

ATTI
DELLA
SOCIETÀ DEI NATURALISTI
E MATEMATICI DI MODENA

Vol. LXXXII-LXXXIV
(XXIX-XXXI della Serie VI)



MODENA
SOCIETÀ TIPOGRAFICA MODENESE
ANTICA TIPOGRAFIA SOLIANI

—
1951-1953

CONSIGLIO DI PRESIDENZA

<i>Presidente</i>	Prof. ANTONIO PIGNEDOLI fino al 30 maggio 1952 Prof. ENRICO VANNINI dal 5 febbraio 1953
<i>Vicepresidenti</i>	{ Ing. UBALDO MAGIERA Prof. GIUSEPPE GALLI
<i>Consiglieri</i>	{ Prof. LUIGI BARBANTI SILVA Prof. ALDO CESTARI Prof. ANTONIO BALLI Prof. CARLO RUINI (deceduto nell'anno 1952)
<i>Tesoriere</i>	Prof. DOMENICO GARILLI
<i>Archivista</i>	Prof. ^{ssa} EUGENIA MONTANARO GALLITELLI
<i>Revisori dei conti</i>	{ Prof. MARIANO PIERUCCI Prof. ^{ssa} ANGELINA LEVI

ELENCO DEI SOCI

nel triennio 1951-1953

- Accardi prof. Vincenzo
Agostinelli prof. Cataldo
Aggazzotti prof. Alberto
Aggazzotti prof. Lodovico
Albani prof. Dina
Alessandrini dott. Italo
Anelli prof. Mario
Ansaloni dott. Gianna
Arich dott. Guido
- Baccarani dott. Maria
Baccarani Pignedoli dott. Valeria
Baldi dott. Emilio
Balli prof. Antonio
Balli prof. Ruggero
Balsamo prof. Carlo
Baracchi dott. Paola
Baracchi dott. Pier Paolo
Barbanti Silva prof. Luigi
Barbieri dott. Francesco
Barbieri dott. Giorgio
Bartole dott. Attilio
Beccari Grossi dott. Luisa
Bellanca-Barbolini dott. Anna
Benassati rag. Aldo
Berlingozzi prof. Sergio
Bertacchini Dott. Mario
Bertelli dott. Paola Anna
Bertolani dott. Mario
Bertolini dott. Dino
Bignardi prof. Carlo
Bini ing. Mario
Boggio prof. Tommaso
Bonacini dott. Cesare
Bonacini dott. Mafalda
Bortolotti-Carruccio prof. Emma
Boscadelli dott. Liliana
- Brighenti geom. Giulio
Bruni dott. Giordano
Bulgarelli dott. Angelo
Bulgarelli dott. Erasmo
Buzzi dott. Alberto
- Caffara dott. Ala
Camurri dott. Massimo
Candeli dott. Adele
Carruccio prof. Ettore
Carta-Satta dott. Giovanni
Cattaneo prof. Antonio
Cavani dott. Franco
Cerutti prof. Pietro
Cestari prof. Aldo
Chini arch. Domenico
Chiossi-Tomasetti dott. Elsa
Ciferri prof. Raffaele
Cimini dott. Bruna
Conti dott. Domenico
Coppini dott. Dino
Coppo prof. Mario
Corazza-Paglietti dott. Maria Luisa
Costa dott. Angelina
Costa dott. Enzo
Croatto prof. Ugo
Cuoghi-Costantini prof. Luigia
- Dal Co dott. Laura
De Gaetani prof. Giovannino
De Lorenzi dott. Francesco
De Pietri dott. Carlo
De Pietri Tonelli dott. Pietro
De Salis sig. Rodolfo
Della Casa dott. Bruno
Della Valle ing. Luigi
Di Bella prof. Luigi

Di Noia Cionfiano dott. Raffaellina
Donati dott. Gianna Rosa
Draghetti prof. Alfonso

Falzetti dott. Amleto
Fattori dott. Nino
Favilli prof. Giovanni
Ferrari sig. Vigildo
Ferrarini dott. Riccardo
Fiore dott. Giorgio
Fontana dott. Ermete
Fontanesi dott. Bruno
Forghieri dott. Luigi
Forni dott. Ario
Frascaroli dott. Maria

Galino dott. Lino
Galli prof. Giuseppe
Gallitelli prof. Paolo
Garilli prof. Domenico
Gavioli dott. Ermanno
Giglioli dott. Maurizia
Giordani-Soika prof. Antonio
Giovanardi dott. Laura
Giovetti dott. Gian Luigi
Goldoni dott. Gino
Grazzini dott. Maria
Guareschi prof. Celso
Guidetti dott. Santina

Istituti della Università di Modena:

Istituto di Botanica
Istituto di Chimica Farmaceutica
Istituto di Chimica Generale
Istituto di Fisica
Istituto di Geologia
Istituto di Mineralogia
Istituto di Zoologia
Istituto Matematico
Istituto Sperimentale di Bieticoltura
di Rovigo

Lancellotti dott. Luigia
Lenzi prof. Mario

Leporati dott. Giuseppe
Levi prof. Angelina
Levrini sig. Mario
Ligabue prof. Livio
Lovera prof. Giuseppe

Magenes prof. Enrico
Magiera ing. Ubaldo
Malagoli dott. Laura
Malavolti dott. Fernando
Malvezzi dott. Francesco
Manara prof. Carlo Felice
Mancini dott. Mario
Mantovani dott. Maria Pia
Mansuelli dott. Michele
Marchetti-Bertolani dott. Daria
Marchiò dott. Rosanna
Mayr prof. Giovanna
Milla De Maria dott. Wanda
Molinari dott. Ugo
Montanaro-Gallitelli prof. Eugenia
Montanaro-Girolami dott. Laura
Montessori dott. Pio
Monti dott. Antonio
Mor prof. Carlo Guido
Moscardini sig. Carlo
Musajo prof. Luigi
Muratori dott. Gastone
Muzzioli prof. Leopoldo

Nardini dott. Giacomo
Negodi prof. Giorgio
Negri prof. Domenico

Ognibene dott. Ada
Osima dott. Anna

Pagliani dott. Nino
Pantanelli prof. Enrico
Papoff dott. Carlo
Parisi prof. Ottavio
Pasquini dott. Diego
Pederzini dott. Franco
Perilli-Fedeli dott. Rita

Petrin dott. Vittorio
Piccagliani dott. Carlo
Pierucci prof. Mariano
Pignedoli dott. Anna Maria
Pignedoli prof. Antonio
Pini dott. Graziella
Prati dott. Valentina
Prometti dott. Anna Maria
Protti dott. Proto
Puviani dott. Cesare

Quartieri dott. Clara

Raffi dott. Giorgio
Ramini dott. Margherita
Ranzoli dott. Fulvio
Reggiani dott. Maria Paola
Reggiani dott. Riccardo
Riccoboni prof. Luigi
Righi-Bruzzi dott. Luciana
Rimediotti dott. Ugo
Rodolico prof. Francesco
Roveri dott. Alberta
Rubbiani-Rivaroli dott. Franca
Ruini dott. Carlo

Salvioli dott. Anna
Sambo prof. Ettore
Sandonnino prof. Carlo
Sandri prof. Giovanni
Santarato dott. Renzo
Santoro prof. Antonietta
Serra prof. Giovanni

Spada prof. Alberto
Spadoni dott. Felice
Spampinato dott. Vincenzo

Taibel prof. Alulah
Tardini dott. Lorenzo
Tappi prof. Guido
Tavernari prof. Alberto
Tognoli dott. Umbertina
Toni prof. Guido
Toscani dott. Alba
Tragni dott. Primo
Trombara dott. Carlo
Trovato dott. Gaetano

Vallisnieri prof. Ercole
Vallisnieri dott. Fausta
Vandelli dott. Italo
Vannini prof. Enrico
Vergalli dott. Maria
Veronesi dott. Bice
Vezzani dott. Alba
Vicentini dott. Sergio
Villani dott. Emilio

Zamboni prof. Petronio
Zampighi ing. Antonio
Zanoli dott. Ugo
Zannini prof. Prospero
Zannuccoli ing. Arnaldo
Zoboli dott. Franco
Zoboli dott. Luigi Alberto

ELENCO DEI PERIODICI SCIENTIFICI che arrivano
alla Biblioteca della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena.

ITALIA

- Annali del Museo Civico di Storia Naturale "Giacomo Doria" in Genova.*
- Annuario dell'Istituto e Museo di Zoologia dell'Università di Napoli.*
- Atti dell'Accademia dei Fisiocritici in Siena.* Atti della Sezione Agraria. Studi della Facoltà Medica Senese.
- Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino.* Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali.
- Atti dell'Accademia Ligure di Scienze e Lettere.*
- Atti dell'Accademia Nazionale dei Lincei.* Rendiconti delle Adunanze solenni. Rendiconti della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali.
- Atti dell'Accademia Peloritana dei Pericolanti.* Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali.
- Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano.*
- Atti della Società Toscana di Scienze Naturali residente in Pisa.*
- Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.* Bollettino delle Pubblicazioni Italiane ricevute per Diritto di Stampa.
- Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli.*
- Bollettino della Società Entomologica Italiana.*
- Bollettino della Società Veneziana di Storia Naturale e del Museo Civico di Storia Naturale in Venezia.*
- Bollettino dell'Istituto di Entomologia dell'Università di Bologna.*
- Bollettino dell'Istituto e Museo di Zoologia della Università di Torino.*
- Bollettino del Museo e degli Istituti Biologici dell'Università di Genova.* Sezione di Biologia Animale.
- Commentari dell'Ateneo di Brescia.*

Doriana. Supplemento agli Annali del Museo Civico di Storia Naturale « G. Doria » in Genova.

Giornale dell'Accademia di Medicina di Torino.

I Georgofili. *Atti dell'Accademia dei Georgofili in Firenze*.

Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Parte generale e Atti ufficiali.

Rendiconti della Classe di Lettere e Scienze Morali e Storiche.

Rendiconti della Classe di Scienze Matematiche e Naturali.

Istituto Universitario Navale di Napoli. *Annali pubblicati a cura del Corpo Accademico*.

Memorie della Società Entomologica Italiana.

Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona.

Memorie del Museo di Storia Naturale della Venezia Tridentina.

Rivista di Biologia Coloniale.

ALGERIA

Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord.

ARGENTINA

Anales de la Sociedad Científica Argentina.

Comunicaciones del Instituto Nacional de Investigacion de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Ciencias botànicas, Ciencias Geològicas, Ciencias Zoològicas.

Revista del Instituto Nacional de Investigacion de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Ciencias Botànicas, Ciencias Geològicas, Ciencias Zoològicas.

AUSTRIA

Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien.

Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt.

Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark.

Sitzungsberichte der Oesterreichische Akademie der Wissenschaften.

Math. Naturwiss. Klasse. Abt. I: Biologie, Mineralogie, Erdkunde und verwandte Wissenschaften.

Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt.

BELGIO

- Annales de la Société Royale de Zoologie de Belgique.*
Annuaire de l'Académie Royale de Belgique.
Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique.
Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique.
Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège.
Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège.

BRASILE

- Arquivos do Instituto Biologico do Sao Paulo.*
Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
Arquivos do Serviço Florestal de Rio de Janeiro.
Boletim do Instituto de Quimica Agricola.
Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro.
Rodriguésia. Revista do Jardim Botânico de Rio de Janeiro.

CANADÀ

- Canadian Journal of Mathematics.*
Le Naturaliste Canadien.
Proceedings of the Royal Canadian Institute. Series III A.
Transactions of the Royal Canadian Institute.

CECOSLOVACCHIA

- Casopis Ceskoslovenske Spelecnosti Entomologické. Acta Societatis
Entomologicae Cechosloveniae.*

CUBA

- Revista de la Sociedad Cubana de Ciencias Fisicas y Matematicas.*

DANIMARCA

- Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening i Ko-
benhavn.*

EGITTO

- Bulletin de la Société Fouad I^{er} d'Entomologie.*

FINLANDIA

Acta Botanica Fennica.

Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica.

Acta Zoologica Fennica.

Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica.

FRANCIA

Bulletin de la Société des Amis des Sciences Naturelles et du Muséum de Rouen.

Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Colmar.

Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse.

Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne.

Bulletin de la Société Scientifique de Bretagne. Sciences Mathématiques, Physiques et Naturelles.

Bulletin de la Station Biologique d'Arcachon. Compte-Rendus Administratifs et Travaux des Laboratoires de l'Institut de Biologie Marine de l'Université de Bordeaux.

Bulletin Scientifique de Bourgogne.

Memoires de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne.

GERMANIA

Beiträge zur Entomologie. Deutsches Entomologisches Institut der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.

Beiträge zur Naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland.

Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde.

Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin.

Natur und Volk. Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft.

Nova Acta Leopoldina. Abhandlungen der Deutschen Akademie der Naturforscher (Leopoldina) zu Halle - Saale.

Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig - Holstein.

GIAPPONE

Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series I. Mathematics.

Memoirs of the College of Science, University of Kyoto. Series B.

Memoirs of the Faculty of Science, Kyusyu University. Series A: Mathematics.

Nagoya Mathematical Journal.

The Yokohama Mathematical Journal.

Tôhoku Mathematical Journal.

GRAN BRETAGNA

Proceedings of the Royal Phisical Society of Edinburgh.

Proceeding of the Royal Society of Edinburgh. Section B (Biology).

ISRAELE

Bulletin of the Independent Biological Laboratories, Kefar-Malal, P.O.

JUGOSLAVIA

Bulletin de l'Académie Serbe des Sciences. Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Sciences Naturelles.

Glasnik Bioloske Sekcije. Periodicum Biologorum.

KENIA

Journal of the East Africa Natural History Society.

MESSICO

Anales del Instituto de Geologia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico.

OLANDA

Acta Physiologica et Pharmacologica Neerlandica.

Archives du Musée Teyler.

Archives Néerlandaises de Zoologie.

POLONIA

Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences. Classe II.

Bulletin International de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles, Série A: Sciences Mathématiques; Série B: Sciences Naturelles.

Comptes Rendus Mensuels des Séances de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Académie Polonaise des Sciences et des Lettres.

Mémoires de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Série A: Sciences Mathématiques; Série B: Sciences Naturelles.

Starunia. Polska Akademia Umiejetnosci.

PORTOGALLO

Anais da Faculdade de Ciências do Porto.

Memórias e Estudos do Museo Zoologico da Universidade de Coimbra.

STATI UNITI D'AMERICA

Annals of the Missouri Botanical Garden.

Annual Report of the Smithsonian Institution.

Connecticut Academy of Arts and Sciences. Memoirs. Transactions.

Cornell University Agricultural Experiment Station. Bulletin. Memoirs.

Illinois Biological Monographs.

Lloydia. A Quarterly Journal of Biological Science.

Notulae Naturae. Academy of Natural Sciences of Philadelphia.

Nuclear Science Abstracts. United States Atomic Energy Commission.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia.

Proceedings of the United States National Museum.

United States National Museum. Bulletin.

University of California Publications in Botany, in Entomology, in Zoology.

SVEZIA

Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala. Research Work published in Sweden.

SVIZZERA

Bulletin da la Société Neuchateloise des Sciences Naturelles.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles.

Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles.

Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern.

Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.

VENEZUELA

Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela.

PROCESSI VERBALI
DELLE ADUNANZE

—
Anni 1951-1953
—

Adunanza del 7 febbraio 1951, ore 17 (Aula delle Conferenze dell'Università).

Presiede il Prof. Luigi Musajo.

Sono presenti i Soci: Pierucci, Coppini, Lenzi, Pignedoli, Mantovani, Lancellotti, Bonacini, Bertolani, Bertolani-Marchetti, Moscardini, Goldoni, Donati, Cattaneo, Perilli-Fedeli, Pini, Barbanti Silva, Santoro, Croatto, Riccoboni, Papoff, Arich, Cestari, A. M. Pignedoli, Garilli, Ruini, Boscadelli, De Maria, Roveri, Levi, Santarato, Reggiani, De Pietri.

Vengono proposti ed accolti quali nuovi Soci i Sigg. Dott.ri Pier Paolo Baracchi e Riccardo Cameroni (presentati dal Prof. Spada e dal Dott. Coppini), Sig.ra Gianna Rosa Donati (presentata dai Proff. Gallitelli e Bertolani).

Si passa quindi alle comunicazioni poste all'ordine del giorno:

M. PIERUCCI: *Sorgenti-spettrografiche Roentgen.*

U. CROATTO: *Contributo alle tecniche di indagine Roentgenografica sulle strutture dei cristalli.*

A. PIGNEDOLI: *Sulle equazioni differenziali del campo mesonico.*

M. LENZI: *La produzione di fasci di raggi Roentgen convergenti in profondità. Le soluzioni del problema.*

G. GOLDONI: *Problemi sulla propagazione delle onde elettromagnetiche in cavi.*

Adunanza del 17 aprile 1951, ore 17 (Aula delle Conferenze dell'Università).

Presiede il Prof. Luigi Musajo.

Sono presenti i Soci: Donati, Moscardini, Ferrarini, Bertolani, Gavioli, Prati, Cameroni, Baracchi, Spada, Pini, Santorato, Ruini, Balli, Negri, Cattaneo, Magiera, Perilli-Fedeli, Bertolani-Marchetti, Pignedoli, Bonacini, Barbanti Silva, Ansaloni, Roveri, Barbieri, Garilli, Coppini, Cestari, Pierucci, Ferrari, Levi, Rimediotti, De Maria, Protti, Veronesi, Trovato, Montanaro-Gallitelli, Mantovani.

Il presidente passa subito all'ordine del giorno facendo una breve relazione sull'attività svolta in seno alla Società nel triennio 1948-49-50 e ringrazia per la fiducia a Lui concessa dai Soci.

Il Prof. Mariano Pierucci interpreta il pensiero dei Soci ringraziando a sua volta il Presidente e dicendosi spiacente che lasci la carica.

Prende quindi la parola il Tesoriere, Prof. Domenico Garilli, che fa la relazione sul bilancio, attivo.

Successivamente il Presidente passa al secondo argomento all'ordine del giorno, cioè: Elezioni del Presidente e delle altre cariche. Dopo aver dato lettura degli articoli dello Statuto che riguardano questa parte, si passa alla nomina di due scrutatori nelle persone del Prof. L. Barbanti Silva e della Signora Dott. R. Perilli-Fedeli.

Risultano presenti 38 Soci, tutti regolarmente iscritti.

Le votazioni danno i seguenti risultati: Votanti 38.

Voti raccolti per le singole cariche:

PRESIDENTE

G. Negodi	32
M. Pierucci	3
A. Pignedoli	2

VICE-PRESIDENTE

M. Magiera	23	A. Cattaneo	3
A. Pignedoli	12	M. Bertolani	2
A. Cestari	10	F. Malavolti	2
M. Pierucci	9	D. Garilli	2
L. Barbanti Silva	4	C. Bonacini	2

A. Levi	1	A. Balli	1
C. Ruini	1	G. De Gaetani	1

CONSIGLIERI

L. Barbanti Silva	17	A. Cestari	16
A. Balli	16	C. Ruini	15
A. Spada	13	M. Pierucci	11
C. Bonacini	10	V. M. De Maria	8
A. Levi	5	R. Santorato	5
E. Gallitelli-Montanaro	4	A. Cattaneo	4
M. Bertolani	4	M. Magiera	3
D. Negri	3	B. Veronesi	2
M. Croatto	2	A. Pignedoli	2
D. Garilli	2	L. Musajo	1
D. Coppini	1	G. Galli	1
G. Negodi	1	A. Bartole	1
L. Riccoboni	1		

TESORIERE

D. Garilli	30	M. Magiera	1
C. Moscardini	4	G. Trovato	1
L. Barbanti Silva	2		

ARCHIVISTA

E. Montanaro-Gallitelli	25	R. Perilli-Fedeli	1
D. Bertolani-Marchetti	3	A. Pignedoli	1
G. Goldoni	1	A. Levi	1
A. Spada	1	C. Bonacini	1

REVISORI DEI CONTI

M. Pierucci	9	G. Pini	2
A. Levi	9	V. Prati	2
L. Riccoboni	8	E. Gavioli	2
M. Lenzi	5	A. Spada	2
A. Cestari	5	C. Bonacini	2
M. Bertolani	4	M. Rimediotti	1
L. Barbanti Silva	4	A. Aggazzotti	1
D. Coppini	4	P. Protti	1
A. Cattaneo	3	A. Roveri	1
M. Croatto	3	R. Perilli-Fedeli	1
G. Galli	2		

In base alle votazioni il Consiglio di Presidenza risulta così costituito:

<i>Presidente:</i>	prof. G. Negodi
<i>Vice-Presidente:</i>	ing. M. Magiera prof. A. Pignedoli
<i>Consiglieri:</i>	prof. L. Barbanti Silva prof. A. Cestari prof. A. Balli dott. C. Ruini
<i>Tesoriere:</i>	prof. D. Garilli
<i>Archivista:</i>	prof.ssa E. Montanaro-Gallitelli
<i>Revisori dei conti:</i>	prof. M. Pierucci prof.ssa A. Levi

Adunanza del 4 luglio 1951, ore 17 (Aula delle Conferenze dell'Università).

Presiede il Vice-Presidente Prof. Antonio Pignedoli.

Sono presenti i Soci: Pignedoli, Magiera, Galli, Bonacini, A. M. Pignedoli, Perilli-Fedeli, Cattaneo, Croatto, Riccoboni, V. Baccarani-Pignedoli, Rimediotti, Levi, Ansaloni, Rubbiani, Veronesi, Pierucci, Boscadelli, Roveri, Garilli.

Vengono proposti ed accolti quali nuovi Soci i Sigg.: Prof. Giovanni Sandri (presentato dai proff. Pierucci e Bonacini), Dott. U. Zanoli (presentato dai proff. Garilli e Pignedoli).

Successivamente si procede alla nomina del Presidente: presenti 19.

Elezioni del Presidente:

Prof. Antonio Pignedoli	voti 16
Prof. Mariano Pierucci	» 1
Schede bianche	» 2

Elezioni del Vice-Presidente al posto del Prof. Pignedoli:

Prof. Galli	voti 16
Schede bianche	» 2

Il Prof. Pignedoli ringrazia i Soci per la fiducia accordatagli e saluta il Prof. G. Galli nominato Vice-Presidente.

Si procede alle comunicazioni scientifiche:

G. SANDRI: *Sui principi di Elettrologia.*

Adunanza del 19 ottobre 1951, ore 17 (Aula delle Conferenze dell'Università).

Presiede il prof. A. Pignedoli.

Sono presenti i Soci: Bonacini, Barbanti Silva, Perilli-Fedeli, De Pietri, Ruini, Ansaloni, Roveri, Rubbiani, Cattaneo.

Viene proposta ed accolta quale nuova Socia la Sig.na A. Osima (presentata dai Proff. Pierucci e Pignedoli).

Dopo di che il Presidente ha commemorato l'opera scientifica del grande fisico A. Sommerfeld.

Successivamente si è passati alle comunicazioni scientifiche:

M. PIERUCCI: *Osservazioni sull'eclissi di sole del 1° settembre 1951.* —

V. BACCARANI-PIGNEDOLI e F. RUBBIANI: *Su alcuni problemi di dinamica del punto.*

A. ROVERI: *Considerazioni su un problema diffusivo della fisica-matematica.*

A. PIGNEDOLI: *Sulla dinamica relativistica di una particella libera di muoversi in un assegnato campo di forza.*

Adunanza del 30 maggio 1952, ore 17 (Aula delle Conferenze dell'Università).

Presiede il Prof. A. Pignedoli.

Sono presenti i Soci: Pignedoli, Magiera, Pierucci, Sandri, Cattaneo, Baccarani-Pignedoli, Bonacini, Balsamo, De Pietri, Goldoni, Ansaloni, Osima, Perilli-Fedeli, Prometti, Rubbiani.

Il Presidente commemora il Prof. C. Ruini consigliere della Società da poco scomparso.

Inoltre, si rammarica che dalla sua elezione a presidente non sia stato più possibile riunire in adunanza i Soci della Società. Erano presenti solamente il Prof. Magiera e i rappresentanti degli Istituti di Fisica e Matematica.

Trovandosi il Presidente a presiedere tre Società Scientifiche e non potendo dare opera proficua per il buon andamento di tutte, dà le dimissioni da Presidente e spera che l'Università di Modena non lasci sciogliere questa Società che ha tanti anni di vita.

Il Prof. Pignedoli consegna tutto in mano al Prof. Ubaldo Magiera, vice Presidente della Società, sperando che la nomina a Presidente sia a lui confermata.

Vengono di poi presentati per la nomina a nuovi Soci il Prof. Lovera e il Dott. Forni (presentati dai Proff. Bonacini e Pierucci).

Dopo di ché si procede alle comunicazioni scientifiche:

Prof. A. PIGNEDOLI: *Su alcuni problemi dei moti di particelle veloci; sul problema della brachistocronia.*

Prof. G. GOLDONI: *Sul moto di un elettrone veloce.*

Prof. G. GOLDONI: *Sistemi dinamici corrispondenti.*

Prof. G. GOLDONI: *Sulla propagazione di onde elettromagnetiche.*

Adunanza del 5 febbraio 1953, ore 17 (Aula delle Conferenze dell'Università).

Presiede il Vice-Presidente Ing. U. Magiera.

Sono presenti i Soci: Balboni, Barbanti Silva, Perilli, Bertolani, Bonacini, Cattaneo, Croatto, De Pietri, Levi, Lovera, Magiera, Malavolti, Montanaro-Gallitelli, Moscardini, Pignedoli, Riccoboni, Righi-De Pietri, Vannini, Veronesi, Garilli.

Il Vice-Presidente prospetta le condizioni attuali della Società.

Il Prof. Pignedoli propone l'accettazione di lavori in collaborazione e maggiore elasticità nelle pubblicazioni senza preoccupazioni di equilibrio nelle varie materie.

Il Dott. Malavolti si associa: approvazione a grande maggioranza.

Si apre una discussione alla quale partecipano il Prof. Croatto, il Prof. Pignedoli, l'Ing. Magiera e la Prof.ssa Montanaro-Gallitelli, il Dott. Malavolti e il Prof. Vannini.

Si conclude che gli Atti debbono servire a diffondere la conoscenza del lavoro scientifico locale in Italia e all'estero e tra le persone colte del luogo; a permettere una ricca serie di cambi (attualmente circa 160); a facilitare l'ammissione dei giovani del campo scientifico. La pubblicazione è una voce che l'Università di Modena non deve perdere.

Viene effettuata la proposta a nuovo Socio del Prof. Enrico Van-

nini (presentato dal Prof. Bertolani e dal Sig. Moscardini): la proposta viene accolta.

Si procede quindi alla votazione per la designazione del Presidente.

Soci votanti n. 20.

Risultati della votazione:

Prof. E. Vannini	voti 14
Prof. Lovera	» 3
Prof. Barbanti Silva	» 2
Prof. Pignedoli	» 1

Viene quindi eletto a Presidente il Prof. Enrico Vannini.

Dopo brevi parole di ringraziamento del nuovo Presidente, il Prof. Garilli svolge la relazione della situazione finanziaria.

Segue una discussione sulla sistemazione dei cambi, alla quale partecipano i proff. Barbanti, Montanaro-Gallitelli, Vannini e Riccoboni: viene deliberata la consegna a breve scadenza alla Biblioteca Estense.

Viene riconosciuta la necessità di una commissione di redazione degli Atti.

Il Presidente convoca i Soci per il giorno 26 febbraio 1953 per la nomina della Commissione di Redazione degli Atti.

Adunanza del 26 febbraio 1953, ore 17 (nell'aula dell'Istituto di Mineralogia).

Alla presidenza il Prof. Vannini.

Sono presenti i Soci: Ansaloni, Bertolani, Cattaneo, Ferrarini, Garilli, Malavolti, Moscardini, Negri, Osima.

Il Presidente dà lettura di una lettera di dimissione dei Soci Prof. Carruccio e Prof. Bortolotti, trasferitisi a Torino. Le dimissioni vengono accettate.

Viene presentato a nuovo Socio il Prof. Manara (presentato dai Soci Prof. Cattaneo e Rubbiani). La richiesta è accolta all'unanimità.

Si procede all'esame della situazione venutasi a creare con l'elezione del Presidente a un anno dalla scadenza dell'attuale Consiglio. I Soci Malavolti, Bertolani, Manara, propongono che il nuovo Presidente, a parziale modifica di quanto verbalizzato nella seduta precedente, sia da considerarsi in funzione di reggente fino al rinnovo delle

cariche sociali, con possibilità di essere confermato nella presidenza per il nuovo triennio. La proposta viene approvata all'unanimità per alzata di mano.

Il Presidente espone la necessità di istituire un Comitato di Redazione degli Atti. Il Socio Negri approva la proposta del Presidente e suggerisce di aggiungere un comma in proposito allo Statuto. Il Socio Manara non ritiene necessario modificare lo Statuto e afferma che possono essere consultate, per l'esame dei lavori presentati, anche persone all'infuori dei Soci. Il Prof. Vannini e il Prof. Negri consigliano di nominare un Comitato fisso. Il Prof. Manara consiglia di sentire il parere anche dei Soci non presenti.

Viene stabilito infine che venga istituito un Comitato di Redazione degli Atti da eleggersi nella prossima Assemblea, scegliendo i membri preferibilmente tra i titolari di Cattedra dell'Università.

Si stabilisce infine, con voto unanime, di portare a L. 500 la quota sociale annuale per i singoli e a L. 1000 per gli Enti ed Istituti.

Alle ore 18,15 la seduta è tolta.

Adunanza del 29 aprile 1953, ore 17 (nell'Aula delle Conferenze dell'Università).

Presiede il Presidente Prof. Enrico Vannini.

Sono presenti i Soci: Pierucci, Gallitelli, Gallitelli-Montanaro, Lovera, Manara, Tappi, Croatto, Bertolani, Rimediotti, Sandri, Garrilli, Moscardini, Balli, Bonacini, Barbanti-Silva, Rubbiani, Perilli-Fedeli, Cattaneo, Magiera, Roveri.

Vengono proposti come nuovi soci il Prof. Enrico Magenes (presentato dai soci Pierucci e Manara), ed i dottori Anna Bellanca, Maria Paola Reggiani e Fulvio Ranzoli (presentati dai soci Vannini e Balli). Le proposte vengono accettate all'unanimità dai presenti. I nuovi soci partecipano alla seduta.

Il Presidente sceglie come segretario il socio Dott. Fulvio Ranzoli, che assume subito la sue funzioni.

Il Presidente pone in discussione fra i presenti la proposta, già avanzata nella adunanza precedente (del 26 febbraio 1953), di nominare un « Comitato di Redazione degli Atti », cui sottoporre di volta in volta, per l'approvazione, le Note o le Memorie che i soci intendono pubblicare. La proposta viene accettata. Il Presidente propone i seguenti nominativi per il Comitato stesso: Prof. Paolo Galli-

telli (per la Mineralogia e la Geologia), Prof. Carlo Felice Manara (per la Matematica), Prof. Giorgio Negodi (per la Biologia vegetale), Prof. Mariano Pierucci (per la Fisica), Prof. Luigi Riccoboni (per la Chimica) e Prof. Enrico Vannini (per la Biologia animale). I presenti si associano e la proposta viene pertanto accettata all'unanimità.

Si dà inizio alla parte scientifica dell'adunanza. Vengono svolte le seguenti comunicazioni:

M. BERTOLANI: *I giacimenti cupriferi dell'Appennino Modenese. Ricerche microscopiche a luce riflessa.*

G. LOVERA: *Sull'andamento diurno dell'intensità della radiazione cosmica ad Abisko.*

G. MAYR: *Nuove possibilità nell'analisi per attivazione mediante le emulsioni nucleari.* (letta dal Socio M. Pierucci).

A. CICCONE: *Luminescenza di soluzione e di un miscuglio di soluzioni per effetto di raggi γ .* (letta dal Socio M. Pierucci).

U. RIMEDIOTTI: *Calcolo dell'errore quadratico medio con l'impiego di carte graduate monoparaboliche.*

U. RIMEDIOTTI: *Costruzione di un abaco psicrometrico a riporto.*

G. SANDRI: *Brevi appunti sulla storia relativa alla mia nota dal titolo « Sui principi di elettrologia » comunicata alla Società dei Naturalisti e Matematici di Modena il 4 Luglio 1951.*

La seduta è tolta alle ore 19,15.

Adunanza del 20 luglio 1953, ore 18 (nell'Aula dell'Istituto di Zoologia dell'Università).

Presiede il Presidente Prof. E. Vannini.

Sono presenti i Soci: Gallitelli, Montanaro-Gallitelli, Tappi, Magiera, Barbanti Silva, Spada, Cattaneo, Malavolti, Bonacini, Veronesi, Perilli-Fedeli, Rimediotti, Balli, Levi, Manziani-Andreoli, Tacoli, Roveri. Funge da Segretario la Dott. Alberta Roveri.

Vengono svolte le seguenti comunicazioni scientifiche.

E. MONTANARO-GALLITELLI: *Organizzazione e scopi del laboratorio micropaleontologico nell'Istituto di Geologia di Modena.*

E. MONTANARO-GALLITELLI: *Rinvenimento di una difesa di « Elephas antiquus » nel Reggiano.*

U. RIMEDIOTTI: *Abaco a riporto per operazioni di controllo statistico della qualità.*

A. SPADA: *Sui pigmenti del polline di « Acacia dealbata ».*

Prendono la parola, sulle comunicazioni della Prof. Montanaro-Gallitelli i Proff. Vannini e Malavolti; e su quella del Prof. Spada i Prof. Gallitelli e Vannini.

Il Presidente riferisce ai Soci sulla necessità di un riordinamento della Biblioteca della Società e dà notizia della ripresa degli scambi delle pubblicazioni con altre Società ed Accademie nazionali e straniere.

La seduta è tolta alle ore 19,30.

COMUNICAZIONI

Ricerche sui prodotti di trasformazione del triptofano nell'uomo (*)

Dalle urine di un malato in seguito a somministrazione di g 5 di triptofano « per os » siamo riusciti ad isolare pochi milligrammi di acido 3-ossiantranilico, sicuramente identificato attraverso l'analisi dell'estere metilico, p. f. 93°, e per confronto di questo con un campione autentico di sostanza sintetica. L'acido 3-ossiantranilico deriva come è noto dal triptofano, attraverso la 3-ossichinurenina, ed è considerato come termine intermedio nella biosintesi dell'acido nicotinico.

Il risultato che abbiamo sopra riferito apre la via a molte ricerche prevedibilmente interessanti alle quali ci stiamo già dedicando.

(*) Dall'Istituto di Chimica Farmaceutica dell'Università di Modena, diretto dal Prof. Luigi Musajo.

Semplificazione del metodo di Musajo e Coppini per la determinazione degli acidi chinurenico e xanturenico nell'urina (*)

Da lungo tempo ci occupiamo in questo Istituto della determinazione di piccole quantità degli acidi chinurenico e xanturenico e su tale argomento sono già state fatte alcune comunicazioni (1).

Nel loro complesso queste ricerche hanno condotto ad un metodo messo a punto da L. MUSAJO e D. COPPINI, apparso nel mese di gennaio 1951 della rivista «*Experientia*» (2). I dati analitici che si ottengono sono buoni, ma il procedimento presenta una certa complessità e laboriosità; pertanto è subito nato il problema di semplificare il metodo stesso, allo scopo di renderlo più rapido e quindi più facilmente applicabile, soprattutto alle urine, che sono il materiale nel quale più frequentemente si esegue la determinazione.

La modifica ha dato preliminarmente buoni risultati, cioè valori concordanti con quelli calcolati e con quelli trovati con il metodo MUSAJO-COPPINI.

Nella presente comunicazione riferisco come mi sia stato possibile avere buoni risultati determinando non solamente l'acido xanturenico direttamente nelle urine (procedimento già applicato da vari ricercatori, CHIANCONE e Coll., soprattutto nei laboratori clinici (3)), ma anche operando la purificazione mediante ossidazione permanganica, preventivamente necessaria per ottenere l'acido chinurenico allo stato di sufficiente purezza, sulla stessa soluzione che ha servito per la determinazione dell'acido xanturenico. Si ha così il vantaggio

(*) Dall'Istituto di Chimica Farmaceutica dell'Università di Modena, diretto dal Prof. Luigi Musajo.

(1) L. MUSAJO, D. COPPINI, «*Atti Soc. Nat. Mat. Modena*», 73 118, (1947); L. MUSAJO, D. COPPINI e M. MANCINI, *idem*, 79 70, (1948); L. MUSAJO e D. COPPINI, in corso di stampa su «*Mikrochemie*».

(2) 7, 20, (1951).

(3) vedi F. M. CHIANCONE, «*Acta Vitam.*», 4, 193, (1950).

rispetto al metodo originale di evitare due estrazioni, una con alcole isoamilico e la successiva con soluzione di bicarbonato sodico.

Il procedimento semplificato può essere così precisato:

A) Alcuni cm^3 di urina (3-6 secondo la disponibilità e secondo il contenuto dei due acidi, dei quali sono necessari non meno di 200 Mg) vengono introdotti in un palloncino tarato da cm^3 5 o 10; si aggiungono cm^3 0,4 di soluzione all'1% di sale di Mohr, si porta a volume con soluzione di bicarbonato sodico all'1%. Si agita, si lascia in riposo per 5 minuti e se la soluzione colorata in verde non risulta perfettamente limpida si filtra per doppio filtro e si esegue la lettura (fotometro di Pulfrich, filtro S 61, pendenza del diagramma di taratura 1/0,95; liquido di confronto: un uguale volume della stessa urina portata con bicarbonato a cm^3 5 o 10, filtrando se necessario). Il calcolo si esegue nel modo solito: il logaritmo negativo della trasparenza per 1 cm di spessore moltiplicato per 0,95 dà i mg di acido xanturenico contenuto nel volume di urina esaminata.

B) Della soluzione precedente, colorata in verde, se presente acido xanturenico (ricuperando anche quella contenuta nella vaschetta fotometrica), se ne preleva un volume noto (cm^3 4-8) mediante pipetta al decimo di cm^3 , si aggiungono cm^3 5-6 di permanganato potassico all'1% o anche di più (fino a colorazione rossa persistente), si agita, si lascia in riposo per 5 minuti, si riduce l'eccesso di permanganato con bisolfito sodico, si centrifuga, si acidifica la soluzione a pH 1,5-2 con acido cloridrico 2N, si estrae meccanicamente tre volte rispettivamente con cm^3 10, poi 5 e 5 di alcole iso-amilico per 10 minuti la prima volta e 5 le successive; gli estratti amilici riuniti e seccati su solfato sodico anidro, vengono distillati nel vuoto e sul residuo si esegue la reazione con cm^3 1 di ossicloruro di fosforo e mg 50 di pentacloruro di fosforo (ebollizione a ricadere per 15 minuti su microfiama); al liquido raffreddamento si aggiunge chinolina pura (cm^3 0,1) e dopo 1-2 minuti si riprende con alcole etilico di 95° usando molta precauzione e sotto cappa.

La soluzione colorata in rosso, portata con alcole a volume di cm^3 25, viene valutata al fotometro di Pulfrich, filtro S 47, pendenza del diagramma di taratura 1/0,68; liquido di confronto le stesse quantità dei vari reattivi.

Il calcolo si esegue nel modo solito, tenendo presenti le diluizioni. Il logaritmo negativo della trasparenza per 1 cm di spessore moltiplicato per 0,68, dà i mg di acido chinurenico contenuto nel volume di urina esaminata.

Sulla ricerca degli acidi chinurenico e xanturenico nel sangue (*)

L. MUSAJO e D. COPPINI hanno recentemente pubblicato (1) il loro metodo di determinazione di piccole quantità degli acidi chinurenico (acido 4-ossichinolin-2-carbonico) e xanturenico (acido 4-8-diossichinolin-2-carbonico), sostanze che rivestono, come è noto, grande importanza quali prodotti di trasformazione in « vivo » del triptofano (2).

Il metodo è applicabile per la valutazione del contenuto rispettivo in miscele dei due acidi, a soluzioni che li contengono ed alle urine.

Poichè per la sperimentazione in questo campo può essere interessante la ricerca nel sangue dei due acidi ossichinolin-carbonici, ho studiato questa estensione del metodo stesso. I tentativi effettuati per arrivare a risultati soddisfacenti sono stati numerosi ed hanno condotto ad un procedimento che consente di determinare con buon accordo quantità comprese fra 0,6 e 3 mg di ciascuno dei due acidi aggiunti a siero di sangue.

Il procedimento che mi ha dato i risultati migliori è il seguente:

Con pipetta tarata al decimo di cm^3 si misurano cm^3 1-3 di siero di sangue contenente quantità note di acido chinurenico e xanturenico (portati in soluzione con bicarbonato sodico) e si fanno colare goccia a goccia e agitando in pallone da cm^3 100 a collo smerigliato contenente cm^3 20 di una miscela a volumi uguali di acetone secco e alcole etilico assoluto; si ha abbondante precipitato bianco fioccoso.

Si acidifica a pH 1,5-2 (cartina indicatrice) con qualche goccia di acido cloridrico 2N, si adatta il pallone ad un refrigerante a ricadere con smerigliatura corrispondente e si fa bollire a b. m. per 15

(*) Dall'Istituto di Chimica Farmaceutica dell'Università di Modena, diretto dal Prof. Luigi Musajo.

(1) *Experientia*, 7, 20 (1951).

(2) vedi L. MUSAJO, *I composti chinolinici prodotti nel ricambio animale*, « *Atti Soc. Nat. Mat. Modena* », 77, 14, (1946).

minuti. Si travasa quantitativamente liquido e precipitato in tubo da centrifuga (3,5 x 10 cm), si centrifuga per 2-3 minuti, quindi il liquido limpido sovrastante al precipitato viene decantato in pallone da distillazione da cm³ 150. Si riporta il precipitato nel pallone di ebollizione lavando complessivamente con cm³ 15 di miscela alcole-acetone. Si acidifica nuovamente con acido cloridrico a pH 1,5-2, quindi si fa ancora bollire per 10 minuti, ripetendo poi, come la prima volta, la centrifugazione.

Il trattamento del precipitato all'ebollizione viene ripetuto ancora due volte con cm³ 15 di miscela e per 10 minuti ogni volta, acidificando sempre a pH 1,5-2.

Il pallone contenente gli estratti riuniti si adatta ad un refrigerante a raccordo per distillazione e si distilla nel vuoto su b. m. bollente fino a secco. Si riprende il residuo con soluzione acquosa di bicarbonato sodico all'1%, si agita, si lascia in riposo per 5 minuti in modo che gli acidi chinurenico e xanturenico passino in soluzione, si travasa quantitativamente in palloncino tarato da cm³ 20 e quindi si lava ripetutamente il pallone di distillazione con la soluzione di bicarbonato fino a raggiungere il volume indicato (soluzione A).

Da questo punto in poi si segue l'identico procedimento già descritto nel citato lavoro di MUSAJO e COPPINI.

Per la determinazione dell'acido xanturenico, cm³ 8 della soluzione A si trattano in palloncino da cm³ 10 con cm³ 0,4 di soluzione all'1% di sale di Mohr e si porta a volume con bicarbonato all'1%; dopo cinque minuti si filtra e si esegue la lettura (fotometro di Pulfrich, filtro S 61, pendenza del diagramma di taratura 1/0,95; liquido di confronto: acqua). Il calcolo si esegue nel modo solito: il logaritmo negativo della trasparenza per 1 cm di spessore moltiplicato per 0,95 dà i mg di acido xanturenico contenuti nel volume di siero esaminato, tenendo naturalmente conto delle diluizioni.

Per l'acido chinurenico cm³ 10 della soluzione A si aggiungono di cm³ 1 di idrato sodico N/1 e cm³ 5 di permanganato potassico N/10; dopo 5 minuti si riduce con bisolfito sodico l'eccesso di permanganato, si centrifuga, si acidifica il liquido a pH 1,5-2 con acido cloridrico 2N e si estrae tre volte con alcole iso-amilico, rispettivamente con cm³ 10, poi 5 e 5, per 10 minuti ogni volta, impiegando un agitatore meccanico.

L'estratto amilico, seccato su solfato sodico anidro viene distillato nel vuoto ed il residuo fatto reagire all'ebollizione per 15 minuti

con cm^3 1 di ossicloruro di fosforo e mg 50 di pentacloruro di fosforo. Dopo raffreddamento si aggiungono cm^3 0,1 di chinolina e, dopo 1-2 minuti, con grande precauzione, alcole etilico. Si travasa la soluzione rossa in palloncino da cm^3 25, si porta a volume con alcole e si esegue la lettura (fotometro di Pulfrich, filtro S 47, pendenza del diagramma di taratura 1/0,68; liquido di confronto: le stesse quantità dei vari reattivi, naturalmente acido chinurenico escluso). Il calcolo si esegue nel modo solito, tenendo presente le diluizioni: il logaritmo negativo della trasparenza per 1 cm di spessore moltiplicato per 0,68 dà i mg di acido chinurenico contenuto nel volume di siero esaminato.

Riporto qui di seguito i risultati di n. 5 determinazioni (siero di sangue umano cm^3 3):

	pesato mg/ cm^3 di siero	trovato mg per cm^3 di siero
Acido chinurenico	0,290	0,243
» xanturenico	0,199	0,185
Acido chinurenico	0,337	0,326
» xanturenico	0,250	0,228
Acido chinurenico	0,797	0,765
» xanturenico	0,738	0,714
Acido chinurenico	0,953	0,889
» xanturenico	0,830	0,777
Acido chinurenico	0,973	0,913
» xanturenico	0,934	0,888

* * *

Applicando questo metodo a siero di sangue sia umano sia di animali nelle cui urine gli acidi chinurenico e xanturenico erano presenti mai è stato possibile ritrovarli.

Le esperienze sono state fatte:

1) - Su sangue umano prelevato:

a) dopo 12 ore dalla somministrazione di g 5 di l-triptofano per os.

b) dopo 24 ore.

Nelle urine delle 24 ore dello stesso soggetto erano contenuti:

Acido chinurenico	mg 101,65
» xanturenico	» 156,46

2) - Su sangue umano prelevato da altro soggetto dopo 4 ore dall'assunzione per os di g 6 di l-triptofano. La ricerca è stata condotta su 50 cm³ di sangue.

Nelle urine delle 24 ore erano contenuti:

Acido chinurenico	mg 84,44
» xanturenico	» 91,74

3) - Sul sangue prelevato da un coniglio a dieta di fibrina:

- a) dopo 2 ore dall'iniezione intramuscolare di g 2,5 di triptofano.
- b) dopo 6 ore.

Nelle urine erano sempre presenti prima e dopo l'iniezione di triptofano acido chinurenico e xanturenico.

* * *

Il risultato negativo di queste esperienze pone una serie di quesiti soprattutto di indole fisiologica, che saranno certamente oggetto di future indagini.

Occorre qui aggiungere ancora che la ricerca è stata eseguita anche previo trattamento a caldo del sangue con acidi (acido cloridrico al 10%, in volume uguale a quello del sangue, riscaldamento per un'ora all'ebollizione), ma gli acidi chinurenico e xanturenico (sostanze molto stabili) non sono stati ugualmente trovati.

Ed infine va riferito il risultato di un'altra esperienza eseguita su di un coniglio (peso Kg. 2,500) al quale sono stati iniettati nella vena marginale dell'orecchio mg 250 di acido chinurenico e mg 250 di acido xanturenico (sotto forma di sali sodici). Nel siero di sangue, prelevato dopo 2 minuti dalla iniezione, sono stati trovati (metodo sopra descritto):

Acido chinurenico	mg 0,225	per cm ³	di siero
» xanturenico	» 0,482	»	»

Il metodo risulta applicabile, ma la questione dovrà essere ulteriormente studiata.

Sintesi della lactofenina

La sintesi della lactofenina è stata fatta da Golden e Geramont per la prima volta partendo da p. fenetidina e acido lattico a 180 (1).

Più tardi gli stessi autori hanno ottenuto la lactofenina partendo da lattide o dall'estere etilico dell'acido lattico.

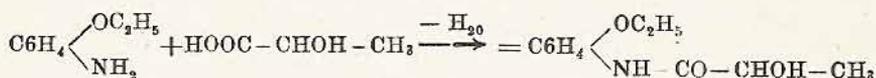
(L. c.) (2). In seguito gli stessi A.A. ottennero lo stesso prodotto partendo dalla p. fenetidina a lactamide, riscaldando a 150° da bromopropionico e parafenetidina in presenza di sodio citrato con soluzione alcoolica 90%.

(4) Go - Ge - A.P.R. 85211 : in seguito gli stessi A.A. hanno ottenuto il medesimo prodotto partendo da 4 lactilaminofenolo e bromuro di etile riscaldando la massa in soluzione alcoolica eterea a 100.

Tutti questi processi furono coperti da brevetto e i rendimenti non erano molto alti. Nel 1931 Schwyzer (5) descrisse un metodo per la preparazione della lactofenina partendo da acido lattico e fenetidina o dall'estere etilico dell'acido lattico per riscaldamento in presenza xilolo.

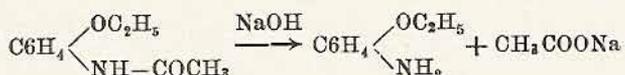
Il prodotto sotto il nome lactofenina venne proposto come antipiretico e antinevralgico da Schmiederberg (6) (7) e (8) ne furono studiate le proprietà chimiche e i saggi di purezza (9).

Al fine di migliorare i rendimenti ottenuti dai precedenti A.A. abbiamo cercato di riprendere in esame la sintesi della lactofenina partendo da fenetidina e acido lattico puro.



Usando degli accorgimenti atti ad eliminare la massa attiva dell'acqua che si forma durante la reazione della p. fenetidina e che fa retrocedere la reazione di condensazione. Nel nostro lavoro per avere la sostanza base: fenetidina, siamo partiti da acetilfenetidina che è stata trasformata in fenetidina, per azione dell'idrato sodico al 10% all'ebollizione.

La durata della saponificazione è stata di circa 120', in tale intervallo di tempo tutta la acetilfenetidina è stata trasformata quantitativamente in acetato sodico e fenetidina.



La base attiva estratta con etere e purificata, ha dato tutte le reazioni caratteristiche della fenetidina e la determinazione quantitativa dell'azoto è stata uguale al teorico: azoto trovato... = 10,3%.

Parte sperimentale.

a) Abbiamo trattato la fenetidina con un eccesso di acido lattico e precisamente gr. 137 di fenetidina con gr. 180 di acido lattico puro commerciale e la massa è stata portata su bagno di sabbia con refrigerante ricadere, alla temperatura di 120-130° per la durata di 4 ore.

La massa a fine reazione si presentava oleosa colorata in bruno scuro.

Versata la massa in acqua si sono ottenuti dei grani nerastri per trattamento con carbone animale hanno dato un liquido quasi incolore che per raffreddamento separa dei cristalli giallo paglierino di lactofenetidina.

Per ulteriore trattamento con carbone attivo nel rapporto di 1 di carbone per 2 di lactofenetidina si ottennero liquidi pressochè incolori che hanno separato una massa cristallina, che lavata subito con poca acqua ed essiccata, ha presentato le caratteristiche della lactofenina, p. f. 109-110 c.

Sui liquidi acidi per parziale neutralizzazione si è preparata dell'altra lactofenetidina che è stata raccolta, purificata ed essiccata, p. f. 108. c.

Raccogliendo le varie frazioni si sono ottenuti gr. 79,4 di prodotto pari al 38% del teorico.

Evidentemente la velocità di esterificazione a 120'-140' c. è bassa e l'equilibrio non è ancora spostato completamente verso destra, evidentemente per la presenza di notevole quantità di acqua di reazione, per far sì che l'acqua che man mano si viene a formare, possa essere eliminata, si è proceduto alla esterificazione aggiungendo alla massa reagente del solfato sodico anidro, che idratatosi annulla la massa

attiva dell'acqua. Posta a reagire a 130°, la massa costituita da una molecola di fenetidina, da due molecole di acido lattico e da una molecola di solfato di sodio anidro, si è notato che dopo un'ora la fenetidina aveva reagito con l'acido lattico per il 50%, mentre il prodotto separato dalle soluzioni madri, risultava impuro di solfato di fenetidina e di solfato sodico.

Avendo notato che il lattato di fenetidina è discretamente solubile in acido lattico per evitare perdita della lactofenina ed un consumo di acido lattico eccessivo, si è riscaldata a ricadere la massa costituita da una molecola di acido lattico e di una molecola di fenetidina.

A fine reazione la massa trattata con carbone attivo, ha dato della fenetidina, con un rendimento pari al 50-55% del teorico, il prodotto per altro si presentava puro dopo due purificazioni.

c) Per aumentare il rendimento e per migliorare le frazioni di ricupero si è proceduto riscaldando la massa reagente a temperatura maggiore 140°-150° in un pallone munito di deflammazione parziale e di refrigerante con pallone di raccolta. La massa portata a tale temperatura ha dato un distillato costituito di acqua e tracce di acido lattico e qualche goccia oleosa chiara di fenetidina.

Dopo due ore in pallone è rimasta una massa grigia cristallina con un residuo colore nerastro, che versato in acqua vi si scioglie a caldo e segrega per raffreddamento dei cristalli giallo paglierini di fenetidina.

Nel trattamento con carbonafina si ha un liquido incolore che raffreddando separa della fenetidina incolore o quasi, che fonde a 115°.

Se la lactofenetidina viene subito filtrata, rimane incolore, se invece si lascia in riposo, si colora dopo 24 ore in giallo paglierino.

Il rendimento totale si è aggirato sul 75% circa.

d) Operando nel modo precedente, con l'avvertenza di preriscaldare l'acido lattico a 150° per circa 20' e sottoponendo poi ad ebollizione la massa p. fenetidina e acido lattico sotto vuoto con refrigerante dei prodotti volatili di reazione, si è ottenuto una massa cristallina grigia, mista a un piccolo residuo oleoso, che per raffreddamento si è cristallizzato a sua volta in una massa bruna scura.

La massa versata rapidamente in acqua bollente, aggiunta di carbonafina in rapporto di 3 a 100 di lactofenetidina ha dato per raffreddamento una massa cristallina perfettamente bianca, che filtrata per

bucner e lavata con acqua fredda è stata sottoposta all'analisi quantitativa.

Azoto Teorico %	=	4,776
Azoto Trovato %	=	4,771
p. f. Teorico	=	117-118
p. f. Trovato	=	116-117

CONCLUSIONE

Da quanto sopra è riportato, possiamo concludere che, per ottenere una resa quantitativa di lactofenina è necessario usare quantità equimolecolari di acido lattico e fenetidina.

2) Che la reazione di esterificazione procede quantitativamente allorchè si allontana l'acqua che man mano si forma dalla esterificazione stessa.

3) Che la temperatura di sintesi è intorno a 150°.

4) La via di sintesi da noi seguita, pensiamo che possa avere pratica applicazione nella esterificazione della fenetidina, con altri acidi organici aventi o no funzione alcoolica.

BIBLIOGRAFIA

- 1) GERAMONT e Co. - D. R. P. 70250; Fr. d. I. 3,911.
- 2) GOLDEN e GERAMONT e Co. - D. R. P. 81539; Fr. d. I. 4,1137.
- 3) GOLDEN e GERAMONT - D. R. P. 85211; Fr. d. I. 4,1158.
- 4) GOLDEN e GERAMONT e Co. - D. R. P. 90595; Fr. d. I. 4,1119.
- 5) S. SCHWYZER - *Die Fabrication pharm. und. chem. tecn. Productt*, Berlin, 131.220.
- 6) SCHMIEDERBERG VGL. - « Straus Terap. », Monats, 3.442.509.
- 7) GOLDEN e GERAMONT - D. R. P. 70.250. — GOLDEN e GERAMONT e Co. - D. R. P. 70.250.
- 8) WINKLER AR. - 1928 pag. 49 — F. PFANKUCH in « I. Houben Forsch. » in « Heilstoffchemie », 2 Ab II, Berlin, 1932 859.
- 9) *Deutsches Arzneubuch C. Ausgabe*, Berlin, 1926, pag. 379.

Azione degli alcaloidi e degli amminoacidi sulla fenolasi del grano

Diverse ricerche sono state compiute da uno di noi (1) (2) sull'enzima presente nell'autolisato di crusca di grano (3) (4) per cui si è potuto stabilire le condizioni di estrazione e di conservazione dell'enzima fenolasico l'esistenza di un substrato specifico e gli optimum d'azione rispetto la temperatura e al pH ed insieme l'azione di alcune sostanze agenti come attivanti o paralizzanti l'azione enzimatica.

Si è voluto completare la serie delle ricerche inerenti gli agenti attivanti o deprimenti l'azione enzimatica con lo studio dell'azione di alcuni alcaloidi e degli amminoacidi, che come è ben noto, esplicano azioni caratteristiche su vari aggruppamenti enzimatici. Questo in analogia ai lavori fatti da M. Padoa, D. Garilli e coll. (5) (6) sugli enzimi amilasici, sulla lipasi, (7) (8) e sulla proteinasi, sulla perossidasi, sulla ossidasi (9) e sulla ricinolipasi (10) (11). Inoltre si sono fatte alcune esperienze sugli estratti dopo dialisi e sulle frazioni dializzate, per mettere in evidenza eventuali azioni di differenziazione per le varie frazioni enzimatiche e le sostanze aggiunte attivanti o deprimenti (12) (13) e (14). Mentre le ricerche sull'azione degli alcaloidi hanno dato risultati incerti, quelle condotte con gli amminoacidi hanno dato prove positive di attivazione o di disattivazione.

PARTE SPERIMENTALE.

Le prove sono state condotte sugli estratti enzimatici secondo il metodo elaborato da uno di noi (Garilli l. c.), che consiste nel fare agire su una soluzione di fenolo comune l'autolisato di crusca di grano, varietà quaderne (*), che si è dimostrato particolarmente attivo aggiunto di una soluzione di sale tampone di pH 7,1.

(*) Gr. 20 di crusca di grano aggiunti di cc. 200 di acqua e 1 cc. di toluolo, posti in termostato a 30° hanno dato un autolisato che è stato raccolto per filtrazione con un filtro siliceo. Il liquido limpido è tenuto in ghiacciaia e resta attivo per sei giorni.

Precisamente le sostanze reagenti sono state usate come appresso:

Autolisato di crusca	cc. 4
Fenolo com. all'1%	cc. 4
Soluzione tampone fosfatica N. 15 a pH 7,1	cc. 2
Acqua	da cc. 6 a cc. 0
Soluzione attivante e deprimente	da cc. 0 a cc. 6

Dopo 12 ore la soluzione si è presentata nettamente colorata in castano e di essa si è fatta la determinazione colorimetrica misurandola fotometricamente con un spettrofotometro Pulfrich munito di filtro S. 42.

Le ricerche sono state condotte in parallelo su due direttive: nella prima si è cercato di indagare sull'azione degli alcaloidi e questo in analogia con i lavori di M. Padoa, D. Garilli e collaboratori, nella seconda si è cercato di vedere l'azione degli amminoacidi sulla fenolasi grezza e sulle varie frazioni di purificazione; questo sempre in analogia alle ricerche degli stessi autori su altri gruppi enzimatici. (Ossidasi e perossidasi).

L'azione eccitante degli alcaloidi e degli amminoacidi era stato dimostrata in modo evidente, quindi era interessante assicurarsi se tali sostanze avessero analoga azione eccitante sulla fenolasi.

Le soluzioni aggiuntive sono state preparate in modo che il contenuto totale in alcaloide non fosse altamente tossico, mentre il contenuto totale in amminoacidi è stato portato a concentrazione nettamente superiore (40 volte le soluzioni alcaloidiche).

I^a RICERCA. *Azione degli alcaloidi.*

Gli alcaloidi usati sul gruppo enzimatico grezzo purificato, sono stati: la nicotina e la morfina, e le prove sono state condotte con l'aggiunta di quantità crescenti di alcaloidi. Sulla tabella 1^a sono segnate le concentrazioni degli alcaloidi ed il valore $100 \frac{k}{kb}$ cioè il rapporto in % fra il coefficiente di assorbimento delle prove enzimatiche K ed il coefficiente di assorbimento Kb delle prove in bianco; mentre abbiamo indicato con $100 \frac{K}{Kb} \frac{100}{Kb}$ il potere d'attivazione o di disattivazione trovato per l'aggiunta dell'alcaloide sul complesso enzima-substrato.

Ogni prova è stata portata in termostato a 30° c. per la durata di ore 12 dopo di che è stata portata al Pulfrich per la determina-

zione colorimetrica ed al potenziometro per il controllo del pH del mezzo.

I coefficienti di assorbimento sono riportati ad uno spessore liquido di 1 cc. e sono relativi al filtro S. 42.

AZIONE DEGLI ALCALOIDI SULLA FENOLASI

TABELLA I

SOLUZIONE IN ESAME	1ª Esperienza	
	Attività %	Attivazione %
ENZIMA	100	—
» + Nicotina M/16.10 ⁴	97	— 3
» + » M/ 8 »	95	— 5
» + » 4 »	96	— 4
2 »	90	4
1 »	96	4
Morfina M/16.10 ⁴	101	1
8 »	92	— 8
4 »	85	— 15
2 »	91	— 9
1 »	108	+ 8
0,9 »	105	+ 5
0,8 »	99	— 1
0,26 »	98	— 2
0,1 »	103	— 3

Dai valori sopra riportati si può dedurre che la nicotina e la morfina hanno in genere un'azione leggermente inibente l'attività fenolasica. Per la morfina si riscontra un'attivazione per la concentrazione M/10.000. Ad ogni modo i risultati non sono tali da far pensare ad una azione attivante o disattivante notevole a mezzo dei due alcaloidi.

IIª RICERCA.

Prendendo in esame l'azione degli amminoacidi sulla fenolasi, abbiamo eseguito l'aggiunto di alcuni amminoacidi al sistema fenolo, fenolasi, con la tecnica già descritta, dopo l'aggiunta delle soluzioni degli amminoacidi, abbiamo corretto il pH riportandolo esattamente a pH 7,1.

Si riassumono nella II^a tabella i risultati ottenuti.

AZIONE DEGLI AMMINOACIDI

TABELLA II

SOLUZIONE IN ESAME	1 ^a Serie esperienze	
	Attività %	Attivazione %
ENZIMA	100	—
Enzima + Lisina M/20.10 ²	112	12
1 »	111	11
5 »	106	6
4 »	110	10
2,66 »	100	0
Enzima + Cisteina M/8.10 ⁴	79	— 21
4 »	82	— 18
2 »	78	— 22
1,6 »	89	— 11
1,06 »	72	— 28
Enzima + ac. glutammico . M/20.10 ²	65	— 35
10 »	94	— 6
5 »	97	— 3
4 »	101	1
2,5 »	100	0
Enzima + Arginina M/20.10 ²	95	— 5
10 »	92	— 8
5 »	84	— 16
4 »	83	— 17
2,5 »	75	— 25
Enzima + Triptofano . . . M/20.10 ²	88	— 12
10 »	87	— 13
5 »	72	— 28
4 »	72	— 28
2,5 »	54	— 46
Enzima + L; Asparagina . . M/8.10 ³	44	— 56
4 »	40	— 60
2 »	34	— 66
1,32 »	25	— 75
1 »	15	— 85
7,5 »	13	— 87
6,6 »	8	— 92

Dai dati sopra riportati si può affermare che solo la lisina ha azione prevalentemente attivante, mentre la cisteina, l'acido glutammico, il triptofano, l'arginina e l'asparagina hanno azione deprimente.

III^a RICERCA. *Azione degli amminoacidi.*

Si è voluto infine vedere se l'azione inibente degli amminoacidi sulla fenolasi fosse in relazione al gruppo attivo enzimatico della fenolasi o al complesso naturale presente nell'enzima grezza.

Per tale motivo l'enzima grezzo è stato posto in un sacchetto di celofan e dializzato per tre giorni alla temperatura di 0°-10° c.

Con l'enzima così dializzato e con il liquido di dialisi riportato a volume per evaporazione a vuoto a temperatura ordinaria, abbiamo eseguito le prove di attività con e senza aggiunta di imminoacidi.

I risultati ottenuti sono qui riportati.

SOLUZIONE IN ESAME	Attività %	Attivazione %
ENZIMA GREZZO	100	—
» » Asparagina M/132	86	—14
ENZIMA DIALIZZATA	50	50
» » Asparagina M/132	35	65
Enz. dializ. liq. dializ. 1/2 vol. d'origine	28	—72
» » » » 1 vol d'origine	20	—80
» » » » conc. a caldo	18	—82
» » » » 1/2 vol. asparM/132	20	—80
Enz. grezzo liq. dializ.	79	—21
» » » » calcinato	67	—33

Dai dati relativi alle varie esperienze risulta che l'asparagina è deprimente sia nell'enzima grezzo che su quello dializzato, ove però l'azione inibente è maggiore.

Anche il liquido di dialisi ha del pari azione deprimente e che tale azione è proporzionale alla massa aggiunta.

CONCLUSIONE

Dalle ricerche qui riportate risulta che:

1) La morfina agisce come leggero attivante del sistema fenolo fenolasi per concentrazioni M/10.000 mentre è disattivante per le altre concentrazioni.

2) Che la nicotina agisce come deprimente.

3) Che fra gli amminoacidi impiegati risultano inibenti l'acido glutammico (-35%) il triptofano (-45%) l'arginina (-25%) e la asparagina (-90%), mentre la lisina a piccole concentrazioni ha azione leggermente attivante.

4) I liquidi di dialisi nettamente deprimente sia nell'enzima grezzo che nell'enzima dializzato da una conferma che gli amminoacidi hanno in effetti un'azione inibente o di regolazione della attività fenolasica.

BIBLIOGRAFIA

- 1) D. GARILLI e GUERZI - *Determinazioni fotometriche del pigmento colorato dei grassi trattato al fenolo*. Pubbl. 17, «Soc. Prod. Sementi», Bologna.
- 2) D. GARILLI - «Atti Soc. Naturalisti e Matematici», 1944, vol. LXXV, 30 nov.
- 3) G. BERTRAND - «G. R. Acad. Sc.», 144, 18, 1908, pag. 1285.
- 4) NOTTIN e C. LEMOIGNE - «R. Acad. Agric.», T. XVII, 1931, pag. 239.
- 5) M. PADOA e A. SPADA - «Giorn. di Biol. Ind. Agr. ed Alim.», II, 4, 1922.
- 6) M. PADOA e A. SPADA - «Giorn. di Biol. Ind. Agr. ed Alim.», III, 4, 1923.
- 7) M. PADOA e D. GARILLI - «Giorn. di Biol. Ind. Agr. ed Alim.», III, 6, 1923.
- 8) M. PADOA e D. GARILLI - «Giorn. di Biol. Ind. Agr. ed Alim.», V, I, 1935.
- 9) D. GARILLI - «Giorn. di Biol. Ind. Agr. ed Alim.», VII, 1-2, 1937.
- 10) D. GARILLI - «Giorn. di Biol. Applic. Ind. Chim. ed Alim.», II, n. 6, 1932.
- 11) D. GARILLI - «Tesi Chim. Ind. Bologna A. A.», 1931.
- 12) M. PADOA e PEDINELLI - «Atti Real. Acc. Scienz. Torino», V, 71, 39, 1935.
- 13) M. PADOA e NEROZZI - «Biol. Zeitschr.», 263, 365, 1933.
- 14) M. PADOA e TEDESCHI - «Biol. Zeitschr.», 266, 452, 1933.

G. SANDRI

Sui principi di elettrologia

*Lettera alla Direzione della Società dei Naturalisti e Matematici di
Modena.*

Modena, li 7 luglio 1951

Spettabile Direzione,

Il 4 luglio u. s., presentato dai soci proff. Pierucci e Bonacini, sono stato rieletto socio di codesta Società, e ho fatto una comunicazione scientifica dal titolo «Sui principi di Elettrologia», il cui riassunto è il seguente: si descrivono, in ordine logico, molte esperienze di Elettrologia, già pubblicate precedentemente dall'autore in parecchie note, con le quali si dimostra sperimentalmente che, nell'aria, il fenomeno primario dell'Elettrologia non è, come si credeva finora, l'influenza elettrostatica, ma è invece la convezione elettrica, e cioè una doppia corrente, in sensi opposti, di ioni di nome contrario; (ipotesi modernizzata dall'Abate Nollet); l'Elettricità è poi tutta Elettrodinamica e cioè non c'è differenza fra elettrostatica e elettrodinamica.

Alla fine della comunicazione, rispetto alla quale nessuno fece osservazioni, il Presidente mi ringraziò, ma mi avvertì che, per le misere condizioni economiche della Società, a ciascun socio non si poteva concedere altro che due pagine di stampa, e perciò la mia nota, che ne avrebbe richieste venticinque, non poteva essere pubblicata integralmente, ma sarebbe rimasta agli Atti della Società a disposizione degli studiosi.

Mi permetto quindi di pregare codesta Spettabile Direzione a voler pubblicare negli Atti della Società la presente lettera, nella quale riassumo la mia nuova teoria rispetto ai principi di Elettrologia, ricordando che le note dalle quali ho desunto le relative esperienze sono le seguenti.

- I. - *Nuova teoria dell'Elettroforo* (riassunto). « Società Nat. e Mat. », Modena, 1928.

- II. - *Alcune esperienze della polarizzazione dei dielettrici sulle figure e sulle ombre elettriche.* «Annuario Lieco Muratori», 1927-28.
- III. - *Nuovo metodo per ottenere le ombre elettriche.* «Rivista di Fis. Mat. e Scienze», Napoli, Luglio-Agosto 1929.
- IV. - *Nuove esperienze sulle ombre elettriche.* «Rivista Fis. Mat. e Scienze», Napoli, Ottobre 1929. *Nuovo cimento.* Nov. 1929, n. 9.
- V. - *Alcune esperienze di Elettrofisica moderna.* «Soc. Nat. Mat. di Modena», 1929.
- VI. - *Le ombre elettriche e l'ipotesi dell'Abate Nollet. L'elettroscista di Banti.* Roma, Febbraio 1930. «Atti Soc. Nat. Mat.» Modena 1930.
- VII. - *Influenza del fenomeno termoionico su la polarizzazione dei dielettrici.* «Società Nat. Mat.», Modena, 1931.
- VIII. - *Esperienze di Elettrostatica.* «Società Nat. Mat.», Modena, 1931.
- IX. - *Convezione elettrica nell'aria.* «Società Nat. Mat.», Modena, 1933.
- X. - *Su l'induzione elettrostatica nell'aria.* «Società Nat. Mat.», Modena, 1936.
- XI. - *Alcune esperienze sui dielettrici e sui condensatori.* «Rivista Fis. Mat. e Scienze», Napoli, 1939 N. 8.
- XII. - *Experimentum crucis sui dielettrici e sui condensatori.* «Soc. Nat. Mat. di Modena», 1939.
- XIII. - *Esperienza didattica sulla capacità elettrica.* «Società Nat. Mat.», Modena, 1940.
- XIV. - *Rivendicazioni di un lavoro di Elettrologia di Annibale Riccò.* «Rivista Fis. Mat. Scienze», Napoli, 1940. «Atti Società Nat. Mat.», Modena, 1940.

In base alle esperienze già pubblicate ho potuto logicamente dimostrare che:

1) Una carica a terra non si disperde affatto, come purtroppo dicono i testi e i trattati oggi usati.

2) Nei primi fenomeni di Elettrologia compare sempre una doppia corrente ionica costituente la convezione elettrica, la quale corrispondente alla convezione calorifica.

3) L'elettrofona di Volta, come un condensatore qualunque, è un alternatore nel cui funzionamento valgono le leggi di Lenz e di Neumann.

4) L'ombra elettrica è doppia, e non unica, come credevano li sperimentatori Piltchikoff, Righi, Prati e Piaggese. Anche la scrittura elettrica è doppia.

5) Il processo di carica e scarica di un condensatore è perfettamente analogo al processo di carica e scarica dell'accumulatore.

6) Le ombre elettriche derivano dalla convezione elettrica e la doppia ombra elettrica è conseguenza del fatto che, nella carica di un dielettrico qualunque, e di un condensatore, ioni negativi vanno dalla faccia negativa verso la positiva, e, viceversa, ioni positivi vanno dalla faccia positiva verso la negativa.

7) Mentre in base alla convezione elettrica può spiegarsi logicamente il fenomeno di induzione elettrostatica, non altrettanto accade in base all'induzione elettrostatica. Ne segue che la convezione elettrica è *causa* e l'induzione elettrostatica è *effetto*, e finora si è commesso l'errore logico di considerare un effetto come causa.

8) L'elettricità è tutta dinamica.

Rispetto alla mia nota dal titolo «sui principi di Elettrologia» comunico a codesta Spett. Direzione il seguente giudizio dell'Illustre Prof. Mariano Pierucci dell'Università di Modena.

Modena 7 / 5 / 1950

Caro Sandri

Rispetto alla tua nota «sui principi di Elettrologia» il mio pensiero può riassumersi nel seguente riassunto:

Si descrivono alcune esperienze semplici le quali, in maniera più ampia riproducono e completano le comuni esperienze da lezioni con le quali si suole iniziare i corsi di Elettrologia nelle nostre Scuole. Da una completa ed esauriente discussione di esse appare come sia incompleto il modo ordinariamente usato di interpretare i più semplici fenomeni elettrici come puri fenomeni di induzione Elettrostatica. In essi compare spesso, per non dire quasi sempre, invece, insieme all'induzione, un gioco di doppie correnti ioniche delle quali non deve tacersi in lezione.

Ti ringrazio caramente e mi dico tuo aff.mo

Mariano Pierucci

Altri giudizi favorevoli ho avuto dal Segretario Generale Ing. Prof Umberto Baiocchi della Società Italiana per Progresso delle

Scienze, dal Redattore Capo della Rivista «Sapere» e da Selezione del Reader's Digest.

Ringrazio vivamente codesta Spettabile Direzione della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena per la pubblicazione della presente lettera.

Con ossequio

Dev.mo
Prof. Giovanni Sandri
Modena, Via G. B. Amici, 22^a

Su alcuni particolari moti di particelle veloci

Sunto.

Per il riassunto del presente lavoro il lettore può vedere, sostanzialmente, l'introduzione del medesimo.

Introduzione.

Ci occupiamo di alcuni casi di movimenti di corpuscoli veloci, e della integrazione, ove possibile, delle relative equazioni differenziali dinamico-relativistiche (1).

Sono studiati, anzitutto, alcuni casi in cui per i moti in questione si può ricavare un integrale primo analogo a quello classico delle forze vive, indi altri casi, per cui il problema della integrazione delle equazioni differenziali che reggono il moto è riconducibile a quadrature. Tra questi, un problema di moto centrale, sotto l'azione di una forza dipendente da un potenziale di forma semplice nel rapporto $\frac{1}{r}$, essendo r il raggio vettore (estensione relativistica di un classico problema di Meccanica celeste già studiato da Gylden (2)); e il problema del moto, in un piano, di un punto materiale veloce, sollecitato da una forza di tipo newtoniano e da una forza proporzionale alla velocità, normale alla precedente e diretta verso il centro di curvatura; caso questo che interessa il movimento di un elettrone in un campo coulombiano e in un campo magnetico sovrapposto uniforme e fisso, normale al campo predetto.

§ 1. Esaminiamo anzitutto alcuni casi particolari per cui esiste un integrale analogo a quello delle forze vive. Consideriamo nel

Per precedenti lavori sull'argomento, vedi:

(1) A. PIGNEDOLI, *Atti dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti*, Classe di Scienze Mat. e Nat. tomo CIX, 1950-51.

Id., *Atti Acc. di Scienze Lettere ed Arti di Modena*, Serie V, vol. IX, 1950-51.

Id., *Atti del Seminario Mat. e Fis. della Università di Modena*, vol. V, 1950-51.

(2) GYLDEN, *Comptes Rendus*, t. XCI, pag. 957.

piano cartesiano Oxy un punto materiale P di massa maupertuisiana m soggetto a una forza F di componenti

$$X = \frac{1}{m} \frac{\partial U(x, y)}{\partial x}, \quad Y = \frac{1}{m} \frac{\partial U(x, y)}{\partial y},$$

dove $U(x, y)$ è una funzione reale scalare delle variabili reali x ed y . L'equazione differenziale del moto:

$$(1) \quad \frac{d}{dt} \left(m \frac{dv}{dt} \right) = F,$$

si scinde nelle equazioni differenziali scalari:

$$\frac{d}{dt} (m \dot{x}) = \frac{1}{m} \frac{\partial U}{\partial x}, \quad \frac{d}{dt} (m \dot{y}) = \frac{1}{m} \frac{\partial U}{\partial y};$$

moltiplicando rispettivamente tali equazioni per $m \dot{x}$ ed $m \dot{y}$, e sommando, si ha:

$$\frac{d}{dt} [(m \dot{x})^2 + (m \dot{y})^2] = 2 \frac{dU}{dt}$$

da cui

$$(2) \quad m^2 (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) = m^2 v^2 = 2U + K, \quad (K \text{ costante di integrazione});$$

che è un integrale analogo a quello relativistico delle forze vive.

Se, invece, le componenti della forza sollecitante il punto materiale P sono della forma:

$$X = \frac{1}{m} \frac{\partial U}{\partial y}, \quad Y = \frac{1}{m} \frac{\partial U}{\partial x},$$

moltiplicando ambo i membri delle equazioni differenziali scalari del moto

$$\frac{d}{dt} (m \dot{x}) = \frac{1}{m} \frac{\partial U}{\partial y}, \quad \frac{d}{dt} (m \dot{y}) = \frac{1}{m} \frac{\partial U}{\partial x},$$

rispettivamente per $m \dot{y}$ ed $m \dot{x}$ e sommando si ottiene:

$$\frac{d}{dt} (m^2 \dot{x} \dot{y}) = \frac{dU}{dt}, \quad \text{cioè} \quad m^2 \dot{x} \dot{y} = U + K,$$

che è pure un integrale primo analogo a quello relativistico delle forze vive.

Consideriamo, ora, un punto materiale P di massa maupertuisiana m soggetto ad una forza di componenti:

$$X = -\frac{1}{m \Delta^2} \frac{\partial U}{\partial y}, \quad Y = \frac{1}{m \Delta^2} \frac{\partial U}{\partial x}, \quad [\Delta^2 \equiv (\text{grad } U^2)]$$

con $U(x,y)$ funzione armonica delle due variabili x e y . Le equazioni differenziali scalari del moto di P sono:

$$\frac{d}{dt}(m\dot{x}) = -\frac{1}{m\Delta^2} \frac{\partial U}{\partial y}, \quad \frac{d}{dt}(m\dot{y}) = \frac{1}{m\Delta^2} \frac{\partial U}{\partial x};$$

moltiplicando rispettivamente tali equazioni per $m\dot{y}$ ed $m\dot{x}$ e sommando, si ha

$$\frac{d}{dt}(m\dot{x} \cdot m\dot{y}) = \frac{1}{\Delta^2} \left(\frac{\partial U}{\partial x} \frac{dx}{dt} - \frac{\partial U}{\partial y} \frac{dy}{dt} \right).$$

Ma

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial x} \frac{dx}{dt} - \frac{\partial U}{\partial y} \frac{dy}{dt} &= \Re \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x} + i \frac{\partial U}{\partial y} \right) \left(\frac{dx}{dt} + i \frac{dy}{dt} \right) \right] = \\ &= \Re \left[\frac{\Delta^2}{f(z)} \frac{dz}{dt} \right] = \Delta^2 \frac{d}{dt} \Re \int \frac{dz}{f(z)} \end{aligned}$$

con $f(z) = \frac{\partial U}{\partial x} - i \frac{\partial U}{\partial y}$ e dove \Re è simbolo di parte reale.

Risulta, quindi:

$$\frac{d}{dt}(m\dot{x} \cdot m\dot{y}) = \frac{d}{dt} \Re \int \frac{dz}{f(z)},$$

e sussiste, per il problema in questione, l'integrale primo:

$$(3) \quad m^2 \dot{x} \dot{y} = \Re F(z) + \text{cost}, \quad \left[F(z) = \int \frac{dz}{f(z)} \right].$$

Esaminiamo, ancora, il moto piano di un punto P di massa m sollecitato da una forza di componenti:

$$X = \frac{1}{m\Delta^2} \frac{\partial U}{\partial x}, \quad Y = \frac{1}{m\Delta^2} \frac{\partial U}{\partial y},$$

con $U(x,y)$ funzione armonica. Le equazioni differenziali scalari del moto sono:

$$\frac{d}{dt}(m\dot{x}) = \frac{1}{m\Delta^2} \frac{\partial U}{\partial x}, \quad \frac{d}{dt}(m\dot{y}) = \frac{1}{m\Delta^2} \frac{\partial U}{\partial y};$$

da queste si ottiene:

$$\frac{d}{dt}(m\dot{x} + im\dot{y}) = \frac{1}{m\Delta^2} \left(\frac{\partial U}{\partial x} + i \frac{\partial U}{\partial y} \right),$$

cioè

$$\frac{d}{dt} \left(m \frac{dz}{dt} \right) = \frac{1}{m f(z)} \quad \text{e} \quad m \dot{z} \frac{d}{dt} (m \dot{z}) = \frac{1}{f(z)} \frac{dz}{dt},$$

da cui, integrando, si trova per il moto considerato il seguente integrale primo:

$$(4) \quad \frac{(m \dot{x})^2}{2} = \int \frac{dz}{f(z)} + \text{costante},$$

che si scinde in due integrali reali.

§ 2. Veniamo ora a considerare alcuni moti per cui il problema dinamico è riducibile alle quadrature.

a) Esaminiamo in primo luogo il moto rettilineo di un punto materiale, di massa maupertuisiana m , soggetto ad una forza resistente proporzionale all' n -esima potenza (intera positiva) della velocità. L'equazione differenziale del moto:

$$\frac{d}{dt} (m \dot{x}) = -\rho^2 \dot{x}^n,$$

(dove $-\rho^2$ è una costante di proporzionalità e dove $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \dot{x}^2/c^2}}$)
dopo aver posto:

$$\frac{\dot{x}}{\sqrt{1 - \dot{x}^2/c^2}} = cu, \quad \text{cioè} \quad \dot{x} = \frac{cu}{\sqrt{1 + u^2}},$$

diventa:

$$(6) \quad \frac{du}{dt} = \lambda \cdot \frac{u^n}{\sqrt{(1 + u^2)^n}}, \quad \left(\lambda = -\frac{\rho^2 c^{n-1}}{m_0} \right)$$

e fornisce, quindi:

$$(7) \quad t - t_0 = \frac{1}{\lambda} \int \frac{\sqrt{(1 + u^2)^n}}{u^n} du = \frac{1}{\lambda} \int u^{-n} (1 + u^2)^{\frac{n}{2}} du,$$

che dà il tempo in funzione del parametro u . Si ha anche:

$$(8) \quad \frac{dx}{du} = \frac{c \sqrt{(1 + u^2)^{n-1}}}{\lambda u^{n-1}},$$

quindi:

$$(9) \quad x - x_0 = \frac{c}{\lambda} \int \frac{\sqrt{(1 + u^2)^{n-1}}}{u^{n-1}} du = \frac{c}{\lambda} \int u^{1-n} (1 + u^2)^{\frac{n-1}{2}} du,$$

che fornisce lo spostamento x in funzione dello stesso parametro u . Il tempo e lo spostamento sono, dunque, dati, in funzione del pa-

rametro u , per mezzo di integrali di differenziali binomi. Nel caso considerato rientrano, come casi particolari, quello delle resistenze viscoso ($n=1$) e quello delle resistenze idrauliche ($n=2$).

b) Se si considera, ora, un corpo celeste di forma qualunque, che attrae una massa puntiforme P molto lontana, è noto che il campo attrattivo si può pensare come rappresentato da una forza centrale, che è, in modulo: (3).

$$(10) \quad F(r) = -\frac{a}{r^2} - \frac{b}{r^4} \quad (a \text{ e } b \text{ costanti})$$

$r = \text{mod } (P-O)$, essendo O il centro verso cui è costantemente diretta la forza. L'equazione del moto della massa puntiforme P è:

$$(11) \quad \frac{d}{dt} \left(m \frac{dP}{dt} \right) = F(r) \cdot \frac{P-O}{r}$$

Dalla (11), moltiplicando vettorialmente a sinistra per $(P-O)$, si ricava l'integrale delle aree:

$$(12) \quad (P-O) \wedge m \frac{dP}{dt} = A, \quad (A \text{ vettore costante}).$$

Si ha $A \times (P-O) = O$; la traiettoria è piana. Scegliendo coordinate polari r e θ nel piano della traiettoria, l'integrale scalare delle aree ha la forma:

$$(12') \quad mr^2\dot{\theta} = A, \quad (A = \text{mod } A).$$

Moltiplicando poi, la (11) scalarmente per v , si trova, il noto, l'integrale relativistico delle forze vive:

$$(13) \quad U(r) = mc^2 + K, \quad (K \text{ costante arbitraria, } c = \text{velocità della luce nel vuoto})$$

Eliminando il tempo fra gli integrali primi (12') e (13), si ricava la seguente equazione differenziale della traiettoria:

$$\left(\frac{du}{d\theta} \right)^2 + u^2 = \Phi(u)$$

dove è $u = \frac{1}{r} c$ $\Phi(u) = \frac{1}{A^2 c^2} \left[\left\{ U \left(\frac{1}{u} \right) - K \right\}^2 - m_0^2 c^4 \right]$.

(3) Vedi GYLDEN, *Comptes rendus*, loc. cit..

Si ottiene, dunque, integrando:

$$(14) \quad \theta - \theta_0 = \pm \int \frac{du}{\sqrt{\Phi(u) - u^2}}.$$

Per quanto riguarda l'equazione del tempo, si ha:

$$\frac{du}{dt} = \frac{du}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \pm \sqrt{\Phi(u) - u^2} \cdot \frac{A c^2 u^2}{U\left(\frac{1}{u}\right) - K},$$

da cui:

$$(15) \quad t - t_0 = \pm \int \frac{\left[U\left(\frac{1}{u}\right) - K \right] du}{A c^2 u^2 \sqrt{\Phi(u) - u^2}}.$$

In particolare, si ha il caso di Gylden relativistico.

Alle quadrature si riduce anche il problema del moto (in un piano) di un punto materiale veloce P , sollecitato da una forza newtoniana di centro fisso O e da una forza proporzionale alla velocità, normale ad essa e diretta verso il centro di curvatura: caso che interessa, per esempio, il moto di un elettrone in un campo coulombiano e in un campo magnetico uniforme normale a quest'ultimo. Possiamo riferirci a tale caso. Sia O un centro fisso in cui si trovi, per esempio, uno ione e sia P un elettrone attratto da O , quindi, con legge coulombiana; e soggetto, inoltre, all'azione di un campo magnetico $\mathbf{H} = H \cdot \mathbf{k}$ (\mathbf{k} = versore della direzione Oz).

Detta \mathbf{v} la velocità dell'elettrone all'istante generico t , l'equazione vettoriale indefinita relativistica del moto dell'elettrone considerato è:

$$(16) \quad \frac{d}{dt} (m\mathbf{v}) = -\frac{\mu}{r^2} \frac{P-O}{r} + e\mathbf{v} \wedge \mathbf{H},$$

dove μ = costante, e = carica dell'elettrone ed m la sua massa maupertuisiana.

Moltiplicando la (16) vettorialmente a sinistra per $(P-O)$, si ha:

$$\begin{aligned} (P-O) \wedge \frac{d}{dt} \left(m \frac{dP}{dt} \right) &= e(P-O) \wedge (\mathbf{v} \wedge \mathbf{H}) = -eH \left[(P-O) \times \frac{dP}{dt} \right] \mathbf{k} = \\ &= -\frac{1}{2} eH \cdot \frac{dr^2}{dt} \cdot \mathbf{k}, \quad (r = \text{mod}(P-O)). \end{aligned}$$

Il moto si svolge nel piano Oxy , perpendicolare alla direzione Oz invariabile del campo magnetico. In coordinate polari nel piano del moto, si ha dunque l'integrale primo scalare:

$$(17) \quad m r^2 \dot{\theta} = a r^2 + b$$

dove $a = -\frac{1}{2} eH$ (costante) e b è una costante di integrazione.

Moltiplicando la (16) scalarmente per $v = \frac{dP}{dt}$, si ottiene poi l'integrale relativistico delle forze vive:

$$(18) \quad m c^2 = \frac{\mu}{r} + K, \quad (K = \text{costante}).$$

Gli integrali primi (17) e (18) consentono di ridurre alle quadrature il problema considerato. Infatti, eliminando m fra le due soprascritte equazioni, si ottiene

$$(19) \quad r^2 \dot{\theta} = \frac{(a r^2 + b) c^2}{\frac{\mu}{r} + K}.$$

Dalla (18) si ha, poi:

$$(20) \quad \dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2 = c^2 \left[1 - \frac{E^2}{\left(\frac{\mu}{r} + K \right)^2} \right], \quad (E = m_0 c^2).$$

Eliminando il tempo, si ottiene, perciò, l'equazione della traiettoria:

$$\frac{dr}{d\theta} = \pm \sqrt{\varphi(r)},$$

$$\left[\varphi(r) = \frac{r^4 \left[\left(\frac{\mu}{r} + K \right)^2 - E^2 \right] - r^2 c^2 (a r^2 + b)^2}{c^2 (a r^2 + b)^2} \right],$$

da cui

$$\theta - \theta_0 = \int \frac{dr}{\pm \sqrt{\varphi(r)}}.$$

In virtù della (19), si ha, poi, t in funzione di r .

Modena, maggio 1952.

Circa le applicazioni degli isotopi radioattivi

(Proposta per nuove ricerche)

È noto che gli isotopi radioattivi hanno già dato luogo a molte utili applicazioni in biologia, nella medicina, in chimica, nella tecnica.

Ma oltre a tutte queste applicazioni già note, se ne può segnalare fin d'ora un'altra, forse origine di risultati non meno importanti.

Richiamo qui quanto ebbi recentemente a comunicare a codesta On.le Società in merito alla concomitanza di azioni fisiche. In detta nota (1) ricordai i risultati di una serie di mie ricerche sperimentali che, messi a fianco a quelli ottenuti sporadicamente da altri autori, consentivano di avanzare l'ipotesi che l'azione simultanea di due agenti fisici su una sostanza può dar luogo a risultati nuovi, purchè tale concomitanza si verifichi in determinate condizioni.

Dette condizioni, citate nella nota suddetta in base alle precedenti ricerche, sono:

— che il secondo agente fisico che interviene possa non esser estraneo al processo in corso dovuto al primo agente; (e che dette azioni, dal punto di vista energetico, siano paragonabili);

— che la sostanza su cui si manifestano sia suscettibile di giungere a stati d'equilibrio finali diversi (di stabilità paragonabile) per cui l'intervento del secondo agente fisico possa essere elemento sufficiente a portare a un risultato diverso da quello a cui si sarebbe giunti senza tale intervento.

Ora, nel campo della fisica nucleare, il fatto di colpire un nucleo con una particella elementare o con un quanto, fatto che provoca una reazione, si può considerare abbastanza analogo al fatto della chimica comune di provocare una reazione facendo agire un reagente su una sostanza.

(1) MAYR G., *Concomitanza di Azioni Fisiche*, «Atti della Soc. dei Naturalisti e Matematici di Modena», vol. VIII (1949).

La concomitanza di due di tali azioni anche qui potrebbe aprire la via a numerose nuove diramazioni: le condizioni basilari suddette sono, in via di massima, soddisfatte (2); per cui può attendersi che, se mentre un nucleo è in istato di instabilità, per esser stato colpito da proiettile destinato a provocare una reazione, (o per lo meno se non una reazione vera e propria, una modificazione del suo stato), è colpito da un altro proiettile, può risultare un effetto nuovo e fino ad ora impreveduto.

La realizzazione pratica però di tale concomitanza, nel campo delle reazioni comuni sopra un elemento, incontra una difficoltà insormontabile ed è quella che la *vita* del cosiddetto nucleo intermedio è una piccola frazione di picosecondo, quindi la probabilità che una seconda reazione si possa provocare mentre il nucleo è in tale stato è così piccola da potersi ritenere praticamente nulla.

La cosa cambia d'aspetto se si considera un elemento radioattivo: a seconda del suo periodo si può giudicare la probabilità che una seconda reazione si provochi su di esso mentre è in uno stato di instabilità.

Anche qui esiste una difficoltà ed è quella di disporre di tale elemento *attivo* in quantità sufficiente; ma questa difficoltà non è insormontabile come quella precedentemente menzionata: è solo questione di scelta opportuna dell'elemento e di potenzialità di impianti per ottenerne i quantitativi richiesti entro un tempo compatibile col periodo.

Il fatto di agire su un isotopo radioattivo artificiale che emette β^- o β^+ in cui la instabilità è inerente al campo mesonico ed ha la sua ragion d'essere nel non perfetto equilibrio fra il numero dei neutroni e quello dei protoni (e che nei β^- e nei β^+ emittenti rispettivamente è connesso a due situazioni analoghe ma reciproche), non è da prevedere eguale a quello di agire sopra un elemento come il Po che emette α e la cui instabilità dipende dalla distribuzione di energia fra i nucleoni e dallo stato globale della «goccia».

In merito all'esame del fenomeno è ovvio che elementi radioattivi con molti sottoprodotti si presterebbero male, e che c'è da attendersi

(2) Il colpire un nucleo prima con uno e poi con altro proiettile sono azioni energeticamente paragonabili e in quanto alla possibilità che un nucleo colpito possa raggiungere più d'una condizione finale d'equilibrio, basta osservare il numero di modi in cui può distribuirsi l'energia fra i nucleoni, la struttura fine dello spettro α e la continuità di quello .

qualche risultato non confuso solo agendo su elementi che danno luogo ad una sola trasformazione; per meglio dire, ad una sola radiazione.

È vero che qualche prova del genere fu già fatta (vedi per esempio la importantissima azione dei neutroni sull'uranio) comunque gli elementi radioattivi artificiali, preferibilmente se emettono solo β^- (o β^+) e non γ , posson esser più adatti agli scopi in questione sia per la possibilità che offrono di emettere elettroni ed anche positroni, sia perchè offrono molti casi di vita media relativamente breve (senza esser fugace).

In tema di risultati nuovi prevedibili — benchè con riserva — questi non dovrebbero limitarsi a modifiche di sezioni d'urto per determinate reazioni, ma forse possono contemplare anche la possibilità di nuove reazioni nonchè quella di emissione di nuove particelle elementari (agendo con alte energie quali quelle fornite dai raggi cosmici).

Comunicazione presentata nella seduta del 4 luglio 1951.

Circa la possibilità di influire sulla sezione d'urto di neutroni termici

È noto che una delle maggiori difficoltà che si incontrano nel realizzare gli effetti delle reazioni nucleari consiste nella piccolezza della sezione d'urto ed è ben noto che questa, a sua volta, dipende, fra i vari elementi, in modo notevole dalla circostanza geometrica data dal fatto che il diametro dei nuclei che si vogliono colpire è circa la decimillesima o la centomillesima parte della distanza fra i nuclei stessi.

Se fosse possibile, invocando il principio della concomitanza di azioni fisiche (1), realizzare un'esperienza in cui i nuclei si spostano normalmente alla direzione dei proiettili con velocità sufficiente perchè — nel tempo di passaggio — la sezione presentata da essi sia aumentata in modo sensibile, è ovvio che la probabilità geometrica di incontro sarebbe aumentata.

Non è possibile pensare ad un'esperienza di tal genere nei riguardi dei proiettili costituiti da particelle cariche, altamente energetiche, le cui alte velocità sono troppo lontane da quelle che si possono realizzare artificialmente per altra via (meccanica).

I neutroni termici sono, fra tutti i proiettili, non solo i più importanti per le molte reazioni in cui intervengono, ma anche quelli che possono prestarsi a tale scopo.

Un corpo che si voglia far colpire da essi, per esempio un indicatore, può esser posto in moto di vibrazione (ultrasonora) o anche di rotazione in un piano normale alla direzione dei neutroni incidenti in modo che i nuclei, in virtù di tale moto impresso, abbiano a subire spostamenti con velocità (ampiezza media della velocità in caso di moto vibratorio) che pur essendo minore della velocità dei neutroni sia però paragonabile con essa.

(1) MAYR G., *Concomitanza di azioni fisiche* - « Atti della Soc. dei Matem. e Natur. di Modena », vol. VIII (1949).

A questo punto si potrebbe osservare che in passato furono fatte esperienze in cui un moto meccanico era combinato con quello dei neutroni: si tratta però di esperienze di altro tipo (2). Ivi, allo scopo di controllare la legge del $1/v$ venivano lanciati i neutroni contro un disco posto in rapida rotazione, in direzione quasi radente, prima parallelamente e poi antiparallelamente alla velocità di rotazione: raccogliendoli in una camera di ionizzazione al di là del disco si osservava se c'era un effetto dovuto alla composizione delle velocità o se tale effetto era neutralizzato. Nei casi in cui si ebbe un effetto, questo raggiunse valori fino all'8-9%.

Qui si tratta invece di un moto che può essere anche vibratorio, non solo, ma di un moto in direzione normale a quello delle particelle incidenti, e lo scopo è di ottenere un aumento della sezione d'urto.

Fra l'esperienza citata e quella qui proposta esiste un solo punto di contatto, ed è la possibilità di combinare un movimento meccanico prodotto artificialmente con quello dei neutroni termici. Come nell'esperienza antica, anche in quella qui proposta si può ritenere che l'agitazione termica non alteri sensibilmente i risultati; come nell'esperienza antica anche in quella qui proposta si ha a che fare con velocità meccaniche che sono minori ma possono essere di ordine di grandezza comparabile con quella dei neutroni; e può attendersi la possibilità di risultati di qualche per cento.

Aggiungasi che in tema di sezione d'urto di neutroni termici, è opportuno considerare la λ di De Broglie loro associata (il cui ordine di grandezza è quello delle distanze atomiche); per cui appare opportuno considerare l'onda associata anche nei riguardi del nucleo in movimento.

Dato che in molti casi (es. metalli indicatori) esso ha una massa atomica che è circa il centuplo di quella del neutrone, consegue che fra le onde associate rispettivamente al nucleo e al neutrone esiste una differenza alquanto minore di quella esistente fra le loro velocità: cosa questa che può anche interessare nel confronto del calcolo con l'esperienza.

L'esame della sezione d'urto per cattura sperimentalmente si potrebbe fare esponendo un metallo indicatore ad un flusso di neutroni termici (nel caso che non siano monocromatici schermare con Cd

(2) RASETTI, SEGRE, *Physical Review* 49, pag. 104 e 777. (Vedi anche ricerca analoga di FRISCH SORENSEN in «Nature» 136, pag. 253.

onde evitare eventuale effetto di risonanza per energie superiori) e fare misure relative di attività indotta in campioni assoggettati o no al movimento meccanico.

È ovvio che con opportuni accorgimenti sperimentali bisognerebbe:

— assicurarsi della regolare condizione di moto nella prova;

— fare in modo che l'effetto globale sperimentalmente ottenuto esaminando le varie prove sia, in ultima analisi, di ordine di grandezza superiore all'errore sperimentale.

Altro effetto da considerare è quello sulla sezione d'urto per diffusione (scattering). Anche qui, per limitarsi a particelle elementari non altamente energetiche, bisogna considerare i neutroni termici. Un caso frequente è quello della diffusione in sostanze idrogenate.

È noto in base alle ricerche già fatte sugli ultrasuoni che questi esercitano un'azione sui legami molecolari (3); è pure noto che, dal confronto dell'energia di legame molecolare con quella dei neutroni si deduce quando la diffusione di essi può essere o meno isotropa (4): è quindi attendibile che, da questo lato, l'azione degli ultrasuoni in sostanze opportunamente scelte possa dar luogo a modifiche nella ripartizione spaziale dei neutroni diffusi (pur che si operi con neutroni abbastanza monocromatici di data energia).

Ma oltre a tale argomento di ricerca, intendo in ispecial modo fermare l'attenzione su quello fondato sull'ipotesi che in tal caso il fatto di aver meccanicamente provocato un moto che prevale in una data direzione agisca sui neutroni termici, di energia tale che (senza tale fatto) si diffonderebbero isotropicamente, in modo che tale diffusione anzichè essere isotropa mostri una direzione privilegiata.

Comunicazione presentata nella seduta del 4 luglio 1951

(3) BERGMANN - «Der Ultraschall und seine Anwendungen» Stuttgart Hirzel 1949.

(4) AMALDI e FERMI, *Assorbimento e diffusione di neutroni lenti*, «Ricerca Scientifica», VII, I, 454 (1936).

I giacimenti cupriferi dell'Appennino Modenese

Ricerche microscopiche a luce riflessa

Ho preso in esame recentemente i giacimenti cupriferi delle ofioliti di Sestri Levante, effettuando su essi, nell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Freiburg i. Br., indagini microscopiche a luce riflessa (1).

Con la presente nota ho creduto opportuno far seguire a quello studio anche i risultati di ricerche analoghe sui giacimenti cupriferi delle ofioliti del Modenese, specialmente per mettere in luce eventuali somiglianze o differenze tra questi due gruppi di giacimenti, legati alla stessa formazione rocciosa, ma in regioni diverse.

Si tratta, per quel che riguarda i modenesi, di numerosi ma modesti affioramenti, uno solo dei quali, e precisamente quello di Boccassuolo, fu soggetto per breve tempo a regolare coltivazione in epoca assai lontana.

Sui giacimenti modenesi vi sono notizie o scarse e frammentarie o scientificamente non del tutto attendibili. Per le prime citerò, in ordine di tempo, Jervis (2), A. D'Achiardi (3), Malagoli (4), Bentivoglio (5), Montanaro (6), Cesari (7), Bertolani (8). Per le seconde mi

(1) M. BERTOLANI, *I giacimenti cupriferi nelle ofioliti di Sestri Levante*. « Periodico di Miner. », XXI, 1952.

(2) G. JERVIS, *I tesori sotterranei d'Italia*. Torino, 1874.

(3) A. D'ACHIARDI, *I metalli, loro minerali e miniere*. Milano, 1883.

(4) M. MALAGOLI, *Cenni sulla mineralogia generale del Modenese e del Reggiano*. « Atti Soc. dei Natur. di Modena », [III], II, 1886.

(5) T. BENTIVOGLIO, *Mineralogia e litologia*. « L'Appennino Modenese », Rocca S. Casciano, 1895.

(6) E. MONTANARO, *Contributo alla conoscenza dei minerali dell'Appennino Modenese*. « Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena », [IV], IX, 1930.

(7) C. CESARI, *Le ricerche minerarie negli Stati Estensi dal 1300 al 1800*. « L'Ind. Miner. d'Italia e d'Oltr. », 1941.

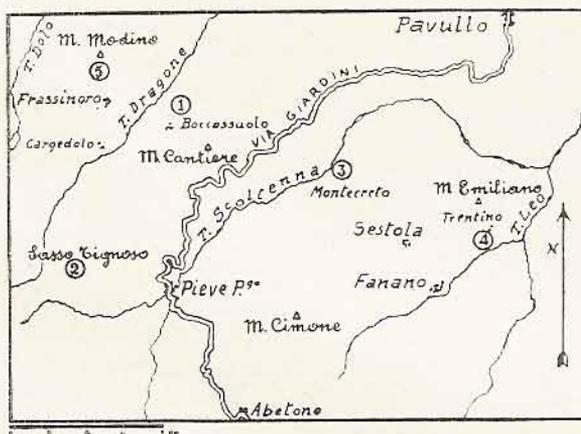
(8) M. BERTOLANI, *La datolite della Formazione Ofiolitica Appenninica*. « Pont. Acad. Scient. », Comment., XII, 1948.

riferisco alla nota di Porciatti, apparsa nel 1940 (9). Nessuno di questi lavori riporta risultati d'indagine a luce riflessa.

I giacimenti del Modenese si trovano per lo più nelle ofioliti, ma sono persenti minerali di rame anche nelle argille ofiolitifere (10).

1) Giacimenti nelle ofioliti.

I giacimenti esaminati sono: Boccassuolo, Sasso Tignoso, Montecreto, nei diabasi, Trentino di Fanano nei gabbri.



Boccassuolo, posto nella valle del Dragone, affluente del Secchia, è il più noto, il più antico e forse anche il più potente. È costituito da vene e filoni mineralizzati prevalentemente a pirite e calcopirite, frammiste a ganghe quarzose, calcitiche e cloritiche. Queste vene e filoncelli s'intrecciano e si uniscono determinando nella formazione di diabasi, nota per gli studi di Gallitelli (11), una larga fascia mineralizzata, che dal torrente Dragone sale fino alla sommità dei Cinghi, dando luogo a qualche apofisi laterale. Essa è resa evidente in superficie da un'abbondante bruciatura.

Oltre ai filoni a solfuri ne esistono altri a datolite, prehnite e zeoliti, che non rivelano mai la presenza di minerali opachi.

(9) A. PORCIATTI, *L'Italia ha il suo rame negli Appennini*. Modena, 1940.

(10) I giacimenti qui di seguito citati sono compresi, ma non indicati, nel foglio 97 (S. Marcello Pistoiese), della Carta Geologica d'Italia al 100.000.

(11) P. GALLITELLI, *Sui diabasi della valle del Dragone nell'Appennino Emiliano*. « Atti Soc. Tosc. di Scienze Nat. », Memorie, XI, Pisa, 1929.

Sette gallerie orizzontali sono state aperte, oltre un secolo fa, nella zona minelarizzata, alcune di esse sono state riattivate e approfondite nell'ultimo periodo bellico.

Il *Sasso Tignoso* è una cima diabasica, che emerge dalle argille scagliose sul crinale che separa la valle del Dragone da quella del Perticara. Il giacimento, segnalato di recente, ha caratteristiche simili a quello di Boccassuolo, pur avendo dimensioni assai più modeste.

I giacimenti di *Montecreto* si trovano in fondo valle dello Scoltenna, affluente del fiume Panaro, non lontano dalla centrale idroelettrica di Strettara.

Le mineralizzazioni sono in corrispondenza di tre modeste cupole di diabase, che, all'aspetto macroscopico e microscopico, non differisce da quello della valle del Dragone, se si eccettua la presenza nell'affioramento meridionale di diaspro rosso, in tutto simile per aspetto e giacitura a quello che accompagna le ofioliti di Sestri Levante e che mostra sempre una stretta relazione col diabase.

Il minerale, per lo più pirite e calcopirite, forma una mineralizzazione diffusa in vene a ganga quarzosa o calcitica; spesso però il minerale metallifero s'insinua in piccole vene senza ganga nella roccia, nella quale si scorgono anche cubi di pirite più o meno grandi e distorti.

Numerose e ampie gallerie, ora abbandonate, sono state scavate alcuni anni fa sia nella zona mineralizzata, sia ai fianchi di essa.

A *Trentino di Fanano* il giacimento è poco appariscente. È stato individuato durante l'ultima guerra in un affioramento gabbriico non segnato nelle carte geologiche, che si estende tra il rio Molinaccio e il rio Mondo Nuovo, affluenti di sinistra del torrente Leo.

I campioni di minerali provengono da una galleria e da un pozzo di pochi metri, ora richiusi, e consistono in porzioni di roccia steatitosa contenente minerali metalliferi.

* * *

Ho raccolto personalmente la maggior parte dei campioni studiati sia in posto, sia sui piazzali delle vecchie miniere; alcuni altri provengono dalle collezioni del museo mineralogico dell'Università di Modena.

Le numerose sezioni lucide, esaminate al microscopio, hanno mostrato strette analogie tra i quattro giacimenti sopra elencati. Pres-

sochè costante è l'associazione pirite-calcopirite, benchè assai variabile sia il rapporto quantitativo dei due minerali (12). Quasi esclusivamente costituito da *pirite*, a volte limonitizzata, è il minerale del Sasso Tignoso e di Trentino, mentre Boccassuolo e Montecreto mostrano anche notevoli concentrazioni di *calcopirite*.

Qualche volta la *pirite* è a contorno cubico e, quando viene a contatto con la *calcopirite*, presenta anche qui, come nei giacimenti liguri, chiari segni di riassorbimento (Tav. I, fig. 1). In alcuni casi, specialmente a Montecreto, si nota nella *pirite* una leggerea, ma sensibile anisotropia.

La *calcopirite* è in masserelle irregolari di venuta posteriore alla *pirite*, come dimostra appunto la sostituzione di detto minerale da parte del solfosale.

Solo a Boccassuolo e a Montecreto, limitatamente ad alcuni punti del giacimento, associata alla *calcopirite*, compare la *blenda*. Si tratta di veri e propri prodotti di separazione (Entmischungstruktur), che presentano i caratteristici ordinamenti di goccioline più o meno tondeggianti e regolari di *calcopirite* nella *blenda* (Tav. I fig. 2). Queste strutture, pur essendo abbastanza frequentemente segnalate e non difficili a prodursi, secondo quanto affermano Schneiderhöhn e Ramdohr (13), per le analogie reticolari tra *calcopirite* e *blenda*, sono una delle caratteristiche anche dei giacimenti liguri.

In definitiva ci troviamo davanti a giacimenti che, per la presenza di *pirite*, *calcopirite* e *blenda*, per le caratteristiche strutture di separazione di questi due ultimi minerali e per il tipo di giacitura filoniana a ganghe quarzitiche e calcitiche appaiono chiaramente idrotermali. Essi sono poveri di specie minerali e tra queste, a differenza di quelli liguri, nessuna ci dà un indizio veramente sicuro sulla temperatura di formazione. Infatti possiamo anche qui stabilire l'esistenza di due diverse venute: una di *pirite* e una, più recente, di *calcopirite* e *blenda*, che, quando vengono a contatto con la *pirite*, la sostituiscono. Possiamo anche attribuire, per analogie con i giaci-

(12) Determinazioni quantitative del contenuto in rame su campioni raccolti alla rinfusa e sottoposti a un primo inquantamento sul posto hanno dato i seguenti risultati:

Boccassuolo	3,17% Cu
Sasso Tignoso	0,41% Cu
Montecreto	2,66% Cu

(13) H. SCHNEIDERHÖHN, P. RAMDOHR, *Lehrbuch der Erzmikroskopie*, Berlin, 1931.

menti liguri, specialmente per quel che riguarda le strutture di separazione, un tipo mesotermale alla seconda venuta. Infatti secondo i recenti studi di De Camargo (14), una percentuale d'inclusi di calcopirite nella blenda del 5-6%, come è nel caso nostro, rappresenterebbe una formazione a temperatura elevata. Nulla invece possiamo affermare di preciso sulla genesi delle masse di pirite, non esistendo associazioni di questo minerale, di per sè non indicativo, con altri caratteristici di alte o basse temperature.

Anche qui, come in Liguria, sono evidenti le azioni meccaniche a cui sono state sottoposte le masse mineralizzate. Lo studio di sezioni sottili dei filoni di Boccassuolo e Sasso Tignoso ha mostrato che anche i minerali che accompagnano quelli opachi: quarzo, calcite, clorite, sono stati soggetti a sollecitazioni. Il quarzo assume spesso una struttura cataclastica e si mescola con lembi di diabase e aggregati di calcite. I rari cristalli di plagioclasio sono fortemente deformati. Anche lo stesso minerale opaco mostra numerose fratture, spesso attraversate da vene di quarzo o di calcite.

Per quel che riguarda la giacitura si nota che nel Modenese il minerale s'insinua in vene, filoni e impregnazioni solamente nel diabase o nel gabbro, lontano da ogni visibile contatto, mentre in Liguria i maggiori arricchimenti sono al contatto diabase-serpentina, con o senza intercalazioni di gabbro; e la mineralizzazione si spinge nel diabase, e sempre in vicinanza del contatto, solo a Monte Loreto.

2) Giacimenti nelle argille ofiolitifere.

È questo un tipo di giacitura veramente raro nell'Appennino, infatti tutte le mineralizzazioni cuprifere fin'ora conosciute interessano le ofioliti e si spingono nei terreni sedimentari inglobanti rare volte e solamente nella zona dell'immediato contatto.

Nell'Appennino modenese abbiamo manifestazioni cuprifere nelle rocce sedimentarie della falda ofiolitifera a Frassinono e a Cargedolo, due luoghi poco lontani l'uno dall'altro e riferibili a una sola formazione. Ambedue si trovano sulla sponda sinistra del torrente Dragone, che è costituita da argille scagliose, dalle quali emergono qua e là spuntoni diabasici ó di breccia ofiolitica assai tormentati e di modeste dimensioni.

(14) W. G. R. DE CAMARGO, *On the Chalcopyrite Inclusions in Sphalerite*. « Bol. Univ. São Paulo, Fac. Fil. Ciências e Let », CXLVII, 1952.

TAVOLA I

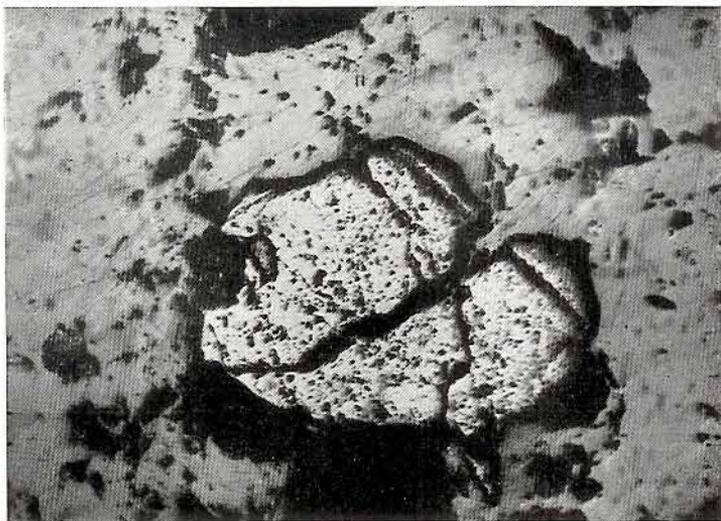


Fig. 1

Montecreto. Cristallo di pirite immerso nella calcopirite.
Luce riflessa, solo polarizzatore. 230 x.



Fig. 2

Bocassuolo. Isole di calcopirite nella blenda, formatesi in seguito a separazione.
Luce riflessa, solo polarizzatore. 460 x.

TAVOLA II

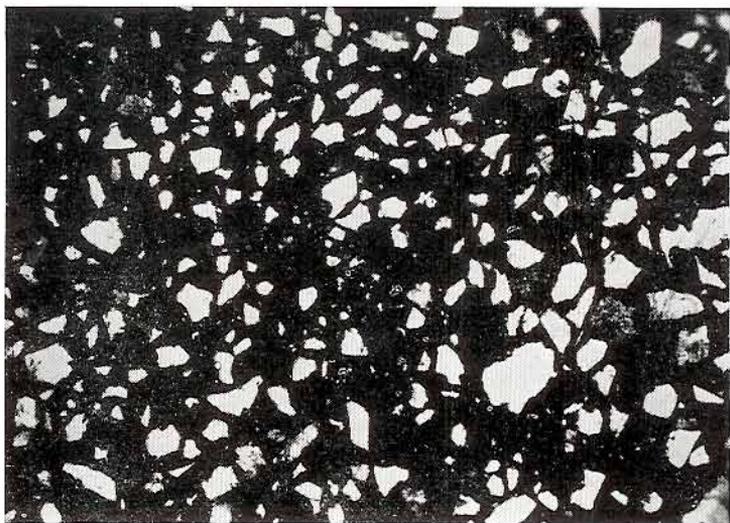


Fig. 1

Frassinoro. Quarzo e silicati cementati da cuprite.
Luce trasmessa, solo polarizzatore. 75 x.



Fig. 2

Frassinoro. Rame nativo attaccato con persolfato d'ammonio.
Luce riflessa, solo polarizzatore. 230 x.

È nota da tempo la presenza di laminette di rame nativo nei due luoghi sopra citati e si tramanda anche che con tale rame siano state fuse le campane di Cargedolo, ma il minerale che affiora, specialmente a Frassinoro, non è solo rame nativo. Presso quest'ultimo paese, alle falde del M. Modino, in località Cà di Vanni, spicca una caratteristica formazione a calanchi, di argille scagliose rosse, verdi e grige. Le argille rosse e verdi sono sterili, mentre quelle grige, che formano spesso strati compresi tra le rosse, presentano a volte patine di malachite (15). Scavi eseguiti in corrispondenza di questi strati grigi hanno incontrato, oltre a roccia argillosa, a forte scistosità, straterelli di marne grige e roccia arenacea ricca di vene e geodi di quarzo (16).

La mineralizzazione interessa soprattutto arenarie e marne. Alcuni campioni, provenienti da uno scavo a quota 1240, esaminati al microscopio a luce riflessa, hanno mostrato la presenza di qualche raro granulo di *calcopirite* in ganga quarzosa, nuremose venuzze e masserelle di *covellina*, formate da cristalli assai irregolari, con nette tracce di sfaldatura, un pò contorte da azioni dinamiche. In quasi tutti i campioni la *covellina* è più o meno profondamente trasformata in *azzurrite* e *malachite*. La *calcopirite* è localizzata nella roccia arenacea, la *covellina* in quella marnosa, la *malachite* si spinge anche negli scisti argillosi.

Nella zona, specialmente dopo le piogge, si trovano in superficie noduletti e lamine cuprifere, per lo più ricoperte da patine verdi di malachite. I primi, esaminati in sezione lucida, mostrano una tipica struttura di cementazione. Si tratta infatti di *cuprite*, più o meno trasformata in malachite, racchiudente numerosissimi frammenti angolosi di minerali trasparenti (Tav. II, fig. 1). In sezione sottile questi ultimi risultano dello stesso tipo di quelli che costituiscono gl'interstrati di roccia arenacea sopra nominati.

(15) La percentuale di rame, determinata nel materiale di uno scavo, è risultata del 4,38%. Porciatti segnala, per la stessa zona, una percentuale del 5%.

(16) La roccia arenacea mostra al microscopio una grana assai minuta, formata da elementi di grandezza uniforme a spigoli vivi, costituiti essenzialmente da *quarzo*, abundantissimo, da *plagioclasio*, geminato secondo la legge dell'albite, che, per mezzo dell'angolo di estinzione nella zona simmetrica e del confronto con gl'indici del *quarzo*, si è rivelato come un termine albitico. Abbondante è la *mica muscovite*, frequente anche la *biotite*, in buona parte trasformata in *clorite*. È presente inoltre calcite e qualche granulo di *zircone* e *apatite*. Il cemento, assai scarso, è di natura silicea.

Le lamine sono per lo più appiattite e frastagliatissime. Raggiungono la lunghezza massima di 11 cm., di solito però non oltrepassano 3 o 4 cm. In sezione lucida si rivelano costituite da *rame nativo* notevolmente puro, infatti le sole inclusioni, oltre a piccole zone di cuprite, sono di minuti granuli di quarzo. Queste sezioni, attaccate con persolfato di ammonio, hanno messo in luce una completa ricristallizzazione, ricca di geminazioni, con lamelle a volte anche contorte (Tav. II, fig. 2).

Il rame nativo di Frassinoro non differisce quindi da quello degli altri giacimenti della formazione ofiolitifera studiati e raffigurati da Rodolico (17); spiccate analogie vi sono, in particolare, con quello di Montecatini.

In complesso il giacimento di Frassinoro, nella zona a noi accessibile, dove predominano covellina, cuprite e rame nativo, appare generato per «discensum» e a bassa temperatura. La zona di ossidazione prodotta dalle acque infiltratesi dall'esterno, sarebbe stata, per la natura argilloso-marnosa del terreno, in gran parte asportata e ridotta a debole potenza. Compare quindi, a piccola profondità, la zona di cementazione ricca di covellina, che ha già subito però processi di alterazione.

Le manifestazioni cuprifere, che in superficie non appaiono legate a rocce verdi, potrebbero invece essere in relazione con masse eruttive mineralizzate profonde, del tipo di quelle di Boccassuolo, poste sull'altra sponda del torrente Dragone. Tale ipotesi è avvalorata dal fatto che lo scavo di una galleria nelle pendici occidentali del Modino, ha messo in luce rocce verdi con calcopirite, interamente mascherate dalle argille scagliose.

Tra i giacimenti Liguri nessuno presenta caratteristiche analoghe a questo, specialmente per quel che riguarda la giacitura.

Occorrerebbe tuttavia, per più complete osservazioni, non limitarsi ai campioni di superficie, ma poter esaminare il giacimento a maggiore profondità.

RIASSUNTO

Le manifestazioni cuprifere dell'Appennino Modenese appartengono a due tipi diversi. Alcune, presenti a Boccassuolo, Sasso Tignoso, Montecreto, Trentino di Fanano, sono legate a diabasi e gabbri.

(17) F. RODOLICO, *Studi sul rame nativo della Formazione Ofiolitica*. «Period. di Miner», VII, 1936.

Sono di tipo idrotermale con due distinte generazioni: una a pirite, di termalità incerta, l'altra a calcopirite e blenda, mesotermale.

Le manifestazioni di Frassinoro e Cargedolo sono invece nelle rocce sedimentarie della falda ofiolitifera; la loro genesi è per discensum, con tipici minerali formatisi a bassa temperatura, come covellina, cuprite e rame nativo, scarsissima la calcopirite.

Le analogie coi giacimenti liguri delle ofioliti di Sestri Levante sono, per quel che riguarda le manifestazioni nelle rocce verdi, notevoli, anche se la giacitura non è proprio identica e se i giacimenti modenesi sono assai più poveri di specie minerali. Non esiste invece in Liguria alcun giacimento corrispondente a quelli esistenti nelle argille scagliose dell'Appennino Modenese.

Febbraio 1953.

Istituto di Mineralogia dell'Università di Modena

Sull'andamento diurno dell'intensità della radiazione cosmica ad Abisko

Come è noto, tra le variazioni a carattere periodico nell'intensità della radiazione cosmica, è stata segnalata per varie località, e fatta oggetto di ripetuti studi (1), l'esistenza di un andamento nel giorno solare, risolubile essenzialmente in un'onda di 24 ore ed in una di 12 ore.

Le cause del fenomeno sono state anzitutto individuate, in parte, nelle variazioni, ad andamento diurno, di alcuni tra i fattori, che caratterizzano lo stato dell'atmosfera, capaci di influire sull'intensità della radiazione cosmica al suolo, e precisamente: la pressione atmosferica al suolo, l'altezza della superficie isobarica di 100 mb (circa 16 Km) (2), e la temperatura in prossimità di questa (3). Si è pure cercato di interpretare l'onda semidiurna dell'intensità della radiazione cosmica, come effetto dello spostamento delle superfici isobariche dovuto ad una oscillazione atmosferica avente anch'essa periodo di 12 ore, però con conclusioni inaccettabili sull'altezza dello strato maggiormente interessato nella produzione della componente mesonica che raggiunge il suolo, e sulla sezione efficace inerente a tale processo (4). Inoltre, come risultato di misure direzionali con telescopi di contatori (5), nell'andamento diurno dell'intensità della radiazione cosmica al suolo si è riscontrato l'effetto di una anisotropia nella distribuzione spaziale della radiazione cosmica primaria, asintropia dovuta presumibilmente ad una perturbazione di origine solare.

Poichè accanto a parecchie località alle basse e medie latitudini, in cui è stato determinato l'andamento diurno in questione, ne compare una sola per le alte latitudini, per la quale si hanno dati accurati (Godhavn, in Groenlandia: lat. 69°, 2 N, lat. geom. 79°, 9 N, long. 53° W) (6), si è ritenuto non privo di interesse elaborare, sotto questo riguardo, i dati di CORLIN (7) relativi a sue misure ad Abisko (Svezia: lat. 68°, 3 N, lat. geom. 66°, 1 N, long. 18°, 8 E), estendentisi tra il settembre 1932 ed il luglio 1933.

Le misure di CORLIN sono state compiute con una camera di ionizzazione di STEINKE, circondata da una schermatura di 10 cm di piombo, della quale, ad intervalli regolari di alcuni giorni, veniva tolta la parte superiore; in questo caso, l'apertura della finestra nello schermo, vista dal centro della camera di ionizzazione, era di $\pm 45^\circ$ nella direzione E-W, e di $\pm 60^\circ$ nella direzione N-S. Le tabelle di CORLIN riportano, per ciascun giorno di osservazione: i singoli valori medi orari della intensità di ionizzazione (numero di coppie di ioni per cm^3 e secondo, riferito all'aria in condizioni normali) senza alcuna correzione nei riguardi delle condizioni meteorologiche; i valori corrispondenti corretti per le variazioni della pressione atmosferica, oltre ad altri dati inerenti al campo magnetico terrestre.

Sia per l'intensità della radiazione cosmica, separatamente per i due casi dello schermo completamente chiuso e dello schermo aperto superiormente, sia per la pressione atmosferica, si sono determinate, su tutto l'intervallo di tempo suddetto, le medie orarie; se ne è quindi fatta l'analisi in serie di Fourier.

Per la pressione atmosferica, il risultato, quanto alle prime due onde, diurna e semidiurna, è il seguente:

$$(1) \quad \Delta P = 0,073 \text{ sen } (15t + 218^\circ,3) + 0,071 \text{ sen } (30t + 117^\circ,5) \text{ mm Hg.}$$

L'onda diurna, che ha il massimo alle ore 15,5, è di carattere locale; l'onda semidiurna, invece, è di carattere atmosferico generale, e dovrebbe precisamente risultare dalla sovrapposizione di un'onda progressiva di equazione:

$$(2) \quad \Delta P'_2 = (0,988 - 0,573 \text{ sen}^2 \varphi) \cos^2 \varphi \text{ sen } (30t + 154^\circ) \text{ mm Hg}$$

e di un'onda stazionaria di equazione:

$$(3) \quad \Delta P''_2 = 0,137 \left(\text{sen}^2 \varphi - \frac{1}{3} \right) \text{ sen } \left[30 \left(t - \frac{\lambda}{15} \right) + 105^\circ \right] \text{ mm Hg}$$

dove φ è la latitudine della località considerata, e λ la sua longitudine orientale da Greenwich. La risultante delle (2) e (3), per Abisko, tenuto conto del valore medio della pressione locale, circa 720 mm Hg è un'onda di equazione:

$$(4) \quad \Delta P_2 = 0,096 \text{ sen } (30t + 108^\circ,5) \text{ mm Hg}$$

in accordo soddisfacente con il secondo addendo della (1) (particolarmente nei riguardi delle fasi: 1° massimo per la (1) alle ore 11,1 e per la (4) alle ore 11,4), tanto più se si tiene conto che la (1) è stata dedotta da una serie di dati estendentesi su meno di un anno completo.

Quanto all'intensità della radiazione cosmica, non corretta per le variazioni della pressione atmosferica, si è ottenuto, in percento dell'intensità media:

a schermo chiuso:

$$(5) \quad \Delta I_c = 0,037 \text{ sen } (15t + 297^{\circ},6) + 0,043 \text{ sen } (30t + 238^{\circ},5) \quad \%$$

a schermo aperto:

$$(6) \quad \Delta I_a = 0,102 \text{ sen } (15t + 277^{\circ},8) + 0,020 \text{ sen } (30t + 359^{\circ},0) \quad \%$$

Il massimo per l'onda diurna cade alle ore 10,2 nel caso dello schermo chiuso, ed alle ore 11,5 nel caso dello schermo aperto; nello stesso ordine, il primo massimo dell'onda semidiurna cade alle ore 7,0 e rispettivamente 3,0.

Apportate le correzioni per la pressione atmosferica, si è poi trovato:

a schermo chiuso:

$$(7) \quad \Delta I_c = 0,044 \text{ sen } (15t + 273^{\circ},3) + 0,037 \text{ sen } (30t + 215^{\circ},0) \quad \%$$

a schermo aperto:

$$(8) \quad \Delta I_a = 0,116 \text{ sen } (15t + 267^{\circ},6) + 0,022 \text{ sen } (30t + 66^{\circ},3) \quad \%$$

Il massimo per l'onda diurna ricorre alle ore 11,8 nel caso dello schermo chiuso, ed alle ore 12,1 nel caso dello schermo aperto; nello stesso ordine, il primo massimo dell'onda semidiurna ricorre alle ore 7,8 e rispettivamente 0,8. Le due onde diurne sono praticamente in accordo di fase, ma quella a schermo chiuso ha un'ampiezza pari solo ai 2/5 circa dell'ampiezza a schermo aperto. Invece le onde semidiurne sono quasi in opposizione: quella a schermo aperto, di ampiezza molto ridotta rispetto all'onda diurna corrispondente, presenta il secondo massimo alle ore 12,8, in ritardo soltanto di 0,7 ore rispetto al massimo dell'onda diurna; mentre per l'onda semidiurna a schermo chiuso il secondo minimo ricorre alle ore 13,8, due ore dopo il massimo dell'onda diurna corrispondente, ed un'ora dopo il secondo massimo dell'onda semidiurna a schermo aperto.

Le due onde diurne sembrano attribuibili, precipuamente, all'effetto positivo di temperatura (3); mentre sulle onde semidiurne si farebbe sentire, in misura assai più accentuata, l'azione, contrastante od addirittura prevalente, degli altri effetti: cambiamento dell'altezza dello strato di formazione dei mesoni, ed anisotropia nella distribuzione spaziale della radiazione cosmica primaria, con conseguenti sfasamenti.

Aprile 1953.

Istituto di Fisica dell'Università - Modena.

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione di Torino

BIBLIOGRAFIA

- (1) Per bibliografia, v.: P. NICOLSON, V. SARABHAI: *Proc. Phys. Soc.*, 60, 509, 1948; H. ELLIOT: *Progress in Cosmic Ray Physics* (Amsterdam, 1951), p. 453-514; V. SARABHAI, U. D. DESAI, R. P. KANE: *Nature*, 171, 122, 1953.
- (2) A. DUPERIER: *Proc. Phys. Soc.*, 57, 464, 1945; 61, 34, 1948.
- (3) A. DUPERIER: *Proc. Phys. Soc.*, 62, 684, 1949; *Nature*, 167, 312, 1951; H. D. RATHGEBER: *Proc. Phys. Soc. A*, 63, 920, 1950.
- (4) P. NICOLSON, V. SARABHAI: *loc. cit.*, v. (1).
- (5) H. ELLIOT, D. W. N. DOLBEAR: *Proc. Phys. Soc. A*, 63, 137, 1950; *J. Atm. Terr. Phys.*, 1, 205, 215, 1951; H. ELLIOT: *loc. cit.*, v. (1).
- (6) I. LANGE, S. E. FORBUSH: *Carnegie Institution of Washington, Publ.* 175-XIV, 1948.
- (7) A. CORLIN: *Cosmic ultra-radiation in northern Sweden - Annals of the Observatory of Lund*, n. 4 (Lund, 1934).

Nuove possibilità dell'analisi per attivazione mediante le emulsioni nucleari ed uso delle stesse nell'analisi quantitativa

È noto che l'analisi per attivazione serve a riconoscere minime quantità di un elemento od impurità presenti in una sostanza mediante esposizione della stessa ad una radiazione atta a provocare la formazione di un isotopo attivo dell'elemento che si vuol ricercare: la misura dell'attività prodotta serve a rivelare e valutare l'elemento stesso.

Ma per far questo si deve trasportare, ad attivazione finita, la sostanza attiva dalla sorgente di radiazione a cui fu esposta all'apparecchiatura destinata a misurare l'attività (contatori, camere di ionizzazione, ecc.) per cui il metodo è inadatto quando la sostanza attiva ottenuta ha un periodo troppo breve, ed è addirittura di impossibile attuazione quando non esistono isotopi attivi dell'elemento in esame.

Allo scopo di poter usufruire anche in questi casi dei vantaggi offerti dall'analisi per attivazione, venne ideato e studiato un procedimento consistente nell'esporre alla radiazione attivante l'esemplare in esame *unitamente ad una emulsione nucleare* opportunamente scelta, cioè ad una emulsione fotografica di sensibilità e spessore particolarmente adatti per segnalare le particelle ionizzanti emesse dalla sostanza attivata.

Così, tanto nel caso in cui ha luogo la formazione di un radioisotopo di periodo comunque breve, quanto nel caso in cui non ha luogo la formazione di un radioisotopo dell'elemento in istudio ma si ha da esso la fuoriuscita di una particella ionizzante, l'effetto si manifesta senz'altro nell'emulsione dove — a irradiazione finita — essa è rivelabile e valutabile.

La possibilità di rivelare nelle emulsioni le tracce di tali particelle ionizzanti è cosa certa in base ai procedimenti già noti nei riguardi di altri problemi: (la rivelazione di neutroni termici mediante le α emesse dal boro o dal litio (1), lo studio di sostanze attive presenti in minerali nonchè quello di tracce β in emulsioni (2), l'uso di queste per ottenere spettri β (3).

Inoltre, allo scopo di ricavare dal procedimento un mezzo di analisi quantitativa, venne esaminata la possibilità di avere campioni di riferimento tali che, in base al confronto degli effetti da essi provocati nelle emulsioni ed ivi esaminati, si potesse riconoscere la concentrazione dell'elemento ivi studiato.

I casi che si possono presentare in pratica sono vari; ma si possono riassumere nei seguenti due tipi principali:

A) la radiazione emessa ed esaminata nell'emulsione è fortemente ionizzante (p. es., costituita da particelle α o da protoni), cosicchè l'effetto quantitativo viene determinato contando le tracce per area unitaria;

B) la radiazione emessa ed esaminata nell'emulsione fotografica è debolmente ionizzante (p. es., particelle β , accompagnate o meno da quanti γ), cosicchè l'effetto quantitativo viene determinato o osservando le tracce β e contandole, oppure misurando l'annerimento prodotto, che è funzione crescente della concentrazione dei granuli d'argento sviluppati.

Lo scopo del presente lavoro è di indicare:

I) in generale quali possono essere le cause di errore onde evitarle od almeno diminuirle;

II) in particolare, caso per caso, quale è il grado di precisione raggiungibile.

I - In base a diverse prove preliminari si sono potute indicare le seguenti condizioni fondamentali generali, necessarie in ogni caso:

1) la radiazione attivante deve essere scelta in modo tale da evitare che si abbia, come effetto secondario, un annerimento eccessivo dalla emulsione, la quale non deve ricevere dal mezzo ambiente un quantitativo di raggi γ superiore a quello che può essere da essa tollerato come effetto di fondo.

(Le emulsioni nucleari per rivelare α e p hanno un buon grado di insensibilità pei γ , mentre le emulsioni nucleari pei β sono più sensibili; ancor maggiormente lo sono le emulsioni fotografiche destinate ai raggi X e γ).

Per questo nelle esperienze fatte fu usata come radiazione attivante quella costituita da un flusso di neutroni provenienti da una sorgente PoBe che emette pochissimi γ . I neutroni vennero resi termici (nella loro massima parte) mediante uno spessore di circa 9 cm. di paraffina. L'intensità di flusso nel posto in cui si ponevano poi i campioni era, all'inizio delle esperienze, di $5,7 \cdot 10^3 \text{ n/cm}^2 \text{ sec}$;

2) devono essere ben noti, e valutati con precisione come effetto di fondo, quelli dovuti alle eventuali reazioni secondarie pro-

dotti dalla stessa radiazione attivante sugli altri elementi presenti; (costituenti dell'emulsione fotografica, del sostegno, e della sostanza che contiene disciolto o disperso l'elemento da esaminare): effetti la cui importanza dipende dalla percentuale di questi costituenti e dalla sezione d'urto di essi per le reazioni secondarie suddette.

A questo scopo — nel caso di conteggio di tracce α — si dimostrò assai utile la considerazione fatta a priori della eventuale diversa lunghezza delle tracce derivanti dalla reazione studiata in confronto delle tracce derivanti dalle reazioni secondarie.

In tutti i casi questa condizione potè essere ben soddisfatta da una rigorosa determinazione dell'effetto di fondo;

3) nei riguardi dello scopo di fare determinazioni che siano anche quantitative mediante confronti, è norma fondamentale aver cura che gli esemplari da confrontare siano non solo identici come qualità, ma anche in tutti gli accessori (usando per essi emulsioni dello stesso impasto, esponendoli in zone del campo dove la intensità è la stessa e per un identico tempo, collocandoli contemporaneamente nello stesso bagno, di sviluppo prima e di fissaggio poi).

Dato inoltre che lo scopo del presente lavoro fu solo di studiare il metodo, fu ritenuto opportuno di fare confronti solo fra campioni contenenti quantità note dell'elemento in esame e precisamente fra:

— campioni contenenti la stessa percentuale dell'elemento in esame;

— campioni contenenti l'elemento in esame in quantitativi l'uno multiplo dell'altro.

Allo scopo, inoltre, di giungere a norme che fossero utili anche nei riguardi delle ricerche biologiche, vennero considerati anche campioni in cui l'elemento in esame era disciolto in una sostanza avente una certa analogia di costituzione chimica con i tessuti molli: come tale fu scelta la gelatina.

II - Allo scopo poi di conoscere il grado di precisione raggiungibile facendo determinazioni quantitative di un elemento con questo metodo, furono considerati casi corrispondenti rispettivamente ai due tipi principali già accennati, e cioè:

1) Caso A) - determinazione di Boro in quantità dell'ordine di grandezza dei soliti «traccianti», benchè non abbia nessun isotopo radioattivo. Esso, esposto ad un flusso di neutroni termici, per la reazione (n, α) dà luogo a tracce α rivelabili nella emulsione nucleare. (Dato che la sezione d'urto del B^{10} (che si trova presente

nella percentuale del 19% circa) è di 3500 barns, mentre quella del B^{11} è pressochè nulla, fu usato Boro arricchito cioè solo B^{10} , onde avere effetti più salienti).

Questo caso è di particolare interesse biologico perchè il metabolismo del Boro non fu ancora studiato, appunto per la mancanza di isotopi attivi di quest'elemento. Questo metodo lo rende possibile;

2) Caso B) - determinazione dello Jodio comune inattivo — pure in minime quantità. — Esso, esposto ai neutroni termici, dà luogo a J^{128} che emette β con periodo di soli 25 min. che, nonostante tale brevità, col metodo in questione è rivelabile nella emulsione esposta con l'esemplare.

Questo caso è pure di particolare interesse biologico perchè il suo studio ha lo scopo di consentire l'osservazione nella tiroide dello Jodio comune senza ricorrere all'isotopo J^{131} ;

3) Caso C) - per questo tipo di emissione (β accompagnati da γ), dal punto di vista dello studio del metodo, di cui si vuol conoscere l'applicabilità in generale (anche nei casi in cui la radiazione registrata fosse prevalentemente γ), si sono considerate dal punto di vista teorico le condizioni ed il grado di precisione raggiungibile se la determinazione quantitativa dovesse farsi in base alla misura dell'annerimento.

Applicazione pratica

Tanto nel caso del Boro che in quello dello Jodio i campioni, preparati appositamente con un contenuto noto dell'elemento in studio, furono di tre tipi:

1) gocce di soluzione su vetro. Queste presentarono sempre una distribuzione poco uniforme, quindi, benchè ne sia stata misurata l'area e calcolata la quantità di soluzione per cm^2 , servirono solo per le prime prove di orientamento;

2) gocce di soluzione di ben noto volume e concentrazione, uniformemente diffuse su dischetti di carta da filtro di area preventivamente determinata affinchè fossero totalmente ed uniformemente imbevuti. La quantità di soluzione corrispondente ad ogni cm^2 era nota con buona precisione ed i risultati furono abbastanza soddisfacenti;

3) soluzione uniformemente diffusa in gelatina. Questi campioni, trattati col solito procedimento alla formalina, presentarono difficoltà di taglio cosicchè diedero risultati meno precisi dei precedenti.

In ogni prova il vetrino al quale erano applicati i campioni (a cui nel caso dello Jodio fu sostituita una lastrina di plexiglas per diminuire gli effetti secondari del Na che è fortemente attivato dai neutroni), veniva posto a contatto con una lastra nucleare; [Eastman Kodak NTA per le α del Boro e Eastman Kodak NTB per le β dello Jodio]; l'insieme, chiuso entro una scatoletta di sostanza plastica nera, veniva posto nel campo di neutroni. L'esposizione fu della durata di 10 giorni per il boro e di 15 per lo Jodio (la durata delle prove successive alla prima fu sempre prolungata in modo tale da compensare la diminuzione di flusso dovuta al decadimento del Polonio).

L'esame delle emulsioni fu fatto osservandole dopo lo sviluppo al microscopio, con obiettivo ad immersione, ingrandimento 970 e contando le tracce α nel caso del boro e le tracce β nel caso dello Jodio.

Per quest'ultimo tipo vennero inoltre studiate le condizioni necessarie per fare la determinazione col metodo densitometrico. I risultati, dedotti dal conteggio delle tracce, furono ottenuti in base alla considerazione di non meno di quattro campioni per ciascun tipo e concentrazione e ad un numero di misure da 24 a 30 per ciascun campione. Essi sono riassunti nella seguente tabella:

Campione	Soluzione	Quantità	Tracce per ogni campo di reticolo (*) al netto dell'effetto di fondo (**)
Boro - Gocce su carta da filtro	Acido borico 5 %	8 λ/cm^2	da un min. di $17,78 \pm 0,46$ ad un mass. di $18,08 \pm 0,54$
	id. 2,5 %	8 »	da un min. di $7,53 \pm 0,46$ ad un mass. di $9,03 \pm 0,53$
id. Soluzione in gelatina	id. 5 ‰	Spessore 40 μ	da un min. di $0,98 \pm 0,18$ ad un mass. di $1,09 \pm 0,21$
	id. 1 ‰	id.	da un min. di $0,21 \pm 0,11$ ad un mass. di $0,25 \pm 0,12$
Jodio - Gocce di soluz. su carta da filtro	Tint. J. 10 %	15,3-15,6 λ/cm^2	da un min. di $0,15 \pm 0,08$ ad un mass. di $0,18 \pm 0,08$
	id.	10,2-10,4 λ/cm^2	da un min. di $0,09 \pm 0,07$ ad un mass. di $0,12 \pm 0,08$
id. Soluz. di JK in gelatina	J presente 1 %	Spessore 2 mm	da un min. di $0,10 \pm 0,07$ ad un mass. di $0,11 \pm 0,08$
	id. 3 %	id.	da un min. di $0,21 \pm 0,11$ ad un mass. di $0,28 \pm 0,09$

(*) Il campo di reticolo considerato fu di $160 \mu^2$ nel caso del Boro e di $100 \mu^2$ nel caso dello Jodio.

(**) L'effetto di fondo fu per il Boro rispettivamente di $0,12 \pm 0,08$ nei campioni su carta da filtro; $0,07 \pm 0,06$ nei campioni in gelatina. Esso fu per lo Jodio rispettivamente di $0,21 \pm 0,06$ nei campioni su carta da filtro; $0,22 \pm 0,05$ nei campioni in gelatina, mentre i granuli di Ag sviluppati compresi quelli non costituenti traccia erano globalmente di circa 30 per campo reticolare.

Da questi dati si deduce quanto segue:

Caso A) *Boro* - il grado di precisione diminuisce alle basse concentrazioni, a motivo specialmente del piccolo numero di tracce contate e, nei campioni in gelatina, anche a motivo della irregolarità di taglio già menzionata. Si può però dedurre che, con flussi più intensi così da avere un numero di tracce come nel primo caso considerato, è possibile raggiungere un grado di precisione del 3% ed anche maggiore;

Caso B) *Jodio* - essendo l'effetto appena il doppio ed in alcuni casi anche meno dell'effetto di fondo (considerato come conteggio di tracce) si è al limite inferiore della rivelabilità; a questa circostanza si aggiunge il fatto di aver dovuto considerare un numero assai piccolo di tracce [dovuto alla sezione d'urto dello J per la reazione ($n \gamma$) relativamente piccola (6,1 barns)]. È possibile raggiungere un grado di precisione superiore ed anche soddisfacente provvedendo a due cose:

— aumentare, in via di massima, il prodotto $F \cdot t \cdot \epsilon$ (flusso · tempo · sez. d'urto) e nel caso specifico dello J il prodotto $F : t$.

— diminuire l'effetto di fondo, costituito in modo particolare dai β dovuti al Na attivato dalla reazione ($n \gamma$) (oltre che a quelli dovuti agli isotopi attivi formati per la stessa reazione sui componenti Ag e Br della emulsione). A questo scopo evitare come sostegno della emulsione il vetro.

Nel caso di misura fatta col metodo densitometrico (vedi in seguito C) un altro vantaggio può esser dato dall'uso di emulsioni per raggi X o γ che contengono una assai minor percentuale di alogenuri di Argento.

Caso C) - Come già indicato nella elencazione dei singoli casi A) B) C), da considerarsi per conoscere il grado di precisione raggiungibile in determinazioni quantitative, in questo caso di emissione β (come nella generalità di valutazioni quantitative di elementi rivelati da emissioni β e γ) è da considerarsi pure il *metodo densitometrico* cioè la misura dell'annerimento, che è funzione crescente del numero dei granuli di argento sviluppati per unità di superficie.

La valutazione quantitativa per via densitometrica è espressa in base alla cosiddetta « densità » D, dove $D = \lg \frac{I_0}{I}$ (int. rad. incid.), densità che viene determinata fotometricamente. Il valore base di D corrispondente all'oscuramento medio bene valutabile è $D = 0,6$.

La sensibilità del metodo dipende dal tipo di emulsione usata e dal suo spessore in relazione all'energia delle particelle ionizzanti.

È noto che le emulsioni nucleari (come la NTB usate) sono meno sensibili delle emulsioni fotografiche usate generalmente per raggi X e γ . Come ordine di grandezza di sensibilità, esprimendola in β/cm^2 (nel caso in cui le particelle ionizzanti siano appunto delle β), si ha:

Per raggiungere il minimo grado di densità rivelabile	}	con emulsioni tipo per raggi X o λ 10^6 circa con emulsioni nucleari 10^7 »
Per avere l'effetto di $D=0,6$	}	con emulsioni tipo per raggi X o λ 10^7 » con emulsioni nucleari 10^8 »

Le emulsioni nucleari, però, di fronte al fatto di esser meno sensibili e di presentare una maggiore concentrazione di alogenuri di Ag provocanti maggiori reazioni secondarie in casi come in quello qui considerato, hanno il vantaggio di esser in commercio in spessori anche rilevanti offrendo la possibilità di raccogliere più completamente le tracce β .

Nel caso particolarmente studiato qui del J^{128} , che interessa in modo speciale gli studi della tiroide, fu osservato nell'effetto di fondo la presenza di circa 30 granuli per campo reticolare; valore questo che raggiunge la soglia di sensibilità per le emulsioni nucleari come quelle adoperate ed a cui si riferisce. Su di esso l'effetto studiato si distingue con la presenza di circa 5 granuli in più (valore medio del numero di punti costituenti le tracce β — o, meglio delle estremità di queste tracce —) nelle zone in cui si osservarono tali tracce, cioè nelle zone corrispondenti o quasi alle ionizzazioni osservate; zone che, in base ai dati della tavola, si possono presumere una ogni 5 a 10 campi reticolari di $100 \mu^2$ l'uno.

Ciò costituisce un effetto che può raggiungere il 15-20% se l'osservazione è fatta in modo da raccogliere la luce che giunge separatamente da ognuno dei campi suddetti, ma che si riduce a circa il 2-3% ed anche meno se si fanno osservazioni di insieme, ognuna delle quali comprende un numero di campi da 5-10 in su.

La sensibilità desiderata non può quindi aversi coi comuni densitometri che consentono di osservare una alla volta zone di circa 1-10 mm^2 . È però possibile raggiungere condizioni desiderabili con

l'uso dei *microdensitometri* che hanno il duplice pregio di consentire l'osservazione di zone microscopiche e di amplificare notevolmente l'effetto, sì che, con varianti nei dettagli a seconda dei casi, diedero già buoni risultati in diversi studi su emulsioni nucleari (4).

Si può concludere che, in caso di determinazioni quantitative del tipo di quelle qui considerate, se si ritiene opportuno procedere per via densitometrica, ciò può essere possibile *pur di ricorrere a sistemi così perfezionati*.

La parte del presente lavoro relativa alle esperienze fatte mediante conteggio delle tracce α e β sulle lastre nucleari NTA e NTB Eastman Kodak fu eseguita nei laboratori della Medical Division del Oak Ridge Institute of Nuclear Studies in Oak Ridge — Tennessee, durante un soggiorno di studi Fulbright dall'ottobre 1951 al Marzo 1952.

BIBLIOGRAFIA

- (1) H. YAGODA, *Radioactive measurements with nuclear emulsions*, New York, 245, e 288, (1949).
- (2) I. CURIE e H. PARAGGI, « C. R. Acad. Sci. ». 232, 959 (1951).
E. PICCIOTTO e M. van STIVENDAEL, « C. R. Acad. Sci. », 232, 855 (1951).
I. H. FORD e E. PICCIOTTO, « Nuovo Cim. », 9, 141, (1952)
R. M. HERZ, « Physical Review », 75, 478, (1949).
- (3) A. BONETTI, *Applications of nuclear emulsions in the measure of β rays spectra*, « Pabb. du Centre de Physique Nucléaire », Bruxelles, (1950).
- (4) M. DELLA CORTE - M. RAMAT, « Nuovo Cimento », 9, 605 (1952).
M. CECCARELLI - G. T. ZORN, « Phil Mag. », 43, 356, (1952).
P. DEMERS - R. MATHIEU, « Can. Journ. Phys », 31, 97 (1953).

Luminescenza di soluzioni e di un miscuglio di soluzioni per effetto di raggi γ

È noto che le soluzioni, ad opportune concentrazioni, di terfenile, acido antranilico, (acido orto-ammino-benzoico), α -naftilammina ed altri (1), in xilolo, toluolo, benzolo, fenilcicloesano ecc., adoperati come scintillatori liquidi, sotto l'azione di raggi γ , hanno una luminescenza simile a quella dei monocristalli di antracene.

Ed è anche noto che affinché il trasporto dell'energia esterna di eccitazione dal solvente al soluto sia possibile, è necessario che le bande di fluorescenza del solvente abbiano lunghezza d'onda minore di quelle del soluto (es. xilolo e terfenile).

Su questo punto sono d'accordo quasi tutti gli sperimentatori, ma, spesso, essi sono in disaccordo sull'andamento generale della luminescenza in funzione della concentrazione di una data sostanza, e sul massimo di questa luminescenza ad un optimum di concentrazione.

La presente ricerca è stata eseguita per studiare la luminescenza in funzione della concentrazione:

1^o) di una soluzione di fenantrene della quale, nel 1^o lavoro già citato di Kallmann, (2) è riportato un numero che esprime la luminescenza, riferita ad un monocristallo di antracene, della soluzione, ad una data concentrazione, circa 10 g/litro;

2^o) di una soluzione di antracene, per vedere se esisteva un accordo tra le curve di luminescenza, e i loro massimi, dati da Kallmann (3), da Hanle e Schneider (4) e la mia, e studiare, eventualmente, le cause di un disaccordo;

(1) KALLMANN e FURST, « Phys. Rev. », 79, 857, 1950; 81, 853, 1951.

(2) KALLMANN e FURST, « Phys. Rev. », 79, 857, 1950.

(3) Vedi loc. cit. (2).

(4) W. HANLE e H. SCHNEIDER, « Z. Naturforschg. », 6a, 290, 1951.

3) di un miscuglio delle due soluzioni, al variare del volume di uno dei costituenti, per vedere se il miscuglio si fosse rivelato al fotomoltiplicatore con una efficienza simile a quella di un monocristallo di antracene (gr. 3,76, dimensioni $\text{cm}^3 2 \times 1 \times 1$).

La luminescenza delle soluzioni dipende, come si sa (5), dal grado di purezza dei solventi e dei soluti adoperati, dal metodo di preparazione delle concentrazioni, dalla trasparenza della soluzione alla sua radiazione di luminescenza.

Dalle prime misure orientative si constatò che le soluzioni in studio rispondevano egregiamente a questa ultima condizione. Per soddisfare alle altre due che sono, per la massima parte, responsabili dell'andamento generale della curva di luminescenza, prima di iniziare la ricerca si procedette ad un'accurata purificazione delle sostanze, per quanto tutte fossero prodotti puri, per analisi, delle case Merck e Fraenkel.

Le soluzioni furono preparate con fenatrene e antracene bicristallizzati da soluzioni di benzolo puro preventivamente essiccato con sodio metallico e bidistillato (6).

La disposizione sperimentale e la sorgente dei raggi γ sono quelle già adoperate in una precedente nota (7).

Le curve sono state fatte alla temperatura ambiente, di 12° , e poco dopo la preparazione delle concentrazioni.

La (fig. 1) mostra l'andamento della luminescenza di una soluzione di fenatrene, in benzolo, al variare della concentrazione.

Debolissima per il solvente puro, la luminescenza cresce rapidamente per bassissime concentrazioni, comprese fra 0.25% e 3%, meno rapidamente per concentrazioni intorno al 5%, raggiunge un massimo, piuttosto largo, nell'intorno del 9% e poi decresce lentamente per concentrazioni via via crescenti fino al 18%.

Un andamento assai diverso da questo ha la curva di (fig. 2), relativa ad una soluzione di antracene in benzolo, al variare della concentrazione.

(5) Vedi loc. cit. (1).

(6) Il lavoro, assai lungo, di purificazione è stato eseguito nell'Istituto di Chimica Farmaceutica, della nostra Università, diretto dal Prof. R. de Fazi, cui esprimo la mia gratitudine per il materiale scientifico messo a mia disposizione.

Un vivo ringraziamento esprimo pure al Prof. S. Carboni, Aiuto dell'Istituto, e al Dott. Segnini, Assistente, per i continui e preziosi suggerimenti nella preparazione delle soluzioni e delle concentrazioni.

(7) A. CICCONE N. CIMENTO, 9, 36 (1952).

Minime tracce di antracene sono sufficienti per dare una buona luminescenza, la quale cresce rapidamente, raggiunge un massimo nell'intorno di 0,2% e poi rapidamente desce.



Fig. 1.
Soluzione di fenantrene in benzolo.

Un confronto tra la curva di Hanle e Schneider (loc. cit.) di una soluzione di antracene in benzolo, la mia e quella di Kallmann e Furst (1), di una soluzione di antracene in xilolo, mostra subito che

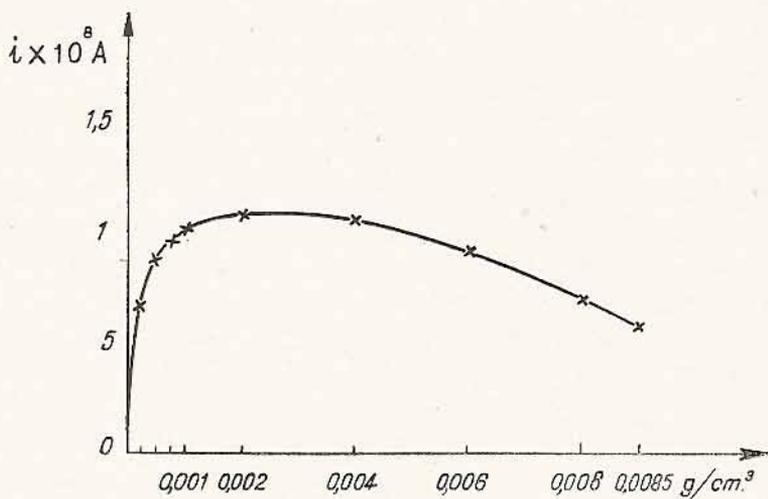


Fig. 2.
Soluzione di antracene in benzolo.

queste curve sono assai somiglianti. È da osservare, soltanto, che mentre il massimo della luminescenza nella curva di Hanle e Schneider e nella mia è nell'intorno di 0,2%, quello della curva di Kall-

mann è nell'intorno di 0,15%; tale lieve spostamento del massimo deve, probabilmente, attribuirsi alla diversa natura del solvente adoperato da Kallmann.

Infine la (fig. 3) mostra l'andamento della luminescenza di un miscuglio delle due soluzioni, ciascuna ad una data concentrazione, al variare delle dosi dei costituenti.

F		A		A		F	
cm. ³	concentr. %						
7,5	2,5	7,5	0,1	7,5	0,1	7,5	2,5
12	4	3	0,04	12	0,16	3	1,
13,5	4,5	1,5	0,02	13,5	0,18	1,5	0,5
14,5	4,83	0,5	0,006	14,5	0,19	0,5	0,16
15	5	—	—	15	0,2	—	—

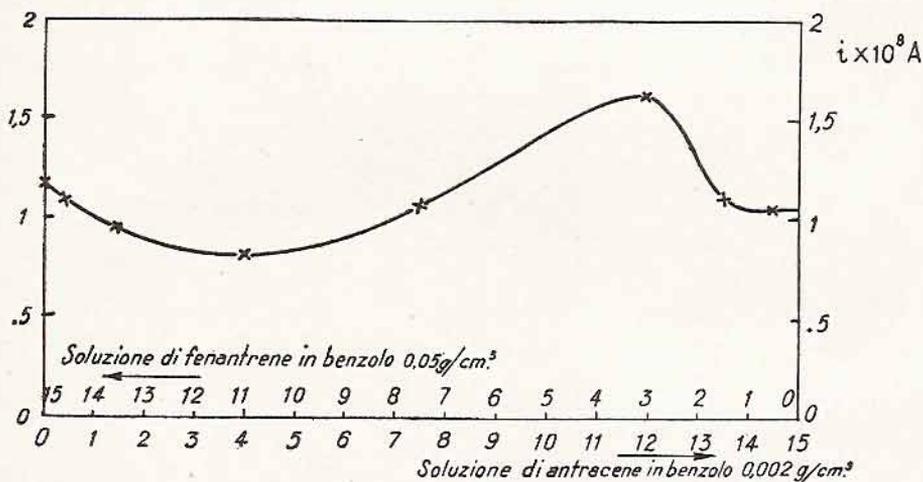


Fig. 3.
Soluzione di fenantrene e di antracene in benzolo.

Sulla orizzontale inferiore sono riportati i cm³ delle 2 soluzioni, e precisamente, il volume della soluzione di antracene cresce da sinistra verso destra; quello della soluzione di fenantrene, da destra verso sinistra.

Sulla orizzontale superiore sono riportati le percentuali dei 2 soluti che entrano nel miscuglio.

Per volumi uguali dei costituenti, cm^3 7,5, percentuali (vedi fig. 3) la luminescenza, riportata sulle 2 verticali ha un certo valore; esso cresce lentamente e raggiunge un massimo, se nel miscuglio entrano a far parte, 12 e 3 cm^3 rispettivamente di antracene e di fenantrene, poi decresce di mano in mano che si aumenta la dose della soluzione di antracene e si diminuisce, di un'egual dose, quella di fenantrene (in modo che la somma dei costituenti rimanga costante e uguale a 15 cm^3); sopprimendo la soluzione di fenantrene la luminescenza riprende il valore corrispondente alla concentrazione di 0,2% (vedi fig. 2).

Nel 2° tratto la luminescenza presenta un andamento diverso: partendo dal valore corrispondente a dosi uguali dei costituenti il miscuglio, e facendo crescere la dose della soluzione di fenantrene la luminescenza decresce, presenta un minimo per le dosi 12 e 3 cm^3 di fenantrene e di antracene e poi lentamente cresce aumentando la dose di fenantrene e diminuendo, di egual dose, quella di antracene, finchè sopprimendo la soluzione di antracene, la luminescenza riprende il valore corrispondente alla concentrazione di 5% (cfr. fig. 1).

Da questi risultati sperimentali si può dire:

1°) che la curva di luminescenza della soluzione di fenantrene, al variare della concentrazione, non presenta un massimo acuto come quello della (fig. 2), ma un massimo che rimane quasi costante per un largo intervallo di concentrazioni;

2°) che il valore della luminescenza, relativo alla concentrazione approssimata di 10 g/l di fenantrene, riportato nel 1° lavoro di Kallmann, non è il massimo della curva di luminescenza da me ottenuto, che è intorno al 9%, ossia a 0,09 g/ cm^3 , ma uno dei tanti valori della luminescenza in funzione della concentrazione del soluto;

3°) che un miscuglio di 2 soluzioni di antracene e di fenantrene nelle dosi di 12 e 3 cm^3 , rispettivamente, è da preferirsi all'una o all'altra soluzione, all'optimum di concentrazione, come scintillatore liquido.

La sua luminescenza è però sempre inferiore a quella di un cristallo di antracene (gr. 3,76; dimensioni cm^3 $2 \times 1 \times 1$) che, nelle stesse condizioni sperimentali e con la stessa geometria, ha una luminescenza, circa, del doppio.

4^o) che se si lavora con soluzioni di massima purezza e se esse vengono adoperate poco dopo la loro preparazione, le curve di luminescenza e i loro massimi, ad un optimum di concentrazione, corrispondenti a queste sostanze pure, che possono essere ottenute dai diversi autori, devono essere in buon accordo tra di loro dentro gli errorj sperimentali.

RIASSUNTO

Si riportano le curve di luminescenza di due soluzioni di sostanze organiche in funzione della concentrazione; si confermano i risultati già ottenuti da Kallmann e Furst e da Hanle e Schneider relativi alla curva di luminescenza di una soluzione di antracene in xilolo e in benzolo. Si studia, infine, il comportamento della luminescenza di un miscuglio di due soluzioni di antracene e di fenantrene al variare delle dosi dei costituenti.

Comunicazione presentata nella seduta del 29 aprile 1953.

Calcolo dell'errore quadratico medio con l'impiego di carte graduate monoparaboliche

Nello studio delle qualità metrologiche degli strumenti di misura, per la valutazione del grado di approssimazione di una osservazione o della media di un gruppo di osservazioni, si ricorre abitualmente al calcolo dell'errore quadratico medio.

Indicando con:

A la grandezza da misurare,

a_i (per $i = 1, 2, 3 \dots N$) i valori ottenuti eseguendo N misurazioni,

$a = \frac{\sum_i a_i}{N}$ la media aritmetica delle letture,

$\xi_i = |a_i - a|$ lo scostamento della lettura i -esima dalla media aritmetica delle N letture,

si ha:

$$(1) \quad q = \sqrt{\frac{\sum_i \xi_i^2}{N-1}} \text{ errore quadratico medio di una lettura,}$$

$$(2) \quad \bar{q} = \sqrt{\frac{\sum_i \xi_i^2}{N(N-1)}} \text{ errore quadratico medio della media aritmetica di } N \text{ letture,}$$

$$(3) \quad k_0 q = 0,6745 q \approx \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_i \xi_i^2}{N-1}} \text{ errore probabile medio di una lettura,}$$

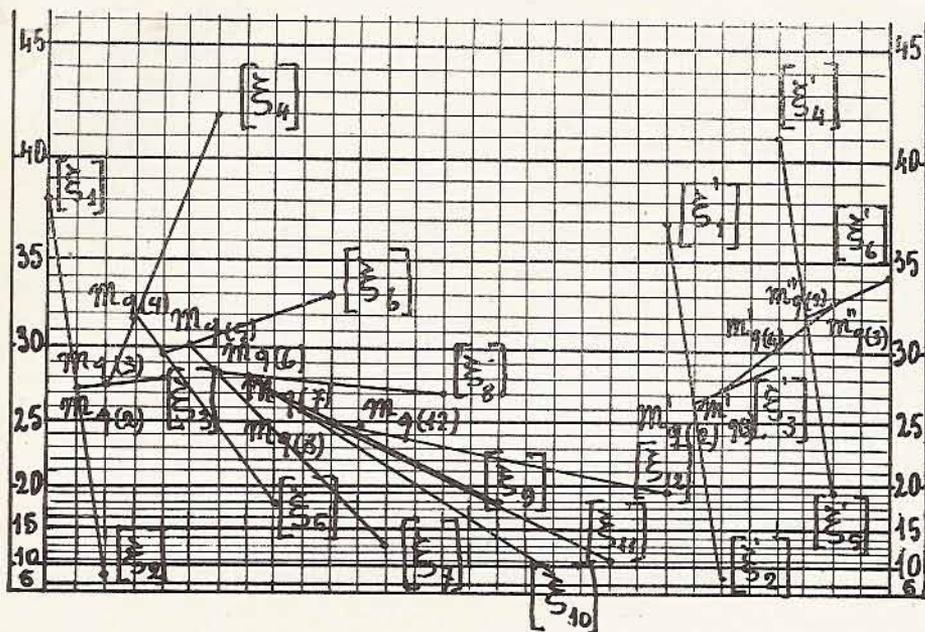
$$(4) \quad k_0 \bar{q} = 0,6745 \bar{q} \approx \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_i \xi_i^2}{N(N-1)}} \text{ errore probabile medio della media aritmetica di } N \text{ letture.}$$

Allo scopo di sveltire i calcoli, piuttosto laboriosi per il necessario impiego di tavole numeriche, ho pensato di ricorrere ad un

metodo grafico, utilizzando delle carte graduate appositamente costruite, con l'asse delle ascisse in scala lineare e quello delle ordinate in scala quadratica.

La tavola «1» mostra una di queste carte graduate sulla quale è stato eseguito il calcolo della media quadratica degli scostamenti

TAVOLA 1



registrati in due serie, rispettivamente di dodici e di sei letture, fatte per la determinazione dell'errore di accomodamento e di lettura di una bilancia semplice.

La tavola «2» mostra il calcolo, sempre effettuato graficamente, dell'errore probabile medio della media di un certo numero di letture in una operazione di confronto fra due campioni di lunghezza.

Nelle dette tavole, il grafico di sinistra comprende la registrazione dei valori di ξ_i per tutte le dodici osservazioni fatte; in quello di destra il calcolo è limitato ai primi sei valori di ξ_i .

In entrambi gli esempi appare evidente la semplicità del procedimento nel quale, situati i punti rappresentativi dei singoli ξ_i sulle orizzontali corrispondenti ai valori degli scostamenti letti sulle scale graduate (quadratiche) riprodotte verticalmente ai lati della tavola, le ordinate risultano proporzionali ai quadrati degli scostamenti medesimi.

Nei grafici di sinistra l'ordinata del punto $m_{q(4)}$ letta sulla scala quadratica riprodotta ai margini del foglio dà direttamente il valore dello scostamento quadratico medio $\sqrt{\frac{\sum_i \xi_i^2}{N}}$ (5).

Nei grafici di destra, eseguiti seguendo un procedimento particolarmente indicato per i casi nei quali il numero delle osservazioni possa essere limitato a sei, si sono determinate separatamente le medie quadratiche degli scostamenti considerati, presi a tre a tre e successivamente si è costruita la media quadratica dei due valori $m'_{q(3)}$ e $m''_{q(3)}$ così ottenuti.

Analogamente a quanto si è detto per l'esempio precedente, l'ordinata del punto $m'_{q(6)}$ letta sulla scala quadratica dà il valore dello scostamento quadratico medio per le sei osservazioni considerate.

Il metodo grafico ora esposto ci permette di determinare il valore dello scostamento quadratico medio (5), da esso si può passare all'errore quadratico medio di una lettura (1) ed all'errore quadratico medio della media aritmetica di N letture (2), nonchè all'errore probabile medio di una lettura (3) e della media aritmetica di N letture (4), moltiplicando tale valore rispettivamente per $\sqrt{\frac{N}{N-1}}$ (6),

$$\frac{1}{\sqrt{N-1}} \quad (7), \quad k_0 \sqrt{\frac{N}{N-1}} \quad (8), \quad \text{e} \quad \frac{k_0}{\sqrt{N-1}} \quad (9).$$

Per agevolare questi ultimi calcoli si può preparare una tavola numerica, nella quale siano riportati insieme ai loro multipli da 2 a 9 i valori delle espressioni (6), (7), (8) e (9) per quei valori di N che possono interessarci.

La tavola «3» qui riprodotta, e che può essere usata per le normali operazioni metrologiche, è limitata per N (numero delle osservazioni) da cinque a dodici.

Per soddisfare eventuali maggiori esigenze è intuitiva la possibilità di estendere la tavola per tutti i valori di N che vengano richiesti.

A proposito della predeterminazione del numero minimo di osservazioni occorrenti per ottenere risultati praticamente indicativi, ritengo utile suggerire un semplice metodo grafico.

Si prenda una comune carta millimetrata nella quale i centimetri sono contrassegnati da linee più marcate. Sulle verticali più marcate, partendo da una qualunque di esse, prese ad intervalli orizzontali

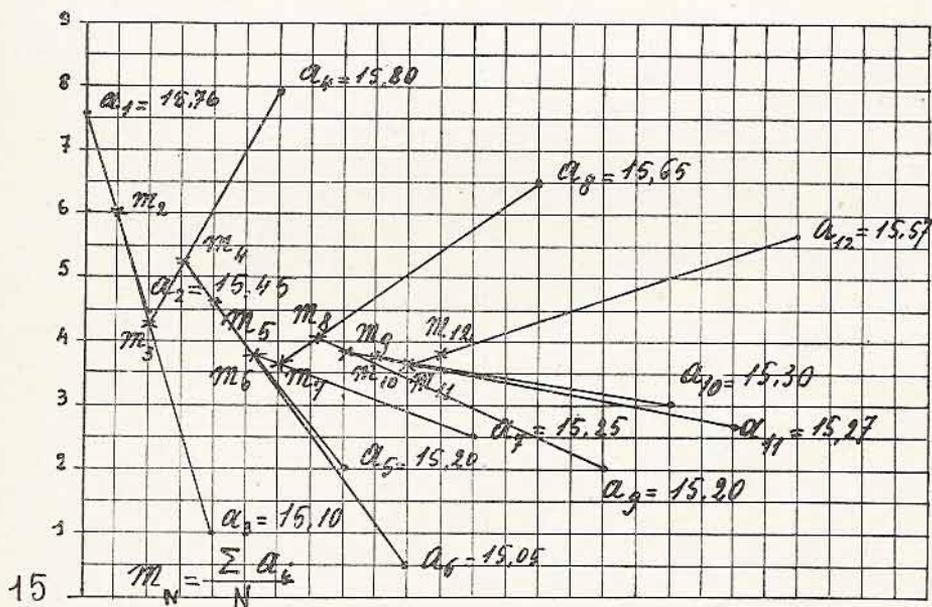
TAV. 3

	$\sqrt{\frac{\sum \xi^2}{N}}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N=5	g	1.11803	2.23606	3.35410	4.47213	5.59017	6.70820	7.82624	8.94427	10.06230
	$k_0 g$	0.75412	1.50824	2.26236	3.01648	3.77060	4.52472	5.27885	6.03297	6.78709
	$\frac{g}{q}$	0.50000	1.00000	1.50000	2.00000	2.50000	3.00000	3.50000	4.00000	4.50000
	$k_0 \frac{g}{q}$	0.33725	0.74506	1.01176	1.34901	1.68626	2.02351	2.36077	2.69802	3.03563
N=6	g	1.09545	2.19089	3.28634	4.38178	5.47723	6.57268	7.66812	8.76357	9.85901
	$k_0 g$	0.73888	1.47778	2.21665	2.95554	3.69443	4.43331	5.17219	5.91108	6.64996
	$\frac{g}{q}$	0.44721	0.89443	1.34164	1.78886	2.23607	2.68328	3.13050	3.57771	4.02492
	$k_0 \frac{g}{q}$	0.30165	0.60330	0.90495	1.20660	1.50824	1.80989	2.11154	2.41319	2.71484
N=7	g	1.08012	2.16025	3.24037	4.32050	5.40062	6.48073	7.56086	8.64098	9.72111
	$k_0 g$	0.72855	1.45710	2.18565	2.91420	3.64274	4.37129	5.09984	5.82839	6.55694
	$\frac{g}{q}$	0.40825	0.81650	1.22474	1.63300	2.04124	2.44949	2.85774	3.26598	3.67423
	$k_0 \frac{g}{q}$	0.27537	0.55073	0.82610	1.10146	1.37683	1.65220	1.92756	2.20293	2.47829
N=8	g	1.06905	2.13809	3.20714	4.27618	5.34523	6.41427	7.48332	8.55236	9.62141
	$k_0 g$	0.72108	1.44215	2.16323	2.88431	3.60539	4.32646	5.04754	5.76862	6.48970
	$\frac{g}{q}$	0.37796	0.75593	1.13389	1.51186	1.88982	2.26778	2.64575	3.02371	3.40168
	$k_0 \frac{g}{q}$	0.25494	0.50988	0.76482	1.01976	1.27470	1.52963	1.78457	2.03951	2.29445
N=9	g	1.06066	2.12132	3.18198	4.24264	5.30331	6.36397	7.42463	8.48529	9.54595
	$k_0 g$	0.71542	1.43084	2.14627	2.86169	3.57711	4.29253	5.00795	5.72338	6.43879
	$\frac{g}{q}$	0.35375	0.70711	1.06066	1.41422	1.76777	2.12132	2.47483	2.82838	3.18199
	$k_0 \frac{g}{q}$	0.23847	0.47695	0.71542	0.95389	1.19237	1.42190	1.66932	1.90779	2.14627
N=10	g	1.05409	2.10819	3.16228	4.21637	5.27047	6.32456	7.37865	8.43274	9.48684
	$k_0 g$	0.71099	1.42198	2.13298	2.84397	3.55496	4.26595	4.97694	5.68794	6.39893
	$\frac{g}{q}$	0.33333	0.66666	1.00000	1.33333	1.66666	2.00000	2.33333	2.66666	3.00000
	$k_0 \frac{g}{q}$	0.21835	0.44967	0.67461	0.89934	1.12418	1.34901	1.57385	1.79868	2.02352
N=11	g	1.04881	2.09762	3.14642	4.19523	5.24404	6.29285	7.34166	8.39046	9.43927
	$k_0 g$	0.70743	1.41486	2.12228	2.82971	3.53714	4.24457	4.95200	5.65942	6.36685
	$\frac{g}{q}$	0.31623	0.63246	0.94868	1.26491	1.58114	1.89737	2.21360	2.52982	2.84606
	$k_0 \frac{g}{q}$	0.21380	0.42660	0.63939	0.85319	1.06649	1.27979	1.49309	1.70638	1.91968
N=12	g	1.04447	2.08893	3.13340	4.17786	5.22233	6.26680	7.31126	8.35573	9.40019
	$k_0 g$	0.70450	1.40900	2.11349	2.81799	3.52249	4.22699	4.93149	5.63598	6.34048
	$\frac{g}{q}$	0.30151	0.60302	0.90453	1.20604	1.50755	1.80907	2.11058	2.41209	2.71360
	$k_0 \frac{g}{q}$	0.20337	0.40674	0.61011	0.81348	1.01686	1.22023	1.42360	1.62697	1.83039

eguali (ad esempio ognuna alla distanza di due centimetri dalla precedente), si riportino, in ordinate, i valori delle successive letture a_1, a_2, a_3, \dots ; si costruisca quindi graficamente la media aritmetica dei valori osservati a mano a mano che vengono registrati; avremo una successione di punti con ordinate, in media, sempre meno diverse.

I punti rappresentativi delle medie aritmetiche in tal modo successivamente costruite, appariranno come i vertici di una spezzata avente lati, in media, sempre più corti e formanti angoli sempre più aperti. Ad un certo momento, da un certo valore di N in poi, i lati di questa spezzata risulteranno quasi paralleli all'asse delle ascisse; potremo allora giudicare sufficiente il numero delle osservazioni fatte, ed eventualmente, a seconda del problema trattato, fissare anche al disotto di quale valore l'angolo, formato dai lati della spezzata con l'asse delle ascisse, debba pervenire e mantenersi. (A questo proposito si osservi la tavola «4» relativa all'esempio cui si riferisce la tavola «5»).

TAVOLA 4



Nelle tavole «5» e «6» sono riportati i valori osservati ed i calcoli numerici eseguiti per la risoluzione degli stessi problemi trattati graficamente nelle tavole «1» e «2»; in calce alle stesse tavole «5» e «6» sono inoltre riportati i risultati ottenuti con i due metodi, si ha così modo di rilevarne la concordanza.

Calcoli per la determinazione dell'errore di accomodamento e di lettura
di una bilancia semplice

TAVOLA 5

ELONGAZIONI		SCOSTAMENTI		QUADRATI	SCOSTAMENTI		QUADRATI
		+	-		+	-	
1	15,76	0,37		0,1369	0,38		0,1444
2	15,45	0,06		0,0036	0,07		0,0049
3	15,10		0,29	0,0841		0,28	0,0784
4	15,80	0,41		0,1681	0,42		0,1764
5	15,20		0,19	0,0361		0,18	0,0324
6	15,05		0,34	0,1156		0,33	0,1089
		92,36	0,84	0,82	0,5444		
media: 15,39 errore di accomodamento e di lettura $\pm \sqrt{\frac{\sum \xi^2}{N-I}} = \pm \sqrt{\frac{0,5444}{5}} = \pm 0,329$ parti della scala (1 parte = 0,516 mg)							
7	15,25					0,13	0,0169
8	15,65				0,27		0,0729
9	15,20					0,18	0,0324
10	15,30					0,08	0,0064
11	15,27					0,11	0,0121
12	15,57				0,19		0,0361
		184,60			1,33	1,29	0,7222

errore di accomodamento e di lettura

$$\pm \sqrt{\frac{\sum \xi^2}{N-I}} = \pm \sqrt{\frac{0,7222}{11}} = \pm 0,256$$

parti

Controllo dei risultati ottenuti col metodo grafico:

$$mq_{(6)} = 0,391$$

$$mq_{(12)} = 0,245$$

$$q = 0,301 \times 1,954 = 0,329 \text{ parti}$$

$$q = 0,245 \times 1,0444 = 0,256 \text{ parti}$$

Dati del micrometro misuratore: 1 giro della tamburella = 250 parti; 1 parte = 0,3816 μ

N°	OSSERVAZIONI				MEDIE ALTERNATE				Scostamenti	Quadrati	Scostamenti	Quadrati				
	tratto	Letture micrometri		partì	partì	partì	partì	partì					partì	partì	partì	partì
		Collimatore	Misuratore													
1	0	40	60,3	14	102,8	$1^a + 3^a$ 2	$M' = M'' + 121,6$	partì	+	3,95	15,6025	+	4,54	20,6116		
2	100			13	230,5	$2^a + 4^a$ 2	$M' = M'' + 120,3$	»		5,25	27,5625		5,84	34,1056		
3	0			14	101,4	$3^a + 5^a$ 2	$M' = M'' + 122,2$	»		3,35	11,2225		3,94	15,5236		
4	100			13	236,7	$4^a + 6^a$ 2	$M' = M'' + 130,8$	»		5,25	27,5625		4,46	21,7156		
5	0			14	106,4	$5^a + 7^a$ 2	$M' = M'' + 131,9$	»		6,35	40,3225		5,76	33,1775		
6	100			13	219,5	$6^a + 8^a$ 2	$M' = M'' + 126,5$	»		0,95	0,9025		0,36	0,1296		
7	0			14	96,6	$6 M' = 6 M'' + 753,3$ parti				12,55	123,0750					
8	100			13	220,6	$M' = M'' + 125,55$ parti				12,65	123,0750					
per $N = 6: k_0 \bar{q} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum i^2}{N(N-1)}} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{123,075}{6 \times 5}} = 1,36$ parti																
9	0			14	108,3	$7^a + 8^a$ 2	$M' = M'' + 131,8$	partì					5,66	32,0356		
10	100			13	241,1	$8^a + 10^a$ 2	$M' = M'' + 127,5$	»					1,36	1,8496		
11	0			14	114,9	$9^a + 11^a$ 2	$M' = M'' + 120,5$	»					5,64	31,8096		
12	100	40	60,3	13	232,2	$10^a + 12^a$ 2	$M' = M'' + 128,9$	»					2,16	4,6656		
$10 M' = 10 M'' + 1261,14$ parti $M' = M'' + 126,115$ parti																

$$\text{per } N = 10: k_0 \bar{q} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum i^2}{N(N-1)}} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{95,624}{10 \times 9}} = 0,99 \text{ parti} = \pm 0,378 \mu$$

Controllo dei risultati ottenuti col metodo grafico:

$$m q_{(e)} = 4,52 \text{ parti}$$

$$k_0 \bar{q} = 0,3016 \text{ } m q_{(e)} = 1,36 \text{ parti}$$

$$m q_{(10)} = 4,42 \text{ parti}$$

$$k_0 \bar{q} = 0,2248 \text{ } m q_{(10)} = 0,99 \text{ parti}$$

Costruzione di un abaco psicrometrico a riporto

Nelle misure, sia igrometriche (1) che metrologiche (2), per la determinazione della tensione assoluta del vapore acqueo nell'aria, si fa generalmente uso dello psicrometro di August, con l'ausilio di apposite tabelle numeriche, come quelle adottate dall'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geofisica per gli osservatori e le stazioni che ad esso fanno capo (3).

La tavola XIII della raccolta citata dà direttamente, nell'ipotesi che la pressione barometrica « h » sia uguale a 755 mm, i valori della tensione assoluta del vapor d'acqua « $f_{(t)}$ » e della umidità relativa « u » in funzione delle temperature segnate dai due termometri dello psicrometro (« t_a » per quello asciutto, « t_b » per quello bagnato); tali valori sono stati calcolati secondo la nota formula (August-Regnault):

$$f_{(t)} = F(t_b) - \frac{0,480 (t_a - t_b)}{n - t_b} \cdot h$$

nella quale con « $F(t_b)$ » si indica la tensione massima del vapore acqueo alla temperatura « t_b » ed è posto:

$n = 610$ per temperature superiori a 0°C

$n = 689$ per temperature inferiori a 0°C

Quando la pressione barometrica è sensibilmente diversa da 755 mm, le tavole XIV e XV della raccolta medesima forniscono le correzioni da apportare ai valori di « $f_{(t)}$ » e di « u » letti sulla tavola XIII per ridurli alla pressione effettiva.

Nell'intento di fornire all'osservatore mezzi di uso più rapido, si è pensato di far ricorso alla nomografia: fra le diverse pubblica-

(1) *Determinazione dell'umidità dell'aria.*

(2) *Riduzione delle pesate al vuoto.*

(3) Ufficio Centrale di Meteorologia e Geofisica, Roma - *Tavole ad uso degli Osservatori Meteorologici ed Aerologici* - Ed. Libreria dello Stato, 1930.

zioni sull'argomento, ho trovato particolarmente interessanti gli abachi studiati e proposti dal Pesci (4); ad essi appunto è ispirato il presente lavoro.

Con quattro nomogrammi a punti allineati (5), il Pesci, nello studio citato, fornisce lo strumento per il calcolo grafico, con opportuna approssimazione, e nei limiti generalmente richiesti per le applicazioni meteorologiche e metrologiche di « $f(t)$ » e di « u » secondo la formula già citata di August-Regnault e la seguente dovuta al Chistoni:

$$f(t) = F(t_b) + A_1 h (t_a - t_b) + B_1 h^2 (t_a - t_b)^2$$

nella quale ultima, oltre alle variabili già viste, si incontrano i coefficienti « A_1 » e « B_1 » per i quali sono stati determinati dal Rizzo (6), con una lunga serie di osservazioni, i valori che la rendono pienamente valida per le maggiori esigenze delle applicazioni considerate.

Analogo scopo mi sono proposto di conseguire, realizzando insieme uno strumento di calcolo più rapido e sicuro, mediante la rappresentazione grafica — con un metodo da me ideato (7), e che chiamerei degli abachi a riporto —, della equazione di Regnault nella forma frequentemente impiegata (8):

$$\begin{cases} f(t) = F(t_b) - 0,00079 h (t_a - t_b) & \text{per } t > 0^\circ\text{C} \\ f(t) = F(t_b) - 0,00069 h (t_a - t_b) & \text{per } t < 0^\circ\text{C} \end{cases}$$

con risultati da ritenersi soddisfacenti specialmente nelle determinazioni ad uso metrologico.

* * *

Il metodo che io propongo richiede, per l'esecuzione del calcolo, l'uso di due tavole.

(4) « Bollettino della Società Meteorologica Italiana » Luglio-Ottobre 1924 e « Nuovo Cimento » 1925, fasc. 1.

(5) PESCI, *Cenni di Nomografia*, « Rivista Marittima », febbraio 1900.

FRÉCHET et ROULLET, *Nomographie*, ed. Colin 1946, pag. 82 e 149.

(6) RIZZO, *Sulla misura dell'umidità atmosferica col psicrometro a ventilatore*, « Nuovo Cimento » 1897.

(7) U. RIMEDIOTTI, *Un nuovo metodo di calcolo grafico*, « Bollettino della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena », 1949.

(8) J. ROUCH, *L'atmosphère*, ed. Colin, 1931, pag. 27.

Sulla prima (fig. 1) — che chiamerò tavola mobile — sono disegnate opportune scale quotate, mediante le quali è possibile riportare sulla seconda — che chiamerò tavola fissa, e che è quella sulla quale si esegue graficamente il calcolo — i valori delle variabili considerate, ed in ultimo effettuare la lettura dei risultati.

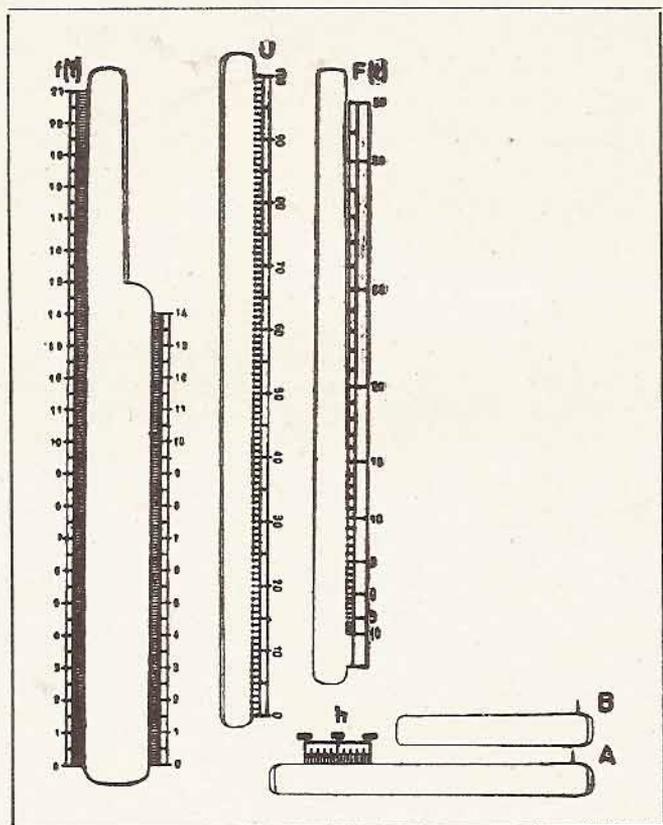


Fig. 1

Per il problema considerato nel presente lavoro, la tavola mobile è fornita di tre fenditure verticali e di due orizzontali, sui bordi delle quali sono disegnate le scale e indicati i punti di riferimento il cui uso viene chiarito nell'esempio che segue.

La tavola fissa (fig. 2) viene preparata di volta in volta, per ogni calcolo, disegnando sopra un foglio di carta a quadretti — per una migliore approssimazione giova servirsi di carta millimetrata — tre rette verticali «a», «b», «c», parallele fra loro; «a» e «c» equidistanti dalla «b», ed una orizzontale «d».

Disponendo quindi la scala disegnata sul bordo della terza fenditura verticale sovrapposta alla « b » con l'estremo inferiore coincidente con la intersezione delle rette « b » e « d », si segnerà sulla « b » il punto « E » leggendo sulla scala ora detta il valore corrispondente a $t_b = 9,8$.

Ora, poichè la scala disegnata sulla terza fenditura non è altro che la rappresentazione grafica dei valori che « $F_{(t)}$ » assume in funzione della temperatura con modulo metà di quello usato per la costruzione delle scale della prima fenditura — secondo il quale l'ordinata del punto « D » rappresenta il secondo termine della formula di Regnault — la retta « DE » incontrerà la « c » nel punto « F » la cui ordinata — letta su una qualunque delle scale della prima fenditura — darà il valore della tensione assoluta del vapore acqueo presente nell'aria; nel nostro esempio si trova: $f_{(t)} = 5,3$.

Riportando poi sulla « d », a partire dalla intersezione delle rette « c » e « d », il valore di « $F_{(t_a)}$ » dato dalla scala incisa sulla terza fenditura verticale, si otterrà il punto « G », che servirà per tracciare la retta « GF » ed infine, portando il punto « B » della prima fenditura orizzontale a coincidere con « G », mentre il bordo superiore della fenditura stessa è disposto lungo la retta « d » — e su di essa verrà pertanto a cadere lo zero della scala « U » —, all'intersezione di quest'ultima con la « GF », potremo leggere il valore della umidità relativa, che nell'esempio risulta: $u \approx 38$, essendo la distanza del punto « B » dallo zero della scala « U », letta sulle scale della prima fenditura verticale, uguale a 10, ed avendo la scala « U » modulo uguale a un quinto di quello delle scale della prima fenditura.

Sui pigmenti del polline di *Acacia dealbata*

NOTA II (1)

Il polline della *Acacia dealbata*, la comune mimosa dei fiorai, contiene pigmenti di diversa natura.

Alcuni di essi appartengono alla classe dei carotenoidi e sono già stati studiati da TAPPI (1), il quale constatò la presenza di piccole quantità di α e β -carotene, di xantofilla e di flavoxantina e, in maggior misura, di epossido di xantofilla e di epossido di α -carotene, e mise in relazione la presenza di quest'ultimo pigmento con l'azione provitaminica A esplicata dal polline secondo le ricerche di MAMELI eseguite per via biologica.

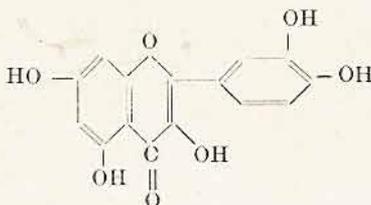
Altri pigmenti, presenti in maggior quantità, sono di natura flavonica e sono presenti nel polline allo stato di eterosidi. L'isolamento di questi eterosidi non è finora riuscito, nè impiegando i metodi classici, nè per mezzo della cromatografia con resine a scambio ionico. L'insuccesso dei nostri tentativi riteniamo sia dovuto alla grande quantità di prodotti di natura tannica che accompagnano i pigmenti flavonici. È invece riuscito l'isolamento di due agliconi flavonici, ottenuti seguendo il metodo classico di separazione con acetati di piombo, seguito dal frazionamento con soluzioni debolmente alcaline. L'eliminazione delle grandi quantità di prodotti resinosi che accompagnano i pigmenti fu ottenuta precipitandoli frazionatamente dalla soluzione eterea con eteri di petrolio.

Dei due agliconi, uno, presente in minima quantità, ha la formula $C_{12}H_{10}O_7$, fonde oltre 350° e contiene gruppi ossidrilici liberi: infatti con una soluzione alcolica molto diluita di cloruro ferrico si colora in verde oliva e con una soluzione di idrato sodico si colora intensamente in giallo. Non contiene gruppi metossilici. Con Mg e HCl in soluzione alcolica dà una intensa colorazione rosso cupa tendente al bleu. Con il reattivo citroborico di WILSON (2) si

ha reazione positiva (1), il che dimostra la presenza di un ossidrile in 3.

Con anidride acetica in soluzione piridica a freddo dà un acetil derivato fondente a 203° che l'analisi dimostra essere un pentaacetil-derivato.

Il prodotto è isomero cioè della quercetina:

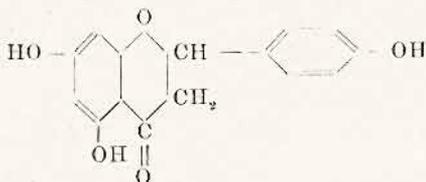


ma non è identico ad essa, poichè la prova del punto di fusione del pentaacetilderivato in miscela con un campione di pentaacetilquercetina (p. f. 198°) ha un punto di fusione di 183° circa.

L'altro aglicone, presente in quantità circa 10 volte maggiore, ha la formula $C_{15}H_{12}O_5$; cristallizza da alcole in aghetti incolori fondenti a 250°; dà per riduzione con Mg ed acido cloridrico in soluzione alcolica una intensissima colorazione rosso violacea. Contiene gruppi $-OH$ liberi, come dimostra la colorazione gialla intensa che assume per azione degli alcali e la colorazione rosso bruna con cloruro ferrico in soluzione alcolica diluita. Non contiene gruppi metossilici. Col reattivo citroborico di Wilson dà reazione negativa.

Acetilato con anidride acetica in soluzione piridica dà un triacetil derivato fondente a 86°-87° dopo ripetute cristallizzazioni da etanolo. Con soluzione eterea di diazometano dà un etere dimetilico fondente a 116°-117°.

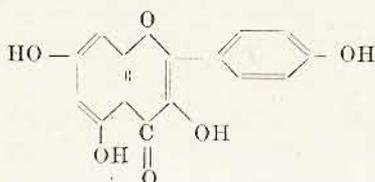
Le proprietà dell'aglicone, del suo acetil derivato e del suo dimetiletere identificano il prodotto come naringenina, cioè:



È interessante notare a questo proposito che nella *Acacia dealbata* i pigmenti flavonici si scostano notevolmente da quelli che PETRIE (3)

(1) Colorazione gialla con fluorescenza verde che diventa fortissima esponendo il campione alla luce di Wood.

con tecnica simile isolò da altre quattro acacie (*A. decurrens* var. *mollis*, *A. discolor*, *A. linifolia* ed *A. longifolia*). Infatti il PETRIE identificò il pigmento con un ramnoside del canferolo:



Il nostro pigmento invece è identico a quello riscontrato da MARINI (4) nei fiori dell'Acacia *longifolia* Willd e può essere considerato come un prodotto di riduzione ovvero un precursore del canferolo isolato da PETRIE.

In ultimo facciamo notare che alla naringenina e non all'altro pigmento da noi isolato è dovuta la reazione per il riconoscimento dell'acido bórico con la tintura di mimosa.

PARTE SPERIMENTALE

g. 1600 di polline di *Acacia dealbata* var. *Le Gaulois*, raccolto alla fine di febbraio a S. Remo (2), vengono estratti, in quattro porzioni di g 400 ciascuna, con tre litri di benzolo, ripetendo per due volte l'estrazione; gli estratti benzolici, contenenti pigmenti carotenoidi, si scartano ed il polline si estrae nuovamente per quattro volte con lo stesso volume di metanolo puro. Si ottengono così 48 litri di soluzione metanolica nettamente colorata in giallo che si concentra a pressione ridotta fino al volume di 650 cm³.

g. 100 di questo estratto metanolico si stemperano a piccole porzioni in due litri di acqua tiepida: rimane un piccolo residuo giallo bruno, solubile in etere, che non dà la reazione dei flavonoli con magnesio ed acido cloridrico in soluzione alcolica. Al filtrato, perfettamente limpido e di colore giallo oro, si aggiunge acetato neutro di piombo fino a precipitazione completa e si lascia a riposo per una notte.

Si ottiene così un precipitato (P₁) di colore giallo limone che si separa per filtrazione su carta e si lava accuratamente sbattendolo con acqua tiepida. Il filtrato e le acque di lavaggio (litri 3,5) si addizio-

(2) La raccolta del polline è stata curata dalla Chiar.ma Prof. Eva Mameli Calvino, Direttore della Stazione Sperimentale di floricoltura «Orazio Raimondo» di S. Remo, alla quale rivolgiamo il nostro vivissimo ringraziamento.

nano di acetato basico di piombo fino a completa precipitazione. Questo secondo precipitato (P_2), di colore giallo novo, si lava come il precedente e si filtra. Il liquido trattato con gli acetati neutro e basico di piombo si scarta.

I precipitati P_1 e P_2 si lavorano separatamente allo stesso modo sospendendoli in acqua ed addizionandoli con acido solforico diluito fino al pH 5,5. Dopo avere filtrato il solfato di piombo dai due liquidi, si acidifica con acido solforico diluito in modo da ottenere una concentrazione finale in acido solforico del 4% e si riscalda per alcune ore a b. m. ottenendo:

1) Liquido L_1 (cm^3 900) dal precipitato P_1 di colore giallo e limpido che viene estratto con etere.

2) Liquido L_2 (cm^3 1000) dal precipitato P_2 di colore giallo chiaro. Sulle pareti del recipiente si depositano dei cristalli giallo aranciati inquinati da cristalli bruni riuniti da sostanza resinosa. I cristalli più puri separati meccanicamente vengono ricristallizzati da etere, mentre il rimanente ed il liquido L_2 vengono esauriti con etere solforico.

Gli estratti eterici di L_1 ed L_2 sono poi trattati con soluzione diluitissima di carbonato sodico ripetendo il procedimento fino a che per acidificazione dell'estratto alcalino non si ottiene più precipitazione. Dalla soluzione alcalina e gialla, acidificando con acido solforico si separa una sostanza che si ridiscioglie in etere. In questo trattamento, che si ripete più volte, buona parte delle resine vengono eliminate ottenendo un estratto eterico che dà la reazione dei flavonoli (colorazione rossa per trattamento della soluzione alcolica del flavonolo con Mg ed HCl) in modo nettissimo.

Finalmente gli estratti eterici si trattano un'ultima volta con soluzione diluitissima di carbonato di sodio e si pongono a 30°-40° sotto vuoto per eliminare buona parte dell'etere disciolto nell'acqua. Le due soluzioni L_1 ed L_2 , acidificate lentamente con acido solforico, danno dei precipitati che, dopo riposo di un'ora in ghiacciaia, si filtrano e si essiccano nel vuoto. È necessario eliminare l'etere come è detto in precedenza, perchè altrimenti la precipitazione sarebbe solo parziale.

I prodotti solidi P_1 e P_2 si disciolgono in etere trascurando il poco residuo difficilmente solubile. Anche le soluzioni acquose dalle quali sono stati ottenuti questi precipitati, possono alla loro volta essere estratti con etere e gli estratti eterici risultanti si aggiungono alle rispettive soluzioni eterice di P_1 e P_2 .

Le soluzioni eterree di P_1 e P_2 (circa un litro ognuna) essiccate su solfato di sodio anidro, sono poi concentrate al volume di cm^3 100. Ad entrambi i liquidi si aggiungono cm^3 5 di etere di petrolio leggero (30° - 50°); si ha subito un leggero intorbidamento, e, dopo riposo in ghiacciaia, separazione di resina. Si trasferiscono poi i liquidi eteri P_1 e P_2 in altri recipienti e si aggiungono cm^3 25 di eteri di petrolio in ogni campione lasciando in riposo per una notte in ghiacciaia.

Dopo 3-4 ripetizioni del procedimento si separano delle sostanze cristalline e precisamente:

dal liquido $P_1 \rightarrow$ g 0,16 di cristalli giallo scuri
dal liquido $P_2 \rightarrow$ g 0,57 di cristalli giallo oro

Acetilazione degli agliconi P_1 e P_2 .

{	g 0,16 di prodotto cristallino P_1
	cm^3 8 di anidride acetica
	cm^3 2 di piridina anidra
{	g 0,57 di prodotto cristallino P_2
	cm^3 30 di anidride acetica
	cm^3 5 di piridina anidra

vengono lasciati per 36 ore a 30° - 40° , poi si versano le miscele in ghiaccio pesto e dopo riposo si estrae il liquido con etere. La soluzione eterrea si lava con acqua acida per acido cloridrico, poi con soluzione diluita di bicarbonato di sodio ed infine con acqua. Per essiccamento dell'etere su solfato sodico calcinato e distillazione a secco della soluzione eterrea si ottiene un residuo che si cristallizza da alcoole di 95° .

Acetilderivato del prodotto P_1 .

Il prodotto di prima cristallizzazione si ricristallizza per tre volte da alcoole di 95° , nel quale è poco solubile. Si ottengono infine g 0,05 di aghetti appena debolmente colorati in giallo che fondono a 203° . All'analisi il prodotto ha dato valori che corrispondono al pentaacetilderivato della quercetina.

	trov. %	C 57,94;	H 4,18;	— COCH_3 43,16;	— OCH_3 0,15;
per $\text{C}_{25}\text{H}_{20}\text{O}_{12}$	calc.	58,59	3,90	42,00	—

Un campione di quercetina naturale (p. fus. 316°) venne acetilato col metodo generale, ottenendo un pentaacetilderivato fondente a 198°. Il punto di fusione misto:

Acetilderivato P ₁	Misto	Pentaacetilquercetina (testimonio)
203°	183°-184°	198°

dimostra che il nostro aglicone non è quercetina ma un suo isomero. mg 30 di questo acetilderivato purissimo vengono poi saponificati facendoli lungamente bollire a ricadere con una soluzione di acido solforico al 5% e poco alcole: a disacetilazione completa si separano al fondo dei cristalli rosso mattone che si ricristallizzano da acqua e poco alcole. Il prodotto non ha punto di fusione netto: inizia la decomposizione a 335° ed a 400° non è ancora completamente fuso.

Acetilderivato del prodotto P₂.

Il prodotto di prima cristallizzazione si ricristallizza per quattro volte dall'alcole di 95°, nel quale è più solubile dell'altro acetilderivato: si ottengono così g 0,55 di aghetti bianchi sericei. Il campione per analisi fonde ad 87°, rifuso fonde a 53°-54°. (Cfr. nota (4)).

	trov. %	C 62,73;	H 4,59;	— COCH ₃ 31,61;
per C ₂₁ H ₁₈ O ₈	calc.	63,31	4,55	32,40.

Questa formula corrisponde al triacetato della naringenina C₁₅H₉O₂(OCOCH₃)₃.

g 0,45 di questo acetilderivato vengono poi saponificati con una soluzione di acido solforico al 5% e poco alcole, facendolo lungamente bollire a ricadere fino ad eliminazione completa delle goccioline oleose che galleggiano sul liquido. Per l'operazione di saponificazione occorrono almeno 24 ore di ebollizione continua. Si ottiene così un pigmento appena colorato debolmente in giallo che cristallizzato dall'acqua e poco alcole si presenta sotto forma di aghetti quasi incolori fondenti a 250°. All'analisi ha dato:

	trov. %	C 66,60;	H 4,70;
per C ₁₅ H ₁₂ O ₅	calc.	66,17	4,44.

Dimetilderivato del prodotto P₂.

g 0,12 di prodotto P₂ cristallizzato dall'alcole etilico vengono disciolti in cm³ 20 di etere assoluto ed aggiunti di una soluzione eterrea di diazometano ottenuta ponendo in una bevuta cm³ 15 di etere etilico puro, cm³ 5 di soluzione acquosa di potassa caustica al 45% od aggiungendo a piccole porzioni (sotto forte e costante agitazione e a temperatura non superiore a 5°, g 1,5 di nitrosometilurea. La soluzione eterrea viene lasciata in riposo per 24 ore e poi, dopo evaporazione dell'etere, si cristallizza il prodotto dal metanolo. Dopo due cristallizzazioni si ottengono dei cristalli incolori fondenti a 116°-117°. La soluzione alcolica dà con cloruro ferrico colorazione rosso violetta e con magnesio ed acido cloridrico colorazione rosso cupa tendente al violetto. Con acido nitrico fumante dà colorazione intensamente azzurra. All'analisi ha dato:

	trov. %	C 68,60;	H 5,50;	— OCH ₃ 20,1;
per C ₁₇ H ₁₆ O ₅	cale.	68,00	5,35	20,7;

Il prodotto corrisponde perciò al dimetiletere della naringenina.

Desideriamo infine notare che alla naringenina si deve la reazione di riconoscimento dell'acido borico con la tintura di mimosa, come descritto da CANNERI (5). Notiamo inoltre che la soluzione alcolica del pigmento dà con acido borico e borati netta fluorescenza verde alla luce di Wood e che la fluorescenza scompare per trattamento con alcali.

RIASSUNTO

Si sono esaminati i pigmenti di natura flavonica del polline di *Acacia dealbata* e si sono isolati due agliconi, uno di tipo flavonico e uno di tipo flavanolic.

Il primo, presente in minima quantità, dà un pentaacetilderivato, non contiene gruppi metossilici ed è isomero della quercetina. Il secondo forma un triacetilderivato, non contiene gruppi metossilici ed è stato identificato come naringenina. A questo secondo pigmento si deve la reazione di riconoscimento dell'acido borico con la tintura di mimosa. Entrambi i pigmenti sono presenti nel polline allo stato di glucosidi.

Luglio 1953.

Istituto di Chimica Farmaceutica della Università di Modena

BIBLIOGRAFIA

- (1) NOTA I., G. TAPPI, *Atti Accademia Scienze di Torino*, 84, 97 (1949-50).
- (2) C. W. WILSON, *Journ. Am. Chem. Soc.*, 61, 2303 (1939).
- (3) J. M. PETRIE, *Biochem. J.*, 18, 957 (1924).
- (4) G. B. MARINI BETTOLO, *Annali di Chimica*, 41, 221-26 (1951).
- (5) G. CANNERI, *Nozioni di Chimica Analitica*, Zanichelli, Bologna.

INDICE DEL VOLUME LXXXII - LXXXIV

Consiglio di presidenza	Pag. III
Elenco dei soci	» V
Elenco dei periodici scientifici	» IX
Processi verbali delle adunanze	» XVII
L. MUSAJO - A. SPADA - D. COPPINI — Ricerche sui prodotti di trasformazione del triptofano nell'uomo	» 1
D. COPPINI — Semplificazione del metodo di Musajo e Coppini per la determinazione degli acidi chinurenico e xanturenico nell'urina	» 2
Id. — Sulla ricerca degli acidi chinurenico e xanturenico nel sangue	» 4
E. RIVI - U. ZANOLI — Sintesi della lactofenina	» 8
D. GARILLI - E. RIVI — Azione degli alcaloidi e degli amminocidi sulla fenolasi del grano	» 13
G. SANDRI — Sui principi di elettrologia	» 19
V. BACCARANI - F. RUBBIANI — Su alcuni particolari moti di particelle veloci	» 23
G. MAYR — Circa le applicazioni degli isotopi radioattivi	» 30
Id. — Circa la possibilità di influire sulla sezione d'urto di neutroni termici	» 33
M. BERTOLANI — I giacimenti cupriferi dell'Appennino Modenese	» 36
G. LOVERA — Sull'andamento diurno dell'intensità della radiazione cosmica ad Abisko	» 44
G. MAYR — Nuove possibilità dell'analisi per attivazione mediante le emulsioni nucleari ed uso delle stesse nell'analisi quantitativa	» 49
A. CICCONE — Luminescenza di soluzioni e di un miscuglio di soluzioni per effetto di raggi γ	» 58
U. RIMEDIOTTI — Calcolo dell'errore quadratico medio con l'impiego di carte graduate monoparaboliche	» 64
U. RIMEDIOTTI — Costruzione di un abaco psicrometrico a riporto	» 72
A. SPADA — Sui pigmenti del polline di <i>Acacia dealbata</i>	» 77