

Società Tipografico-Editrice Nazionale (già Roux e Viarengo) - Torino-Roma

1
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Ing. G. MARTORELLI

Le macchine a vapore marine

1 volume di circa 900 pagine illustrato da 500 disegni e 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

3
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

G. RUSSO
INGEGNERE CAPO DEL GENIO NAVALE

MANUALE DI ARCHITETTURA NAVALE

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

PARTE PRIMA: Costruzione Navale

Lire 16 - 1 volume di circa 600 pagine con molte incisioni e tavole - Lire 16

PARTE SECONDA: in preparazione

4
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Prof. G. GRASSI

CORSO DI ELETTROTECNICA

Alternatori, Dinamo a corrente continua e Trasformatori

Volume primo, con 272 figure - Lire 14

5
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Prof. G. GRASSI

CORSO DI ELETTROTECNICA

Motori, Convertitori, Accumulatori, Sistemi e impianti di distribuzione,
Lampade elettriche, Trazione

Volume secondo, con 319 figure - Lire 16

6
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Prof. G. GRASSI

PRINCIPII SCIENTIFICI DELLA ELETTROTECNICA

Un grande volume con figure - Lire 12

FASCICOLI 11-12

Novembre-Dicembre 1906.

ANNO VI.

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

INAUGURAZIONE DEGLI STUDI NEL REGIO POLITECNICO DI TORINO.

I. Memorie.

I. PROGRESSI DELLA SCIENZA E DELL'ARTE DEL COSTRUIRE C. GUIDI
SULLA PREPARAZIONE DELL'ACIDO CLORIDRICO PER SINTESI DAGLI
ELEMENTI M. S. LEVI, E. MOLIGNI
PRINCIPII DI TERMODINAMICA GRAFICA LEO E. MORIGNO

II. Rassegne tecniche e notizie industriali.

LABORATORIO PRUSSIANO PER LA PROVA DEI MATERIALI
NOTIZIE INDUSTRIALI - ECONOMIA INDUSTRIALE - FERROVIE - MECCANICA
- METALLURGIA ED ARTE MINERARIA.

III. La proprietà industriale.

PER UNA RIFORMA NELL'AMMINISTRAZIONE DELLA PROPRIETÀ
INDUSTRIALE.

IV. Bollettini.

Congressi e concorsi.



TORINO-ROMA

Società Tipografico-Editrice Nazionale (già Roux e Viarengo)

DIREZIONE

presso il R. Museo Industriale Italiano
Via Ospedale, 21 - Torino

AMMINISTRAZIONE

presso la Soc. Tip. Rel. Soc. (già Roux e Viarengo)
Via Sileta, 149 - Torino.

51-29

LA RIVISTA TECNICA

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

CONDIZIONI D'ABBONAMENTO

Per l'Italia L. 12

Per l'Estero 15

Un numero separato L. 1,25.

LA RIVISTA TECNICA inserisce annunci di indole industriale,
indirizzarsi all'Amministrazione per conoscere le condizioni e le modalità.

COMITATO DI DIREZIONE

ROSELLI avv. prof. PAOLO, Deputato al Parlamento, presidente del R. Museo Industriale italiano.

FROLA avv. SECONDO, Senatore del regno, membro della Giunta direttiva del R. Museo Industriale italiano.

MAFFIOTTI ing. GIOV. BATTISTA, direttore del R. Museo Industriale italiano.

REDAZIONE

BONINI ing. CARLO FEDERICO, redattore capo — MIOLATI prof. ARTURO, redattore per la parte chimica — FRERRE ing. MICHELE, per la parte meccanica.

Collaborazione negli anni precedenti

ING. ALLARA G. — ING. AMORINO M. — ING. ARNONE G. — ING. ARNONE E. — ING. AVERSONI A. —
PROF. BACCI R. — ING. BERNARDI L. — ING. BERNARDI L. — ING. BOLLINI V. — PROF. INGEGNERE
BONICCONTI A. — ING. BONICCONTI L. — ING. BONICCONTI G. P. — ING. BONICCONTI V. — PROF. AVV. BONICCONTI P. —
PROF. ING. BOTTAZZI A. — PROF. BROSSI N. — ING. CAVALLO M. — ING. CANTONI N. — INGEGNERE
CARNOI S. — ING. CARLONI E. — ING. CECILI G. — ING. CECILI A. — CLARKE F. W. —
ING. DICICOLA L. — ING. ING. LIGGIO G. — DISSA H. — ING. FORNARO M. — ING. FORTINATI D. —
ING. FANTUZZI A. — PROF. DI LIA L. — ING. DALANNO A. — ING. DI LIA M. — PROF. ING.
GRANI G. — PROF. GUZZI L. — ING. GUZZI G. — PROF. GUZZI J. — INGEGNERE L. B. P. —
ING. G. — PROF. JETTER H. — PROF. LA CAVALLERA H. — LANGEVIN F. — PROF. LONARDO L. —
ING. MARCONI A. — ING. MARCONI E. — MARCONI M. R. — ING. MARCONI G. — PROF. ING. MARCONI G. —
MILANI F. — PROF. ING. MIOLATI A. — ING. MORENO R. — ING. MONTI L. — ING. MONTI E. —
PROF. ING. MORI P. P. — ING. NARDI G. — PROF. CATALANO G. — PROF. CATALANO G. —
ING. POLI G. — RANALI S. W. — ING. RANALI A. G. — ING. RANALI A. G. — ING. RANALI A. G. —
PROF. SERRAVALLE A. — ING. SERRAVALLE E. — PROF. SERRAVALLE P. — ING. TESTA A. — PROF. VACCARINI G. —
ING. VACCARINI L. — ING. ROSSI A.

LA RIVISTA TECNICA rende conto di tutte le opere italiane e straniere che le
pervengono, sia dagli autori, che dagli editori ed accetta il cambio con le raccolte ed i
giornali scientifici e tecnologici. Si prega di indirizzare tutto quanto riguarda la redazione
ed i giornali in cambio alla direzione del giornale, via Dandolo, 33.

Società Tipografico-Editrice Naz. (già Roux e Viarengo) - Torino-Roma

Venne pubblicata la 7^a edizione:
ING. G. VOTTERO

Manuale del fuochista e macchinista

AD USO
dello scolaro tecnico operaio di S. Carlo e degli allievi conduttori di caldaie a motrici a vapore

Prezioso con Metodica d'istruimento all'Insegnamento Nazionale dal 1880

1 vol. in-12° con 16 tavole e 51 figure L. 2.

PROPRIETÀ LETTERARIA.

Officina San Giorgio - Torino

Proprietà della Società STRANEO e INCISA

Via Madama Cristina, 85

Sezione per Costruzioni di precisione:

APPARECCHI SCIENTIFICI

ad 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 Cartelle
e delle Conserve Alimentari.

Apparecchi per cuocere nel vuoto

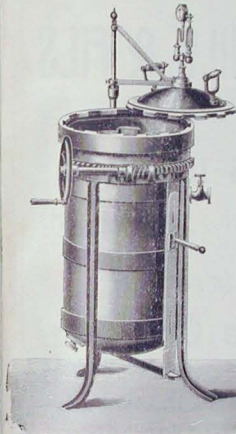
Apparecchi di Elettrochimica

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.



CARROZZERIA ITALIANA J. ROTHSCHILD & FILS

SOCIETÀ ANONIMA

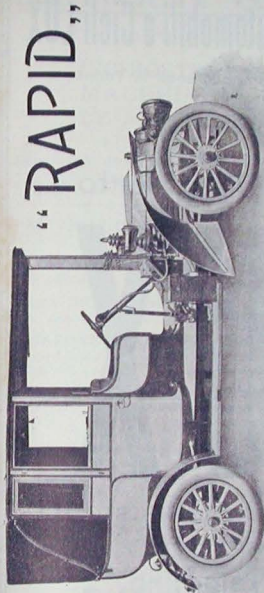
Tipo di lusso
Grande Assortimento di Accessori

Riparto speciale per costruzione

Omnibus e Camioni

TORINO

▲ Corso Massimo d'Azeglio, 21
Via Madama Cristina, 149



LANDULET CHASSIS 16-22 HP. — Acquistato da S. M. la Regina madre.

Chassis da 9, 12, 16/24, 24/40, 50/60, 100 HP

Omnibus - Carri da trasporto - Motori per imbarcazioni

Cataloghi gratis a richiesta.

SOCIETÀ TORINESE AUTOMOBILI "RAPID" — Torino, Barriera di Nizza

Fabbrica di Automobili e Cicli LUX

Società Anonima con sede in Torino

VELOCIPEDI
e Tricicli-Trasporto

LUX

i più perfetti esistenti

Corso Valentino, 2

≡ TORINO ≡

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 JOHANNESBERG
Macchine litografiche.
ROCKSTROH & SCHNEIDER - Dresda
Pressa a platina « Victoria ».

VERNICE CHROMO SPEZIAL

Specialità della Casa
BERGER & WIRTH, Firenze

Marca O	debolissima	L. 1,25 il kg.
" I	debole	" 2 — " "
" II	mezzana	" 3,50 — " "
" III	forte	" 5 — " "
" IV	straordinaria per bronzi	" 3,50 — " "
" V	fortissima per oro in foglia	" 3,50 — " "

— ♦ ♦ ♦ —
Vernice seccante L. 1,50 il kg.
Vernice lucente B.F.B. " 4,50 " "
Seccativo liquido W
molto efficace 4,50 " "

— ♦ ♦ ♦ —
La Casa BERGER & WIRTH, Fi-
renze, possiede per la

VERNICE CHROMO SPEZIAL
i più lusinghieri attestati pervenutigli
dalle Ditte:

Fratelli Armanino, Genova — Sta-
bilimento d'arti grafiche Galilei, Milano
— Dottor E. Chappuis, Bologna —
Fagiolini e C., Livorno — Pasquale
Solini, Livorno — E. Toffaloni, To-
rino — Fratelli Brandomini, Torino —
A. Gombi, Firenze — E. Oliveri e C.,
Genova, ecc., ecc.

Augusto Baelz e C.

FABBRICHE DI COLORI *

MACCHINE E MATERIALE

PER LE ARTI GRAFICHE

STABILIMENTI IN

MILANO

Viale Genova, 12 ed a S. Cristoforo

FILIALI CON DEPOSITO:

TORINO — FIRENZE

ROMA — NAPOLI — BARI — PALERMO

PER TELEGRAMMI:

BÆLZ - MILANO

TELEFONO: 1-19

“ Procédé pour la fabrication d'acide nitrique „

Privativa Industriale del 16 dicembre 1902

N. Gen. 161, n. 128.

L'attuale titolare e proprietaria WESTDEUTSCHE THOMASPHOSPHAT WERKE G. m. b. H., a Berlino, ne offre la vendita o cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni rivolgersi all'Ufficio Internazionale per Brevetti d'Invenzione e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eng. G. B. Casetta. — Via Mercanti, 16, Torino.

“ Perfezionamenti nei contatti elettrici „

Privativa Industriale del 12 dicembre 1904

N. Gen. 74356, Reg. Att., vol. 197, n. 186.

Il titolare e proprietario signor Albert MARSCH, a Londra, ne offre la vendita o delle cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni rivolgersi all'Ufficio Internazionale per Brevetti d'Invenzione e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eng. G. B. Casetta. — Via Mercanti, 16, Torino.

Privativa Industriale del 29 novembre 1900

N. Gen. 74211, Reg. Att., vol. 197, n. 80

per “ Perfezionamenti negli apparecchi per distribuire, ricevere e registrare la distribuzione e ricezione di biglietti, tessere e simili per l'ammissione ai teatri, concerti, recinti di corse e simili posti „.

Il titolare e proprietario signor Albert MARSCH, a Londra, ne offre la vendita o delle cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni rivolgersi all'Ufficio Internazionale per Brevetti d'Invenzione e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eng. G. B. Casetta. — Via Mercanti, 16, Torino.

“ Guernitura perfezionata per motrici e macchine „

Privativa Industriale del 16 gennaio 1906

N. Gen. 79701, Reg. Att., vol. 218, n. 249.

La titolare e proprietaria THE BELDAM PACKING AND RUBBER COMPANY, a Londra, ne offre la vendita o delle cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni rivolgersi all'Ufficio Internazionale per Brevetti d'Invenzione e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eng. G. B. Casetta. — Via Mercanti, 16, Torino.

“ Perfectionnements dans les métiers à tisser mécaniques „

Privativa Industriale del 13 febbraio 1904

N. Gen. 70546, Reg. Att., 183/1,
e Attestati completivi 30 settembre 1904, N. Gen. 73276, 194/23
e 30 novembre 1904, N. Gen. 74221, 197/38.

Il titolare e proprietario signor Jean LAFORÉT, a Lione (Francia), ne offre la vendita o delle cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni rivolgersi: all'Ufficio internazionale per Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eug. G. B. Casetta. - Via Mercanti, 16, Torino.

“ Perfezionamenti nei forni elettrici „

Privativa Industriale del 28 febbraio 1901

N. Gen. 57459, Reg. Att., vol. 89, n. 188,
e Attestato completivo del 1° settembre 1905, N. Gen. 77592, Reg. Att., vol. 210, n. 181.

L'attuale titolare e proprietaria METALLURGISKA PATENT AKTIEBOLAGET, a Stoccolma (Svezia), ne offre vendita o delle cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni rivolgersi: all'Ufficio internazionale per Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eug. G. B. Casetta. - Via Mercanti, 16, Torino.

Privativa Industriale del 2 aprile 1901

Vol. 135, n. 42 e Attestato completivo del 18 marzo 1902, vol. 149, n. 73

per “ **Machine pour la fabrication des manchons employés pour l'éclairage à l'incandescence (système Jean Léon Müller).** „

I titolari e proprietari signori Jean Léon MÜLLER, ingegnere, a Lannois e Joseph BONNET, ingegnere, a Parigi, ne offrono a favorevoli condizioni la vendita o cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni rivolgersi: all'Ufficio internazionale per Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eug. G. B. Casetta. - Via Mercanti, 16, Torino.

“ Procédé de fabrication de fils et de tuyaux métalliques „

Privativa Industriale del 23 aprile 1899

N. Gen. 50740, Reg. Att., vol. 107, n. 114.

Il titolare e proprietario signor Salomon FRANK, a Francoforte s/M, Germania, ne offre la vendita o cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni rivolgersi: all'Ufficio internazionale per Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eug. G. B. Casetta. - Via Mercanti, 16, Torino.

“ Procédé pour la fabrication d'acide nitrique „

Privativa Industriale del 16 dicembre 1902

Vol. 161, n. 128.

L'attuale titolare e proprietaria WESTDEUTSCHE THOMASPHOSPHAT WERKE G. m. b. H., a Berlino, ne offre la vendita o cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni rivolgersi: all'Ufficio internazionale per Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eug. G. B. Casetta. - Via Mercanti, 16, Torino.

“ Perfectionnements apportés aux appareils à distiller „

Privativa Industriale dell'11 aprile 1904

N. Gen. 71145, Reg. Att., vol. 185, n. 139.

Il titolare e proprietario signor Odilon PERRIER, a Parigi, ne offre la vendita o delle cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni rivolgersi: all'Ufficio internazionale per Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eug. G. B. Casetta. - Via Mercanti, 16, Torino.

LA RIVISTA TECNICA

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

INAUGURAZIONE DEGLI STUDI NEL REGIO POLITECNICO DI TORINO

Sabato, 3 novembre, alle ore 10, nell'anfiteatro della Scuola superiore d'elettrotecnica, nei locali del R. Museo Industriale italiano, ebbe luogo la solenne cerimonia dello inizio degli studi del R. Politecnico di Torino, alla presenza del sen. Frola, sindaco, e di tutte le altre autorità, di numerosi professori ed allievi e di alcune signore.

Presiedeva il sen. comm. prof. Enrico D'Ovidio, che allora sostituiva il sen. Volterra, infermo, nell'alto ufficio di R. Commissario del Politecnico.

Egli prima di concedere la parola al prof. Camillo Guidi, incaricato del discorso inaugurale, pronunciò le seguenti parole:

Discorso del R. Commissario sen. prof. D'Ovidio.

Signori,

L'illustre professore senatore Volterra, R. Commissario pel Politecnico, trovasi infermo in Albano Laziale, e di là mi telegrafa nei seguenti termini:

« Accolga profondi, sinceri ringraziamenti: dal letto, ammalato, faccio fervidi voti di prosperità pel nuovo Istituto che Ella solennemente inaugura ».

Egli è davvero doloroso che l'esimio scienziato, il quale si era messo con gran fervore all'impresa d'indirizzare sulla buona via il

nostro Politecnico, abbia dovuto interromper l'opera quando più stringente ne era il bisogno; ma giova sperare che egli possa tra breve riprenderla con rinnovata lena.

Invitato io dal regio Governo a supplire d'urgenza il collega infermo, ho dapprima molto esitato, non dissimulandomi le molteplici e per me troppo gravi difficoltà cui andavo incontro; ma ha vinto nell'animo mio il sentimento del dovere e della buona colleganza, ha vinto l'amore con cui da più anni ho caldeggiato l'instaurazione del Politecnico, ed ho accettato.

Pertanto tocca oggi a me l'onore di pronunziare le prime parole in questo eletto convegno inaugurale.

Io ringrazio del loro intervento le Autorità, le rappresentanze dei Consigli della Provincia e del Comune, che al nostro Istituto accrescono i mezzi di studio, i chiarissimi professori del Politecnico e dell'Università fraternamente collaboranti, gl'insigni componenti del Consiglio di amministrazione del Politecnico, fra i quali annovero due egregi, i quali già ressero con tanto lustro il Museo industriale italiano che in queste mura ebbe sede: il senatore Secondo Frola, il propugnatore, e il deputato Paolo Boselli, l'ovunque desiderato. E un cordiale saluto rivolgo ai giovani allievi, nostra cura e nostra speranza.

La storia del Politecnico di Torino è recente ed a tutti nota. Dal concorde sentire dei professori della Scuola di applicazione per gli ingegneri e del Museo industriale sorse il voto, che i due istituti si fondessero in un tutto organico ed armonico, ove gl'insegnamenti potessero svolgersi con omogeneità e larghezza, per fornire valenti ingegneri alle felicemente crescenti energie del nostro paese nell'aringo delle costruzioni e delle industrie. Quel nobile voto trovò piena adesione nei rappresentanti della Provincia e del Comune, nella Società degl'ingegneri ed architetti, nella cittadinanza, e fu con favore accolto dal Governo; ed è opera di S. E. il Presidente del Consiglio dei Ministri, l'on. Giovanni Giolitti, il disegno di legge, che accuratamente studiato e discusso dal Senato del Regno e dalla Camera dei Deputati, è divenuto la legge degli 8 luglio di questo anno, la quale assegna la figura giuridica ed amministrativa del Politecnico, che oggi inauguriamo.

Alla nostra festa si associano tutti coloro cui sta a cuore l'incremento degli studi. Supremo rappresentante di essi, S. E. il Ministro della pubblica istruzione, l'on. Luigi Rava, telegrafa:

« Dia Ella, La prego, ai Consiglieri, ai Colleghi, agli Studenti del Politecnico il mio saluto di compiacimento e di augurio, con la fede che il nuovo grande Istituto continuerà, ravvivandole, le nobili tradizioni di cui il Museo e la Scuola di applicazione lasciarono caro ricordo ».

Non si potrebbe meglio esprimere quella che è pure la nostra fede e la nostra aspirazione.

Ed ora cedo la parola all'illustre professore della scienza delle costruzioni, Camillo Guidi, degno oratore dell'odierna solennità.

Sia questa di oggi la prima di una indefinita serie di compostamente festose radunanze, consacrate ad enarrare sempre nuove e sempre maggiori conquiste di questo forte Piemonte e d'Italia tutta nel campo delle scienze e delle industrie.

E il Politecnico di Torino viva, cresca e prosperi nei secoli.

I PROGRESSI DELLA SCIENZA E DELL'ARTE DEL COSTRUIRE

C. GUIDI

*Discorso inaugurale del 1° anno scolastico 1906-07
del R. Politecnico di Torino.*

Inaugurare il nuovo anno scolastico di un Istituto con un discorso il quale tocchi qualche punto dello scibile che ivi viene insegnato è sempre cosa bella ed interessante; nel caso nostro poi la solennità acquista speciale importanza, perchè trattasi d'inaugurare il nuovo Istituto, l'auspicio e lungamente desiderato Politecnico Torinese, il quale, fondendo insieme gli insegnamenti del primo biennio Universitario, della R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri, e del R. Museo Industriale Italiano, si accinge ad impartire l'istruzione tecnica superiore secondo lo spirito ed i bisogni dei nostri tempi: con quell'indirizzo scientifico ed allo stesso tempo pratico, con quel corredo di laboratori sperimentali che hanno fatto la fortuna dei più rinomati Politecnici esteri, con quell'armonia fra scienza e pratica, dalla quale soltanto ha potuto l'ingegneria moderna trarre la soluzione dei più ardui problemi.

Chi consideri le gloriose tradizioni, la rinomanza degli insegnanti, il ricco materiale scientifico delle Scuole che oggi in fraterno amplesso si uniscono per formare il nuovo Istituto, non può fare a meno di trarne i più lieti auspici per l'avvenire, e di prorompere in parole di lode e

di gratitudine verso quelle eminenti persone, che col loro alto senno e col forte volere, vincendo difficoltà gravi e di svariato genere, portarono a compimento un'opera già da tanto tempo vagheggiata, una opera che ridonderà a lustro della nostra città, e le sarà di valido aiuto nell'attuale fortunato risveglio industriale.

Fu soltanto per ispirito di disciplina che, senza consultare le mie forze, non rifiutai l'onorifico incarico, affidatomi senza dubbio per somma benevolenza, d'inaugurare un corso di studi in sì solenne circostanza!

E prima di entrare nell'argomento che intendo trattare, sia rivolto il nostro pensiero alla memoria di due carissimi Colleghi, che l'inesorabile morte ha voluto strappare dalla nostra famiglia, proprio quando i suoi legami erano per divenire più saldi; siano qui ricordati il prof. Morra e l'ing. Vottero dei quali rimpiangiamo tutti l'elevato sapere, lo zelo nell'istruire, la cara compagnia.

Fu scritto con frase scultoria che l'uomo il quale per superare un ostacolo frapposto dalla natura al suo cammino, vi ha gettato in traverso un tronco d'albero sul quale è poi passato, è stato il primo costruttore di ponti, ed analoga figura retorica s'addice ad altri generi di costruzioni. Incuterei quindi un legittimo spavento nel mio uditorio se mi accingessi a fare la storia completa dell'arte del costruire; no, il mio proposito è molto più modesto, mi limiterò a gettare uno sguardo sui progressi veramente sorprendenti che la scienza e l'arte del costruire, giovandosi reciprocamente una dell'altra, hanno conseguito nei tempi a noi più prossimi.

Se dinanzi ad alcuni resti delle più ardite costruzioni dell'epoca romana, se avanti a quelle cattedrali del medioevo d'incomparabile bellezza, che mostrano un meraviglioso coordinamento delle snelle ed arditissime masse murarie ai carichi che debbono sopportare, se dinanzi ad alcuni grandiosi ponti medioevali noi rimaniamo meravigliati e dubbiosi che la pratica abbia potuto conseguire tali risultati senza l'aiuto di una teoria statica abbastanza sviluppata (quantunque accuratamente indagini storiche più recenti provino che nell'era moderna non vi è stata una rinascenza brusca negli studi della statica, ma piuttosto si è maturato il frutto di un'evoluzione lenta, ma non interrotta, che

ha fatto progredire questa scienza anche attraverso il medioevo) (1) possiamo però giustamente vantarci di aver raggiunto nelle nostre costruzioni moderne una grandiosità ed arditaggine ancor maggiori, accoppiate ad una razionale parsimonia nella distribuzione delle masse, quale è strettamente richiesta dall'equilibrio statico, colla garanzia del voluto grado di stabilità.

Non rifarò la storia delle successive scoperte e dispute degli scienziati del diciannovesimo secolo, per opera dei quali si affermarono i principi scientifici della resistenza dei materiali e della statica delle costruzioni (2); ricorderò soltanto come il sommo Galileo, spinto dall'osservazione fatta in una visita all'Arsenale di Venezia della non riuscita in grande delle macchine riuscite in piccolo, fosse il primo a gettare le basi di tale scienza nel 1638 coi suoi famosi *Dialoghi intorno a due nuove scienze* (3), nei quali applicò le leggi della meccanica allo studio della resistenza dei solidi, e soprattutto alla flessione delle travi, scoprendo anche una delle forme dei solidi di egual resistenza alla flessione. Questa fu la scintilla che accese dispute, promovendo nuove ricerche e nuovi trovati fra i numerosi insigni matematici e fisici di quel tempo e degli anni consecutivi, fra cui figurano i nomi di Mariotte, Newton, Bernoulli, Leibnitz, Varignon, Lagrange, Eulero, Laplace, Coulomb, Young, Gauss, Cauchy, Poisson e tanti altri. Come è noto, una delle questioni che fornì da prima argomento di lunghe dispute, fu la posizione dell'asse neutro nella sezione dei solidi inflessi, che Galileo inesattamente pose in un lembo della sezione, e che dal Parent fu per la prima volta trovata giustamente. A questo geometra si deve già nel 1708 la soluzione del problema di ricavare da un tronco d'albero la trave di maggior resistenza. Fu poi oggetto di delicate ricerche matematiche la forma delle *curve elastiche* dei solidi inflessi, specialmente per opera di Bernoulli, il quale si basò sulla proprietà fondamentale che in un punto qualunque il raggio di curvatura è in ragione inversa del momento, intorno a quel punto, della forza che produce la flessione (4), e di Eulero che colla sua

(1) P. DUBEM, *Les origines de la Statique*, 1906.

(2) CH. NAVIER, SAINT-VENANT — *Résumé des leçons*, etc., Paris, 1864.

TODHUNTER I., and PEARSON K., *A History of the Theory of Elasticity and of the Strength of materials*, Cambridge, 1886-1889.

(3) *Le Opere di Galileo Galilei* — Ediz. nazion., vol. VIII (1898).

(4) *Acta eruditorum Lipsiae*, 1694.

celebre Memoria del 1744 (1) classificò le dette curve in 9 specie. Frattanto nel 1678 dal celebre fisico inglese Roberto Hooke veniva enunciato nei termini *ut tensio sic vis* il principio fondamentale nella teoria della resistenza dei materiali elastici, cioè il principio della proporzionalità delle deformazioni agli sforzi; così la teoria della resistenza veniva completata con quella delle deformazioni. Mentre l'attenzione degli scienziati era rivolta allo studio delle *curve elastiche* assunte dai solidi inflessi, trascurando le questioni di resistenza, il Coulomb nel 1773 colla sua famosa Memoria: *Essai sur une application des règles de Maximis et Minimis à quelques problèmes de statique relatifs à l'Architecture* (2) gettò le basi scientifiche di molte questioni riguardanti la statica delle costruzioni, trattandole come questioni di massimi e di minimi. Egli, senza forse conoscere i lavori di Parent, risolve completamente il problema della flessione; osserva giustamente che, se la legge di proporzionalità non sussiste fino alla rottura, potrà l'asse neutro essere spostato alquanto, ma non mai coincidere col lembo della sezione per la ragione già trovata da Parent, che una linea senza spessore non può resistere ad una pressione finita. Finalmente nel 1824 il Navier, che a buon diritto può chiamarsi il fondatore dell'attuale teoria statica delle costruzioni, aveva già rettificato in modo definitivo nel suo corso di lezioni le nozioni che prima avevansi sulla resistenza dei materiali, e le aveva coordinate con quelle relative alla loro elasticità, il che gli permise, introducendo il modulo di elasticità di Young, di risolvere vari problemi della scienza delle costruzioni subordinati alle leggi di deformazione dei solidi.

Riguardo alla maniera di scrivere l'equazione di stabilità o equazione di coesione è interessante notare che Galileo, Leibnitz e quasi tutti i successori, compreso Coulomb, posero un limite, *carico di sicurezza*, allo sforzo unitario massimo, mentre già il Mariotte nel 1782 e poi il Poncelet ed altri misero più giustamente un limite alla *dilatazione principale*.

Coi lavori di Clapeyron, di Poncelet e d'altri si completava sempre più la teoristatica delle costruzioni, mentre contemporaneamente faceva straordinari progressi la teoria dell'elasticità.

(1) *De curvis elasticis*, appendice dell'opera *Methodus inveniendi lineas curvas maximi minimique proprietate gaudentes*.

(2) *Savants étrangers*, 1773.

Newton che aveva trovato la legge di equilibrio fra i corpi celesti separati fra loro da distanze immense, aveva anche indicato che la stessa legge regnava fra le particelle di un corpo situate a distanze impercettibili, ed aveva così gettato le basi di quella teoria molecolare, che spiegava le diverse proprietà della materia senza il soccorso di ipotesi arbitrarie, teoria sostenuta poi da Boscovich, Laplace, Poisson, Cauchy, Navier, il quale ultimo colla sua *Mémoire sur les lois de l'équilibre et du mouvement des corps solides élastiques* (1) fondata la meccanica molecolare, ossia la teoria generale dell'elasticità. Questa teoria faceva poi notevolissimi progressi per opera di altri sommi matematici come Lamé, Clapeyron, Barré de Saint Venant, Betti, Clebsch, Kirchhoff, Maxwell, Rankine e tanti altri.

Fin dai primi tempi di questo risveglio nello studio statico delle costruzioni s'intese la necessità di corredare le nozioni teoriche con risultati sperimentali sulla resistenza dei materiali che vi s'impiegano. Lo spirito d'osservazione ed il metodo sperimentale s'impossessarono fortunatamente anche della scienza delle costruzioni, e noi vediamo, a cominciare dal secolo decimosettimo, parecchi scienziati ed ingegneri occuparsi di prove di tal genere. Lo svedese Wurtius (1657) sembra siastato il primo degli sperimentatori in questo campo, ma non si ha contezza dei suoi lavori; seguì il fisico Hooke il quale appunto dall'esperienza dedusse il famoso principio di elasticità, e poi Mariotte (1680), Parent (1707), Muschenbroek (1729), Belidor (1729), Buffon (1740), Duhamel du Monceau (1767), Gauthey (1774), Rondelet (1787), Dupin (1811), Duleau (1813), Barlow (1817), Tredgold (1824), Vicat (1833), Wertheim (1842), Fairbairn (1850), Hodgkinson (1850) e tanti altri. Furono da prima più numerose le esperienze sui legnami e sulle pietre, i materiali allora più in uso nelle costruzioni; ma appena crebbe la produzione e l'uso del ferro, si moltiplicarono le esperienze anche su questo nuovo materiale. Furono da prima più frequenti le semplici prove a rottura, ma ben presto si comprese che per molti materiali più che la resistenza alla rottura, importava conoscere il limite di elasticità, cioè il punto a partire dal quale la crescente

(1) *Mémoires de l'Institut*, t. VII.

sollaccitazione esterna produce nel materiale deformazioni permanenti accusanti un principio di snervamento, e cioè uno stato poco rassicurante per la stabilità del materiale (1).

(1) Riporteremo qualche fatto saliente relativo a questo primo periodo sperimentale. Il Duhamel du Monceau (1767) sperimentando a flessione su travi di legno, fa per primo misurazione di frecce d'incurvamento, onde dedurre la loro elasticità. Il Muschenbroek, nel 1729, trova per i solidi caricati di punta il carico di rottura inversamente proporzionale al quadrato della lunghezza, come venne poi dimostrato da Eulero, nel 1747. Il Buffon, nel 1740, fa le prime esperienze in grande sulla rottura dei legnami alla flessione, ed osserva giustamente che non bisogna fidarsi dell'incastro fornito dalla muratura, perchè è molto imperfetto. Il Gauthey, nel 1774, fa con un'imperfetta macchina a leva le prime esperienze allo schiacciamento delle pietre, in occasione dei dubbi sorti sulla stabilità dei piloni destinati a sostenere la cupola della chiesa di Santa Genoveffa a Parigi. Il Rondelet (1787), con una nuova macchina a leva perfezionata, fa una nuova serie numerosa di esperienze allo schiacciamento delle pietre. Il Dupin, nel 1811, fa le prime esperienze veramente scientifiche sulla flessione delle travi in legno, e ne trova le leggi quali sono ammesse ancora ai nostri giorni. Il Vicat, nel 1818, fa esperienze su pietre e malte. Finalmente sulla resistenza delle pietre impiegate nelle costruzioni di Parigi il Michélet dà nel 1835 una raccolta di numerosissimi risultati sperimentali, più di 3000 (1). Nel 1817 compare la ragguardevole pubblicazione del Barlow (2) contenente gran numero di risultati sperimentali non solo sui legnami, ma anche sui metalli.

All'epoca dei primi ponti sospesi e della sostituzione delle catene di ferro alle gomenie di canapa nelle manovre navali, ed in seguito ai progressi della metallurgia, altro gran numero di esperienze furono fatte sui metalli, fra le quali sono ragguardevoli quelle del Seguin (1824) costruttore del primo ponte sospeso sul Rodano fra Tain e Tournon; quelle dello svedese Lagerhjelm eseguite nel 1826 con una macchina a pressa idraulica ideata da Hammarsholm, con leva per la misurazione dello sforzo. Verso la medesima epoca fu scoperta la così detta legge di Gerstner della quasi costanza del coefficiente di elasticità, anche nel periodo delle deformazioni permanenti, per la porzione elastica delle deformazioni.

Ben presto questo campo sperimentale, nel quale avevano lavorato tanti ingegneri allo scopo di ottenere dei dati pratici, venne anche esplorato da fisici eminenti con raffinati mezzi di osservazione. Fra le esperienze di questo genere sono da citarsi in prima linea le coscienziose ricerche sull'elasticità e la coesione dei metalli del Wertheim (1842) (3), e quelle eseguite dallo stesso fisico insieme al Chevalier, le quali formarono oggetto della *Memoria sulle proprietà meccaniche dei legnami* (4); le esperienze sulla torsione, ecc. Fra queste ultime sono da citarsi anche quelle del nostro Galilei (5).

Col progresso delle costruzioni le esperienze si moltiplicarono, e si può dire che non si mettesse mano ad un'opera di qualche importanza senza provarne prima i materiali, facendo, in generale, di tali esperienze oggetto di rapporti tecnici. Fra

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1855 e 1863.

(2) *An Essay on the Strength of Timber*, etc., London, 1817.

(3) *Académie des sciences et belles-lettres*, t. XII.

(4) In 8°, 1845, chez Hachette.

(5) *Dotr. di Scienza di Torino*, 1812.

Ma da una quarantina d'anni a questa parte le prove sui materiali da costruzione hanno preso uno sviluppo tutt'affatto speciale, assumendo il carattere di una vera scienza sperimentale: su questi ultimi progressi torneremo fra breve.

La scienza delle costruzioni progrediva ormai sicura, da una parte guidata validamente dalla teoria matematica dell'elasticità, con-

le esperienze eseguite verso la metà del secolo scorso fanno epoca per importanza e grandiosità quelle inglesi eseguite da Fairbairn e da Eaton Hodgkinson (1) sulla ghisa fabbricata all'aria calda e all'aria fredda, sul carico prolungato anche per anni su barre di ghisa, sulle travi in ghisa a profilo parabolico ed a sezione a T, sui solidi caricati di punta, sulla forma migliore da dare alle sezioni delle travi in ghisa soggette a flessione, ecc., e le numerose e grandiose esperienze eseguite nella occasione dei primi celebri ponti tubulari in lamiera di ferro costruiti in Inghilterra da Stephenson: quello sullo stretto di Menai (Ponte Britannia) e quello di Conway (2), nella quale circostanza furono fatte esperienze svariatissime non soltanto sui materiali e sugli elementi di tali costruzioni e le prime prove sulle chiodature, ma anche su di un modello di 23 metri di portata.

Verso la medesima epoca (1847) la rottura di una trave in ghisa di un ponte per ferrovia, pure in Inghilterra, dette occasione a molteplici altre esperienze e giudizi (3) da parte di una Commissione d'inchiesta, la quale doveva riferire sulla applicabilità del ferro e della ghisa nelle costruzioni ferroviarie, soprattutto nelle parti esposte a scosse e vibrazioni. In quell'occasione furono emesse le prime idee sull'alterazione della costituzione molecolare del metallo, in seguito alle sollecitazioni ripetute, questione che doveva poi in seguito formare oggetto delle famose esperienze di Wöhler e di Spangenberg, e più tardi, di Bauschinger. Esperienze molto interessanti, eseguite in tale occasione, sull'azione dinamica dei carichi confermarono i risultati della teoria.

Rimarchevoli infine per quell'epoca sono: la pubblicazione del *Love Memoire sur la résistance du fer et de la fonte* (1853, 50), contenente molti dati interessanti; e le esperienze del Tresca eseguite al *Conservatoire des Arts et Métiers* su saggi aventi dimensioni paragonabili a quelli della pratica e con mezzi di osservazione assai delicati.

Riguardo a questo primo periodo di studi sperimentali, vogliamo ancora accennare alle complete esperienze di H. Sebert, *Les bois de la nouvelle Calédonie*, Paris, 1864, e per l'Italia alle numerose esperienze eseguite dal Clericetti a Milano ed a quelle del Rosset e del Curioni a Torino.

(1) *Memoirs of Literary and Philosophical Society of Manchester*, vol. v, 1831, p. 407-444.
Report of the seventh meeting of the British Association for the Advancement of Science, held at Liverpool, vol. vi, p. 337 (1837). *Experimental researches of the strength of Pillars of cast iron and other materials*. Philosophical Transactions, 1840, p. 385. (Recherches sur la résistance et les diverses propriétés de la fonte de fer par Eaton Hodgkinson, traduites par M. Pirel. Annales des ponts et chaussées, 1855, premier sem.)

(2) EDWIN CLARK, *The Britannia and Conway tubular Bridge, with general inquiries of Booms and on the Properties of materials used in Construction*, London, 1850.

YREX, *Notes sur les ponts avec poutres tubulaires en fer*.
 (3) Report of the Commissioners appointed to inquire into the application of Iron to Railway structures 1849.

fortata dall'altra dai risultati sperimentali di un'attendibilità sempre maggiore. Ma un altro sussidio potente doveva venire ancora in vantaggio di questa scienza: la *Statistica grafica*. Il Culmann, che fin da giovane si era invaghiato delle semplici soluzioni geometriche di problemi vari della scienza dell'ingegnere, insegnate dal grande Poncelet nella Scuola d'Applicazione d'Artiglieria e Genio di Metz (1), allorché fu chiamato a professare un corso di costruzioni nel Politecnico di Zurigo, fondato nel 1855, cominciò subito ad esporre ai suoi allievi i metodi grafici del Poncelet, finché poi nel 1864-66, in seguito ai progressi fatti dalla moderna geometria proiettiva, egli creò una scienza veramente nuova, basata sul graficismo, mandando alla luce la sua magistrale opera: *Die graphische Statik*.

L'importanza dei risultati ottenuti dal Culmann non isfuggì ad alcuno, ma il metodo fondato sulla geometria di posizione, allora ancor poco studiata, spiacque a parecchi, e fu questo il motivo per cui dopo l'opera del Culmann videro la luce molte altre Statiche grafiche elementari, nelle quali i rispettivi autori si sforzarono di risolvere alcune delle questioni risolte dal Culmann coi metodi della geometria elementare, e dove questa non bastava, coll'aiuto dell'analisi. Queste opere, secondo il Culmann, segnarono un regresso. Frattanto in un modo o nell'altro la Statica grafica andava diffondendosi, e veniva ben presto insegnata nelle Scuole degli ingegneri non solo in Europa, ma anche in America. L'Italia fu la prima a far buon viso a questa scienza: l'anno dopo la pubblicazione dell'opera del Culmann, essa era insegnata nel Politecnico di Milano per opera dell'illustre e compianto Cremona, il quale non isdegnò d'insegnare anche le nozioni elementari di *geometria proiettiva* e di *calcolo grafico*, onde abilitare i suoi allievi ai metodi del Culmann, ed apportò poi col suo opuscolo « *Le figure reciproche nella Statica grafica* » (2) tale contributo che divenne familiare e di continua applicazione in tutto il mondo civile.

Nel 1875 vide la luce la seconda edizione del primo volume dell'opera del Culmann completamente rifatta ed aumentata (3), svolta però sempre cogli stessi metodi, non ostante che l'editore, spinto forse dal desiderio di un maggiore smercio, tentasse indurre l'autore a

(1) *Memorial de l'Officier du Génie* (1856-60).

(2) Milano, Hoepli, 1872, 1^a e 2^a ediz. 1879, 3^a ediz. — Ediz. franc., Paris, Gauthier-Villars, 1885.

(3) CULMANN K., *Die graphische Statik*. Zürich, 1875 (esiste traduz. francese.).

cambiare strada, proposta che il Culmann bruscamente e sdegnosamente respinse. Per mala sorte manca il secondo volume di tale opera, a causa dell'imatura morte dell'autore avvenuta nel 1881; ma il suo degno successore, l'illustre professore W. Ritter, poté proseguire per buon tratto l'opera del grande maestro, pubblicando quei pregiatissimi volumi che hanno per titolo « *Anwendungen der graphischen Statik* » (1).

Se nel periodo dei meravigliosi progressi dei due metodi d'investigazione matematica, l'analitico ed il geometrico, poté discutersi sulla preferenza da dare all'uno piuttosto che all'altro nelle applicazioni della meccanica, si dà far dire dal Lagrange nella sua *Mécanique analytique*: « On ne trouvera point de figures dans cet ouvrage. Les méthodes que j'y expose ne demandent ni constructions, ni raisonnement géométrique ou mécanique, mais seulement des opérations algébriques, assujéties à une marche régulière et uniforme. » Ceux qui aiment l'analyse verront avec plaisir la mécanique en devenir une nouvelle branche, et me sauront gré d'en avoir étendu ainsi le domaine ».

mentre il Poinsoit nella *Théorie nouvelle de la rotation* dice, alludendo all'analisi: « instrument précieux et nécessaire sans doute, » parce qu'il assure et facilite notre marche, mais qui n'a par lui-même aucune vertu propre; qui ne dirige point l'esprit, mais que l'esprit doit diriger comme tout autre instrument ».

e nei suoi *Éléments de Statique*: « tous les théorèmes de la Statique rationnelle ne sont plus au fond que des théorèmes de Géométrie ».

sarebbe ozioso al giorno d'oggi voler dimostrare l'utilità delle costruzioni geometriche della Statica grafica. Chi infatti non riconosce ormai i pregi di un diagramma Cremoniano, di un diagramma Williot, del poligono funicolare, così fecondo d'importanti applicazioni, dell'ellisse d'inerzia e del nocciolo centrale, del poligono di Mohr nella teoria della trave continua, della curva delle pressioni e dell'ellisse di elasticità nella teoria degli archi, del metodo così parlante delle linee d'influenza, delle costruzioni grafiche per la ricerca della spinta delle terre, ecc. ecc.? Il metodo geometrico nella scienza

(1) Zürich, 1888-1906. Anche quest'opera sventuratamente è rimasta incompleta per la prematura morte dell'autore.

delle costruzioni presenta indubbiamente molti pregi: l'eleganza, la facilità, la speditezza e la quasi impossibilità di cadere in quegli errori grossolani, pur troppo frequenti nei lunghi calcoli numerici; e ciò perchè le costruzioni geometriche possono seguirsi passo passo coll'occhio, ed ammettono abbondanti verifiche, mentre invece col metodo analitico, il più delle volte il passaggio dalla posizione del problema alla soluzione sfugge alla mente. Potrebbero i due metodi paragonarsi a due viaggi in mare, nell'uno dei quali non si perdono mai di vista il litorale e le isole; nell'altro invece, ravvolti da densa nebbia, si naviga affidati soltanto alla bussola.

Le soluzioni grafiche, è vero, non possono andare esenti dalle inesattezze inerenti al graficismo; ma queste da un abile disegnatore vengono, in generale, ridotte a tale minima misura, che non ha più importanza nelle questioni pratiche, sia per la natura stessa di dette questioni, le quali si basano il più delle volte sopra ipotesi che rispondono soltanto approssimativamente alla realtà, sia anche perchè in molti casi le dette questioni sono poi subordinate a dati sperimentali sui quali si è ben lungi dal raggiungere l'esattezza matematica.

Così, ad esempio, per il calcolo delle dimensioni o delle deformazioni di una data costruzione sollecitata da forze esterne, sarebbe fuor di senso spingere la ricerca delle sollecitazioni esterne al rigore matematico, quando poi nel detto calcolo si debbono introdurre dei coefficienti, che dipendono dalla natura del materiale, e che possono essere determinati soltanto sperimentalmente con approssimazione, spesso grossolana.

D'altra parte però non conviene rendersi schiavi del metodo: non mancano certamente dei casi nei quali la costruzione geometrica, per le condizioni speciali in cui essa si sviluppa, anche nelle mani di un provetto disegnatore, non può garantire il voluto grado di approssimazione, ed allora viene opportunamente in soccorso il metodo analitico; come anche talvolta l'applicazione numerica di una formula conduce al risultato più rapidamente di una costruzione grafica; sarebbe allora pedanteria non voler derogare dal metodo geometrico. Ma v'ha di più: nei progetti di una qualche importanza non conviene accontentarsi di eseguire i calcoli una sola volta: quanto opportunamente allora vengono impiegati ambedue i metodi, i quali servono così di verifica uno dell'altro!

**

I progressi fatti dalla siderurgia a partire dalla fine del secolo decimottavo nella produzione della ghisa, e poi nel secolo decimonono, in quella del ferro, permisero di sostituire questo metallo alle murature ed ai legnami, con economia di tempo e di danaro, sia nelle costruzioni civili, specialmente in quelle richieste dalle crescenti industrie, sia nelle opere pubbliche, particolarmente nella costruzione dei ponti, di cui, per la contemporanea scoperta della trazione a vapore ed il conseguente enorme sviluppo delle vie di comunicazione, cresceva a dismisura il numero. Ed è col ferro soltanto che furono possibili certe arditissime e colossali costruzioni, che sarebbe stato vano attendere dalle murature e dai legnami. I nuovi tipi di costruzioni eseguite con questo materiale, così numerose nello scorso secolo, talchè giustamente venne chiamato il secolo del ferro, richiesero dalla *Scienza delle costruzioni* teorie speciali che non tardarono a formare un rispettabile corpo di dottrina.

Si svolgeva la teoria delle travature reticolari per opera di Maxwell, Jenkin, Culmann, Cremona, Levy, Winkler, Mohr, Fränkel, Föppl, Müller-Breslau, Williot, Ritter e tanti altri.

Si sviluppava e si completava in modo meraviglioso, per opera di Navier, Clapeyron, Winkler, Mohr, Culmann, Weyrauch, Ritter, ecc. la teoria della trave a due ed a più appoggi (trave continua), la quale trova appunto la sua principale applicazione nei ponti metallici a travate.

Naseva e si perfezionava la teoria degli archi elastici per merito di Bresse, Culmann, Winkler, Ritter, Weyrauch e molti altri.

Da questo notevole sviluppo delle ricerche teoriche per la statica delle costruzioni metalliche trasse vantaggio pure la teoria statica delle costruzioni murarie, quando al fine fummo persuasi che anche queste non si sottraggono alle leggi di elasticità, come lo hanno provato innumerevoli delicate esperienze sui materiali componenti tali costruzioni, e più ancora le prove sulle costruzioni finite, specialmente quelle classiche eseguite dalla benemerita Società degli Ingegneri Austriaci (1).

(1) Cfr. *Bericht des Gewerbe-Ausschusses*, Zeitschr. des Oesterr. Ing.-u. Arch.-Verienes, Wien, 1895 (esiste trad. francese).

Troppo lungo sarebbe fermarsi a considerare i progressi della scienza delle costruzioni nelle singole questioni dell'ingegneria; tuttavia non possiamo tacere della estesa applicazione dei principi rigorosi della teoria dell'elasticità, fatta negli ultimi anni, sotto forma dei cosiddetti *nuovi metodi della teoria della resistenza dei materiali* (1). I teoremi dei lavori virtuali, delle derivate del lavoro e del minimo lavoro, il teorema di reciprocità, per merito dei Dorna, Menabres, Maxwell, Betti, Castigliano, Mohr, Weyrauch, Krohn, Müller-Breslau, Ritter ed altri, condussero a soluzioni di una eleganza e semplicità ammirevoli in questioni relative a sistemi elastici sia staticamente determinati, sia iperstatici, sia per determinare le deformazioni, sia per calcolarne le sollecitazioni esterne. Come pure vuole essere accennato il metodo di calcolo basato sulle *linee d'influenza* introdotto da Winkler (1868), Mohr (1868), Weyrauch (1873-75), Fränkel (1876), ecc., col quale metodo è resa di un'evidenza assoluta la legge di variazione delle funzioni che interessa considerare nelle costruzioni soggette a carichi mobili. Questo metodo poi, in grazia del teorema di Maxwell, in virtù del quale ogni linea d'influenza può essere interpretata come linea di deformazione, rese la trattazione dei sistemi iperstatici di una semplicità e di una chiarezza meravigliose.

Con tali progressi della scienza i problemi più ardui della statica delle costruzioni ebbero completa ed elegante soluzione, come, ad esempio, il problema della trave continua con appoggi elastici, cimentata da carichi mobili non solo, ma anche da forze orizzontali come quelle provenienti dalla frenatura di un treno ferroviario; così pure il regime statico di un viadotto a più arcate elastiche, considerate solidali, com'esse sono, coi piedritti, spalle e pile, anch'essi elastici e riposanti su terreno cedevole, sotto l'azione delle anzidette forze esterne, può essere al giorno d'oggi completamente determinato, ed il Ritter, col classico metodo dell'ellisse di elasticità, ne indicò la elegantissima soluzione.

(1) CASTIGLIANO A., *Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques et ses applications*, Turin, 1879.
MÜLLER-BRESLAU H. F. B., *Die neueren Methoden der Festigkeitslehre*, Leipzig, 1886-1904.

**

Ai progressi giganteschi fatti dalla teoria statica delle costruzioni tennero dietro quelli sulla conoscenza dei materiali che vi s'impiegano. Si è già accennato come sorse e come venne coltivata questa scienza sperimentale fin verso la metà del secolo scorso, ma lo sviluppo da essa preso da una quarantina d'anni a questa parte è stato notevolissimo. Le macchine di prova si sono moltiplicate, perfezionate e divulgate per ogni dove, e gli strumenti di misura delle deformazioni hanno raggiunto tale grado di perfezione da gareggiare coi più delicati apparecchi della fisica sperimentale.

Mentre nella Svizzera, in Olten, il Culmanu intraprendeva già nel 1866 una serie sistematica di esperienze con una delle prime macchine Werder, che poi nel 1879 fu trasportata al Politecnico di Zurigo, a Monaco il prof. Bauschinger, nel 1871, fondava la vera scienza sperimentale dei materiali da costruzione, apportandovi tutta la sua cultura matematica e la competenza somma in fatto di ricerche sperimentali di alta precisione, come poteva farlo lui che si era anteriormente dedicato a ricerche e ad osservazioni astronomiche. Sono classiche le sue ricerche sull'elasticità e resistenza delle pietre naturali ed artificiali, sul loro consumo per attrito, sulla gelività delle medesime; le ricerche sui cementi e sui legnami; le esperienze sull'elasticità e resistenza del ferro, saldato o colato, a sollecitazioni statiche, sull'alterazione del limite di elasticità prodotto da sollecitazioni frequentemente ripetute, e da temperature elevatissime; sulla saldabilità del ferro e dell'acciaio dolce; sull'influenza della forma dei saggi e della durata delle prove. Particolarmente interessanti per la pratica sono le esperienze sulla resistenza delle colonne in ghisa, in ferro, in pietra esposte a temperature altissime e poi repentinamente raffreddate, ecc., ecc., risultati riportati in quelle apprezzatissime *Mittheilungen* (1) del Laboratorio di Monaco.

Fu merito del Bauschinger d'aver introdotto nella ricerca delle deformazioni elastiche il metodo di Gauss di misura delle deviazioni angolari per mezzo di scale riflesse da specchietti, coordinandolo con

un geniale strumento da applicarsi al saggio. Con questi apparecchi a riflessione si valutano al giorno d'oggi le deformazioni coll'approssimazione di $\frac{1}{5000}$ millimetro.

Il Bauschinger poi ben presto s'avvide che i risultati sperimentali conseguiti da diversi sperimentatori non possono essere paragonabili fra loro, se i procedimenti impiegati non sono assolutamente identici, ed allo scopo appunto di conseguire un'unificazione nei metodi di prova fu il promotore e l'anima delle conferenze di Monaco (1884), di Dresda (1886), di Berlino (1890), di Vienna (1893), che si trasformarono in seguito in veri congressi internazionali tenutisi, dopo la morte di lui, a Zurigo nel 1895, a Stoccolma nel 1897, a Budapest nel 1901, e nel settembre scorso a Bruxelles. In questi, da un'Associazione internazionale per la prova dei materiali fondata nel 1895, furono discusse le questioni più importanti per la prova e l'accettazione dei materiali da costruzione, sia metallici, sia lapidei o cementizi.

Il Tetmajer, Direttore del rinomato Laboratorio di Zurigo, fu degno successore del Bauschinger in quest'indirizzo, e fu il primo presidente dell'Associazione, conservando tale carica fino alla morte disgraziatamente avvenuta l'anno scorso. A tutti è noto il contributo grande apportato anche dal Tetmajer a questi studi colle ricerche sulle pietre naturali ed artificiali, sui legnami della Svizzera, sul ferro saldato o colato e su altri metalli. A lui è dovuto il cosiddetto *coefficiente di qualità*, o *coefficiente di Tetmajer*, che, secondo il parere di distinti tecnici, definisce bene le qualità di resistenza e di tenacità del metallo. Classiche soprattutto sono le complete esperienze sui cementi ed altri agglomeranti, e le prove sui solidi caricati di punta, per mezzo delle quali viene perfettamente spiegato l'apparente paradosso cui conduce l'impiego incondizionato della formula di Eulero, e vengono trovate altre formole valevoli quando quella cade in difetto (1).

Se un'unificazione completa nei metodi di prova dei materiali è ancor oggi desiderata per le molteplici e svariate difficoltà, facilmente

(1) *Mittheilungen der Materialprüfungs-Anstalt am schweiz. Polytechnikum in Zürich.*

L. V. TETMAJER, *Die angewandte Elastizitäts- und Festigkeits-Lehre*, Leipzig, Deuticke, 1904.

(1) *Mittheilungen aus dem Mechanisch-Technischen Laboratorium der K. Polytechnischen Schule in München*, 1873.

immaginabili, incontrate dalle varie Commissioni di lavoro, è innegabile che un gran passo in questo senso è già fatto, e che tali sforzi hanno contribuito anche a perfezionare ed a scoprire nuovi metodi di prova.

Troppo lungo sarebbe enumerare tutti i benemeriti scienziati che con tali ricerche sperimentali contribuiscono e contribuiscono al progresso della scienza e della pratica delle costruzioni; a Berlino (1), a Stoccarda (2), a Monaco, a Vienna (3), a Zurigo, a Pietroburgo, a Parigi (4), ed in tante altre città di Europa e di America si lavora alacremente in questo indirizzo.

Negli ultimi anni poi alle prove meccaniche, sia di resistenza, sia tecnologiche, dirette a conoscere le qualità dei metalli, si aggiunsero per questi esperienze di altro genere, come l'attacco con gli acidi e quella nuova scienza, la *metallografia*, che ci pone in grado di conoscere la costituzione intima dei vari metalli, addestrandoci per tal modo alle più delicate particolarità dei procedimenti metallurgici onde ottenere il prodotto colle qualità volute.

Anche l'Italia ha compreso l'importanza delle prove sperimentali sui materiali da costruzione, ed un'Associazione nazionale, a questo scopo costituita, ha tenuto già quattro congressi conseguendo risultati non privi d'importanza.

Col progresso di questi studi sperimentali si è acquistata al giorno d'oggi una conoscenza intima e completa dei materiali da costruzione, e si può avere quindi tutta la garanzia desiderabile all'atto dell'accettazione, il che, mentre tranquillizza ed esonera da responsabilità l'acquirente, promuove una salutare concorrenza fra i produttori onde migliorare sempre più il prodotto. E così i nostri professionisti e le nostre Amministrazioni si convincessero, come si è già convinti all'estero, dell'opportunità di queste prove prima d'intraprendere qualsiasi costruzione!

A queste prove si prestano in generale i laboratori annessi agli istituti di istruzione tecnica superiore, i quali, ricchi come sono al

(1) *Mittheilungen aus den Kgl. techn. Versuchsanstalten*, Berlin.
MARTENS, *Materialienkunde*.

(2) *Das materialienkunde. Mittheilungen über Forschungsarbeiten*, ecc.

(3) *Mittheilungen des K. K. technologischen Versuchsanstalts*, Wien.

(4) *Communications présentées devant le Congrès intern. des méthodes d'essai des matériaux de construction*, Paris, 1901.

giorno d'oggi di macchine e di strumenti di misura di alta precisione, sono una creazione soltanto degli ultimi anni, creazione resa possibile dallo sviluppo della scienza delle costruzioni e dai progressi della meccanica, e richiesta dalla crescente pretesa di economia nelle costruzioni, alla quale non può andar disgiunta l'intima conoscenza dei materiali onde assicurare il voluto grado di stabilità. Ma lo scopo primo di questi laboratori scientifici dev'essere più elevato; essi non devono confondersi con semplici stazioni sperimentali, destinate soltanto ad eseguire con metodi perfettamente determinati, le prove normali per l'accettazione dei materiali, essi debbono servire innanzi tutto al progresso della scienza sperimentale, sia per conseguire una più intima conoscenza dei materiali e migliorarne la produzione, sia per definire sempre meglio i più adatti metodi di prova, sia per determinare i coefficienti che valgono a mettere meglio d'accordo la teoria colla pratica.

••

Le costruzioni metalliche che, sorte sul cadere del secolo decimottavo, si erano enormemente sviluppate nel secolo scorso sotto i migliori auspicci, detronizzando in molti casi le costruzioni murarie e quelle in legname, manifestarono col tempo anch'esse i loro inconvenienti. Spese di manutenzione, talvolta rilevanti, per impedire l'ossidazione, sciupio di materiale per gli indebolimenti prodotti dalle unioni, insufficiente sicurezza contro gli incendi, produzione di rilevanti sforzi secondari, non facilmente calcolabili, furono i principali difetti che raffreddarono col tempo l'entusiasmo per le costruzioni metalliche, e spinsero i tecnici alla ricerca di un nuovo tipo di costruzione che possibilmente riunisse in sé i vantaggi delle costruzioni metalliche e di quelle murarie, senza averne i difetti. Ed il nuovo sistema sorse inaspettatamente da umili natali: alcuni oggetti di giardinaggio fabbricati con cemento armato di fili di ferro, dimostrarono il felice connubio di questi due materiali così disparati. La pratica anche in questo caso precorse la teoria, e nacque come d'incanto le costruzioni impropriamente dette in *cemento armato*, nelle quali viene utilizzata nel miglior modo la grande resistenza, generalmente a tensione, del ferro, o meglio dell'acciaio dolce, e la notevole resistenza a compressione del conglomerato di cemento Portland. Mentre dal lato estetico

queste costruzioni partecipano simultaneamente e della monumentalità di quelle murali e della leggerezza ed arditezza delle costruzioni metalliche, racchiudono in sé dei rilevanti pregi tecnici, sì che meritamente accattivavano la simpatia di molti costruttori. Resistenza agli incendi, inalterabilità del ferro e completa sua aderenza al conglomerato, buon comportamento alle azioni dinamiche dei carichi, economia e celerità di costruzione, nessuna spesa di manutenzione, ecc., sono altrettante doti preziose di questo nuovo sistema di costruzione, che ha avuto ormai la sanzione in tante opere di primaria importanza, nelle quali non si sa se ammirare di più l'arditezza delle forme o la rigidità di tutto l'insieme.

La teoria venne ben presto in soccorso di questa nuova tecnica, e se meraviglioso fu il succedersi in quest'ultimo quarto di secolo delle opere le più svariate eseguite in questo sistema, non meno febbrile fu la ricerca teorica e sperimentale per assicurarne il voluto grado di stabilità.

E così sempre, per qualsiasi sistema di costruzione, la scienza con i suoi più recenti progressi, ha apportato ovunque i suoi lumi per risolvere le questioni sia pure più ardue della statica.

I progressi fatti dalla tecnica del costruire cadono poi sotto gli occhi di tutti: per essa non rappresenta più una difficoltà trasportare il treno ferroviario sulle alte cime dei monti, o nelle viscere della terra, o attraverso bracci di mare; varcare vasti specchi d'acqua o profondi burroni con ponti grandiosi; costruire quei colossi d'acciaio che, a guisa di città galleggianti, solcano i mari, e mille altre opere titaniche. Ma se fissiamo più singolarmente l'attenzione sopra alcuna di esse, meglio apprezzeremo i progressi fatti.

Così se confrontiamo le antiche fondazioni, specialmente quelle in condizioni difficili, colle più recenti e più perfezionate fondazioni ad aria compressa o con quelle in cemento armato, sia a struttura continua sia con semplici pali, vediamo quanto cammino si è fatto nel conseguire una maggior perfezione di lavoro congiunta ad una celerità sorprendente. Analoga osservazione noi possiamo fare nelle costruzioni sopra terra; quali immensi edifici d'indole civile o industriale vediamo sorgere in brevissimo tempo, dotati di una robustezza che in altri tempi sarebbe stato vano sperare!

E che dire delle opere pubbliche, e specialmente dei ponti? Mentre le arcate dei ponti in muratura dell'epoca romana avevano una luce

che raramente sorpassava i 25 metri (1), la Francia che fin dall'epoca del Perronet (1760), è stata maestra in fatto di costruzioni di tal genere, ha costruito negli ultimi tempi dei ponti in muratura come il ponte Lavanr, il ponte Castelet, il ponte Antoinette (2), il ponte sulla Petrusse nel Lussemburgo ed altri, nei quali ad un'arditezza straordinaria è congiunta un'ammirevole eleganza di forme; le luci di questi ponti vanno dai 40 agli 84 metri. Dello stesso tipo sono il nostro recente ponte in granito presso Morbegno, con una luce di 70 metri, e quello sull'Isone a Salcano (Gorizia), con luce di m. 85; nel ponte di Plauen sul Syrtal (Sassonia) si sono raggiunti i 90 metri di luce.

Ma ancor più meravigliosi sono i risultati raggiunti nei grandiosi ponti metallici (3). I bellissimi viadotti costruiti dall'Eiffel, sul Douro nel Portogallo e di Garabit in Francia con arcata centrale rispettivamente di 160 e 165 metri di luce; quello analogo nostro di Paderno; il viadotto di Mungsten in Prussia con arco di m. 170 di luce; i ponti sul Reno a Bonn e a Düsseldorf con arcata di m. 187,2 e 181,3; il viadotto sul Viar in Francia con luce di m. 220; il nuovo ponte sulle cascate del Niagara con arcata di m. 256; i due colossali ponti sospesi rigidi sull'East River e cioè il ponte fra Brooklyn e New-York del 1883 a cinque strade, largo 26 metri, lungo più che un chilometro, con una luce libera di m. 483, ed il Williamsburg-Bridge del 1903, largo 36 metri con luce centrale di m. 487,70; il famoso ponte di Dublino sul Firth of Forth colla luce maggiore di m. 521,2 che richiese circa 60000 tonn. di acciaio dolce, costruito secondo quel razionale tipo a mensola, ideato dal Gerber fin dal 1866, il quale realizza quasi completamente l'economia della trave continua senza averne gli inconvenienti derivanti dal cedimento degli

(1) Sono eccezionali il ponte di Narni, il ponte di Alcantara con arco di m. 36, ed il ponte di Kiahkha con arco di m. 34. Cfr. C. MERCKEL, *Die Ingenieurtechnik im Alterthum*, Berlino, Springer, 1899.

(2) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1888.

MEHRTENS, *Der Brückenbau sonst und jetzt*, Zürich, 1899.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften — Steinerne Brücken — Leipzig, 1904.

(3) *Handbuch der Ingenieurwissenschaften — Bogenbrücken u. Hängebrücken* — Leipzig, 1906.

MEHRTENS G., *Der deutsche Brückenbau im XIX Jahrhundert*. Berlin, Springer, 1900 (tradotto in francese ed in inglese).

LEBER V. M. E., *Bulletin du Congrès des Chemins de fer*, Sept. 1900.

appoggi, e ne permette la montatura senza ponti di servizio; il ponte dello stesso tipo che trovasi ancora in costruzione in Quebec nel Canada sul S. Lorenzo, con una luce centrale di m. 548,63, ecc., ecc., sono tali opere che attestano splendidamente a quale altissimo grado di perfezione e di grandiosità è giunta la tecnica del costruire, guidata dalla scienza ed aiutata dai meravigliosi ultimi progressi della metallurgia e della meccanica, la quale, reciprocamente, molto deve della perfezione delle sue attuali macchine alla scienza delle costruzioni, e precisamente alla conoscenza perfetta della natura dei materiali ed alla progredita teoria della resistenza dei materiali.

Avanti ad opere siffatte, progettate secondo i rigorosi dettami della scienza, eseguite colle migliori attuali norme costruttive ed impiegando le eccellenti qualità di materiali di cui si può disporre al giorno d'oggi, l'ingegnere che ne fu l'autore prova un legittimo orgoglio ed oltretutto dagli uomini aspetta, starei quasi per dire, dalla costruzione stessa una parola di soddisfazione del regime statico in cui l'ha posta!

..

Ai progressi fatti in questi ultimi tempi dalla scienza delle costruzioni, dei quali ho tentato dare un'idea, per quanto pallida, fanno riscontro quelli di tutte le altre scienze dell'ingegnere: l'elettrotecnica, la meccanica, la termotecnica, la chimica applicata, le varie tecnologie, ecc., si sono talmente sviluppate che i programmi di quanto dev'essere necessariamente insegnato al giorno d'oggi nella Scuola sono raddoppiati, triplicati rispetto a quelli di una volta, mentre pur troppo la potenzialità del cervello umano non si è accresciuta. È passato il tempo in cui era dato d'insegnare ad ogni allievo tutti i rami dello scibile tecnico. L'immensa mole delle attuali teorie, le esigenze della nostra moderna società nella soluzione esatta dei vari problemi d'ingegneria, la precoce e febbrile attività richiesta nei moderni ingegneri, per cui non è loro concesso indulgersi soverchiamente sulle panche della scuola, vogliono imperiosamente la divisione e la limitazione degli insegnamenti.

A ciò provvede il nuovo Politecnico, in primo luogo colla distinzione di quattro carriere scolastiche che conducono alle lauree di architetto, d'ingegnere civile, d'ingegnere meccanico e d'ingegnere chimico, ed in secondo luogo colla riforma degli insegnamenti fisico-

matematici. Il quesito: quale sia la coltura matematica veramente necessaria agli ingegneri, si è fatto ai nostri giorni sempre più urgente per l'accresciuta mole degli insegnamenti da una parte, dall'altra per l'opportunità di accelerare il conseguimento delle lauree. Tale problema è stato vivamente discusso all'estero negli ultimi anni, dove non mancarono insegnanti e tecnici distinti a sostenere che a guadagnare tempo per i corsi pratici, conveniva ridurre quell'istruzione matematica che costa tanta fatica all'allievo, e della quale così di rado si serve l'ingegnere nell'esercizio della sua professione. Però questa corrente di praticità venne moderata, se non contrastata, dalla opinione di persone eminenti, le quali, ammettendo benissimo che non siano di alcun vantaggio per l'ingegnere le speculazioni matematiche prive di utilità pratica, si sono dichiarate assolutamente contrarie ad abbassare il livello generale delle cognizioni matematiche dei futuri ingegneri, sapendo per esperienza quanto sia necessaria una seria coltura matematica nei numerosi casi in cui il tecnico può essere chiamato, non all'esecuzione materiale di un calcolo di ben nota natura, ma alla scoperta del vero in questioni d'indole nuova.

Sfrondare gli insegnamenti fisico-matematici di quelle parti che non hanno pratica applicazione per l'ingegnere, conservare alle parti fondamentali e veramente ad esso proficue tutto il rigore scientifico, senza di che le nostre scienze applicate correrebbero il grave pericolo di essere travolte da un fatale empirismo, procurare di stimolare fino dall'inizio l'amore agli studi matematici con applicazioni d'indole pratica, costituire, son certo, il programma di studio per la graduale trasformazione del biennio di avviamento alle discipline dell'ingegnere. Con questa riforma la mole degli studi necessari a ciascuna categoria di allievi non sarà eccessiva, e si potrà giustamente pretendere che ciò che s'insegna venga non superficialmente compreso, ma perfettamente assimilato. Dando poi, in quegli insegnamenti che lo comportano, maggior sviluppo alle esercitazioni di laboratorio, i nostri corsi assumeranno quel carattere scientifico-pratico che procurerà anche al nostro Politecnico la fama meritamente acquistata da quelli esteri, ed il nuovo Istituto rappresenterà una degna evoluzione della nostra antica gloriosa Scuola degli Ingegneri!

È necessaria soprattutto l'armonia fra la teoria e la pratica; da quest'unione soltanto può scaturire ciò di cui ha bisogno l'ingegnere. Se non siamo più ai tempi della civiltà Greca o di quella

Romana o nel Medioevo, in cui la teoria era l'*arte nobile o liberale*, e la pratica l'*arte volgare*, non è però completamente distrutto il pregiudizio che, in fatto d'ingegneria, teoria e pratica possano andar disgiunte, e per lo spirito dei tempi nostri eccessivamente utilitario, tendono ad invertirsi le parti, la pratica vuole soppiantar la teoria, creando quel fatale reciproco discredito fra gli uomini di scienza e quelli della pratica, che si oppone all'affiatamento vicendevole di queste due classi di persone egualmente benemerite, dal quale l'ingegneria attenderebbe i più rapidi progressi. E così si stringessero maggiormente anche fra noi, in virtù di disposizioni ufficiali, come avviene all'estero, i legami fra il corpo insegnante ed i corpi tecnici governativi; ne avvantaggerebbe da un lato l'insegnamento scolastico, mentre dall'altro la pratica costruttiva procederebbe con metodi più sicuri e razionali!

* *

I progressi meravigliosi dell'ingegneria ai quali noi assistiamo non mostrano di arrestarsi; la mente umana, in questo campo, va sempre in cerca di nuovi trovati, li sperimenta, li perfeziona, e... va avanti. Da voi, o giovani, il mondo civile attende la prosecuzione di questa marcia gloriosa; sta ora a voi d'intraprendere con ardore il prescelto corso di studi, animati dal sacro fuoco della scienza, liberi da ogni preoccupazione estranea. Ricordatevi che l'arte dell'ingegnere, come già fu detto, è di *soggiogare le forze della natura a beneficio dell'umanità*. Per adempiere sì nobile ed alta missione vi occorre per ora studiare, e nient'altro che studiare con slancio, con perseveranza, con disciplina. E quando laureati dal nostro Istituto vi disperderete per il mondo, le vostre conquiste, o grandi o piccole, o nel campo della scienza od in quello della tecnica, saranno per voi la soddisfazione più pura e più ambita delle vostre fatiche, serviranno a portar lustro alla Scuola donde usciste, e vi mostreranno degni figli della nostra Italia che in tutte le età tanto contribuì al progresso universale!

Torino, 3 novembre 1906.

SULLA PREPARAZIONE DELL'ACIDO CLORIDRICO

PER SINTESI DAGLI ELEMENTI

M. G. LEVI e E. MIGLIORINI

La fabbricazione dell'acido cloridrico avviene tuttora, si può dire quasi esclusivamente col vecchio metodo e nelle vecchie fabbriche di soda Le Blanc, vecchio metodo e vecchie fabbriche che però non è da escludersi siano destinate a sparire col tempo, e a cedere il campo a metodi e ad impianti nuovi che sono il portato necessario dei processi elettrolitici per la fabbricazione della soda. In tutte le fabbriche di soda elettrolitica, ed il loro numero cresce ogni giorno, si dispone di quantità enormi ed equivalenti di idrogeno e di cloro gassosi, e le menti degli industriali e degli scienziati s'affaticano da parecchi anni intorno allo studio di metodi e dispositivi pratici per poter combinare facilmente e senza pericolo i due elementi tra loro ed ottenere così dell'acido cloridrico sintetico. Alla risoluzione pratica del problema, nonostante i molti tentativi fatti, pare non si sia ancora arrivati; infatti quasi tutte le fabbriche di soda elettrolitica utilizzano ancora il loro cloro per fare dell'ipoclorito di calcio, ed è diventata così forte la produzione di questo composto che il suo valore commerciale ha dovuto necessariamente abbassarsi in modo considerevole e diventare assai poco remunerativo. Altre importanti applicazioni del cloro si vanno studiando da per tutto, ma per ora, per quanto noi sappiamo, non si praticano, se si eccettua l'impiego per la preparazione del clorato e la diretta utilizzazione in qualche industria di sostanze coloranti; in generale in questo caso il cloro viene prima liquefatto.

Tutti gli industriali sono concordi nel dire che l'avvenire delle industrie della soda elettrolitica si riconnette oggi intimamente al

problema dell'utilizzazione del cloro, ed è evidente che la sua trasformazione in acido cloridrico, qualora venisse resa facile e pratica, costituirebbe un passo molto notevole verso la risoluzione del problema.

Un tentativo di combinazione diretta dell'idrogeno col cloro per mezzo di un catalizzatore lo dobbiamo a H. e W. Pataky i quali cercarono di utilizzare e di rendere pratica l'osservazione di Berthelot e Guntz (1), secondo la quale si può ottenere dell'acido cloridrico facendo passare idrogeno sopra carbone di legna saturato di cloro; la reazione è così pronta che anche al buio si producono delle esplosioni se il carbone saturato di cloro vien portato in un'atmosfera di idrogeno. Il Pataky trovò che questi pericoli si possono evitare facendo passare contemporaneamente il cloro e l'idrogeno gassosi in un ambiente pieno di carbone. Il sistema di apparecchi ideati dal Pataky (2) è costruiti in argilla si trova disposto in un bagno ad acqua in modo da poter essere scaldato o raffreddato secondo i casi; tutto l'apparecchio vien riempito di carbone di legna in pezzi. Quando si introducono il cloro e l'idrogeno o in quantità equivalenti, oppure con eccesso d'idrogeno, alla superficie del carbone si forma dell'acido cloridrico che viene assorbito dal carbone stesso; in principio si riscalda il bagno ad acqua, poi eventualmente si raffredda. Quando è raggiunto il massimo di assorbimento dell'acido cloridrico da parte del carbone, il nuovo acido cloridrico che si forma sposta dal carbone quello che era stato assorbito. Non è a nostra conoscenza se il processo Pataky abbia avuto pratica applicazione, poichè in nessun luogo se ne trova notizia, ricordiamo soltanto l'opinione espressa nel 1902 dal Conroy in suo articolo sulla catalisi (3), in cui egli ritiene poco probabile che il processo Pataky possa mai diventare di estesa applicazione.

Un recente brevetto italiano preso dalla Società Italiana di Elettrochimica (4) riguarda un processo di fabbricazione sintetica dell'acido cloridrico dovuto all'ing. E. Crudo (5), e fondato sullo stesso

(1) *Compt. Rend.*, 59, 7.

(2) Brev. tedesco, n. 114219. Cl. 12 L. (1899) Brev. inglese 1831 (1900), *Chem. Cl. Bl.* 1900, II, p. 882.

(3) *Revue génér. des sciences*, 1902, p. 564.

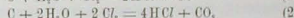
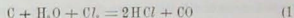
(4) Reg. gen. Minist. d'Agricoltura, vol. 46, n. 67950 (in data 29 maggio 1903).

(5) Togliamo le notizie riguardanti questo processo da copia del brevetto che ci siamo procurati al Ministero, e da informazioni che ci fornì gentilmente per lettera l'ing. Crudo stesso.

principio del processo Pataky, cioè sull'impiego di sostanze catalizzatrici. Le sostanze che secondo il Crudo meglio si prestano a questo scopo sono: il platino, la spugna di platino ed altre preparazioni platinatate, il piombo, il rame ed altri corpi semplici portati ad uno stato di grande divisione, un certo numero di ossidi e sali metallici, il sesquiossido di ferro, il cloruro di stagno, di rame, di mercurio, ecc. Lo stesso ing. Crudo ha constatato che alcune sostanze porose, come il carbone e la pietra pomice, le fibre d'asbesto, impiegate come supporto delle dette sostanze catalitiche, sembrano favorirne l'azione di contatto.

Le condizioni necessarie per il buon andamento del processo sono la temperatura costante per quanto è possibile, ed un lieve eccesso d'idrogeno. È opportuno che la temperatura non scenda al di sotto del limite corrispondente alla temperatura di reazione che è fissa per ciascuna delle sostanze catalitiche impiegate; l'eccesso d'idrogeno è necessario per la conservazione degli apparecchi e delle sostanze di contatto e per la purezza dell'acido che si ottiene.

Un altro processo col quale si tenta la trasformazione del cloro in acido cloridrico, non già per combinazione diretta con l'idrogeno, ma per azione sul vapore d'acqua, è stato studiato da Lorenz (1) e da Naumann e Mudford (2). Il cloro viene mescolato a vapore d'acqua e fatto passare sul carbone cocc leggermente arroventato, oppure sul carbone di legna. Si verificano allora, secondo il Lorenz, le seguenti reazioni:



Secondo Naumann e Mudford invece si realizza quasi esclusivamente la reazione (2) e l'anidride carbonica che si forma viene poi in parte ridotta ad ossido di carbonio. Nella pratica è opportuno evitare un soverchio eccesso di vapore d'acqua, perchè questo, agendo sul carbone, produce delle perdite di calore. Invece la trasformazione del cloro in acido cloridrico per mezzo dell'acqua e del carbone con formazione di CO_2 è un processo esotermico, che praticato in grande opportunamente, una volta iniziato, non solo non necessita ulteriore

(1) *Zeitschr. f. angew. Chem.* 10, 74 *Zeitschr. f. anorg. Chem.* 10, 74, 1896.

(2) *Zeitschr. f. angew. Chem.* 1897, 197 e AURUSS (*Handb. d. Elektrochemie* (1903), p. 310.

impiego di calore, ma anzi potrebbe somministrare una parte del calore necessario per la riduzione da parte del carbone della CO_2 a CO .

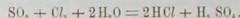
È evidente che di fronte a questi due processi descritti e che chiameremo processi al carbone, si presenterebbe, se possibile a realizzarsi, come molto più semplice, un processo di combustione diretta dell'idrogeno nel cloro o, più opportunamente, viceversa del cloro nell'idrogeno, in altre parole un processo che realizzasse praticamente ed in grande la vecchia esperienza di lezione, nella quale si mostra che con tutta facilità l'idrogeno brucia nel cloro, ed il cloro nell'idrogeno con formazione di acido cloridrico. Tentativi in questo senso, cioè tentativi di combinazione diretta dei due elementi senza l'intervento di catalizzatori ne sono stati fatti pochi e con poco successo; forse i pericoli di esplosione che presenta la combinazione diretta hanno trattenuto dall'occuparsi della questione, e soltanto recentemente qualche prova è stata tentata.

In qualche fabbrica di soda elettrolitica si è tentata e si pratica ancora la combustione dell'idrogeno in atmosfera di cloro per mezzo di bruciatori speciali; in tal modo si ottiene naturalmente un acido cloridrico contenente un eccesso di cloro. Quest'acido o viene spinto a torri di condensazione, sciolto nell'acqua è utilizzato tale e quale, oppure immerso direttamente negli spazi anodici delle celle elettrolitiche per la fabbricazione della soda per impedire la formazione di ipoclorito ed aumentare così il rendimento della corrente; quest'ultimo sistema di utilizzazione viene praticato per esempio nelle fabbriche francesi di soda elettrolitica dove s'impiega il processo Onthenin Chalandre (1). Notizie un po' estese sopra la preparazione dell'acido cloridrico per sintesi dagli elementi e precisamente per combustione dell'idrogeno nel cloro si trovano nel Manuale dell'ing. F. Villani: Soda caustica, cloro e clorati alcalini per elettrolisi (2).

Occupandosi dei metodi possibili di utilizzazione del cloro, il Villani parla appunto di apparecchi bruciatori che furono ideati per la sintesi dell'acido cloridrico e ne propone anche delle opportune modificazioni; in definitiva il bruciatore con le modificazioni proposte dall'ing. Villani (3) consisterebbe in un grande recipiente di vetro

opportunamente protetto, nel quale entra il cloro dal basso, e nel quale può esser introdotto al momento opportuno il beccuccio al quale è stato acceso l'idrogeno nell'aria; l'idrogeno continua a bruciare nel cloro e l'acido cloridrico che si forma viene spinto assieme all'eccesso di cloro, che è inevitabile, a torri di condensazione. Il Villani proporrrebbe uno o più di questi bruciatori a grandi fiamme multiple, come il sistema più adatto allo scopo: se invece i bruciatori sono molti, per esempio uno per ogni bagno elettrolitico, si esige una sorveglianza eccessiva e costosissima, perchè può succedere che qualche fiammella d'idrogeno si spenga e si formino miscugli esplosivi capaci di dar origine a scoppi dannosi e pericolosi.

Un'altra maniera di trasformazione del cloro in acido cloridrico che pure il Villani propone (1), e che secondo lui dovrebbe condurre ad un risultato più pratico e più remuneratore di quello dato dai bruciatori, consisterebbe nel far reagire il cloro con l'anidride solforosa in presenza di acqua secondo la ben nota reazione



Si otterrebbero in questa maniera acido cloridrico e solforico commerciali senza incorrere in pericolo alcuno di esplosioni; non sappiamo se il metodo sia ancora stato provato industrialmente.

Recentemente la Società Italiana di Elettrochimica ha brevettato (2) pure un dispositivo per la sintesi dell'acido cloridrico, col quale si dovrebbe arrivare ad un acido cloridrico puro; il dispositivo, secondo la descrizione stessa che ci siamo procurati al Ministero, consiste in un cilindro di capacità determinata, nel quale si muove un pistone capace di aspirare nel cilindro volumi eguali di cloro e d'idrogeno. Quando il pistone ha percorso metà della sua corsa, le valvole d'ammissione si chiudono, il pistone continua la sua corsa sino alla fine producendo quindi una rarefazione nei gas e provocando automaticamente, al momento opportuno, lo scoccare d'una scintilla; i gas si combinano e l'acido cloridrico formato viene dal pistone stesso spinto a torri di condensazione: tutto è regolato in modo che l'apparecchio funzioni automaticamente e che possa anche eventualmente funzionare da motore modificando il momento dell'accensione. I materiali che

(1) Vedi CONROY, *La catalyse et ses applications industrielles* - Revue gén. des sciences - 1902, p. 564, e anche AUBREY, *Electrochimie* (in Aufl.), p. 418.

(2) Ediz. Hoepli. Milano, 1904, p. 33-42.

(3) Di questi bruciatori l'ing. Villani ci informò anche gentilmente per iscritto.

(1) Loco cit., p. 42-45.

(2) In data 29 sett. 1904, Reg. gen. Ministero d'agric., n. 73757.

servono per la costruzione dell'apparecchio sono rivestiti di porcellana o di gres. Indipendentemente dai particolari dell'impianto, che non conosciamo esattamente, parrebbe che il sistema dovesse poter condurre a buoni risultati pur apparendo a prima vista un po' complicato.

L'ultimo tentativo infine che, a nostra conoscenza, sia stato fatto e sia stato anche applicato per questa sintesi dell'acido cloridrico, è rappresentato dal brevetto americano Roberts (1), utilizzato ora al Niagara.

Il principio del metodo brevettato consiste nel condurre i due gas, cloro e idrogeno, svolgentisi dalle celle elettrolitiche, separatamente lungo due tubi fino ad un punto comune dove i due tubi si congiungono ad Y, e dove può venir provocata e mantenuta la combustione analogamente a quanto succede nella ben nota sintesi dell'acqua col tubo ad Y di platino, secondo Piccard. È evidente che anche con questo metodo, purché si riesca veramente a bruciare sempre tutto il cloro, si dovrebbe arrivare ad un acido cloridrico puro: la combustione completa del cloro dev'essere evidentemente più sicura disponendo di un eccesso d'idrogeno.

Sarebbe difficile e fuori di luogo dare ora un giudizio sopra questo complesso di sistemi destinati alla trasformazione industriale del cloro in acido cloridrico: giudicando così superficialmente (2), parrebbe che il sistema dei bruciatori, qualora potesse raggiungere un funzionamento sicuro e continuo e qualora potesse condurre ad un acido cloridrico puro, dovesse costituire il metodo più semplice, più economico e più remunerativo.

Allo studio di questi bruciatori noi abbiamo rivolto già da qualche tempo la nostra attenzione e vi siamo stati indotti dal desiderio di studiare un po' anche noi la questione oggi così incalzante dell'utilizzazione del cloro elettrolitico. Tanto più legittimo era questo nostro desiderio in quanto che uno di noi ha recentemente brevettato un processo elettrolitico per la fabbricazione del borace (3), nel quale si

(1) Brev. americ., n. 807640 (19 dic. 1905). — Stati Uniti.

" " n. 97847 (6 marzo 1906). — Canada.

(2) Qualora io possa disporre prossimamente di mezzi adatti allo scopo, sarebbe mia intenzione di fare delle ricerche comparative tra i diversi metodi per poterli così giudicare con più conoscenza di causa.

M. G. LEVI.

(3) Vedi: M. G. LEVI: *La fabbricazione elettrolitica del borace*: Atti del VI Congresso internaz. di Chimica Appl., Sez. X (Roma, aprile 1906).

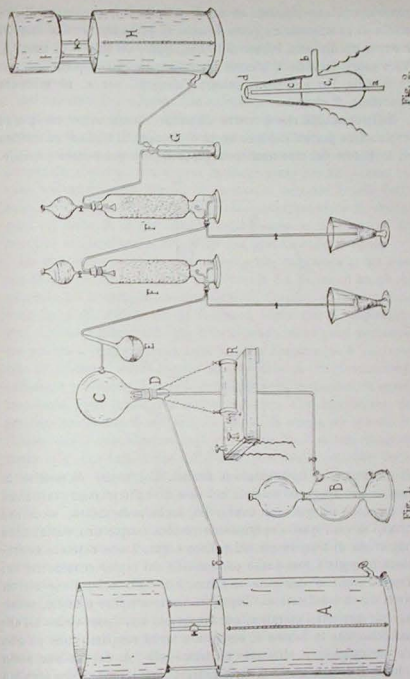
sviluppano agli elettrodi quantità equivalenti di idrogeno e di cloro e nel quale quindi bisogna necessariamente preoccuparsi del problema dell'utilizzazione del cloro.

Le nostre ricerche ci hanno condotto ad un sistema di bruciatore che crediamo possa soddisfare meglio degli altri allo scopo cui è destinato, sia per regolarità di funzionamento, sia per purezza di acido che produce: per ora le nostre esperienze sono, per quanto eseguite anche abbastanza in grande, semplici esperienze di laboratorio; speriamo ci sia dato mezzo tra breve di poter provare il sistema industrialmente e che il risultato nella tecnica corrisponda, come tutto farebbe prevedere, al risultato di laboratorio.

Ecco in che consiste l'apparecchio del quale ci siamo serviti per le nostre esperienze: il dispositivo generale nel suo complesso appare nella fig. 1: Dal gascometro A, a livello graduato esce l'idrogeno, dall'apparecchio di Kipp B esce il cloro prodotto dall'azione dell'acido cloridrico concentrato sopra delle pastiglie di ipoclorito commerciale impastato e compresso con ossido di magnesio. Dapprima si comincia a far passare idrogeno e a spostare l'aria da tutti gli apparecchi C, E, F, F', G: quando dalla bottiglia G si nota che esce soltanto idrogeno, si comincia a far agire il rochetto R e a far scoccare delle scintille ben nutrite tra due fili di platino annessi al bruciatore, del quale accenneremo poi più dettagliatamente: in questo momento si fa entrare il cloro da B dopo aver opportunamente regolato la corrente d'idrogeno; per azione della scintilla, il cloro si accende immediatamente nell'atmosfera d'idrogeno e vi continua a bruciare con fiamma regolare e tranquilla anche dopo fatta cessare l'azione del rochetto. L'importante per la regolarità della fiamma è che ci sia sempre un sufficiente eccesso d'idrogeno e che durante il funzionamento i due gas non subiscano forti variazioni di pressione: un buon indicatore di regolare funzionamento è l'incandescenza a cui vengono portate le punte dei fili di platino: se essa varia d'intensità, vuol dire che è variata la temperatura della fiamma e quindi la velocità o il rapporto dei due gas. L'acido cloridrico che si forma nel pallone di vetro C uscendo dalla tubulatura laterale assieme all'eccesso di idrogeno, si scioglie in parte nell'acqua contenuta in E e poi completamente nelle torri a condensazione F, F', riempite di pezzi di pomiche sui quali gocciola continuamente dell'acqua. La bottiglia G contiene un po' di soluzione alcalina di anidride arseniosa titolata,

che serve prima di tutto come semplice indicatore della velocità d'efflusso dell'idrogeno in eccesso, e serve inoltre a dimostrare se sfuggono alla condensazione acido cloridrico o eventuale cloro; diciamo subito che dopo tutte le nostre esperienze la soluzione concentrata in G si dimostrò sempre perfettamente inalterata. L'eccesso d'idrogeno viene raccolto e misurato nel gasometro H; per finire un'esperienza si chiude l'uscita del cloro, si sposta con idrogeno o con aria tutto l'acido cloridrico contenuto in C, si lava bene la pomice di F e F', si raccolgono tutte le acque cloridriche e vi si determina l'acido volumetricamente; si fa inoltre il saggio per l'eventuale cloro libero nell'acido formato, saggio che in tutte le nostre esperienze riuscì sempre negativo, indicando così sicuramente che tutto il cloro uscente da B veniva trasformato in acido cloridrico: in questa maniera, se sono puri l'idrogeno e il cloro da cui si parte, se l'acqua, che serve per la condensazione, è distillata e se la pomice è perfettamente lavata, si ottiene un acido chimicamente puro.

Il rendimento rispetto all'idrogeno, come ce l'hanno dimostrato numerosissime esperienze, è quantitativo: per conoscerlo, non si faceva altro che tener conto del volume di gas uscito da A e di quello raccolto in H, fare le opportune correzioni per le pressioni e le temperature e confrontare l'acido cloridrico ricavabile teoricamente dall'idrogeno consumato con quello ottenuto in realtà; si ottenne sempre un rendimento quasi del 100 %. Per le dimensioni e la disposizione del nostro apparecchio, risultò opportuno, per aver una fiamma regolare, che circa $\frac{1}{4}$ dell'idrogeno uscente da A rimanesse in eccesso; la produzione raggiunta fu di ca. 100 gr. d'acido cloridrico (HCl) all'ora in esperienze prolungate anche per parecchie ore. Circa ai particolari dell'apparecchio e del dispositivo adoperati non c'è molto da dire, perchè essi sono visibili dal disegno: il pallone C a due tubulature aveva la capacità di ca. 3 litri, il palloncino codato E aveva lo scopo principale d'impedire che per un eventuale assorbimento, l'acqua raccolta al fondo della torre F avesse a passare direttamente in C. Il bruciatore D è disegnato più in grande nella fig. 2; esso consiste in definitiva di un tubo a T largo, di porcellana b c e, nel quale entra fissato ad una delle estremità un tubo più stretto pure di porcellana a che arriva fino a circa 3 mm. sotto l'apertura superiore di c; per le nostre esperienze, senza bisogno di ricorrere al tubo a T di porcellana (che però sarebbe necessario in



pratica), abbiamo adattato ad un T di vetro be., per mezzo di un anello di caoutchuk un pezzo di tubo di porcellana c; l'orifizio di c aveva un diametro interno di 10 mm., quello del tubo a di mm. 2,5. Poco sopra l'orifizio di c erano adattati i due fili di platino d, per la scintilla. Per b si faceva entrare l'idrogeno, per a, al momento opportuno, il cloro.

Nell'eventualità che il nostro dispositivo possa avere un giorno applicazione pratica ci siamo anche preoccupati di studiare un sistema di avvisatore del caso assai poco probabile, ma pur sempre possibile,

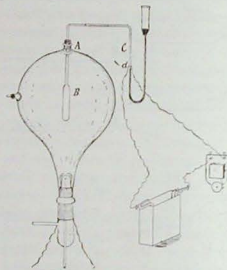


Fig. 3.

di un improvviso spegnimento di fiamma. Col nostro dispositivo la fiamma può spegnersi soltanto nel caso di un'improvvisa variazione di pressione nei gas, o di improvvisa, anche momentanea, mancanza di uno di essi; questo spegnimento provoca sempre una diminuzione improvvisa di temperatura nel pallone e quindi una notevole aspirazione, la quale è resa anche più sensibile dal rapido condensarsi del vapor d'acqua e dell'acido cloridrico contenuti nel pallone stesso. Nella fig. 3 è indicato un dispositivo molto semplice e molto sensibile per avvisare l'operatore, qualora questo non fosse vicino all'apparecchio, che la fiamma si è spenta o anche semplicemente ch'essa sta per spegnersi: attraverso un terzo collo A del pallone passa il bulbo B di una specie di termometro ad aria il quale viene regolato

ad un'altezza opportuna sopra la fiamma; noi abbiamo costruito un termometro di vetro fusibile comune, ma qualora per un determinato dispositivo tecnico si dovesse avvicinare molto il bulbo alla fiamma, si potrebbe costruirlo di quarzo per premunirsi meglio dai pericoli di rottura.

Nel capillare C è disposta una colonna di mercurio in modo tale che al massimo ordinario di temperatura, cioè a fiamma regolare e completa, il mercurio stia qualche mm. distante da due fili di platino d saldati nel capillare e posti in connessione col circuito di un campanello elettrico; non appena la temperatura per un brusco variare o spegnersi della fiamma, si abbassa, il mercurio chiude il circuito ed il campanello avvisa. Regolando opportunamente le dimensioni del bulbo B, la sua distanza dalla fiamma e la posizione del mercurio nel capillare, si raggiunge una grandissima sensibilità.

Un dispositivo avente lo stesso scopo e che raggiunge anche forse una maggiore sensibilità tanto da ridurre a 3-4 secondi il tempo che intercede tra lo spegnimento di fiamma e l'avviso, è rappresentato nella fig. 4. Si utilizza qui il fenomeno improvviso di aspirazione (cui abbiamo già accennato più indietro) che avviene quasi contemporaneamente allo spegnimento della fiamma; l'aspirazione è così notevole da provocare nella colonna di mercurio A un innalzamento sufficiente a chiudere il circuito dell'apparecchio avvisatore; in questo caso basta, come indica chiaramente la figura, che una branca del capillare contenente il mercurio sia introdotta aperta per il collo B; l'aspirazione è sensibilissima in A nonostante che il pallone sia aperto anche in C. Con tutti e due i dispositivi descritti si potrebbe, anche eventualmente, inserire nel circuito dell'avvisatore il rocchetto destinato a provocare la scintilla al bruciatore in modo che appena spenta la fiamma, scocchi di nuovo la scintilla e la riaccenda, in seguito alla chiusura del circuito. Uno spegnimento di fiamma porta l'inconveniente che del cloro passa avanti inalterato ed inquina l'acido cloridrico, oltre a che si forma anche un po' di miscuglio esplosivo che potrebbe presentare, se è in quantità abbastanza forte, qualche pericolo. Qualora non si riuscisse a riaccendere immediatamente la fiamma spenta, il metodo migliore è quello di staccare la comunicazione dagli apparecchi di condensazione e di riempire di nuovo il pallone d'idrogeno; per brevissimi tratti di tempo si è sicuri che il cloro non può arrivare ad inquinare l'acido cloridrico delle torri. Tutte queste pre-

cauzioni sono consigliate soltanto da un eccesso di prudenza, perchè col nostro dispositivo e con pressione di gas ben regolata, lo notiamo ancora, è quasi impossibile che la fiamma si spenga.

Noi abbiamo eseguito esperienze in condizioni diversissime e disponendo anche sempre di una sorgente di cloro non troppo costante qual'è un apparecchio di Kipp; abbiamo sempre ottenuto una fiamma regolarissima e che durava tale fino a che il Kipp non accennava ad esaurirsi. Certamente l'ideale sarebbe poter avere in pratica i due gas già precedentemente raccolti in opportuno serbatoio, ciò che del

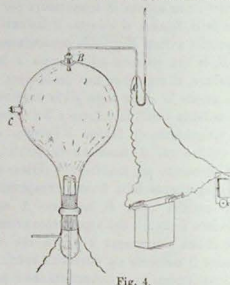


Fig. 4.

resto non presenterebbe grandi difficoltà; si potrebbe così esser più sicuri della natura vera dei gas che si adoperano e della costanza della pressione. Quanto alla camera, diremo così, di combustione, rappresentata nelle nostre esperienze dal pallone tubulato, essa potrebbe, in pratica, tanto essere di vetro quanto anche di porcellana o di grès; basterebbe vi fossero opportunamente disposte due finestre per poter vedere dall'esterno il funzionamento del bruciatore.

Per questi ed altri particolari, soltanto delle esperienze industriali potranno decidere, noi intanto abbiamo creduto di fare domanda di brevetto per il nostro apparecchio (1) nella speranza di poterlo tra breve sperimentare tecnicamente.

(1) Domanda presentata il giorno 20 ottobre 1906.

Ci piace intanto di far rilevare come ad una questione tecnica così importante, com'è quella della trasformazione del cloro in acido cloridrico, abbiamo portato un valido e forse il più valido contributo lavori e ricerche italiane, e ci auguriamo che a queste sia riservata la risoluzione pratica e definitiva dell'importante problema.

Non vogliamo omettere, prima di chiudere, di ringraziare i professori Nasini ed Anderlini ed il D^r F. Ageno per i varii utili consigli che ci diedero durante il nostro lavoro.

PRINCIPI DI TERMODINAMICA GRAFICA

Ing. EZIO MORIONDO

(Continuazione e fine).

IV. — Il vapore d'acqua surriscaldato.

Le leggi che seguono i vapori riscaldati tendono a quelle dei gas perfetti quanto più elevata è la temperatura di surriscaldamento.

Hirn stabilì la relazione seguente che esprimerebbe la legge legante le caratteristiche del vapore acqueo surriscaldato:

$$pv + 2142 \frac{1}{p^{0.79935}} = 50,82015 T,$$

mentre Zeuner, fra le medesime quantità, ritiene quest'altra:

$$pv + 200 p^{\frac{1}{3}} = 51 T.$$

Entrambe rappresentano abbastanza bene, nei limiti delle applicazioni industriali, l'andamento del fenomeno termico in relazione al variare della quantità p, v, T .

Poi nostri studi grafici riteniamo conveniente adottare la relazione di Zeuner.

Nel piano pv una trasformazione di vapore surriscaldato viene a collocarsi esternamente alla curva limite s .

Se è dato un punto M , vedasi fig. 28, per determinare la temperatura T_m corrispondente, si procederà come segue:

Siano p_m, v_m la pressione ed il volume specifico dello stato M : al disotto di Ov prendiamo un segmento OC che, per ora, per semplicità di ragionamento, supponiamo uguale all'unità della scala delle pressioni. Si descriva il cerchio che ha per diametro CP_m : in OP_1 ,

letto nella scala delle pressioni, si ha il valore di $p_m^{-\frac{1}{3}}$; sia poi $OD = OC$ e si costruisca il cerchio che ha per diametro $P_1 D$: in OP_2 , sempre riferito all'unità delle pressioni, si ha il valore di $p_m^{-\frac{1}{3}}$.

Sul prolungamento di Ov si prenda una distanza polare OD_1 , qualunque, ed un'altra OD_2 che sia uguale a 200 volte OD_1 (nella fig. 28 è invece, per motivi che si vedranno più oltre, $OD_2 > OD_1$). Congiungiamo D_1 con P_2 e da D_2 si faccia uscire la parallela a $D_1 P_1$ fino a determinare su Op il punto P_3 tale che $OP_3 = 200 \cdot OP_2 = 200 p_m^{-\frac{1}{3}}$.

Da P_3 si tiri la parallela all'asse delle ascisse fino ad incontrare in G l'ordinata di M . Sopra Ov si stabilisca la distanza polare OI

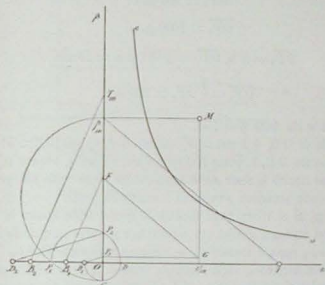


Fig. 28.

uguale alla unità dei volumi specifici: si proietti da I il punto p_m e da G si tracci la parallela a Ip_m , si ottiene su Op il punto F per modo che

$$OF = P_1 F + OP_1 = p_m v_m + 200 p_m^{-\frac{1}{3}},$$

ossia OF , nella scala delle pressioni, rappresenta il 1° membro della equazione di Zeuner.

In una scala conveniente segniamo il segmento OB , raffigurante il coefficiente 51 del 2° membro della ricordata relazione di Zeuner, prendiamo poi la distanza polare OB_1 , uguale, per ipotesi attuale

semplificata, alla 51esima parte di OB_1 . Da B_1 tiriamo la parallela alla congiungente B_1F , si otterrà in T_m un punto tale che OT_m fornisce il valore della temperatura assoluta di M , letta nella scala delle pressioni.

Nel caso della fig. 28 le scale adottate sono:

- per le ascisse (volumi): $50 \text{ mm} = 1 \text{ m}^3$
- ordinate (pressioni): $1 \text{ mm} = 2000 \text{ Kg/m}^2$.

Fu assunto $OC = 5 \text{ mm} = 10000$, così:

$$\overline{OP}_1 = 100 p_m^{\frac{1}{2}};$$

$$\overline{OP}_2 = 1000 p_m^{\frac{1}{4}}.$$

Si fece

$$\overline{OD}_2 = 5 \times \overline{OD}_1 = 5 \times 5 \text{ mm} = 25 \text{ mm}$$

epperò

$$\overline{OP}_2 = \frac{1}{5} \overline{OP}_1 = 200 p_m^{\frac{1}{4}}$$

letto nella scala delle pressioni.

La scala di OB_1 è $1 \text{ mm} = 5$, quindi $OB_1 = \text{mm } 10,2 = 51$. La distanza polare OB_1 fu presa 100 volte l'unità lineare, epperò uguale a $\text{mm } 20$ ne risultò la scala delle temperature cento volte più grande di quella delle pressioni, ovvero di $1 \text{ mm} = 20$ gradi.

Dalla fig. 28 si rileva pure facilmente quale debba essere la successione dei tracciati grafici ora esposti per dedurre p_m quando siano noti T_m e v_m , oppure trovare v_m se vengono assegnati T_m e p_m .

Per determinare come varia l'energia termica interna relativamente ad una qualsiasi trasformazione del vapore surriscaldato, occorre la conoscenza dei calori specifici. In seguito ad esperienze, Mallard e Le Chatelier erano venuti a concludere che i calori specifici potevano ritenersi come funzioni solo della temperatura e stabilivano le seguenti formule:

$$c_v = 0,213 + 0,000364 t = 0,312 + 0,000364 (T - 273)$$

$$c_p = 0,322 + 0,000364 t = 0,421 + 0,000364 (T - 273)$$

Recenti studi sopra i vapori surriscaldati portarono a conclusioni ben diverse, e si può asserire che per una trasformazione a pressione costante il calore specifico diminuisce coll'aumentare della temperatura, mentre per una trasformazione isoterma, aumenta colla pressione crescente.

Nella fig. 29 è rappresentata la trasformazione di vapore acqueo, a pressione costante, $m, I, II, III, \dots$, lungo il tratto m si ha l'isoterma dello stato saturo, lungo il tratto $I, II, III, \dots$ lo stato di soprassaldamento.

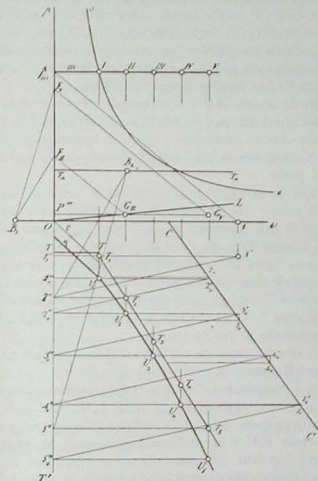


Fig. 29.

La pressione p_m è quella stessa della figura precedente; il segmento OP'' di fig. 29 è uguale a OP_1 di fig. 28.

Il polo B_1 invece di essere collocato sopra il prolungamento di oe fu preso sulla retta T, T' , parallela ad oe e distante da questa del valore di 273, letto nella scala delle temperature ($1 \text{ mm} = 20$ gradi),

la distanza polare di B_2 essendo ancora la stessa del caso precedente, così che le rette $B_2 2'$, $B_2 5'$, parallele a $B_1 F_H$, $B_1 F_V$ (i punti $F_H, \dots, F_V, \dots$ sono analoghi ad F di fig. 28 e si trovano mediante le $G_H F_H, \dots, G_V F_V$, parallele ad $1 p_a$) danno luogo ai punti $2', 5'$ le cui distanze da $T_1 T_2$ rappresentano le temperature assolute dei punti II e V.

Proiettando $2', 5'$ parallelamente ad $O v$ sulle ordinate di I, II si ottengono i punti T_1, T_2 e quindi la retta $T_1 T_2$, che rappresenta la variazione della temperatura nel periodo di sopriscaldamento, come apparisce chiaro dalla relazione di Zeuner, ove facendo p costante, la temperatura diventa funzione lineare del volume.

In figura fu segnata la $T T$ relativamente alla trasformazione isoterma del vapore saturo, e ne risulta la discontinuità $T T$ nel passaggio dallo stato di saturazione a quello di surriscaldamento, il che prova il valore di approssimazione della formula del Zeuner in prossimità del punto I.

Qualunque sia la legge che si adotta per la variazione del calore specifico a volume costante, pel caso attuale, la si potrà figurare in un sistema di assi coincidenti con $O T'$ per le temperature (scala ancora di $1 \text{ mm} = 20$ gradi) e con $O v$ come asse dei calori specifici (portati, nella figura 29, nella scala di $100 \text{ mm} = 1$), quando si vogliono contare le temperature a partire da 273 gradi assoluti; volendo invece partire dallo zero assoluto occorre assumere come asse dei calori specifici la retta $T_1 T_2$ e come asse di temperatura la $T_2 T_1$, in ogni modo la curva che ne risulta è unica.

Nel caso attuale fu ritenuta valida la relazione di Mallard e Le Châtelier e quindi segnata la retta $C C$.

La linea di variazione dell'energia termica interna corrispondente al tratto m , è la retta q e quella pel tratto I, II, III, deve partire dal punto U_1 , estremo della q , in corrispondenza del punto I.

All'intervallo I, II della trasformata corrisponde un aumento di temperatura dato dalla differenza delle ordinate dei punti T_1, T_2 .

Possiamo ritenere che durante detto intervallo, si ceda al fluido il calore dato da

$$\frac{C_{v,1} + C_{v,2}}{2} (T_2 - T_1)$$

ove $C_{v,1}, C_{v,2}$, T_1, T_2 sono, rispettivamente, i calori specifici e le temperature per i punti I e II, allora si procederà come segue:

Dal punto medio del segmento $T_1 T_2$, conduciamo la parallela al-

l'asse $O v$, otteniamo su $C C$ un punto 2 ; si proietti 2 , parallelamente ad $O T'$ in $2'$, sulla parallela ad $O v$ uscente dal punto U_1 .

Si conducano da T_1 e T_2 le parallele ad $O v$, si hanno su $O T'$ i punti $1', 2'$; sulla $1' T_1$ assumiamo, in una scala conveniente, nel caso nostro, $50 \text{ mm} = 1$, un segmento $1' 1''$ uguale all'unità, congiungiamo $1'$ con $2'$ e da $2'$ tiriamo la parallela $2' 2''$ alla $1' 2'$, proiettiamo il punto $2''$ di $O T'$ sulla ordinata di II, si ha il punto cercato della linea di variazione dell'energia termica interna in corrispondenza di II.

Infatti, se diciamo U_1, U_2 , i valori dell'energia termica interna nei punti I, II, dalle costruzioni fatte si ricava:

$$\frac{1' 2'}{1' 2''} = \frac{1' 1'}{1' 2''}$$

ovvero

$$\frac{T_2 - T_1}{U_2 - U_1} = \frac{1}{c_v}$$

se

$$c_v = \frac{c_{v,1} + c_{v,2}}{2}$$

e poichè il segmento $1' 1''$ fu portato in una scala metà di quella di c_v , ne segue che la scala onde leggere la variazione dell'energia termica interna è di $1 \text{ mm} = 40$ calorie.

Se gli intervalli I, II; II, III; III, IV, della trasformata, sono tutti eguali, resteranno pure eguali i segmenti $T_1 T_2, T_2 T_3, T_3 T_4, \dots$ epperò servirà per tutti i punti $U_1, U_2, U_3, U_4, \dots$ il triangolo $1' 1' 2'$.

In figura è poi segnata la linea corrispondente al lavoro esterno, ossia la retta $O L$.

Le costruzioni indicate per ottenere la linea di variazione dell'energia interna valgono per qualsiasi specie di curva di trasformazione di vapore sopriscaldato posta in (p, v) ; crediamo superfluo insistervi oltre.

Possiamo mettere l'equazione caratteristica fondamentale del vapore surriscaldato sotto la forma

$$p v = R T,$$

ove R tende a divenire costante a misura che ci si allontana dal punto di saturazione.

Per ogni punto del piano (p, v) , nella regione del vapore sopriscaldato possiamo determinare, per esempio, colla formula di Zeuner, nei limiti segnati dall'esperienza, il valore della temperatura T epperò anche

$$R = \frac{p v}{T},$$

e questo ancora graficamente per mezzo di una quaria proporzionale.

Ma se la curva di trasformazione è da costruire, converrà procedere come segue:

Fissiamoci, per semplicità di ragionamento, ad una espansione adiabatica di vapore surriscaldato e riferiamoci alla fig. 15 ove supporremo che il punto I, iniziale della trasformazione, rappresenti, invece che uno stato di gas, sibbene uno stato di vapore acqueo soprassaldato.

Per ottenere il punto II determiniamo i valori di R e c, relativamente ad I, il che sappiamo fare, e, per approssimazione, supponiamo che si mantengano costanti lungo il tratto di curva fra I e II, allora si potrà segnare il polo B tale che

$$OB = \frac{R}{c}$$

e quindi, colle costruzioni indicate nella fig. 15 (capitolo II, § 8°), trovare il punto II, ottenuto il quale si valuteranno nuovi valori per R e c, e quindi una nuova base O B colla quale si determina III e così via tutti i punti dell'adiabatica.

Se fosse data la legge di trasmissione del calore in rapporto alla temperatura, si può applicare, coi criteri sopra indicati, la costruzione analoga a quella della fig. 16 (capitolo II, § 9°), con questa avvertenza, che invece della retta T₁D, occorre costruire, con la base O B, nel piano (T, Q), la curva integrale di un diagramma che si ottiene portando al disopra dei punti T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, i valori di c_n, corrispondenti a queste temperature; e che la base O'R deve cambiare per ciascun intervallo III, II, III, III, IV, a seconda dei valori di R calcolati nei punti I, II, III,

Per tracciare la linea di trasformazione isoterma del vapore surriscaldato, converrà applicare la costruzione della fig. 28 ove si mantengono costanti i punti T_m, F e si varia invece p_m: il procedimento è evidente, e non ci insisteremo oltre.

Nei calcoli approssimati potrà anche ritenersi costante la quantità R ed assumere

$$pv = 47 T \\ c = 0,35$$

ed applicare quindi al vapore soprassaldato tutte le costruzioni indicate per i gas.

V. — L'efflusso dei gas e dei vapori.

§ 1° — L'equazione di Saint-Venant.

Richiameremo brevemente alla memoria l'equazione di Saint-Venant del moto di un fluido elastico in un tubo di flusso.

Siano p, v, W, rispettivamente la pressione, il volume specifico, la velocità del fluido in una sezione f₁ del tubo, ritenendo questi elementi uguali per ogni punto di f₁; e siano p₁, v₁, W₁ le medesime quantità relative ad un'altra sezione f₂, distante s da f₁, contando s secondo l'asse geometrico del tubo.

Indichiamo poi F la componente normale della forza risultante, agente sulla sezione f dovuta alle azioni esterne e di viscosità, e riferita all'unità di peso del fluido.

Indichiamo con t il tempo, con P il peso di fluido che nell'unità di tempo passa attraverso una sezione qualunque del tubo.

Per la continuità del flusso dovrà essere:

$$P = \frac{f_1 W_1}{v_1} = \frac{f_2 W_2}{v_2} = \text{costante.}$$

Sulla faccia f₁, nel tempo dt si compierà un lavoro dato da:

$$p_1 f_1 ds_1 = p_1 f_1 W_1 dt \\ = P p_1 v_1 dt;$$

e sulla faccia f₂, nel medesimo tempo si avrà un lavoro rappresentato da:

$$P p_2 v_2 dt.$$

Se il moto è permanente, come supponiamo, il lavoro totale dovuto alla pressione, lungo tutto il tratto s di tubo, sarà:

$$P (p_1 v_1 - p_2 v_2) dt.$$

Attraverso una sezione qualunque, nel tempo dt, passa un volume di fluido

$$P \cdot v \cdot dt$$

e se questo si espande (o si comprime), si otterrà un lavoro

$$P \cdot dt \cdot p \cdot dv$$

e, per tutto il tratto s , sempre nel tempo dt :

$$P \cdot dt \int p \cdot dv;$$

in questo mentre dalla forza F si compie il lavoro

$$P \cdot dt \int F \cdot ds.$$

L'aumento di forza viva fra le sezioni f_1 e f_2 è:

$$\frac{P \cdot dt}{g} \frac{W_2^2 - W_1^2}{2},$$

si avrà quindi, per l'unità di peso e di tempo:

$$\frac{W_2^2 - W_1^2}{2g} = p_1 v_1 - p_2 v_2 + \int_1^2 p \cdot dv + \int_1^2 F \cdot ds.$$

Quando, per la natura speciale del problema, si possano ritenere nulle le azioni esterne, come la gravità, e trascurare l'attrito, l'equazione di cui sopra si trasforma in:

$$\frac{W_2^2 - W_1^2}{2g} = p_1 v_1 - p_2 v_2 + \int_1^2 p \cdot dv.$$

§ 2° — Rappresentazione grafica della relazione di Saint-Venant.

L'equazione ultima scritta nel paragrafo precedente, applicata ai gas od ai vapori, ci dice che l'aumento di forza viva del getto di fluido, fra le sezioni f_1, f_2 è dato dall'area, nel piano (p, v) , del diagramma compreso fra la curva di espansione, l'asse p e due parallele all'asse v , condotte dai punti iniziale e finale della trasformazione.

Nel piano (p, v) della fig. 30 se aa è la linea di espansione, tracciamo la curva bb integrale del diagramma $p_1 a p_2$, prendendo la base di integrazione sull'asse p e l'origine in p_1 , la distanza come M, M' di un punto M , qualunque di bb dall'asse delle pressioni, dà l'area del diagramma $p_1 a M, M'$ ovvero l'aumento di energia cinetica subita dal fluido quando, percorrendo il tubo, si espande dalla pressione p_1 a quella rappresentata dal segmento OM' .

Se poniamo in generale

$$p_1 v_1 - p v + \int_0^s p dv = \mathcal{L},$$

potremo scrivere

$$W^2 = 2g \mathcal{L} + W_1^2$$

che è l'equazione di una parabola fra gli elementi $\mathcal{L}$ e W assunti il primo, ad esempio, come ascisse ed il secondo come ordinate.

Proiettando in (p, v) i punti di bb sull'asse Ov e quindi da tali punti proiezioni si elevano i corrispondenti valori di W come ordinate,

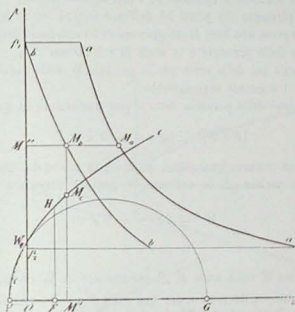


Fig. 30.

si avrà tracciata la parabola c testè detta. Così per il punto qualunque M , di aa si ottiene il segmento $M'M_1 = \mathcal{L}$, e quindi $M'M = W$.

La determinazione della parabola è molto semplice perchè sull'asse p si può segnare il punto W_1 , che rappresenta, colla sua ordinata, la velocità iniziale. Quando, nell'equazione di cui sopra, si ponga $W=0$ (ipotesi puramente matematica, allo scopo di determinare il vertice della conica), si otterrà

$$W_1^2 = -2g \mathcal{L};$$

se portiamo quindi, a partire da O , un segmento $OG = 2g$, e facciamo passare per punti W_1, G , un cerchio che abbia il centro su Ov .

si troverà, con tale cerchio, il vertice V della parabola, epperò questa si potrà segnare avendone un secondo punto W_1 .

Il foco F sarà ad una distanza da V , pari a $\frac{q}{2}$ e l'ordinata passante per F sarà

$$FH = 2 \cdot \sqrt{VF}.$$

Le scale adottate in fig. 30 sono:

per le ascisse v (volumi): 50 mm = 1 m³;

per le ordinate p (pressioni): 1 mm = 2000 Kg/m²;

per le $\mathcal{L}$ (distanze dei punti bb dell'asse Oy): 1 mm = 2000 unità, perchè si è presa una base di integrazione di 50 mm, pari a 100000 unità della scala delle pressioni e la scala di v è 50 mm = 1.

A riguardo poi della scala per le ordinate W della parabola nota, si è fatto il seguente ragionamento:

L'equazione della parabola detta si può trasformare in quest'altra:

$$[V' \alpha W]^2 = 2g \alpha \mathcal{L} + [V' \alpha W_1]^2$$

dove α è un numero qualunque, positivo; in tal modo, mantenendo costanti le ascisse $\mathcal{L}$, le ordinate W possono diventare altre W' tali che

$$W'^2 = 2g \alpha \mathcal{L} + W_1^2$$

essendo

$$W' = V' \alpha W;$$

e se leggiamo W nella scala di $\mathcal{L}$, per ottenere da W' corrispondente, lo stesso numero, dovremo usare una scala $V' \alpha$ volte maggiore.

Così, nel disegno di fig. 30 si è fatto $\alpha = 5000$ e perchè la scala di $\mathcal{L}$ è 1 mm = 2000 unità, la scala delle velocità risultò pari a $\frac{2000}{V' 5000} = 28,28$ unità per ogni mm del disegno.

Naturalmente, la distanza OG dovette allora prendersi uguale $2 \times 5000 \times g = 196200$, letto nella scala di $\mathcal{L}$.

Nella fig. 31 sono riportate le costruzioni più usuali della parabola.

Nell'esempio più in alto è dato il punto M , il vertice O , l'asse x . La conica risulta come prodotto di due fasci proiettivi di raggi di cui uno improprio. Si conduce da M una retta m , si divide il tratto di m fra M ed y in tante parti uguali, e nello stesso numero di parti si divide la porzione di y fra m ed O . Le divisioni, tanto di m che

di y si estendono fino a che sia richiesto per costruire il ramo voluto di parabola.

Nel secondo esempio è la costruzione della conica per inviluppo di

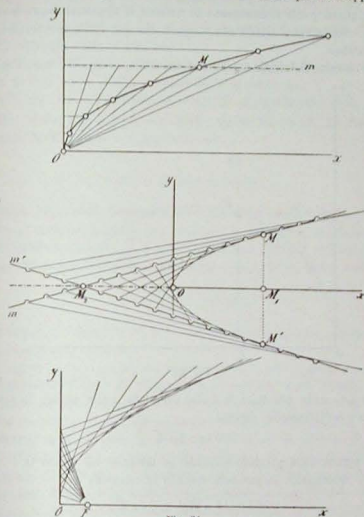


Fig. 31.

tangenti. È dato ancora il punto M , il vertice O e l'asse x ; la tangente m in M la si ottiene portando $OM_1 = OM$; M' simmetrico di M rispetto ad x ci fornisce la tangente m' simmetrica di m ; dividendo m ed m' in parti uguali, come in figura, si avranno tante rette tangenti alla parabola.

Finalmente nel terzo esempio è ancora la determinazione della parabola per inviluppo, essendo dati il foco F , il vertice O , e quindi l'asse x . Si proiettano da F vari punti della y tangente al vertice e da questi punti si conducano le normali ai rispettivi raggi proiettanti, risulteranno altrettante tangenti che per inviluppo formano la parabola.

Se la velocità iniziale del fluido fosse nulla, ovvero $W_0 = 0$, l'equa-

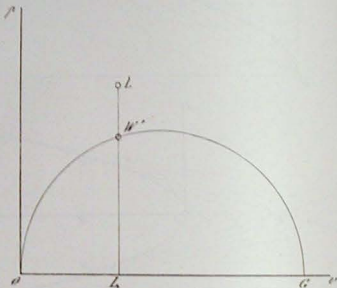


Fig. 32.

zione del moto pel tubo di flusso ove siano nulle ancora le azioni esterne e di viscosità, diventa

$$W^2 = 2g\mathcal{L}.$$

Il vertice della parabola coincide, in tal caso, col punto O .

Per determinare la parabola secondo la relazione

$$W^2 = [f\alpha W]^2 = 2g\alpha\mathcal{L},$$

se ne potrà determinare il foco portando alla destra di O , sull'asse Ox un segmento uguale a $\frac{1}{2}g\alpha$, letto nella scala di $\mathcal{L}$; oppure se ne potrà determinare un punto W' , deducendolo dal corrispondente (ossia di medesima ascissa) della curva bb .

Così in fig. 32, L rappresenta un punto, scelto convenientemente,

pel disegno, della linea integrale bb (non tracciata in figura) di una espansione data di fluido gassoso.

Si abbassi da L la ordinata $L L_1$, e si prenda un segmento $L_1 G = 2g\alpha$, letto nella scala di $\mathcal{L}$: il cerchio che ha per diametro $O G$, fornirà su $L L_1$ il punto W' , ottenuto il quale, avendosi il vertice in O , si potrà costruire tutta la parabola.

L'ordinata $W' L$ letta nella scala $f\alpha$ volte maggiore di quella di $\mathcal{L}$ ci dà il vero valore di W , corrispondente al punto L .

Nella fig. 32 si è supposta la scala di $\mathcal{L}$ uguale ad 1 mm pari a 2000 unità, si è assunto $\alpha = 2500$, quindi $f\alpha = 50$, ne risultò la scala di W uguale a 1 mm = 40 metri.

§ 3° — Il tubo di flusso.

Riesce importante conoscere il variare della sezione del tubo di flusso in corrispondenza di una determinata espansione del fluido.

Indicando ancora con P il peso della massa effluente nell'unità di tempo attraverso una sezione qualunque f del tubo di flusso, si avrà:

$$P = \frac{W \cdot f}{v} = \text{costante},$$

avendo quindi le quantità P , W , v , la f risulterà facilmente costruendo una quarta proporzionale.

In fig. 33 le curve aa , bb , cc , rappresentano rispettivamente la curva di espansione, l'integrale di questa e la parabola delle velocità. In relazione ad ogni valore di v si ha un valore di $\mathcal{L}$ ed uno di W .

Per semplicità, fissiamo il ragionamento sopra il punto M di aa , si otterrà subito il punto L di bb indi W' e poi W essendo $W W'$ parallelo ad Ox . Abbassiamo da M la ordinata $M e_n$; sopra $O p$ fissiamo un punto P tale che il segmento $O P$, in una scala conveniente, rappresenti il peso P di fluido: congiungiamo e_n con W e da P si conduca la parallela a $W e_n$, si otterrà sull'asse Ox un punto f_n la cui distanza da O letta nella stessa scala di $O P$, darà il valore della sezione f_n relativa alla posizione M .

Se da f_n innalziamo l'ordinata fino ad incontrare in f_n la parallela all'asse Ox uscente da M e se la medesima serie di operazioni si ripete per ogni punto di aa , si descriverà in tal modo una nuova curva $f f'$ che ci fornisce, colle distanze dei suoi punti dall'asse $O p$

i valori delle sezioni del tubo di flusso in corrispondenza delle varie posizioni che si vogliono considerare sopra *aa*.

Nella fig. 33 furono adottate le scale:

pei . . . volumi v : 50 mm = 1 m³;

per le pressioni p : 1 mm = 2000 Kg/m²;

per le velocità W : 1 mm = 40 m (si prese $\alpha = 2500$);

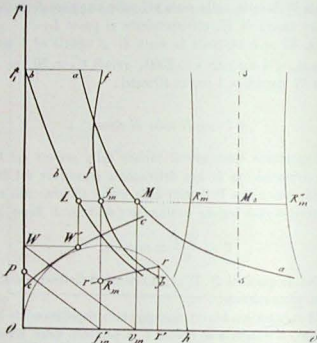


Fig. 33.

Il peso P , ritenuto di 3 Kg, si rappresentò con 15 mm, nella scala, ossia, di 5 mm = 1 Kg, risultò quindi la scala delle sezioni f uguale 10000 mm pari ad 1 m³ (ovvero 1 mm = 100 mm³). Infatti si ha, per una sezione f

$$\frac{W}{v} = \frac{P}{f}.$$

Se diciamo $W^{m,n}$, $v^{m,n}$, $P^{m,n}$, $f^{m,n}$ le letture di questi segmenti fatte in m, n , sul disegno, dicendo ancora x il divisore della scala di $f^{m,n}$, si dovrà avere:

$$\frac{W^{m,n} \times 40}{v^{m,n} \times 50} = \frac{P^{m,n}}{f^{m,n} \times x}.$$

da cui

$$x = \frac{1}{10000}.$$

Supponiamo che il tubo di flusso sia a sezione circolare, il raggio r in una sezione qualunque f è dato da

$$r^2 = \frac{1}{\pi} f,$$

tale espressione, riferita ad un sistema di coordinate f, r , rappresenta anche l'equazione di una parabola col diametro principale giacente sull'asse f col vertice nell'origine delle coordinate.

Assumiamo come asse delle f la retta Ov , e portiamo le ascisse f nella stessa scala stabilita per la curva ff sopra considerata (ovvero di 1 mm = 100 m. m³); descriviamo quindi la parabola

$$[V\beta r]^2 = \frac{\beta}{\pi} f$$

essendo

$$V\beta r' = r,$$

e sia la curva rr (nel disegno ne è segnata solo una parte).

Se da un punto f_m della linea ff si abbassa la ordinata, questa darà luogo al segmento $R_m f_m$ che, nella scala $V\beta$ volte maggiore di quella di f , rappresenta il valore del raggio cercato.

Nel caso della figura 33 si prese $\beta = 2500$, e ne risultò la scala per i raggi uguale a 1:2.

Apparecchiato chiaro che ad ogni punto della curva ff corrisponde un unico valore di r , ossia un punto solo della parabola rr , mentre che ad un punto di questa ne possono corrispondere vari della ff , tutti quelli, cioè, che sono su una medesima ordinata proiettante.

La parabola rr si tracciò procurandosi dapprima un punto suo, dedotto dalla ff ; il segmento Or' , rappresenta un valore di f ; il tratto $r'h$ fu preso uguale a $\frac{\beta}{\pi}$, nella scala di f , il cerchio avente per diametro Oh , diede, sull'ordinata di r' , il punto cercato; il vertice della parabola coincidendo con O , si poté applicare una delle costruzioni note.

Per avere un'idea della forma del tubo di flusso, supponiamolo, per ora, ad asse rettilineo; disponiamo allora sul disegno la ss parallela ad Op , conduciamo dai punti, come M , di ff le parallele ad Or ,

determinando su $s s$ le intersezioni come M , portiamo su dette parallele, a destra ed a sinistra di $s s$ segmenti come M, R_m, M, R'_m , uguali (o in altra scala a piacere) ai corrispondenti raggi di sezione, come $f_m R_m$: l'insieme di tutti i punti come R'_m, R'_m , costituisce un possibile profilo di tubo per la data espansione.

Quando il fluido gassoso si scarica da un ambiente di pressione uniforme p_1 ad altro ambiente a pressione p_2 minore, ma pure uniforme, attraverso un orifizio scolpito in *parete sottile* nel mezzo materiale separante i due ambienti, si origina, come è noto, il conoide di flusso, ovvero il tubo di flusso, entro cui il fluido si espande secondo la legge di trasmissione del calore attraverso la superficie laterale del tubo, il quale termina laddove la massa effluente ha raggiunto la pressione p_2 .

Possiamo realizzare un tubo materiale, di metallo od altro, il cui profilo interno sia, ad esempio, quello della fig. 33, e mettendo in comunicazione due ambienti a pressione p_1, p_2 : se il calore attraverso le pareti di questo condotto si trasmette secondo la legge voluta dall'espansione segnata nella linea $a a$ ed è nullo, per ipotesi, l'attrito tra il fluido ed il materiale del tubo, il fenomeno dell'efflusso non viene punto alterato: anzi, diremo di più, siccome la legge dell'efflusso secondo l'equazione di Saint-Venant, non contiene l'elemento lunghezza di tubo, quando si possono trascurare le azioni esterne e quelle di viscosità, così se noi stiriamo o comprimiamo od inflettiamo il tubo teste stabilito, purché le varie sezioni si mantengano invariate (ossia né si restringano e né si dilatino) e normali sempre all'asse geometrico, i nuovi condotti che si ottengono possono essere assunti per il flusso secondo l'espansione data; e perché ancora non è necessario che gli allungamenti unitari (positivi o negativi) siano eguali per ogni punto dell'asse geometrico, così potremo dire che qualunque tubo può essere adottato come di flusso per l'espansione voluta, purché le sezioni iniziale, quella finale e la minima, che si dice comunemente *sezione contratta*, siano uguali a quelle calcolate sia con metodo analitico, come grafico: poichè nel conoide di efflusso si verifica una sola sezione contratta, così nel tubo materiale che tale conoide vuoi delimitare, fra la sezione contratta e quelle estreme non vi debbono essere altre sezioni di valore minimo. Naturalmente queste considerazioni stanno solo quando l'attrito sia trascurabile con tutte le altre azioni perturbanti, ovvero per tubi assai brevi.

Nel caso della fig. 33 si è supposto che nella sezione iniziale la velocità W , avesse un valore finito.

In fig. 34 invece è il caso in cui W , è nullo, come in realtà avviene nel conoide di efflusso fra due ambienti ove il fluido è in riposo, le curve aa, bb, cc, ff, rr hanno i medesimi significati e le stesse

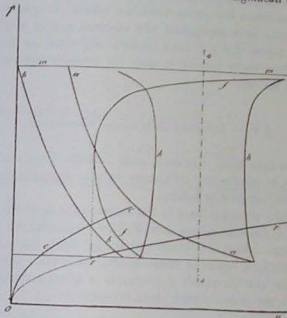


Fig. 34.

scale della figura precedente; la parabola cc ha il vertice in O , la linea ff delle sezioni è assintotica alla mm parallela ad Ox condotta dal punto iniziale della aa , infatti dev'essere in generale

$$f = \frac{p_1}{W},$$

che per $W = 0$, fornisce $f = \infty$.

Le linee hh costituiscono il profilo del tubo di flusso, anche esse assintotiche alla mm ; la superficie esterna del condotto di efflusso dovrebbe essere assintotica al piano della sezione di innesto, ossia alla superficie di separazione dei due ambienti, se questa superficie è piana: in pratica l'innesto del tubo di flusso si farà con una forte *vasatura*.

Le costruzioni viste valgono tanto per i gas come per i vapori saturi oppure soprascaldati; ordinariamente si ritiene che l'espansione del fluido avvenga secondo la legge adiabatica, non ammettendosi facilmente fattibile una trasmissione di calore per un tratto lievissimo di percorso di un fluido animato di grandi velocità.

Noteremo ancora che questa teoria dell'efflusso ha grande importanza in vista delle applicazioni alle moderne motrici termiche, le turbine a vapore od a gas, ove i canaletti conduttori del fluido elastico debbono essere foggianti in modo che avvenga una espansione adiabatica per dato.

§ 4° — Influenza delle azioni ritardatrici.

A causa delle azioni ritardanti, come l'attrito, il moto di efflusso del fluido, le velocità vere differiscono un poco da quelle che si dedussero nel paragrafo precedente.

Ritenendo, per semplificare la trattazione, nulla la velocità iniziale del tubo di flusso, indichiamo con W , U , v rispettivamente la velocità, l'energia interna ed il volume specifico del fluido quando si tenga conto dell'attrito, mentre le stesse lettere, senza apici, indicheranno le analoghe quantità quando si trascurino le azioni perturbanti.

Si avrà, per medesimi valori della pressione p :

$$\frac{W^2}{2g} = p_1 v_1 - p v + \int_{v_1}^v p_1 dv;$$

$$\frac{W^2}{2g} = p_1 v_1 - p v + \int_{v_1}^v p dv + \int_1^s F ds.$$

L'ultimo termine tien conto di tutte le azioni esterne, di gravità, di attrito; tenendo solo calcolo di quelle perturbanti interne, escludendo la gravità, si potrà scrivere:

$$\int_1^s F ds = -\mathcal{L}$$

ove $\mathcal{L}$ è pure funzione della lunghezza s .

Si avrà pertanto:

$$\frac{W^2}{2g} - \frac{W_1^2}{2g} = p(v' - v) + \int_{v_1}^v p_1 dv - \int_{v_1}^v p dv + \mathcal{L}.$$

Sia Q il calore che dall'esterno si cede all'unità di peso di fluido sorgente; il lavoro interno che si svolge per le azioni di attrito si coconverterà in calore di riscaldamento della massa gaseiforme, si potrà per questo, porre:

$$dQ + A \cdot d\mathcal{L} = dU + A p_1 dv$$

da cui

$$Q + A \mathcal{L} = U - U_1 + A \int_{v_1}^v p_1 dv$$

mentre si avrebbe:

$$Q = U - U_1 + A \int_{v_1}^v p_1 dv,$$

da queste due ultime equazioni si ricava:

$$\frac{U - U_1}{A} = \int_{v_1}^v p_1 dv - \int_{v_1}^v p dv + \mathcal{L}.$$

Sostituendo questo valore nella relazione quarta di questo paragrafo, si ha:

$$\frac{W^2 - W_1^2}{2g} = p(v' - v) + \frac{U - U_1}{A};$$

per i gas e per i vapori soprascaldati sarà:

$$\frac{W^2}{2g} - \frac{W_1^2}{2g} = \left(1 + \frac{c}{AR}\right) p(v' - v);$$

per i vapori saturi invece:

$$\frac{W^2}{2g} - \frac{W_1^2}{2g} = \frac{r(x' - x)}{A} = \frac{r(v' - v)}{Au}.$$

Dalle relazioni preceendenti apparisce che per stabilire il valore di W occorre la conoscenza di $\mathcal{L}$; ora, questa funzione non è esattamente nota, e per ogni sezione del tubo di flusso si può stabilire invece che sia

$$W = \pi W$$

dove π ha un valore poco discosto da 0,95.

Allora, ammesso che π sia costante, per approssimazione, in ogni sezione del tubo, data la legge di trasmissione del calore, si potrà, nel piano (p, v) tracciare la linea d'espansione, considerando nullo l'attrito, indi con operazioni grafiche semplici, che verremo esponendo,

dedurre la vera curva d'espansione del fluido, tenendo conto di tale rapporto ».

Consideriamo dapprima l'efflusso di un gas.

In figura 35 la linea *a* rappresenta la legge di trasformazione del gas stabilita coi dati del problema e ritenendo nulle le azioni ritardatrici.

La nota curva *b* che ci fornisce $\frac{W^3}{2g}$ si otterrà integrando la linea *a* con una certa base B; integrando invece *a* con una base

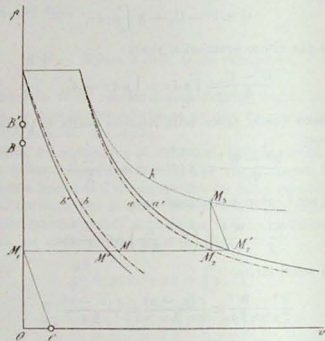


Fig. 35.

uguale a $\frac{1}{n^2}$ B, si otterrà una curva *b'* tale che le distanze dei suoi punti da OP, misurate nella stessa scala di *b*, danno i valori di $\frac{W^3}{2g}$.

Prendiamo in esame un punto qualunque M_1 della *a*, conduciamo da esso la parallela ad OC, sopra M_2 eleviamo un segmento M_1M_2 perpendicolare a detta parallela ed uguale ad *m* volte $M'M$ intercelto fra le curve *b**b'*. Assunta una base OC uguale a $\frac{1}{m} \frac{AR}{AR+c}$ si proietti

M_1 da C (si noti che OM₁ misura la pressione di M_1) e da M_2 si tiri la parallela a CM₁, si ottiene così il punto M_3 della *a'*, infatti risulta

$$\frac{M_1 M_3}{OC} = \frac{M_1 M_2}{OM_1}$$

ovvero

$$\frac{v^3 - c}{\frac{1}{m} AR + c} = \frac{m \cdot \left(\frac{W^3}{2g} - \frac{W'^3}{2g} \right)}{p}$$

da cui si ricava immediatamente la relazione scritta più sopra.

Nel caso della figura 35 le scale adottate sono:

pei volumi specifici: 50 mm = 1 m³

per le pressioni 1 mm = 2000 Kg/m²

per le forze vive 1 mm = 2000 unità $\frac{W^3}{2g}$; la base OB fu presa di 100.000 unità ossia 50 mm; si ritenne $n^2 = 0,9$ e quindi OB' = 55,5 mm:

si portò poi $M_1 M_2$ = 5 volte $M'M$ (*m* = 5) si ritenne $\frac{AR}{AR+c} = 0,75$

epperò $OC = \frac{1}{5} \cdot 0,75 = 0,15$, portato nella scala dei volumi specifici.

Ripetendo la medesima serie di operazioni per quanti si vogliano punti della *a* si ottiene per punti la curva *a'* della vera espansione.

Per mezzo della *a'* e della *b'*, essendo nota la portata del flusso, ossia la quantità di gas che al minuto secondo deve erogarsi, si potrà facilmente colle costruzioni già conosciute, determinare il profilo del tubo materiale di flusso.

Consideriamo ora il flusso del vapore saturo e quindi la figura 36.

La *ss* è la linea limite superiore, le curve *a*, *b*, *b'* ed i punti *M*... hanno i medesimi significati del caso precedente.

Dal punto *M*, abbassiamo la ordinata M_1 , v_{m1} , fino ad incontrare la linea *q*, *q'*, nota, del calore totale interno, in un punto q_{m1} ; da M_2 (estremo del segmento M_1M_2 perpendicolare a M_1M_2 ed uguale, in una certa scala, al segmento MM') conduciamo la parallela a Oq_{m1} , determiniamo il punto M_3 di *a'* e quindi tutta la *a'*.

Le scale adottate sono:

pei volumi specifici: 100 mm = 1 m³

per le pressioni: 1 mm = 2000 Kg/m²

per le forze vive: 1 mm = 1000 unità $\frac{W^3}{2g}$.

Le basi per ottenere b e b' sono le stesse del caso precedente.
La scala delle calorie r essendo di $1 \text{ mm} = 10$ calorie, poichè dalla figura si ricava:

$$\frac{M_1 M_2}{M_1 M_1'} = \frac{v_{m1} q_{m1}}{O v_{m1}}$$

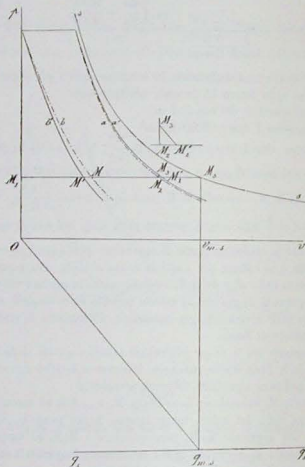


Fig. 36.

che deve corrispondere all'altra

$$\frac{m \frac{W^1 - W^2}{2g}}{v' - v} = \frac{r}{u}$$

dovrà essere $m = A$, perchè allora si potrà scrivere

$$\frac{W^1 - W^2}{2g} = \frac{r}{A u} (v' - v),$$

che si era trovato più sopra; così ne segue che la scala di $M_1 M_2$ è di $1 \text{ mm} = 5$ unità ovvero $M_1 M_2$ è 0,2352 volte $M' M$.

Infatti se indichiamo rispettivamente con H, v, u, r le letture fatte in mm dei segmenti $M M', M_1 M_2, O v_{m1}, v_{m1} q_{m1}$, si dovrà avere per le scale dette:

$$\frac{1}{425} \times H \times 1000 = \frac{r \times 10}{v : 100} = \frac{r \times 10}{u : 100}$$

da cui

$$\frac{0,2352 \times H}{v} = \frac{r}{u}$$

quindi il segmento $M_1 M_2$ dev'essere 0,2352 volte $M M'$ e la sua scala risulta quella di r : cioè $1 \text{ mm} = 10$.

§ 5^a — Efflusso da un recipiente a volume variabile.

Sia nota la legge di trasmissione del calore alla massa fluida contenuta nel recipiente di volume V (variabile col tempo) in rapporto alla temperatura T del fluido stesso, ovvero siano date le due relazioni:

$$Q = f(T)$$

$$V = \varphi(t)$$

ove con t indichiamo il tempo.

Nel piano ($p v$), fig. 37, il punto I rappresenti lo stato termico del fluido all'inizio dell'osservazione. A partire da I segniamo la curva a , di espansione relativa al getto di efflusso dal recipiente V ad un ambiente di pressione minore, p' ; costruiamo la curva b della forza viva, e la parabola c della velocità W .

Sopra un asse $O t$, delle temperature, fig. 38, eleviamo il segmento $O P$, rappresentante, in una conveniente scala, il peso P di fluido contenuto nel volume, che specificheremo V_1 , nello stato I , portiamo ancora $O V_1 = V_1$ e $O W_1 = W_1$, valore della velocità nella sezione f , estremità del tubo di flusso, che si rileva per mezzo delle linee b e c del piano (p, v) come si vide in precedenza.

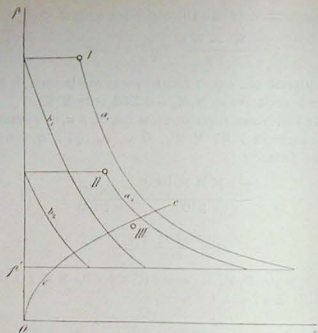


Fig. 37.

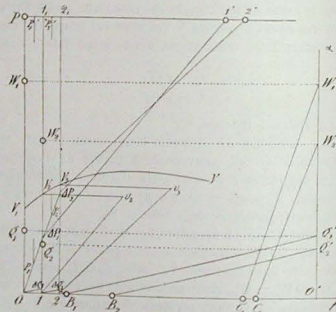


Fig. 38.

Notiamo ancora che dovrà essere:

$$V_1 = P v_1,$$

v_1 indicando il volume specifico per lo stato I.

Dal piano (p, v) possiamo ricavare il valore della temperatura T_1 per il punto I e quindi dedurre il valore Q_1 trasmesso al fluido contenuto in V_1 ; nell'unità di tempo, e segnare quindi il punto Q_1 tale che $O Q_1 = Q_1$.

La legge che lega le calorie Q con la temperatura T potrà essere data graficamente, come noi supporremo.

Nell'intervallo di tempo rappresentato dal segmento OI dell'asse $O t$ effluisce un peso ΔP_1 di fluido dato, se OI è piccolissimo, per approssimazione da:

$$\Delta P_1 = \overline{OI} \times W_1 \frac{f_1}{v_1};$$

assumiamo una base $O' C_1$ uguale a $\frac{v_1}{f_1}$ e costruiamo la retta $O, \Delta P_1$, integrale del rettangolo $OI \times W_1$, giovandoci della retta a , normale ad $O t$ nel punto O' , il qual punto O' può essere scelto comunque su $O t$, come è noto.

In questo mentre il volume V varia da V_1 a V_2 , epperò cambia pure il volume specifico da v_1 a v_2 ; il segmento $I V_2$ sia $= V_2$.

Nella fig. 38 siano l'unità di peso e quella di volume V , rappresentate dalla medesima lunghezza, allora prendendo un segmento l_1 , l_1' come unitario per volumi specifici v , congiungendo l_1 col punto ΔP_1 , e tirando da l_1 la parallela al raggio $I, \Delta P_1$, fino ad incontrare in v_1 la $V_1 v_1$ parallela ad $O t$, si otterrà il segmento $V_1 v_1$, che, rappresenta il volume specifico v_1 cercato.

La quantità di calore ΔQ_1 che si trasmette all'unità di peso di fluido nel tempo OI , può, per approssimazione, valutarsi come:

$$\Delta Q_1 = \frac{Q_1 \times \overline{OI}}{P - \frac{1}{2} \Delta P_1}.$$

Se prendiamo una base $O' B_1 = P_1$, $P_1 = P - \frac{1}{2} \Delta P_1$, come appare dalla figura, e costruiamo la retta $O, \Delta Q_1$, integrale del rettangolo $Q_1 \times OI$, il segmento $l, \Delta Q_1$ rappresenta il cercato valore ΔQ_1 .

Avendosi le quantità v_1 , ΔQ_1 sarà facile determinare nel piano (p, v)

il punto II, ovvero la pressione p_i , perchè, per approssimazione si può scrivere, sostituendo all'arco I.II la corda che unisce questi due punti:

$$\left(\frac{c_v}{\Lambda R} v_i - \frac{v_i - v_1}{2}\right) p_i - \left(\frac{c_v}{\Lambda R} v_1 + \frac{v_i - v_1}{2}\right) p_1 = -\frac{\Delta Q_i}{\Lambda};$$

p_i può essere determinato graficamente in modo abbastanza semplice e per cui non insisteremo oltre.

Se ora, partendo da II, costruiamo la linea di espansione a_i del fluido secondo la legge voluta e fino alla pressione p' , determiniamo poi b_i e quindi W_i , analogamente a W_1 , si potranno segnare sulla ordinata I.I, le quantità Q_i , W_i , e con una serie di operazioni simili alla precedente, dedurre il punto III del piano p, v , e così tutti gli altri punti.

Volendo una maggiore approssimazione, ottenuto il punto W_i , si può riprendere la serie dei tracciati grafici per calcolare ΔP_i con più esattezza integrando il trapezio W_i, O, I, W_1 , e partendo dal nuovo valore ΔP_i che si otterrebbe, determinare una posizione II' che si assumerebbe come vera.

Le scale adottate per la figura 37 sono:

pei volumi specifici: 50 mm = 1 m³
per le pressioni: 1 mm = 2000 Kg/m²
per le forze vive: 1 mm = 2000 unità
per le velocità: 1 mm = 40 m.

Le scale per la figura 38 sono:

per i tempi: 1 mm = 2 secondi
per i pesi: 1 mm = 2 Kg
per i volumi V: 1 mm = 2 m³
per i volumi specifici: 50 mm = 1 m³
per i calori Q: 5 mm = 1 caloria
per le velocità: 1 mm = 20 m.

Notiamo che le calori Q si ritengono *tolte* dal fluido.

Da questa costruzione pel caso generale, è facile dedurne quelle necessarie per risolvere i vari casi speciali, più semplici, che si possono presentare nella pratica.

Così, se il volume V si mantenesse costante, la linea $V_1, V_2, \dots, V_n$ si trasformerebbe in una retta parallela all'asse dei tempi, O.t.

Se è nullo il calore trasmesso al fluido, i punti I, II, III, ... sono sull'adiabatica che passa per I, e dopo aver valutati, graficamente, per mezzo delle operazioni indicate in fig. 38, i valori di $v_1, v_2, \dots$ si troveranno immediatamente i punti II, III.

§ 6° — Efflusso fra recipienti comunicanti.

Siano V, V' i volumi variabili col tempo, di due recipienti comunicanti, alle pressioni, rispettivamente, p, p' . L'efflusso avverrà, naturalmente, dal vaso a pressione maggiore a quello a pressione minore.

Dividiamo il fenomeno in vari intervalli, *brevissimi*, di tempo, e consideriamo il primo: eseguiamo, a riguardo del recipiente scaricatore, le costruzioni grafiche delle figure 37 e 38; pel recipiente ricevitore invece si eseguiscano solo le operazioni grafiche della figura 38, coll'avvertenza di prendere il polo C, alla destra del punto O' perchè, trattandosi di una immissione di volume di fluido, la retta integrale O. ΔP_i deve risultare al disotto di O.I, perchè le sue ordinate si possano più agevolmente sommare con quelle della retta P.I.

Così, per la fine del primo intervallo di tempo si saranno valutate le condizioni caratteristiche dei due ambienti fra loro comunicanti e si potrà vedere quale sia, pel 2° intervallo, quello scaricatore e quello ricevitore: si ripeteranno allora le stesse serie di operazioni grafiche per detto secondo intervallo di tempo ed analogamente per tutti gli altri.

§ 7° — Efflusso da un recipiente a volume costante e con trasmissione nulla di calore.

Supponiamo ora che sia costante il volume V del recipiente, nullo il calore trasmesso al fluido, come pure nullo quello trasmesso al getto effluente.

Indicando con P_i il peso di fluido, con p_i la pressione e v_i il volume specifico, quando si inizia l'efflusso, potremo, essendo

$$v_i = \frac{V}{P_i},$$

segnare nel piano (p, v) della figura 39 il punto I, che rappresenta detto stato termico.

Facciamo partire da I l'adiabatica aa' , questa sarà la legge di espansione del fluido nel recipiente, non solo, ma anche del getto effluente.

Segnamo poi le note curve bb' e cc' rispettivamente delle forze vive e delle velocità W .

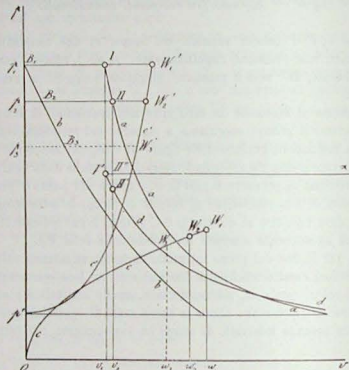


Fig. 39.

A misura che il recipiente si scarica, la pressione vi diminuisce fino a diventare quella p' dell'ambiente esterno e che supporremo costante.

Quando la pressione interna è p_1 , la velocità W_1 della sezione estrema del tubo di flusso è data dal segmento $w_1 W_1$ perpendicolare ad Ov e passante pel punto di incontro della bb' con la retta a pressione costante p_1 .

Consideriamo ora una pressione interna $p_1 < p'$, corrispondente al punto II caratterizzante lo stato del fluido contenuto nel vaso, dopo

un certo tempo di scarico; per avere la velocità W_2 relativa alla sezione estrema del tubo di flusso, bisognerebbe condurre, a partire dal punto p_1 dell'asse Op , una nuova curva bb' , nel punto ove questa incontra la retta a pressione costante p' elevare la normale che incontrerà la cc' in un punto di ordinata W_2 ; ma questa operazione si può semplificare: infatti basta portare il segmento $p_1 B_1$, che misura l'area $p_1 I II p_1$, a sinistra del punto w_1 , si otterrà il punto w_2 che ci darà, coll'ordinata che vi si eleverà sopra, il punto cercato W_2 .

Possiamo quindi, in corrispondenza dei diversi valori della pressione, portare normalmente ad Op i segmenti che rappresentano la velocità W della bocca estrema del tubo di flusso, otterremo una curva cc' , tale che

$$\overline{p_1 W_1} = \overline{w_1 W_1}$$

$$\overline{p_2 W_2} = \overline{w_2 W_2}$$

$$\overline{p_3 W_3} = \overline{w_3 W_3}$$

$$\dots \dots \dots$$

mentre è:

$$\overline{w_1 w_2} = \overline{B_1 p_1}$$

$$\overline{w_2 w_3} = \overline{B_2 p_2}$$

$$\dots \dots \dots$$

Interessa avere la legge di variazione del peso P del fluido contenuto nel recipiente.

Si ha evidentemente:

$$Pv = V = \text{costante}$$

che è l'espressione di una iperbole equilatera riferita agli assintoti, che faremo coincidere uno con l'asse Ov e l'altro con l'asse Op , portando i pesi in una scala conveniente: allora potremo segnare il punto I' tale che la sua ascissa sia v_1 e la sua ordinata sia P_1 ; facendo uscire da I' un ramo di iperbole con una delle note costruzioni, potremo, in corrispondenza delle varie posizioni che si vogliono considerare sulla aa' , avere il peso contenuto nel vaso; e se le ordinate della iperbole, che per brevità diremo curva dd' , le contiamo a partire dalla retta Ia' , esse ci daranno il peso digià effluito per quella posizione.

Ad ogni punto di a ne corrisponde uno solo di c' e pure uno solo di d : così per esempio dal punto II di a si deducono gli altri, W_2 di c' e II' di d .

Diremo punti corrispondenti, delle curve c' e d' quelli che si deducono dal medesimo punto di a , nell'esempio citato sono corrispondenti W_1 e II' .

Consideriamo ora il diagramma formato dalla curva c' , dall'asse Oy e dalla ordinata B, W_1 ; riportiamolo nella fig. 40 con la retta p, p' coincidente con OI essendo il punto p' in O e p_1 in I ; costruiamo poi la curva d' tale che le ordinate dei suoi punti siano uguali a quelle dei punti corrispondenti in d della fig. 39 (agli altri di c'), e contate dalla retta $I\alpha$, ovvero si verifichi, se il tratto $1,2$ di fig. 40

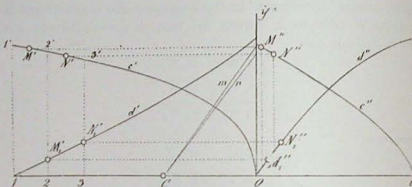


Fig. 40.

è uguale al tratto $p_1 p_2$ di fig. 39, l'uguaglianza dei segmenti $2,2'$ e $p_1 W_1$, presi il primo in fig. 39 e l'altro in fig. 40; mentre sarà il tratto $2M_1 = II''$, presi rispettivamente nelle due figure.

La quantità P di fluido uscito dopo un certo tempo t è dato, per approssimazione, da

$$P = f_e \int_0^t W_e dt$$

dove f_e è la sezione estrema del tubo di flusso e v' è il volume specifico alla pressione p' .

La relazione che lega il tempo t , durante un certo intervallo, con la velocità W si ha facilmente per mezzo delle curve c' e d' della fig. 40.

In una data scala, conveniente per il disegno, portiamo la base polare $OC = \frac{v'}{f_e}$, indi si divida il tratto OI in tanti intervalli $1,2$; $2,3$,...; consideriamo il primo $1,2$ e quindi le ordinate $11'$, $22'$. Conduciamo da M_1 punto medio di $1,2'$ la parallela all'asse OI ; si

otterrà sulla retta Oy un punto che viene proiettato da C col raggio m ; da O tiriamo la parallela ad m fino a determinare il punto M' , sulla parallela all'asse OI condotta da M_1 .

Il segmento OM' , è l'integrale grafico del trapezio che ha per base l'ascissa del punto M' , contata sulla retta Ot , e per altezza media, l'ordinata di M' ovvero quella di M' essendo $M'M'$ parallelo ad OI ed M' per duppiù sulla ordinata passante pel punto medio di OM' .

Consideriamo ancora il secondo intervallo $2,3$: dal punto N' , medio di $2,3'$ conduciamo la parallela all'asse OI , si avrà su Oy un punto che viene proiettato da C secondo il raggio n : da M' , si conduca $M''N''$, parallelo ad n , essendo N'' , sulla N, N' , parallela ad OI : dal punto medio di M', N' , eleviamo la ordinata che ci fornisce il punto N'' che si trova pure sulla N, N' parallela ad OI ; la spezzata OM'', N'' , rappresenta la linea integrale dei due trapezii accostati la cui somma delle basi è uguale alla ascissa del punto N'' , mentre le altezze medie sono le ordinate dei punti M' ed N' ovvero M', N'' .

Così procedendo per tutte le altre striscie e connettendo i punti $M', N', \dots$ con una linea continua, e connettendo pure con una linea continua i punti $M', N', \dots$, si hanno due curve c' e d' tali che le ordinate corrispondenti sono uguali a quelle delle due curve c e d e per duppiù la d' è l'integrale di c' , in relazione alla base polare OC : dunque le ascisse di queste curve c' e d' misurano i tempi t epperò c' e d' rappresentano, per approssimazione, rispettivamente la legge che lega la velocità col tempo e la legge che lega il peso di fluido scaricato col tempo, durante l'intervallo in esame.

Le scale adottate nella figura 39 sono:

pei volumi specifici $50 \text{ mm} = 1 \text{ m}^3$

per le pressioni $1 \text{ mm} = 2000 \text{ Kg/m}^2$

per le forze vive (curva b) $1 \text{ mm} = 2000 \text{ unità}$

per le velocità W (curve c e c') $1 \text{ mm} = 40 \text{ m}$

per i pesi P (curva d) $5 \text{ mm} = 1 \text{ Kg}$.

Nella fig. 40 le scale per le ordinate di c' e d' sono le stesse che per c e d della figura precedente; fu preso

$$\frac{f_e}{v_e} = \frac{m^3 0,000164}{m^3 1,64} = 0,0001.$$

La scala delle ordinate di d' essendo 200 volte maggiore di quella di c' , ne viene che i 25 mm (che è la lunghezza di OC) della base polare rappresentano la quantità

$$\frac{OC}{200} = \frac{10000}{200} = 50$$

opero la scala dei tempi t risulta di 1 mm = 2 secondi.

§ 8° — Della sezione contratta del tubo di flusso.

Sia f l'area della bocca di efflusso scolpita in parete sottile, f_c indichi quella relativa alla sezione contratta: da numerose esperienze eseguite su l'efflusso di gas e vapori si deduce che in media si può ritenere, per gli usi pratici, sia

$$f_c = 0,67 f.$$

Per la portata P occorre tenere conto inoltre del coefficiente di riduzione della velocità, che diciamo potersi assumere uguale a 0,95 in media, e si avrà

$$P = 0,95 \times 0,67 f \frac{W_c}{v_c}$$

ove W_c e v_c si riferiscono alla sezione contratta. Allora si potrà designare il conoide di efflusso: ove la sezione ha per area f , ivi capiterà la bocca di efflusso del recipiente; il conoide si svolgerà, colle sue sezioni che tendono all' ∞ , entro al recipiente, e la restante parte, a foglia di tronco di cono convergente verso la sezione contratta, all'infuori del recipiente detto.

VI. — Il moto permanente dei gas e dei vapori nelle condotte.

§ 1° — Condotta a sezione costante.

Sia una condotta a sezione costante, per gas o vapore, entro cui scorre il fluido con una certa velocità. Si vuole determinare la perdita di pressione nonché la variazione del volume specifico e della

velocità per una data lunghezza di condotta, tenuto conto delle azioni esterne, di gravità e di attrito.

Riprendiamo perciò l'equazione di Saint-Venant sotto la forma abbreviata del paragrafo 2°, capitolo V.

$$\frac{W_s^2 - W_i^2}{2g} = \mathcal{L} + \int_i F \cdot ds.$$

Indicando ora con $\mathcal{L}$ la perdita dovuta all'attrito per ogni Kg di fluido e per la lunghezza s e con i l'inclinazione della condotta, ovvero il seno dell'angolo formato dall'asse della tubazione con l'orizzontale (oppure il coseno dell'angolo dello stesso asse con la verticale), sarà:

$$\int_i F \cdot ds = \int_i i \cdot ds - \mathcal{L},$$

Il valore di i va assunto, naturalmente, col segno positivo, quando la corrente fluida procede verso il basso, col segno negativo, nel caso contrario.

La forma della funzione $\mathcal{L}$ non ci è perfettamente nota, però da numerose esperienze fatte su ordinarie condotte di vapore e di gas si può stabilire la relazione

$$\mathcal{L} = \frac{\lambda}{2g} \int_i \frac{W_s^2}{D} \cdot ds,$$

ove λ è una costante che dipende dalla natura della condotta; D è il diametro della sezione, ovvero, se questa sezione non è circolare, è il rapporto del quadruplo dell'area della sezione al suo perimetro.

Nelle ordinarie condotte di impianti industriali, la velocità della corrente fluida è molto limitata epperò si può risolvere la questione che attualmente ci interessa, dividendo la condotta in tanti tronchi di lunghezza Δs e porre quindi

$$\mathcal{L} = \frac{\lambda}{2D} \frac{W_s^2 + W_i^2}{2g} \cdot \Delta s.$$

Allora l'equazione di Saint-Venant si trasforma nella seguente:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} &= p_i v_i - p_s v_s + \int_{v_i}^{v_s} p \cdot dv = \\ &= \frac{W_s^2}{2g} \left[1 + \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right] - \frac{W_i^2}{2g} \left[1 - \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right] - i \cdot \Delta s. \end{aligned}$$

Insieme a questa relazione va unita l'altra della continuità:

$$P = \frac{W \cdot f}{v},$$

ove P è il numero di Kg che al minuto secondo passano attraverso la sezione f con la velocità W ed il peso specifico v .

Essendo stabilito che la temperatura si mantenga costante lungo la condotta, si avrà, in conseguenza della perdita di pressione dovuta all'attrito, una variazione del volume specifico secondo la legge isoterma rappresentata nel piano (p, v) mediante la curva aa , che, per un gas, è un ramo di iperbole.

(Vedasi la fig. 41)

Se tracciassimo la curva b studiata nel capitolo precedente, questa ci fornirebbe i valori di $\mathcal{L}$, come è oramai noto.

Conduciamo la retta $O\alpha$, rappresentativa della legge di continuità, essendo nel caso attuale costanti il peso P e la sezione f , assumendo l'asse dei volumi sulla retta Ov e l'asse delle velocità sulla retta Op . Il coefficiente angolare è dunque

$$\frac{P}{f}.$$

Sia un punto W , qualunque della retta α . Segnamo in corrispondenza di esso l'altro punto W' tale che fra i segmenti OK, KW' passi la relazione

$$\overline{OK} = \frac{KW'^2}{2g}.$$

Tracciamo la parabola w' che passa per W' , ha l'asse in Ov ed il vertice in O ; la equazione di questa conica è

$$y^2 = 2gx,$$

essendo l'asse delle x giacente su Ov e quello delle y coincidendo con l'asse delle W della retta α .

Segnamo ancora, in corrispondenza di W e W' , il punto W'' tale che fra i segmenti KW' e KW'' passi la relazione

$$KW'' = KW' \cdot \sqrt{1 + \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D}}.$$

Tracciamo la parabola w'' che passa per W'' , ha l'asse in Ov ed il vertice in O .

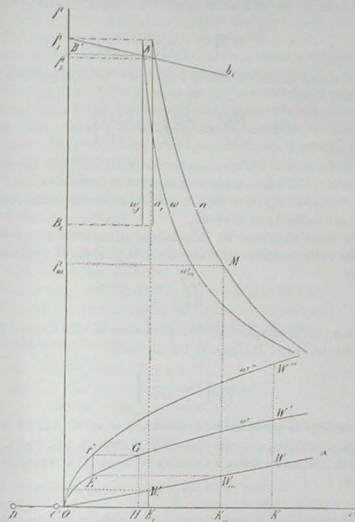


Fig. 41.

Ciò posto, consideriamo un punto M , qualunque, della curva a , la pressione corrispondente sia $p_m = Op_m$, la velocità relativa al volume specifico v_m è data da $W_m = Km W_m$.

Da W_m si faccia partire la spezzata ad angoli retti $W_m EFGH$

di elementi paralleli agli assi coordinati e nel modo che risulta dall'esame della figura.

L'ordinata del punto E ha il valore W_m , quella del punto F vale

$$W_m \sqrt{1 + \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D}},$$

che è lo stesso valore dell'ordinata del punto G della parabola w' ; l'ascissa di G è:

$$OH = \frac{HG^2}{2g} = \frac{W_m^4}{2g} \left[1 + \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right],$$

che è uno dei termini dell'equazione fondamentale di questo paragrafo.

Abbassiamo dal punto iniziale della curva a l'ordinata che ci fornirà il segmento K , $W_i = W_i$, valore della velocità in la sezione iniziale del tratto Δs di condotta.

Conduciamo dal punto W_i la parallela all'asse Ov , il segmento di questa retta, compreso fra l'asse Op e la parabola w' , rappresenta il valore

$$\frac{W_i^4}{2g}.$$

Portiamo sul prolungamento Op , alla destra od alla sinistra di O , a seconda del segno, il segmento OC di valore

$$\frac{W_i^4}{2g} \left[1 - \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right]$$

e precisamente lo porteremo alla sinistra di O se la quantità entro parentesi è negativa, nel caso opposto lo si metterà alla destra.

Ancora, portiamo a destra o a sinistra del punto C il segmento CD di valore

$$i \cdot \Delta s,$$

alla sinistra di C se il segno proprio di i , stabilito secondo i criteri già sopra esposti, è negativo, a destra nel caso contrario.

Nella fig. 41, OC , e CD risultarono entrambi a sinistra di O .

Ciò fatto, il segmento DH rappresenta tutto il secondo membro dell'equazione fondamentale ossia:

$$DH = \frac{W_i^4}{2g} \left[1 + \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right] - \frac{W_i^4}{2g} \left[1 - \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right] - i \cdot \Delta s.$$

Portiamo sulla retta $p_m M$ il segmento DH , otterremo il punto w_m : ripetiamo per tutti i punti di a la stessa serie di operazioni che per M , si avranno sull'asse Op dei punti analoghi ad H le cui distanze da D , fisso, riportate sulle rette analoghe a $p_m M$, ci daranno i punti come w_m e quindi tutta una curva w .

Se si potesse tracciare nel piano (p, v) la curva b rappresentativa di L nella stessa scala di w (ossia dei segmenti come DH), l'incontro di b con w risolverebbe l'equazione che esprimerebbe l'eguaglianza dei due membri per quella posizione. Conducendo dal punto di incontro la parallela all'asse Op si avrebbe subito il valore della pressione alla fine del tronco Δs e di conseguenza il volume specifico e la velocità della corrente gassosa.

In fig. 41 non si poté segnare la curva b direttamente, a causa delle scale, e si dovette modificare lievemente la costruzione relativa nel modo che esponiamo.

Si è considerato un tronco di 100 metri ($\Delta s = 100$) di una condotta d'aria scaldata a 100 gradi centigradi (373 assoluti), alla pressione iniziale di Kg 25300 per m^2 .

Si ritennero $\lambda = 0.02$; $D = m 0.565$; $i \cdot \Delta s = 23$ (*).

Il volume specifico risulta di $m^3 0.40$, nella sezione iniziale, si può quindi in (p, v) tracciare la a , secondo le regole note.

Si adottarono le scale:

pei volumi specifici: 50 mm = 1 m^3

per le pressioni: 1 mm = 200 Kg/ m^2

" velocità (retta α): 1 mm = 2 m

" parabole w' e w'' , tanto ascisse che ordinate, 1 mm = 2 unità.

Questa medesima scala si deve adottare, naturalmente, per i segmenti OC , CD .

La velocità iniziale W_i risulta da $K_i W_i = m 9$.

Siccome la perdita di pressione, nella lunghezza di 100 metri, è piccolissima, certamente inferiore al decimo di atmosfera, così si è considerata la porzione di curva a compresa fra le parallele all'asse Op condotte dai punti p_1, p_4 , essendo $p_1, p_4 = 1000$ Kg.

(*) Si è posto per λ un valore qualunque, molto elevato, solo per dare un esempio dell'impiego del metodo.

Mantenendo costanti le ascisse, si sono ingrandite le ordinate di detta porzione di a di dieci volte, così che il segmento p, B_1 è dieci volte quello p_1, p_1 .

Analogamente si è trasformato il corrispondente tratto di curva w .

Si otterranno adunque le curve a_1 e w_1 la di cui scala di pressione è $1 \text{ mm} = 20 \text{ Kg/m}^2$. Con una base polare di 5 mm , pari a 100 unità e giacente sull'asse $O p$ si deve costruire quel tanto di curva b_1 integrabile di a_1 sufficiente a determinare il punto B di incontro con la curva w_1 .

La scala delle distanze dei punti di b_1 (che misureranno i valori L) dall'asse $O p$ risulta di $1 \text{ mm} = 2$ unità, che è quella stessa relativa a w_1 , quindi il punto B risolve il problema. Potremo quindi valutare, come sopra si accennò, la pressione p , il volume specifico e la velocità della sezione finale, ed assumendo questa sezione come di inizio di un nuovo tronco Δs , si potrà ripetere la stessa serie di operazioni e così per tutta la condotta.

§ 2° — Condotta con espansione adiabatica.

Il metodo da seguire è identico al precedente, solo che la curva a è un'adiabatica invece di una isoterma e vale tanto per gas che per vapori.

§ 3° — Condotta a pressione costante.

Si abbia una condotta di vapore o di gas in cui siano costanti la sezione f , l'inclinazione i , e la pressione p_m .

In tal caso l'equazione fondamentale stabilita nel paragrafo 1° di questo capitolo diventa:

$$\frac{W_1^2}{2g} \left[1 + \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right] = \frac{W_2^2}{2g} \left[1 - \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right] + i \Delta s.$$

La linea di trasformazione termica nel piano (p, v) è una retta $p_m \cdot m$ parallela ad $O v$.

Costruiamo la retta α e le parabole w, w' come nel paragrafo 1°.

Nella fig. 42 queste linee furono poste al disotto di $O v$. Stabiliamo ancora la parabola w' , che si deduce da w moltiplicandone le ordinate per

$$\left[1 - \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right].$$

Sia I il punto raffigurante lo stato termico nella sezione iniziale del tronco Δs , abbassando la ordinata $I K_1$ si ottiene in $K_1 W_1$ la

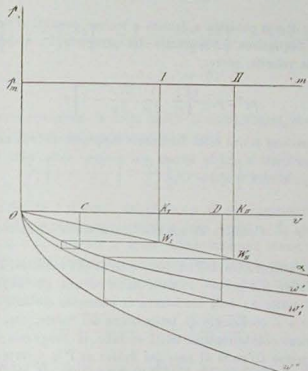


Fig. 42.

velocità W_1 : facendo partire dal punto W_1 la spezzata ad angoli retti che si appoggia sulle parabole w e w' , come in figura è fatto, si ottiene nel segmento OC il valore

$$\frac{W_1^2}{2g} \left[1 - \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right].$$

Sommiamo algebricamente questo valore con quello di $i \cdot \Delta s$, avremo un altro valore che si rappresenterà, nella scala voluta, col segmento

OD: facendo partire dal punto D la spezzata ad angoli retti che si appoggia sulle parabole w' e w'' e sulla retta α si ottiene, come in figura, il punto II dello stato termico della sezione finale del tronco ed in $K_{II} W_{II}$ il valore della velocità W_2 .

§ 4° — Condotta a densità costante.

Nel caso di una condotta a densità e sezione costanti si può subito integrare l'equazione fondamentale del paragrafo 1°, e, per essere costante la velocità, porre:

$$p_i = p_e - \left[\frac{1}{v_i} \cdot \frac{\lambda}{2D} \cdot \frac{W_i^2}{2g} - i \right] s$$

che è l'equazione di una retta facilmente rappresentabile in un sistema di assi coordinati in cui le ascisse s si contano sulla retta Ov e le ordinate p , ancora sull'asse Op .

§ 5° — Condotta di gas con trasmissione di calore.

Sia T_a la temperatura dell'ambiente esterno alla condotta, T_1, T_2, T quelle relative alle sezioni, iniziale, finale ed una qualunque intermedia del tratto Δs della condotta di perimetro costante ψ .

Diciamo μ il coefficiente di trasmissione del calore, che, in quantità Q , viene ceduto (oppure tolto) su tutta la lunghezza Δs , nella unità di tempo all'unità di peso del fluido; sia P la portata del tubo.

Si potrà scrivere, come è noto dalla fisica:

$$Q = \frac{\mu \psi}{P} \int_1^2 (T_1 - T) \cdot ds$$

ed ancora:

$$Q + A \mathcal{L} = U_1 - U_2 + A \int_1^2 p \cdot dv.$$

Ritenendo per questi simboli gli stessi significati già stabiliti.

Per risolvere il problema in via approssimativa, trascuriamo dapprima la perdita di pressione nel tronco Δs ed eseguiamo gli integrali di

cui sopra come quadrature di trapezi, ovvero poniamo in luogo dell'equazione precedente, quest'altra:

$$\begin{aligned} \frac{\mu \psi}{P} \left[T_1 - \frac{T_1 + T_2}{2} \right] \Delta s + A \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \cdot \frac{W_1^2 + W_2^2}{2g} = \\ = c \cdot (T_1 - T_2) + A p_1 (v_1 - v_2) \end{aligned}$$

che, ricordando essere

$$c_p = c_v + A R,$$

diventa:

$$\begin{aligned} T_2 \left[c_p + \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} \right] - T_1 \left[c_p - \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} \right] - \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{P} \cdot T_1 = \\ = A \cdot \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \cdot \frac{W_1^2 + W_2^2}{2g}. \end{aligned}$$

A questa equazione va unita quella di Saint-Venant, che, nell'ipotesi semplificativa della pressione costante, è:

$$\frac{W_1^2}{2g} \left[1 + \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right] = \frac{W_2^2}{2g} \left[1 - \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right] + i \cdot \Delta s.$$

Sia in fig. 43 I il punto del piano (p, v) che rappresenta lo stato termico del gas nella sezione iniziale della condotta. Si costruiscano la retta α e la parabola w' a cui attribuiamo gli stessi significati che nei paragrafi precedenti: ed ancora tracciamo le parabole w'_1, w'' che si deducono da w' moltiplicandone le ordinate rispettivamente per le quantità

$$\sqrt{1 - \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D}} \quad \text{e} \quad \sqrt{1 + \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D}}.$$

Dal punto W_1 della retta α , che ha per ordinata $K_1 W_1 = W_1$, velocità della sezione iniziale, conduciamo la parallela ad Ov fino ad incontrare la w' : l'intersezione che si ottiene ha per ascissa il valore

$$\frac{W_1^2}{2g}.$$

da questa intersezione abbassiamo la normale ad Ov , si determina su w'_1 un punto di ordinata

$$\sqrt{1 - \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D}} W_1;$$

tiriamo da tale punto la parallela ad Ov , si determina su w' un altro punto la cui ascissa è

$$OU = \frac{W_1^2}{2g} \left[1 - \frac{\lambda \Delta s}{2D} \right].$$

Portiamo il segmento $CD = i \Delta s$ da una parte o dall'altra di C a seconda del segno, e dal punto D conduciamo la spezzata ad angoli

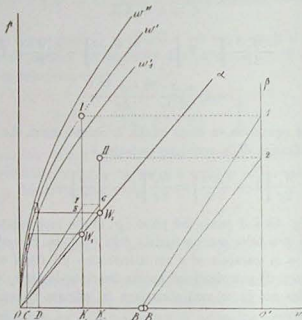


Fig. 43.

retti, con gli elementi paralleli ai due assi coordinati, che appoggiandosi sulle parabole w' e w'' terminano in W_2 della retta α .

Sulla $K_1 W_2$ deve trovarsi il punto Π rappresentativo lo stato termico del gas nella sezione terminale del tronco Δs .

Infatti deve essere

$$OD = \left[1 + \frac{\lambda \Delta s}{2D} \right] \frac{W_1^2}{2g};$$

ora: dal punto D si è elevata la normale ad Ov fino ad incontrare la parabola w' , la ordinata in tal modo intercetta su questa normale ad Ov , vale

$$\sqrt{2g \cdot OD};$$

dal punto di intersezione considerato si è condotta la parallela ad Ov tagliando la parabola w'' in un punto da cui si abbassa la parallela ad Op fino ad incontrare la w' in un altro punto la cui ordinata è:

$$\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\lambda \Delta s}{2D}}} \sqrt{2g \cdot OD} = W_2,$$

che è quanto si doveva trovare.

Per avere la quantità

$$\frac{W_1^2 + W_2^2}{2g}$$

basta sommare le ascisse dei punti della parabola w' che hanno per ordinate i valori W_1, W_2 , ovvero i segmenti intercetti dall'asse Op e la parabola w' sulle parallele ad Ov condotte dai punti W_1, W_2 della retta α .

Assumiamo ora una base $O'B$, tale che sia, in una scala conveniente:

$$O'B_1 = \frac{R}{c_p - \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P}}$$

ove R è la costante caratteristica del gas; il punto O' può, come è chiaro, essere preso comunque sulla retta Ov .

Proiettiamo da B_1 il punto 1 estremo del segmento $O'1 = K_1 I_1$; da O conduciamo $O'E$ parallelo a $B1$; il punto E sulla ordinata di I_1 , rappresenta il valore

$$T_1 \left[c_p - \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} \right].$$

Portiamo al disopra o al disotto di E , sulla ordinata di I_1 , a seconda del segno, il segmento EF raffigurante il valore

$$T_1 \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{P} + A \frac{\lambda \Delta s}{2D} \cdot \frac{W_1^2 + W_2^2}{2g};$$

da F si tiri la FG parallela ad Ov , si congiunga G (sopra $K_1 W_1$) con O e dal punto B_1 , distante da O' della quantità

$$O'B_2 = \frac{R}{c_p + \frac{\mu \cdot \Delta s \cdot \psi}{2P}}$$

si conduca la B_2 parallela ad OG ; il segmento $O'2$ ci dà la pressione terminale del tratto Δs e quindi si ha subito il punto II, perchè il segmento K_2G rappresenta appunto il valore

$$T_2 \left[1 + \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} \right].$$

Nell'esempio della fig. 43 si è considerato il caso di una condotta di gas per cui si assegnano i seguenti dati:

$D = m 0,3$; $\psi = m 0,9425$; $\Delta s = m 1000$.

$P = Kg 2$, $W_1 = 10 m$.

$\rho_1 = 25800 Kg/m^3$.

$c_1 = m^3 0,348$.

$c_2 = 0,22$; $R = 30$.

$T_1 = 290$ (gradi assoluti).

$\lambda = 0,00012$; $\mu = 0,0000085$.

$i = +0,0065$.

Le equazioni sopra stabilite si riducono allora ad essere:

$$471 T_2 = 462 T_1 + 2465 + \frac{W_1^2 + W_2^2}{2g};$$

$$1,2 \frac{W_2^2}{2g} = 0,8 \frac{W_1^2}{2g} + 6,5.$$

Le basi sono quindi

$$O B_1 = 0,065; O B_2 = 0,064.$$

Le scale adottate sono:

pei volumi specifici $50 mm = 1 m^3$;

per le pressioni $1 mm = 500 Kg/m^2$;

per le velocità (retta α e parabole relative) $2 mm = 1 m$;

per le ascisse delle parabole: $1 mm = 2$ unità.

Le basi B_1, B_2 , da leggersi nella scala dei volumi specifici vennero moltiplicate per 10, così che la scala dei segmenti K_1E, K_2F, K_3G risulta di $1 mm$ pari a 5000 unità.

§ 6° — Condotta di vapore saturo con trasmissione di calore.

Anche per la condotta di vapore saturo con trasmissione di calore si possono fare le medesime ipotesi semplificative che per gas: allora

le due equazioni fondamentali, del paragrafo precedente, divengono, nel caso attuale:

$$\begin{aligned} \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{P} \left[T_2 - \frac{T_1 + T_3}{2} \right] + A \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \cdot \frac{W_1^2 + W_3^2}{2g} = \\ = [q_2 + r_2 x_2] - [q_1 + r_1 x_1]; \\ \frac{W_2^2}{2g} \left[1 + \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right] = \frac{W_1^2}{2g} \left[1 - \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \right] + i \Delta s. \end{aligned}$$

In cui i simboli hanno i significati ormai noti e gli indici 1 e 2 si riferiscono agli stati termici del vapore rispettivamente alle sezioni iniziale e finale della condotta.

La 1ª delle equazioni scritte può trasformarsi in

$$\begin{aligned} \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} T_2 + q_2 + r_2 x_2 = \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{P} T_1 - \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} T_1 + q_1 + r_1 x_1 + \\ + A \frac{\lambda \cdot \Delta s}{2D} \cdot \frac{W_1^2 + W_3^2}{2g}. \end{aligned}$$

Per risolvere graficamente il problema si procederà come in appresso:

Nel piano (p, v) della figura 44 segniamo la retta α , le parabole w', w'', w''' , come nel caso precedente, e, nello stesso modo, data la posizione I dello stato termico del vapore nella sezione iniziale, troviamo la retta perpendicolare ad Ov su cui deve essere il punto II cercato. Così, da I si deduce il punto W_1 indi C, ed essendo $CD = i \Delta s$ si determinerà W_2 da cui si condurrà la parallela ad Op .

Ad ogni punto della curva limite superiore s corrisponde, come è noto, una temperatura T , orbene, al di sotto della linea q , ed in corrispondenza di ciascun punto di s , portiamo una distanza rappresentativa del valore

$$\frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} \cdot T,$$

e nella stessa scala secondo cui sono segnate le curve e, f, g , si otterrà una nuova curva che indichiamo con T' .

Da I conduciamo l'isoterma Im_1 , dal punto m_1 di s abbassiamo la ordinata $m_1, v_1, \dots$, si hanno i punti $E, f_1, \dots, q_1, \dots, T_1, \dots$.

Il segmento $T'_1, q_1, \dots$ raffigura il valore

$$\frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} \cdot T_1.$$

Al disopra di q_1 , portiamo il segmento q_1 , h uguale a:

$$T_1 \frac{q_1}{q_2} = \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{P} T_1 - \frac{A \cdot \lambda \cdot \Delta s}{2D} \cdot \frac{W_1^2 + W_2^2}{2g},$$

(quest'ultimo termine si deduce dai punti W_1, W_2 di α come si è indicato nel paragrafo precedente).

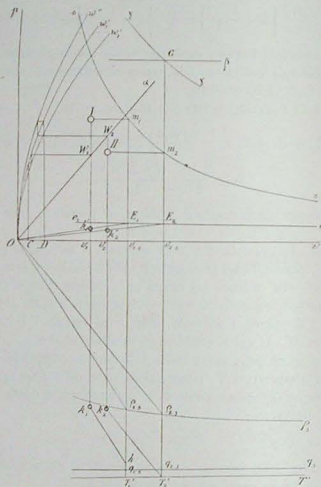


Fig. 44.

Congiungiamo O con r_1 , e dal punto h tiriamo la parallela ad $O r_1$, fino ad incontrare in k_1 l'ordinata del punto I .

Diciamo k_1 il punto di intersezione di $O E_1$ con la ordinata $I r_1$, sarà il segmento $K_1 k_1$ rappresentativo del secondo membro della equa-

zione ultima scritta, e che deve perciò essere uguale al valore del primo membro, ovvero

$$\frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} \cdot T_1 + q_1 + r_1 x_1.$$

Si deve ora cercare il punto II sulla retta $W_1 v_1$. Supponiamo, per il momento, che II si sia diggià determinato, conduciamo da II la isoterma $II m_1$, da m_1 abbassiamo la normale ad $O v$, si hanno i punti $E_1, r_1, q_1, \dots, T_1$; il segmento $T_1 q_1$ fornisce il valore

$$\frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} \cdot T_1,$$

quindi conducendo da T_1 la parallela ad $O r_1$, fino ad incontrare in k_1 l'ordinata di II , dicendo k_1 l'intersezione di questa ordinata con la $O E_1$, il segmento $K_1 k_1$ deve risultare uguale a $K_1 k_1$ e quindi rappresentare il valore

$$q_1 + r_1 x_1 + \frac{\mu \cdot \psi \cdot \Delta s}{2P} \cdot T_1.$$

Prendiamo sulla s , e nella vicinanza del punto ove si presuppone possa capitare m_1 , dei punti analoghi ad m_1 : abbassiamo da questi le ordinate, conduciamo dai punti come T_1 le parallele alle corrispondenti $O r_1$, fino ad incontrare in punti come k_1 la ordinata $W_1 v_1$. Diciamo punti analoghi a K_1 quelli di intersezione di $W_1 v_1$ con le rette analoghe a $O E_1$: si otterranno vari segmenti come $K_1 k_1$ che si riporteranno secondo le r_1 , G normalmente ad $O v$ per corrispondenti punti $v_1, \dots$. Tutti i punti come G daranno luogo ad una curva $\gamma \gamma$: tiriamo una retta B parallela ad $O v$ e distante da questa del valore del segmento $K_1 k_1$; ove la retta B e la curva γ si tagliano, si ha il vero punto G da cui abbassando l'ordinata si deduce il vero punto m_1 : da m_1 conducendo la parallela a $O v$ si ha nella sua intersezione con la $W_1 v_1$, il punto II cercato.

Nell'esempio della fig. 44 si è considerato il caso di una condotta di vapore saturo per cui si assegnano i valori seguenti:

$$D = m \ 0.3; \quad \psi = m \ 0.9425; \quad \Delta s = m \ 100$$

$$P = Kg \ 4; \quad W_1 = m \ 11.3.$$

$$p_1 = Kg/m^2 \ 65000.$$

$$v_1 = m^3 \ 0.2.$$

$$T_1 = 290 \text{ (temperatura assoluta).}$$

$$\lambda = 0.000012; \quad \mu = 0.0005.$$

$$i = +0.001.$$

Le scale adottate sono:

per volumi specifici: 100 mm = 1 m³

per le pressioni 1 mm = 2000 Kg/m²

per le velocità (ordinate della retta α e delle parabole) 2 mm = 1 m;

per le ascisse delle parabole: 1 mm = 1 unità;

per le calorie (ordinate delle curve e, e', q, q' , e quindi pure dell'intervallo fra le linee q e T): 1 mm = 10 unità.

§ 7° — Condotta con sezione variabile con continuità.

Nelle applicazioni industriali i tratti di condotta con sezione variabile gradatamente e con continuità, sono sempre di lunghezza molto limitata, onde si può trascurare l'effetto dell'attrito, epperò l'equazione da applicare è:

$$\frac{W_3^2}{2g} - \frac{W_1^2}{2g} = \mathcal{L} + H$$

ove con H indichiamo il valore di $\int_{\Delta s} i ds$.

Converrà ancora ammettere una certa legge di trasformazione termica, per esempio la adiabatica oppure l'isotermica.

Ci riferiamo quindi alla fig. 33 del paragrafo 3°, capitolo V, in cui riporteremo il segmento Oc rappresentante il valore

$$\left| \sqrt{2g \left[\frac{W_1^2}{2g} + H \right]} \right|$$

essendo W_1 la velocità della sezione iniziale della condotta.

Costruita allora la curva f , prendiamo su di essa quel punto che dista dall'asse Op del valore della sezione finale del tratto Δs di condotta e sia, per esempio f_m , si otterrà, colle costruzioni indicate nel paragrafo citato, il valore di W_3 nel segmento OW .

Può darsi che sulla curva f esistano due punti che distano ugualmente dall'asse Op secondo il valore detto: dei due si sceglierà quello a pressione maggiore se fra le sezioni iniziale e finale non vi è una sezione di minimo valore: si prenderà invece quello a pressione minore se esiste questa sezione minima.

§ 8° — Discontinuità di sezione in condotta di gas.

Anche per questo caso si può trascurare l'attrito non solo, ma pure l'azione della gravità.

In causa della discontinuità di sezione, dal valore f_1 a quello f_2 , nella vena fluida avranno luogo turbamenti di regime, ossia il fluido che procede nella condotta f_1 in regime di velocità W_1 , raggiungerà nella condotta f_2 un altro regime di velocità W_2 : esisteranno quindi due sezioni, una f_1 : l'altra f_2 , che includeranno fra loro la discontinuità e lo stato di moto perturbato sotto le azioni perturbatrici che indicheremo ancora con $\mathcal{L}$.

L'equazione di Saint-Venant, applicata fra le sezioni testè dette, diventa:

$$\frac{W_2^2}{2g} - \frac{W_1^2}{2g} = \mathcal{L} - \mathcal{L}_r$$

Il lavoro che si svolge per le azioni perturbatrici si cambierà tutto in calore, e, siccome la durata del fenomeno di perturbamento per ogni Kg di fluido che passa in quella porzione di condotta è brevissima, così possiamo ritenere nullo il calore trasmesso (oppure tolto) dall'esterno alla massa fluida, quindi porre:

$$\mathcal{L}_r = U_1 - U_2 + A \int_{v_1}^{v_2} p \cdot dv$$

Sostituendo questo valore nell'equazione di Saint-Venant dianzi scritta, e ricordando che:

$$pv = RT; \quad U = c_v T; \quad c_p = c_v + AR,$$

si trova:

$$\frac{W_2^2}{2g} - \frac{W_1^2}{2g} = \frac{c_p}{AR} [p_1 v_1 - p_2 v_2]$$

Insieme a questa va unita l'altra equazione della continuità:

$$W_2 = W_1 \frac{v_1}{v_2} \frac{f_1}{f_2}$$

Nel piano (p, v) della fig. 45 sia I il punto rappresentante lo stato termico del gas nella condizione di regime di velocità W_1 nel tronco f_1 .

Segnamo la curva adiabatica a che passa pel punto I . Con base OB uguale a

$$\frac{AR}{c_p}$$

costruiamo la curva $\delta\delta$, luogo degli estremi delle rette integrali dei rettangoli $p v$ relativi ad α . In figura è posta la costruzione di un punto D di $\delta\delta$ proveniente dal rettangolo $p_1 v_1$.

Conduciamo da I la ordinata $I v_1$, essa incontrerà la $\delta\delta$ in un

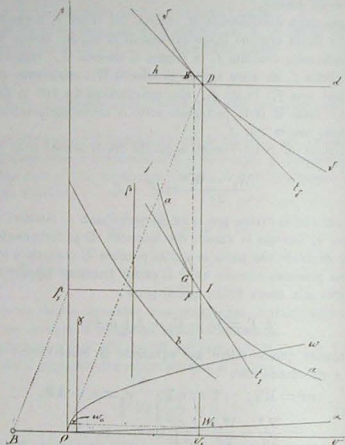


Fig. 45.

punto D da cui, conducendo la d parallela ad $O v$, ci darà modo di rilevare in valore e segno il termine

$$\frac{C_p}{AR} [p_1 v_1 - p v].$$

prendendo le distanze dei vari punti di $\delta\delta$ dalla retta d .

Tiriamo la retta α raffigurante l'equazione

$$W = v \frac{W_1}{v_1} \cdot \frac{f_1}{f_2}.$$

che ha per coefficiente angolare il valore

$$\frac{W_1}{v_1} \cdot \frac{f_1}{f_2};$$

segnamo inoltre la parabola ω di equazione

$$x = \frac{W^2}{2g};$$

e parallelamente ad $O p$ tiriamo la retta γ distante da detto asse, del valore

$$\frac{W_1^2}{2g}.$$

Dai vari punti della α si abbassino le ordinate: sulla α si ottengono così dei punti: da questi conduciamo le parallele all'asse $O v$; i segmenti di tali parallele intercetti fra la parabola ω e la retta γ rappresentano il termine

$$\frac{W^2 - W_1^2}{2g}.$$

In tal modo ad ogni punto di α corrisponde un valore unico del termine ora scritto e che possiamo (in corrispondenza del punto relativo di α) riportare normalmente sulla retta d , al disopra o al disotto, secondo che il segno della differenza $W^2 - W_1^2$ è negativo oppure positivo, ovvero secondo che i segmenti in questione risultano alla sinistra oppure alla destra di γ .

Né risulta perciò una linea h che incontrerà la curva $\delta\delta$ in un punto E. Abbassando da E la normale ad $O v$ questa taglierà la linea α in un punto G che ci dà lo stato termico del gas per la condizione di regime di velocità W , il cui valore si troverà subito calcolando da G la ordinata che interseca la retta α .

Per mezzo della parabola ω e della retta γ si può avere

$$\frac{W^2 - W_1^2}{2g};$$

costruendo la nota curva b , le cui distanze vanno prese dalla retta B , parallela ad $O p$, si hanno i termini $\mathcal{L}$ epperò pel punto G si può ricavare il corrispondente $\mathcal{L}$ ed ottenere $\mathcal{L}$ dalla differenza

$$\mathcal{L} - \frac{W_1^2 - W^2}{2g}.$$

Nel caso trattato nella figura 45 si è considerato un gas nelle condizioni seguenti:

pressione $p_1 = 77300 \text{ Kg/m}^2$;

volume $v_1 = \text{m}^3 \cdot 0,72$;

$W_1 = \text{m} \cdot 10$;

$\frac{f_1}{f_2} = \frac{2}{5}$;

$c_p = 0,24$; $R = 30$.

Le scale adottate sono:

pei volumi specifici $50 \text{ mm} = 1 \text{ m}^3$

per le pressioni $1 \text{ mm} = 2000 \text{ Kg/m}^2$.

La base O B risulta di 0,295 e fu portata nella stessa scala di v epperò le ordinate della curva $\delta\delta$ vanno lette nella scala di p ovvero $1 \text{ mm} = 2000$ unità.

Il coefficiente angolare di α è 5,555...; la scala delle ordinate di questa retta è 1 mm pari a 2 metri, e questa stessa scala fu adottata per le ordinate ed ascisse della parabola $\alpha\alpha$ epperò le grandezze

$$\frac{W_2^2 - W_1^2}{2g}$$

sono, nella figura 45, rappresentate in una scala mille volte maggiore di quella delle distanze dei punti di $\delta\delta$ della retta d .

Naturalmente la retta γ è posta a distanza $\frac{W_1^2}{2g}$ da O p presa pure nella scala di 1 mm pari a 2 m.

Osserviamo che le differenze di pressione e di volume specifico per lo stato di regime di velocità W_1 è piccolissima; i punti E e G risultano vicinissimi, in realtà, rispettivamente a D ed I, anzi, colle scale dette, queste distanze, nella figura 45, non sarebbero neppure rappresentabili.

Allora sostituiamo ai tratti di curve α e δ , nelle vicinanze di I e D le tangenti t_1, t_2 . Se ingrandiamo le scale di queste curve di mille volte (riducendo così le ordinate di δ direttamente paragonabili con i segmenti che ci danno i valori $\frac{W_2^2 - W_1^2}{2g}$), le tangenti dette non variano di posizione sul piano del disegno.

Stante inoltre la grande piccolezza di I G possiamo ritenere che la velocità di regime W_2 sia quella stessa data dal segmento $v_1 W_1$ in-

tercetto dalla retta α sull'ordinata di I; il valore di $\frac{W_2^2 - W_1^2}{2g}$ sarà raffigurato dal segmento u_2 .

Conduciamo al disopra di d una retta h parallela a d e distante di u_2 e la portiamo al disopra perchè u_2 è negativo: il punto di incontro di h con t_2 è precisamente quello cercato E da cui si deduce subito G.

Il segmento I F rappresenta, nella scala di 50000 mm pari ad 1 m^3 , la variazione di volume specifico, mentre il segmento G F, nella scala di 1 mm pari a 2 Kg/m^2 , rappresenta l'aumento di pressione.

§ 9° — Discontinuità di sezione in condotta di vapore saturo.

Supponiamo che nella condotta considerata nel paragrafo precedente scorra adesso del vapore saturo invece che del gas: le due equazioni fondamentali divengono allora:

$$\frac{W_2^2 - W_1^2}{2g} = \mathcal{L} - \mathcal{L}'$$

$$A \mathcal{L} = [q_1 + r_1 x_1] - [q_1 + r_1 x_1] + A \int_{x_1}^{x_2} p \cdot dv$$

che, combinate assieme, danno:

$$\frac{W_2^2 - W_1^2}{2g} = \frac{1}{A} [q_1 + r_1 x_1] - \frac{1}{A} [q_2 + r_2 x_2]$$

Nel piano (p, v) della figura 46 la posizione I rappresenti lo stato termico del vapore saturo nel tronco di sezione f_1 , in regime di velocità W_1 .

Per ogni punto dell'adiabatica a , passante per I, conduciamo l'isotermica relativa, come, ad esempio, la K, m_1 : da m_1 abbassiamo la ordinata, ottenendo sulle curve e_1, f_1, g_1 le intersezioni $E_{1,1}, F_{1,1}, G_{1,1}$: da $q_{1,1}$ tiriamo la parallela ad O $p_{1,1}$: fino ad incontrare in D₁ l'ordinata di K la quale inoltre taglierà in E₁ la congiungente O E_{1,1}. Il segmento E₁ D₁, misura la quantità

$$q + r x.$$

relativa al punto K di a .

Ripetendo le medesime costruzioni per tutti i punti dell'adiaba-

tica a si ottengono due curve, e' e δ come luoghi geometrici di estremi di segmenti di valore

$$q + r x,$$

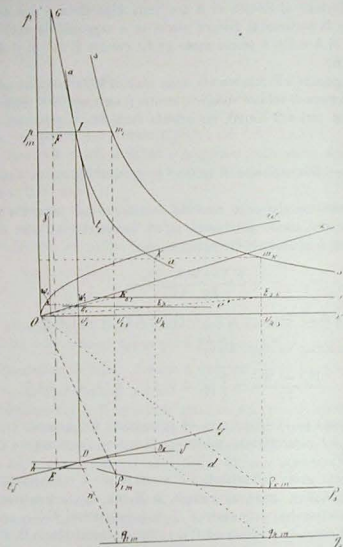


Fig. 46.

Risulta dai tracciati grafici che la curva e' differisce pochissimo da una retta epperò se dall'estremo D del segmento di valore

$$q_1 + r_1 x_1,$$

conduciamo la retta d parallela alla e' , le ordinate della curva δ contate a partire da d forniscono i valori della differenza

$$[q_1 + r_1 x_1] - [q_2 + r_1 x_2].$$

Costruiamo la retta a e la parabola ac come nel caso precedente.

In forza di ragionamenti analoghi a quelli esposti in paragrafo 8° del presente capitolo sostituiamo ai tratti di curve a e δ in vicinanza di I e D, le tangenti t_1 e t_2 .

Per maggiore chiarezza e brevità diremo senz'altro del caso trattato in figura 46.

Si è considerato del vapore acqueo saturo alla pressione di Kg/m² 100000 e sotto un volume specifico di m³ 0,102. Si ha inoltre

$$W_1 = m \ 10; \quad \frac{f_1}{f_2} = \frac{3}{5}.$$

Le scale adottate sono:

pei volumi specifici: 100 mm = 1 m³

per le pressioni: 1 mm = 2000 Kg/m²

per le calorie (ordinate di e, p, q): 1 mm = 10 calorie

per le velocità W : 1 mm = 2 metri

per le coordinate di ac 1 mm = 2 unità.

Le ordinate di δ risultano quindi nella scala di 1 mm = 4250 unità affinché possano rappresentare il termine

$$\frac{1}{A} \{ [q_1 + r_1 x_1] - [q_2 + r_1 x_2] \}.$$

Come nel caso precedente, riteniamo che la vera velocità W_1 sia data dal segmento $v_1 W_2$ epperò il segmento ac rappresenta il termine

$$\frac{W_1^2 - W_2^2}{2g}$$

essendo la retta λ distante da O p del valore

$$\frac{W_1^2}{2g}.$$

Conduciamo quindi la retta h parallela a d e distante da questa di ac , e al disotto oppure al disopra di d secondochè ac è negativo oppure positivo. Nel caso attuale ac risulta negativo.

La h e la t^2 si tagliano in un punto E da cui si dedurranno su-

bito gli altri F e G, come in paragrafo 8°: il segmento IF rappresenta la diminuzione di volume specifico nella scala di

$$100 \text{ mm} \times \frac{4250}{2} = 212500 \text{ mm} = 1 \text{ m}^3$$

mentre il segmento FG raffigura l'aumento di pressione nella scala di

$$\frac{1}{2900} \times \frac{4250}{2} = \text{mm } 1,0625 \text{ per kg/m}^2.$$

Infatti bisogna ridurre le ordinate di δ , che originariamente erano nella scala di 1 mm pari 4250 unità, alla scala di 1 mm = 2 unità, che è quella di w ; con ciò bisogna moltiplicare le scale di t_s e di t_i per $\frac{4250}{2}$ e si ottengono i valori testè indicati.

Le costruzioni esposte valgono evidentemente tanto per restringimenti subitanei di sezione che per allargamenti, osservando le convenzioni fatte circa il segno di w .

§ 10. — Schermo con foro in parete sottile.

Sia nella condotta di sezione f uno schermo in cui è praticato, in parete sottile, un foro f_i .

Consideriamo il fluido che giunge verso f_i con velocità W_i , attraverso f_i ha luogo un conoide di flusso la cui sezione contratta f_c si può ritenere sia $0,67 f_i$.

Coi metodi noti possiamo determinare la pressione, la velocità W_c , ed il volume specifico in f_c .

Si può studiare quindi, applicando le costruzioni dei due paragrafi precedenti, il fenomeno di variazione brusca di sezione fra il valore f_c ed f e determinare perciò il valore di W_s , velocità del fluido al di là del tratto di tubo di moto perturbato.

§ 11. — Innesto, senza svasatura, di un tubo con la parete di un recipiente di gas o vapore.

Nella sezione di innesto di un tubo sulla parete di un recipiente da cui deve effluire gas o vapore, si forma un conoide di flusso la cui sezione contratta f_c si può ancora ritenere sia uguale a $0,67$ quella di innesto.

Coi metodi svolti nel capitolo V sappiamo determinare la velocità W_i in f_i , epperò si potrà studiare il fenomeno di variazione brusca di sezione dal valore f_c ad f del tubo e determinare la velocità W_s di regime del tubo stesso.

Rappresentando sul disegno il conoide di flusso se ne potrà rilevare la sezione di innesto f come è spiegato nel paragrafo 8° del capitolo V e vedere la posizione di f_c ove si ammette avvenga il fenomeno di variazione brusca di sezione sopra detto.

RASSEGNE TECNICHE E NOTIZIE INDUSTRIALI

LABORATORIO PRUSSIANO PER LA PROVA DEI MATERIALI

Il nuovo Istituto ha sede a Gross-Lichtenfelde, presso Berlino. Dopo l'apertura dei nuovi laboratori, l'Ufficio centrale per la prova dei tessuti è stato unito al Prüfungsamt, che è ufficialmente riconosciuto come la Corte di arbitrato per le questioni tecniche; il Reichsanstalt poi viene considerato quasi una Corte d'appello per i problemi scientifici non ben risolti. Allorquando due opposti ricorrono all'arbitrato, essi debbono dichiararsi pronti ad accettare la conclusione dei periti, ma più frequentemente sono le autorità che che ricorrono al Prüfungsamt e in modo speciale la Dogana quando si tratta di classificare le merci soggetti a dazio. Il Prüfungsamt s'incarica inoltre di completare l'istruzione degli studenti della Scuola Tecnica superiore di Charlottenburg colla quale l'Istituto conserva le sue relazioni, esso compie lo stesso ufficio anche per altri istituti sì per provare i materiali sì per condurre delle ricerche scientifiche, nei limiti concessi dal tempo, dallo spazio e dai mezzi. Sfortunatamente non è che nei reparti della metallografia e dell'assaggio carte che l'Istituto dispone dei mezzi opportuni per lo studio pratico della scienza per provare i materiali.

Tutte le sezioni furono attivissime nel 1905, le spese salirono a L. 460.000 e poiché la dotazione che è destinata a sopprimerle è solamente di 280.000 marchi, lo Stato dovette sussidiare largamente l'Istituto. Il prof. A. Martens continua a tenere l'ufficio di direttore; condirettori e capi di due dipartimenti sono i professori Rudeloff e Heyn; e capi dei quattro altri dipartimenti i professori Gary, Herzberg, Rothe e Holde. Il personale consta di 190 membri, di cui 13 sono professori permanenti, 42 assistenti, 39 operai, scrivani, ecc. Non è raro che l'opera dell'Istituto venga domandata anche da Stati non tedeschi.

I lavori dell'Istituto sono naturalmente assai vari, e noi accenneremo solamente ad alcuni di essi. La sezione per la prova dei metalli ha pressoché completato alcune ricerche, frutto di studi che durarono parecchi anni, intorno alle leghe di nickel, ferro, carbone e manganese, tutte per ordine della Verein zur Beförderung des Geverbelleisses, la quale pubblica i risultati. La stessa sezione attende ad un'inchiesta intorno alla resistenza dei rulli a sfere sui ponti di ferro, fatta per invito del Verein Deutscher Ingenieure; e studia anche per conto della marina imperiale il problema della resistenza alla frizione fra anelli concentrici di vari metalli colle superfici nei diversi stadii di finitura lubrificata o no.

Gli esperimenti che sono stati fatti sulla resistenza dei vari bronzi, mostrano che questa diminuisce assai ad alta temperatura, e va cioè da 5980 kg per cm² alla temperatura ordinaria, a 2340 kg alla temperatura di 400° cent; l'allungamento diminuisce moltissimo a 300°, ma ricupera il suo valore primitivo a 350° cent. Sulla dilatazione del cemento armato per aumento di temperatura, si notò che 3 esemplari di cemento senza ferro aumentavano in lunghezza di 94, 109 e 111 unità riscaldati da - 2° sino a + 50° cent, mentre esemplari analoghi contenenti noccioli di ferro aumentavano di 101, 115 e 117 unità; l'unità in questo caso corrispondeva a 10⁻³ centimetri per centigrado.

Il riparto dei materiali da costruzioni è stato molto attivo nel provare i cementi. È un fatto riconosciuto che l'esame della struttura di una costruzione compiuta non può rivelare se il cemento adoperato era o no un prodotto naturale, ottenuto cioè soltanto dalla calcinazione di un miscuglio di prodotti naturali; né è possibile di determinare con esattezza le proporzioni primitive di un cemento quando esso sia già indurito. L'Istituto ha fatto molte ricerche intorno alle malte, preparate col trap vulcanico della Prussia Renana, di cui si fece molto uso nel costruire le grandi dighe per i serbatoi fatti recentemente in quel distretto; studio anche quali sabbie fossero più consigliabili. Dal 1904 i costruttori prussiani sono obbligati a far provare i cementi che intendono di adoperare.

Nel riparto degli assaggi della carta, sette persone seguirono il corso pratico. Furono provati i sacchi di carta per il trasporto del cemento introdotti in America, indi confezionati anche in Germania. Gli ufficiali delle dogane italiane intendevano di far pagare la cosiddetta carta pergamenata, come carta cerata, asserendo che essa era impregnata di petrolio o di sapone, ma dovettero riconoscere dietro le dichiarazioni dell'Istituto che esso conteneva solamente della resina.

Nel dipartimento metallografico si condussero delle ricerche intorno agli acciai duri ad alto tenore di carbonio su esemplari somministrati da Böhrer e C., ed i prof. E. Heyn ed O. Baner pubblicheranno i risultati di quella

loro investigazione. Dai signori Krupp e dalle Bochumer Verein e Gute H.-f.-foungshütte furono inviati esemplari di getti d'acciaio, perchè ne fossero esaminate le proprietà. Furono anche fatte ricerche intorno ad alcune proprietà del ferro; per esempio si trovò che la ruggine locale non indica nel ferro necessariamente eterogeneità chimica, e che la formazione locale di bolle d'aria può produrre ruggine, come per es. nelle lamiere delle caldaie. Quando pezzi di acciaio dolce riscaldato ad alta temperatura vengono a contatto con ferro meno caldo, il ferro non è rapidamente intaccato dalla ruggine. Per gli esperimenti i pezzi d'acciaio furono riscaldati fino a 900° e 1300° rispettivamente, indi congiunti con verghe di ferro ed immersi nell'acqua distillata. Il ferro non sopra riscaldato è elettricamente più positivo (cioè è più prossimo allo zinco) del ferro sopra riscaldato, il quale corrisponde di più al platino, la differenza di potenziale elettrico è quasi di 0,4 volta. Quest'operazione può essere molto importante per le saldature: se queste non sono diligentemente martellate, può avvenire che le due diverse porzioni di ferro formino una coppia elettrica, e si vadano perciò corrodendo.

NOTIZIE INDUSTRIALI

ECONOMIA INDUSTRIALE.

La statistica delle forze motrici. — È stata pubblicata la statistica delle forze motrici impiegate al 1° gennaio 1904 nell'agricoltura e nelle industrie del Regno.

Da essa si rileva che al 1° gennaio 1904 era impiegata nel Regno complessivamente la quantità di tre milioni di cavalli dinamici di forza motrice, non compresa quella sviluppata dai motori a bordo delle regie navi da guerra e quella ottenuta da derivazioni d'acqua non gravate da canone a favore dello Stato.

I tre milioni di cavalli dinamici sono così distribuiti: per le industrie agricole 165.000, per quelle manifatturiere 980.000, per i trasporti e per la navigazione lacuale 1.490.000, per i trasporti per mare e per le industrie e commerci marittimi 345.000, per gli edifici e servizi dipendenti dai Ministeri della guerra e della marina 15.000.

FERROVIE.

Il progresso delle ferrovie Sud-americane. — Una delle più importanti opere pubbliche in corso nell'America del Sud è certamente la grande ferrovia Transandiana. Il primo tratto della sezione cilena di questa linea, dalle Ande a Juncal, fu aperto al pubblico nello scorso febbraio. Il tratto che segue, e da Juncal a Portillo, è lungo appena 11 km, ma ha 9 gallerie della lunghezza complessiva di 1500 m: esso probabilmente sarà terminato nel prossimo maggio. Dopo questa data si affretterà con intensa energia il compimento della galleria più elevata, che sarà lunga 3000 m e alla quale già si lavora ad ambe le estremità. Si calcola che i lavori procederanno nella proporzione di 2 m per parte al giorno, lucide alla fine dell'anno corrente si saranno traforati 700 m; occorreranno 550 giorni di

lavoro dal 1° gennaio 1907 per congiungere le due estremità. Se non avvenissero delle difficoltà imprevedibili è dunque certo che la galleria delle Ande sarà condotta a termine prima della fine del 1908. Vi furono dei ritardi nell'esecuzione della galleria superiore per la scarsità di mano d'opera, ma essa affluirà quando termineranno i lavori attuali nelle 9 gallerie in corso.

La ferrovia Transandiana segnerà un momento storico per l'America del Sud, perché stabilirà delle relazioni più intime fra i vari Stati. Allorquando vi saranno mezzi di comunicazione diretti fra Buenos Ayres e Valparaiso, miglioreranno le relazioni fra gli Stati di cui quelle città sono capitali. Il maggiore ostacolo al progresso dell'America del Sud fu senza dubbio la discordia esistente fra le sue varie repubbliche. Esse dovrebbero rivolgere tutte le loro energie allo sviluppo delle proprie risorse naturali, e porre fine alle sterili lotte che nessun beneficio produssero a favore dei contendenti, ma giovarono soltanto ora a questo ora a quell'avventuriero politico.

Finora i capitalisti inglesi interessati nell'America del Sud attesero principalmente alle ferrovie dell'Argentina, con risultati finanziari eccellenti, laonde i lavori di costruzione procedettero vigorosamente. Non è improbabile però che segua un periodo di ristagno, poichè l'attuale prosperità della Repubblica Argentina ha tanto accresciuto la domanda di lavoro, che sarà necessario aumentare i salari dei ferrovieri in genere, diminuendo per conseguenza i lauti guadagni dei capitalisti delle ferrovie. È difficile stabilire fin d'ora a quanto ammonterà la diminuzione dei profitti accennati, che finora erano senza difficoltà del 5, 6 o 7%, ma è certo che se essi scenderanno assai, lo sviluppo delle ferrovie Argentine subirà un grande arresto.

L'argomento è di grandissima importanza per gli stabilimenti metallurgici e meccanici inglesi, i quali somministrarono finora ingenti quantità di rotaie e di locomotive all'Argentina: il valore totale delle locomotive esportate nelle regioni dell'America del Sud dal gennaio al 31 ottobre 1906 fu di 1.209.600 sterline, mentre nel periodo corrispondente del 1905 era stato di 513.237 sterline, e in quello del 1904 di 283.998 sterline. L'esportazione del 1906 a tutto ottobre per l'Argentina rappresenta più della metà della esportazione inglese generale di locomotive per lo stesso periodo; e perciò qualunque ristagno negli affari dell'Argentina avrebbe delle conseguenze gravissime per gli stabilimenti inglesi.

Ad ogni modo le ferrovie argentine progredirono rapidamente nell'ultimo decennio, e non dobbiamo disperare dell'avvenire. I risultati raggiunti dalla Compagnia del Pacifico e di Buenos Ayres nel decennio terminato col 1906 furono meravigliosi e veramente atti ad ispirare fiducia, sempreché si possa mantenere il dominio sulle difficoltà del lavoro.

La lunghezza della linea in esecuzione sulle ferrovie del Pacifico e Buenos

Ayres, i guadagni fatti, e i dividendi pagati nel suddetto decennio, appaiono nello specchio seguente:

Anno	Km	Ammontare Lire	Dividendo
1896-7	685	398.459	3 1/2
1897-8	685	358.354	0
1898-9	685	478.959	3 1/2
1899-0	687	555.042	2
1900-1	994	600.878	0
1901-2	1080	584.267	0
1902-3	1219	718.001	5
1903-4	1658	1.045.530	7
1904-5	1658	1.263.637	7
1905-6	1768	1.618.365	7

Saremo in grado di apprezzare in capo a qualche mese le conseguenze del rincaro della mano d'opera, ma nell'insieme c'è ragione di sperare che la questione verrà risolta abilmente con successo.

Il Brasile possiede attualmente 17.100 km di ferrovie, ma data la vasta superficie del territorio, e l'aumento della sua popolazione, si fa sentire il bisogno di estendere grandemente la rete delle sue comunicazioni ferroviarie. Perciò il Comitato del Senato brasiliano per i lavori pubblici ha raccomandato che si accettino le proposte del sindacato di Ethelberg circa la costruzione di varie linee nelle regioni Nord e Sud della Repubblica. La rete ferroviaria progettata comincerebbe nello Stato di Maranhão, e procedendo nella direzione della capitale di Gogaz, attraverserebbe le valli di Mearim e Iocantins, passando per Carolina, Palma e Jaraguá, e verrebbe finalmente a congiungersi alla ferrovia esistente fra Bahru e Cujaba e Matto Grosso. Il Governo del Brasile ha autorizzato la Compagnia Leopoldina a costruire un tronco di 1.00 m scartamento tra Saturnino Braga e Santo Omar, lungo 18 km; esso è destinato a favorire un importante territorio in cui si coltiva la canna da zucchero e abbondano i pascoli.

La provvista del carbone per le ferrovie di Stato. — La nota relazione sull'andamento delle ferrovie dello Stato nell'esercizio 1905-1906, presentata al Ministro dei lavori pubblici dal direttore generale comm. Bianchi, occupandosi della provvista dei carboni da locomotiva, dice che il consumo annuo del carbone da locomotive per tutte le ferrovie dello Stato può calcolarsi, con le accresciute esigenze del traffico, di circa 1.360.000 tonnellate, fra grosso e mattonelle, nella proporzione del 32 1/2, circa di grosso e del 68 1/2, circa di mattonelle.

Durante l'esercizio delle Società, fatta eccezione soltanto per le ferrovie

della Sicilia, che acquistavano le mattonelle sul mercato inglese, queste erano approvvigionate in Italia presso le fabbriche di Novi, Spezia, Livorno, Civitavecchia, Napoli, San Giovanni a Teduccio, Torre Annunziata, Brindisi, Ancona, Venezia e Borgo San Donnino.

La scorta dei carboni lasciata al 30 giugno 1905 dalle ex reti Mediterranea, Adriatica e Sicula, corrispondeva in complesso al consumo di poco inferiore a tre mesi, e le contrattazioni in corso di consegna risultavano insufficienti al fabbisogno di un anno, senza tener conto del maggior consumo prevedibile per progressivo ascendere del traffico ferroviario.

Si impose quindi subito la necessità di assicurare altri approvvigionamenti, sia per elevare le scorte di riserva al consumo approssimativo di cinque o sei mesi, sia per fronteggiare le esigenze del traffico.

La relazione dice che un periodo piuttosto critico si ebbe ad attraversare verso la metà dell'anno finanziario, in quanto che, data l'esiguità della scorta originaria dei carboni, l'insufficienza di carri e le accresciute esigenze dell'esercizio, alcuni depositi combustibili vennero a trovarsi approvvigionati in misura insufficiente.

Malgrado però queste difficoltà ed altre di varia indole incontrate, si riuscì ben presto a coprire il fabbisogno per tutto l'anno e ad avere al 30 giugno 1906 una scorta di tonnellate 548.000 circa, che corrisponde al consumo approssimativo di cinque mesi.

Le nuove forniture di carbone contrattate durante l'anno ascendono a tonnellate 834.000.

La quantità consegnata in base ai contratti ex-sociali ed ai nuovi fu di tonnellate 1.496.500.

Come già si è detto, negli anni che precedettero l'esercizio di Stato, il fabbisogno delle mattonelle veniva interamente coperto mediante acquisti presso fabbriche nazionali.

Siccome però tali provviste per il gruppo di linee attorno a Genova davano luogo a inutili trasporti per molti milioni di tonnellate-chilometro, si riconobbe l'opportunità di provvedere subito all'acquisto in Inghilterra di una grossa partita di mattonelle, che fu consegnata a Genova, Savona e Spezia, riuscendo così a ridurre notevolmente i trasporti nel rifornimento dei depositi.

Considerato poi che d'ordinario il prezzo delle mattonelle è superiore a quello del carbone grosso, specialmente se proviene dal bacino di Newport, mentre le mattonelle sviluppano un numero di calorie inferiore a quello che dà il grosso, e danno una maggiore percentuale di ceneri, l'Amministrazione ha provveduto in maniera da diminuire man mano l'uso delle mattonelle, in modo che il loro consumo, anziché nella proporzione del 68 $\frac{4}{10}$ rispetto al grosso, venga ridotto al 33 $\frac{4}{10}$.

Per il carbone grosso, fino dall'agosto 1905 si stabilirono le norme per le for-

niture; ma siccome non si avevano ancora dati sicuri sulle caratteristiche dei carboni delle diverse miniere, si studiarono i risultati avuti con il primo capitolato provvisorio di prova, per averne norma nel rivedere le condizioni tecniche suddette. Ed infatti, nei nuovi capitoli che ora servono di base per i nuovi contratti, si sono modificate alcune caratteristiche prima stabilite, le quali portavano ad escludere un eccessivo numero di miniere, e, date le differenze che nel tenore specialmente delle materie volatili esistono tra le miniere dei bacini di Cardiff e di Newport, si concordano due capitoli distinti per il carbone dell'uno e dell'altro bacino. La pratica ha dimostrato che il carbone delle miniere di Newport serve altrettanto bene come quello di Cardiff per le nostre locomotive, e la scelta è quindi questione di convenienza commerciale. La relazione non esclude pertanto la possibilità di fare anche qualche provvista di carboni fossili di provenienza belga, tedesca od americana, sempreché i rispettivi mercati siano per offrire prezzi più convenienti.

La relazione osserva poi che, contrariamente a quanto veniva esercitato dalle Società, la condizione più favorevole per l'acquisto dei carboni è quella per consegna alla miniera, condizione che evita la interposizione, fra produttori e consumatori, di grossi negozianti che determinano l'aumento del prezzo a tutto svantaggio del consumatore. L'Amministrazione ferroviaria potrebbe poi eseguire i trasporti o mediante noli diretti di vapori, o mediante speciali convenzioni, da stipularsi con qualche compagnia di navigazione, preferibilmente italiana.

MECCANICA.

Le funicolari aeree. — Da qualche tempo si sta pensando a costruire una funicolare aerea per facilitare l'ascensione del Monte Bianco; ve ne è già una in via di costruzione per accedere alla vetta del Wetterhorn. Questa ferrovia incomincia presso il ghiacciaio superiore del Grindewald all'altitudine di 1600 m, raggiunge il rifugio di Gieckstein in due sezioni, lunghe rispettivamente 750 m, e 850 m, che funzionano indipendentemente l'una dall'altra: la prima di esse, che deve giungere fino ad Enge, è già a buon punto. Le comunicazioni aeree sono stabilite mediante due gomeni del diametro di 35 mm capaci di portare dei veicoli; esse sono ancorate all'estremità superiore, mentre dall'altra sono trattenute da grossi pesi, cosicchè hanno una tensione costante, indipendente dalle variazioni del traffico e dalle condizioni dell'atmosfera.

I veicoli sono muniti di puleggie del diametro di 60 cm e di parecchi apparati per impedire accidenti in caso di rottura della gomena di trazione, la quale ha un diametro di 26 mm. Le carrozze possono contenere 16 persone

e sono forniti di freni speciali a disposizione del conduttore. La velocità sarà di 150 m per secondo.

La ferrovia consta di due linee collocate alla distanza di piedi 8 m e di esse una è destinata alle vetture che ascendono e l'altra a quelle discendenti, mosse entrambe da un'unica fune continua di trazione, il sistema di funzionamento è perciò pressoché in equilibrio e basta un motore della forza di 70 cavalli per produrre il movimento necessario.

La ferrovia funicolare aerea del Wetterhorn è la prima del suo genere in Europa, mentre ve ne sono già in uso da qualche tempo in America. L'Argentina ha il vanto di possedere la funicolare più lunga e più elevata del mondo: essa congiunge la miniera Mexicana nelle Cordigliere colla stazione ferroviaria di Chilito nella Provincia di La Rioja; ha una lunghezza di 35 km miglia, ed è divisa in 8 sezioni, ognuna delle quali possiede delle gomme aeree. La durata del viaggio su questa linea è di 4 ore, durante le quali il viaggiatore passa attraverso tutti i climi immaginabili, ora nelle regioni delle nevi eterne, ora nell'atmosfera del tropico. Le carrozze di questa funicolare portano nel loro viaggio discendente dei minerali, e in quello di salita recano il cibo dei minatori, combustibile, materiale da costruzione, utensili, posta, ecc.

Il rendimento del compressore ad aria a turbina. — Sono interessanti i risultati che si ebbero da un compressore ad aria Rateau, costruito a Baden, da Brown, Boveri & C., del quale è comparsa una descrizione corredata dalle risultanti ottenute nelle prove, sopra un recente numero del « Schweizerische Bauzeitung ». Il compressore a cui accenniamo doveva provvedere 1 m³ per secondo alla pressione di 5 atmosfere, facendo 4000 giri al minuto. All'atto si trovò che era necessario aumentarne la velocità sino a 4250 giri per minuto onde conseguire la pressione voluta, e la produzione diventò di m³ 1,13 al secondo. L'aria che entrava nella macchina si misurava facendo in modo sì che il compressore la ricavesse da un grande serbatoio, dove l'aria entrava passando per un orifizio tarato, e la quantità che passava nel condensatore veniva calcolata mediante un misuratore d'acqua applicata al serbatoio. Il risultato così ottenuto era ritenuto esatto a meno di 1%. Il rendimento si misurava in due modi: primo calcolando la proporzione tra il lavoro teoricamente necessario per attirare, comprimere ed emettere l'aria nelle condizioni attuali dell'esperimento, e quella effettivamente consumata sull'albero del compressore. Così calcolato il rendimento risultava di 69,5%. In molte applicazioni pratiche, però, l'aria compressa si raffredda naturalmente sino alla pressione atmosferica prima di venire adoperata; epperò il rendimento del compressore in tal caso venne calcolato in base alla proporzione tra il lavoro necessario per comprimere l'aria isothermalmente e quello effettivamente speso.

Così calcolato il rendimento risultava del 61,5%, cifra che finora non fu mai sorpassata da un compressore a stantuffo misurato diligentemente. Avviene troppo spesso che nel fare le prove di tali compressori si misuri la quantità di aria desumendola dal diagramma dell'indicatore; e fu dimostrato da persone competenti che ciò induce in errori che variano dal 4 al 10%. Tenuto conto di questo si può ritenere che il compressore a turbina dia un rendimento eguale a quello dei migliori compressori a stantuffo quando l'aria dopo di essere stata compressa debba raffreddarsi prima di venire adoperata.

Disposizioni germaniche per sperimentare le macchine a gas.

— L'associazione tedesca degli ingegneri ha pubblicato una serie di norme in conformità delle quali si dovrà in avvenire stabilire la portata e l'efficienza delle macchine a gas e dei gazogeni. Queste norme sono state pubblicate minutamente nel « Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure » ed hanno per scopo di unificare le condizioni da osservare nell'esecuzione delle prove per questa classe di impianti, affinché sia possibile di confrontare fra loro i risultati ottenuti in tutto l'impero. Le norme fissano i punti di esame, tanto per le macchine a gas che per i gazogeni: il numero e la durata delle prove dovrà variare secondo lo scopo, ma saranno stabilite anticipatamente, dopo di aver preso in esame il tipo d'impianto e le sue condizioni di funzionamento. Nel caso di prove che hanno un'importanza speciale, per essere fatte coll'intento di accettare o no un dato impianto, o per decidere intorno ad un ribasso e ad un premio, si dovrà tener conto anche di queste speciali condizioni. Le prove per l'accettazione di un impianto dovranno essere fatte al più presto dopo che esso ha iniziato i suoi lavori, concedendo però ai costruttori un tempo determinato per le loro prove e per introdurre gli ultimi miglioramenti: tale periodo di tempo come le altre condizioni dovranno essere fissati nel contratto.

Per determinare la quantità di combustibile necessaria ad un gazogeno, la prova dovrà durare 8 ore consecutive senza veruna interruzione.

Per determinare il consumo di combustibile liquido o gasiforme con una carica costante sulla macchina, basterà che la prova duri un'ora se la carica è forte; nel caso contrario la prova potrà durare anche meno.

Sarà necessario misurare di tanto in tanto, a temperatura dell'acqua refrigerante che esce dalla macchina, affine di essere certi che la macchina funziona sotto condizioni costanti. Le prove dovranno essere condotte a termine senza interruzioni.

Volendo determinare la potenza di una macchina a scoppio bastano prove di breve durata sotto l'azione di una carica costante, ma si esigono almeno 10 serie di diagrammi. Nelle ricerche di importanza speciale dovranno eseguirsi due prove consecutive, le quali saranno valide solamente se saranno

state fatte senza interruzione, e se saranno concordi fra loro, salvo piccole differenze da attribuire ad errori di lettura nelle osservazioni: il risultato medio delle due prove sarà definitivo.

Il margine da concedere si nel consumo che nella produzione, dovrà essere stabilito fra i contraenti, prima di cominciare le prove, e farà parte del contratto o delle condizioni di prova. Quando però non fosse stato determinato in tempo, il contratto sarà considerato valido se la cifra dimostrata dalle prove non sarà inferiore al 5% della cifra che era stata calcolata; ma tale concessione è applicabile solamente al massimo della produzione, e non a quella normale, poichè questa deve in ogni modo essere raggiunta.

Si dovrà sempre esprimere se le pressioni sono assolute o no; e le temperature si esprimeranno in centigradi. L'equivalente del calore meccanico si esprimerà col valore 427 kgm = una caloria, ossia 632 calorie per ogni cavallo-ora.

Il regolamento si diffonde nei particolari che riguardano le diverse misure da prendere.

Esso determina minutamente come si debba pesare il carbone, e come procedere nella scelta degli esemplari che si vogliono analizzare. Nella relazione dei risultati ottenuti colle prove si dovrà indicare il tipo dell'impianto; le sue condizioni di funzionamento; la velocità sotto i diversi carichi quando sono inferiori al normale, e le variazioni di velocità sotto un carico costante; il metodo seguito nel registrare la potenza effettiva, e via dicendo. Il potere calorifico del gas dovrà calcolarsi colla formula allorchè risulti impossibile determinarlo col calorimetro. Il regolamento dà anche le norme per ottenere e registrare i valori volumetrici del gas.

I membri del Comitato cui fu dato l'incarico di compilare queste norme sono tutti competenti costruttori di macchine e professori, e ricordiamo fra essi Mr. E. Körching, Gun; Mr. Richter, ingegnere capo dell'Officina delle macchine a gas, Muremberg; Mr. Stein, direttore dell'Officina Deutz; il Dr. Stodola e il Dr. Th. Peters, che è direttore del Verein Deutscher Ingenieure.

METALLURGIA ED ARTE MINERARIA.

Miniere sottomarine di carbone. — Il console generale W. R. Halloway, scrivendo da Halifax, annuncia che a Cape Breton vi sono sei miniere sottomarine in azione.

La più estesa è quella chiamata « The Princess » o di Sidney, nell'Isola di Cape Breton; essa fu la prima ad incominciare l'estrazione del carbone sotto il letto dell'Oceano Atlantico.

Il suo filone di carbone ha lo spessore di circa 1,80 m ed è di ottima qualità; l'angolo d'inclinazione verso il mare è di 5° o circa. Un metro verticale ogni 12 metri orizzontali. L'estrazione del combustibile sotto acqua col sistema di camere e pilastri fu iniziata nel 1877 sotto una volta di 210 m alla linea della spiaggia; in certi punti però, come sotto il porto di Sidney, la miniera trovavasi soltanto alla profondità di 150 m o anche di meno. Nel punto in cui si sta attualmente scavando la volta ha lo spessore di 350 m attraverso gli strati solidi, più uno spessore da 11 a 12 m d'acqua a quelli sovrastanti. La miniera sottomarina si estende per 660 ettari. Finora non vi penetrò mai l'acqua del mare, in seguito alla distruzione dei pilastri; avvenne bensì di imbattersi in una sorgente di pochi litri al minuto in una galleria d'estrazione praticata in un elevamento del terreno, come pure se ne incontrò di fronte ai livelli d'acqua spinti nella direzione degli strati superficiali rivolti verso il Sud; ma era chiaro che queste acque seguivano lo strato di carbone che dalla superficie andava sprofondando sotto le acque del porto. Insomma finora non si verificò alcuna infiltrazione di acque dalla volta.

Tale immunità va attribuita probabilmente alla presenza nel terreno sovrastante di 12 strati minori di argilla refrattaria avente uno spessore complessivo di 12 m oltre a numerosi strati di creta bituminosa.

Il vuoto prodotto dall'estrazione di uno strato di carbone dello spessore di 1,80 m si colmerebbe di per sé in siffatte condizioni, laonde nessun movimento di adattamento degli strati avrebbe luogo, fuorchè per un centinaio di piedi verso l'alto.

Al di là di questo limite, l'elasticità degli strati di argilla refrattaria e bituminosa accennati impedirebbe qualsiasi scosciamento.

Più di 5.250.000 tonn di carbone furono già estratti dal filone principale dell'area sottomarina, e la Compagnia ha ora intrapreso l'opera di estrazione in un filone più spesso nell'area medesima il quale permette un rendimento pari a quello precedentemente ottenuto.

La produzione mondiale dell'oro. — Il valore della produzione dell'oro in tutto il mondo fu nello scorso anno di Lst. 75.257.840, mentre nel 1904 era stata di Lst. 69.278.440. All'aumento che fu di Lst. 5.879.400, gli Stati Uniti contribuirono pel valore di Lst. 1.543.200; l'Africa per 5.483.040; e il Messico per Lst. 531.180. Diminui invece la produzione nel Canada per Lst. 182.690; nell'Australia per Lst. 368.160; e nella Russia per L. 502.320. Il valore dell'oro prodotto lo scorso anno negli Stati Uniti fu di 17.636.140 sterline; nel Messico fu di 3.052.240 sterline; nel Canada 2.897.260 sterline; in Africa 22.665.820 sterline; in Australia 17.185.300; in Russia 4.458.320; in Austria-Ungheria 491.480; in Germania 13.320; nella Svezia 7340; in Italia 8800; in Turchia 1200; nella Gran Bretagna

e Irlanda 22.540; nell'Argentina 1100; in Bolivia 4380; nel Chili 189.700; nella Columbia 516.800; nell'Ecuador 37.700; in Brasile 408.920; nella Venezuela 34.280; nella Guiana Inglese 338.140; nella Guiana Olandese 126.500; nella Guiana Francese 361.380; nel Perù 94.480; nell'Uruguay 10.000; nella Cina 355.220; in Corea 450.000; nel Siam 9720; nell'India Inglese 2.331.020; nelle Indie orientali inglesi 297.080; e finalmente nelle Indie orientali Olandesi 282.900 sterline.

LA PROPRIETÀ INDUSTRIALE

PER UNA RIFORMA NELL'AMMINISTRAZIONE

DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE

(Continuazione e fine).

FEDERAZIONE TRA SOCIETÀ SCIENTIFICHE E TECNICHE

Assemblea del 21 giugno 1905

ORDINE DEL GIORNO:

Relazione della Commissione incaricata di studiare la riforma dell'ufficio nazionale della proprietà industriale.

All'adunanza prendono parte la *Società degl'Ingegneri e degli Architetti* e l' *Associazione Chimica Industriale*, formanti con la sezione di Torino della A. E. I., la Federazione fra Società Scientifiche e Tecniche.

Il *Presidente* comunica numerose adesioni di onorevoli Senatori e Deputati, i quali si scusano di non poter intervenire, causa impegni imprescindibili per una speciale circostanza di questa stessa sera. Fa quindi dare lettura del verbale dell'adunanza 23 aprile 1903.

Il *Presidente* comunica che la Commissione, di cui è cenno nell'ordine del giorno votato in detta adunanza, venne composta dai signori onorevoli Paolo Boselli, prof. Angelo Reycond, ing. Carlo Barzanò, ing. Giacomo Salvadori, ing. Vittorio Sclopis, ing. Vincenzo Soldati, avv. Edoardo Bosio, ing. Mario Capuccio, ing. Enrico Segre. La Commissione poi elesse a suo presidente l'ing. V. Sclopis, a relatore l'ing. Mario Capuccio e a segretario l'ingegnere E. Segre. Da quindi la parola al relatore Capuccio.

Capuccio legge la relazione all'ordine del giorno, accolto alla fine da caldi applausi.

Scolopri riassume quanto fu operato dalla Commissione; comunica una relazione della Commissione nominata allo stesso scopo dal Collegio degli Ingegneri di Milano e l'ordine del giorno approvato dallo stesso Collegio, esprimente voti collimanti con i nostri, nonché un ordine del giorno del Collegio Italiano degli Ingegneri consulenti in materia di proprietà industriale di Firenze, con il quale si manifestano identici desideri. Propone quindi il seguente ordine del giorno:

- Considerato che S. E. il ministro d'Agricoltura Industria e Commercio,
- nella stessa sua lettera, in data 4 marzo 1905, ha riconosciuto necessario
- modificare l'Istituto della Proprietà Industriale;
- Ritenuto che nelle finalità i voti in proposito del Collegio degli Ingegneri di Milano collimano coi voti qui espressi;
- Richiamati i memoriali in data 7 aprile e 25 agosto 1904;
- L'assemblea va voti:
- Che i presidenti del Collegio degli Ingegneri di Milano e delle Società
- federate di Torino, i quali si aggregeranno i soci competenti in materia,
- interessando i presidenti delle Camere di Commercio, i Senatori e i Deputati, provochino un'azione concorde allo scopo di ottenere che il ministro
- nomini una Commissione di competenti, la quale studi e proponga le
- soluzioni atte a risolvere il grave problema che interessa vivamente la
- scienza e l'industria nazionale ».

Presidente. Nessuno domandando la parola pone in votazione l'ordine del giorno proposto dalla Commissione.

L'assemblea approva all'unanimità.

Il Segretario
Ing. E. SEGRE.

COLLEGIO DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI DI MILANO

Relazione della Commissione incaricata di riferire sul riordinamento dell'ufficio della Proprietà industriale.

Il notevole e fortunato sviluppo dell'attività industriale italiana, il rapido diffondersi e svilupparsi di nuove industrie nonché di nuovi perfezionamenti e procedimenti delle industrie vecchie, il largo contributo della genialità italiana nei nuovi campi di ricerche e di applicazioni, tutto ciò ha reso sempre più desiderabile un servizio governativo largo, illuminato e scvero da pastoie burocratiche, per quanto concerne la proprietà industriale.

Le scoperte classiche fondamentali, che illuminano nuove vie, che aprono nuovi campi al lavoro, queste scoperte di cui l'Italia nostra ebbe a gioiarsi sono rare. Più frequenti sono le scoperte ed i perfezionamenti modesti, che non aprono nuovi orizzonti, ma additano nuove vie più semplici, più facili, più economiche, che indicano nuovi procedimenti più razionali, più efficaci e produttivi. Sono il frutto di lunghi studi e di ostinate pazienze; richiedono sempre fatiche ed audacia, meritano premio morale e materiale.

L'ufficio della proprietà industriale è l'ordinatore provvido e naturale di tutto questo contributo continuo del lavoro e delle genialità; è il fiume grande e fecondo cui affluiscono tutte le idee ed i risultati, onde vadano poi a fecondare nuove idee e nuovi risultati.

Si capisce di leggieri quanta importanza abbia un tale ufficio nella vita industriale d'un paese, come esso ne sia anzi dal punto di vista speculativo l'espressione la più genuina, come rispecchi il carattere e le attitudini dell'industria e del lavoro nazionale.

L'ufficio deve vivere della vita industriale del paese, essere facilmente accessibile ad ognuno in ogni tempo ed in ogni ora del giorno e possibilmente della sera, essere un luogo a studio ove ognuno possa vedere quanto fu fatto nel campo di ricerche cui si è dato, e come e quando e da chi; essere sottratto il più possibile ad ogni pedanteria burocratica, essere insomma una specie di biblioteca degli inventori, un luogo fecondo e vivace. Esso deve avere il suo portavoce ossia il bollettino ufficiale, diretto e redatto da competenze speciali, che intristica non formalmente, ma sostanzialmente sul progresso italiano, in fatto di brevetti e d'invenzioni.

Curare con ogni sforzo collettivo gli sforzi individuali degli inventori e dei perfezionatori è opera doverosa di governo civile poiché ogni nuovo perfezionamento, ogni nuova scoperta, grande o piccola, generale o parziale, è sempre una nuova vittoria dell'uomo sulla materia e sulla natura, è un nuovo aumento del benessere comune, ond'è che l'interesse degli inventori s'intreccia con quello dell'intero paese.

Nessuno dubita certo della giustezza di queste osservazioni e di queste affermazioni, ma chi potrebbe sostenere che l'ufficio italiano della proprietà industriale rivesta i caratteri indicati e sia a contatto continuo col pubblico? Chi può sostenere che esso eserciti un'influenza benefica sugli inventori o almeno che li aiuti e li indirizzi nella incessante ricerca?

O non è invece vero che esso sembra racchiuso in un ambiente burocratico ove l'onda vivificante del lavoro non entra che viziatamente e filtrata attraverso mille tarde ed inceppanti formalità?

Il nostro ufficio della proprietà industriale che fino al 1884 fu relativamente autonomo ed ebbe sede al R. Museo industriale di Torino, fu di poi aggregato al Ministero di Agricoltura Industria e Commercio a Roma, e quindi incorporato nel mare magnum di una grande amministrazione, reso burocratico, ed in balia dei mutabili venti ministeriali. Mentre l'importanza dell'ufficio andava crescendo, coll'accreciuto sviluppo dell'attività industriale, la sua autonomia andava scemando, le sue vere funzioni andavano perdute di vista, esso veniva quasi sottratto al contatto degli interessati.

Per convincersene basta notare che, secondo il regolamento ora in vigore, chi vuol fare ricerche nell'ufficio della proprietà industriale, deve indicare (lui stesso ed il giorno prima) il numero di registrazione del documento che vuol consultare; non più di tre documenti sono dati in esame in un giorno ad una persona; ed ogni infrazione minima alla formalità rende nulle le domande. Il pubblico accede all'ufficio soltanto durante due ore al giorno.

Quanto poi al bollettino ufficiale dei brevetti e dell'ufficio della proprietà industriale, esso fu, come tutti sanno, senz'altro abolito nel 1894, per motivi di economia. Nessuno può chiamare sul serio *Bollettino dei brevetti* la piccola rubrica attualmente pubblicata dal Ministero senza il corredo di alcuna descrizione o disegno.

Bastano, crediamo, questi pochi rilievi per convincere ognuno della necessità di una radicale riforma del servizio della proprietà industriale, una riforma ispirata ai concetti suesposti, che ponga il servizio in armonia colle nuove necessità, colle modificate idee, colle nuove esigenze dell'industria, collo sviluppo sempre crescente delle ricerche e delle invenzioni. Una riforma onde l'ufficio sia non soltanto fiscale, ma una vera tutela dell'interesse generale, un vero incentivo al progresso, che sia di aiuto e di conforto, non d'inceppo agl'inventori.

Non pensiamo che l'ufficio dei brevetti debba essere indipendente dal Ministero, ma pensiamo che pure rimanendone dipendente, debba funzionare con ben intesa autonomia. Ricordiamo ad esempio che l'ufficio della statistica fu posto in simili condizioni, per notare che l'autonomia, unita alla fortuna di avere avuto a capo un uomo di alto valore come il Bodio, fecero sì che l'ufficio stesso esercitasse un'azione veramente utile e benefica al paese. E certo che quello della statistica è un ufficio di studio, ove convergono notizie e dati che, sottoposti a coordinamento e ad esame scientifico, provocano lavori e pubblicazioni originali, mentre questo carattere ufficiale di studio e di ricerca, manca, per legge, all'ufficio Brevetti, visto che in Italia l'esame preventivo dei brevetti stessi non esiste. Comunque, quand'anche si riduca la funzione dell'ufficio brevetti ai suoi minimi termini, ossia ad una semplice classificazione, data la complessità e difficoltà delle materie, tale classificazione sarà fatta tanto meglio e più utilmente, quanto maggiore sarà la competenza delle persone preposte. Noi riteniamo quindi, che l'ufficio Brevetti, precisamente con quello della statistica, debba godere di una larga autonomia, o di una direzione specialistica.

Il Collegio degli Ingegneri di Milano non poteva a meno di far sentire la sua voce nella grave questione, ed ha perciò nominato la Commissione che ha l'onore di riferire. Questa è profondamente convinta della necessità di dare un opportuno e moderno indirizzo all'ufficio della proprietà industriale, provvedimento questo nel quale fummo già preceduti dal Giappone. L'organo ufficiale dell'ufficio internazionale dell'unione per la protezione della proprietà industriale reca infatti, nel fascicolo dell'aprile 1904, la notizia che l'ufficio giapponese dei brevetti, sin qui incorporato nel Ministero dell'Industria e del commercio a Tokio, è stato riorganizzato quale servizio speciale, ampliato e rinvigorito.

Noi, coi tanti indizi assicurano un progressivo notevole sviluppo industriale, noi, paese d'inventori, saremo da meno dei Giapponesi, e non vorremmo seguire la strada maestra ormai tracciata dalle principali nazioni civili d'Europa, che hanno tutte uffici dei brevetti modelli, autonomi, attivi, da cui emanano pubblicazioni altamente istruttive ed interessanti?

La Commissione che si onora di riferire, nutre viva fiducia che ciò non avverrà, e bene augurando dalla discussione nata anche altrove ed in altre sedi sul funzionamento dell'ufficio della proprietà industriale e sulle necessarie riforme, confida che il Collegio degli Ingegneri di Milano accorderà il suo voto al seguente

ORDINE DEL GIORNO:

Il Collegio degli ingegneri ed architetti di Milano, convinto della necessità di riformare radicalmente l'ufficio della proprietà industriale, in base ai concetti esposti nella precedente relazione, fa voti:

1° Che tale ufficio, pure rimanendo alla dipendenza del Ministero di agricoltura, industria e commercio, sia costituito in servizio speciale autonomo ed abbia una direzione competente e responsabile del suo svolgimento non solo amministrativo ma anche tecnico.

2° Che se ne modifichi il regolamento interno, in modo da rendere più facile e continuo l'accesso del pubblico, e più sollecite e semplici le formalità da osservarsi nel consulto dei brevetti.

3° Che sia ripristinato il *Bollettino ufficiale delle privative industriali* mediante pubblicazione in esteso di tutte le descrizioni ed i disegni delle privative stesse, stampando altresì tali descrizioni e disegni su fascioletti separati da venderli a prezzo minimo, siccome vien fatto dove la proprietà industriale è ben organizzata e cioè in Germania, Inghilterra, Stati Uniti, Francia, ecc. Il bollettino dovrebbe inoltre contenere anche le notizie più salienti di quanto si fa fuori d'Italia per la tutela della proprietà industriale.

4° Che venga data esecuzione all'art. 2 del R. decreto 9 settembre 1884 che dispone che uno degli originali della descrizione e dei disegni delle privative industriali venga, dopo l'adempimento delle formalità legali, depositato presso il R. Museo industriale di Torino.

La Commissione:

ANCONA prof. Ugo — OPIZZI ing. PIETRO — RAVIZZA ing. VALENTINO.

SULL'UFFICIO DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE

Relazione dell'ing. F. Gentili all'Assemblea generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, in Firenze, 9 ottobre 1905.

L'importantissima ed urgente questione del servizio nazionale della proprietà industriale (brevetti d'invenzione e marchi di fabbrica) essendo stata già più volte trattata in seno alle Sezioni della nostra Associazione, si è creduto opportuno di mettere tale argomento all'ordine del giorno dell'Assemblea generale, affinché, dopo averlo discusso con quell'ampiezza che merita, si deliberi un voto che sintetizzi in proposito le vedute e i desideri della nostra Associazione.

Credo superfluo spendere parole a dimostrare quello che è per voi tutti un fatto evidente e notorio, cioè che un ben concepito e ben ordinato servizio della proprietà industriale ha una grandissima influenza favorevole sull'andamento e sullo sviluppo delle industrie tutte, e più particolarmente di quelle, come la elettrica, al cui progresso non meno delle grandi, ma rare invenzioni che determinano nuovi campi o nuovi indirizzi di attività, contribuiscono le molteplici, quotidiane trovate e perfezionamenti di ordine pratico.

Lasciando da banda ogni dibattito sul sistema di legislazione in materia di proprietà industriale — il che esula completamente dalla nostra questione — e limitandoci qui ad osservare che l'industria può svolgersi floridissima sia presso l'Italia, come la Francia, nei quali i brevetti vengono conferiti senza un esame preventivo di merito, sia presso altri, come la Germania, dove le domande di brevetto sono invece sottoposte a tale esame preventivo, non vi ha dubbio, per esempio, che lo sviluppo meraviglioso cui è assorta l'industria tedesca nell'ultima parte del secolo scorso è stato facilitato e fomentato dall'ammirevole organizzazione dell'ufficio imperiale dei brevetti di Berlino.

L'ufficio nazionale della proprietà industriale, come ben diceva nella sua relazione la Commissione del Collegio degli ingegneri ed architetti di Milano, deve essere l'ordinatore provvido e naturale di tutto il grande contributo di lavoro e di genialità, che ivi affluisce da tutta l'Italia e da ogni parte del mondo; e deve, io aggiungo, facilitare in tutti i modi possibili a tutti gli interessati la conoscenza delle nuove idee e dei nuovi risultati, sia per gettare semi fecondi di ulteriori progressi, sia per elevare il livello della cultura tecnica generale. Quindi vi si dovrà avere: una biblioteca che riunisca e bene conservi le descrizioni e i disegni dei brevetti e marchi di fabbrica nazionali e stranieri, e metta a facile portata del pubblico questo materiale prezioso; pubblicazioni a stampa dei nuovi brevetti e marchi italiani, fatte con sollecitudine sufficiente a non diminuire di troppo l'efficacia utile per il mondo tecnico ed industriale, che ha oggi vivo, imperioso bisogno di tenersi al corrente di tutte le novità, di tutti i progressi per l'interesse proprio e per il crescente benessere di tutti quanti; una buona organizzazione del servizio di conferimento dei brevetti e dei marchi, in modo che tutte le pratiche relative siano sbrigate con rapidità e con buona volontà, e senza formalismi superflui od arbitrari.

Per quanto vecchia di mezzo secolo — e quindi vetusta, data la totale trasformazione delle industrie, che è sopravvenuta nel frattempo — la legge italiana in materia ciò ha pienamente intraveduto e voluto; ed essa, se interpretata ed applicata con largo spirito di liberalismo e di modernità, è a mio avviso perfettamente suscettibile di quella evoluzione nell'ufficio della proprietà industriale, che la situazione odierna esige in modo ineluttabile. E si osservi che un ordinamento diverso dall'attuale è imposto all'Italia dalla doverosa osservanza dell'art. 12 della Convenzione internazionale di Parigi del 20 marzo 1883, il quale suona precisamente così: « Ciascuna delle Alte Parti contraenti si impegna a stabilire un servizio speciale della

« proprietà industriale ed un Deposito centrale per la comunicazione al pubblico dei brevetti d'invenzione, dei disegni o modelli industriali e dei « marchi di fabbrica o di commercio ».

Tutte le nazioni che aderirono alla detta Convenzione internazionale si misero in regola con la lettera e con lo spirito di quanto è prescritto nel succitato articolo, eccettuata però l'Italia, giacché, per quanto intitolata: Ufficio speciale della proprietà industriale, la Sezione 3^a della Divisione 1^a del nostro Ministero di agricoltura, industria e commercio, non rappresenta davvero nè come locali, nè come orario di consultazione, nè come biblioteca, nè come personale, nè come pubblicazioni un servizio adeguato ai bisogni e che corrisponda in modo effettivo all'impegno che l'Italia ha assunto verso le altre nazioni e agli obblighi che essa ha verso se stessa.

Credo che molti di voi avranno avuto occasione di accedere al palazzo di via della Stamperia per ricerche o pratiche relative a brevetti; conoscete dunque in quale miserabile stanzetta, priva di ogni comodità (la cosiddetta Sala di consultazione, che sarebbe poi anche il *Deposito centrale*, previsto dalla Convenzione internazionale), si debbano accalcare gli interessati, per sole due ore del giorno, che si riducono effettivamente sì e no ad una e mezza, per il tempo che si perde nella ricerca e distribuzione dei volumi; conoscete le formalità, le restrizioni incredibili cui bisogna sottomettersi per la consultazione dei brevetti. Non insisterò dunque su ciò.

Non possiamo certo pretendere che l'Italia abbia un ufficio all'altezza del Patent Office di Londra o di Washington e del Patentamt di Berlino; ma a livello dell'Austria, dell'Ungheria, del Belgio, ci potremmo, anzi ci dovremmo pur mettere, e basterebbe per ciò cominciare dal convincersi che un simile ramo di servizio merita bene quanto meno la stessa larghezza di mezzi e la stessa autonomia relativa che ha avuto la Direzione della Statistica e che a questa sono state feconde di ottimi risultati; e che non è possibile che col personale attualmente adibito si mandi avanti in modo conveniente l'ufficio della proprietà industriale del regno d'Italia, dove oggi si depositano poco meno di cinquemila brevetti d'invenzione all'anno.

E poichè ho parlato di *autonomia relativa*, mi affretto a soggiungere, onde tranquillizzare quanti potrebbero preoccuparsi delle eventuali conseguenze di una indipendenza completa dell'ufficio della proprietà industriale, che non si tratta affatto di chiedere ciò; l'ufficio, insediato in locali idonei per numero e per ampiezza, nella stessa sede del Ministero di agricoltura, industria e commercio, o in altra sede staccata (il che si verifica per un gran numero di servizi dei vari Ministeri, a cagione appunto dell'insufficienza di locali), dotato di personale tecnico ed amministrativo adatto, e di fondi sufficienti per le pubblicazioni, per la biblioteca, ecc., dovrebbe rappresentare un servizio a sé, una direzione a sé, ma restare alla dipendenza del Ministero, cioè in rapporti con questo tutt'affatto analoghi, per esempio, a quelli sussistenti fra lo stesso Ministero e la già menzionata direzione della statistica; dovrebbe essere rafforzato da Commissioni permanenti, ecc.; del resto, per concretare quali dovrebbero essere praticamente l'organamento ed

il funzionamento dell'ufficio, non vi è che da studiare quanto si è fatto, precisamente in tale senso, dalle nazioni estere, per il che ci sarebbe soltanto l'imbarazzo della scelta.

Queste deficienze erano già state messe innanzi come giustificazione nella risposta del ministro Rava, in data 7 giugno 1904, al primo memoriale della federazione fra Società scientifiche e tecniche di Torino; come nella risposta del 4 marzo 1905 dello stesso ministro al secondo memoriale della detta federazione è stata affidata la ragione pregiudiziale della scarsità dei mezzi di bilancio. Ora io mi limiterò, invece di esporre le imprescindibili necessità di ordine superiore che impongono in questi casi un provvedimento immediato, tanto più che si attende danni, ed il male intanto si viene aggravando, a sottoporvi in proposito questo semplice raffronto.

Lo Stato spende oggi come personale circa 60.000 lire all'anno per la Sezione del Ministero di agricoltura, industria e commercio, alla quale è deferito il servizio della proprietà industriale; aggiungendovi le spese d'ufficio, lavori straordinari, stampati ed altro, credo che non si arrivi in totale alle 90.000 lire. Per contro, gli introiti complessivi dello Stato per tasse di deposito di brevetti e marchi, annualità di brevetti, carta bollata per copie, ecc., superano le 850.000 lire all'anno. Anche quindi a voler guardare la questione solo da questo ristretto punto di vista fiscale, mi pare fuori di discussione che una maggiore spesa non sarebbe irragionevole, nè sproporzionata all'effetto utile che si ottiene.

Oltre agli inconvenienti cui ho già accennato, e ai quali è da aggiungere l'altro, che pure ha una certa gravità, dei soverchi ritardi che specialmente in alcune epoche dell'anno si verificano tra la domanda e il conferimento dei brevetti, un'altra deficienza seria del servizio che consideriamo è quella delle pubblicazioni. Il piccolo Piemonte pubblicava integralmente le descrizioni ed i disegni dei brevetti; l'Italia per alcuni anni seguì a pubblicare, poi colla legge del 1894 si volle limitarsi alla pubblicazione dei riassunti delle invenzioni; in seguito, e precisamente col 1897, in violazione dell'art. 54 della legge anzidetta, cessarono anche i riassunti e ci si ridusse a degli elenchi per materie dei soli titoli dei brevetti, elenchi fino al 1902 giornalieri e stampati a parte, e dal 1902 in poi quindicinali e compresi nel *Bollettino ufficiale della proprietà intellettuale*. Come si vede, siamo andati avanti come i gamberi, e man mano che i brevetti d'invenzione venivano assumendo maggiore importanza, e da 1000 nel 1884, passavano successivamente a 1700 nel 1890, 3000 nel 1897, 4000 nel 1902 e 4500 nel 1903, il nostro paese dimostrava nelle sue sfere burocratiche di volere attribuire una sempre minore. Tanto che oggi l'Italia si trova ad avere come sole nazioni compagne nel non pubblicare le descrizioni, nè i riassunti dei brevetti, la Spagna e la Turchia; recentemente infatti anche il Portogallo ha riconosciuto che valera bene la pena di spendere qualche diecina di migliaia di lire all'anno a questo scopo.

Si noti poi che la spesa annua che si renderebbe necessaria per la pubblicazione anche integrale del testo e dei disegni dei brevetti italiani potrebbe,

con opportuni provvedimenti ed accordi, essere ridotta a somma assai più modesta di quella prevista dal Ministero e dai tecnici che si sono occupati della questione.

E qui mi sembra proprio inutile insistere per mettere in rilievo quale grande utilità, quale ausilio efficace sia per gli inventori e per gli industriali il poter avere sott'occhio nel proprio studio le copie integrali a stampa di tutti i brevetti d'invenzione; è semplicemente cosa nella quale è implicato al sommo grado l'interesse ben intero di tutto il paese.

Questo per le pubblicazioni che l'ufficio della proprietà industriale non fa e che sarebbe essenziale facesse; quanto a quelle che esso cura, lo stesso ministro di agricoltura, industria e commercio nella sua lettera del 4 marzo 1905, cui fu accennato più sopra, riconosceva che erano almeno in parte giustificati i reclami per i ritardi dell'elenco dei morosi al pagamento delle annualità, degli indici annuali dei brevetti, ecc. ecc., pubblicazioni che perdono quasi tutto il loro valore se non sono fatte tempestivamente.

Dovrei ora toccare di un altro argomento non meno rilevante dei precedenti, quello cioè del modo con cui si esplica l'azione dell'ufficio nei rapporti cogli inventori e loro aventi causa; ma mi trattiene dall'entrare in dettagli su di ciò il dubbio che si possa per qualsiasi ragione tacciare la presente relazione come mancante di quel sereno spirito di obiettività che, diceva S. E. Rava, è indispensabile nella disamina di una questione di pubblico interesse. Dirò soltanto che è doloroso che nei Congressi dell'Associazione internazionale per la protezione della proprietà industriale si debbano fare contro l'ufficio italiano della proprietà industriale vivaci e fondate recriminazioni, che impressionano tanto più in quanto vengono da persone notoriamente serene ed equanimi e sono basate sui fatti; e queste recriminazioni si appuntano sia contro gli eccessivi formalismi, quasi sempre inutili, spesso vessatori e talora illegali, sia contro i continui cambiamenti, contraddittori fra di loro, che si verificano nell'applicazione dei regolamenti, sia generali che interni. Tutto ciò purtroppo si risolve, in definitiva, in difficoltà ed in impacci per gli inventori, a danno dei quali si escogitano sempre nuove pastoie burocratiche, forse nella non confessata idea che i brevetti di proprietà industriale sono ostacoli al progresso, e che è quindi opportuno interpretarne restrittivamente la legislazione, limitarne la portata e renderne ardua la vita. La legge e i regolamenti, specialmente nelle questioni riflettenti i brevetti così detti d'importazione, cioè già presi all'estero, e le descrizioni dei marchi di fabbrica, sono posti in non cale, o apertamente violati; e numerosi fatti di tale natura si trovano consegnati nella relazione della Commissione nominata dalla federazione fra Società scientifiche e tecniche torinesi (relat. ing. Capaccio), che fu pubblicata a pag. 257, fascicolo 39, vol. IX degli atti della nostra Associazione (maggio-giugno 1905); e nel rapporto sulla procedura amministrativa e movimento legislativo dell'Italia in materia di proprietà industriale, presentato dall'ing. Barzani al Congresso internazionale di Berlino del maggio 1904 (vedi atti del Congresso, fascicolo 1°, pag. 637); ed è quindi urgente che per l'avvenire sia provveduto

in modo definitivo affinché sia garantita anche a questo servizio quella continuità di criteri, che è assolutamente indispensabile per un funzionamento normale, e che deve essere assicurata da norme scritte, indipendenti da interpretazioni personali, mutevoli da caso a caso.

Bene inteso che con ciò non si vuol già proporre che l'ufficio della proprietà industriale debba sostituirsi ai Tribunali, soli competenti a stabilire l'interpretazione e la portata delle leggi; ma si intenderebbe far sì che norme e circolari ministeriali, generali e valevoli ogni qualvolta si presenta quel dato caso, venissero a prendere il posto di decisioni epistolari oggi liberali ed eque, domani restrittive, dovute alle diverse decisioni cui l'ufficio giunge, come conclusioni delle singole discussioni coi singoli interessati. Ne guadagnerebbero tutti, e non poco anche l'ufficio stesso, che si troverebbe così sollevato da una massa grandissima di lavoro, quale è quello reso oggi necessario dalle questioni e polemiche per risolvere ognuna per sé tutte le controversie, che insorgono numerose appunto per tale mancanza di direttive fisse.

Fatto questo rapido esame dello stato attuale dell'ufficio della proprietà industriale, è duopo convenire che esso, così come è oggi e così come funziona, non corrisponde, non può corrispondere alle sue mansioni, all'attività alta e benefica che esso è chiamato ad esplicare. Per porre rimedio a ciò, è prima di ogni altra cosa necessario, come già fu accennato, di dare all'ufficio stesso quell'autonomia che esso già aveva in parte e che gli fu tolta nel 1884; questa è la conclusione unanime cui sono venuti tutti gli studiosi, gli Istituti e le Associazioni che si sono occupati fino ad ora di questo vitale problema.

Dallo studio pubblicato dal comm. Cesare Rossi nel febbraio 1900 nell'*Economista d'Italia*, al voto della Sezione artistico-industriale del Congresso degli Istituti industriali e commerciali italiani del 1902; dal voto della federazione torinese a quello del Collegio degli ingegneri ed architetti di Milano, a quello infine del Collegio italiano degli ingegneri consulenti in materia di proprietà industriale, tutti si trovano d'accordo nel chiedere che il nostro ufficio della proprietà industriale, pure rimanendo alla dipendenza del Ministero di agricoltura, industria e commercio, sia costituito in un vero e proprio servizio speciale, ed abbia una direzione competente e responsabile del suo funzionamento non solo amministrativo, ma anche tecnico; il che è, ad esempio, assicurato in Francia non solo in grazia dell'aggregazione dell'ufficio al « Conservatoire des Arts et Métiers », ma anche mediante la « Commission technique », corpo direttivo al quale sono devoluti l'esame e la risoluzione di tutte le questioni inerenti al servizio.

Persino il Giappone nell'aprile dell'anno scorso ha riconosciuto opportuno di staccare dal Ministero dell'industria e del commercio l'ufficio dei brevetti che fino allora vi era incorporato, e lo ha riorganizzato ed ampliato, facendone un ufficio speciale autonomo. Non sarà eccessivo, speriamo, chiedere che l'Italia imiti in ciò il Giappone, questo paese che è oggi all'ordine del giorno. E solo in tal modo che potranno gettarsi le basi di quella riforma radicale che ponga il servizio della proprietà industriale in armonia colle nuove esigenze delle nostre industrie, e in grado di favorirne lo sviluppo.

Ad assicurare tale riforma, tale riordinamento, e a concretarne le modalità sarebbe certamente utile che il Governo chiamasse una Commissione, nella quale, oltre ad elementi burocratici e ministeriali, avessero posto uomini parlamentari specialmente indicati per la loro posizione nell'industria o per la loro conoscenza delle questioni di private; e professionisti (professori, avvocati, ingegneri ed agenti di brevetti) noti per la loro speciale alta competenza nel ramo. Il progetto di riorganizzazione proposto da tale Commissione e successivamente approvato dal Governo, dovrebbe poi essere messo in atto colla maggior sollecitudine compatibile coi nostri ordinamenti amministrativi e colle esigenze finanziarie del bilancio.

Per finire, mi auguro che dalla discussione che sarà per occasionare questa mia succinta relazione si accresca in voi tutti la convinzione della necessità di por fine ad uno stato di cose dannoso all'industria, agl'inventori ed al nostro buon nome all'estero.

BOLLETTINI

Congressi e concorsi.

IV Congresso Internazionale Cotoniero.

Ai primi del prossimo giugno avrà luogo a Vienna l'annuale Congresso cotoniero; gli argomenti all'ordine del giorno che in esso verranno trattati saranno i seguenti: organizzazione e lavoro delle Associazioni affiliate alla Federazione Internazionale; il nuovo contratto per i cotone come proposto dall'apposita Commissione; coltivazione del cotone e relativo suo approvvigionamento; contratti, usi di vendita per filati e tessuti.

A richiesta dell'Associazione dei filatori, torcitori e tessitori svizzeri l'Associazione Italiana fra gli industriali cotonieri e Borsa cotone è invitata ad esporre il proprio parere in merito a varie questioni, fra le quali notiamo il progetto di una Federazione Internazionale.

I concorsi a premio del R. Istituto Lombardo di Scienze e lettere.

Ecco i temi per i concorsi d'indole tecnica ed economica banditi da tempo e tuttora aperti:

Premi dell'Istituto. — Tema per 1907 (pubblicato il 4 gennaio 1906): « Previo esame e raffronto delle ricerche sperimentali e teoriche note, relative al moto delle acque nei mezzi permeabili, sulla base di elementi idrografici conosciuti di una o più plaghe italiane a falde acquifere freatiche, determinare i caratteri e la potenzialità delle falde stesse.

Scadenza 19 aprile 1907 ore 15. Premio L. 1200.

Tema per 1908 (pubblicato il 10 gennaio 1907): « Fare uno studio sull'ordinamento della proprietà fondiaria urbana, nei principali Stati moderni ».

Scadenza 31 marzo 1908, ore 15. Premio L. 1200.

Medaglie triennali per il 1909. — Il R. Istituto Lombardo aggranda ogni triennio due medaglie d'oro di L. 500 ciascuna, per promuovere le industrie agricole e manifatturiere: una destinata a quei cittadini italiani che abbiano concorso a far progredire l'agricoltura lombarda col mezzo di scoperte o di metodi non ancora praticati; l'altra a quelli che abbiano fatto migliorare notevolmente, o introdotta, con buona riuscita, una data industria manifatturiera in Lombardia.

Presentare istanza, accompagnata dagli opportuni documenti, non più tardi del 31 dicembre 1909.

Premi di fondazione Cagnola. — (Le memorie premiate nei concorsi di fondazione Cagnola restano proprietà degli autori; ma essi dovranno pubblicarle entro un anno, prendendo i concerti colla segreteria dell'Istituto, e consegnandole alla medesima cinquanta esemplari. Tanto l'Istituto, quanto la rappresentanza della fondazione Cagnola si riservano il diritto di farne tirare, a loro spese, quel maggior numero di copie di cui avessero bisogno a vantaggio della scienza).

Tema per 1907 (pubblicato il 4 gennaio 1906): « La scoperta della radioattività e la sua influenza sulle moderne teorie fisiche e chimiche ».

Scadenza 1° aprile 1907. Premio L. 2500 e una medaglia d'oro del valore di L. 500.

Tema per 1908 (pubblicato il 10 gennaio 1907): « Lo stato attuale degli studi metallografici in rapporto alle proprietà fisiche dei metalli ed in specie del ferro e degli acciai; lavoro riassuntivo, col contributo di qualche ricerca originale ».

Scadenza 31 marzo 1908. Premio L. 2500 ed una medaglia d'oro del valore di L. 500.

Premio di fondazione Brambilla. — A chi avrà inventato e introdotto in Lombardia qualche nuova macchina o qualsiasi processo industriale o altro miglioramento, da cui la popolazione ottenga un vantaggio reale e provato.

Il premio sarà proporzionato all'importanza dei lavori che si presenteranno al concorso, e potrà raggiungere, in caso di merito eccezionale, la somma di L. 4000.

Scadenza 1° aprile 1907.

Premio di fondazione Kramer. — (A questo concorso non sono ammessi che gli italiani, patentati ingegneri d'Italia o fuori).

Tema per 1907 (pubblicato il 4 gennaio 1906): « Guglielmini colla sua opera della natura dei fiumi e nei suoi *Opuscoli idraulici* espone proposizioni e criteri che anche oggi sono riconosciuti, da idraulici d'ogni paese, come nozioni fondamentali relative ai fenomeni del moto delle acque in terreni alluvionali sciolti e mobili. Considerate una o più delle dette proposizioni del Guglielmini, preso in esame uno o più tronchi di fiumi, di cui siano noti rilevati topografici successivi ed elementi idrometrici, determinare quelle espressioni analitiche che valgano a definire la metrica delle correlazioni fra gli elementi, considerate dal Guglielmini stesso ed espresse in soli termini generali in dette proposizioni ».

Scadenza 31 dicembre 1907. Premio L. 4000.

Ingegnere dell'Ufficio tecnico municipale di Saronno.

A tutto il giorno 27 febbraio 1907 è aperto il concorso al posto di ingegnere di questo Ufficio tecnico municipale, coll'annuo stipendio di L. 3000 (al lordo dell'imposta di ricchezza mobile ammontante di un decimo nei primi tre sessenni di servizio).

La nomina avrà la durata di un anno; la conferma sarà fatta per anni tre, scorsi i quali, senza preavviso di tre mesi, si riterrà confermato in pianta stabile.

L'eletto dovrà assumere il servizio entro un mese dalla data di partecipazione, servizio disciplinato dal regolamento organico, cui è subordinata la nomina stessa.

Gli aspiranti dovranno, nel termine suddetto, far pervenire alla Segreteria municipale la loro domanda, corredata dai documenti d'uso.

Concorso per uno studio sulla trazione elettrica.

La società d'incoraggiamento in Padova ha aperto il concorso al premio di lire 10.000, della fondazione Pezzini-Cavalletto, per una memoria sul seguente tema nuovamente proposto:

« Considerare con uno studio completo, teorico-pratico, quali siano allo stato attuale i risultati dell'impiego della energia elettrica alla trazione ferroviaria e congeneri nei diversi paesi, indicando dal punto di vista tecnico ed economico il modo migliore per giungere ad utilizzare a questo scopo le forze idrauliche inopere esistenti in Italia ».

Il concorso, a cui non possono partecipare che italiani, rimane aperto a tutto il 31 marzo 1909, entro il quale termine le rispettive memorie dovranno essere trasmesse, franchi di porto, alla Presidenza della Società d'incoraggiamento nella sua sede in Padova.

Le memorie devono essere inedite ed anonime. Il nome dell'autore ed il suo domicilio saranno indicati sopra un biglietto chiuso in busta suggellata, non trasparente, su cui si trovi un'epigrafe ripetuta in testa alla corrispondente memoria. Le buste non approvate a memorie premiate saranno bruciate senza aprirle, eccetto che vi si legga la parola « conservarsi », scritta con carattere identico a quello dell'epigrafe.

Appena spirato il termine del concorso, il Comitato Esecutivo della Società elegge una Commissione composta di tre persone competenti che avranno l'incarico di esaminare le presentate memorie, e di decidere se a quale di essa sia degna del premio, che sarà in qualsiasi caso indivisibile.

Il giudizio della Commissione, risultante da relazione scritta, che si renderà pubblicamente nota, è inappellabile.

I manoscritti presentati al concorso rimarranno nell'archivio della Società a giustificazione del giudizio. È accordata facoltà agli autori di averne copia a proprie spese, purché siano conosciuti o per la premiazione o per aver impedita la distruzione della busta contenente il loro nome.

Il lavoro premiato, premessavi la relazione della Commissione giudicatrice, dovrà essere pubblicato a cura e spesa dell'autore, o integralmente come fu presentato, ovvero colle modificazioni approvate dalla stessa Commissione. Se non vi fosse accordo tra essa e l'autore, la pubblicazione dovrà essere fatta nella forma originaria.

Il pagamento del premio avrà luogo tosto che l'autore abbia consegnato alla Società cinque copie del lavoro stampato secondo le prescrizioni sopra indicate.

MUNICIPIO DI PADOVA

Avviso di concorso.

In conformità al disposto dell'art. 9 del Regolamento per le Aziende dell'acquedotto e del gas, deliberato dal Consiglio comunale nelle adunanze 29, 30 maggio, 6 e 7 giugno prossimo viene aperto il concorso a tutto 28 febbraio p. v. al posto di Ingegnere Vice-Direttore delle dette Aziende.

Lo stipendio è di L. 4000 aumentabili del 10% di sessennio in sessennio per tre volte, e viene corrisposto in rate eguali mensili posticipate. È inoltre concesso l'uso gratuito dell'acqua e del gas per uso domestico.

L'eletto sarà iscritto alla Cassa comunale di previdenza contemplata dal suddetto regolamento municipale per gli addetti alle Aziende dell'acquedotto e del gas.

Sullo stipendio saranno effettuate le ritenute per tassa di ricchezza mobile e per la quota a carico dell'impiegato del contributo alla Cassa di Previdenza.

Per quant'altro riguarda i doveri e i diritti del Vice-Direttore si fa richiamo al Regolamento municipale suindicato, alla legge 29 marzo 1903, n. 103, ed al regolamento governativo per la esecuzione di essa.

Il concorso è per titoli. La nomina è di competenza del Consiglio comunale. Ogni aspirante dovrà presentare al protocollo dell'Ufficio delle aziende dell'acquedotto-gas (via degli Eremitani, n. 6) non più tardi delle ore 17 del 28 febbraio prossimo renturo la propria istanza corredata dai seguenti documenti:

- a) certificato di nascita dal quale risulti che il concorrente ha compiuto 25 anni e non ha oltrepassati i 45;
- b) certificato di cittadinanza italiana o di appartenenza a provincia di nazionalità italiana;
- c) certificato di buona condotta morale rilasciato dal Sindaco del Comune dove l'aspirante ha la residenza;
- d) certificato penale di data non anteriore a tre mesi, comprovante la inesistenza di condanne per reati commi avanti carattere disonorante;
- e) stato di famiglia;
- f) attestato di sana e robusta costituzione fisica;
- g) diploma di ingegnere rilasciato da un Istituto del Regno, nonché lo specchio dei punti riportati negli esami sostenuti per ottenerlo;
- h) i documenti che dimostrino la cultura e la pratica speciali richieste dalle attribuzioni inerenti al posto e che fra altro diano prova che il concorrente abbia lodevolmente funzionato, per non meno di un biennio, quale Capo servizio tecnico in un'azienda per natura ed importanza simile a quelle di cui si tratta.

Sarà in facoltà di ogni aspirante di produrre quegli ulteriori documenti che reputasse.

I certificati di cui alle lettere c, e, f, dovranno avere data posteriore a quella del presente avviso.

Istanze e documenti relativi dovranno essere regolari in linea di bello.

Ogni concorrente dovrà nell'istanza indicare l'attuale sua residenza e le precedenti, e dichiarare ed eleggere un domicilio in questa città per le eventuali comunicazioni relative al concorso e per la restituzione dei documenti.

Presso la Segreteria dell'Ufficio suddetto delle aziende dell'acquedotto-gas è liberamente ispezionabile il regolamento comunale delle medesime.

L'eletto che non assumesse il servizio dopo quindici giorni dall'avuta comunicazione di nomina s'intenderà rinunciario.

Padova, li 23 gennaio 1907.

Il Sindaco
G. LEVI-CIVITA. Il Segretario-Capo
L. MARCATO.

POZZO GIOVANNI, Gerente responsabile.

Torino — Società Tipografico-Editoriale Nazionale (IGA ROUX & VIANINO).

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. Pansa S. Giovanni in Casa, 2 - Milano.

L'Ingegneria Civile e le Arti Industriali

Periodico tecnico quindicinale.

Prezzo d'abbonamento
Italia anno L. 20 Estero anno L. 23

L'Ingegnere Igienista

Rivista quindicinale di Ingegneria sanitaria.

Prezzo d'abbonamento
Italia anno L. 12 Estero anno L. 13.
Direz. ed Amm. - Via Bidone, 37 - Torino

Rivista di Artiglieria e Genio

Pubblicazione mensile.

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

Giornale dei Mignoli

Pubblicazione mensile.

Prezzo d'abbonamento
Italia anno L. 8 - Unione Postale anno L. 10.
Red. ed Amm. - Pansa S. Giovanni in Casa, 2 - Milano.

REVUE INDUSTRIELLE

Giornale settimanale illustrato

Direttore H. Issac
Prezzo d'abbonamento
Parigi e Belgio 25 fr. - Dipart. e Estero 30 fr.
Direz. ed Amm. - Boulevard de la Madeleine, 17 - Paris.

L'Industria

Rivista Tecnica ed Economica illustrata
Pubblicazione 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
Paraît tous les mois.

Abbonamento:

Belgique 2 fr. Union postale 4 fr.
Bruxelles - Rue de la Limite, 21.

Rassegna Mineraria

e delle

Industrie Minerarie 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. - Galleria 3a, sala C - Torino

IL PROGRESSO

Rassegna popolare illustrata

ANSATA XXXI | Abbonamento anno L. 5
TORINO - Via Luciano Maestra, 7 - TORINO
NUMERO SAGGIO GRATIS.



Revue Générale

Chimie pure et appliquée

Pubblicazione quindicinale

Direttore G. F. Inoué.

Prezzo d'abbonamento

Parigi 25 fr. | Estero 30 fr.

Direzione ed Amministrazione

Boulevard Malesherbes, 115.

Paris

Società Tipografico-Editrice Nazionale (sù Rue e Turin) - Torino-Roma

Sono pubblicati

1
PIRELLA GUSTAVO TROVATI

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
PIRELLA GUSTAVO TROVATI

Ing. MAURO AMOROSO

CASE E CITTÀ OPERAIE STUDIO TECNICO-ECONOMICO

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

3
PIRELLA GUSTAVO TROVATI

ALESSANDRO TOSI

GUIDA DI NAVIGAZIONE

1 vol. in-12° con figure e rilegato in tela, L. 5.

Raccolta di Memorie e Rassegne tecniche

Prof. G. BERTOLDO

Ing. LUIGI BERTOLDO

I DIAGRAMMI ENTROPICI DELLA Motrici a Vapore

1 vol. in-8° con parecchi disegni
L. 2.

Ing. EFFREN MAGRINI

I NUOVI SISTEMI DI FERROVIE IN EUROPA

1 vol. in-8° con molte incisioni
L. 2.

Ing. MAURO AMOROSO

Il Vagone Ferroviario

Studio tecnico con 83 illustrazioni
L. 2.

Campi Elettrici e Magnetici

1 vol. in-8° con molte figure
L. 3.

Dott. A. CHILESOTTI

L'utilizzazione industriale dell'azoto atmosferico

1 vol. in-8° - L. 2.

Ing. ELYO SOLERI

Esposizione Internazionale di St-Louis

Educazione, Miniere e Metallurgia, Trasporti,
Macchine, Elettricità

1 vol. in-8° con 168 illustrazioni
L. 3.

1
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

Ing. G. MARTORELLI

Le macchine a vapore marine

1 volume di circa 600 pagine illustrato da 500 disegni e da 86 tavole

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA — 3^a EDIZIONE

Lire 20 — 1 vol. in-4^o 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

3
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

G. RUSSO

INGEGNERE CAPO DEL GENIO NAVALE

MANUALE DI ARCHITETTURA NAVALE

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA

E ADOTTATA DALLA R. ACCADEMIA DI LIVORNO

PARTI PRIMA: Costruzione Navale

Lire 16 — 1 volume di circa 600 pagine con molte incisioni e tavole — Lire 16

PARTI SECONDA: in preparazione

4
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

PROF. G. GRASSI

CORSO DI ELETTROTECNICA

Alternatori, Dinamo a corrente continua e Trasformatori

Volume primo, con 272 figure — Lire 14

5
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

PROF. G. GRASSI

CORSO DI ELETTROTECNICA

Motori, Convertitori, Accumulatori, Sistemi e impianti di distribuzione,
Lampade elettriche, Trazione

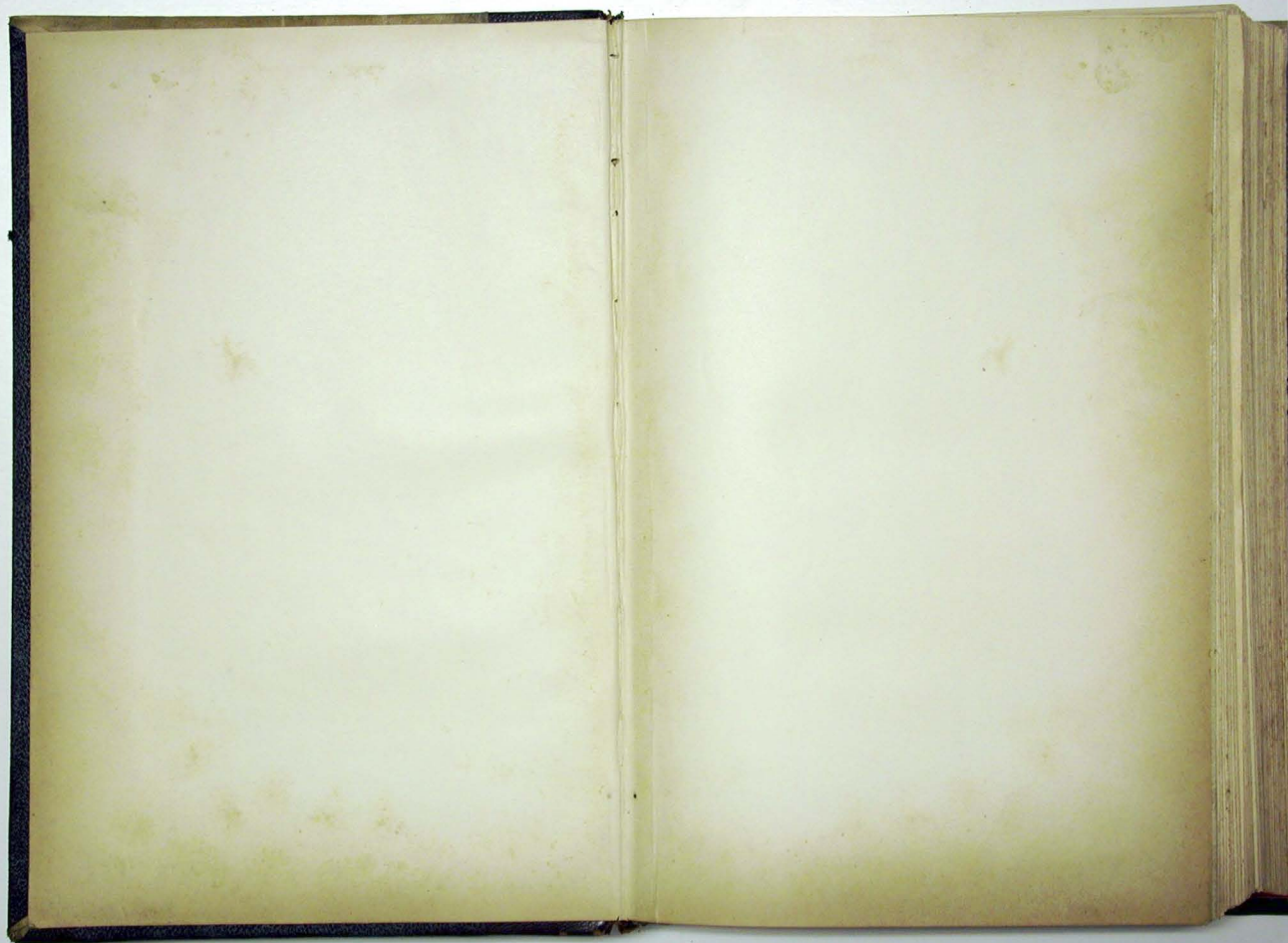
Volume secondo, con 319 figure — Lire 16

6
GRANDE BIBLIOTECA TECNICA

PROF. G. GRASSI

PRINCIPI SCIENTIFICI DELLA ELETTROTECNICA

Un grande volume con figure — Lire 12



LEGATORIA DI LIBRI
F. FORNARA VIGLIANI
TORINO
VIA JUVAZZI

