, *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, II, pp. 20-37.

LORENZONI Giuseppe, TACCHINI Pietro, SECCHI Angelo 1872
“Bordi solari osservati nei mesi di gennaio, febbraio marzo ed aprile 1872”, *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, I, 118-119.

MEADOWS Arthur J. 1970
Early Solar Physics, Oxford, Pergamon Press Ltd.

MESCHIARI Alberto 2005
Come nacque l’Officina Galileo di Firenze. Gli anni 1861-1870, Atti della Fondazione Giorgio Ronchi, LX, 6, 889-991.

MINIATI Mara 1984
Origini della Specola fiorentina, “Giornale di Astronomia”, 10, 3-4, pp. 209-220.

MIOTTO Enrico, TAGLIAFERRI Giuseppe, TUCCI Pasquale 1989
La strumentazione nella storia dell’Osservatorio Astronomico di Brera, Milano.

MONACO Giuseppe 1990 Lorenzo Respighi and Star Scintillation”, *Memorie della Società Astronomica Italiana*, 61, 4, p. 819.

MONACO Giuseppe 1994
I primi contributi italiani alla spettroscopia astronomica, “Giornale di Astronomia”, 20, 1, pp. 24-31.

MONACO G. 2000
L’astronomia a Roma. Dalle origini al Novecento, p.p 147 sgg., OAR-INAF
OFFICINA GALILEO 1881
Catalogo illustrato degli strumenti grafici, topografici, geodetici, astronomici e idraulici come pure quelli per la marina e la mineralogia,

parte I, Firenze, Tip. e Lit. di G. Carnesecchi e figli.

NOBILE Arminio 1872
Osservazioni sull’eclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870 fatte in Terranova di Sicilia, in CACCIATORE (ed.) 1872a, pp. 121-123.

PIAZZI SMYTH Charles 1872
“Spectroscopic Observations of the Zodiacal Light, in April 1872, at the Royal Observatory of Palermo”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, XXII (8), pp. 277-288.

PIGATTO Luisa 2009
L’Eclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870: la prima spedizione scientifica del nuovo Regno d’Italia, in CHINNICI 2009, pp. 78-81.

PIGATTO Luisa, SALMASO Maurizio, ZANINI Valeria, 2004
“The Lorenzoni-Tacchini Correspondence at Padova Observatory Archives: the ‘True’ History of Italian Astronomy of the Second Half of the Ninetennth Century”, *Journal of Astronomical Data*, 10, 79-92.

PIGATTO Luisa, ZANINI Valeria 2001
“Spectroscopic observations of the 1874 transit of Venus: the Italian party at Muddapur, east India”, *Journal of Astronomical History and Heritage* 4, 43-58.

PROCESSI VERBALI DELLE ADUNANZE DELLA COMMISSIONE NOMINATA DA S.M. 1869
Processi verbali delle adunanze della Commissione nominata da S.M. dietro proposta del Ministero della Pubblica Istruzione con R. Decreto del 1° Luglio del 1869, 1869, ASOC, Attività Scientifica. Corrispondenza scientifica, B. 1, f. 2

RANYARD Arthur C. (ed.) 1879
“Observations made during Total Solar Eclipses”, *Memoirs of the Royal Astronomical Society*, XLI.

REGIO DECRETO COL QUALE È NOMINATA UNA COMMISSIONE PER PROVVEDERE ALLO STUDIO DELL’ECLISSE TOTALE DI SOLE 1869
Regio decreto col quale è nominata una Commissione per provvedere allo studio dell’eclisse totale di Sole, che sarà principalmente visibile in Sicilia nel dicembre 1870, 1869 [Firenze],

Stamperia Reale, ASOP, *Osservatorio Astronomico, Archivio antico*, B. XXI, f. 1

RENDICONTI DEL PARLAMENTO ITALIANO 1869
Rendiconti del Parlamento italiano. Sessione del 1867-1868: dal 22 maggio 1867 al 14 agosto 1869, 1869, 2a ed. uff. riv., vol. XI, Firenze, tipografia eredi Botta.

RESPIGHI Lorenzo 1872
Osservazione dell’eclisse totale del 12 Dicembre 1871 a Poодоocottah nell’Indostan, “Atti della Reale Accademia dei Lincei”, XXV, pp. 163-183.

RIGUTTI Mario 1999
Storia dell’astronomia occidentale: l’universo sfuggente, Firenze, Giunti.

SANTINI Giovanni
Sul progresso degli studii astronomici negli ultimi tempi. Discorso accademico, “Atti dell’I.R. Istituto Veneto di SS. LL.AA.”, s.II, v. IV, app. III, pp. 11-89.

SCARPELLINI C. 1860
Il grande eclisse solare del 18 luglio 1860 osservato da Caterina Scarpellini sul Campidoglio. Con tavola litografata delle immagini del disco solare nei vari digiti di sua eclisse prese fotograficamente dal sig. Marcello Ranzi romano, “Bull. della corrispondenza scientifica di Roma per l’avanzamento delle scienze”, Anno XII, n. 25, Roma, Tip. della R.C.A. (www.archiviocapitolino.it/ita/cd/L/Osservatorio%20Astronomico%20del%20Campidoglio/immagini/07.htm).

SECCHI Angelo 1860
Relazione delle osservazioni fatte in Spagna durante l’eclisse totale del 18 luglio 1860, Roma, Tipografia delle Belle Arti.

SECCHI Angelo 1860-62
Sull’eclisse solare totale osservato in Spagna nel 18 luglio 1860, “Memorie dell’Osservatorio del Collegio Romano”, n.s., vol. II, nn. 5-6.

SECCHI Angelo 1863
“Bull. Met. Coll. Romano”, vol. 2, 105.

SECCHI Angelo 1868
Lettera a Pietro Tacchini, Roma 14 giugno, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, p. 90.

SECCHI Angelo 1870a
Lettera a Pietro Tacchini, Roma 6 ottobre, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, pp. 120-122.

SECCHI Angelo 1870b
Sull’eclisse totale del Sole che avrà luogo ai 22 dicembre 1870: Notizie ed istruzioni, Milano, Dottor Francesco Vallardi.

SECCHI Angelo 1870c
Le Soleil, Paris, Gauthier-Villars.

SECCHI Angelo 1871
Lettera a Pietro Tacchini, Roma 12 luglio, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, pp. 139.

SECCHI Angelo, 1872a
Rapporto del prof. p. Angelo Secchi direttore dell’Osservatorio del Collegio Romano, in CACCIATORE (ed.) 1872a, pp. 13-30.

SECCHI Angelo, 1872b
Lettera a Pietro Tacchini, Roma 28 luglio, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, pp. 213-214.

SECCHI Angelo, 1872c
“Osservazioni sulle protuberanze solari e la loro distribuzione”, *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, I, 33-46.

SECCHI Angelo, 1877
Le Stelle: Saggio di Astronomia Siderale, Milano, Fratelli Dumolard.
SITUAZIONE DEL REGIO NAVIGLIO 1871
Situazione del regio naviglio armato al 20 dicembre 1870, “Rivista Marittima”, 1871, A. IV, 1° semestre, pp. 2621-2628.

SOUTH KENSINGTON MUSEUM, 1877
Catalogue of the special loan collection of scientific apparatus at the South Kensington Museum, third edition, London, Printed by G.E. Eyre and W. Spottiswoode, for H.M. Stationery Office.

TACCHINI Agostino 1872
Osservazioni sull’eclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870, in CACCIATORE (ed.) 1872a, pp. 127-132.

TACCHINI Pietro 1868
Lettera ad Angelo Secchi, Palermo 29 giugno, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, p. 91.

TACCHINI Pietro 1869a
Lettera ad Angelo Secchi, Palermo 29 maggio, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, pp. 98-99.

TACCHINI Pietro 1869b
Lettera ad Angelo Secchi, Palermo 16 agosto, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, pp. 100-102.

TACCHINI Pietro 1870a
Lettera ad Angelo Secchi, Palermo 7 marzo, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, pp. 111-113.

TACCHINI Pietro 1870b
Aurora boreale nelle notti del 24 e 25 ottobre 1870, “Bullettino Meteorologico del R. Osservatorio di Palermo”, VI, 93-94.

TACCHINI Pietro 1871a
Lettera ad Angelo Secchi, Palermo 20 marzo, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, p. 126.

TACCHINI Pietro 1871b
Lettera ad Angelo Secchi, Palermo 29 novembre, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, p. 160.

TACCHINI Pietro 1871c
Lettera a Giuseppe Lorenzoni, Palermo 17 marzo, ASOP, Fondo Lorenzoni, *Corrispondenza Lorenzoni Tacchini*.

TACCHINI Pietro 1871d
Lettera a Giuseppe Lorenzoni, Palermo 19 giugno, ASOP, Fondo Lorenzoni, *Corrispondenza Lorenzoni Tacchini*.

TACCHINI Pietro 1871e
Lettera ad Angelo Secchi, Palermo 19 giugno, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, p. 118.

TACCHINI Pietro 1871f
Lettera a Giuseppe Lorenzoni, Palermo 21 luglio, ASOP, Fondo Lorenzoni, *Corrispondenza Lorenzoni Tacchini*.

TACCHINI Pietro 1872a
Lettera ad Angelo Secchi, Palermo, 27 luglio, in CHINNICI, GASPERINI (eds.) 2013, p. 212.

TACCHINI Pietro 1872b
“Protuberanze solari osservate contemporaneamente a Palermo, Roma e Padova nel luglio ed agosto 1871”, *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, I, pp. 25-32.

TACCHINI Pietro 1872c
“Rapporto del Prof. P. Tacchini”, in CACCIATORE (ed.) 1872a, pp. 433-462.

TACCHINI Pietro 1872d
“Nuova società di spettroscopisti

italiani”, *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, I, pp. 3-6.

TEMPEL Wilhelm, 1885
“Über Nebelflecken nach Beobachtungen angestellt in den Jahren 1876-1879 mit dem Refraktor von Amici”, Abhandlungen der Königlichen Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Folge 7, band 1, Prag.

WOLFSCHMIDT G. 2012
Telescopes made in Berlin: from Carl Bamberg to Askania, in *From Earth-Bound to Satellite: Telescopes, Skills and Networks*, a cura di Alison D. , Morrison-Low A. D. , Dupré S., Johnston S. e Strano G., Leiden, Boston, Brill, p. 183-184.

ZANINI Valeria 2007
Gli strumenti della Specola. Catalogo, in Pigatto Luisa (ed.), *La Specola di Padova. Da torre medievale a museo*, Padova, Signum Editore, pp. 147-174.

ZANINI Valeria 2010
Lo spettroscopio a visione diretta e le ricerche astrofisiche sul finire dell’800 all’Osservatorio Astronomico di Padova, “Giornale di Astronomia”, 1, 13-20.

ZANINI Valeria (in press/in corso di stampa)
“Giuseppe Lorenzoni: l’uomo, l’astronomo e il maestro”, *Atti e Memorie dell’Accademia Galileiana di Scienze Lettere ed Arti in Padova già dei Ricovrati e Patavina*.

ZÖLLNER Johann Karl Friedrich 1865
Photometrische Untersuchungen mit besonderer Rücksicht auf die physische Beschaffenheit der Himmelskörper, Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelman.

finito di stampare nel marzo 2016
per conto di **prismi**
editrice politecnica napoli srl

stampa e allestimento
officine grafiche
francesco giannini & figli spa, napoli

