

Casa Editrice Nazionale ROUX e VIARENGO - Roma-Torino

1
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Ing. G. MARTORELLI

Le macchine a vapore marine

1 volume di circa 300 pagine illustrata da 500 disegni e da 85 tavole

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA - 2^a EDIZIONE

Lire 20 - 1 vol. in-4^a gr. - Lire 20

2
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

GALILEO FERRARIS

ELETTROTECNICA

(2^a Edizione)

Lire 15 - 1 volume di oltre 450 pagine con molte incisioni - Lire 15

4
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

 In preparazione:

G. RUSSO

INGEGNERE CAPO DEL GENIO NAVALE

ARCHITETTURA NAVALE

Volume secondo, con molti disegni e tavole

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA
E ADOTTATA DALLA R. ACCADEMIA DI LIVORNO

5
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Prof. G. GRASSI

CORSO DI ELETTROTECNICA

Lire 14 - Volume primo, con 272 figure - Lire 14

Alternatori, Dinamo a corrente continua e Trasformattori

Volume secondo, con molte figure

Questo volume comprende le seguenti parti: III. Motori elettrici a corrente continua; IV. Motori elettrici a corrente alternata; V. Convertitori; VI. Pila ed accumulatore; VII. Accoppiamento e regolazione della dinamo e degli alternatori; VIII. Sistemi di distribuzione a corrente continua ed alternata; calcolo delle condutture; IX. Stazioni generatrici, linee di trasmissione e distribuzione; X. Applicazioni alla illuminazione ed alla trazione elettrica.

Sarà pubblicato nel terzo trimestre dell'anno 1905.

1
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Prof. G. GRASSI

PRINCIPII SCIENTIFICI DELLA ELETTROTECNICA

Un grande volume con figure

Sarà pubblicato entro il 1905.

FASCICOLO II

Novembre 1905.

ANNO V.

LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA

E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

CON UN BOLLETTINO DEGLI ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO
E DELLE SCUOLE INDUSTRIALI DEL REGNO.

Pubblicazione mensile illustrata

L'INAUGURAZIONE DEGLI STUDI NEL REGIO MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO.

LE RICERCHE SCIENTIFICHE ED I PROBLEMI DI INGEGNERIA - DISCORSO INAUGURALE

Prof. P. P. MORRA

I. Memorie.

QUADRILATERI AD ELEMENTI DI LUNGHEZZA VARIABILE

Ing. G. GALI

II. Rassegne tecniche e notizie industriali.

IL PORTO DI GENOVA.

I TERREMOTI - ANTE SIBERIANI E RETALIENCIA - CRONICA

M. E. MARCHIANI

III. L'insegnamento industriale.

LA FORMAZIONE DEGLI INGEGNERI

E. DESCHAMPS

IV. Rassegna bibliografica.

BIBLIOGRAFIA.

Editori ROUX e VIARENGO, Roma-Torino

DIREZIONE

presso il Museo Industriale Italiano
Via Ospedale 32 - Torino

AMMINISTRAZIONE

presso gli Editori Roux e Viarengo
Piazza Solferino - Torino

Officina San Giorgio - Torino

Proprietà della Società STRANO e INEISA

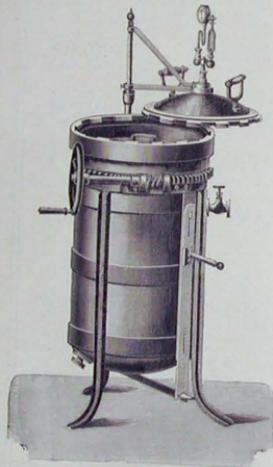
Via Madama Cristina, 85

Sezione per Costruzioni di precisione:

APPARECCHI SCIENTIFICI

ed uso dei Laboratori di

Fisica, Chimica, Batteriologia, ecc.



Catalogo Generale Illustrato in preparazione.

Accenditori Elettromagnetici

a bassa ed alta tensione

per Motori a scoppio

ad 1, 2, 4 e 6 cilindri



Sezione per costruzioni
Industriali:

APPARECCHI E MACCHINE

per l'Industria Chimica

Specialità in impianti per le industrie delle Confezioni
e delle Conserve Alimentari.

Apparecchi per cuocere nel vuoto

Apparecchi di Elettrochimica

Apparecchi e Impianti
di Igiene e Disinfezione

Cataloghi Illustrati a richiesta.

Laboratorio per prove Scientifiche ed Industriali

annesso allo Stabilimento e a disposizione dei Clienti.

BERGER & WIRTH

LIPSIA * FIRENZE

INCHIOSTRI DA STAMPA
MACCHINE PER TUTTE
LE ARTI GRAFICHE * *

Specialità della Casa

BERGER & WIRTH - FIRENZE

PASTA DA RULLI «VICTORIA»,

brevettata L. 3 — il kg.

== BRILLANTSCHWARZ O ==

Nero brillante L. 3,75 il kg.

== NIGGER BLACK ==

Nero morato commerciale . L. 2,50 il kg.

== SAPONE CONCENTRATO ==

per lavare caratteri (una scatola è sufficiente
per 20 litri d'acqua) . . . L. 1 la scat.

== INCOLINE ==

Miscela per dare il giusto tiro agli inchiostri
e colori L. 2 la bott.

Rappresentanza generale

per l'Italia delle Case:

KARL KRAUSE - Lipsia

Macchine per la lavorazione della carta.

KOENIG & BAUER - Würzburg

Macchine tipografiche - Rotative.

MASCHINENFABRIK JOHANNISBERG

Macchine litografiche.

ROCKSTROH & SCHNEIDER - Dresda

Pressa a platina «Victoria».

VERNICE
CHROMO
SPEZIAL

Specialità della Casa

BERGER & WIRTH, Firenze

Marcia G. debolissima . . . L. 1,25 il kg.

* I debole » 2 » »

* II mezzana » 3,50 » »

* III forte » 3 » »

* IV straordinaria . . . » 3,50 » »

* V per oro in foglia . . . » 3,50 » »

Vernice seccante . . L. 3,50 il kg.

Vernice lucente B.F.B. » 4,50 » »

Seccativo liquido W
molto efficace . . . » 4,50 » »

La Casa BERGER e WIRTH, Fi-
renze, possiede per la

VERNICE CHROMO SPEZIAL

il più lusinghieri attestati pervenutigli
dalle Ditte:

Fratelli Armanini, Genova — Sta-

bilimento d'arti grafiche Galles, Milano

— Dallor E. Clappitt, Bologna —

Foglietti e C. Livorno — Fagnola

Solmi, Livorno — E. Toffaloni, To-

riano — Fratelli Brandani, Torino —

A. Gambi, Firenze — E. Olivieri e C.,

Genova, ecc., ecc.

Michael Huber

Fabbrica Colori per
Arti Grafiche

CASA MADRE A MONACO DI BAVIERA

FONDATA NEL 1780

Filiali proprie con deposito in Italia

TORINO — FIRENZE

ROMA — NAPOLI — PALERMO — BARI

Sede centrale per l'Italia:

MILANO

Viale Porta Genova — N. 12

Direttore: A. BAELZ

La Rivista Tecnica è stampata con incisioni della Casa Michael Huber di Milano.

I signori Gustave Antoine LAMBERT e Henri Alexandre CARDOZO, entrambi a Parigi, concessionari dell'attestato di privativa vol. 45, n. 66458, Reg. Gen. e vol. 165, n. 4, Reg. Att.,

per "Machine pour laminar los corps métalliques tubulaires ou pleins",

sono disposti a cedere la privativa stessa od a concedere licenze di applicazione a condizioni vantaggiose, eventualmente anche a sfruttare il brevetto stesso mediante concessione di rappresentanze in quel modo che risultasse più opportuno.

Per schiarimenti ed eventuali trattative rivolgersi: all'Ufficio Brevetti d'Invenzione e Marchi di fabbrica per l'Italia e per l'estero dell'Ing. Carlo Barzanò, via Bagutta, 24, Milano.

LA IROQUOIS MACHINE COMPANY, a New York (S. U. d'America), concessionaria dell'attestato di privativa vol. 130, n. 136, Reg. Att. e n. 69867 Reg. Gen.

per "Innovazioni nelle macchine trafiletrici",

è disposta a cedere la privativa stessa o ad accordare licenze di applicazione a condizioni vantaggiose, eventualmente anche a sfruttare il brevetto stesso mediante concessione di rappresentanze in quel modo che risultasse più opportuno.

Per schiarimenti ed eventuali trattative rivolgersi: all'Ufficio Brevetti d'Invenzione e Marchi di fabbrica per l'Italia e per l'estero dell'Ing. Carlo Barzanò, via Bagutta, 24, Milano.

CESSIONE DI PRIVATIVA INDUSTRIALE O PATENTE D'INVENZIONE

I signori Charles WILLIAMSON MILNE et Frederick HASTE, a Londra, concessionari in Italia di un attestato di privativa industriale o patente d'invenzione rilasciato loro dal Ministero d'Agricoltura, industria e commercio del Regno il 31 dicembre 1901, vol. 146, n. 192 (Gen. 60953)

per "Perfectionnements apportés aux pompes également applicables aux valves ou soupapes et autres dispositifs analogues"

offrono in vendita tale loro invenzione privilegiata o la concessione di licenze di esercizio in Italia della stessa.

Rivolgersi per schiarimenti e trattative: all'Ufficio Internazionale per la tutela della proprietà industriale Ing. Gaetano Capuccio, Piazza Solferino, 8, Torino, dove troveransi esibiti alcuni cataloghi illustrati, listini di prezzi, ecc., riguardanti la detta pompa brevettata.

CESSIONE DI PRIVATIVA INDUSTRIALE O PATENTE D'INVENZIONE

I signori WALKER Albert Edward, WALKER Arthur e WALKER George, a Norwood Gren Mills, Halifax (Inghilterra), concessionari in Italia di un attestato di privativa industriale o patente d'invenzione rilasciato a loro dal Ministero d'Agricoltura, industria e commercio del Regno il 12 agosto 1903, vol. 175, n. 50 (Gen. 68521), per un'invenzione avente per titolo:

"Perfectionnements apportés aux métiers à tisser"

Rivolgersi per schiarimenti e trattative: all'Ufficio Internazionale per la tutela della proprietà industriale Ing. Gaetano Capuccio, piazza Solferino, 8, Torino.

CESSIONE DI PRIVATIVA INDUSTRIALE O BREVETTO D'INVENZIONE

La R. K. ZENDBAARENFABRIK in Deutschlandsberg bei Graz von FL. POJATZI & Comp., a Deutschlandsberg (Austria), proprietaria in Italia dell'attestato di privativa industriale o brevetto d'invenzione in originale dei signori WIESSNER e WIESSNER, vol. 125, n. 81 (Gen. 55298), rilasciato dal Ministero di agricoltura, industria e commercio del Regno sotto la data del 30 giugno 1900, per un'invenzione avente per titolo:

“Macchina per la fabbricazione di flammiferi di cera od altra sostanza simile „

offre in vendita tale invenzione privilegiata o la concessione di licenze d'esercizio in Italia della stessa.

Rivolgersi per schiarimenti e trattative: all'Ufficio Internazionale per la tutela della proprietà industriale Ing. Gaetano Capucolo, piazza Solferino, 8, Torino.

CESSIONE DI DUE PRIVATIVE INDUSTRIALI O BREVETTI D'INVENZIONE

I signori Henry SEYMEN e Émile DAVID CAHEN, a Parigi, concessionari in Italia di due attestati di privativa industriale o brevetti d'invenzione loro rilasciati dal Ministero di agricoltura, industria e commercio del Regno il primo e l'11 dicembre 1897, vol. 90, n. 255 (Gen. 46322) per:

“Machine pour la fabrication complète et continue des allumettes mises en boîte „

il secondo il 15 settembre 1901, vol. 142, n. 203 (Gen. 52894) per:

“Nouveaux perfectionnements à l'emboitage mécanique des allumettes „

offrono in vendita tali loro invenzioni privilegiate e la concessione di licenze d'esercizio in Italia della stessa.

Rivolgersi per schiarimenti e trattative: all'Ufficio Internazionale per la tutela della proprietà industriale Ing. Gaetano Capucolo, piazza Solferino, 8, Torino.

LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA
E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

L'INAUGURAZIONE DEGLI STUDI

NEL REGIO MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO

Nella mattina del giorno 12 novembre, alla presenza dei rappresentanti del Governo, della Provincia e del Comune, di numerose autorità, del rettore della R. Università, dei direttori della Scuola di applicazione per gli ingegneri e del R. Museo Industriale, dei professori dei due istituti, di molti studenti e di alcune gentili ed eleganti signore venne inaugurato nell'anfiteatro di elettrotecnica l'anno accademico.

Prima di concedere la parola al prof. P. P. Morra, incaricato di leggere il discorso inaugurale, il presidente on. Boselli, con felice improvvisazione, porse il saluto ai numerosi intervenuti e disse con rapida sintesi quello che fu il R. Museo Industriale Italiano nei nove lustri di sua esistenza e quello che dovrà essere il nuovo Politecnico che sorgeva dalla fusione dell'Istituto con la Scuola di Applicazione per gli Ingegneri.

Siamo lieti di poter riportare qui un sunto delle parole del Presidente e per intero la dotta dissertazione del prof. Morra.

Discorso del Presidente on. prof. Paolo Boselli.

Il Presidente porge il suo cordiale saluto a tutti coloro che vollero onorare di loro presenza e rendere più solenne col loro intervento la cerimonia, alle autorità, all'egregio Corpo insegnante di questo e degli altri Istituti, ai baldi giovani che si accingono con serena energia alle lotte per la conquista del

sapere, alle gentili signore che portano un simpatico raggio di poesia nell'austero ambito degli studi.

Dice che la cerimonia odierna potrebbe essere occasione propizia per ricordare le vicende per le quali è passato il Regio Museo Industriale Italiano, l'opera indefessa del suo fondatore Giuseppe Devincenzi e dello Sclopis che ne comprese gli intendimenti e gli porse validi incoraggiamenti ed aiuti, e lo svolgersi vario della vita dell'Istituto nei nove lustri della sua esistenza.

Nel momento nel quale l'Istituto stesso sta per diventare, mediante un amplesso più stretto con la Scuola di Applicazione per gli ingegneri, un grande politecnico, deve essere ricordato come un tale svolgimento seguì la sua via incominciando prima con la raccolta delle collezioni fatta dal Devincenzi stesso all'Esposizione di Londra del 1862, e che dovevano rappresentare all'Italia nuova le sue forze economiche, ancora mal conosciute, ed il metodo per trarne il maggior vantaggio possibile; poi, nel procedere dei tempi, a preparare insegnanti per le nuove Scuole di industrie che fiorivano in Italia e, finalmente, nel 1879, a formare con la Scuola di Applicazione la categoria degli ingegneri « industriali ».

Ricorda altresì l'opera speciale dell'Istituto nel campo delle discipline chimiche, dagli inizi, dovuti ad uno dei più eminenti chimici stranieri, alla fondazione della cattedra di elettrochimica che fu la prima d'Italia, e la fondazione della Scuola superiore e del laboratorio di elettrotecnica, la più grande e la più completa istituzione di Italia, dovuta alla mente divinatrice di Galileo Ferraris, di quel grande che in tutta la sua vita non volle lavorare che per l'incremento della scienza e per il progresso nazionale, lasciando a lui le dovizie del sapere e lasciando, senza curare il suo particolare benessere, che altri traessero ricchezza dalle liberalità gloriose del suo pensiero.

Il Politecnico che si fonderà nella città di Torino, con l'unione dei due Istituti, sarà certamente grande e largamente fornito di mezzi, ma dovrà, sopra tutto, essere autonomo, perchè soltanto con l'autonomia si potrà raggiungere quel potente rigoglio di forze, necessario ad imprimere agli studi tecnici del paese quell'andamento progressivo del quale è mestieri per ottenere il completo sviluppo delle forze economiche italiane.

Dalle uniformità e dalle ingerezze soverchie che impigliano e deprimono tanta parte della vita italiana, e pur troppo anche il governo degli studi, è mestieri che si sottragga almeno questo Istituto nel quale tutto deve essere movimento ed alacrità.

E con l'autonomia il nuovo Istituto deve anche conservare tutti gli scopi

e le funzioni alle quali il Museo Industriale venne chiamato; ed accanto ai generali ed ai capitani della scienza tecnica, deve poter continuare a preparare quelli che delle loro concezioni sono il braccio esecutivo: cioè i direttori di industrie ed i capi officine. E tale desiderio esprimeva nel decorso anno, da questo stesso posto, il compianto cav. Angelo Visconti, che per diversi anni cooperava al buon andamento dell'Istituto, colle funzioni di vice-presidente.

Allo sviluppo degli studi tecnici, dovrà infallibilmente seguire l'incremento economico del nostro paese, il quale, attualmente, ha ancora bisogno di compiere la esecuzione di molte opere che valgono ad ottenere un aumento della ricchezza nazionale con il completo effetto utile di tutte le energie, e specialmente di quelle che l'Italia possiede in misura non uguale, ma superiore alle altre nazioni; la genialità inventiva e la intelligenza della mano d'opera.

Si otterrà così una nazione economicamente forte, che, come tale e perchè tale sarà pure forte politicamente, dappoichè in ogni periodo di tempo, allo sviluppo economico di una nazione, ha sempre corrisposto armonicamente un fiorente periodo di vita politica e insieme di eccellenza nelle arti, nelle lettere, nelle scienze.

Non altrimenti avvenne nelle repubbliche di Firenze, di Genova, di Venezia, e non altrimenti in questa terra di Piemonte dove, al rinnovamento economico dovuto alle sapienti ispirazioni di Emanuele Filiberto e all'opera feconda di Vittorio Amedeo II, corrispose l'elevarsi della monarchia piemontese nella politica italiana.

Ma l'argomento lo trarrebbe troppo lontano, e quindi, tornando al primitivo proposito, cede la parola al prof. Morra, da molti anni chiaro insegnante in questo Istituto, il quale pronuncerà il discorso inaugurale e che ha la rara fortuna di preparare al Paese contemporaneamente le giovani forze dell'industria e dell'esercito, unite nell'amore intenso della patria e nel promuovere, con gli studi e col valore, la grandezza.

Chiude rivolgendosi ai giovani colla fiducia che essi renderanno sempre l'Italia più gloriosa e più prospera nelle vie della civiltà.

Alla gioventù spetta non solo conservare le grandi tradizioni italiane, ma trarre da esse nuova vigoria di forza nazionale e nuova luce di sapere e nuovo alimento di lavoro dalle cui sorti dipende la pace sociale e la dignità dei popoli moderni.

LE RICERCHE SCIENTIFICHE ED I PROBLEMI DI INGEGNERIA

Signori,

Allorquando io mi soffermo davanti ad una macchina, ne esamino il modo di funzionare, ne contemplo l'esattezza di costruzione, la robustezza e la precisione dei vari organi, e considero l'agente che la muove, il lavoro che ha costato, l'effetto che si può ottenere ed i benefici che da essa si sperano, rimango estatico al pensiero di quanto hanno saputo escogitare e produrre l'ingegno e l'attività dell'uomo, che nella sua debolezza pur sente che, volendo, può domare a sé quelle che si dicono le forze della natura. Questo pensiero di ammirazione e di meraviglia si manifesta in me del pari inteso quando dalla contemplazione delle ingenti motrici a vapore moderne, o delle dinamo colossali, o delle turbine di centinaia di cavalli, passo a quella di quei piccoli congegni sì delicatamente combinati, in cui si consumano forze minime, ed a quegli apparecchi sensibilissimi che servono a rivelarle ed a misurarne la intensità. Degli uni e degli altri congegni io amo fare, per così dire, l'anatomia, ridurli ad uno schema, al principio fondamentale che li informa, tralasciando tutto ciò che ha servito alla loro attuazione od alla loro regolazione, conservando integro nella sua nudità solamente il principio stesso.

Analogamente: se dall'alto di un monte contemplo un convoglio che corre al basso, e che di mano in mano che io m'innalzo mi appare ognor più piccolo, fino ad acquistare forma di nastro nero che lentamente si svolge, e lo vedo scomparire fra le viscere del monte, portando con sé tanta somma di energie, di ansie, di gioie e di dolori, ed alla mente si affacciano il lavoro speso nella perforazione di quella galleria, e le vittime mietute, e le lotte sostenute colla materia, il mio pensiero va lontano e finisce per arrestarsi su quegli ingegneri

che con pochi strumenti e con calcoli pazienti e laboriosi, indicarono la via a seguirsi nel traforo della galleria, lasciando ad altri la gloria, che suol considerarsi più grande, di aprire la strada nella direzione indicata, sicuri che giorno verrà in cui l'ultimo diaframma cadrà sotto l'azione della mina o del piccone, e che le due squadre di lavoratori, spesso straniere l'una all'altra, incontrandosi, si abbracceranno nella giusta soddisfazione del lavoro compiuto. Perché, o signori, questo pensiero, per così dire a ritroso? Non potrebbe qualcuno considerare inutile o chiamare forse anche puerilità il soffermarsi di preferenza alla contemplazione del lavoro preparatorio, invece di limitarsi ad elevare un inno di gloria e di ammirazione alle difficoltà superate ed al successo ottenuto? Or bene, pare a me che la ragione di esso stia in ciò, che la costruzione di una macchina armonica in ogni sua parte, il procedere di una perforatrice in un senso nel quale il punto di arrivo non è direttamente visibile, e ciò tra un complesso di difficoltà che talvolta sembrano tali da abbattere la volontà anche la più ferrea, sono la soluzione di un problema di scienza pura e di scienza applicata ad un tempo, di scienza vera, di scienza utile, che dalle più semplici considerazioni geometriche e fisiche, salendo con deduzioni rigorose e sicure alle concezioni più ardite, ed alle applicazioni più grandiose, porta i suoi trovati a beneficio diretto dell'umanità. Onde in me una grande ammirazione ed una somma venerazione per coloro che la mente eletta volgendo a studi di questa natura, sono stimolo e guida alla soluzione di questioni che richiedono una perfetta conoscenza di nozioni scientifiche, ed una cognizione del pari estesa delle applicazioni che di quelle si possono fare nel campo della tecnica. Per la qual cosa io spero che non farà meraviglia che quando mi venne offerto l'onore di parlare nella solenne inaugurazione degli studi in questo Istituto superiore di istruzione tecnica, si sia presentato alla mia mente l'argomento che in questi giorni è oggetto di discussione, di vedere come la teoria si accoppi alla pratica, e quale correlazione interceda tra gli studi che riguardano le ricerche scientifiche e quelli che più da vicino si riferiscono ai problemi di ingegneria.

I problemi di ingegneria sono in genere questioni industriali di dare e di avere; scopo precipuo della loro soluzione è spendere poco ed ottenere molto: essa, nella pluralità dei casi, si presenta difficile,

talvolta indeterminata in causa del numero degli elementi che occorre considerare. Quando tutti questi si sottopongono a calcolo, si ottengono sovente risultati analitici che non sono suscettivi di applicazione numerica, per la ignoranza o almeno per la imperfetta conoscenza di tutte le grandezze che vengono a figurare nelle formole. Così, ad esempio, quando si studia il moto di un fluido, occorre notare che la velocità di una particella in una sezione normale all'asse della vena, dipende non solo dalla posizione della sezione, ma da quella della particella nella sezione stessa e dal tempo, onde in uno studio completo occorrerebbe calcolarne la velocità in funzione del tempo e delle coordinate rispetto ad una terna di assi coordinati. Ora questo, preso nella sua generalità, è un problema complicato che diede origine a lavori analitici notevoli, ma il problema della pratica per questa via non è risolto. Egli è perciò che accanto all'Idraulica ed alla Aerodinamica teoriche sorsero l'Idraulica e l'Aerodinamica pratiche, le quali, coll'introduzione di ipotesi semplificative, trasformano il problema in altro più facile a studiarsi; in esse in realtà si sostituisce al fenomeno reale un fenomeno fittizio; confrontando poi i risultati del calcolo con quelli dell'esperienza, dall'accordo tra essi si ha un criterio per stabilire se le ipotesi fatte sono attendibili o no.

Così pure il fenomeno della trasmissione del calore fra due ambienti separati da una parete, dipende dalle temperature dei due fluidi che sono in essi, dall'essere questi in quiete o tenuti artificialmente in moto, dalla sostanza costituente la parete, dalle condizioni fisiche o geometriche delle sue faccie, si compone di due fenomeni affatto distinti, della trasmissione esterna e della trasmissione interna. In seguito alla legge di Newton sul raffreddamento, i lavori analitici del Fourier e del Poisson, senza parlare di quelli del Lamé perchè troppo speciali, e le esperienze del Despretz, di Wiedemann e Franz ed altre analoghe, si limitarono allo studio della conduttività ed alla determinazione della legge secondo cui le temperature variano nell'interno della parete. Le ricerche di Dulong e Petit, di Provostaye e Desains, del Witz, del Pécelet, del Ser, dimostrarono che la legge che collega la convezione e la irradiazione alle temperature, è semplice solo nel caso di piccole differenze di temperatura tra il fluido e la faccia della parete, onde il problema della pratica può risolversi con metodo teorico rigoroso solo in queste condizioni: l'incertezza dei risultati sta non nell'inesattezza del calcolo, ma nella imperfetta

conoscenza dei parametri sperimentali che si hanno nelle formole. Ma una teoria generale che abbracci tutti i casi della pratica e si applichi a tutti è impossibile; le nozioni scientifiche che si hanno furono dedotte in condizioni così diverse da quelle che si presentano negli apparecchi industriali, che il volerle senz'altro estendere a questi costituirebbe in realtà un inganno. Il solo modo onesto di procedere per trovare ciò che interessa, vale a dire, una formola suscettibile di applicazione numerica e che possa servire a discussioni sulle influenze dei vari elementi, da cui dipende il fenomeno che si studia, resta pur sempre ed esclusivamente quello di considerare casi speciali, ponendo a fondamento le esperienze eseguite su apparecchi analoghi a quelli che si considerano.

Ora se negli studi così detti di applicazione si presenta la necessità o di ricorrere ad ipotesi semplificative, o di accontentarsi di soluzioni solo approssimative, può nascere il dubbio, e questo si presentò e fu manifestato da persone competissime, che la difficoltà ed il tempo che richiede lo studio della matematica siano eccessivi, avuto riguardo ai vantaggi che ne derivano nel campo della tecnica; donde la convenienza di ridurre tale studio al minimo per chi si avvia alla carriera dell'ingegnere, per potere nella scuola dedicare la massima attività alle questioni esclusivamente pratiche. Pur astrando dal fatto, evidente di per sé, che in un corso di studi è impossibile trattare tutte le questioni che si possono presentare nell'esercizio di una professione, pare a me che dalla scuola di applicazione si possa pretendere solamente che essa abbia modo di impartire tutte quelle cognizioni dal cui complesso risulterà poi ciò che si può chiamare il buon senso dell'ingegnere, che se è qualche cosa di diverso dal buon senso del medico o dell'avvocato, ha comune con questo l'intuito della soluzione di varie questioni, spesso fra loro disparatissime, ma soggette alle medesime leggi generali. E questo buon senso, che io chiamerei senz'altro senso pratico, non può essere perfetto se non in chi ha la mente nutrita di salde e sicure nozioni teoriche.

La conoscenza netta delle grandezze che possono essere sottoposte a calcolo pone il tecnico in grado di apprezzare le analogie e le discrepanze che si presentano nelle molteplici questioni che gli tocca risolvere, e gli danno in massima la loro soluzione con tutta quella approssimazione che non solo è tollerabile, ma richiesta nei casi particolari che considera. Disse una volta un esimio matematico della

nostra Università: chi può dire quando cessa la teoria ed incomincia la pratica? Pare a me che nè la prima deve cessare, nè la seconda incominciare, a meno che colla prima vogliasi indicare una serie di studi di pura astrazione, di esclusiva ginnastica intellettuale, che per l'indole loro non possono essere suscettivi di applicazione a casi reali. Se questo è, si può allora fare colpa a noi ingegneri se manifestiamo il desiderio che tali questioni abbiano a svolgersi in corsi specialissimi, e che diversi abbia ad essere nei corsi di ingegneria l'indirizzo degli studi analitici e geometrici? Pare a noi piuttosto conveniente che il passaggio, se pur vi deve essere, tra la teoria e la pratica, si faccia per gradi insensibili, senza linea di demarcazione ben netta, in quanto che il calcolo è sussidio potente all'ingegnere e pochissimi problemi possono senza di esso venir risolti. Ma il calcolo è pur sempre solo mezzo e non fine, onde di esso è indispensabile conoscere l'intima essenza ed i concetti fondamentali; quelle che sogliansi dire le applicazioni del calcolo è desiderabile che abbiano a rivolgersi di preferenza alle questioni che più direttamente hanno attinenza cogli studi di ingegneria, facendo vedere quali limitazioni devono imporsi nella soluzione rigorosa del problema ed accennando agli elementi modificatori che si presentano nel caso pratico. E progredendo in quest'ordine di idee si potranno dire condannabili del tutto le asserzioni di coloro, ed ormai sono molti, i quali vorrebbero che nelle scuole destinate ad allievi ingegneri siano preposte nell'insegnamento persone che o per lavori eseguiti, o per studi fatti nel campo dell'ingegneria, pur dedicandosi alla scienza pura, hanno la mente conformata per guida da compiacersi in modo speciale di quelle parti che hanno attinenza diretta alle questioni tecniche? Ben lontana è da noi l'idea di voler diminuire l'importanza degli studi teorici, anzi associandoci in tutto alle osservazioni di quel distintissimo matematico che è il prof. Volterra (1) che la reazione contro l'eccessivo studio delle matematiche che si fa nelle nostre scuole, non guidata rettamente, potrebbe portare a risultati dannosi. A modificare essenzialmente lo spirito altamente educativo della mente dei giovani, vogliamo dire che la Matematica è strumento indispensabile e come

(1) Relazione del prof. Vito Volterra (allegato A) al disegno di legge presentato dal Presidente del Consiglio al Senato del Regno nella tornata del 26 giugno 1905, per la fondazione di un Politecnico nella città di Torino (pag. 23).

tale deve essere bene conosciuta ed equamente adoperata, sicchè ne risulti beneficio e non danno. La retta applicazione di essa serve di guida nella soluzione delle questioni tecniche con una serie di raziocinii rigorosi, plasmati all'occorrenza per modo da poter consentire quella approssimazione di soluzione che quasi sempre è imposta nei problemi di Ingegneria. Ora è evidente che a ciò occorre non una estesissima conoscenza del calcolo, che permetta di spaziare nelle più elevate ed astratte speculazioni della scienza pura, ma una profonda nozione dei principii generali e fondamentali dalla quale si possa intuire in base a ciò che si vuole quanto si può ottenere.

Questo studio si svolga quindi fra i voluti limiti con tutto il rigore per ognuno dei rami di Ingegneria a cui è destinato sia il civile, sia l'industriale, sia il chimico, ricordando che esso è imprescindibile necessità alla comprensione dei teoremi di Elasticità, di Termodinamica, di Termochimica, di Meccanica. Questa necessità di rigore nel metodo di studio, di limitazione nell'ampiezza di esso, si impone oggidì e trova conferma, a mio avviso, nella convenienza che si capisce presentarsi di istituire nelle nostre Università corsi speciali di Matematica anche per quelli che si dedicano di preferenza alle scienze chimiche e naturali; i tentativi del Vivanti, del Chini (1) e di altri volenterosi costituiscono un'adeguata e sapiente preparazione ai lavori di Berthelot, di Van't Hoff ed analoghi. Non dimenticando che il troppo è nemico del bene, osserviamo che il troppo poco può essere causa di rovina dei buoni studi; che se la scienza dell'ingegnere è scienza di numeri, si deve ad esso aprire la via alla intelligenza delle cognizioni che della sua scienza sono i capi saldi ed il fondamento, che non può essere ingegnere chi di libri conosce il solo prontuario, che egli non è un semplice costruttore ma anche uno studioso, a quella guida che un architetto non è un semplice capo mastro, ma è pure un artista.

Queste considerazioni però, che si presentano spontanee alla mente, conducono inoltre a pensare che la specializzazione nei nostri studi d'ingegneria, ormai è indispensabile, ma che se in altri paesi essa è forse spinta a tale estremo che ingegneri valentissimi in un ramo sono quasi digiuni delle cognizioni generiche che si riferiscono a tutti i rami dell'ingegneria, sarebbe per noi illogico e contrario alle buone

(1) *Corso speciale di matematiche ad uso principalmente dei chimici e dei naturalisti*, Livorno, 1904.

tradizioni nostre il modellarsi interamente su loro, rinunziando a dare a tutti gli allievi ingegneri quella coltura generale che, se finora forse fu la sola che si aveva dalle nostre scuole, presenta il vantaggio di permettere fra le scelte possibili nell'esercizio della professione quella che può parere la migliore. Contempliamo con ammirazione le grandi fabbriche che crescono e prosperano presso gli stranieri, ma con alto sentimento di compiacenza, e sto per dire, di orgoglio presentiamo loro i trafori delle Alpi, in cui tanto splendidamente si esplicò e rifalge di gloria immortale il genio italiano ed i nostri grandiosi impianti idroelettrici in cui l'Idraulica italiana ha sciolto problemi tali da darle rinomanza grande ed imperitura. Ed io, quantunque mi manchi la autorità, pur oso dire liberamente e francamente: si dia ai nostri allievi una profonda, non vasta e superficiale, ma salda e veramente efficace coltura matematica, e si avranno ingegneri seriamente studiosi, capaci di comprendere e di sciogliere le questioni che sono solubili per quanto grandi siano le difficoltà che si possono presentare; si eviterà il pullulare degli inventori illusi, il meccanico non sarà sognatore di moto perpetuo, nè il chimico un alchimista ricercatore indarno della pietra filosofale.

* *

Ma la scienza dell'ingegnere non è di puro raziocinio, essa è essenzialmente fisica, quindi di osservazione e di esperienza. A queste che sono i cardini su cui si appoggia lo studio dei fatti, egli deve domandare le leggi dei fenomeni ed i valori dei coefficienti numerici, detti appunto parametri sperimentali, che figurano nelle formule che di quelli sono la espressione analitica. Quale sia la strada da seguirsi nello studio dei fenomeni fisici, quali gli errori che si produssero e le aberrazioni che si verificarono e che per molto tempo usurparono il posto ed il nome di dottrine scientifiche allorquando ai ricercatori non fu guida il retto metodo sperimentale formulato in precetti generali da Francesco Bacone, ed applicato con sagacia meravigliosa dal nostro Galileo Galilei, quando la misura quantitativa degli elementi costitutivi dei fenomeni non si applicava o non relevava neppure acquistare, ma si pretendeva quasi che la natura avesse a piegarsi a seguire la fantasia di qualche pensatore cui davasi lo spiccoso titolo di scienziato, quando al presentarsi di qualche fenomeno tosto si escogitava una spiegazione della sua essenza spesso illusoria, enunciando all'uopo

le idee le più strane, quando infine non si sospettava neppure che in tutte le sue manifestazioni la materia si trasforma e non si distrugge, non spetta a me in questa solennità di studi di applicazione il far rilevare. Devo però notare che la riproduzione dei fenomeni mediante l'esperimento, la disamina rigorosa delle loro modalità e la misura degli elementi quantitativi sono indispensabili ai giorni nostri nelle scuole di istruzione tecnica, se queste devono preparare al paese ingegneri che nella soluzione dei problemi tecnici abbiano a portare quel retto criterio e quel rigoroso procedere che soli si possono acquistare nella calma del laboratorio, a contatto delle difficoltà che si presentano ad ogni momento ed a superare le quali occorre uno studio speciale lungo e costante. La produzione di un fenomeno non è quasi mai dovuta ad una causa unica; le condizioni che lo determinano sono molte e complesse, in generale però una esercita azione preponderante, quindi la necessità nell'ordinare e raggruppare i risultati numerici ottenuti nello studio dei fatti, di sceverare ciò che è dovuto alla causa più efficace da quanto è proprio delle secondarie che ne costituiscono le perturbazioni. Eliminando se è possibile o trascurando in un primo studio le cause perturbatrici si arriva ad una legge solamente prossima al vero, ma che fa conoscere la fisionomia del fenomeno, e che riconfrontata poi coll'esperienza, sottoposta a nuovi controlli ed a più profonde discussioni, guida alla scoperta di altre leggi o di altri fatti che rappresentano il fenomeno in tutta la sua generalità. Fu per tal modo che dalle leggi del Kepler, il Newton giunse al principio della gravitazione universale, principio che a sua volta dimostrò che le leggi stesse non possono ritenersi vere se non nell'ipotesi che ogni pianeta non obbedisca ad altra forza che alla attrazione solare, e che le deviazioni segnalate dagli osservatori, trascurate dal Kepler, sono dovute alle attrazioni che si esercitano tra i pianeti più vicini (1). In campo molto più modesto la stessa strada si segue da noi nei nostri

(1) Le perturbazioni, o deviazioni dalle leggi del Kepler, nel moto del pianeta Urano, condussero l'astronomo Leverrier ad ammettere l'esistenza di un pianeta al di là dell'orbita di Urano. Come a moto questo è Nettuno.

I risultati degli studi di Leverrier furono pubblicati il 31 agosto 1846; il 25 settembre dello stesso anno l'astronomo Galle di Berlino scoperse nella costellazione del Capricorno un astro di 8^a grandezza, non registrato nelle carte pubblicate dall'Accademia. La posizione in cui il Galle vide Nettuno non differiva che di un grado circa da quella statagli assegnata da Leverrier col calcolo. (HONIGER, *Geografia matematica*, 2^a ed., pag. 163).

studi: così per citare un esempio, nel moto dei fluidi si sogliono per prima approssimazione trascurare le influenze dovute a cause perturbatrici, che costituiscono le così dette resistenze passive, salvo poi a determinarle ed a tenerne conto dal confronto dei risultati del calcolo con quelli della esperienza. Nel 1661 Roberto Boyle in Inghilterra, e nel 1676 Edmeo Mariotte in Francia, fecero conoscere la legge che collega il volume di una massa gassosa alla pressione a temperatura costante. Imperfetti erano i loro mezzi di misura, ristretti i confini entro cui nelle loro esperienze si facevano variare i valori degli elementi del fenomeno, onde una verifica della legge si manifestò indispensabile. Le esperienze di Despretz, Pouillet, Dulong e Aragò e quelle delicatissime del Regnault, verso la metà del secolo scorso (1), dimostrarono che nessun gas reale obbedisce esattamente a questa legge; che ad alte pressioni tutti i gas, l'Idrogeno eccettuato, sono più comprimibili di quanto essa vorrebbe; le posteriori poi di Cailletet e di Amagat (2) provarono che col crescere della temperatura l'Idrogeno tende a comportarsi come gli altri; che a pressioni molto basse i gas obbediscono tanto meglio a questa legge quanto più sono rarefatti. Le ricerche di Siljeström, del Mendeleef, dell'Amagat, del Ramsay, del Bohr e del Campetti non diedero in questo caso risultati fra loro del tutto concordanti; esperienze più recenti del Battelli (3) dimostrarono che per pressioni tra 760 mm e 0,02 mm di mercurio, l'Idro-

(1) Relation des expériences entreprises pour déterminer les lois et les données numériques qui entrent dans le calcul des machines à vapeur.

(2) Ad alte pressioni, secondo Natterer e Cailletet, tutti i gas sono meno comprimibili di quello che vorrebbe la legge di Boyle. (*Journal de Physique*, 1877).

Le esperienze di Cailletet stabiliscono un valore minimo del prodotto della pressione per il volume alla pressione di 60 metri di mercurio per l'azoto; a pressioni superiori l'azoto diventa meno comprimibile. Amagat fissò a 50 metri di mercurio la pressione cui corrisponde la comprimibilità massima dell'azoto, a 100 metri quella per l'ossigeno, a 65 metri per l'aria, a 50 metri per l'ossido di carbonio, a 65 metri per l'etilene. Alla temperatura di 100° ed alla pressione di 5 atmosfere si è indotti, dai calcoli di M. Scroder van den Kolk, ad ammettere che l'aria obbedisce alla legge di Boyle l'anidride carbonica no. (JAMIN et BOUTY, *Cours de Physique*, I, pag. 215, 1891); AMAGAT (*Annales de Chimie et de Physique*, 1873) dimostrò che l'aria e l'idrogeno vi obbediscono a temperatura tra 100° e 300° per pressioni tra una e due atmosfere; l'anidride solforosa e la carbonica vi obbediscono verso i 250°.

Risulta che tutti i gas tendono ad obbedire tanto meglio alla legge del Boyle quanto più la loro temperatura aumenta.

(3) *Nuovo Cimento*, 1901, e da una comunicazione dell'autore.

geno segue la legge del Boyle, che per l'ossigeno, quando la pressione è verso 0,7 mm. di mercurio, il prodotto della pressione per il volume aumenta ma di pochissimo, e da calcoli rifatti sulle stesse esperienze si è incerti se per l'aria esso aumenti o no. Nel 1801 il Gay-Lussac, in Francia, enunciava la legge, che noi dovremmo dire del Volta, della costanza a pressione costante del coefficiente di dilatazione dei gas. Le esperienze più minute dello svedese Rudberg, notevoli soprattutto per la cura grandissima usata nella essiccazione del gas, ed i lavori del Regnault (1), sulle principali grandezze relative ai gas ed ai vapori la cui conoscenza esatta si manifestava indispensabile per l'applicazione allo studio delle macchine termiche, hanno condotto a concludere doversi questa, come quella del Boyle, considerare come legge limite a cui i gas obbediscono tanto meglio, quanto meno sono coercibili, quanto più sono lontani dalla condizione liquida. Da questi lavori si dedusse il concetto di gas perfetto per significare a un gas ideale, che obbedisce esattamente alle due leggi del Boyle e del Gay-Lussac, mentre che nel fatto non esiste alcun gas che a tutte le pressioni ed a tutte le temperature possa ritenersi tale (2). Le proprietà dei gas perfetti si studiano in quel ramo di fisica meccanica, cui fu dato il nome di Termodinamica, che considera la correlazione tra calore e lavoro. Il suo primo principio fondamentale, quello dell'equivalenza, intutto da Rumford, Davy Seguin, Colding, nettamente formulato nel 1842 da Roberto Mayer di Heilbronn (3), confermato splen-

(1) Ogni gas ha un proprio coefficiente di dilatazione a pressione costante ed un proprio coefficiente di tensione. Essi però differiscono di pochissimo fra loro per l'idrogeno, l'azoto, l'ossigeno, l'aria, l'ossido di carbonio: la loro differenza diminuisce coll'aumentare della temperatura e col diminuire della pressione (Regnault).

(2) L'equazione di elasticità per un gas perfetto $p = RT$ ove p è la pressione e il volume specifico, T la temperatura assoluta. È una costante caratteristica del gas, fa vedere che per i gas perfetti le isoterme in assi coordinati cartesiani ortogonali delle p e delle v sono ipertoli equilatera ed essi asintotiche. Questa relazione presuppone che le molecole del gas abbiano volume trascurabile e non si eserciti fra esse azione reciproca. Essa, come è noto, fu modificata dal Van der Waals e ridotta alla forma $(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = RT$ ove, a e b sono due costanti positive, variabili da gas a gas, b è il covolume della massa gassosa; onde l'isoterma

per un gas reale viene ad avere per equazione $p = \frac{K}{v - b} - \frac{a}{v^2}$ ove K è una costante positiva. Da essa risulta che in date condizioni di pressione e di temperatura il corpo può essere gas o vapore saturo o liquido.

(3) PAUL DE SAINT ROBERT. *Thermodynamique*. Note II, pag. 451, 2ª ed.

didamente dalle esperienze di Joule, Hirn, e di una serie di sperimentatori condusse, come si sa, a quello generalissimo che, abbracciando tutta la fisica, tende a far di essa un capitolo della meccanica: al principio della trasformazione e della conservazione delle energie; mentre il secondo, pur esso fondamentale, enunciato fin dal 1824 da Sadi Carnot (1), e la cui fecondità ed importanza non furono conosciute se non più tardi, fa vedere quanto è possibile ottenere in una macchina termica con una data quantità di calore fra due temperature note. Ora in ricerche sulle proprietà dei gas, il giovane Michele Faraday, passato nel 1813 dalla modesta bottega di legatore di libri, assistente al laboratorio dell'Istituto reale di Londra, diretto da Humphry Davy (2), che era già salito in grande fama specialmente per la scoperta fatta nel 1807 del potassio e del sodio, esaminando l'azione del calore sull'idrato di cloro in un tubo di vetro chiuso, aveva visto il tubo riempirsi di un gas giallo e contenere un liquido oleoso che, aperto il tubo, rapidamente scompariva accompagnato da una esplosione. Al dottor Paris, che osservando il liquido oleoso quasi lo rimproverava di poca cura nella politura del vetro, si limitava modestamente a scrivere il giorno dopo (3): quel liquido oleoso che ieri osservate era senza dubbio cloro liquido. Proseguendo nelle esperienze nel 1827 liqueface colla pressione l'anidride solforosa, l'idrogeno solforato, il protossido d'azoto, il cianogeno, l'ammoniacca e più tardi, verso il 1845, accoppiando alla pressione il raffreddamento, ottenne liquidi il gas oleofacente, il fosfidrico, gli acidi fluoridrico e fluosilicico, l'arseniuro di idrogeno.

Nel 1835 il Thilorier costruiva in metallo un apparecchio per la liquefazione dell'anidride carbonica, che non è che la riproduzione in grande ed in condizioni migliori del tubo di Faraday per il cloro. Se da esso si lascia sfuggire all'esterno un getto di liquido compresso a circa 80 atmosfere, in causa della subitanea vaporizzazione, il liquido a circa -78° si solidifica ed il solido risultante sciolto nell'etere solforico dà luogo ad un abbassamento di temperatura di circa 90° al disotto dello zero ordinario. In questo esperimento si ha un mezzo per produrre intensi raffreddamenti; il problema scientifico della produzione di basse temperature è risolto, aperta la via al problema in-

(1) SAINT ROBERT. (Idem. Nota 1, pag. 436).

(2) JOHN TYNDALE. (Moigno), *Faraday inventeur*.

(3) Idem e O' Conor. *Liquid air*.

dustriale della produzione del freddo. Notiamo qui di passaggio con un sentimento di mestizia che la scienza e la tecnica vogliono i loro martiri. Ai giorni nostri sono esperienze da lezione, queste in cui si usano gas sottoposti ad alte pressioni, ma una imperfezione nella costruzione di un apparecchio Thilorier, il 24 dicembre 1840 (1), costò la vita a Hery, preparatore alla scuola di farmacia di Parigi. Mandiamo con questa a tutte le altre vittime della scienza e del lavoro il nostro riverente saluto.

Intanto nei laboratori si moltiplicavano gli apparecchi per la liquefazione dei gas; il Natterer, verso il 1844, oltre l'anidride carbonica liquefaceva il protossido d'azoto che liquido bolle a -105° alla pressione di un'atmosfera, e da queste esperienze e dalle successive risultò quello che si prevedeva che ad alte pressioni ed a basse temperature i gas che meglio seguivano in condizioni ordinarie la legge del Boyle venivano a scostarsene notevolmente. Però con essi non si riuscì a liquefare l'ossigeno, l'idrogeno, l'azoto, l'ossido di carbonio, il biossido d'azoto, il metano e l'aria malgrado l'uso di pressioni che si stimarono presso le 3000 atmosfere.

Le linee di trasformazioni isoterme dei gas perfetti sono nel diagramma delle pressioni e dei volumi in assi cartesiani ortogonali iperboli equilateri riferite agli assintoti come assi coordinati. Questa è pure la loro forma per i gas che si dicevano permanenti quando si considerano a temperature non bassissime. Dall'esame delle isoterme dell'anidride carbonica a temperature tra 13° e 45° in confronto con quelle dell'aria, l'inglese Andrews verso il 1861 verificò che al disotto dei 48° l'isoterma per l'anidride carbonica presentava un andamento diverso da quello dell'aria, che la divergenza s'accentuava notevolmente al disotto dei 31° e che a temperature minori la curva, di mano in mano che il gas assumeva volumi minori, veniva ad essere costituita di tre rami di cui il primo iperbolico, il secondo rettilineo e sensibilmente parallelo all'asse dei volumi, il terzo pur esso quasi rettilineo ed assintotico all'asse delle pressioni. Ciò stava ad indicare che a seconda del valore del volume e della pressione del fluido questo o era in condizione gassosa, o in quella di vapore a contatto di liquido o tutto liquido (2). Venne così condotto a concludere che per ogni

(1) DELEVEAU. *La matière et ses transformations*, pag. 202.

(2) Col crescere della temperatura a cui corrisponde l'isoterma il tratto pa-

gas esiste una temperatura critica, al disopra della quale, qualunque sia la pressione a cui esso è sottoposto, non può essere liquefatto. Alla temperatura critica e ad una pressione determinata ma diversa da gas a gas della pressione critica, non vi è differenza fra liquido e vapore nel senso che bastano piccole variazioni di pressione e di volume per passare da una condizione all'altra: è comprovata la continuità dello stato liquido e del gassoso già indicata dal Donny, dal Cagniard de la Tour e dal Drion. Sono noti i procedimenti sperimentali di Caillaet a Parigi, di Raoul Pictet a Ginevra, che nel 1878 liquefecero l'ossigeno e l'idrogeno, dal Wroblewski e dell'Olszewski che nel 1883 liquefecero e conservarono più a lungo maggiori quantità di ossigeno e nel 1885 ebbero liquida l'aria atmosferica. Variando le disposizioni per ottenere temperature bassissime si liquefecero tutti i gas, quelli anche le cui temperature critiche sono oltre ad un centinaio di gradi al disotto dello zero ordinario, sicché risolto il problema scientifico i tecnici prevedendo i vantaggi che ne potevano derivare nell'uso pratico, direbbero i loro sforzi nello escogitare procedimenti più comodi e più semplici per la soluzione industriale del problema.

Nel 1895 l'ingegnere bavarese Linde (1) costruiva una macchina per la liquefazione dell'aria, nella quale era eliminato l'uso di gas liquefatti fortemente compressi, dalla cui espansione nei procedimenti anteriori si otteneva il raffreddamento a temperatura inferiore alla critica. Si sa che nella espansione adiabatica di un gas perfetto si produce abbassamento di temperatura ed una relazione molto semplice di Termodinamica ne permette la determinazione. I gas reali non sono gas perfetti, né le espansioni sono esattamente adiabatiche,

rallato all'asse dei volumi va raccorciandosi e finisce per ridursi ad un punto di raccorciamento degli altri due rami dell'isoterma.

Le temperature critiche per alcuni corpi sono idrogeno — 234° (Olszewski).
Azoto — 146° (Idem); Ossido di carbonio — 141° (Wroblewski).
Ossigeno — 118° (Idem); Metano — 99.5° (Dewar); Acido cloridrico 52.3° (Idem).
Clorogeno 124° (Idem); Ammoniacca 130° (Idem); Solfuro di carbonio 273.5° (Battelli).

Benzina 291° (Ramsay); Acqua 364° (Battelli).

(Murali, *Fisica*, II, pag. 741).

(1) LOMBARDI, *La liquefazione dell'aria* (*Rivista tecnica*, 1900).

GEORGES CLAUDE, *L'air liquide*, 1903.

S. CAURO, *La liquefaction des gaz, Experiences de Linde*, pag. 32.

ALPPI E COMANDUCCI, *Liquefaction dei gas*, 1903.

T. O. CONOR SLOANE, *Liquid air and the liquefaction of gases*, London, 1899.

onde il calore che si sottrae al gas nella espansione dipende non solo dal lavoro esterno, ma una parte di esso si consuma nel vincere le forze di coesione cioè in un lavoro interno. Il raffreddamento per ciò nell'atto dell'espansione riesce maggiore che per i gas perfetti e si verifica pure quand'anche il gas non eseguisse un lavoro esterno. Le esperienze del Jone sull'energia interna del gas gli permisero di dire che essa è funzione della sola temperatura nei limiti di approssimazione in cui sono per il gas trascurabili le divergenze dalle leggi del Boyle e del Gay-Lussac, ma dalle prove delicatissime eseguite in unione con W. Thomson nel 1862 risultò allo stesso Jone che se un gas si espande senza fare lavoro esterno, si produce un raffreddamento proporzionale alla differenza di pressione ed inverso al quadrato della temperatura assoluta del gas. Per l'aria a temperatura prossima allo zero ordinario il raffreddamento è di circa 0,28 per ogni atmosfera di abbassamento di pressione: per l'anidride carbonica nelle stesse condizioni esso è di circa 1,49. Con una espansione sola dell'aria anche fortissimamente compressa non sarebbe quindi possibile ottenere una temperatura inferiore alla critica che per l'aria è —140°, ma il Linde ebbe l'idea felice di sottoporre sempre la stessa massa di aria a successive compressioni ed espansioni per modo da accumulare in essa, per così dire, i successivi raffreddamenti corrispondenti. L'aria esterna compressa prima a 20 poi a 200 atmosfere, spogliata del vapore acqueo, è guidata ad un serpentino costituito da due o tre tubi concentrici, percorre il più interno dall'alto al basso, in fondo si espande a 20 atmosfere, risale nell'intercapedine tra il primo ed il secondo tubo, è ricompresa a 200 atmosfere, raffreddata per espansione raffredda a sua volta l'aria più interna la cui temperatura finisce poi per abbassarsi fino a —190° che è la temperatura a cui essa bolle alla pressione di un'atmosfera in cui poi si espande: ridotta liquida si raccoglie in bottiglie alla Dewar nelle quali con un artificio ingegnosissimo si impedisce la trasmissione di calore all'esterno, sia per convezione che per irradiazione ed in cui può conservarsi liquida a lungo in vaso aperto (1). L'aria liquefatta si presenta come un liquido di color cereuleo se privata colla filtrazione da cristalli di

(1) Il 24 settembre 1901 dell'aria liquida preparata nella notte a Milano alla Società di incoraggiamento della macchina Linde fu trasportata a Bologna in vaso aperto alla V assemblea generale della Società di Fisica (*Nuovo Cincento*, 1901).

acqua e di anidride carbonica solide; bolle a -190° alla pressione di un'atmosfera e diminuendo la pressione sovrincombente si ottiene una temperatura di circa -200° ; evaporando più facilmente l'azoto che bolle a -194° che l'ossigeno il quale bolle a -183° con un processo di distillazione, si ottiene da essa l'ossigeno quasi puro; eleganti e dilettevoli sono le esperienze che si possono fare e se le applicazioni industriali che si erano sperate apparvero esagerate, sebbene in questi ultimi giorni esse vadano avvivandosi di grandissima importanza sono le scientifiche. A temperature bassissime i corpi presentano proprietà che differiscono notevolmente dalle loro caratteristiche alle temperature ordinarie (1), aumentano la coesione, la tenacità e l'elasticità dei metalli, cresce la fosforescenza, all'azione della luce elettrica diventano fosforescenti di luce azzurra, la gelatina, il celluloso, la paraffina, la gomma elastica; le resistenze elettriche dei metalli che paiono annullarsi verso 0 — 250° tendono a crescere verso 0 — 250° onde si presume che allo zero assoluto debbano conservare un valore notevole; il fluore liquefatto è un liquido giallo senza azione sul vetro, sull'ossigeno, sull'acqua, sul mercurio: i batteri però non riescono distrutti. Questi risultati dovuti e verificati in gran parte dal Dewar devono certamente essergli stati causa di grande soddisfazione quando esponendoli all'inaugurazione del Congresso dell'associazione britannica del 1902, parlò in specie delle sue ricerche e delle speranze sull'elio (2), che an-

(1) *Annuario scientifico ed industriale*, 1902. (MONTI, *Fisica*, pag. 53).

L'aria atmosferica fu solidificata la prima volta nel 1893: facendo gelare l'aria (pag. 54) si ottiene un vuoto anche migliore di quello ottenuto con l'ebollizione del mercurio.

L'idrogeno fu liquefatto nel 1898 dal Dewar. Sull'azione delle basse temperature sul ferro e leghe di esso ved. esperienze di Dewar e Robert Asholtz Hadfield (*Annales de Chimie et de Physique*, avril 1905).

(2) Il Rayleigh ed il Ramsay osservarono verso il 1894 che il peso specifico dell'azoto isolato dall'atmosfera è alquanto più elevato di quello ottenuto per composizione del nitrato ammonico e di altri composti azotati. Questa osservazione li guidò alla scoperta dell'argon che poi fu pare trovato nelle emanazioni vulcaniche del Vesuvio ed in alcune acque minerali: esso è un elemento di cui non si conosce ancora alcun composto. Dopo l'argon, il Ramsay scoperse nell'aria atmosferica l'elio, il neo, il cripto e lo xeno. L'elio così detto perchè rivelato al Lockyer esistente nel sole, prima che fosse conosciuto sulla terra, dall'analisi spettrale della luce solare fu poi isolato nel 1895 dal Ramsay in un minerale della Svezia detto la cleveite, e poi associato all'argon in sorgenti minerali nei soffioni boriferi della Toscana ed in minerali di Uranio. L'argo, il cripto e lo xeno liquefatti hanno per punto di ebollizione a 760 m. m. di mercurio — 186° — 141° — 109° . Il calore

cora non aveva liquefatto e la cui temperatura critica stimò sui — 268° . Satisfazioni di questa natura sono legittimo compenso allo scienziato delle fatiche e delle delusioni che spesso gli si presentano nella sua vita di lavoratore studioso.

Per l'industria intanto la produzione del freddo veniva a farsi semplice ed economica; abbandonati i mezzi già noti delle mescolanze frigorifere, degli apparecchi a rarefazione o ad evaporazione, si perfezionarono e si inventarono macchine in cui, realizzando dei cicli inversi a quelli delle motrici a vapore od a gas, si sottrae calore ai corpi da raffreddare mediante la spesa di lavoro meccanico (1). Di quale importanza siano e quali vantaggi rendano all'industria ed all'igiene le moderne macchine ad ammoniaci, ad anidride solforosa, ad anidride carbonica, niuno è che non veda pensando alla fabbricazione artificiale del ghiaccio, alla conservazione ed al trasporto delle derrate alimentari, ai miglioramenti nella confezione dei vini, della birra, dei scioppi (2). Anche qui per gradi successivi, quasi con una sfumatura dalla ricerca scientifica si passò al problema d'ingegneria, anche qui la linea di separazione tra la teoria e la pratica va scomparendo.

Come è risolto il problema della produzione di basse temperature così nel forno elettrico l'arco voltaico permette di ottenere industrialmente le temperature le più elevate. E noto che il compianto professore Rossetti di Padova stimò di 3150° la temperatura del carbone negativo nell'arco a corrente continua, di 4000° , quella dell'arco e di 3900° , che il Violle in Francia ridusse a 3500° , quella del carbone positivo. Per esse alcune applicazioni quali la galvanocautica, l'esplosione di mine e di torpedini, la fusione del cadmio e del molibdeno, del tungsteno più refrattario del platino, la riduzione degli ossidi di silicio di uranio, di vanadio, zirconio e titanio e la produzione dei loro metalli, in modo speciale la preparazione del carburato di calcio che bagnato con acqua svolge l'acetilene tanto usato nell'illuminazione

molecolare, ossia la quantità di calore occorrente a scaldare di un grado la molecola grammo è di calorie 2,5 circa; da ciò si deduce che le loro molecole sono monatomiche. Per i gas le cui molecole sono biatomiche il calore molecolare è circa 5 calorie e per quelli a molecole triatomiche esso è circa 7,5 calorie. Holleman, *Chimica inorganica*, Milano 1904, pag. 157-159.

(1) ANCONA - Produzione del freddo e liquefazione dell'aria. *Il Politecnico*, 1899.

(2) « Les machines à glace à l'Exposition de 1900 ». *Revue technique de l'Exposition universelle*, Paris, 1904.

la fabbricazione del bronzo di alluminio, la saldatura elettrica dapprima appena intraveduta sono ai giorni nostri di uso corrente. La stima di temperature elevate è un problema di fisica di importanza somma. La fusione di metalli e di leghe, la loro dilatabilità termica, la colorazione delle fiamme, l'esame spettroscopico sono fenomeni piroscofici spesso sufficienti al tecnico cui importa conoscere se la temperatura a cui ha luogo la trasformazione che egli deve ottenere effettivamente è raggiunta, insufficienti però quando occorre la valutazione pirometrica in numeri. L'apparecchio misuratore per eccellenza è il pirometro a gas idrogeno, secondo il Chappuis dell'ufficio internazionale di pesi e misure a Sèvres o l'azoto secondo il Le Chatelier con bulbo di porcellana. Il rammolirsi di questa e la sua permeabilità ai gas ne limitano l'uso a temperature non superiori ai 1100° circa, come il fenomeno della Sainte Claire Deville e del Troost dell'occlusione dei metalli per i gas ad alta temperatura fa escludere l'uso del platino già adottato dal Pouillet. La pila termoelettrica platino rodio o platino iridio collegata al voltmetro permette nel pirometro Le Chatelier la misura di temperature fino ai 1700° (1). Le determinazioni sperimentali del Lummer nel 1903 relative alle leggi che collegano la radiazione di un corpo nero, di un corpo cioè capace di assorbire tutte le radiazioni da cui è colpito, alla temperatura assoluta, le quali confermarono tra altre quelle di Stefan della proporzionalità della complessiva energia termica irradiata da un corpo alla quarta potenza della sua temperatura assoluta, dimostrarono che il bolometro può con vantaggio adoperarsi nella misura di temperature molto elevate a cui non è sicura l'applicabilità del termometro a gas e della pila termoelettrica (2). Nella pratica industriale essendo questi apparecchi o troppo costosi o non sufficientemente semplici, tornano utilissimi il calorimetro, il talpotasimetro ed i pirometri fotometrici.

* *

Dal complesso di tutti questi fatti risulta che la separazione tra la scienza e la tecnica, tra la ricerca teorica ed il problema di ingegneria va oggigiorno man mano scomparendo. Ma più intimo il legame,

(1) FERRINI, *Tecnologia del calore*, 1903, pag. 44. LE CHATELIER, *Températures élevées*.

(2) Sulla misura delle temperature molto elevate. *Annuario scientifico ed industriale*, diretto dal prof. A. Righi, 1903, pag. 57.

più graduale il passaggio, meno sentito ancora il distacco, si manifestano nelle questioni del dominio dell'elettricità. In queste si può asserire che se la scienza pura ha dato alla tecnica le leggi, questa fornisce ogni giorno a quella mezzi ed idee. I progressi sono sì grandi e si succedono con tale maravigliosa rapidità, che riesce ormai impossibile il seguirli tutti e di mano in mano che si presentano, onde a precisare l'indole e la direzione degli studi si fu indotti ad indicare colla denominazione di Elettrotecnica quel ramo della Elettrologia che si occupa in modo speciale delle applicazioni tecniche, tralasciando quelle parti che con queste non hanno attinenza immediata, sebbene in realtà i problemi che si presentano all'elettrotecnico siano sì vari e sì complessi, che la soluzione di molti di essi richiede la conoscenza delle più elevate concezioni della scienza pura che gli è guida, sussidio e controllo.

Nel 1800 Alessandro Volta (1) fa conoscere in una lettera al presidente della Società reale di Londra la sua pila che, modificata in seguito, si può dire ancora oggi con Arago il più maraviglioso strumento prodotto dall'ingegno umano. Pochi anni dopo Nicholson e Carlisle ottengono la decomposizione elettrolitica dell'acqua; nel 1807 Dary scopre il potassio ed il sodio e nel 1810, con una pila di duemila elementi, produce l'arco voltaico; nel 1819 Oersted di Copenhagen (2) vede l'azione della corrente sull'ago magnetico, fenomeno che vuolsi sia stato osservato fin dal 1802 dal nostro Romagnosi. Negli anni 1820-21, per opera maravigliosamente geniale dell'Ampère, si determina il campo magnetico dovuto alla corrente, si dimostrano l'equivalenza di una corrente e di una lamina magnetica, l'azione relativa di due correnti, l'identità di una calamita con un solenoide, si fondano cioè l'Elettromagnetismo e l'Elettrodinamica. Nello stesso anno 1820 Arago scopre la calamitazione colla corrente elettrica e quattro anni dopo il fenomeno detto Magnetismo di rotazione la cui retta interpretazione non si ebbe che più tardi. Nel 1827 l'Ohm, parlando da considerazioni teoriche relative all'analogia tra la propaga-

(1) La grande invenzione fu compiuta nel 1799, ma annunciata al mondo soltanto il 20 giugno 1800 per mezzo di una lettera diretta dal Volta a Sir Banks, presidente della Società Reale di Londra. AUGUSTO RIGHI, *Volta e la pila*, lettera fatta in Como il 18 settembre 1899.

(2) *Collection de mémoires relatifs à la Physique* publié par la Société française de Physique, 1885-87. JOUBERT, *Mémoires sur l'Electrodynamique*.

zione dell'elettricità e del calore nei conduttori, arriva alla famosa sua legge che è fondamentale in Elettrologia ed introduce il concetto esatto di resistenza elettrica. Questa legge e l'altra enunciata dal Joule nel 1841, relativa alla proporzionalità della quantità di calore svolta nell'unità di tempo da una corrente costante alla resistenza del conduttore ed al quadrato dell'intensità, fissate le unità di misura, diedero la soluzione numerica quantitativa delle principali questioni relative agli effetti meccanici della corrente, permisero il passaggio dal concetto speculativo al problema tecnico. Ma l'Elettrotecnica e l'Elettrochimica, che dell'Elettrologia è un ramo che si attacca per un capo all'Elettrotecnica e per l'altro alla Chimica industriale, non sarebbero state possibili senza le immortali scoperte del 1831 del Faraday sull'induzione elettromagnetica ed elettrodinamica e delle leggi dell'azione chimica della corrente elettrica del 1833. Quelle guidarono alla costruzione dei motori elettrici e delle dinamo: queste, che poi ebbero compimento dai lavori del Matteucci nostro e del Bequerel, diedero norme sicure e precise negli studi di forze elettromotrici di polarizzazione nei voltometri da cui scaturirono poi per opera precipua di Gaston Planté, verso il 1850, gli accumulatori elettrici, i quali modificati in forma ed in disposizione da una miriade di costruttori, quanto vantaggio abbiano portato nelle applicazioni elettriche industriali moderne niuno è che non sappia.

La galvanoplastica, l'indoratura, l'inargentatura, la nichelatura, la metallurgia stessa trovano in queste leggi la genesi dei loro prodotti. Ond'è che se noi con legittimo orgoglio vantiamo Alessandro Volta il patrio comasco, con non minore compiacenza gli inglesi possono proporre Michele Faraday, il povero e modesto operaio, che vero scienziato all'alta mente univa animo nobilissimo, onde il suo dotto eminente biografo, il Tyndall, ebbe a dire di lui che irripetibile e di vita esemplare, abile insegnante, non avido di sordido guadagno, privo di umana ambizione, zelante nell'adempimento del proprio dovere, non cercò mai il contatto delle grandezze umane e la scienza non costituiva la metà della grandezza sua, perchè la scienza sarebbe stata impotente a svelare la bontà e la delicatezza del suo cuore.

Siano queste nobili parole ognor presenti alla balda nostra gioventù che si avvia alle lotte per la vita (1).

(1) TYNDALL, Op. detta, pag. 145.

Ma fin oltre la seconda metà del secolo scorso la corrente elettrica era ancora quasi del tutto confinata nei laboratori scientifici, quando si eccettuino le applicazioni fatte alla Telegrafia per opera precipua del Morse nel 1837, ed in genere alla produzione di segnali a distanza. Ma un materiale immenso si era raccolto: le leggi dei fenomeni principali erano note, la possibilità di grandi applicazioni tecniche si presagiva e si andava man mano presentando. Le leggi fisiche sono spesso il risultato di studi lunghi e pazienti di persone che all'applicazione diretta non pensarono forse mai, ma, come disse Galileo Ferraris, somministrarono le cose applicabili. Ora queste erano trovate; i lavori di Gauss e di Weber e poi dell'Associazione britannica per l'avanzamento delle scienze dal 1860 al 1864 avevano indicato le unità di misura; la valutazione numerica delle varie grandezze era possibile, il problema industriale su vasta scala era solubile. Dopo i tentativi di produzione di correnti intense colle primitive macchine del Pixi, del Saxton, del Clarke, del Wilde, del Nollet, dell'Alliance, del Siemens, in cui se pur ve n'era ancor bisogno si avvalorava la convinzione della possibilità economica di ottenere lavori colla corrente prodotta a sua volta colla spesa di lavoro meccanico, la spirale Pacinotti e le disposizioni costruttive del Gramme hanno verso il 1872 fatto persuasi gli industriali che la corrente elettrica dal laboratorio scientifico passava all'officina. Con una rapidità meravigliosa la dinamo si presentò così armonica in tutte le sue parti che gli sforzi dei costruttori si diressero tosto alla produzione di apparecchi di grande potenza, e si videro in pochi anni sorgere macchine enormi della potenza di centinaia di kilowatt. E queste potenze, grazie alle norme direttive del Kapp degli Opkinson e di molti altri, si ottengono con alti rendimenti per la cura seguita nel diminuire gli attriti, le scosse, le vibrazioni e le perdite di energia inerenti a questo genere di macchine per effetto Joule, per correnti parassite, per isteresi magnetica e per lo scintillo al collettore in quelle a corrente continua.

La possibilità di trasformare ingenti lavori meccanici in energia elettrica con correnti continue costituì un grande progresso nelle applicazioni, quando questa energia doveva essere trasformata in termica luminosa, chimica, meccanica, sul luogo stesso di sua produzione od a breve distanza da esso. Ma da tutti si intuiva e si sperava la soluzione del problema industriale di adoperare la corrente elettrica come mezzo di trasporto di energia a grande distanza, con disposi-

zioni semplici, comode, e quel che è più, economiche. Non erano ancora conosciute per bene le proprietà delle correnti alternative; già si sapeva che più semplice era, a pari condizioni, l'alternatore che la dinamo, però gli sforzi dei costruttori erano più che altro rivolti a proporre modificazioni e ad escogitare per questa nuove disposizioni per impianti a corrente continua, inquantochè per le correnti alternative si aveva come una specie di diffidenza, dicendo qualche tecnico che esse presentavano fenomeni strani per modo da essere difficile il governarle. Spettava alla teoria il dar luce su esse; le nozioni che già si avevano sulle grandezze periodiche in altri rami della Fisica diedero la soluzione. Le grandezze alternative che si hanno a considerarle in Elettrotecnica non sono in genere sinusoidali, ma la considerazione delle grandezze armoniche semplici, sussidiata dal teorema di Fourier, che permette di esprimere con una serie di esse una funzione qualunque di una variabile periodica, tracciarono la via da seguire e diedero la dilucidazione dei fenomeni di impedenza, di induttanza e di capacità. Notiamo fra altre la grande importanza di questo teorema alla dilucidazione dei fenomeni acustici che si manifestano nel telefono importato in Europa dal Kelvin nel 1876 dall'Esposizione di Filadelfia, come la più grande meraviglia, sulla priorità della cui scoperta perdura la controversia se essa sia dovuta al Graham Bell o ad Elisha Gray, mentre che essa è opera di un italiano, di Antonio Meucci, che l'inventò fin dal 1849, lo fece conoscere nel 1872 abbandonando poi la sua scoperta per ragioni finanziarie, o del Manzetti di Aosta che nel 1865 inventò un apparecchio simile a quello del Bell (1).

All'Esposizione internazionale di Torino del 1884 comparvero nuove forme di trasformatori che fino a pochi anni prima si riducevano al solo rocchetto del Runkorff, apparecchi che, come è noto, sono indispensabili in ogni impianto di trasmissione elettrica, sia per illuminazione che per produzione di lavoro meccanico. Sulla praticità dei trasformatori Gaulard e Gibbs, e sui loro rendimenti, erano già sorte questioni gravi, a dilucidare le quali servirono le esperienze che Galileo Ferraris poté eseguire in quell'anno all'Esposizione stessa e nei successivi. Ma nel corso delle esperienze la mente divinatoria di quel

(1) MOTTA. *Il telefono*, Milano 1904, pag. 6.
 АНТОН. *Lezioni di Telegrafia*, 1904.

sommo, nudrita di ottimi studi teorici, trovò la teoria completa di questi apparecchi. L'importanza della differenza di fase tra la corrente e la forza elettromotrice cui è dovuta, che è essenziale nel calcolo dell'energia di una corrente alternativa, quella fra le intensità delle correnti primaria e secondaria nel trasformatore e le corrispondenti forze elettromotrici e fra loro, l'effetto dell'isteresi magnetica e delle correnti parassite furono messe in luce per modo che a lui ne venne gloria immortale e furono possibili in breve tempo impianti di grande potenza e con potenziali elevatissimi, ai quali è commisurata la distanza a cui è economico il trasporto dell'energia. La disposizione adottata nel 1885 dagli ingegneri Zipernowski, Déri e Bláthy della casa Ganz di Budapest di trasformatori a circuito magnetico chiuso e la loro adozione in un sistema di distribuzione per luce elettrica, in cui le lampade erano in parallelo nei circuiti secondari ed i trasformatori pure in parallelo sulla linea primaria, permisero l'indipendenza delle stazioni secondarie e degli apparecchi utilizzatori della corrente, sicchè il problema industriale del trasporto dell'energia per illuminazione a distanza dal luogo di produzione era risolto. Occorre ancora aver modo di produrre un motore per correnti alternate il quale non presentasse gli inconvenienti di quelli che già si conoscevano, come per il motore sincrono il non potersi avviare da sé, il funzionare bene solo se ad una velocità determinata, il fermarsi tosto per un brusco anche non grave sovraccarico, il quale insomma avesse le proprietà di quelli a corrente continua nella cui costruzione si erano realizzati progressi notevoli. La mente di Galileo Ferraris, per l'analogia che passa tra i fenomeni elettromagnetici ed i luminosi, applicando un teorema di Meccanica razionale sulla composizione di due moti vibratorii di uguale ampiezza e frequenza rettilinei ed ortogonali, presentanti fra loro una differenza di fase di un quarto di periodo, arrivò alla scoperta del campo magnetico rotante (1) su cui si basa la costruzione di motori e di apparecchi di tale importanza che la scienza e l'industria, riconoscenti al grande elettricista, per ricordare in ogni singola applicazione il merito del fisico italiano, sentirono il dovere di denominare il campo rotante: campo Ferraris. Non starò a descrivermi nei suoi particolari il nuovo trovato e le me-

(1) Opere di Galileo Ferraris pubblicate per cura dell'Associazione elettrotecnica italiana, 1902.

dificazioni aggiuntevi e le applicazioni fatte, nè vi dirò degli immensi vantaggi che ne derivarono: ciò già fecero conoscere allievi e colleghi (1); sento però in me che mancherei ad un dovere se non ricordassi ancora una volta che con disinteresse rarissimo egli profondeva al bene altrui i trovati del suo ingegno. Una viva dolce emozione mi assale nel parlare di lui, del grande maestro in questo Istituto, testimone dei suoi lavori e delle sue ansie, il quale se, lui vivente, per condizione di tempi o di persone non poté soddisfare il desiderio suo ardente di avere un laboratorio quale il suo insegnamento richiedeva, gli eresse dopo morte il più caro monumento che egli poteva sperare, istituendo ed intitolando al suo nome la scuola superiore di Elettrotecnica Galileo Ferraris, quale egli la desiderava e come la nobile Torino può volere. Così fu esaudito il voto che la sera del 7 aprile 1897 venne da me fatto in nome di quelli che furono in Torino suoi allievi e colleghi: in nome di tutti mi sia oggi ancora concesso di mandare alla memoria del venerato maestro ed amico un mesto saluto col più vivo rimpianto, colla più profonda riconoscenza.

Acquistata dai tecnici la fiducia, nota la via, l'applicazione delle correnti alternative andò rapidamente aumentando, si costruirono alternatori polifasi di dimensioni enormi ed i corrispondenti motori, si perfezionarono le turbine idrauliche, sorsero quelle a vapore rivali della motrice a stantuffo, si cercarono a distanza dal luogo di utilizzazione le calute di acqua fornitrici dell'energia necessaria, si fecero impianti grandiosissimi superando difficoltà enormi, ed ora nel nostro paese si hanno costruzioni meravigliose che molti stranieri ci invidiano e che vengono numerosi ad ammirare, sicchè anche in questo ramo di scienza applicata l'ingegneria italiana porta lustro e decoro alla grande madre Italia.

Descrivere alcuni di questi impianti o indicare nei loro particolari i progressi realizzati nei nuovi studi che si vanno facendo nella costruzione di macchine, di forni elettrici, di lampade ad incandescenza e ad arco, parlare dei vantaggi sperati e delle disillusioni incontrate, costituirebbe un argomento importante ma ora qui fuor di luogo:

(1) V. Le Commemorazioni di Galileo Ferraris dei professori Sacheri, Blaserna, Mengarini, Bellati, Arno, Morra, Naccari, Pagliani, G. Grassi, Maffiotti. *Ingegneria Civile*, 1897.

basti notare che ai giorni nostri l'industria in molti casi restituisce con larghezza alla scienza pura quanto da questa le fu dato e che molte questioni che nel laboratorio dello scienziato non possono essere risolte, lo sono in quello del tecnico a vantaggio della scienza.

Con frequenza molto maggiori di quelle che si presentano negli ordinari alternatori si possono avere correnti alternative nel circuito di scarica di un condensatore quando la resistenza ohmica di quello sia sufficientemente piccola rispetto al rapporto tra la autoinduzione e la capacità. Fin dal 1847 Helmholtz prevedeva, e nel 1853 W. Thomson (Lord Kelvin) (1) dimostrava teoricamente, che in queste condizioni la scarica si fa in modo oscillatorio, essa è oscillante, la quantità di elettricità sulle armature e la differenza di potenziale si riducono a zero dal loro valore massimo iniziale, non in modo continuo, ma passando periodicamente da massimi a minimi successivamente decrescenti; si hanno così delle oscillazioni elettriche; la durata delle oscillazioni è costante e proporzionale se la resistenza è piccola alla radice quadrata del prodotto dell'induttanza per la capacità del conduttore; lo smorzamento delle oscillazioni è analogo a quello di un pendolo, la diminuzione dell'ampiezza dell'oscillazione si fa con legge logaritmica, ed è tanto più rapida quanto maggiore è la resistenza. Il carattere oscillatorio della scarica fu verificato sperimentalmente già dal Feddersen nel 1857 col metodo dello specchio rotante, fissato più recentemente colla fotografia del Battelli a Pisa. Per mantenere queste correnti oscillatorie a frequenze enormi bisogna somministrare grado grado alle armature del condensatore l'energia occorrente mediante successive cariche elettrostatiche: a ciò servono o una macchina elettrostatica od un rocchetto di induzione del Ruhmkorff. Nello spazio che circonda un conduttore percorso da correnti oscillanti ad alta frequenza si producono variazioni periodiche di forza magnetica ed i conduttori che riescono carichi a potenziali variabili esercitano sul dielettrico forze pur esse variabili, onde nello spazio si ha una propagazione di forza elettromagnetica e quindi di energia, propagazione che richiede un tempo brevissimo ma finito (2). Già

(1) MURANI. *Parasulmini*, Milano, 1893, pag. 83. G. FERRARIS, « *Lezioni di Elettrotecnica* ».

(2) LONARDI. *Recenti progressi della Telegrafia senza fili*, Napoli, marzo 1901. RICCHI e DESSAT. *La telegrafia senza fili*.

il Faraday, a cui ripugnava la propagazione istantanea della forza a distanza senza l'azione di un mezzo che servisse a tale propagazione, aveva introdotto il concetto fecondissimo di linee di forza che egli considerava non come una astrazione matematica, ma come aventi esistenza reale o fisica e che assimilava a cordoncini elastici tesi longitudinalmente od a tubicini elastici compressi trasversalmente, per il che le linee di forza tendono a raccorciarsi e due linee attigue a repellersi, e partendo da esse cercava di rendersi ragione della polarizzazione del dielettrico nei fenomeni elettrostatici. Il Faraday non era un matematico nel senso ordinario della parola, ma i suoi concetti erano matematici. Ciò ben conobbe Clerk Maxwell, il quale volendo applicare l'analisi ai fenomeni elettrici, si impose di non studiare alcun trattato matematico ad essi relativo prima di avere letto per intero le memorie intitolate *Ricerche sperimentali in Elettività* di Faraday (1). Or bene il Maxwell giunse alla conclusione che non solamente è necessario ammettere l'esistenza di un mezzo sede della forza e della energia elettromagnetica, ma di più che, essendosi già dimostrato che la velocità di propagazione delle forze elettromagnetiche ha luogo per onde con una velocità uguale a quella della propagazione della luce, questo mezzo in cui ha sede e si propaga l'energia elettromagnetica deve essere quel medesimo etere che da meravigliose ricerche teoriche e sperimentali si era confermato da Agostino Fresnel essere propagatore di onde che in noi producono quella sensazione speciale che diciamo di luce e che per ciò si appellano luminose. Se queste onde incontrano un conduttore in condizioni determinate, può aver luogo la risonanza elettrica a quella guisa che ha luogo la risonanza acustica quando le onde sonore incontrano un corpo atto a vibrare collo stesso periodo. Spetta ad Enrico Hertz, professore alla Università di Bonn, il grande merito di aver saputo produrre verso il 1888 oscillazioni elettriche cui corrispondono onde elettromagnetiche della lunghezza di circa tre metri, il cui periodo non supera a un dipresso $\frac{1}{100 \times 10^6}$ di minuto secondo, le quali onde sono capaci di fenomeni di interferenza (2).

(1) Notice sur les travaux en Electricité de professeur Clerk Maxwell, par W. Garnet, pag. 111, Paris 1884. *Traité élémentaire d'Electricité*, par I. Clerk Maxwell.

(2) MORANI. *Onde hertziane e Telegrafo senza fili*, pag. 159.

L'oscillatore primitivo dell'Hertz fu poi modificato da Sarazin e de la Rive e da A. Rigbi di Bologna; il numero delle oscillazioni che si ottengono con questi oscillatori si valuta a centinaia di milioni: questo tuttavia è enormemente minore del numero di vibrazioni eteree che costituiscono i raggi luminosi. A rivelare le onde elettromagnetiche l'Hertz adoperava il ricevitore a cui appunto, per l'analogia del fenomeno colla risonanza acustica, diede il nome di Risonatore elettrico, e che essenzialmente consisteva in un anello di rame avente una interruzione di frazione di millimetro, che si poteva regolare con una vite micrometrica per modo da ottenere fra le sue estremità un flusso di scintille dovuto all'oscillatore. Esso venne poi felicemente modificato dal Rigbi usando lastre di vetro da specchi nel mezzo delle quali si scalfiva il velo di argento con una punta finissima di diamante da incisore. L'interferenza delle onde elettromagnetiche con nodi e ventri fissi permise all'Hertz di misurare le relative lunghezze di onda; calcolandone il periodo poté dedurre la velocità di propagazione. Questa risultò di 320.000 km al secondo cioè sensibilmente la velocità di propagazione della luce. Il risultato fu una conferma della giustezza delle vedute del Maxwell. L'Hertz stesso poi riprodusse sperimentalmente i fenomeni che si ottengono in ottica: tale fu l'esperienza analoga a quella dei due specchi coniugati e quella dell'ombra prodotta da una lastra metallica che intercetta le ondulazioni o raggi di forza elettrica, cosa che non fanno i corpi isolanti come una lastra di ebanite una tavola di legno, un muro; dimostrò che le vibrazioni sono trasversali alla direzione di propagazione e polarizzate rettilineamente: fece vedere l'analogia dell'effetto prodotto da una rete metallica con quello di una lastra di tormalina rispetto ai raggi luminosi polarizzati rettilineamente; quella della polarizzazione cromatica in ottica, che consiste nel far riapparire la luce nel campo di due tormaline o di due nicol incrociati coll'interporre fra essi una lastrina di sostanza birifrangente (spato d'Islanda, mica gesso) tagliata parallelamente all'asse. Con un grande prisma di asfalto dimostrò la rifrazione dei raggi elettrici, il fatto della deviazione minima e provò essere l'indice di rifrazione della sostanza del prisma per queste onde uguale a 1,69.

I lavori sperimentali dell'Hertz morto immaturamente nel 1894 a soli 37 anni (1) furono continuati e completati dal Rigbi: egli usò

(1) A. GARRASO, Necrologia del prof. Enrico Rodolfo Hertz: « A me il vecchio meccanico dell'Istituto di Fisica di Bonn diceva piangendo che non aveva cono-

oscillatori che gli permisero di ottenere onde di 20 cm 10,5 cm 26 mm di lunghezza e le sue esperienze di riflessione totale, di interferenza, di doppia rifrazione, non lasciano dubbio che le onde elettriche seguono nella loro propagazione le leggi delle onde luminose, sicché luce, calore raggiante, onde elettromagnetiche non presentano differenza sostanziale (1). L'occhio non percepisce come luce se non le vibrazioni eteree che sono comprese tra 8×10^{14} e 4×10^{14} al minuto secondo, le più lente sono quelle che costituiscono le radiazioni oscure, le più rapide le radiazioni attiniche. Sono numeri enormi, della cui grandezza è difficile avere idea adeguata tanto è che se si determina ad esempio il numero di minuti secondi trascorsi dal principio dell'era volgare fino a noi, cioè in 1905 anni, si ottiene un numero, migliaia di volte, minore di quello che corrisponde alle vibrazioni per minuto secondo cui è dovuta la luce rossa. Le onde elettromagnetiche od hertziane hanno lunghezze di qualche metro o di qualche centimetro; le luminose di milionesimi di centimetro.

Per avere nella produzione delle onde elettromagnetiche apparecchi di dimensioni non esagerate e poter ripetere le esperienze analoghe a quelle della luce si cercarono eccitatori di onde a periodo sì breve da avvicinarsi a quello delle onde luminose. Ma col diminuire della lunghezza d'onda veniva a diminuire la quantità di energia trasmessa, onde si dovettero eseguire rivelatori di onde hertziane più sensibili del risonatore primitivo dell'Hertz. Tra essi il Coherer, fondato sulla proprietà delle polveri metalliche di presentare alla corrente elettrica una resistenza maggiore di quella dei metalli compatti, la quale varia quando la lamina è colpita da onde elettriche. Il fenomeno fu osservato già fin dal 1884 da Temistocle Calzetti Onesti del Liceo di Fermo (2), applicato verso il 1890 dal Lodge e contemporaneamente dal Branly che al Coherer diede più particolarmente il nome di Radio conduttore (3). Nel 1896 questo fu perfezionato dal Marconi riducendo

scinto un nome migliore. *Nuovo cimento*, gennaio 1894. La scienza profonda e sienza s'accompagna sempre colla bontà e colla modestia.

(1) A. Röntgen, *Opere delle oscillazioni elettriche*, Bologna, 1897.

MERAXI, op. citata, 233.

(2) *Nuovo cimento*, 1886. *L'ingegneria civile e le arti industriali*, 1897, pagina 159.

(3) Il Branly chiama il Coherer radioconduttore supponendo che in grazia delle perturbazioni elettriche abbia luogo una modificazione del dielettrico che separa i granuli di lamina per la quale il tubo diventa conduttore. Secondo il Lodge

al minimo le dimensioni dello spazio occupato dalla lamina e studiando la migliore composizione e proporzione dei metalli impiegati. Più sensibile ancora il Detector magnetico fondato sulla proprietà dell'isteresi magnetica del ferro in un campo magnetico variabile, studiata dall'Ewing e che Gerosa e Finzi dimostrarono diminuire bruscamente quando il ferro è sottoposto ad onde elettriche di grande frequenza. In causa di questa diminuzione, variando bruscamente la magnetizzazione di un nucleo di ferro, si produce in una spirale di filo di rame isolata avvolta attorno ad esso una corrente di induzione che è svelata da un telefono.

Le ricerche dei fisici sulle onde hertziane avevano carattere essenzialmente scientifico: si studiavano essi di produrre onde sempre più brevi diminuendo la capacità e la induzione dei circuiti allo scopo di rendere ognor più manifeste le analogie delle onde hertziane colle luminose. Nel 1894 il Branly ebbe l'idea che le onde hertziane avrebbero potuto impressionare un radio conduttore alla distanza di alcuni metri ed essere per tal modo mezzo di trasmissione di segnali: nel 1895-96 il Popoff a Cronstadt usò il coherer collegato ad un relais nello studio delle scariche del fulmine che, come si sa, spesso sono oscillatorie, ed applicò più tardi le onde alla trasmissione telegrafica: verso il 1897 il Marconi ne tentò l'applicazione alla trasmissione di segnali a grandi distanze. A lui toccò la fortuna grandissima di assistere ad esperienze sulle onde elettriche che quel valentissimo scienziato, onore della Fisica che è Augusto Righi, eseguiva nel suo laboratorio a Bologna: ebbe aiuti ed incoraggiamenti dal Prece capo dei telegrafi inglesi, perseverò con costanza nel modificare e migliorare gli apparecchi primitivi e le aggiunte di esso sono veramente tali da costituire un merito reale, di guisa che riesce grandemente simpatica la figura del giovane inventore quando lo si considera nel suo laboratorio esclusivamente intento alla soluzione di questioni che sorgono quasi all'improvviso, e lo si vede lontano da ogni preoccupazione o speranza o pensiero estranei al problema di cui si occupa. Pertanto dalla elucubrazione teorica scaturiva la tecnica, alla speculativa si associava l'applicazione

invece per effetto delle onde hertziane si producono delle scintille microscopiche fra i granuli metallici che generano delle scintille microscopiche per le quali la massa diventa più compatta e conduttrice. La scossa rompe queste saldature e si ristabilisce la resistenza primitiva. Una teoria del fenomeno superiore ad ogni critica non si conosce ancora. MERAXI, op. citata, pag. 251.

pratica; fra esse non v'ha separazione, il problema d'ingegneria è la continuazione e la esplicazione della ricerca scientifica. Largo compenso materiale si ha e si spera di avere ognor più grande da questa speciale applicazione tanto è che ad essa vediamo rivolti con avidità gli sguardi di coloro per i quali la scienza ed i suoi trovati hanno valore solo in quanto possono costituire un giuoco di rialzo alla borsa. Ma lo sguardo nostro si fissa con non minore intensità ma con più alta ammirazione e con maggiore compiacenza in Agostino Fresnel, in Michele Faraday, in Clerk Maxwell, in Enrico Hertz, in Galileo Ferraris e con questi in tutti quegli altri per i quali l'utile immediato è il progresso scientifico. Una questione importantissima si deve risolvere e si sta risolvendo nella telegrafia senza filo, ed è quella di avere sintonia perfetta tra l'apparecchio trasmettitore ed il ricevitore, per modo da assicurare il segreto della trasmissione telegrafica. La soluzione ha già fatto passi notevoli ed in questo campo in questi giorni sta con altri raccogliendo meriti allori un nostro egregio collega, il prof. Alessandro Artom di questo Museo (1). Auguriamo di cuore a questo distinto diligente modesto allievo di G. Ferraris la gloria del successo.

Dalle investigazioni continue degli sperimentatori, dagli studi teorici che si susseguono senza posa, si scoprono nuovi fatti e si aggiungono a quelli già noti: dal coordinamento di essi scaturisce un complesso di cognizioni che costituisce la scienza sperimentale. E poichè nell'uomo è innato il desiderio di conoscere la causa delle cose, nell'animo del dotto di mano in mano che il cerchio delle sue cognizioni si allarga, questo desiderio si intensifica, si inautisce. Ma l'intima essenza dei fenomeni è e sarà sempre sconosciuta alla mente umana: chi ne sa dire in che cosa consistano nella loro essenza l'Elasticità: le Azioni molecolari, l'Elettricità? Alla ignoranza della causa intima dei fatti si supplisce con una ipotesi che di essi è un modello: se questa giunge ad ordinare logicamente i fatti conosciuti, a farne conoscere le analogie, le discrepanze ed i legami che fra essi intercedono, riesce utilissima, per non dire indispensabile, non a spiegare la natura riposta del fenomeno, ma come mezzo per dirigere le investigazioni verso campi

(1) *Rendiconti dell'Accademia dei Lincei*, t. 12, 1903. *L'Elettricista*, febbraio 1903. *Dessau, La telegrafia senza filo di AUGUSTO RIGBI e BERNAARD DESSAU*, 2ª ed., pag. 475, 478. *Annuario scientifico ed industriale* diretto da A. RIGBI, 1903, pag. 135.

ancora inesplorati. Quando una ipotesi è così felicemente ideata da condurre alla scoperta di fatti nuovi che poi l'esperienza conferma, acquista il carattere di teoria.

Tale l'ipotesi meccanica ondulatoria dei fenomeni luminosi che enunciata nel 1690 dall'Huyghens, completata col principio dell'interferenza dal Young nel 1802, ebbe splendida conferma nelle ricerche teoriche e sperimentali di Agostino Fresnel dal 1815 al 1825. I lavori su questo argomento furono presentati in una serie di memorie dal Fresnel in modo sì completo che il Laplace, alla seduta del 19 agosto del 1822 dell'Accademia di Francia, in seguito a relazione dell'Arago, dichiarò che egli poneva quelle ricerche al di sopra di tutto ciò che da molto tempo era stato comunicato all'Accademia, onde a quella ipotesi si accostarono quelli che non l'ammettevano o che la combattevano, come già primo fra tutti aveva fatto l'Ampère (1).

Ora questa ipotesi meccanica sulla natura dell'agente luminoso è impotente a dare ragione dei nessi strettissimi tra elettricità e luce fatti conoscere dal Maxwell e verificati dall'Hertz. Ad essa fece seguito la teoria elettromagnetica, secondo la quale, come si è detto, le onde luminose non sono che onde elettromagnetiche analoghe a quelle emanate da un oscillatore. Ma a sua volta la teoria elettromagnetica della luce se può considerarsi come un modello esatto per la rappresentazione dei fenomeni finchè si tratta di trasmissione attraverso lo spazio vuoto, non si presta ugualmente bene alla interpretazione di quelli, come ad es., di dispersione, che hanno luogo nella propagazione delle onde attraverso ai corpi materiali. Or bene una nuova moderna ipotesi intorno all'Elettricità sorta dalla considerazione della dissociazione elettrolitica nei fenomeni di Elettrolisi, attribuisce a quella una struttura atomica (2). Gli atomi elettrici costituiscono le cariche elettriche

(1) CORNU. *Les travaux de Fresnel en Optique*. — *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1896, t. 32.

(2) « Assumendo il concetto della struttura atomica dell'Elettricità sembra verosimile a priori che si possa riuscire a completare la teoria del Maxwell ».

La teoria degli elettroni che collega i risultati ottenuti negli ultimi anni dalle innumerevoli ricerche compiute intorno ai fenomeni delle scariche elettriche e ad altri di diversa specie sembra destinata a modificare profondamente le idee dominanti, relative alle cause primarie dei fenomeni fisici ed alla struttura dei corpi. RIGBI. *La telegrafia senza filo*, 2ª ed., pag. 98. La teoria degli elettroni permette di precisare e di unificare i concetti relativi al magnetismo dando per causa alle correnti di Ampère gli elettroni in moto periodico nell'interno delle molecole. *Ann. de Chimie et de Physique*, maggio 1905.

degli atomi materiali, questi sono gli ioni, quelli separati dalla materia gli elettroni e la corrente elettrica nei conduttori sarebbe un moto di elettroni liberi attraverso gli spazi interatomici. Tenendo conto degli atomi materiali, delle loro cariche elettriche e delle forze elettriche e magnetiche, il fisico olandese Lorentz gettò le basi di una teoria elettromagnetica della luce, atta a spiegare anche quei fenomeni che sfuggono alla teoria basata solo sulle formule di Maxwell e di Hertz. Il concetto degli ioni e degli elettroni si presta alla interpretazione di fenomeni chimici propriamente detti: molti fatti dovuti a radiazioni come quelli dello Zeeman (1), dei raggi catodici, che sarebbero elettroni negativi lanciati in linea retta (2), dei raggi Röntgen, di Becquerel, delle sostanze radio attive, uranio, torio, polonio radio, rendono ognor più probabile questa ipotesi che tende a collegare i fenomeni chimici elettrici luminosi (3).

Ma le ipotesi passano, restano i fatti colle loro leggi quantitative. Queste conducono all'applicazione numerica, queste sole sono il fondamento della scienza dell'ingegnere.

Signori — Allo studio rigoroso sistematico ordinato dei fatti in Fisica e nei vari rami di Ingegneria devono essere guidati i nostri allievi ingegneri: la prova diretta devono trovare nella esperienza; ad un lavoro efficace e proficuo la semplice esposizione dei fenomeni oggidì riesce insufficiente: occorrono, come già si hanno, laboratori in cui la mente possa essere educata alla osservazione costante minuta ma sapiente, per mezzo della quale, assicurando dal complesso dei fatti al complesso delle leggi, essi abbiano impulsi alla onesta ricerca del vero e trovino la via alla logica applicazione delle leggi stesse alla soluzione dei problemi tecnici. Onde, io volgendomi ai rettori delle nostre discipline scolastiche, qui in questo Istituto dove la loro opera ed il loro pensiero furono e sono così efficacemente indirizzati a promuovere ogni migliore incremento degli studi sperimentali, rinnovo il voto che già è sorto da diverse parti: aumentate sempre meglio agli

(1) A. RIORD. *La moderna teoria dei fenomeni fisici*. Attualità scientifiche, n. 3. Bologna, Zanichelli, 1904, pag. 14.

(2) A. RIORD. *Il moto dei ioni nelle scariche elettriche*. Attualità scientifiche, n. 1, pag. 16.

(3) Per le sostanze radioattive, oltre alle op. cit., V. Supplemento annuale alla *Enciclopedia di Chimica scientifica ed industriale* diretto dal prof. Iclio Guareschi, luglio 1904.

studiosi coi laboratori, i mezzi di investigazione, pensate a coloro che non riusciremo appunto per mancanza di essi; il paese vi seguirà nel nobile intento e voi sarete per esso dotti, utili, veri riformatori degli studi di Ingegneria in Piemonte (1).

La nostra gioventù seria e studiosa ha il culto degli alti ideali; all'amore della patria unisce il desiderio del sapere e la venerazione alla scienza ed io sono certo che con una bene ordinata riforma degli studi, se con una profonda cognizione matematica si farà dai nostri allievi un conveniente tirocinio sperimentale, l'Italia acquisterà ingegneri che produrranno opere di importanza sì grande, che applicando loro il concetto che la Francia vede scritto sulla bandiera della sua Scuola Politecnica, si potrà dire: Essi lavorarono gloriosamente per la scienza, per la patria, per l'umanità.

(1) Il Museo Industriale di Torino possiede laboratori di Elettrotecnica, di Chimica industriale, di Elettrochimica, di Tecnologia Meccanica, di Arte Mineraria e Metallurgia, di Assaggio Carte, che, per vastità di locali, per numero di strumenti e di apparecchi di carattere sia scientifico che tecnico, possono rivaleggiare coi principali d'Italia e dell'estero. Altri laboratori sono già avviati, alcuni in progetto; all'incremento di tutti sono rivolti con fervore ed alacrità gli sforzi della Giunta direttiva sotto la guida prudente, coscienziosa e sapiente del suo Presidente l'onorevole Paolo Bossoli, onde è a sperare che in un tempo non lontano, per opera concordata del Governo, della Provincia, del Comune, della Camera di Commercio e di altri enti locali, Torino sarà dotata di un istituto modello, ricco in ogni ramo di ingegneria di tutti i mezzi di studio che sono richiesti dai tempi moderni.

QUADRILATERI AD ELEMENTI DI LUNGHEZZA VARIABILE

Ing. G. CICALI

I quadrilateri ad uno o più elementi di lunghezza variabile, dei quali trattasi nella presente nota, danno luogo (sia riguardo alla legge come al genere del movimento, che possono trasmettere da un albero ad un altro) a trasformazioni assai complesse e non ottenibili con i quadrilateri ordinari.

Gli esempi sviluppati mettono in evidenza le particolarità dei quadrilateri ad un elemento di lunghezza variabile; non ho studiato quelli in cui due elementi variano di lunghezza, perchè la loro trattazione è quasi analoga a quella qui inserita.

I meccanismi ad un elemento variabile sono costituiti (fig. 1) da tre elementi OA, AB, OO' di lunghezza costante e da un elemento OB di lunghezza variabile; il punto A nel suo movimento descrive la circonferenza di raggio OA; il punto B è impegnato in due scanalature, una rettilinea e diretta secondo O'B, l'altra curvilinea designata con B, VII, VI.... I, B, di forma variabile a seconda della legge e del genere del movimento che si vuole trasmettere.

Anche per questi meccanismi i problemi generali che necessita di risolvere sono sempre i seguenti:

Data la legge del moto di OA, determinare la scanalatura.

Data la scanalatura, determinare la legge del moto di OA.

Si tratta ora come primo problema di determinare la scanalatura che permette alla manovella OA un movimento uniforme nel primo mezzo giro, un movimento rapido nel rimanente. La manovella parte dalla posizione O2' (fig. 1) passa per le posizioni O1, O2... O6 con moto uniforme, indi da O6 per O1' ritorna nella posizione primitiva rapidamente.

È necessario aggiungere che il braccio OB (movente) ruota di moto uniforme attorno ad O' e la sua estremità B (presa come punto iniziale), percorre la scanalatura.

Per costruire questa scanalatura, volendo che OA segua nel movimento la legge enunciata, facendo centro nei punti 1, 2, 3..., 6, 1', 2' e con raggio eguale alla AB di lunghezza costante, si intersecheranno i raggi vettori di una circonferenza (detta di base) avente centro in O' e raggio qualunque.

Ora siccome le posizioni assunte dalla manovella OA sono le otto seguenti O2', O1, O2, O3, O4, O5, O6, O1'; dividendo la circonferenza di base in otto parti a partire dalla posizione iniziale OB e riportando la lunghezza AB nelle successive posizioni A B, 1 I, 2 II... otterremo la scanalatura B I II... VII, B richiesta.

Per la risoluzione del secondo problema potremo riferirci pure alla fig. 1; è chiaro allora che data la scanalatura, luogo del punto B, dati i centri O ed O' di rotazione dei due alberi, la lunghezza della biella AB e della manovella OA, si può subito determinare la legge del movimento di OA.

Infatti fissata la posizione iniziale O'B del braccio di lunghezza variabile, e divisa la circonferenza di base in un certo numero di parti eguali, con raggio eguale ad AB, saranno facilmente individuabili le posizioni di OA corrispondenti a quelle assunte da OB.

Mentre O'B si trova (p. es.) nella divisione II, la posizione corrispondente di OA si dedurrà centrando in II e tagliando la circonferenza di centro O e raggio OA con una circonferenza di raggio AB... Suppongasi di aver diviso la circonferenza di base in S parti eguali, riportando allora sulle ordinate corrispondenti agli S intervalli (tracciati sull'asse delle ascisse o dei tempi) gli archi (rettificati) descritti dal punto A nei successivi istanti, avremo, riunendo gli estremi delle ordinate, il diagramma del movimento.

È naturale che data una scanalatura, il problema presenta moltissime soluzioni, potendo essere fissate arbitrariamente le posizioni dei due alberi.

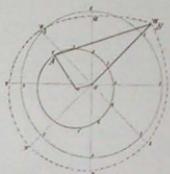


FIG. 1.

Considerazioni sulla natura dei quadrilateri variabili, in relazione alle possibili trasformazioni di movimento. — I quadrilateri ad elementi variabili danno luogo a diverse trasformazioni nel movimento dell'albero condotto, trasformazioni che si possono compiere durante il periodo di una rotazione o di una frazione di rotazione. Un esempio chiarirà la cosa. Vogliasi ottenere la trasformazione del moto circolare continuo attorno ad O' (fig. 2), in un moto complesso, attorno ad O , e così definito:

Il braccio $O1$ (condotto) passa con moto uniforme dalla sua posi-

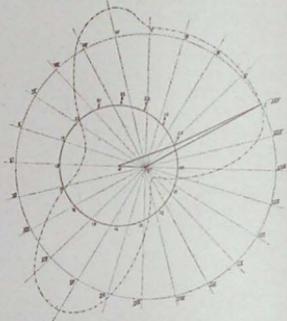


Fig. 2.

zione iniziale $O1...$ per le posizioni intermedie $O2, O3...$ nella posizione estrema $O5$ (alla quale corrisponde la direzione $O'V$ del braccio variabile), indi mentre la manovella $O'V$ continua a ruotare di moto uniforme assumendo le direzioni $O'VI, O'VII...$ ecc., la $O5$ torna indietro, prendendo le posizioni $O6, O7, O8, O9, O10, O11, O12...$ $O21, O22$, fino a ritornare al punto iniziale segnato con $O25$ e corrispondente alla direzione $O'I$ del braccio di lunghezza variabile. Ossia il braccio $O1$ si muove di moto rotativo alterno andando da 1 a 5 e da 5 a 9, si muove di moto continuo per un giro completo da 9 per 10, 11... fino al punto 25.

La scanalatura necessaria per ottenere l'accennata trasformazione è segnata nella fig. 2 e si ottiene al solito modo, ossia si fa centro successivamente nei punti 1, 2, 3, 4, 5, 6... 10, 11... 24, 25, e si tagliano i raggi vettori della circonferenza di base (divisa preventivamente in 25 parti), nei punti I, II, III... X, XI, XII... XXIV, XXV, facendo sempre il raggio eguale ad 11 lunghezze costanti della biella.

Il meccanismo avrà in I un piolo che si troverà incastrato nel glifo rettilineo di direzione iniziale $O'I$ (girevole attorno ad O), e nella scanalatura avente per asse la linea I, II, III... ecc., tracciata.

Con questi meccanismi si possono risolvere problemi più complessi. Vogliasi fare in modo che ad una rotazione dell'albero conduttore corrispondano tre rotazioni di quello condotto.

La risoluzione di questo problema è del tutto analoga ai precedenti e non presenta difficoltà, solo bisogna notare che la linea luogo di B varia assai a seconda del numero delle rivoluzioni che deve fare l'albero condotto — per una rivoluzione di quello conduttore — fatta con moto uniforme.

La fig. 3 mostra il quadrilatero $O'B10$ nella sua posizione iniziale, la circonferenza di base avente il suo centro in O' è stata divisa in 32 parti eguali segnate con i numeri I, II, III... XXXII; la circonferenza descritta dall'estremità 1 della manovella $O1$ è pure stata divisa in 32 parti eguali.

Allora mentre la manovella OB descrive l' s , passando dalla posizione I alla II, la manovella $O1$ avrà descritto l' $102 = 3s$ passando dalla posizione $O1$ alla $O2$.

Continuando nella rotazione, la figura mostra chiaramente che ad una rotazione completa di $O'B$ attorno ad O' corrispondono tre rotazioni di $O1$ attorno ad O .

Ossia il meccanismo è un triplicatore di giri, e la trasformazione avviene nel rapporto eguale delle velocità.

Più generalmente e sempre nello stesso modo potrebbe determinarsi la scanalatura la quale permettesse di triplicare, quadruplicare... il numero dei giri dell'albero condotto, facendo anche variare la sua velocità angolare secondo una legge determinata.

Praticamente questi meccanismi saranno costituiti come è stato accennato da una scanalatura rettilinea di conveniente lunghezza (un po' maggiore del massimo raggio vettore della scanalatura), e da una

scanalatura [la cui forma dipenderà dalla legge e dal genere del moto da trasmettere all'albero condotto], portata da apposita intelaiatura fissa. Il bottone B scorrendo nelle due scanalature menzionate, tras-

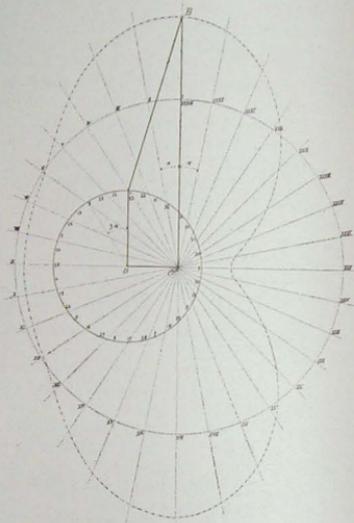


Fig. 3.

metterà con l'intermediario della biella e del braccio OA (fig. 1) il movimento all'albero condotto O.

La particolarità più saliente posseduta da questi meccanismi sta nella possibilità di poter cambiare il genere del movimento ed anche

la legge (dell'albero condotto), da istante ad istante, trasformare cioè un moto circolare continuo del movente, in un moto prima alterno, poi rotatorio continuo, indi se volessimo anche alterno variando a piacimento la legge, cosa che non si può ottenere con un solo qualunque dei meccanismi conosciuti.

Posseggono in sostanza da soli proprietà che risulterebbero dalla combinazione convenientemente fatta di diversi fra i meccanismi noti.

Sulla natura algebrica delle linee da me ottenute graficamente è chiaro che si potrà parlare in casi speciali, questo è ciò che mi propongo di fare in altra nota.

RASSEGNE TECNICHE E NOTIZIE INDUSTRIALI

IL PORTO DI GENOVA

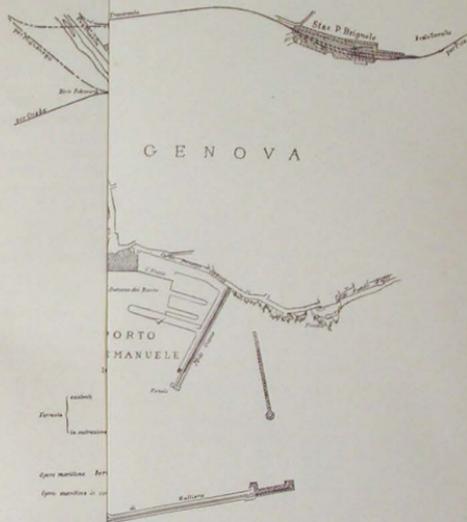
Il porto di Genova, dopo i lavori che la munifica offerta del Duca di Galliera e la legge del 9 luglio 1896 permisero di eseguire, sembrava dovesse per lungo tempo rispondere a tutte le esigenze del crescente commercio, ma le nuove opere portuali non erano ancora completamente ultimate, che il meraviglioso incremento del traffico le dimostrava insufficienti.

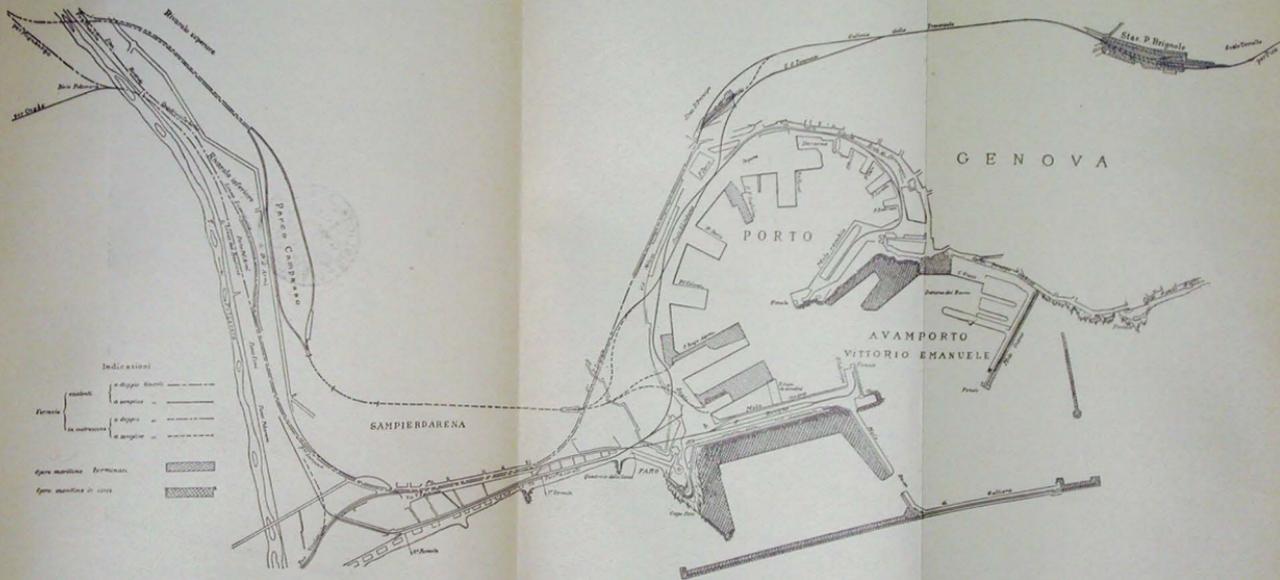
Per provvedere quindi all'avvenire, il Governo, nel luglio del 1900, dava incarico all'ispettore del Genio civile, comm. Ignazio Inglesse, di studiare un piano di ingrandimento del porto tale da renderlo atto a soddisfare un movimento annuo di 8 milioni di tonnellate; e il 31 luglio 1901 l'ing. Inglesse presentava un progetto di massima che riportò l'unanime approvazione delle autorità locali e dei corpi consultivi dello Stato.

È recente l'eco delle grandi feste con le quali, alla presenza dei Reali, si iniziarono i nuovi lavori secondo il progetto Inglesse.

Come risulta dalla annessa tavola, essi, in via di massima, comprenderanno:

1° La costruzione di un nuovo bacino racchiuso dal Capo di Faro, dal Molo Nuovo, dal primo braccio del Molo Galliera e da un nuovo molo da costruirsi su prolungamento del secondo braccio del Molo Galliera. Questo nuovo bacino racchiuderà uno specchio d'acqua di circa 40 ettari con fondali non inferiori a m. 12. Avrà due bocche di entrata, l'una a levante, l'altra a ponente, larghe ciascuna m. 100, ed offrirà alle operazioni commerciali nuove calate dello sviluppo complessivo di m. 1350, bene adatte, per disposizione e per larghezza, a convenienti impianti ferroviari;





2° L'allargamento della sponda sud del Molo Vecchio con la formazione della relativa calata e la costruzione di un nuovo sporgente sotto le mura della Malapaga. Con queste opere si fornirebbero al commercio nuove sponde d'approdo e nuove aree di deposito e si formerebbe sul Molo Vecchio una vasta zona, la quale potrebbe essere utilizzata per una nuova stazione ferroviaria marittima in sostituzione dell'attuale di piazza caricamento, ormai divenuta insufficiente.

Con ciò verrebbero di molto migliorate le condizioni di esercizio sulla ferrovia di cintura del porto;

3° Il completamento della calata alla Chiappella ed una lieve variazione all'andamento planimetrico della calata al Passo Nuovo, richiesta dalle esigenze di un razionale arredamento ferroviario;

4° Il prolungamento del Molo Galliera per la lunghezza di m. 200, allo scopo di migliorare le condizioni di tranquillità delle acque interne del porto. Qualora poi dopo tale prolungamento si riconoscesse ancora la necessità di una maggiore tranquillità interna, sarebbe costruita una nuova diga di difesa da scirocco, già contemplata nel progetto.

Con la esecuzione di queste opere, per le quali è prevista la durata di cinque anni e la spesa di 45 milioni, il porto potrà far fronte ad un movimento annuo di 10 milioni di tonnellate.



I DIBOSCAMENTI ED I TERREMOTI

M. E. MARCHAND

Direttore dell'Osservatorio del Pic-du-Midi

I geologi ammettono generalmente che una delle cause dei terremoti deve essere ricercata nella circolazione delle acque sotterranee. L'acqua che circola da per tutto nell'interno della terra, dà origine frequentemente a movimenti delle parti interne ed a scorrimenti di strati; essa scioglie nei suoi percorsi sotterranei gli elementi di tutte le rocce con le quali viene in contatto, secondo il loro grado di solubilità. Le sostanze disciolte sono trasportate dall'acqua, e quando essa sgorga alla superficie della terra, come sorgente, vi si possono ritrovare tutti gli elementi solubili di tutte le rocce che ha attraversato... Tutto lo spazio occupato prima da queste rocce si vuota a poco a poco... gli strati superiori perdono così il loro sostegno e si abbassano in conseguenza del loro peso. Se l'abbassamento si fa subitaneamente dà origine ad un terremoto che potrà ripetersi, nello stesso posto, se l'acqua avrà riprodotto gli stessi effetti.

Queste linee, tratte dal libro di R. Fuchs, *Les volcans et les tremblements de terre*, caratterizzano assai bene l'influenza delle acque sotterranee sui movimenti di terreni di origine non vulcanica, e se ne può dedurre che tutto ciò che tende ad aumentare queste acque, tende nello stesso tempo ad aumentare la frequenza e l'intensità dei terremoti nella regione ove si è introdotto questo eccesso di acque interne.

Il primo fatto che si vorrebbe mettere in evidenza in questa nota, è precisamente la relazione che esiste (almeno nei Pirenei centrali) tra la frequenza dei terremoti e la quantità d'acqua che circola nell'interno della terra. Si può ammettere che in una regione abbastanza lontana dal mare, come quella di cui si tratta, la sorgente principale delle acque di infiltrazione è data dalle piogge e dalla fusione delle nevi che coprono, d'inverno, la sommità delle montagne.

Ciò che si deve cercare è dunque una relazione fra la quantità d'acqua proveniente da queste due origini e la frequenza dei sismi; poichè l'infiltrazione deve essere, in media, una frazione costante dell'acqua che cade sul suolo.

Per mettere in evidenza questa relazione, si sono utilizzate: 1° Le osservazioni pluviometriche fatte al Pic-du-Midi e a Bagnères-de-Bigane negli anni dal 1896 al 1902; 2° Le osservazioni sulla fusione delle nevi fatte al Pic-du-Midi durante gli stessi anni; 3° le osservazioni di sismi fatte a Bagnères nello stesso periodo di sette anni.

Si noti che la stazione dell'osservatorio, installata a Bagnères, è munita di un sismografo, che il suolo vi è frequentemente scosso, però da deboli vibrazioni apprezzabili solamente col sussidio di istrumenti o da osservatori molto esercitati ed attenti; ed infine, che l'insieme dei sette anni considerati, dà un totale di 327 giorni in cui sono avvenuti dei sismi, quasi tutti estremamente deboli, ciò che permette di stabilire abbastanza bene dei risultati statistici.

La ripartizione per mesi dei detti 327 giorni, è la seguente:

Gennaio . . . 22	Maggio . . . 60	Settembre . . . 17
Febbraio . . . 15	Giugno . . . 54	Ottobre . . . 24
Marzo . . . 18	Luglio . . . 39	Novembre . . . 18
Aprile . . . 19	Agosto . . . 21	Dicembre . . . 20

Si vede che c'è un massimo di frequenza molto accentuato in maggio, massimo che si prolunga per tutto il giugno, poichè questo mese presenta quasi altrettante scosse che il maggio. Poi la frequenza diminuisce rapidamente fino a settembre. Da settembre ad aprile resta debole e non presenta se non fluttuazioni irregolari e poco accentuate con dei minimi in settembre, novembre e febbraio, e dei massimi in ottobre e gennaio.

D'altra parte si può calcolare, per ogni mese, lo spessore della falda d'acqua portata alla superficie del suolo dalle piogge o dalla fusione delle nevi; ma nel calcolo si deve tener conto delle diverse circostanze che modificano la proporzione dell'acqua infiltrata. La caduta delle nevi sull'alta montagna, per esempio, dà acqua allo stato solido la quale non può infiltrarsi che dopo essersi fusa; ma durante i mesi d'inverno la fusione è debolissima, e se si considera l'insieme di una regione molto estesa, bisogna calcolare la falda d'acqua media ricevuta da essa, trascurando quasi totalmente quella caduta allo stato di neve.

Operando così si trovano i numeri seguenti:

Gennaio . . . 70 mm.	Maggio . . . 250 mm.	Settembre . . . 125 mm.
Febbraio . . . 45 "	Giugno . . . 215 "	Ottobre . . . 95 "
Marzo . . . 65 "	Luglio . . . 175 "	Novembre . . . 90 "
Aprile . . . 170 "	Agosto . . . 135 "	Dicembre . . . 80 "

che non rappresentano le altezze delle piogge mensili, ma, come si è detto, gli spessori mensili medi della falda d'acqua fornita al suolo dalla pioggia o la fusione della neve (la somma di questi spessori, 1,515 mm., è, natural-

mente, eguale all'altezza media annua della pioggia nei sette anni considerati). Si possono considerare questi numeri come proporzionali alle quantità d'acqua che si infiltrano nel suolo nelle diverse epoche dell'anno, ed esaminandoli vi si trova il notevole massimo in maggio, prolungato in giugno, che si è constatato nella frequenza dei sismi, e vi si trova altresì il minimo di febbraio, una diminuzione rapida da giugno a ottobre ed una più lenta da ottobre a febbraio. Così, da febbraio a settembre, l'andamento dei due fenomeni è perfettamente parallelo e sincronico; da settembre a febbraio l'analogia è meno chiara, senza però che vi sia opposizione, poichè mentre la quantità d'acqua infiltrata continua a diminuire lentamente, la frequenza dei sismi presenta deboli fluttuazioni intorno al numero mensile medio che è da diciotto a diciannove.

È tuttavia impossibile, in ogni caso, di non essere colpiti dalla concordanza del massimo in maggio e giugno, del minimo in febbraio e della rapida discesa da giugno a settembre, ed è difficile di non vedere in ciò una prova, quasi sperimentale, della influenza delle infiltrazioni sopra la frequenza dei movimenti sismici.

Ammesso questo, occorre ammettere un altro principio del resto evidente: le acque di pioggia penetrano tanto più facilmente nel suolo, quanto più esso è privo di vegetazione. La vegetazione, e specialmente i prati e la foresta, si oppongono efficacemente alla penetrazione profonda dell'acqua. Per la foresta, poi, ciò sembra che derivi da una doppia causa. Prima di tutto, la foresta rallenta l'infiltrazione per lo strato di detrito vegetale col quale ricopre il suolo; poi il suo potere evaporante è tale da poter rendere alla atmosfera, allo stato di vapori, i due terzi dell'acqua che riceve. Senza dubbio, quest'acqua se ne va a ricadere in pioggia sulle regioni vicine, ma così, spandendosi sopra una superficie molto maggiore di quella della foresta, le possibilità di infiltrazione profonda restano considerevolmente diminuite.

Senza insistere su queste considerazioni, si può solamente ricordare un fatto ben conosciuto attualmente, cioè che per effetto del disboscamento di enormi superfici, come si seguita a fare da più secoli, l'acqua tende a divenire più rara alla superficie del globo e più abbondante negli strati profondi.

Ciò posto, non si può dire che il disboscamento tende ad aumentare la frequenza dei terremoti?

Il globo terrestre ci appare insomma come un immenso organismo, con una sua speciale maniera di vivere, in cui tutte le parti si collegano e si comandano a vicenda. Non si può portare nessun turbamento importante a nessun organo di questa macchina colossale senza che gli altri non ne risentano qualche effetto. E per ciò la denudazione di vasti territori, già coperti da foreste, sembra avere come lontana conseguenza un aumento di frequenza dei terremoti.

NOTIZIE INDUSTRIALI

ARTE MINERARIA E METALLURGIA.

Forni per la fusione dello zinco. — (Zinc-Smelting furnaces).

Molta attenzione è oggidì rivolta alla fusione elettrotermica del minerale di zinco. Il processo Laval funziona regolarmente in Norvegia; e si stanno sperimentando altri tipi di forni in Europa ed in America. L'applicabilità di questo metodo di fusione dipende in gran parte dal costo relativo delle unità di calore effettivamente utilizzate, in confronto al costo della combustione diretta di carbone; sonvi però altri particolari di natura pratica che bisognerà sviluppare successivamente.

I tentativi per migliorare il metodo di fondere lo zinco non si limitano però solamente al nuovo trovato di riscaldamento elettrico. Si cerca ancora di sviluppare la vecchia idea di fondere continuamente in un forno a tino e si fecero recentemente varii esperimenti interessanti senza risultati conclusivi, ed altri ne rimangono a fare, fondati a quanto pare su idee più esatte di quelle che si avessero al tempo dei primi tentativi; ma tanti sono i fattori che entrano in questo problema, che è impossibile poter esprimere giudizi in proposito, senza un previo studio esauriente delle condizioni. Praticamente siamo ancora lontani dal successo in questa direzione, quanto lo eravamo parecchi anni addietro.

Cosicchè intanto che la distillazione dovrà essere fatta nel modo consueto, la buona riuscita commerciale e meccanica dell'operazione consisterà nel tipo e nella costruzione della fornace, sì che permetta la più lunga campagna possibile colla minima perdita di calore; e nella preparazione delle storte che dovranno farsi più compatte e più durevoli che sia possibile; e finalmente in alcune particolarità nel dirigere l'andamento del forno, e qui vi è molta speranza di veder presto conseguito un miglioramento, da molto tempo desiderato, nel sistema di caricamento.

Varii sono i tipi di forni adoperati, alcuni dei quali sono di data posteriore a 30 anni fa; però il tipo Rhenish nelle sue diverse modificazioni è il più diffuso. Questa fornace è costruita con recuperatori del calore per l'aria

o per il gas, a Engis, Prayon, Overpelt e Pueblo; o con recuperatori solamente per l'aria, come a Monteponi, benché la fornace Ferraris cola adoperata non appartenga propriamente al tipo Ilhenish; ed infine con recuperatori a corrente inversa come a Stolberg e a Palmerton. Tutti questi forni permettono lunghe campagne e fanno un consumo moderato di carbone, ma sarebbe difficile il dire definitivamente quale sia il migliore, perchè manca sovente la possibilità di paragonarli sotto pari condizioni.

I forni regenerativi del sistema Siemens sono certamente i più economici nel consumo di carbone, ma questo vantaggio può essere controbilanciato dalla maggiore quantità di metallo che si può estrarre mediante un forno con sistema di ricuperaçione di calore a corrente inversa. La difficoltà di mantenere compatti i passaggi in quest'ultimo tipo di forni sotto i violenti sforzi di dilatazione, ne costituisce il più grave inconveniente.

Nella preparazione delle storte, i migliori risultati si ottengono colle presse idrauliche, quali sogliono adoperare in quasi tutte le moderne fonderie. Si sta cercando di migliorare il materiale per la formazione delle storte, adoperando il siloxicon, che offre certo molti vantaggi, ma finora è troppo costoso. Un altro espediente dal quale si attende molto consiste nel rivestire le ritorte pressate idraulicamente con materiale refrattario speciale, e così riesce per tal guisa a combinare parecchi vantaggi.

CHIMICA.

Metodi per analizzare il ferro. — Nel numero del 18 novembre del 1905 dell'*E. and M. Journal* il sig. W. A. Siebenthal riferisce i risultati sopra una sua inchiesta sui metodi per analizzare il minerale di ferro, usati nei laboratori delle compagnie delle miniere di ferro nella provincia del Lago Superiore, ottenuti rivolgendosi ai chimici delle diverse miniere.

Non ci proponiamo — egli dice — di presentare un trattato completo sull'analisi del minerale di ferro, ma bensì di esporre sommariamente i metodi che sono adoperati quotidianamente nelle analisi suddette, le quali somministrano la base per classificare il minerale di ferro e per le transazioni commerciali delle compagnie minerarie.

Considerando il tempo limitato concesso per le analisi e l'accuratezza e sicurezza che i risultati di esse devono presentare, io credo che i metodi adoperati nella Provincia del Lago Superiore siano altrettanto rapidi e sicuri, quanto qualsivoglia altro metodo adoperato nell'analisi del minerale di ferro.

So bene che la presente compilazione è sotto alcuni aspetti alquanto incompleta ed imperfetta. Tentai di rivolgermi a tutti i chimici della regione, perchè ognuno di essi avesse l'opportunità di contribuire all'opera; ma certo

dovetti imbartermi in alcuni che avendo trovato un qualche nuovo metodo non erano ancora disposti a renderlo di pubblica ragione.

Le relazioni dei chimici delle varie sezioni minerarie sono così distribuite: 5 del Minnesota, che rappresentano la serie del Vermilion e del Mesabi; 6 della serie del Gogebic; 5 dal Menominee; 2 dal distretto delle Cascate di Cristallo; 3 dalla contea di Marquette; 2 dal distretto di Baraboo Wis; 1 dall'Ontario — 24 in tutto.

Ferro. — Due sono i metodi generalmente adoperati per determinare il ferro: quello del permanganato, che è adoperato da 17 chimici, e quello del bicromato da sette di essi.

Fosforo. — Tre metodi generali, con varie modificazioni. Il metodo alcalimetrico detto *handy* (cioè facile) è adoperato da 20 chimici; per esso il fosforo viene precipitato allo stato di fosfomolibdato di ammonio giallo, è disciolto in idrato di sodio normale titolato con acido nitrico in soluzione normale.

Il metodo Emmertco è adoperato da tre chimici; per esso il precipitato giallo è disciolto nell'idrato d'ammonio ridotto con zinco ed acido solforico e titolato con permanganato di potassio. Una modificazione del metodo Wood (descritto nell'Analisi chimica del Bhir) è usato da uno solo, e in esso il fosforo viene determinato gravimetricamente, pesando il precipitato giallo di fosfomolibdato di ammonio.

In casi speciali vengono usati due metodi di rapidità eccezionale, e che sono varietà del metodo *handy*, e vengono adoperati uno da J. Mac Namara di Trowood, l'altro da F. A. Janssa di Yulean, Mich.

Silicio. — Due metodi sono riferiti: quello della fusione col carbonato di sodio, ed è adoperato da 7 chimici; e il metodo dell'acido idrofluorico, adoperato da 4; alcuni li impiegano tutti e due.

Manganese. — Il metodo Volhard, con varie modificazioni, è seguito da 14 chimici; il metodo Julien da uno solo; e così dicasi del metodo gravimetrico.

Calcio. — Dieci Chimici adoperano un processo gravimetrico, cioè precipitano il calcio come ossalato, lo bruciano e lo pesano allo stato ossido di calcio. Uno adopera un processo volumetrico e titola con permanganato di potassio.

Magnesio. — È determinato gravimetricamente allo stato di pirofosfato da 6 chimici.

Allumina. — Nove Chimici la determinano allo stato fosfato.

Solfo. — È determinato sotto forma di solfato da tutti i chimici che risposero.

Titanio. — Ci venne fornita una sola descrizione da un solo chimico.

Umidità. — Quattro chimici adoperano metodi speciali, tre usano i metodi adoperati per le analisi delle materie organiche e volatili.

Vi sarebbe campo di introdurre dei perfezionamenti soprattutto per abbre-

viare e semplificare alcuni dei metodi descritti specialmente nella determinazione del fosforo. Sarebbero molto semplificate le cose, se si trovasse un metodo di ossidazione diretta e di soluzione del fosforo, senza ricorrere alla completa soluzione del minerale.

I due metodi riferiti più sopra sono molto semplici in confronto a quelli adoperati per le altre sostanze, ma tuttavia presentano qualche inconveniente: il metodo del permanganato l'incostanza; e il metodo del bicromato la lentezza e la necessità di un indicatore esterno. Sarebbe un grande vantaggio se questo fosse interno; e chi trovasse il modo di mantenere la soluzione di permanganato sotto un gas neutro, anziché in contatto coll'aria, rimedierebbe forse agli inconvenienti del metodo del permanganato.

Acido solforico per contatto. — Nel « *Zeitschrift für angewandte Chemie* » (1905, n. 38, p. 1512), F. Winteler pubblica alcuni cenni storici intorno al processo di contatto dell'acido solforico. L'autore riporta delle lunghe citazioni dei primi scritti sulla questione, fra gli altri quelli di Peregrine Phillips, brevetto inglese 6006 nel 1831. Nella relazione del Phillips apparisce menzione per la prima volta dell'unione dell'anidride solforosa ed ossigeno sotto l'influenza del platino; ma, come fa osservare l'autore, il processo descritto mostra molti tratti caratteristici del moderno processo di contatto, e in certi punti precede chiaramente le ultime pubblicazioni in proposito. Così, p. es., per quanto si riferisce alla maniera di abbruciare il gas delle piriti di un eccesso di ossigeno, all'uso di molti *converters* disposti in serie, con assorbimento intermedio dell' SO_2 formatosi; e delle torri di assorbimento per l' SO_2 . Di tutti questi punti è fatta chiara menzione dall'inventore nel suo brevetto del 1831.

L'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

LA FORMAZIONE DEGLI INGEGNERI

E. DESCHAMPS

Nel fascicolo di ottobre della *Revue Universelle des Mines et de la Métallurgie* è riportato l'interessante rapporto presentato dall'ing. Deschamps, professore alla facoltà tecnica della Università di Liegi (Scuola speciale delle Arti e Manifatture e delle Miniere), al Congresso internazionale d'espansione economica mondiale tenutosi a Mons nel settembre dell'anno corrente.

Il rapporto risponde alla seguente domanda che formava uno dei temi proposti al Congresso: « *In riguardo alla espansione, quale è la migliore per gli ingegneri di tutte le categorie (preparazione generale o speciale)?* »

Per l'interesse che riveste nel momento attuale anche da noi la questione crediamo utile riassumere largamente la memoria del prof. Deschamps che ha portato il Congresso sopra ricordato ad emettere il seguente voto:

È necessario, tanto sotto il punto di vista della espansione come quello della industria nazionale, di raccomandare la formazione generale degli ingegneri. Questa formazione deve comprendere un fondo comune di conoscenze scientifiche e tecniche e sarà completata da studi speciali per le varie carriere determinate. L'insegnamento delle conoscenze speciali che hanno riguardo più particolarmente alla espansione mondiale deve essere oggetto d'istituti speciali.

LA REDAZIONE.

Io mi propongo di studiare la questione della formazione degli ingegneri osservandola più specialmente sotto il punto di vista belga.

Io credo utile innanzi tutto esporre la situazione attuale e ricercare quale è la proporzione degli ingegneri creati nel Belgio ed occupati all'estero.

Mancano i documenti per stabilire esattamente una tale statistica, ma vi si può egualmente arrivare con sufficiente approssimazione, basandosi sulle liste dei membri delle associazioni degli ingegneri laureati.

Nel Belgio esistono tante Società d'ingegneri quante sono le scuole, e benchè certamente tutti gli ingegneri non facciano parte di queste associazioni, si può tuttavia ritenere che una statistica fondata su tali dati dia, se non dei numeri esatti, dei numeri proporzionali.

ASSOCIAZIONI	Numero totale dei membri	Numero totale dei membri residenti all'estero	Numero dei membri belgi residenti all'estero
Associazione degli ingegneri usciti dalle scuole speciali di Gand	541	138 ossia 25,5 %	?
Associazione degli ingegneri usciti dalla scuola di Liegi . .	1441	373 ossia 25,9 %	150 ossia 10,4 %
Unione degli ingegneri usciti dalle scuole speciali di Louvain	559	110 — 19,7 %	?
Società degli ingegneri usciti dalla scuola provinciale di Hainaut	429	71 — 16,5 %	?
Totale	2970	962 ossia 23,3 %	

Questi dati mostrano che il numero totale degli ingegneri che occupano posizioni all'estero, varia notabilmente da una scuola all'altra; ma se si considera l'insieme delle quattro associazioni, si vede che essi raggiungono quasi il quarto degli ingegneri laureati nel Belgio.

Io credo poterne concludere che l'insegnamento fornito ai nostri allievi pare il armi effacemente per lottare contro la concorrenza degli ingegneri laureati all'estero, poichè importa poco, sotto questo punto di vista, fare una distinzione fra gli ingegneri di nazionalità belga e gli altri. Se molti stranieri vengono a fare i loro studi nelle nostre scuole è perchè apparentemente essi hanno riconosciuto che i diplomi conferiti da esse sono tenuti in grande considerazione dagli industriali e dalle amministrazioni del loro paese. Ma se la statistica da me fatta pare incoraggiante sotto il punto di vista del valore del nostro insegnamento, la situazione non è così soddisfacente sotto il rapporto della espansione belga.

La proporzione degli ingegneri di nazionalità belga, laureati alla scuola di Liegi, è stabilita all'estero, è del 10, 4 % per le altre scuole io non ho potuto dedurre le medesime conclusioni, ma io penso che, se si potesse arrivare a stabilire un calcolo, la media generale non sorpasserebbe di molto la cifra indicata.

.

A qual causa si deve attribuire la poca sollecitudine dimostrata dagli ingegneri belgi a trasportarsi all'estero?

Essa è dovuta, a mio avviso, a due cause principali, la prima risiede nella conoscenza troppo imperfetta e troppo poco diffusa delle lingue estere; la

seconda nella facilità relativa con la quale gli ingegneri belgi arrivano a procacciarsi una carriera nel loro proprio paese.

Il primo aspetto non ha bisogno di essere dimostrato; mentre sarà invece utile soffermarci sul secondo, perchè per molte persone l'ingombro nella carriera tecnica è da molto tempo un dogma, e la mia affermazione può spaventarle. Essa si appoggia tuttavia su fatti precisi e su risultati di esperienza personale.

Durante gli ultimi dieci anni del secolo passato, le domande di ingegneri molte volte sorpassavano l'offerta. L'Associazione di Liegi s'occupa attivamente di facilitare l'entrata nella industria ai giovani ingegneri laureati della Scuola di Arti e Manifatture e delle Miniere, e di procurare impieghi a quelli dei suoi membri che, avendo acquistato una certa esperienza in un ramo speciale, desiderano abbandonare lo stabilimento dove si sono iniziati alla pratica della loro arte e dove non hanno sempre una prospettiva di avanzamenti rapidi e sicuri.

Un bollettino confidenziale di domande e di offerte d'impiego viene pubblicato ogni volta che se ne sente la necessità, ed è quasi sempre colla mediazione del segretario dell'Associazione o dei professori della facoltà tecnica e sulla fede delle informazioni che questi forniscono agli industriali circa le attitudini dei richiedenti, che si fanno le assunzioni. Molto spesso io sono stato pregato di rivolgermi ai membri della nostra associazione da parte di industriali o di amministrazioni, che avevano dei vuoti da riempire nei loro quadri, e molte volte le mie domande sono rimaste senza risposta, sia perchè alcuni dei candidati non hanno risposto, sia perchè quelli che rispondevano non avevano le qualità volute per occupare le posizioni vacanti.

Sicuramente, ci sono sempre stati e vi saranno sempre ingegneri disponibili e difficilmente collocabili; ma si può affermare che, durante il periodo ricordato, gli ingegneri i quali nel corso dei loro studi avessero dato prova di intelligenza, di discernimento, di amore al lavoro, hanno fatto spesso difetto.

Ora una carriera non si può dire ingombra fino a che uomini di valore sono sicuri di trovarvi un posto.

Molti dei miei colleghi di Liegi potrebbero confermare queste mie parole, e se vi è bisogno di altre prove, io posso ancora citare questo fatto: dal 1890, epoca nella quale la legge sull'insegnamento superiore ha istituito i gradi accademici di ingegneri civili per le costruzioni, e degli ingegneri civili per le miniere, e prescritto che le varie funzioni dei corpi tecnici dello Stato fossero accessibili per concorso soltanto ai possessori di un diploma di una Università dello Stato o di una Università libera, il numero dei concorrenti è spesso rimasto inferiore a quello dei posti disponibili. Questo stato di cose era normale, durante il periodo indicato, per il servizio delle strade e lavori pubblici, e per il servizio della trazione e del materiale delle ferrovie dello Stato, ed io credo che anche l'amministrazione dei telegrafi abbia in certi momenti avuta qualche difficoltà a reclutare i suoi ingegneri.

Per spiegare questi fatti, bisogna innanzi tutto tener conto che le nostre scuole superiori tecniche non furono sempre popolate come lo sono attual-

mente. I diagrammi, esposti a Liegi da tre di esse, mostrano che la frequenza della Scuola del genio civile e delle arti e manifatture di Gand ha aumentato progressivamente e continuamente da 195 iscritti nel 1890 a 470 nel 1905; che alla Scuola di Arte e Manifatture e delle Miniere di Liegi la medesima si è innalzata nello stesso spazio di tempo da 215 a 1155; che infine il numero degli allievi della scuola speciale di Louvain, che era di 300 nel 1889, salì a 625 nello scorso anno.

In quindici anni l'aumento degli iscritti è stato di 108 %, a Louvain, di 141 % a Gand, di 437 % a Liegi. D'altra parte, l'ultimo periodo decennale del XIX secolo è stato contrassegnato da una straordinaria prosperità industriale; per molti anni l'attività è stata grandissima nelle nostre miniere di carbone e nelle nostre officine metallurgiche; molti stabilimenti hanno ampliato i loro impianti, rinnovate le loro macchine, sviluppati i loro mezzi di produzione, create nuove officine separate. Ne è risultato che tutti sono stati obbligati ad aumentare il loro stato maggiore, e questo, come ho detto, nel momento nel quale il numero dei giovani laureati dalle nostre scuole era appena sufficiente per rispondere alla eccezionale domanda di ingegneri.

Da qualche anno le circostanze sono cambiate, e benché la situazione a mio avviso non sia così sfavorevole come la si vuol rappresentare, è certo che gli esordienti arrivano più difficilmente a mettersi a posto e il numero di quelli che si presentano ai concorsi dello Stato aumenta sensibilmente. Così l'ingombro della carriera industriale e della carriera amministrativa giungerà presto, se i giovani continueranno a dirigersi verso le scuole tecniche, e se non penseranno di farlo con la intenzione di spendere più tardi la loro attività fuori delle nostre limitate frontiere.

Il momento è dunque scelto bene per cercare di spingerli nella via della espansione e per studiare i mezzi di aumentare le probabilità del loro successo all'estero.

•••

Il più essenziale dei mezzi è quello di incoraggiare e perfezionare lo studio pratico delle lingue vive. Per i giovani che si propongono di espatriare è indispensabile saper leggere correntemente, comprendere e parlare l'inglese ed il tedesco.

Con la conoscenza di queste lingue e quella del francese, si arriva a farsi comprendere ovunque, e ci si inizia molto rapidamente, se è necessario, agli altri idiomi di origine latina o germanica.

Si assicura che grandi progressi si sono realizzati nel Belgio nell'insegnamento delle lingue straniere. Pur tuttavia è necessario riconoscere che il numero dei giovani belgi capaci, alla fine dei loro studi secondari, di sostenere una conversazione banale in tedesco od in inglese è ancora assai limitato.

Siccome io non dubito del talento e della solerzia dei professori incaricati di questo insegnamento, io debbo concludere, almeno per gli allievi valoni, che forse non hanno la stessa facilità dei fratelli fiamminghi per lo

studio delle lingue germaniche, per la impossibilità di acquistare nella scuola le cognizioni sufficienti per comprendere e parlare queste lingue. Perciò molto ragionevolmente alcune famiglie non esitano ad imporsi gravi sacrifici per mandare i loro figli a passare tutti gli anni qualche settimana in Germania od in Inghilterra durante le vacanze.

Bisognerebbe cercare di incoraggiare, facilitare e rendere economica questa soluzione, che credo più efficace di quella della istituzione nelle Università e nelle Scuole speciali di corsi pratici di lingue viventi, dai quali gli studenti, assorbiti dallo studio dei corsi scientifici, non avrebbero il tempo necessario per trarne frutti seri.

Tuttavia io non mi dissimulo le difficoltà che la soluzione proposta può presentare. Indipendentemente dalla spesa molto forte che richiedono un viaggio ed un soggiorno prolungato all'estero, sopra tutto quello che fa esitare molti genitori ad inviarsi i loro figliuoli, si è il timore di vederli installarsi senza sorveglianza in appartamenti o in pensioni di famiglia in una età nella quale può essere pericoloso sotto ogni rapporto lasciarli in completa libertà.

Questo timore sparirebbe senza dubbio quando si trattasse di collocarli in case particolari raccomandate, sotto l'autorità di un capo famiglia, e la maggior parte della spesa si ridurrebbe a quella di viaggio, mentre che i genitori avrebbero sicura garanzia delle cure che verrebbero prodigate ai figli, dal fatto che essi stessi alla loro volta darebbero ospitalità alle stesse condizioni ai figli degli ospiti delle loro prole.

Questo scambio si pratica correntemente in certi paesi e basterebbe per farlo entrare nei nostri costumi, di mettere, con condizioni da ispirare fiducia, le famiglie belghe in grado di entrare in relazione con le famiglie straniere, che avessero eguale desiderio.

Ci si arriverebbe facilmente se i capi degli stabilimenti d'istruzione del paese s'indirizzassero ai direttori dei collegi e dei gimnasi di Germania e d'Inghilterra e li pregassero di fare appello alle famiglie dei loro allievi. I capi degli istituti si fornirebbero a vicenda informazioni, in modo da poter organizzare lo scambio in maniera che ciascun giovane fosse affidato alle cure di una famiglia di condizioni sociali corrispondente alla sua. Per i giovani che avessero ricevuto nella scuola nozione di inglese e di tedesco, due o tre soggiorni di 5 o 6 settimane in ciascuno dei due paesi sarebbero sufficienti per metterli in grado non di parlare correntemente, ma di comprendere e di farsi comprendere, cioè di superare la maggiore difficoltà della conoscenza delle lingue straniere.

Si potrebbe incominciare ad applicare questo sistema ai giovani della età di sedici anni, durante l'ultima parte degli studi medi e di continuare, naturalmente modificato e con una maggiore libertà, durante una parte almeno della durata degli studi superiori. Alla fine di questi, sarebbe di preferenza consigliabile di mandare i giovani in centri industriali, dove troverebbero l'occasione di familiarizzarsi con i termini tecnici ed in grazia di qualche

lettera d'introduzione, che i professori potrebbero procurarli, di visitare gli impianti industriali e di accrescere così le loro conoscenze speciali.

D'altronde un altro dei grandi vantaggi del sistema proposto sarebbe quello di mettere i giovani di buon'ora al contatto con altri costumi, con altre abitudini diverse da quelle nelle quali furono educati fino dalla loro infanzia, di istruirli a viaggiare all'estero ed a bastare a se stessi, di famigliarizzarsi con l'idea di vivere lungi dal paese natale e di prepararli così all'espansione.

Indipendentemente dalla conoscenza delle lingue la condizione essenziale per riuscire all'estero, è di giungervi in una età nella quale si possa ancora ragionevolmente emigrare ed in grado di rendere servizi seri in un ufficio tecnico, in una miniera o in un stabilimento industriale. Uno degli errori, contro al quale conviene sopra tutto premunirsi, è quello di consigliare ai giovani di emigrare senza avere avuto una preparazione sufficiente. Salvo casi eccezionali nei quali il giovane ingegnere sia ammesso in una impresa esercita da compatriotti, dove potrà ricevere consigli benevoli da capi interessati ad allervarlo il più rapidamente possibile alla pratica del mestiere e dove acquisterà a poco a poco l'esperienza necessaria, nelle stesse condizioni che se fosse restato nel proprio paese, esso non troverà generalmente all'estero né guida né appoggio, e dovrà colle sole sue forze arrivare ad imporsi, malgrado le competizioni, malgrado la concorrenza e qualche volta l'ostilità degli ingegneri di altre scuole. Se non è sufficientemente armato per questa lotta è destinato a soccombere. Riassumendo, per riuscire all'estero nella carriera tecnica bisogna: 1° essere giovani; 2° possedere conoscenze mature delle teorie e dei fatti con una certa dose di pratica per utilizzarle con giudizio.

Questo doppio assunto implica necessariamente l'idea della specializzazione. Nello stato attuale così complesso delle scienze applicate, non è possibile in effetto che un giovane ingegnere arrivi ad acquistare le conoscenze teoriche e pratiche abbastanza estese e solide per potere da solo affrontare indifferentemente l'una o l'altra delle numerose specialità dell'industria. Un ingegnere non può essere contemporaneamente un costruttore, un minatore, un metallurgista, un chimico, un meccanico ed un elettrotecnico. Egli deve scegliere tenendo conto delle sue attitudini e di tutte le circostanze particolari che possono esercitare una influenza sulla sua determinazione.

(Continua).

RASSEGNA BIBLIOGRAFICA

BIBLIOGRAFIA.

Roberto Barbeta, Maggiore di Artiglieria, *Cannocchiali, binocoli e telemetri da campagna*, con 22 figure in 3 tavole e 2 fotografie. Torino, F. Casanova e C., 1905.

Il libro, elementarissimo, è destinato specialmente per coloro che per professione e per diletto si servono di cannocchiali, di binocoli, di telemetri e desiderano di conoscerne il modo di funzionamento, ma non hanno bisogno di penetrare troppo profondamente nell'intimo della loro teoria.

Nella prima parte del libro l'A. passa in rassegna i vari tipi di cannocchiali; descrive il cannocchiale astronomico o di Keplero, il cannocchiale di Galileo (binocolo), il cannocchiale terrestre (longue-vue); parla dei cannocchiali accorciati mediante prismi a riflessione totale (rivendicando ad Ignazio Porro l'idea prima, che i Tedeschi si attribuirono), dei cannocchiali ridotti mediante un obiettivo composto di più lenti a distanza (disposizione che non è dovuta a Steinheil come l'A. crede, ma a Galileo Ferraris che, fin dal 1880, trattò con maestria e con tutta generalità il problema degli obiettivi composti di più lenti a distanza, e come caso particolare quello del cannocchiale ridotto); parla infine dei binocoli moderni a prismi, o trietri, destinati ad aumentare la sensazione stereoscopica.

La seconda parte del libro è consacrata ai telemetri, a quegli strumenti cioè che servono alla valutazione indiretta approssimativa delle distanze. La misura indiretta delle distanze si può fare anche senza strumenti speciali, con tracciamenti e misura di brevi allineamenti sul terreno, ovvero collo squadra, ovvero con la stadia e con un cannocchiale munito di reticolo, ecc. L'A. parla di questi procedimenti e passa poi ai telemetri propriamente detti descrivendo i tipi principali, quelli di Porro, di Gautier, di Pavese, di Sonchier, di Saporetti, ecc., i quali richiedono due stazioni e la misura di una piccola base, e termina coi telemetri a stazione unica ed a lettura diretta descrivendone due tipi, quello del signor I. E. Estienne, ufficiale francese, e quello della Casa Zeiss di Jena, che è un'ingegnosa applicazione della stereoscopia.

Coerentemente al programma tracciato l'A. dà una descrizione sommaria degli strumenti e del loro modo di funzionare, indica il modo di usarli, ma fa un uso moderatissimo di simboli algebrici e di formule, ritenendo — sono sue parole — « che il numero dei lettori di un libro si possa ritenere in ragione inversa del numero delle formule che il libro contiene ». In compenso l'A. dà norme e consigli utili per chi vuole acquistare strumenti e conservarli in buono stato e sottopone a critica, quasi sempre ispirata a giusti criteri pratici, gli strumenti che descrive.

L'A. avrebbe però fatto cosa utile consacrando alcune pagine a ricordare le proprietà dei così detti *punti principali*, le quali insieme con quelle consuetissime dei *fuochi principali*, sono di un'applicazione continua nello studio dei problemi di diottrica. Alcune delle figure del libro sarebbero riuscite più chiare, alcune definizioni (come quella dell'asse ottico di un cannocchiale) sarebbero state più rigorose, se l'A. si fosse servito dei punti principali, l'introduzione dei quali avrebbe costato di più a chiarezza ed alla precisione, mentre non avrebbe punto tolto all'opera il suo carattere elementare.

G. B. M.

P. Cerisola: *Descrizione dell'apparato trenografo per telegrafare dalle stazioni ai treni in moto e per evitare gli scontri.* — Savona 1905.

Dedicandolo con affetto e reverenza all'on. Paolo Boselli, il signor P. Cerisola, elettricista di Savona, pubblica in un elegante opuscolo la descrizione di un nuovo apparato, il *trenografo*, per telegrafare ai treni in moto e per evitare gli scontri ferroviari.

Il trenografo consiste, in riassunto, in una serie di piccole stazioni trasmettrici di telegrafia senza fili impiantate lungo la linea ferroviaria, riunite in un solo circuito per ogni tratto intercedente fra due stazioni consecutive. Una piccola stazione ricevitrice da porsi nel bagagliaio permette al personale del treno di ricevere segnali trasmessi dalle stazioni.

Per tutelare poi la sicurezza di un treno in corsa, uno speciale interruttore, mosso da un movimento di orologeria, invia al treno un segnale convenuto fino a che esso non sia giunto alla stazione seguente, segnale che viene turbato o modificato dall'insoltrarsi sullo stesso tratto di linea da un altro treno, offrendo così un dato al personale viaggiante di avvedersi dell'avvenuta irregolarità e di provvedervi in tempo.

L'invenzione del signor P. Cerisola non è certamente semplice e pratica, però a differenza di tante consimili, contiene principi che opportunamente studiati e modificati possono condurre ad un dispositivo di effettiva utilità.

PONZO GIOVANNI, *Gerente responsabile.*

Torino — Tip. Roux Viarengo.

ROMA - Casa Editrice Nazionale ROUX e VIARENGO - TORINO

Sono pubblicati

1
PICCOLA BIBLIOTECA TECNICA Ing. EFFREN MAGRINI

LA SICUREZZA E L'IGIENE DELL'OPERAIO NELL'INDUSTRIA

1 vol. in-12° con molte illustrazioni, rilegato in tela, L. 4.

2
PICCOLA BIBLIOTECA TECNICA Ing. MAURO AMORUSO

CASE E CITTÀ OPERAIE

STUDIO TECNICO-ECONOMICO

1 vol. con numerose figure nel testo, rilegato in tela, L. 4.

Il Politecnico

Rivista mensile
Giornale dell'Ingegnere Architetto Civile ed Industriale.

Prezzo d'abbonamento
Italia - Unione postale - Altri paesi
anno L. 24 - anno L. 30 - anno L. 35
Amministr. Piana & Senesi in casa, 1 - Milano.

L'Ingegneria Civile e le Arti Industriali

Periodico tecnico quindicinale.

Prezzo d'abbonamento
Italia anno L. 20 - Estero anno L. 25

L'Ingegneria igienista

Rivista quindicinale di Ingegneria sanitaria.

Prezzo d'abbonamento
Italia anno L. 12 - Estero anno L. 15
Direz. ed Amm. - Via Bidone, 37 - Torino

Rivista di Artiglieria e Genio

Publicazione mensile.

Prezzo d'abbonamento
Italia anno L. 24 - Estero anno L. 30
Direzione - Via Astaldi, 15 - Roma.

Giornale del Mugugno

Publicazione mensile.

Prezzo d'abbonamento
Italia anno L. 8 - Unione Postale anno L. 10
Red. ed Amm. - Piana & Senesi in casa, 1 - Milano.

REVUE INDUSTRIELLE

Giornale settimanale illustrato

Direttore H. Fosse
Prezzo d'abbonamento
Paese e Belgio 25 fr. - Dipart. e Estero 30 fr.
Direz. ed Amm. - Institut à la Haïsse, 11 - Paris.

L'Industria

Rivista Tecnica ed Economica Illustrata
Publicazione settimanale.

Prezzo d'abbonamento
Italia anno L. 30 - Estero anno L. 35
Red. ed Amm. - Piazza Cordusio, 2 - Milano

Revue du Travail

publiée par l'Office du Travail de Belgique
Paris: tous les mois.

Abonnement:
Belgique 2 fr. - Unione postale 4 fr.
Bruxelles - Rue de la Limite, 21.

Rassegna Mineraria

e delle

Industrie Mineralurgiche e Metallurgiche

Si pubblica il 1-11-21 di ciascun mese.

Prezzo d'abbonamento
Italia anno L. 20 - Estero anno L. 30.
Direz. ed Amm. - Galvra 1st, via 6 - Torino

IL PROGRESSO

Rassegna popolare illustrata

ANATA XXXI - I abbonati anno L. 5
TORINO - Via Locarno Menotti, 7 - TORINO
NUMERO MAGGIO GRAZIA

Revue Générale

de

Chimie pure et appliquée

Publicazione quindicinale

Direttore G. F. Hubert

Prezzo d'abbonamento

Paris 25 fr. - Estero 30 fr.

Direzione ed Amministrazione

Boulevard Malesherbes, 118.

Paris



Casa Editrice Nazionale ROUX e VIARENGO - Roma-Torino

1
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Ing. G. MARTORELLI

Le macchine a vapore marine

1 volume di circa 800 pagine illustrato da 500 disegni a da 85 tavole

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA — 34 EDIZIONE

Lire 20 — 1 vol. in-4° gr. — Lire 20

2
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

GALILEO FERRARIS

ELETTROTECNICA

(2ª Edizione)

Lire 15 — 1 volume di oltre 450 pagine con molte incisioni — Lire 15

4
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

G. RUSSO

INGEGNERE CAPO DEL GENIO NAVALE

ARCHITETTURA NAVALE

Volume secondo, con molti disegni e tavole

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA
E ADOTTATA DALLA R. ACCADEMIA DI LIVORNO

4
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Prof. G. GRASSI

CORSO DI ELETTROTECNICA

Lire 14 — Volume primo, con 272 figure — Lire 14

Alternatori, Dinamo a corrente continua e Trasformatori

Volume secondo, con molte figure

Questo volume comprenderà le seguenti parti: III. Motori elettrici a corrente continua; IV. Motori elettrici a corrente alternata; V. Convertitori; VI. Pile ed accumulatori; VII. Anodi; VIII. Regolazione della dinamo e degli alternatori; VIII. Sistemi di distribuzione e serbatoi; IX. Alternatori; X. Applicazioni alla illuminazione ed alla trazione elettrica.

Di prossima pubblicazione.

1
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Prof. G. GRASSI

PRINCIPI SCIENTIFICI DELLA ELETTROTECNICA

Un grande volume con figure

Sarà pubblicato entro il 1906.

FASCICOLO 12

Dicembre 1905.

ANNO V.

LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA
E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

CON UN BOLLETTINO DEGLI ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO
E DELLE SCUOLE INDUSTRIALI DEL REGNO

Pubblicazione mensile illustrata

I. Memorie.

SUL TERREMOTO DI CALABRIA DEL 1905 — CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE E SUGGERIMENTI TECNICI G. JEVYS
LA TECNOLOGIA ARTISTICA ING. C. A. CERESA

II. Rassegne tecniche e notizie industriali.

TRAFFICO ED INFORTUNI DELLE TRAMVIE ITALIANE
L'INDUSTRIA DELL'AMMANTO NEL CANADA.
NOTIZIE INDUSTRIALI — CHIMICA — FERROVIE — NAVIGAZIONE — TECNOLOGIA.

III. L'insegnamento industriale.

LA FORMAZIONE DEGLI INGEGNERI E. DESCHAMPS

IV. Rassegna bibliografica.

BIBLIOGRAFIA.

V. Bollettini.

Comizi.

Editori ROUX e VIARENGO, Roma-Torino

DIREZIONE

presso il Museo Industriale Italiano
Via Orsaiolo 22 — Torino

AMMINISTRAZIONE

presso gli Editori ROUX e VIARENGO
Piazza Solferino — Torino.